

**Министерство образования и науки
Российской Федерации
Тульский государственный университет
Администрация Тульской области
Академия горных наук
Российская академия архитектуры и строительных наук
Международная академия наук экологии и безопасности жизне-
деятельности
Совет молодых ученых
Тульского государственного университета**

**Международная научно-практическая конференция
молодых ученых и студентов**

ОПЫТ ПРОШЛОГО – ВЗГЛЯД В БУДУЩЕЕ

*Конференция посвящена 300-летию со дня рождения великого
русского учёного-естествоиспытателя, человека энциклопеди-
ческих знаний, одного из первых русских горных инженеров, ав-
тора фундаментальных работ по географии, геологии, минера-
логии, геодезии и горному делу*

Михаилу Васильевичу Ломоносову

Материалы конференции

*Под общей редакцией
доктора техн. наук, проф. Р.А. Ковалева*

**Тула
27 – 28 октября 2011 г**

УДК 622:001.12/18:504.062(1/9);620.9+502.7+614.87

«Опыт прошлого – взгляд в будущее» - Международная научно-практическая конференция молодых ученых и студентов

ISBN 978-5-7679-2052-5

Материалы конференции: ТулГУ, Тула, 2011, , 488 с.

В сборнике представлены материалы научных исследований молодых ученых и студентов в области рационального использования природных ресурсов, промышленного и гражданского строительства, экологии и энергетики, перспектив развития техники и технологии в строительстве и горной промышленности, а также рассмотрены вопросы геоинженерии и кадастра.

Организационный комитет благодарит ученых, специалистов и руководителей производств, принявших участие в работе конференции, и надеется, что обмен информацией был полезным для решения актуальных задач в области фундаментальных и прикладных научных исследований, производственной деятельности и в образовательной сфере.

ISBN 978-5-7679-2052-5

© Авторы материалов, 2011

© Изд-во ТулГУ, 2011

Ministry of Education and Science Russian Federation
Tula State University
The administration of the Tula region
Academy of Mining Sciences
Russian Academy of Architecture and Building Sciences
International Academy of Ecology and life-safety activities
Council of Young Scientists
Tula State University

International Scientific Conference
young scientists and students

**PAST EXPERIENCE - A LOOK INTO THE
FUTURE**

*Conference devoted to 300th anniversary of great Russian scientist
and naturalist, a man of encyclopedia-cal knowledge, one of the first
Russian mining engineers, author of the fundamental works on
geography, geology, mineralogy, surveying and mining*

Mikhail Vasilyevich Lomonosov

Conference materials:

**Under the editorship of Doctor of Science,
Professor Roman A. Kovalev**

Tula
27 - 28 October 2011

UDC 622:001.12 / 18:504.062 (1 / 9), 620.9 +502.7 +614.87

"The experience of the past - look to the future" - International Scientific and Practical Conference of Young Scientists and Students

ISBN 978-5-7679-2052-5

Conference proceedings: Tula State University, Tula, 2011, 488 p.

The collection contains materials research of young scientists and students in the field of rational use of natural resources, industrial and civil construction, environmental and energy, the prospects for development of techniques and technologies in construction and mining of industry, but also address geoinzhenerii and inventory .

The Organizing Committee thanks the scholars, and Chief Executives of production that took part in the conference, and hopes that the exchange of information – formation was useful for solving urgent problems in the area of fundamental – experimental and applied research, production activities and the educational sphere.

ISBN 978-5-7679-2052-5

© Authors of materials, 2011
© Tula State University, 2011

Михаил Васильевич Ломоносов



М. В. ЛОМОНОСОВ

Великий русский учёный-естествоиспытатель, человек энциклопедических знаний, один из первых русских горных инженеров, автор фундаментальных работ по географии, геологии, минералогии, геодезии и горному делу Михаил Васильевич Ломоносов родился в 1711 году на Севере, в селе Денисовке Архангельской губернии, на берегу Белого моря.

Отец Михаила Ломоносова, Василий Дорофеев (или Федоров) был черносошным крестьянином. Он имел землю и суда для рыбного промысла по Мурманскому берегу.

Мать Ломоносова – Елена Ивановна, урожденная Сивкова,

умерла, когда сыну было 9 лет.

В Москву Ломоносов ушел в декабре 1730, с ведома отца, но, по видимому, отец отпустил его лишь на короткое время, почему он потом и числился "в бегах". Выдав себя за сына дворянина, в январе 1731 он поступил в Московскую Славяно-греко-латинскую академию при Заиконоспасском монастыре ("Спаские школы"). Пробыл там около 5 лет. Он изучил латинский язык, ознакомился с тогдашней "наукой". В 1735 в числе наиболее отличившихся учеников Ломоносов был отправлен в Петербург для зачисления в Академический университет.

Сентябре 1736 – Ломоносов отправлен в немецкий Марбург к Христиану Вольфу, обучаться химии и горному делу. Кроме того, ему было наказано «учиться и естественной истории, физике, геометрии и тригонометрии, механике, гидравлике и гидротехнике».

1738 год – Ломоносов шлет из Германии в Россию письмо на немецком языке, содержащее полный отчет о том, какие лекции он прослушал и какие книги приобрел. В письме содержалось еще рассуждение о физике на латинском языке и стихотворный перевод оды Фенелона, воспевающий счастье уединенной жизни в сельской местности.

1739 год – русских студентов переводят из Марбурга в Фрейберг к горному советнику Генкелю, также с целью обучения. Генкелю было поручено держать студентов в строгости, уменьшить их содержание, а в городе объявить, чтобы никто не верил им в долг. А так как Академия наук

высылала деньги нерегулярно, материальное положение студентов по приезду в Марбург резко ухудшилось. В этом же году Ломоносов пишет известную в филологии работу «Письмо о правилах российского стихотворства» и знаменитую «Оду на взятие Хотина», воспевающую доблесть русской армии, сражавшейся в Турции.

1740 год – Михаил Ломоносов, устав от безденежья и унижительных просьб к Генкелю, ссорится с ним и покидает Фрайберг. Он странствует по Германии, знакомится с людьми. В этот же период он женится на Елизавете-Христине Цильх. По некоторым (неподтвержденным) источникам, во время странствия по Германии Ломоносов был против своей воли завербован в прусские солдаты, но бежал.

1741 год – по приказу Академии Ломоносов возвращается в Петербург.

1742 год – Михаил Ломоносов становится адъюнктом по физике при Петербургской Академии наук.

1745 год – Михаил Ломоносов получает должность профессора химии.

1748 год – Ломоносов впервые создает сначала «краткую», а потом и «пространную» «Риторику» на русском языке.

1749 год – Ломоносов пишет «похвальное слово» императрице Елизавете. Вообще, помимо всех прочих заслуг, Ломоносов сыграл огромную роль в становлении нового русского литературного языка. Предпочитая жанр оды, он писал также духовные похвальные надписи, стихотворения, экспромты, послания к императрицам Елизавете и Екатерине, вельможам. Его перу принадлежит неоконченная эпическая поэма «Петр Великий» и трагедии «Тамира и Селим», «Демофонт».

В марте 1749 г. Михаил Васильевич пишет работу на латыни для конкурса проводимого Берлинской Академией наук «Disse[tatio] de generatione et natura nitri» (Диссертация о рождении и природе селитры) и отправляет ее в Берлин.

В этом труде великий ученый показал, что взрывная сила пороха зависит от количества выделяющейся теплоты и, самое главное, от скорости реакции.

Таким образом, Михаил Васильевич впервые установил понятие и значение основных параметров, характеризующих взрывчатое превращение. Свои положения о скорости взрывчатого превращения он иллюстрирует сопоставлением скоростей горения пороха и других веществ. Так были заложены основы физики взрыва.

Блестящие работы Михаила Васильевича в области физики, химии, истории, литературы, горного дела и других наук широко известны. Но немногие знают его работы по теории взрыва. Между тем основы физики взрыва впервые в истории науки были заложены именно в его конкурсной работе.

1752 – 1753 годы – Ломоносов читает студентам курс «Введение в истинную физическую химию». Лекции сопровождаются практическими опытами. Известно, что Ломоносов вел обширную исследовательскую работу по химии. Им были, в частности, разработаны приборы для физических исследований химических объектов. В плане физики Ломоносов, кроме прочего, совместно с ученым Г.В. Рихманом исследовал атмосферное электричество.

1756 – 1758 годы – Ломоносов изобретает «ночезрительную трубу», которая позволяет различать предметы в сумерки.

1757 год – Ломоносов становится членом Академической канцелярии, теперь он может участвовать в управлении делами Академии. В этом же году появляется его знаменитая работа по минералогии «Слово о рождении металлов от трясения Земли».

1758 год – Ломоносов управляет гимназией, университетом, историческим собранием и географическим департаментом (все при Петербургской Академии наук). На новой должности Ломоносов составляет план создания «Атласа» - фундаментального труда, куда должны были войти физико-географические и экономико-географические знания, полученные в ходе специальных экспедиций. Также для сбора материала по всей стране были разосланы особые анкеты.

1759 год – Ломоносов пишет «Рассуждения о большой точности морского пути». В этих «Рассуждениях...» ученый описывает ряд новых, изобретенных им приборов для определения долготы и широты. В этой же работе Ломоносов предложил (первым из современников) организовать международную Мореплавательную академию.

1761 год – проанализировав данные, полученные из разосланных ранее анкет, Ломоносов пишет трактат «О сохранении и размножении русского народа». Здесь ученый выдвигает ряд предложений по принятию законов для увеличения населения России. Предлагалось повышать рождаемость, сохранять родившихся и привлекать иностранцев в русское подданство.

Май 1761 года – Ломоносов открывает существование атмосферы у планеты Венеры.

1762 – 1763 годы – Ломоносов публикует свой очередной труд по географии «Краткое описание разных путешествий по северным морям и показание возможного проходу Сибирским океаном в Восточную Индию».

1763 год – опубликована очередная работа Ломоносова по геологии «О слоях земных». В ней ученый доказал, что на Южном полюсе Земли существует материк, и выдвинул теорию об эволюции природы. В работе есть такие слова: «Напрасно многие думают, что все, как видим, сначала Творцом создано... Таковые рассуждения весьма вредны приращению всех наук». Тогда же, в 1763 году, Ломоносов публикует руководство «Первые основания металлургии или рудных дел». В работе рассматрива-

ются не только свойства различных металлов, но и практически применяемые способы их изучения. Это руководство сыграло большую роль в дальнейшем становлении русского металлургического и горного производства.

1764 год – написано «прибавление» к работе «Краткое описание разных путешествий...» «О северном мореплавании на Восток по Сибирскому океану». Ломоносов утверждал в этой работе, что «России могущество будет прирастать Сибирью». «Прибавление» дополнялось «примерной» инструкцией «морским командующим офицерам».

Уже в конце жизни Ломоносов создает фундаментальный исторический труд «Древняя Российская история», опубликованный уже после его смерти. Как историк, Ломоносов разработал свою концепцию развития России, основанную на православии, самодержавии и духовно-нравственных ценностях русского народа.

4 апреля 1765 года – Михаил Васильевич Ломоносов умирает в Санкт-Петербурге. Похоронен на Лазаревском кладбище Александро-Невской лавры.

ГОРНОДОБЫВАЮЩАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ: ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

УДК 622.271.32

ОБОСНОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ КАРЬЕРОВ, ИСПОЛЬЗУЮЩИХ МОБИЛЬНЫЕ ДРОБИЛЬНО-СОРТИРОВОЧНЫЕ КОМПЛЕКСЫ

Иванов В.В. , Фауль А.А. ,
*Санкт-Петербургский государственный горный университет,
г. Санкт-Петербург, Россия*

Рассмотрены основные особенности ведения горных работ с использованием мобильных дробильно-сортировочных агрегатов на предприятиях, разрабатывающих месторождения скальных и полускальных горных пород, с целью получения щебня. Предложены мероприятия позволяющие повысить производительность комплексов, использующих мобильные дробильно-сортировочные агрегаты и повысить эффективность ведения добычных работ.

Щебень, получаемый из скальных и полускальных пород путем дробления, используется при строительстве объектов гражданского и промышленного назначения, автодорог и железнодорожных путей, в качестве заполнителя для бетонов и других отраслях.

В связи с тем, что для производства щебня используются крепкие горные породы, технология их разработки подразумевает использование для подготовки к выемке буровзрывных работ. В последнее время начинают все шире применяться технологические комплексы, позволяющие вести разработку крепких горных пород без предварительного применения буровзрывных работ, что обеспечивает улучшение экологической составляющей открытого способа разработки месторождений по добыче щебня.

Наряду со снижением экологической нагрузки на природный массив, снижение себестоимости добычи полезного ископаемого также является актуальным вопросом ведения горных работ. Все больший интерес у производителей щебня вызывают передвижные дробильно-сортировочные установки, которые позволяют сократить количество перегрузок и транспортировок сырья от забоя к стационарным дробильно-сортировочным заводам.

В связи с возросшим спросом на рынке кубовидного щебня появилась возможность повышения производительности карьеров нерудных строительных материалов [1]. Возможно несколько вариантов увеличения производительности карьеров, основными из которых являются наращивание производственных мощностей и изменение технологии ведения открытых горных работ.

Учитывая специфику современной рыночной экономики, когда ошибки в принятии решений об основных капиталовложениях могут привести к банкротству предприятия, потенциальным инвесторам необходимо иметь наличие научного обоснования и систематизации технологических схем ведения открытых горных работ на карьерах по добыче щебня с использованием мобильных дробильных комплексов и рекомендаций по их применению.

Технологические схемы добычи щебня открытым способом могут включать в себя использование мобильных дробильно-сортировочных установок только первой, или первой и второй, а также первой, второй и третьей стадий дробления, в состав которых могут входить грохота необходимые для сортировки продукции по фракциям.

Стандартные технологические схемы ведения горных работ подразумевают передвижение мобильных дробильно-сортировочных установок вслед за продвижением выемочного забоя таким образом, чтобы выемочно-погрузочное оборудование осуществляло загрузку зева без дополнительных перемещений.

Погрузка подготовленной горной массы обычно производится одноковшовым гидравлическим экскаватором, механической лопатой или фронтальным погрузчиком, непосредственно в приёмный бункер дробилки. Транспортирование раздробленной горной массы на склад или на стационарный или полустационарный дробильно-сортировочный завод осуществляется при помощи автосамосвалов. Данная схема может обеспечивать производительность предприятия более одного млн.т. в год.

Производительность горнодобывающих предприятий, использующих при добыче полезного ископаемого мобильные

дробильно-сортировочные агрегаты, напрямую зависит от их сменной производительности, которая в свою очередь зависит от количества передвижек комплекса. Сменная производительность мобильного дробильно-сортировочного агрегата

$$Q_{\text{см}} = Q_3 T_{\text{см}} \left(1 - \frac{t_{\text{пер.}} Q_3}{A_{\text{зах.}} h_y L_6 K_p} \right)$$

где Q_3 – эксплуатационная производительность мобильного дробильно-сортировочного агрегата, м³/час; $T_{\text{см}}$ – продолжительность рабочей смены, час; $t_{\text{пер.}}$ – время, затрачиваемое на одну перестановку комплекса; $A_{\text{зах.}}$ – ширина отрабатываемой заходки, м; h_y – высота отрабатываемого уступа, м; L_6 – длина экскаваторного блока, отрабатываемого за одну стоянку комплекса, м; K_p – коэффициент разрыхления горной массы при загрузке комплекса.

Для сокращения количества передвижек мобильного дробильно-сортировочного комплекса можно использовать в качестве добычного и погрузочного механизма мощный колёсный погрузчик, который будет осуществлять выемку горной массы из разрыхленного массива и складировать её в забой экскаватора.

Экскаватор в свою очередь будет осуществлять загрузку мобильного дробильно-сортировочного комплекса, а небольшой погрузчик производить загрузку транспортных сосудов горной породой, которая уже была отсортирована. Для того чтобы не допустить простоев мобильного дробильно-сортировочного комплекса и транспортных средств, забойный погрузчик должен обладать значительной производительностью, а если это невозможно, то в технологическую схему может добавляться еще один погрузчик.

Продвижение экскаватора и мобильного дробильно-сортировочного комплекса осуществляется по мере продвижения фронта горных работ, вдоль борта карьера с транспортными съездами.

При расположении комплекса экскаватор – мобильный дробильно-сортировочный агрегат вблизи въездной траншеи и ведение выемочно-транспортных работ мощным карьерным погрузчиком позволит сократить до минимума количество передвижек комплекса и сократить дальность транспортирования полезного ископаемого автосамосвалами (Рис.1).

В технологической схеме, при которой колёсный погрузчик доставляет в забой экскаватора раздробленную взрывом горную массу, тем самым, обеспечивая отработку блока и меньшее количество передвижек комплекса экскаватор – мобильный дробильно-сортировочный агрегат, длина добычного фронта ограничена

рациональной длиной транспортирования взорванной горной массы погрузчиком в забой экскаватора. В связи с этим, разработку рассматриваемых месторождений рационально вести системами открытой разработки с поперечной отработкой добычных уступов и односторонним параллельным перемещением фронта добычных работ.

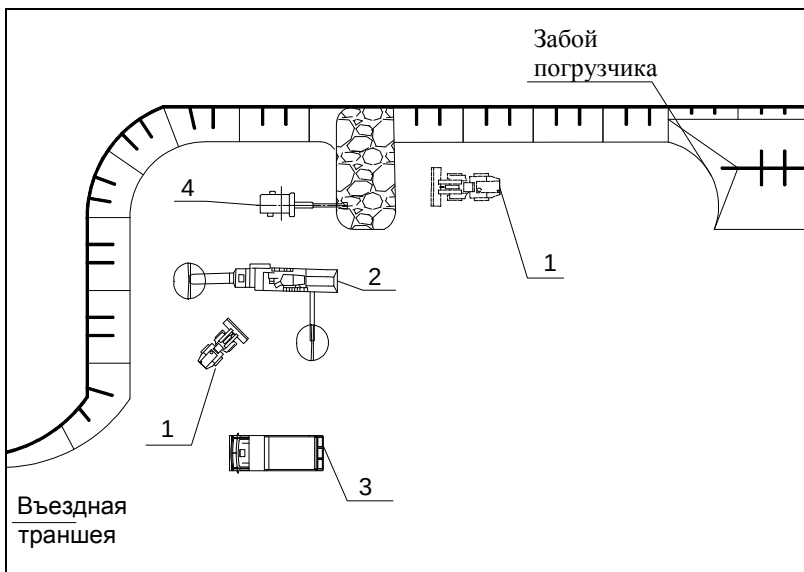


Рис. 1. Технологическая схема разработки скальных пород, с использованием комплекса экскаватор – мобильный дробильно-сортировочный агрегат:

1 - колёсный погрузчик; 2 - мобильный дробильно-сортировочный агрегат; 3 - автосамосвал; 4 - экскаватор.

Применение в качестве добычного и погрузочного оборудования колёсного погрузчика накладывает некоторые ограничения по высоте обрабатываемых уступов [2]. В случае превышения высоты развала взорванной горной массы рекомендуется использовать технологическую схему с понижением высоты развала при помощи бульдозера. Располагаясь на верхней площадке выемочной заходки, бульдозер расширяет ее путем сталкивания горной массы из верхней части уступа или развала в сторону выработанного пространства.

Уменьшение количества передвижек мобильной дробильно-сортировочной установки, также можно достигнуть благодаря

увеличению заходки экскаватора и увеличения высоты обрабатываемого уступа, для чего его разбивают по высоте на подступы и осуществляют выемку горных пород одновременно верхним и нижним черпанием. Увеличение ширины выемочной заходки возможно осуществить путем размещения мобильного дробильно-сортировочного агрегата в центре заходки, вокруг которого экскаватор или погрузчик осуществляет выемку горной породы из массива или развала с последующей загрузкой приемного устройства агрегата.

Исследования проводились в рамках реализации Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009-2013 гг».

Библиографический список

1. *Фомин С.И.* Определение производительности карьеров нерудных строительных материалов с учетом спроса на кубовидный щебень / С.И. Фомин, В.В. Иванов, А.А. Фауль // Дорожная держава. 2010. №26. С.58-60.
2. Единые правила безопасности при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом. ПБ 03-498-02, 2003, 132с.



УДК 622.834.1

ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОТКЛОНЕНИЙ ОСЕДАНИЙ И ДЕФОРМАЦИЙ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ПОДЗЕМНОЙ ПОДРАБОТКЕ

Антипенко А.В., Бугаёва Н.А.

Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, Украина

Установлена закономерность распределения разбросов оседаний и наклонов земной поверхности в пределах мульды сдвижений. Величина разбросов зависит от положения мульды, описывается колоколообразной зависимостью и максимальна в центре мульды.

В связи с интенсивной застройкой свободной земельной площади в последнее время актуальной проблемой является прогнозирование параметров сдвижения в пределах влияния подземной подработки.

Расчет ожидаемых оседаний и деформаций в большинстве случаев выполняется по нормативным методам [1], которые ориентированы на детерминированный характер процесса сдвижений. Для решения

стохастического характера этого процесса нормативный документ [1] рекомендует использовать коэффициент перегрузки. Однако при умножении ожидаемых оседаний и деформаций на коэффициент перегрузки в точках с нулевыми значениями расчетные значения остаются равными нулю. Другой неточностью является то, что при делении средней квадратической ошибки на величину деформации, равную нулю, возникают разрывы функции [2].

Таким образом, при подработке земной поверхности возникают фактические оседания, которые отличаются от полученных по стандартным методам расчета.

На рис. 1 показаны оседания земной поверхности на шахте им. Горького п/о «Донецкуголь» [3]. Авторами описываются результаты инструментальных измерений и расчетов мульды оседаний сформированной на земной поверхности при отработке угольного пласта h_{10} тремя лавами: зап. кор. лава, 3 зап. лава, 2 зап. лава.

Длина коренной западной лавы составляет 150 м, 3 западной лавы 320 м и 2 западной лавы 200 м. Глубина разработки коренной западной лавы составляла 750 м, 3 западной лавы 550 м, 2 западной лавы 490 м. Средний угол падения пласта составляет 5° . Мощность пласта 1,1-1,2 м. Расстояние между реперами 20 м.

На рис. 1 отображены измеренные и рассчитанные по нормативному методу оседания земной поверхности вдоль профильной линии. Линии 1 и 2 показывают суммарное влияние зап. кор. лавы и 2 зап. лавы; 3 и 4 – влияние 3 зап. лавы; 5 и 6 – суммарное влияние смежных лав пласта. Максимальное оседание для первой пары кривых составляет 0,357 м полученное с помощью нормативного метода, и 0,322 м измеренное оседание; для второй пары: 0,738 м и 0,718 м; для третьей пары: 0,942 м и 0,858 м соответственно.

На рис. 2 приведено отклонение оседаний земной поверхности между измеренными и рассчитанными данными. Определенной закономерности отклонений оседаний не наблюдается. Максимальные отклонения оседаний наблюдаются над центром лавы и составляют около ± 90 -100 мм. Абсолютный разброс отклонений оседаний составляет 140-150 мм. К краевым частям данные разбросы приближаются к 0. Для первой пары кривых максимальный разброс наблюдается в зоне репера №51 и составляет 0,065 м, что по отношению к расчетному максимальному оседанию составляет 18%; для второй пары максимальный разброс наблюдается в районе репера №38 и составляет 0,087 м, что в процентном соотношении 12%; для третьей пары максимальный разброс на уровне репера №47 и его значения составляют 0,098 м и 10%.

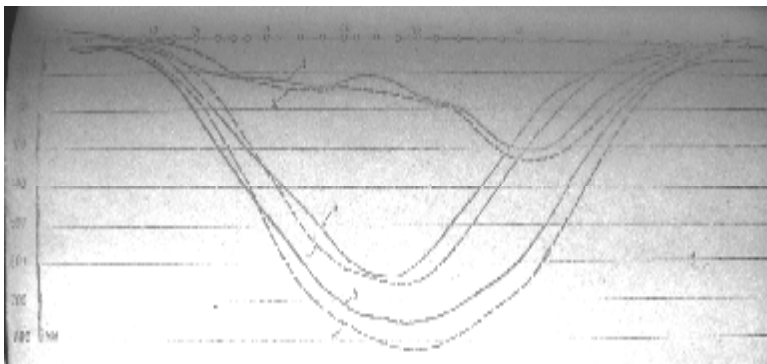


Рис. 1 -Измеренные и рассчитанные оседания на шахте им. Горького п/о «Донецкуголь» [3]

1,3,5 – аппроксимированные измеренные оседания;
2,4,6 – рассчитанные оседания от влияния смежных лавпласта h_{10}

На рис. 3 представлены наклоны земной поверхности в пределах влияния подработки лавой I пласта k_8 и лавой II пласта l_1 шахты «Куйбышевская» п/о «Донецкуголь» [4]. Условия подработки для пласта k_8 : длина лавы – 140 м, средний угол падения пласта равен 12° , мощность пласта составляет 0,7 м, марка угля Ж; для пласта l_1 : длина лавы – 66 м, средний угол падения пласта равен 12° , мощность пласта составляет 0,8 м, марка угля Ж.



Рис. 2 - Распределение отклонений оседаний земной поверхности между измеренными и рассчитанными данными

1 – отклонение оседаний в случае суммарного влияния зап. кор. лавы и 2 зап. лавы; 2 – в случае влияния 3 зап. лавы; 3 – суммарного влияния смежных лав

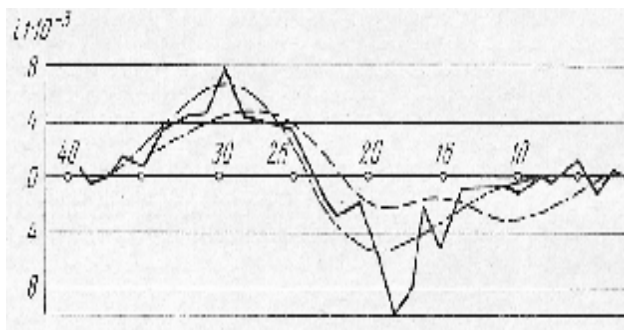


Рис.3 График измеренных и расчетных наклонов земной поверхности [4]

На рис. 3 отображены измеренные и расчетные наклоны земной поверхности, вычисленные по правилам 1972 г. и по предлагаемому авторами способу [4]. Как видно, максимальные наклоны наблюдаются около 30 и 18 реперов и составляют: для измеренного значения $7,7 \cdot 10^{-3}$ на репере 30 и $-9,7 \cdot 10^{-3}$ на репере 18; для значения, рассчитанного по предлагаемому методу $6,6 \cdot 10^{-3}$ на репере 30 и $-5,1 \cdot 10^{-3}$ на репере 18. В случае расчета наклонов по правилам 1972 г., максимальные наклоны будут наблюдаться около реперов 27 и 11, и будут составлять $4,7 \cdot 10^{-3}$ и $-3,1 \cdot 10^{-3}$ соответственно. При переходе от выработанного пространства к массиву горных пород амплитуда наклонов приближается к нулю.

На основании разностей между измеренными и рассчитанными наклонами был построен график разброса (рис.4).



Рис.4 Отклонения измеренных наклонов земной поверхности от рассчитанных

1 — по правилам 1972 г.; 2 — по предлагаемому авторами способу [4]

Как видим, определенной закономерности разброса наклонов не наблюдается. Однако к краевым частям разбросы приближаются к 0, а их максимальные значения находятся над выработанным пространством. Максимальный разброс значений равен $8 \cdot 10^{-3}$, а абсолютный разброс $11,4 \cdot 10^{-3}$, при сравнении фактического наклона с рассчитанным по правилам 1972 г. Максимальный разброс значений при сравнении фактического наклона с рассчитанным по методу предложенным авторами равен $4,7 \cdot 10^{-3}$, а абсолютный разброс $7,7 \cdot 10^{-3}$. Максимальная разница между значениями измеренных и рассчитанных по правилам 1972 г. наклонов в процентном отношении составляет 170%, а измеренных и рассчитанных по предложенному методу 71%.

Выводы

В результате обработки графиков оседаний и деформаций земной поверхности была установлена закономерность, которая заключается в том, что максимальный разброс наблюдается над центром лавы, а на краевых частях он уменьшается. Образуется область разброса параметров сдвижения земной поверхности.

На основании установленной закономерности предлагается усовершенствованная методика определения расчетных оседаний путем введения поправки в ожидаемые величины сдвижений в виде двустороннего разброса. Такой подход позволяет установить не только средние предполагаемые, но и максимально возможные смещения земной поверхности.

Библиографический список

1. Правила підробки будівель, споруд і природних об'єктів при видобуванні вугілля підземним способом: ГСТУ 101.00159226.001 – 2003. – Введ. 01.01.2004. – К., 2004. – 128 с.
2. Бугаёва Н.А., Грищенко Н.Н., Назимко И.В., Прокопенко А.И., Сотников Д.Н., Яковенко С.М., Нечипорук А.В., Назимко В.В. Установление особенностей распределения отклонений оседаний земной поверхности при выполнении натурных измерений // Проблемы гірського тиску. – 2010. №18. – С. 38-56.
3. Разработать и внедрить методы расчета деформаций и сдвижений горных пород при разработке угольных пластов на больших глубинах и при нарушенном залегании с целью обеспечения охраны подрабатываемых сооружений и водных объектов и уменьшения потерь в недрах: Промежуточный отчет по головной теме 0205, этапу 0205020202 / Украинский филиал Всесоюзного научно-исследовательского института горной геомеханики и маркшейдерского дела (ВНИИГ); Руководитель М.А. Иофис. – 1977.
4. Сдвижение горных пород и земной поверхности при подземных разработках / Под общ. редакцией д-ра техн. наук, проф. В.А. Букринского и канд. техн. наук Г.В. Орлова. – М.: Недра, 1984. – 247 с.



УДК 622.271.3

ЗАВИСИМОСТЬ ПАРАМЕТРОВ КАРЬЕРА ОТ ВЫСОТЫ УСТУПА ПРИ ОТРАБОТКЕ КРУТОПАДАЮЩИХ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

М.Д. Абдуллаев

*Санкт-Петербургский государственный горный университет,
г.Санкт-Петербург, Россия*

Высота уступа является одним из основных параметров системы разработки, существенно влияющих на интенсивность отработки месторождения; календарный план вскрышных работ; требуемое качество выдаваемого, из карьера полезного ископаемого; параметры буровзрывных работ; условия работы экскаваторов и условия транспортирования пород. Высота уступа определяет такие главные параметры и показатели карьера, как длина его дна, углы откосов рабочих и нерабочих бортов карьера, объем горной массы (объем карьера), вскрышных пород и угля в его границах, средний коэффициент вскрыши и ряд других параметров. Так, с ростом высоты уступов практически в пропорциональной зависимости увеличивается длина дна карьера, определяемая из условия размещения на нижнем горизонте не менее двух съездов и площадки для маневров автосамосвалов

$$L_{д} = \frac{2 \cdot (1000H_{у})}{i_{р}} + 100, \quad (1)$$

где $L_{д}$ - длина дна карьера, м; $i_{р}$ - руководящий уклон трассы, $H_{у}$ - высота уступа, м.

С увеличением высоты уступов и соответственно длины дна карьера возрастают его главные параметры, что ведет к дополнительным затратам. Разнонаправленное влияние высоты уступа на главные параметры карьера отражается на характере изменения объемов горной массы, вскрышных пород и вовлекаемых в разработку запасов руды. По мере относительного увеличения высоты уступа объем разрабатываемой горной массы нелинейно сокращается. Наиболее интенсивное изменение отмечается при высоте уступа менее 8-12 м, когда каждому метру приращения этого параметра соответствует увеличение объема карьера первой очереди в среднем на 3 млн.м³. При высоте уступа более 12 м интенсивность изменения этого параметра уменьшается практически в 3 раза. Это объясняется прежде всего снижением интенсивности сокращения объема карьера при увеличении результирующих углов бортов карьера: рабочего - с 15° до 21°; нерабочих бор-

тов: с 20° до 28° - борта с транспортными бермами; с 47° до 51° - борта с бермами безопасности; с 32° до 43° - торцевого борта с площадками для разгрузки автосамосвалов

Уменьшение объемов горно-капитальных работ и среднего коэффициента вскрыши в границах карьера первой очереди, уменьшение землеёмкости открытой разработки и экологической нагрузки на окружающую среду, минимизация капитальных затрат и сроков освоения производственной мощности угледобывающего предприятия представляются возможными за счет управления высотой отрабатываемого уступа H_v .

Между высотой уступа и параметрами буровзрывных работ существует тесная взаимосвязь. С увеличением высоты уступа (при изменении вертикальных скважин и угла откоса уступа меньше 90°) увеличивается сопротивление по подошве.

Метод наклонных скважин, параллельных откосу рабочего уступа, позволяет резко увеличить высоту уступа без изменения диаметра скважин. От параметров буровзрывных работ и высоты уступа зависят размеры развала породы после взрыва и выход негабаритных кусков. Эти показатели значительно влияют на эффективность работы экскаваторов.

В некоторых случаях при трещиноватых породах бурить глубокие скважины затруднительно из-за застревания бурового инструмента в скважине. В этом случае нужно принимать небольшую высоту уступов. Исследования показали, что с увеличением высоты уступа себестоимость 1 м^3 взорванной горной массы снижается.

С увеличением высоты уступов себестоимость экскавации снижается до $h = 15 \text{ м}$, затем стабилизируется, а начиная с 20 м — повышается. Применительно к одному типу экскаваторов с увеличением высоты уступа себестоимость экскавации снижается.

С точки зрения наилучшей организации транспорта в карьере целесообразнее принимать уступы большей высоты. При этом сокращается число горизонтов в карьере и уменьшается объем путевых работ. Только в случае коротких карьеров высота уступа ограничивается возможной длиной наклонных съездов. Для всех рассмотренных карьеров с увеличением высоты уступов себестоимость транспортирования снижается. В настоящее время на большинстве карьеров приняты уступы высотой $12\div 15 \text{ м}$ для экскаваторов с ковшами емкостью $5\div 10 \text{ м}^3$.

В последнее время на ряде крупных карьеров высота уступов принята 17 м для экскаваторов с ковшами емкостью 10 м^3 и более. Особое внимание стоит обратить на то, что в нынешних условиях на глубоких карьерах высота уступа ниже максимально возможной высо-

ты черпания экскаватора, что, возможно, сказывается на производительности карьера и прочих параметрах.

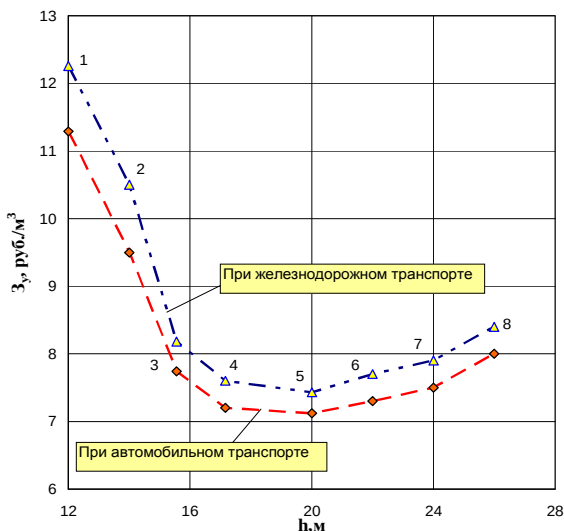


Рис.1. График зависимости удельных затрат на экскавацию от высоты уступа для различных типоразмеров экскаваторов:

1 - емкость ковши $E = 2 \text{ м}^3$; 2 - $E = 2,5 \text{ м}^3$; 3 - $E = 5 \text{ м}^3$; 4 - $E = 8 \text{ м}^3$; 5 - $E = 10 \text{ м}^3$; 6 - $E = 12 \text{ м}^3$; 7 - $E = 14 \text{ м}^3$; 8 - $E = 20 \text{ м}^3$;

При высокой ценности полезных ископаемых необходимо уделять пристальное внимание величине потерь и разубоживания, которые снижаются с уменьшением высоты уступа. Однако снижение высоты уступа ведет к выполаживанию откоса рабочего борта и, следовательно, к увеличению текущего коэффициента вскрыши.

Таким образом, рациональная высота уступа может быть найдена только при совместном рассмотрении потерь, разубоживания и текущего коэффициента вскрыши. Угол падения рудного тела существенно влияет на параметры карьера, в том числе на высоту уступов.

Наиболее распространено явление, когда не прослеживается четкой закономерности в изменении угла падения рудных тел по глубине – как со стороны висячего, так и со стороны лежащего боков. В связи с этим в общем случае целесообразно пользоваться средневзвешенным значением угла падения рудного тела для всего месторождения или его части.

Потери и разубоживание полезного ископаемого ведут к снижению величины выпуска товарной продукции и объемов добытой и переработанной руды, что, в свою очередь, вызывает увеличение текущего коэффициента вскрыши и удельного веса амортизационных отчислений. В конечном счете, эти явления способствуют увеличению себестоимости добычи и переработки полезного ископаемого, а также снижают величину прибыли.

- убытки, связанные с потерями и разубоживанием, возрастают прямо пропорционально увеличению высоты уступов;
- способ подготовки горизонта оказывает существенное влияние на величину потерь и разубоживания и связанных с ними убытков;
- как для отдельного горизонта, так и по карьере в целом с увеличением высоты уступов величина потерь и разубоживания увеличивается.

С увеличением высоты уступов при отработке крутопадающих месторождений текущий коэффициент вскрыши уменьшается, и отработка месторождения становится более экономичной. В тоже время, с увеличением высоты рудных уступов увеличиваются убытки из-за увеличения потерь и разубоживания. Необходимо учитывать два этих противоречивых фактора в рудной зоне. При разработке железорудных месторождений допускается разубоживание руды в пределах 10 %. Поэтому не во всех случаях потери и разубоживание принесут ощутимые экономические потери в сравнении с другими показателями.

С точки зрения наилучшей организации транспорта в карьере целесообразнее принимать уступы большей высоты. При этом сокращается число горизонтов в карьере и уменьшается объем путевых работ. Только в случае коротких карьеров высота уступа ограничивается возможной длиной наклонных съездов. Для всех рассмотренных карьеров с увеличением высоты уступов себестоимость транспортирования снижается.

При введении в разработку высоких уступов:

- Сокращается количество рабочих площадок, транспортных берм и бERM безопасности при формировании при этом более крутых откосов рабочих и нерабочих бортов карьера.
- С уменьшением высоты уступов увеличивается коэффициент вскрыши при разработке карьеров в первый период.
- Затраты на выемку и удаление пустых пород обратно пропорциональны высоте рудных уступов;
- С увеличением высоты уступа себестоимость 1 м³ взорванной горной массы снижается.

- С увеличением высоты уступов себестоимость экскавации снижается до 15 м, затем стабилизируется, а начиная с 20 м — повышается. Применительно к одному типу экскаваторов с увеличением высоты уступа себестоимость экскавации снижается.

Библиографический список

1. Арсентьев А.И., Холодняков Г.А. Проектирование горных работ при открытой разработке месторождений. - М.: Недра, 1994.-336 с.
2. Ракшиев Б.Р. Влияние высоты и числа уступов на параметры рабочей зоны. М.: Горный информационно-аналитический бюллетень. Изд-во МГТУ, 2007, № 2, с. 259 - 265.



УДК 691.32:620.193.4

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОБЛЕМЫ ВОДОПРИТОКА В ГОРНЫЕ ВЫРАБОТКИ НА УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ

Виноградов Ю.А.

Национальный горный университет, г. Днепрпетровск, Украина

В статье рассмотрены процессы притока воды в горные выработки и ее откачки. Проведено моделирование диффузии воды в бетоне водоотводящих труб методом конечных элементов с учетом участия растворенных в воде агрессивных примесей в химических реакциях.

Решение проблемы водопритока в горные выработки имеет большое значение для эффективного и безопасного функционирования угольных шахт. Слишком высокая водообильность вызывает коррозию металлической крепи и бетонных элементов, разбухание вмещающих пород, нарушает устойчивость выработки, затрудняет передвижение людей и шахтного транспорта, транспортировку угля и породы, препятствует ведению различных работ. Рассмотрим детально процесс фильтрации воды в выработки и ее откачку.

Грунтовые воды образуются в результате инфильтрации атмосферных осадков и поверхностных вод. Они заключены в рыхлых и слабосцементированных породах (вода пластового типа) или заполняет трещины в магматических, метаморфических или осадочных сцементированных пород (вода трещинного типа), залегает в четвертичных отложениях (поровые воды). Область питания грунтовых вод обычно совпадает с областью распространения водоносного горизонта. Наиболее существенное влияние на режим грунтовых вод оказывают

метеорологические, гидравлические условия, хозяйственная деятельность человека (строительство гидротехнических сооружений, откачка воды из недр, добыча полезных ископаемых, промышленные стоки).

Главная характерная особенность грунтовых вод, отличающая их от более глубоких артезианских, – отсутствие напора.

Грунтовые воды оказывают разрушающее влияние на бетон и другие строительные материалы вследствие своей агрессивности – наличия в ней растворенных химически агрессивных веществ. Агрессивность бывает нескольких видов.

1) Общекислотная. Водородный показатель воды меньше 6. Повышается растворимость карбоната кальция. В зависимости от марки цемента и значений pH агрессивность воды различна: при $\text{pH} < 4$ наибольшая, при $\text{pH} = 6,5$ – наименьшая.

2) Выщелачивающая. Вода содержит более 0,4–1,5 мг.экв. гидрокарбоната. Проявляется в растворении карбоната кальция и выносе из бетона гидроксида кальция. Степень агрессивности воды определяется растворимостью карбоната кальция. Вынос гидроксида кальция увеличивается в присутствии хлорида магния, который вступает в обменную реакцию с гидроксидом кальция, образуя хорошо растворимый хлорид кальция.

3) Магнезиальная. Вода содержит более 750 мг/л Mg двухвалентного. Предел допустимой концентрации ионов магния зависит от марки цемента, условий, конструкции сооружения, содержания сульфатных ионов и изменяется в широких пределах: от 1,0 до 2,5 %.

4) Сульфатная. Вода содержит свыше 250 мг/л сульфатных ионов. Присутствующие в воде в больших концентрациях сульфатные ионы, проникая в бетон, при кристаллизации образуют кристаллогидрат сульфата кальция, являющийся причиной вспучивания и разрушения бетона.

5) Углекислотная. Вода содержит свыше 3–4 мг/л углекислоты. Растворение карбоната кальция под воздействием растворённого диоксида углерода с образованием легкорастворимого гидрокарбоната кальция провоцирует процесс разрушения бетона.

При ведении горных работ в подземные выработки поступают воды из подрабатываемых или надрабатываемых водоносных горизонтов и поверхностных водотоков. Их количество зависит от гидрогеологических условий, времени года и колеблется в широких пределах. Объем воды, поступающей во все выработки шахты в единицу времени, называется притоком, или абсолютной водообильностью шахты.

Шахтные воды в зависимости от растворенных в них веществ бывают жесткими, кислыми и пресными. Жесткость шахтной воды оп-

ределяется содержанием в ней извести. Очень жесткая вода содержит в 1 л свыше 30 мг извести. Кислые воды содержат свободную серную кислоту. Они разрушающе действуют на рельсы, трубы, насосы и другое горношахтное оборудование. Вредное воздействие кислых шахтных вод начинает проявляться при содержании в них свободной серной кислоты свыше 10 мг на 1 л воды. Такими водами можно обжечь глаза. Поэтому следует знать, какая вода в подземных выработках, и соблюдать особую осторожность.

Воду из горных выработок удаляют как самотеком, так и по трубопроводам с помощью насосов. Чаще всего воду отводят по специальным канавкам, устраиваемым в выработках, самотеком. Для обеспечения самотечного движения воды горизонтальным выработкам придают уклон в сторону ствола. По водоотводным канавкам вода стекает в водосборники – специальные выработки, камеры, расположенные у ствола.

Из водосборников воду откачивают на поверхность с помощью водоотливных установок, которые состоят из нескольких насосов, трубопроводов, электропривода и аппаратуры автоматизации. Главные водоотливные установки на шахтах с притоком воды более 50 м³/ч оборудуются не менее чем тремя насосными агрегатами.

На поверхности шахтная вода по специальным водосбросам поступает в пруды-отстойники. Шахтные туннельные водосбросы состоят из подходного участка, воронки, переходного участка, шахты, колена, отводящего туннеля и концевой части. Благоприятные гидравлические условия работы шахты обеспечиваются при такой конструкции подходного участка и входной части водосброса, в которой поток в шахту поступает без закручивания в плане, уменьшающего пропускную способность сооружения. Входная часть такого водосброса имеет специальные противоводоворотные устройства в виде быков и стенок.

Шахтные водосбросы чаще всего представляют собой две заглубленные трубы круглого сечения, которые рассчитаны на длительный срок эксплуатации, рис. 1.

Для обеспечения длительной эксплуатации гидротехнических сооружений важное значение имеет состояние железобетонных конструкций, ухудшение которого может привести к аварийным последствиям. За время срока службы бетон подвергается воздействию агрессивных шахтных вод, его первоначальные свойства постепенно ухудшаются, происходит растрескивание и расслоение бетона.

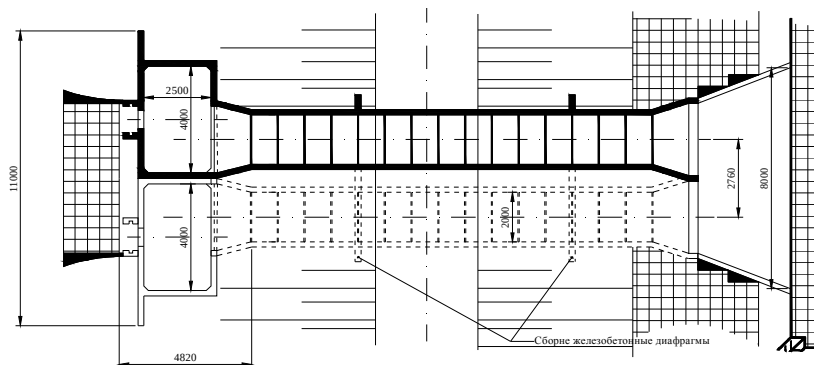
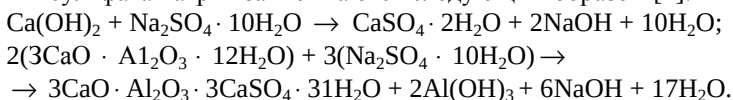


Рис. 1. Схема шахтного водосброса, вид сверху

Рассмотрим, к примеру, действие на бетон сульфатов. Некоторые глины содержат щелочи, сульфаты магния и кальция, а грунтовые воды в таких глинах являются растворами сульфатов. Сульфаты, находясь в растворе, вступают в реакцию с гидратом окиси кальция и гидроалюминатом кальция цементного камня. Продуктами реакции являются гипс $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ и сульфоалюминат кальция $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{CaSO}_4 \cdot 31\text{H}_2\text{O}$. Они имеют значительно больший объем, чем исходные компоненты, поэтому взаимодействие с сульфатами вызывает расширение и разрушение бетона. Реакции $\text{Ca}(\text{OH})_2$, гидроалюмината кальция и сульфата натрия записываются следующим образом [1]:



Эти реакции проходят с удалением кристаллизационной воды из исходных кристаллогидратов. То есть при концентрации Na_2SO_4 , например, 1% в результате химической реакции с $\text{Ca}(\text{OH})_2$ выделится дополнительно 1,27 % воды.

Изменение влажности во времени для плоского случая описывается уравнением:

$$\frac{\partial w}{\partial t} = D \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right)$$

где w – влажность бетона, количество воды в поровом пространстве, %; D – коэффициент диффузии.

Принимая во внимание возможность химического взаимодействия транспортируемого по водоотливу раствора и компонент железобетонной оболочки [2, 3], можно записать:

$$\frac{\partial w}{\partial t} = D \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right) + g(t); \quad (1)$$

где $g(w)$ – функция поглощения (выделения) влаги в результате химического взаимодействия.

Граничное условие для поставленной задачи:

$$w|_{\Omega_1} = 100 \%; \quad (2)$$

где Ω_1 – область, занимаемая водой.

Начальные условия:

$$w|_{\Omega_2} = 0; \quad w|_{\Omega_3} = 0; \quad (3)$$

где Ω_2 – бетонная оболочка конструкции, Ω_3 – грунт, вмещающий оболочку.

Уравнение (1) с граничными и начальными условиями (2), (3) решается методом конечных элементов. Для расчетов примем, что диаметр железобетонных труб – 2000 мм, толщина бетона – 200 мм, уровень воды – 500 мм.

В результате расчета получим распределение значений и направлений скорости диффузионного потока, влажности в бетонной оболочке, рис. 2, и расходов жидкости в каждой точке исследуемой области в различные моменты времени эксплуатации гидротехнического объекта.

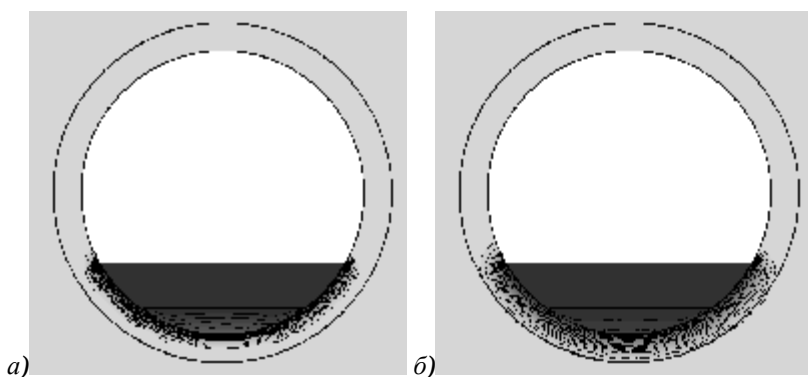


Рис. 2. Влажность бетонной оболочки при а) $t = 10$ лет; б) $t = 30$ лет

Относительная недолговечность железобетонных сооружений ВПС обусловлена воздействием агрессивных веществ, растворенных в воде, и коррозией металлической арматуры при диффузии влаги в бетоне. Эти процессы происходят с увеличением объема компонент железобетона, что вызывает его растрескивание и расслоение. Основные повреждения бетона приходится на часть оболочки, непосредственно контактирующую с жидкостью.

Библиографический список:

1. Невилль А. М. Свойства бетона. М.: Стройиздат, 1972.
2. Пунагина Ю.В. Диффузионный и капиллярный массоперенос в формируемом подводном массиве. // Сучасні будівельні матеріали, 2010. – № 1. – С. 137-141.
3. Овчинников И.Г., Дядькин Н.С. Расчёт элементов конструкций с наведённой неоднородностью при различных схемах воздействия хлоридсодержащих сред. Саратов: Саратов. гос. техн. ун-т, 2003.



УДК 622.271.3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ЕМКОСТИ БУФЕРНО-УСРЕДНИТЕЛЬНЫХ СКЛАДОВ С УЧЕТОМ ДОСТАВКИ-ОТГРУЗКИ РУДЫ

Шевелев В.А.,

*Санкт-Петербургского государственного горного университета,
г. Санкт-Петербург, Россия*

Буферно-усреднительные склады в карьере являются сложной системой, эффективность функционирования которой зависит от многих факторов. При определении емкости склада необходимо учитывать, прежде всего, требования, предъявляемые обогащательными фабриками или другими потребителями к равномерности поступления руды в определенных количествах и необходимого качества. В предлагаемой статье на основе анализа данных по доставке руды на склады и отгрузки с них были выявлены зависимости, позволяющие определить оптимальную емкость буферно-усреднительного склада для конкретных условий карьера.

На емкость буферно-усреднительного склада влияют следующие основные факторы:

- Наличие достаточных площадок для размещения склада необходимой емкости;
- Физико-механические свойства руд, поступающих на склад;

- Число сортов руд, поступающих на склад и их количественное соотношение;
- Требования по качеству, предъявляемые к отгружаемым со склада рудам;
- Оборудование склада;
- Организаторские факторы (периодичность и интенсивность разгрузки на складе автосамосвалов, подачи и погрузки железнодорожных составов и т.д.);
- Общий объем перегрузочных работ.

Высокая производительность многих крупных карьеров обуславливает интенсивность движения автосамосвалов, необходимость одно-временного заезда на буферно-усреднительный склад и разгрузки нескольких машин. Это требует выделения значительной площади для размещения склада, особенно учитывая наличие на складе, помимо приемочных участков для разгрузки, нескольких участков, которые находятся в подготовке и резерве. В ряде случаев возможность расширения площади складов сильно ограничивается стесненностью карьерных условий. Создание площадок под склад иногда требует дополнительного разноработы и временной консервации отдельных выше и ниже расположенных добычных зон на период функционирования склада.

Наибольшее значение имеют общий потребный объем складирования и отгрузки со склада, а также неравномерность добычных работ, влияющая на объемы поступающих на склад руд.

Анализ динамики добычи и отгрузки неокисленных кварцитов на «Центральном» карьере Михайловского горно-обогатительного комбината свидетельствует о том, что в некоторые из смен наблюдаются колебания между поступлением Q и отгрузкой Q' неокисленных кварцитов на внутрикарьерных буферно-усреднительных складах. Такие колебания заранее не удастся точно определить. Поэтому математическое описание грузопотоков поступления и отгрузки руды может быть проведено с помощью дифференциальных функций распределений $f(Q)$ и $f'(Q')$.

Функции распределений $f'(Q')$ и $f(Q)$ позволяют исследовать характер колебаний между отгрузкой и поступлением руды различных сортов на склад и получать вероятностное описание этих колебаний.

При известном характере изменения колебаний ΔQ с течением времени функция распределения $f(\Delta Q)$ позволяет получить закон распределения накопленных колебаний между отгрузкой и поступлением руды на склад $f(\Delta)$.

Накопленные колебания между отгрузкой и поступлением руды Δ служат основой для определения запаса, который необходимо иметь на складе, чтобы обеспечить равномерную отгрузку руды на дробильно-обогащительные фабрики при различных нарушениях в работе забойных экскаваторов и автомобильного транспорта.

Для конкретных условий карьеров необходимо найти такую величину запасов руды, при которой затраты на их создание и содержание и возможные убытки от потерь отгрузки руды были бы минимальными.

При определении затрат, непосредственно связанных с емкостью склада, необходимо учитывать следующие расходы:

$$C = C_c + C_y, \text{ руб.} \quad (1)$$

где C_c – расходы, связанные с созданием и содержанием склада, руб.; C_y – убытки, обусловленные потерями при отгрузке руды при $V \leq \Delta_{\max}$.

Общая часть расходов при таком характере изменения составляющих C_c и C_y должна иметь минимум, которому соответствует оптимальное значение емкости склада V_0 .

При известных значениях C_c и C_y уравнение (1) примет следующий вид:

$$C = c_3 \cdot V + w \cdot N \cdot \int_V^{\Delta_{\max}} (\Delta - V) f(\Delta) d\Delta, \text{ руб.} \quad (2)$$

где c_3 – расходы на создание и содержание единицы емкости склада, руб/т; w – возможные потери от недовыдачи со склада 1 тонны руды, руб/т; N – рассматриваемый период времени, за время которого получена функция $f(\Delta)$, сут.

После дифференцирования получаем уравнение:

$$c_3 - w \cdot N \cdot \int_V^{\Delta_{\max}} f(\Delta) d\Delta = 0 \quad (3)$$

Данное уравнение при известной функции $f(\Delta)$ позволяет определить оптимальную емкость склада.

Функция распределения $f(\Delta)$ и стоимостные показатели c_3 и w имеют определенные значения только для конкретных буферно-усреднительных складов.

В результате статистической обработки данных о сменных объемах отгрузки и поступления неокисленных кварцитов на буферно-усреднительный склад Михайловского горно-обогатительного комбината было выявлено, что функция распределения $f(\Delta)$ может быть аппроксимирована функцией распределения

$$f(\Delta) = 57 \cdot (\Delta + 0.97) \cdot \exp\left(-\frac{V+0.97}{0.91}\right) \quad (4)$$

Уравнение (3) при известных значениях c_3 и w и функции распределения (4) примет следующий вид:

$$\frac{11.2}{0.91 \cdot V^2 + 2.54 \cdot V + 2.31} = \exp\left(-\frac{V+0.97}{0.91}\right) \quad (5)$$

Для графического выражения уравнения (5) строятся графики вспомогательных функций (рис.1.):

$$F_1(V) = \exp\left(-\frac{V+0.97}{0.91}\right) \quad (6)$$

$$F_2(V) = \frac{11.2}{0.91 \cdot V^2 + 2.54 \cdot V + 2.31} \quad (7)$$

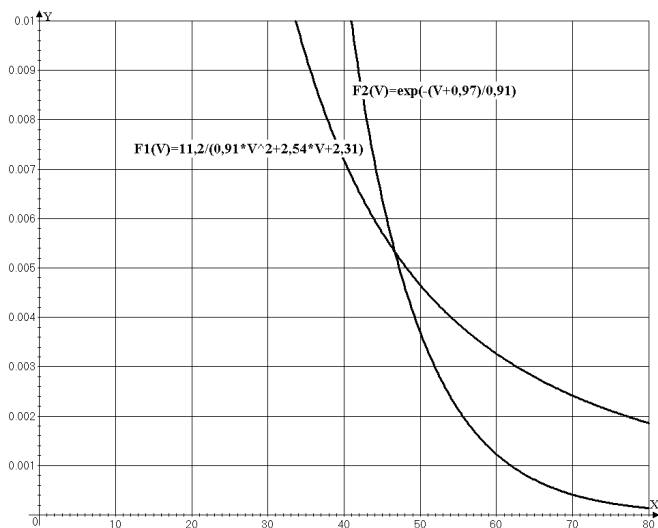


Рис.1. Графическое решение уравнения (5) с помощью вспомогательных функций $F_1(V)$ и $F_2(V)$

Точка пересечения графического отображения функций (6) и (7) дает значение оптимальной емкости буферно-усреднительного склада, которая позволит свести до минимума влияние неравномерности работы забойных экскаваторов и автомобилей и обеспечит условия для равномерной отгрузки руды потребителю.

Библиографический список

1. Арсеньев С.Я. Внутрикарьерное усреднение железных руд/ С.Я. Арсеньев, А.Д. Прудовский.- М.: Недра, 1980.- 248 с.
2. Васильев М.В. Внутрикарьерное складирование и перегрузка руд/ М.В. Васильев.- М.: Недра, 1968.- 182 с.



УДК 622.014.2

ПОТЕРИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ И МЕРОПРИЯТИЯ ПО ИХ СОКРАЩЕНИЮ

Иконников Д.А., Кава П.Б.

*Санкт-Петербургский государственный горный университет,
г. Санкт-Петербургский, Россия*

Приведены основные виды потерь полезных ископаемых и методы их учёта. Перечислены мероприятия для снижения потерь полезных ископаемых.

Повышение качества продукции и снижение потерь в процессе производства является одной из важнейших задач современного горного предприятия.

Рудные разновидности имеют сложные элементы залегания и крайне изменчивую качественную характеристику, что требует решений на этапе проектирования по выбору оптимальных параметров рабочего уступа, оборудования, организации селективной разработки и усреднения руды.

Эффективность контроля соблюдения установленного нормативами количества и качества извлекаемых запасов зависит как от достоверности данных, так и от применяемой методики учета. Показателями, контролирующими количественную сторону процесса добычи полезного ископаемого, являются абсолютная и относительная величина потерь балансовых запасов, а также абсолютная и относительная величина количества засоряющих пород в добываемой рудной массе.

Потери полезных ископаемых бывают двух типов: количественные и качественные. В результате количественных потерь руды происходит уменьшение объёма поставляемых на обоганительную фабрику полезных ископаемых. Качественные потери влияют на процесс обогащения рудной массы на обоганительной фабрике.

При проектировании открытой разработки месторождений выделяют следующие места образования потерь полезных ископаемых: в погашенных уступах (бортах) карьера; в недоработанных участках; в почве и кровле залежи; при раздельной (селективной) выемке; в процессе буровзрывных работ; во внутренних отвалах вследствие «прихвата» полезного ископаемого экскаватором во время переексплуатации; при погрузке в транспортные средства; в процессе транспортирования; при хранении на временных складах; на перегрузочных пунктах; при оползнях бортов и уступов. Для каждого отдельного месторождения данный перечень может быть сокращён или, наоборот, увеличен. [2]

В практике используются три метода учета потерь полезных ископаемых: косвенный, прямой и комбинированный.

Метод косвенного определения потерь основан на сопоставлении балансовых запасов полезного ископаемого в недрах с фактически извлекаемыми запасами в процессе разработки месторождения.

Косвенный метод не позволяет точно установить источник, место возникновения и величину каждого вида потерь и не обеспечивает достаточной точности их определения.

Прямой (непосредственный) метод учета потерь является основным, так как позволяет вести эффективную борьбу с каждым видом потерь и наиболее обоснованно устанавливать плановые потери.

Комбинированный способ определения потерь полезных ископаемых сочетает в себе косвенный и прямой методы.

Меры по снижению потерь должны осуществляться при проектировании, эксплуатации и погашении карьера.

На первой стадии необходимы наиболее полное изучение месторождения и выбор рациональных систем разработки и структуры комплексной механизации, способствующих исключению разного рода целиков, предотвращению оползней, прорывов воды, пожаров и других непредвиденных причин потерь. Детальная разведанность месторождения позволяет правильно планировать размещение зданий, сооружений и транспортных коммуникаций на поверхности и уменьшать потери полезных ископаемых в целиках. В период эксплуатации карьера непрерывное снижение потерь должно достигаться путем применения новейших технических достижений в области открытой разработки месторождений и более совершенной организации работ.

Доработку месторождения ведут на основе дополнительной разведки с использованием специальных средств и методов выемки, с тем, чтобы в погашенных бортах, дне карьера, охранных и барьерных целиках оставался минимум полезного ископаемого.

Мероприятия на стадии проектирования должны быть направлены на получение максимального экономического эффекта с учетом фактора времени, на обеспечение полноты выемки запасов месторождения.

Во избежание необоснованных потерь балансовых запасов, необходимо пересматривать границы карьера, а также рассматривать возможность повторной разработки руд, оставшихся по тем или иным причинам за карьерным полем.

Мероприятия по снижению потерь и погашению горных работ должны быть направлены на предотвращение оползневых явлений или других разрушительных деформаций бортов, а также создание условий для разработки рудного тела до проектных контуров. Нарушение этих правил приводит к большим потерям балансовых запасов.

Особое внимание необходимо уделять следующим мерам:

- предотвращение оползней и обвалов откосов рабочих и нерабочих уступов;
- своевременное осушение карьерного поля;
- раздельная разработка сложноструктурных пластов и залежей с применением соответствующей выемочной техники и технологии;
- зачистка кровли залежи с использованием бульдозеров, скреперов и драглайнов;
- соответствие рабочих размеров выемочно-погрузочного оборудования параметрам забоя (высоте уступа, ширине заходки) и средствам транспорта;
- высокая квалификация обслуживающего горные и транспортные машины персонала.

Потери полезного ископаемого ведут к снижению величины выпуска товарной продукции и объемов добытой и переработанной руды, что, в свою очередь, вызывает увеличение текущего коэффициента вскрыши и удельного веса амортизационных отчислений. В конечном счете, эти явления способствуют увеличению себестоимости добычи и переработки полезного ископаемого, а также снижают величину прибыли.

Успех решения проблемы качества продукции и роста технико-экономических показателей деятельности горно-обогачительных пред-

приятий зависит, от достижения стабильности химического состава исходного материала - руды.

В проекте необходимо предусматривать специальные технологии для отработки приконтактных зон и создания специальных складов для малоценных комплексных руд, с целью их дальнейшего использования. Необходимо также включать в проект создание усреднительных складов, для выравнивания содержания полезного компонента в руде, которая поступает на фабрику.

Система мероприятий по усреднению включает в себя следующие элементы [1]:

- определение качественных признаков, по которым необходимо усреднять руду в процессе ее добычи и переработки;

- определение оптимальной степени усреднения по различным качественным признакам на всех этапах добычи и переработки;

- совершенствование методов получения информации о содержании усредняемых компонентов в руде (соотношении объемов усредняемых типов руд) на различных этапах добычи и переработки;

- разработку методов перспективного и оперативного планирования добычных работ для повышения однородности качественного состава руды;

- разработку методов оперативного управления горнотранспортным комплексом и оперативной корректировки сменно-суточных планов ведения добычных работ в случаях нарушения запланированного режима подачи на фабрики усредненной руды;

- разработку рекомендаций по использованию аккумулирующих и подшихтовочных складов сырой руды для улучшения показателей усреднения.

Технологические показатели обогащения повышаются, если на обогатительную фабрику в течение длительного периода поступает однородная по составу руда, которая позволяет применять и строго выдерживать подобранный для нее оптимальный технологический режим. Кроме того, это приводит к увеличению производительности секций обогащения, увеличению выхода концентрата и извлечения полезного компонента в концентрат, снижению потерь в хвостах, уменьшению расхода реагентов, повышению качества концентрата (увеличению содержания полезного компонента в концентрате и повышению его однородности) и т. д.

Выполнение требований, предъявляемых рынком к однородности качественного состава руды, предполагает, в свою очередь, выполнение комплекса мероприятий по управлению качеством руды на всех этапах ее добычи и переработки. Многолетняя практика показывает,

что основные затраты на достижение заданного уровня стабильности качества сырья приходится на подготовительные операции (дробление, транспортировка, складирование), а основной технологический эффект и снижение материальных затрат образуется в процессе обогащенного и металлургического передела этого сырья. В рыночных условиях горнодобывающее предприятие может получить дополнительную прибыль за счет повышения качества своей продукции и соответственного увеличения цены.

Библиографический список

1. Арсеньев С.Я. Внутрикарьерное усреднение железных руд / С.Я. Арсеньев, А.Д. Прудовский. - М.: Недра, - 1980.
2. Совершенствование горных работ на карьерах Алмалыкского ГМК / СРЕДАЗНИПРОЦВЕТМЕТ. - М.: «Недра», - 1974.



УДК 622.17

КОМПЛЕКСНОЕ ОСВОЕНИЕ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ ХВОСТОХРАНИЛИЩ

Холодняков Г.А., Аргимбаев К.Р.,

*Санкт-Петербургский государственный горный университет,
г. Санкт-Петербургский, Россия*

Для последних десятилетий характерен гигантский рост потребления энергетических и минеральных ресурсов: угля, нефти, газа, рудных и нерудных полезных ископаемых. При этом создается масса отходов, что существенно сказывается на экологическом состоянии отдельных регионов. Кроме того, эти отходы могут быть использованы в будущем, а частью и в настоящее время как дополнительный источник минерального сырья. Суммарное содержание полезных компонентов, которые накапливаются в техногенных месторождениях за 20-30 лет, сопоставимо, а иногда и превышает их количество в ежегодно добываемых рудах. Наиболее перспективными с этой точки зрения являются хвосты обогащения руд черных металлов.

Технологическо-минералогическая оценка всего объема горной массы, извлекаемого из карьерного поля, позволила обосновать новые концепции подхода к месторождению полезных ископаемых как к объекту разработки его карьером, заключающиеся в отказе от понятия «вскрышные породы», в представлении обо всей горной массе как о полезных ископаемых и горных породах-отходах производства, учете

комплексности всех месторождений, представляющих собой источник добычи не одного, а многих минеральных ресурсов в условиях стремления к безотходной и малоотходной технологиям. Однако, при проектировании карьеров чаще всего комплексность месторождения не учитывается, так как используются методики, разработанные в основе своей в 30-40-х годах прошлого века при отраслевой организации горнодобывающей промышленности для месторождений однородного состава. В качестве основного показателя эффективности работы карьера используется коэффициент вскрыши - отношение количества вскрышных пород (V) к количеству добываемого полезного ископаемого (A).

При наличии в карьерном поле нескольких видов полезных ископаемых различной ценности этот показатель, широко используемый при определении границ карьера, направления развития, производительности и режима горных работ, становится недостаточно информативным, а порою и вообще теряет смысл.

Более современным, объективным и удобным показателем эффективности открытых горных работ является выход различных горных пород с единицы горной массы (Q), который для полезных ископаемых представляет собой коэффициент добычи каждого из них, а для горных пород - отходов карьера - коэффициент отходов. Для случая разработки месторождения однородного состава (с одним полезным ископаемым) между коэффициентами добычи (K) и вскрыши (n) имеется аналитическая связь

$$K = A / Q = A / (A + V) = 1 / (1 + V / A) = 1 / (1 + n), \quad (1)$$

Таким образом, предложенный показатель не отрицает возможность использования традиционного коэффициента вскрыши, но лишь для открытой разработки месторождений однородного состава.

Отказ от устаревшего технологического процесса отвалообразования в пользу более современного складирования временно неиспользуемых горных пород, а также многоцелевое назначение складов предопределяют совершенно новый подход к теории и практике организации заключительного технологического процесса в карьере. Именно складирование горных пород, а не отвалообразование предполагает формирование техногенных месторождений в соответствии с представленной схемой (рис. 1).

Однако комплексное освоение железосодержащих хвостохранилищ, является одной из острых проблем комплексного освоения природных ресурсов и охраны окружающей природной среды.

Наиболее обобщенное научное определение и классификация впервые были приведены в работах К.Н. Трубецкого и В.Н. Уманца [1]. В результате системного подхода к вопросам комплексного освоения техногенных месторождений:

-обобщен метод разведки техногенных месторождений предприятий цветной и черной металлургии страны;



Рис.1 Концептуальная схема формирования техногенных месторождений

-выявлены особенности внутреннего строения и пространственной изменчивости содержания полезных компонентов, разработаны методические рекомендации по разведке и оценке техногенных месторождений, включающие оригинальную методику прогнозирования пространственной изменчивости содержания полезных компонентов в хвостохранилище по данным апробирования во времени хвостов на выходе обогатительной фабрики, а также группировку техногенных месторождений для целей их разведки;

-обоснована экономическая целесообразность использования перспективных рудных и всех нерудных запасов в качестве строительного материала;

-создана экономико-математическая модель и программное обеспечение, позволяющее оптимизировать объемы использования разнокачественного рудного и нерудного техногенного сырья и определять минимально-промышленное содержание полезных компонентов в балансовых запасах, а также производить выбор наиболее эффективных направлений использования техногенного сырья и технологических схем разработки.

Сложную агрегатную схему комплексного освоения техногенных минеральных ресурсов, охватывающую все стадии работ от раз-

ведки до получения готовых продуктов в работе [1] предложено разделять на следующие взаимосвязанные подсистемы:

- геолого-технологическое изучение техногенных минеральных объектов;
- технико-экономическая оценка техногенных минеральных ресурсов и обоснование кондиции;
- разработка техногенных месторождений;
- разработка металлосодержащего сырья, использование или переработка нерудного техногенного сырья;
- целенаправленное формирование техногенного месторождения с заданными параметрами и характеристиками;
- рекультивация техногенных объектов, не входящих в категорию техногенных месторождений.

На основании анализа этих подсистем разработана концепция решения проблем комплексного освоения техногенных месторождений в двух довольно самостоятельных аспектах :

- комплексное освоение уже сформированных (старых) техногенных месторождений;
- целенаправленное создание новых техногенных месторождений с заданными параметрами с учетом последующего освоения.

Существующие техногенные месторождения подразделяются на:

- объекты складирования отходов добычи, отвалы забалансовых руд, пустых пород;
- объекты складирования отходов переработки - хвостохранилища.

Для сформированных (старых) техногенных месторождений, к которым относятся железосодержащие хвостохранилища, основные этапы и последовательность подготовки и разработки приводятся на рис. 2.

Существующие железосодержащие хвостохранилища сложены хвостами обогащения магнетитовых и гематитовых руд. При обогащении железных и гематитовых руд чрезвычайно тонкие дисперсные включения золота в железе обуславливают высокие потери этого металла в хвостах обогащения. Из-за снижения потребности в железном концентрате размазаны границы между железным концентратом и железосодержащими отвальными хвостами. Железо все в больших количествах поступает в хвостохранилище, и насыщенность отвальных хвостов благородными металлами возрастает.



Рис. 2. Основные этапы подготовки существующего техногенного месторождения к разработке

Находящиеся в сростках с железом минералы меди и цинка обуславливают насыщение хвостохранилищ этими металлами. Из этого следует, что железосодержащие хвостохранилища при определенных условиях можно рассматривать как техногенные месторождения по добыче золота с попутным извлечением меди и цинка.

Исследования и расчеты, выполненные различными институтами, доказали принципиальную возможность отработки и комплексной переработки железосодержащих хвостохранилищ.

Объем накопленного в них материала оценивается астрономическими цифрами. Например, в хвостохранилищах ГОКов КМА за складировано около 700 млн.т отходов обогащения железистых кварцитов, а на Магнитогорском ГОКе накоплено около 147 млн.т.. По имеющимся в настоящее время сведениям материал хвостохранилищ достаточно эффективно может быть использован в различных отраслях хозяйства (табл. 1) [2].

Таблица 1.

**Возможные направления использования отходов
горноперерабатывающей отрасли**

От- расль, соз- дающая отходы	Возможные использования компонентов в различных отраслях промышленности					
	Черная метал- лургия	Цветная метал- лургия	Хи- миче- ская	Про- мышлен- ность стройма- териалов	Сырье для атом- ной энерге- тики	Сельское хозяйство
Черная метал- лургия	FeCr из окис- ленных кварци- тов	Металлы из шла- ков: Cu, V, Co, Ti, Ta, Nb, Ni, Cr, Zn, Mg, Ce, Ag, Pb	P, S	Щебень, цемент, огнеупо- ры, пес- сок, из- весть, мел	U, Th	Засыпка отвалов

Исследование особенностей складирования отходов текущего производства обогатительных фабрик выявило закономерность образования пространственно обособленных участков крупных фракций, а также фракций с повышенным содержанием железа в крупных хвостохранилищах, в особенности при одностороннем сливе пульпы и в меньшей степени при контурном.

Хвостохранилища ГОКов КМА: Лебединское, Стойленское, Михайловское, а также Магнитогорского ГОКа имеют все предпосылки для образования таких участков. В результате гравитационной дифференциации твердой части пульпы происходит перераспределение складированного материала в хвостохранилище и образование вблизи выпусков пульпы участков с повышенным (по сравнению с другими участками хвостохранилища) содержанием железа.

Таким образом техногенные месторождения являются перспективными для вовлечения в разработку и обеспечат увеличение запасов минерально-сырьевого комплекса, сократят затраты на обогащение и попутную добычу руды.

Библиографический список:

1. Трубецкой К.Н. Комплексное освоение техногенных месторождений / К.Н. Трубецкой, В.Н. Уманец // Горный журнал. – М., 1992. - №1. - С.12-16.
2. Аргимбаев К.Р. Хвостохранилища ГОКов - перспективные техногенные месторождения / Г.А. Холодняков, К.Р. Аргимбаев, Д.А. Иконников // Освоение минеральных ресурсов

Севера: проблемы и решения: труды 9-ой международной научно-практической конференции. – Воркута, 2011.-Том №1.- С. 145-147.



УДК 622.322.8

СТЕНД ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ МЕХАНИЗМА ФОРМИРОВАНИЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫХ СКОЛОВ ПРИ РАЗРУШЕНИИ КАЛИЙНОЙ РУДЫ ПЕРЕКРЁСТНЫМИ РЕЗАМИ

**Шишлянников Д.И.,
научный руководитель Габов В.В.**

*Санкт-Петербургский государственный горный университет,
г. Санкт-Петербург, Россия*

Рассматривается влияние параметров схемы перекрёстного резания на процесс формирования последовательных элементарных сколов, составляющих срез, и предлагается режущо-испытательный стенд для экспериментальных исследований перекрёстного резания калийных солей.

Ключевые слова: калийная руда, добыча, комбайн, перекрёстное резание, стенд, гидросистема.

Для предприятий, добывающих калийную руду подземным способом, снижение удельных энергозатрат процесса разрушения калийного массива резцами исполнительных органов добычных машин и улучшения гранулометрического состава добываемой руды остаётся актуальной задачей.

Разрушение калийного массива резцами добычных машин является многофакторным процессом, при этом во времени его можно рассматривать как чередования фаз контактного дробления породы и отделения крупных элементов, называемых последовательными элементарными сколами [2,4]. Принято считать, что процесс образования последовательных элементарных сколов, составляющих срез, носит случайный характер, и поэтому параметры сколов по форме и размерам неуправляемы. Такой взгляд на процесс разрушения горных пород резанием затруднял поиск новых путей совершенствования теории резания и создания более совершенных схем резания, конструкций резцов и исполнительных органов добычных машин нового технического уровня.

Авторами основополагающих трудов по теории резания горных пород [1,4], как правило, не рассматриваются возможности улучшения качества добываемого сырья по гранулометрическому составу формированием рациональных параметров элементарных сколов в срезе. Кроме того, сложившаяся ситуация обусловлена ещё и тем, что для существующих исполнительных органов добычных машин с шахматной и последовательной схемами расстановки резцов эти возможности ограничены.

Применение перекрёстной схемы резания создаёт возможность, по нашему мнению, активно влиять на геометрические параметры элементарных сколов, тем самым улучшать гранулометрический состав добываемой руды, снижая удельные энергозатраты процесса отбойки и повышать качество руды. Основная особенность перекрёстного резания [5] заключается в том, что разрушение каждого последующего слоя породы осуществляется резами, которые пересекаются под определённым углом с резами, выполненными по предыдущему (отработанному) слою породы (рис. 1). Резы каждого отработанного слоя создают на забое поверхность сложной геометрической формы, параметрами которой являются шаг t_1 и t_2 , глубина резания h , h' и h'' , ширина дна реза b_p . Пересекающиеся плоскости резов и остаточные наведенные трещиноватости формируют регулярные зоны ослаблений (смотри поз. 3 рис. 1) в калийном массиве. В этих зонах в процессе резания образуются концентраторы напряжений, что не может не влиять на параметры последовательных элементарных сколов в каждом последующем обрабатываемом слое породы и на общий гранулометрический состав разрушенной резами руды [1].

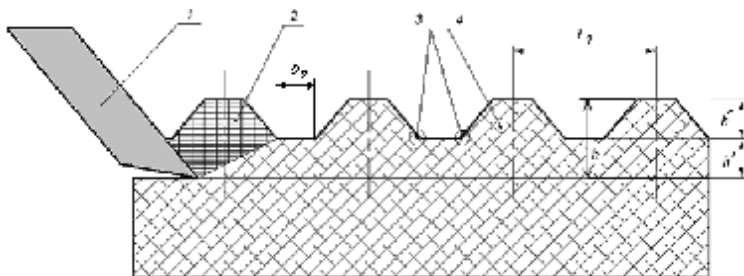


Рис. 1. Схема разрушения породного массива перекрёстными резами
 1 – резец; 2 – сформированный элементарный скол; 3 – зоны ослабления, концентрации напряжений; 4 – калийный массив

На силовые, энергетические и динамические параметры процесса перекрёстного резания, а также на гранулометрический состав продуктов отбойки, оказывает влияние множество случайных факторов. Поэтому, в соответствии с общепринятым экспериментально-статистическим методом изучения процесса резания горных массивов, в том числе и калийных руд, дальнейшее изучение особенностей формирования последовательных элементарных сколов планируется проводить на физической модели реального процесса резания с обработкой результатов с использованием спектральной теории случайных процессов. Процесс разрушения калийных солей предполагается осуществлять на режуще-испытательном стенде резанием полноразмерным резцом блоков калийной руды пласта «Красный II» Верхнекамского калийного месторождения.

Целью исследований является поиск зависимостей параметров (формы, размеров, массы) наиболее крупных элементов в процессе формирования каждого элементарного скола от свойств руды, параметров схемы расстановки резцов, толщины среза, вида механической характеристики процесса резания и степени наведенных трещиноватостей.

На кафедре КГМиТМ совместно с механическими мастерскими был спроектирован и изготовлен режуще-испытательный стенд для исследования процесса перекрёстного резания калийной руды (рис. 2).

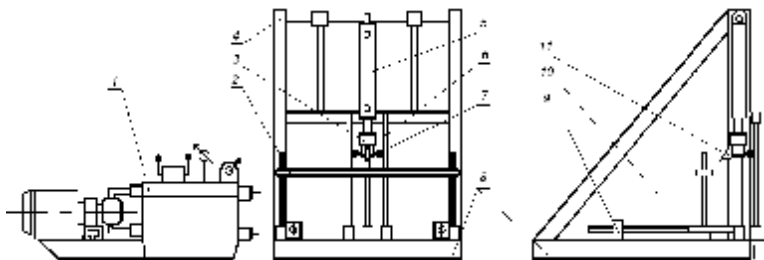


Рис. 2. Режуще-испытательный стенд с гидравлическим приводом по разрушению калийных солей резанием

Стенд состоит из сварной рамы 4, силового гидроцилиндра 5, эталонного резца 11, закреплённого штифтами на измерительном цилиндре 3 и насосной станции 1. Для обеспечения необходимой жёсткости конструкции рама стенда соединена укосинами с основанием 8, на котором установлены зажимы 2 и 9, фиксирующие блок калийной соли 10. При резании блока отклонения резца от заданного направления

исключаются тремя направляющими 6, по которым перемещаются роликоопоры 7 измерительного цилиндра.

Гидравлическая система стенда (рис. 3) состоит из двух шестерённых насосов 3 и 17, золотниковых распределителей 6, 7 и 11, предохранительного клапана 4, регулятора расхода 9, бака маслостанции 12, фильтров 10, обратных клапанов 8, манометра 5, силового 13 и измерительного 14 гидроцилиндров, напорных и сливных магистралей. Крутящий момент на валы насосов передаётся редуктором 2 от трёх-фазного асинхронного двигателя 1. Гидросистема обеспечивает внедрение резца 14 в разрушаемый блок калийной руды с регулируемой скоростью подачи.

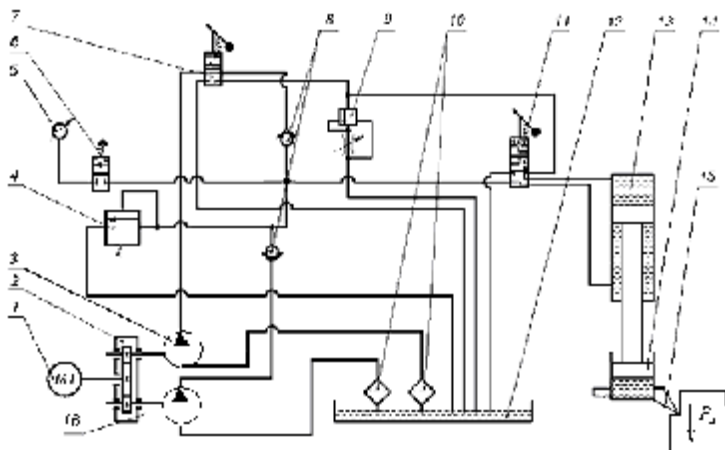


Рис. 3. Гидравлическая схема стенда

Измерительная система стенда (рис.4) состоит из потенциометрического датчика давления МД-250Т (ДД), гидравлически соединённого с рабочей камерой измерительного гидроцилиндра, давление в котором пропорционально силе резания P_z ; датчика перемещения – энкодера ДП; многоканального устройства осциллографа-регистратора АЦП/ЦАП; персонального компьютера ЭВМ.

Система стенда обеспечивает измерение, запись и сохранение для дальнейшей обработки мгновенных значений силы резания, скорости, ускорения и перемещения резца. Гранулометрический состав отбитой руды определяется с использованием комплекта сит по стандартной методике [3].

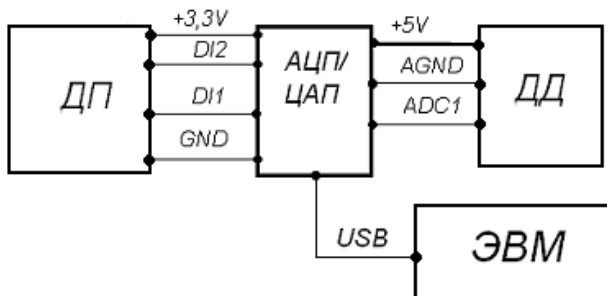


Рис. 4. Измерительная система стенда

Стендовая установка позволяет решать следующие исследовательские задачи:

- определение силовых и энергетических показателей процесса резания калийной руды, а также отдельных его фаз: зачистки, дробления породы и скалывания последовательных элементов;
- определение влияния конструктивных параметров режцового инструмента и режимных параметров процесса резания на его эффективность при использовании шахматной и перекрёстной схем резания;
- определение зависимостей изменения количества необогащенных классов в продуктах разрушения горной породы от режимных параметров процесса резания, конструктивных параметров режцового инструмента, типа схемы резания.
- изучение процесса образования последовательных элементарных сколов, составляющих срез и определение зависимостей изменения параметров последовательных элементарных сколов в срезе от режимных параметров процесса резания, конструктивных параметров режцового инструмента, типа схемы резания.

Таким образом, впервые будет экспериментально исследован процесс образования последовательных элементарных сколов, составляющих срез, при разрушении калийных солей перекрёстными резами.

Библиографический список:

1. Берон А.И., Казанский А.С., Лейбов Б.М. и др. Резание угля. – М.: Госгортехиздат, 1962. – 384 с.
2. Гетопанов В.Н. Некоторые закономерности процесса разрушения горных пород режцовым инструментом выемочных горных машин. Научные труды, сб. №17–М.:МГТИ, 1956.–С. 53-57.
3. Ломтадзе В.Д. Физико-механические свойства горных пород. Методы лабораторных исследований: Учебное пособие для ВУЗов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Недра, 1990. – 328 с.

4. Позин Е.З. и др. Разрушение углей выемочными машинами / Е.З. Позин, В.З. Меламед, В.В. Тон. – М.:Недра, 1984. – 288 с.
5. Старков Л.И., Харламова Н. А. Исследование схемы перекрёстного резания. Горный журнал. Известия вузов. №7-8, 1997. – С. 121-123.



УДК 622.331:624.133

ГЕОТЕХНОЛОГИЯ ПОДГОТОВКИ И РЕМОНТА ТОРФЯНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ ВЕРХОВОГО ТИПА

Большаков М.А., Пухова О.В., Титова В.А.

Тверской государственный технический университет, г.Тверь, Россия

Составлен обзор современных требований к качеству торфяного сырья для комплексного использования, анализ существующих технологических схем подготовки площадей, проведены экспериментальные данные по определению качества подготовки торфяных месторождений и ремонту торфяных полей для залежей верхового типа, а также выданы предварительные рекомендации по применению.

Перспектива и направление использования торфа обуславливается факторами: наличием ресурсов и потребностью в торфяном топливе и других видах торфяной продукции. Прогнозируемое повышение использования торфа позволит увеличить добычу торфяного сырья, технология добычи которого зависят от направления дальнейшего использования [1].

Наличие всех типов торфяной залежи (низинный, переходный, верховой) позволяют использовать торф не только для энергетических целей, но и для коммунально-бытовых нужд (брикеты, пеллеты), для сельского хозяйства (удобрение, торфяные грунты, субстраты и подстилка), производства активированных и другой химической продукции, производства торфяного кокса для металлургии, для производства теплоизоляционных плит.

Различные виды торфяной продукции требуют и различного качества торфяного сырья. Это требование частично может выполняться при подготовке торфяных месторождений и ремонта полей для целей комплексного использования.

Независимо от того, для каких целей будет использоваться торфяная залежь, после осушения [2] с ее поверхности удаляется древесная растительность, разрабатываемый слой освобождается от пней и

других древесных включений, или они измельчаются на фракции менее 25 мм.

Совершенствование технологии подготовки новых и ремонта действующих производственных площадей является одной из основных задач по улучшению качества добываемого энергетического топлива или другого сырья, повышению надежности технологического процесса и рабочего оборудования, а также снижению трудоемкости и стоимости работ.

Для разработки рекомендаций по усовершенствованию технологических схем подготовки торфяных залежей и ремонту полей для целей комплексного использования необходимо учитывать требования, предъявляемые к качеству торфяного сырья.

Основные технические требования [3] к торфяной залежи при производстве торфяной продукции показаны в табл. 1.

Таблица 1.

Технические требования к торфяной залежи при производстве торфяной продукции

Наименование торфяной продукции	Требования к залежи			Требования к торфяной продукции
	Тип и вид	Степень разложения, %	Зольность, %	
Торф топливный для пылевидного сжигания	все типы и виды	от 15	до 23	фрезерный торф
Торф для газификации	все виды	не менее 20	не более 12	кусовой торф
Парниково-тепличные грунты	все типы и виды	до 25	не более 30	фрезерный и резной торф
Теплоизоляционные плиты	верховой, моховая группа	до 10	не более 3	фрезерный торф

В табл. 1 приведены основные показатели, на которые может влиять технологический процесс подготовки торфяной залежи и ремонта полей. Так, например, на засоренность древесными включения-

ми влияет принятая схема подготовки (сплошное фрезерование залежи вместе с древесными включениями, с их отделением или без отделения, извлечение пней из залежи методом корчевания). На степень разложения получаемого готового торфа может влиять глубина фрезерования залежи, т.е. может произойти смешивание различных по качеству слоев залежи.

Для производства грунтов используется резной торф, поэтому, в данном случае, недопустимо сплошное фрезерование залежи, что будет приводить к нарушению ее естественной структуры. Для остальных видов торфяной продукции исходным сырьем является фрезерный торф. Вследствие этого, исходя из допустимости нарушения естественной структуры залежи при подготовке и ремонте полей для целей комплексного использования, может применяться как метод сплошного фрезерования залежи, так и метод корчевания.

Выбор того или иного способа подготовки должен исходить из требования к качеству торфяной продукции, производительности оборудования, экономической эффективности и характеристики торфяной залежи.

Подготовка поверхности торфяного месторождения к эксплуатации осуществляется после сооружения осушительной сети. Независимо от целей использования торфяной залежи, с её поверхности удаляется древесная растительность, разрабатываемый слой освобождается от пней и других древесных включений или они измельчаются на фракции менее 25 мм. Затем поверхность карт планируется в продольном направлении и профилируется с уклоном в сторону карттовых каналов. Выполнение этих основных работ создает необходимые условия для производительной работы машин и механизмов для добычи, сушки и уборки торфа, улучшает качество готовой продукции и эффективность производства.

В настоящее время наиболее распространены три схемы подготовки полей [2] с применением метода глубокого сплошного фрезерования.

По первой схеме подготовка торфяных месторождений ведется с фрезерованием кустарниковой растительности диаметром до 8 см без предварительной ее сводки.

По второй схеме подготавливаются участки торфяного месторождения, где имеются деревья с диаметром ствола до 23 см, В этом случае перед фрезерованием обязательно сводится и удаляется за пределы полей вся древесная растительность.

По третьей схеме ведется подготовка участков торфяного месторождения, имеющих древесную растительность диаметром кор-

невой шейки ствола более 23 см. В данной схеме предусматривается корчевание крупных пней одиночным крюком на тракторе ДТ-75Б с последующей погрузкой и вывозкой пней на склады.

Подготовка поверхности торфяных месторождений и ремонт полей глубоким сплошным фрезерованием с использованием машин МТП-42 приводит к засорению обработанного слоя измельченными древесными включениями, что затрудняет уборку торфа пневматическим способом и осложняет производство брикетов. Эта технологическая схема рекомендована, в основном, для подготовки новых полей к эксплуатации.

При подготовке новых производственных площадей к разработке с применением корчевания без сепарирующих и очистительных механизмов вместе с пнями вывозится за пределы полей большое количество примесей в виде торфа и мха. По данным [4] объем примесей в зависимости от характеристики древесной растительности и торфяной залежи в 3-5 раз превышает объем извлеченных пней и древесных включений, а плотность укладки скорчеванного пня очень низкая. В результате этого, стоимость и трудоемкость операций погрузки и транспортирования пней вместе с примесями увеличивается в 3-5 раз. Для ремонта эксплуатационных площадей методом корчевания применяется машина МТП-26, а погрузка выкорчеванных пней из валов выполняется машиной МТП-29.

Однако, применение методов корчевания на залежах низкой степени разложения, даже с активными рабочими аппаратами, не позволяет качественно отделить пни от торфа, что подтверждается опытами на торфяном месторождении «Оршинский Мох» Тверской области. Краткая характеристика залежи на опытных участках показана в табл. 2.

Таблица 2.

Характеристика залежи на опытных участках

№	Тип залежи	Влажность залежи, %	Степень разложения, %	Пнистость залежи, %
1	верховой	82,7	20-25	8,9-9,6
2	верховой	84,6	10-15	1,1-1,2

Результаты проведенных замеров представлены в табл. 3.

Засоренность скорчеванного слоя торфа древесными остатками размером 25 мм на 26 поле составила 0,84 %, а примеси торфа в гусеничных прицепах МТП-24-А. было около 74 %. На 25 поле было, соответственно, 4,55 % и 30,1 %, Наличие примесей торфа приводит к дополнительным затратам по вывозке и осложняет использование пней.

Таблица 3.

Результаты замеров по засоренности поля

№	Масса, кг				Объем, м ³		
	пней		торфа		пней		торфа
	из ку- зова	из слоя	из ку- зова	из слоя	из ку- зова	из слоя	из ку- зова
1	4089,8	26,4	1756,6	554,6	11,3	0,04	3,4
2	1900,9	10,8	5432	1271,9	8,1	0,02	10,7

Для освоения торфяных месторождений верхового типа, у которых средняя степень разложения на глубину 2,5 м не ниже 15 % принята к внедрению технологическая схема с использованием машин типа МЩФ-О, по которой экскавация торфяной залежи осуществляется из траншей глубиной до 2,2 м [2, 3]. Экскавированная, перемешанная и переработанная торфяная масса расстилается на поверхности поля. После ее подсыхания происходит разработка эксплуатационного слоя фрезерным способом. В результате проведенных операций увеличиваются плотность фрезерного торфа, цикловые и сезонные сборы.

Способ глубокого фрезерования нашел дальнейшее развитие в создании оборудования с одновременной сепарацией древесных включений (МПП-2,24).

Использование этой схемы позволяет снизить засоренность верхнего слоя древесными включениями в 3-4 раза. На залежах низкой степени разложения 12-14 % при ремонте полей достигалась полная сепарация древесных включений от торфа в переработанном слое. Но в этом случае получается наиболее высокая засоренность в валке торфом. После незначительного подсыхания и дополнительной сепарации при погрузке пней из вала погрузчиком ПП-1 этот недостаток устраняется.

Таким образом, в результате подготовки и ремонта торфяных полей торфяных месторождений верхового типа со средней степени разложения проводятся работы по сводке, корчевке и переработке в больших количествах ценного материала – древесины. Ее использование в народном хозяйстве дало бы значительный экономический эффект, например, в торфяных горшочках.

Поэтому, наиболее перспективной схемой является способ подготовки с сепарацией древесных включений, которые в дальнейшем можно использовать для производства различных видов продукции.

Библиографический список

1. Мисников О.С., Тимофеев А.Е., Михайлов А.А. Анализ технологий разработки торфяных месторождений в странах дальнего и ближнего зарубежья // Горный информационно-аналитический бюллетень. М.: МГТУ, 2011, № 9, С. 84 – 92.

2. Сергеев Ф.Г. Подготовка торфяных месторождений к эксплуатации и ремонт производственных площадей. – М.: Недра, 1985. – 256 с.
3. Справочник по торфу / под ред. канд. техн. наук А.В. Лазарева и д-ра техн. наук С.С. Корчунова. – М.: Недра, 1982. – 760 с.
4. Производство и комплексное использование торфа в народном хозяйстве // Труды ВНИИТП, вып. 44. Л, 1980.



УДК 622.28.04

ГЕОМЕХАНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ АНКЕРНЫХ ГАЕК

Бурков А.О.

*Институт геотехнической механики им. М.С. Полякова НАН Украины,
г.Днепропетровск, Украина*

Приведены основные известные конструкции натяжных гаек с их кратким анализом. Указаны недостатки существующих конструкций. Сформулированы основные требования к натяжным гайкам.

Анкерная крепь в настоящее время является одним из наиболее эффективных способов поддержания горных выработок. Особенность анкерной крепи состоит в том, что она позволяет максимально эффективно использовать несущую способность вмещающих пород, что значительно снижает материалоемкость и стоимость крепи. В настоящее время анкерная крепь широко применяется при строительстве подземных сооружений.

Одним из важнейших элементов анкерной крепи является натяжная гайка, нормативный документ к ней предъявляет высокие нормативные требования.

В соответствии с требованиями СОУ 10.1.05411357.010:2008 анкерная гайка предназначена для создания предварительного натяжения анкера и прижатия ограждения к поверхности выработки и уплотнения нарушенных приконтурных горных пород. Конструктивные элементы анкерной гайки должны обеспечивать вращение гайки вместе с анкерной штангой на этапе установления штанги в шпур. Высота и несущая способность гайки должны обеспечивать разрушение блока гайка-нарезка при нагрузках от $0,8P_0$ и до $0,9P_0$ путем срыва резьбы гайки (P_0 - нагрузка разрыва анкера в резьбовой части). Размеры под

ключ - 41 мм. В условиях действия агрессивных сред металлическая анкерная гайка должна иметь защитное покрытие [1].

Рассмотрим, как выполняются эти требования в существующих конструкциях натяжных гаек.

Данная конструкция гайки иллюстрируется на рисунке 1, где на рисунке 1а - показан разрез по продольной оси гайки; на рисунке 1б - вид по А.

Натяжная гайка (рисунок - 1) выполнена двухступенчатой, включающей нажимную полусферическую ступень 1 и крепежную 2 в виде шестигранной или четырехгранной призмы под ключ. Гайка имеет сквозное отверстие 3 с внутренней резьбой 4, соответствующей винтовому профилю проката арматурных прутков [2].

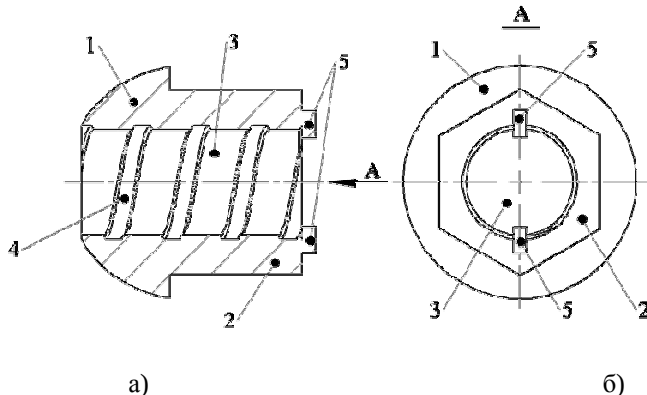


Рис. 1 – Конструкция натяжной гайки с ограничителями

Торцевая поверхность крепежной ступени снабжена ограничителями (фиксаторами) 5 радиально направленными к осевой линии гайки, препятствующими передвижению гайки по стержню при упоре в них торцевой части стержня.

Оснащение торцевой поверхности крепежной ступни гайки ограничителями, придает существенные свойства, а именно: способность передавать крутящий момент на стержень анкера, который, упираясь своим торцом превращает пару стержень-гайка в неподвижное соединение относительно друг друга, при этом свойство «целостности» сохраняется только на время необходимое на перемешивание компонентов ампулы до момента отвердения смеси и остановки стержня. В этом случае, крутящий момент приложенный к гайке, поворачивая ее на неподвижном стержне, ломает ограничители и гайка, передвигаясь по

стержню поджимает элементы крепи (подхват, затяжку, шайбу) к кровле или груди массива горных пород.

Следующая гайка выполнена трехступенчатой (рисунок – 2), причем первая ступень гайки выполнена цилиндрической, вторая, нажимная, ступень гайки имеет коническую форму с углом наклона конуса, меньшим угла трения между гайкой и шайбой, а третья, затяжная, ступень гайки выполняется по форме, обеспечивающей ее затяжку необходимым инструментом. При этом шайба выполняется с плоским основанием на забой и с двухступенчатым отверстием, одна ступень которого выполняется цилиндрической, а вторая конической, конгруэнтной конической поверхности гайки [3].

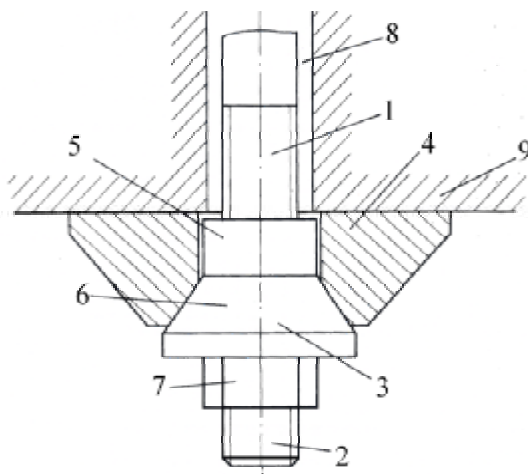


Рис. 2 – Конструкция затяжной гайки с конической формой нажимной ступени

Затяжное устройство анкера состоит из анкерного болта 1 с резьбовым хвостовиком 2, трехступенчатой гайки 3 и шайбы 4. Гайка 3 выполнена с цилиндрическим участком 5, коническим участком 6 и затяжным участком 7. Анкерный болт устанавливается в скважину 8, а шайба 4 опирается на забой 9. Работает устройство следующим образом. После установки анкерного болта 1 в скважину 8 на него надевается шайба 4 с цилиндроконическим отверстием. Далее устанавливается трехступенчатая гайка 3 таким образом, чтобы конической поверхностью она взаимодействовала с конгруэнтной ей поверхностью шайбы 4, при этом за счет того, что часть гайки оказывается погруженной

в цилиндрическое отверстие шайбы, произойдет существенное перераспределение нагрузки на витки гайки, что обеспечит ей повышенную прочность.

В основу следующей конструкции вошло, выполнение в стержне отверстия, которое отвечает отверстию, выполненному в натяжной гайке и выполнение стопора с торца в форме незамкнутого круга, обеспечивает повышение усилия для срезки стопора [4].

Суть данной конструкции объясняется рисунком - 3 где на: а - изображен общий вид анкера с вырывом, который показывает установление стопора; б - вид за стрелкой А. Сталеполимерный анкер содержит стержень 1, который выполнен из проката с винтовым профилем, натяжную гайку 2 с внутренней резьбой, которая соответствует винтовому профилю проката. Гайка 2 зафиксирована стопором 3, который установлен в отверстие 4 гайки 2 и отверстие 5 стержня 1. Стопор 3 с торца имеет форму незамкнутого круга и изготовлен из специальной высокопрочной стали, потому, что усилие, которое необходимо для срезки стопора 3 рассчитывают в зависимости от горногеологических условий и оборудования, которое применяют. Устройство работает следующим образом. В буровой станок устанавливают адаптер для гайки 2, устанавливают анкер с предварительно навинченной на стержень 1 гайкой 2, которую охватывает адаптер, в отверстие 4 гайки 2 и отверстие 5 стержня 1 устанавливают стопор 3. Включают буровой станок, который подает анкер в шпур вращательно-поступательным движением, после чего исключают подачу анкера и удерживают его в шпуре к окончанию реакции компонентов полимерной ампулы. Последующее закручивание гайки 2 на стержне 1 и подхват анкера к кровле происходит при достижении рассчитанного крутящего момента на срез стопора 3 и его срез.

Рассмотрев все выше указанные конструкции натяжных гаек, можно сделать вывод, что все они работоспособны, но обладают рядом недостатков. Недостатком перечисленных конструкции является то, что в процессе эксплуатации анкера под действием нагрузки со стороны массива происходит самопроизвольное свинчивание гайки и ослабление прижатия к массиву шайбы и подхвата, что может привести к его расслоению и обрушению. Особенно этот вопрос становится актуальным при использовании анкерной крепи в условиях вибрации и динамических нагрузок. Также к некоторым конструкциям гаек можно отнести такие недостатки как сложность конструкции, наличие большого количества деталей, нетехнологичных и трудоемких в изготовлении. Конструкция гайки представленная на рисунке – 2 несет за собой повышенную металлоемкость, как самой гайки, так и особенно шайбы.

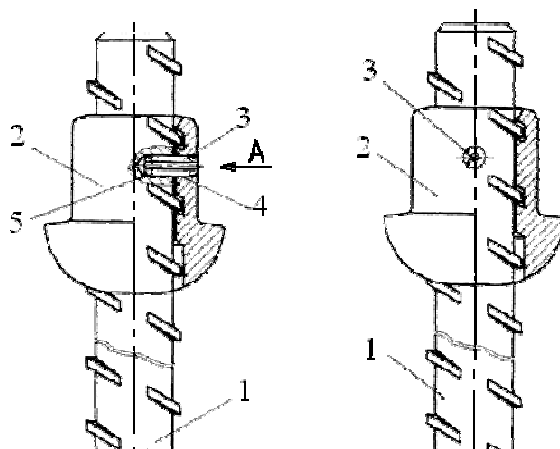


Рис. 3 – Конструкция натяжной гайки с отверстием под стопор

На основании проведенного анализа можно сформулировать следующие требования к натяжной гайке:

- Гайка не должна самопроизвольно откручиваться и не должна откручиваться вручную шахтером при помощи обычного ключа. Встречались случаи, когда шахтеры свинчивают гайки для установки в другое место, что впоследствии приводит к полному ослаблению натяжения в анкере, при этом он перестает быть удерживающим кровлю элементом. Оставив несколько анкеров без гайки, следующее может привести к обрушению кровли, то есть к серьезным авариям. Резьбовое соединение анкера и гайки должно иметь посадку с натягом. Величина натяга должна соответствовать показателю, который бы обеспечил передачу крутящего момента на анкер, на время необходимое для перемешивания полимерной ампулы с отвердителем до момента отвердения и остановки анкера. После чего крутящий момент приложенный к гайке начинает ее вращать, тем самым поджимая элементы анкерной крепи к кровле или бортам выработки.

- Анкер с гайкой должны поступать в забой уже в навинченном состоянии. Таким образом, гайка не потеряется в момент транспортировки с поверхности и до места установки анкерной крепи.

- При достижении максимально допустимой нагрузки на анкерную крепь, натяжная гайка должна плавно сбросить нагрузку тем самым разгрузив всю конструкцию и дальше держать заданную нагрузку или близкую к ней. Гайка не должна сломаться, разорвать анкер или

прорвать шайбу. Очень важно, чтобы гайка сбрасывала нагрузку максимально плавно и без рывков.

При выполнении сформулированных требований значительно улучшится не только работа анкерной гайки, но и анкерной крепи в целом.

Библиографический список:

1. Стандарт министерства угольной промышленности Украины СОУ 10.1.05411357.010.2008, 2008 г.
2. Пат. 21067 РФ, МПК E21D21/00. Натяжная гайка анкерной крепи/ Мирошник А.И., Мифоденко Е.В., Черных Ю.А. и др.- Оpubл. 20.12.2001.
3. Пат. 2212540 РФ, МПК E21D21/00. Затяжное устройство анкера/ Дворников Л.Т., Прокушенко С.И., Мошкин Н.В. и др.- Оpubл. 20.09.2003.
4. Пат. 36322 Украина, МПК (2006) E21D21/00. Сталеполимерный анкер/ Аверкин Д.И. - Оpubл. 15.03.2007. - Бюл. № 20, 2008 г.



УДК 622.619

ВЛИЯНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ МЕХАНИЗМА НАГРЕБАЮЩИХ ЛАП ШАХТНОЙ ПОГРУЗОЧНОЙ МАШИНЫ НА ЕЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ

Тимофеев И.П., Кузькин А.Ю., Васильева М.А.

*Санкт-Петербургский государственный горный университет,
г. Санкт-Петербург, Россия*

В статье рассмотрена возможность повышения производительности погрузочной машины с нагребающими лапами типа ПНБ за счет корректировки кинематической схемы кривошипно-балансирного механизма методом синтеза траектории движения передней кромки лапы по заданным условиям процессов внедрения, захвата и транспортирования сыпного груза.

Анализ геометрических параметров кинематической схемы механизма нагребающих лап показал возможность увеличения теоретической производительности погрузки на 17-35% за счет увеличения радиуса кривошипа и изменения координат вращения балансира на приемной плите в габаритах серийной машины типа ПНБ.

Для расчета теоретической производительности глубина внедрения S приемной плиты принята 500 мм, высота транспортируемого слоя насыпного груза 200 мм.

Координаты O_3 вращения балансира у натурной машины составляют $X=-180$ мм, $Y=-375$ мм относительно оси вращения кривошипа O_1 . В исследованиях смещение от натуральных размеров оси балансира было принято ± 25 и ± 50 мм и составляло $X=-205$ и -230 мм, $Y=-400$ и -425 мм.

На рис.1 показаны положения площадей на приемной плите машины, описываемых нагребавшей лапой при движении по замкнутой траектории при радиусах кривошипа $O_1A=205, 225$ и 245 мм. Площади фигур при этом увеличиваются на 17-35 % по сравнению с натурной машиной и их расположение на приемной плите в большей степени отвечает условиям внедрения, нагребания, транспортирования и холостого хода на участках I- II, II- III, III- IV, IV- I соответственно.

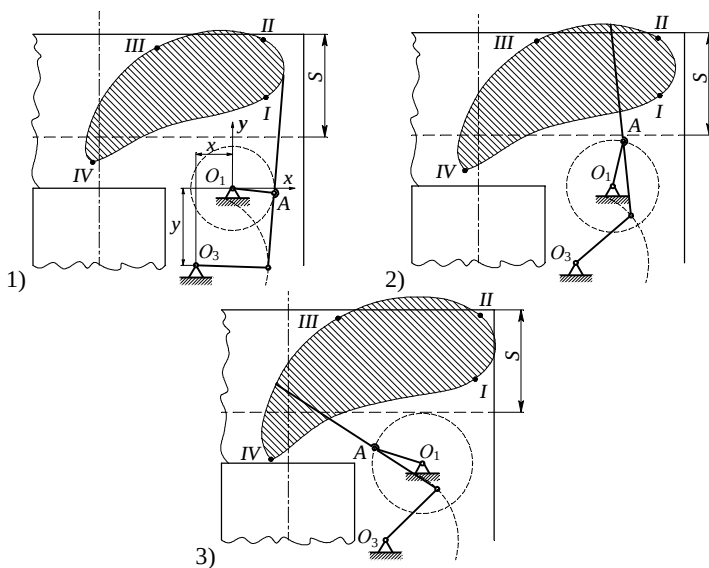


Рис. 1. Площади, перекрываемые нагребавшей лапой при движении на приемной плите:

1 – кривошип натурной машины; 2 – при увеличении радиуса кривошипа на 10% (225 мм); 3 – при увеличении радиуса кривошипа на 20% (245 мм).

На рис. 2 показаны графики изменения площадей перекрываемых нагребающей лапой, при ее движении по замкнутой траектории для радиусов кривошипов O_1A в диапазоне 180 – 300 мм.

Кривые показывают прямую зависимость изменения площадей при различных глубинах внедрения приемной плиты в насыпной груз (250, 375 и 500 мм) от радиуса кривошипа. Для реального внедрения 500 мм и радиуса кривошипа 300 мм площадь увеличивается в 2,4 раза.

Смещение оси вращения балансира на приемной плите по оси X на 25 и 50 мм, также приводит к увеличению площади перекрытия, рост которой составит 15-17% соответственно. Изменение координаты X оси вращения балансира в меньшую сторону (155 и 130 мм) дает уменьшение площади на 7-15% соответственно.

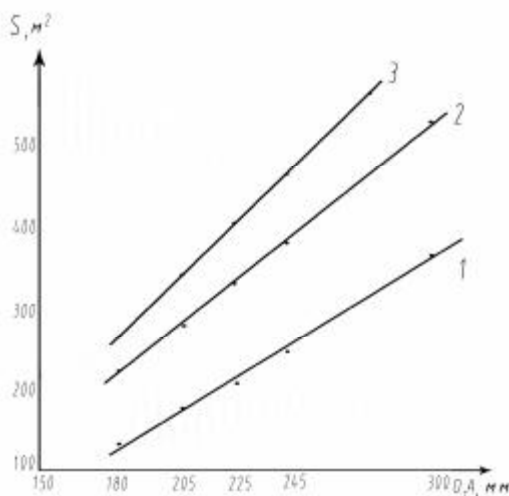


Рис. 2- Зависимость площадей перекрытия нагребающей лапы от радиуса кривошипа:

1- при внедрении приемной плиты на 250 мм, 2 – при внедрении на 375 мм, 3 – при внедрении на 500 мм.

Изменение координаты Y не приводит к значительному увеличению площади и составляет 1-2 % для положительного и отрицательного смещения.

На основании расчетных данных построены графики зависимости теоретической производительности погрузочной машины типа ПНБ от координаты X. Так при изменении координаты X на 50 мм

производительность возрастает на 36 %. Кривые показывают, что при смещении оси O_3 вращения балансира на 25 мм производительность увеличивается на 17%, а при смещении на 50 мм на 35-37%.

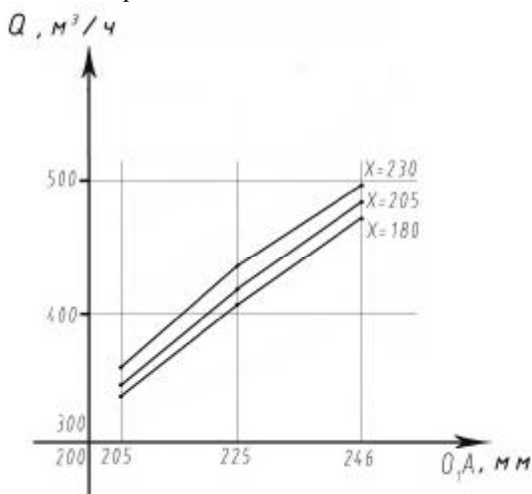


Рис. 3 – Зависимость производительности погрузочного органа машины типа ПНБ от координаты оси вращения кривошипа

Исследования показали, что смещение оси вращения балансира приводит к различным отклонениям площади перекрытия лапой на приемной плите и не отвечает требованиям четырех фаз ее движения – внедрению, набеганию, транспортированию и холостому ходу. Исходя из этого рациональной геометрией механизма «набегаящая лапа» следует считать радиус кривошипа 225 мм, координаты оси вращения кривошипа $X=-205$ мм и $Y=-375$ мм в габаритах натурной погрузочной машины типа ПНБ.

Библиографический список

1. Синтез кривошипно-балансирного механизма исполнительного органа шахтной погрузочной машины с набегаящими лапами / М.А.Васильева, А.Ю. Кузькин, И.П. Тимофеев / Народное хозяйство Республики Коми / Научно-технический журнал № 1 т. 20. Материалы 9-ой международной научно-практической конференции: «Освоение минеральных ресурсов Севера: проблемы и решения» филиал Санкт-Петербургского государственного горного института им. Г.В. Плеханова (технического университета) «Воркутинский горный институт» (6-8 апреля 2011 г.) стр. 54-58



УДК. 622.25.(06)

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ И КАЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СООРУЖАЕМОЙ ПРИСТВОЛЬНОЙ ВЫРАБОТКИ НА НАРЯЖЕНИЯ В КРЕПИ ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО СТВОЛА

Пашкова О.В.

*Шахтинский институт (филиал) ЮжноРоссийского государственного технического университета (Новочеркасского политехнического института),
г.Шахты, Россия*

Выполнено исследование изменения напряжений в крепи ствола при строительстве приствольной выработки со стороны действующего горизонта. Получено выражение для определения коэффициента влияния приствольной выработки. Сделан вывод о перспективности данной технологии реконструкции вертикальных стволов.

При реконструкции ствола в нем может производиться рассечка новых сопряжений и приствольных камер в направлении от ствола или к нему от существующих горизонтов.

В первом случае технология работ и механизм формирования напряженно-деформированного состояния системы «крепь – породный массив» во многом аналогичны новому строительству. Количественные значения возникающих в период строительства напряжений и деформаций могут отличаться из-за возможного снижения прочностных свойств материала крепи и пород вокруг ствола при эксплуатации.

Технология сооружения приствольных выработок от существующих горизонтов к стволу имеет отличительных моментов, нехарактерных для нового строительства. Они могут привести и к развитию другого механизма формирования и изменения напряженно-деформированного состояния системы «крепь – породный массив» и нуждаются в дальнейшем изучении.

По этой схеме на первом этапе к стволу проходится подводящая выработка шириной равной ширине сопряжения (камеры) или меньше ее. Существующая крепь ствола при этом испытывает дополнительные воздействия, оценить которые можно с помощью коэффициента $K_{вл}$, определяемого отношением максимальных напряжений в крепи в зоне влияния приствольной выработки к напряжениям, действующим в крепи до начала работ по ее рассечке.

Поэтапное моделирование проходки подводящей выработки в различных условиях показывает, что основными влияющими фактора-

ми на величину параметра $K_{вл}$ в крепи ствола являются расстояние забоя выработки до стенки ствола, l и ее ширина, B .

Данные зависимости в графическом виде представлены на рис. 1 и 2, они имеют соответственно параболический и линейный характер.

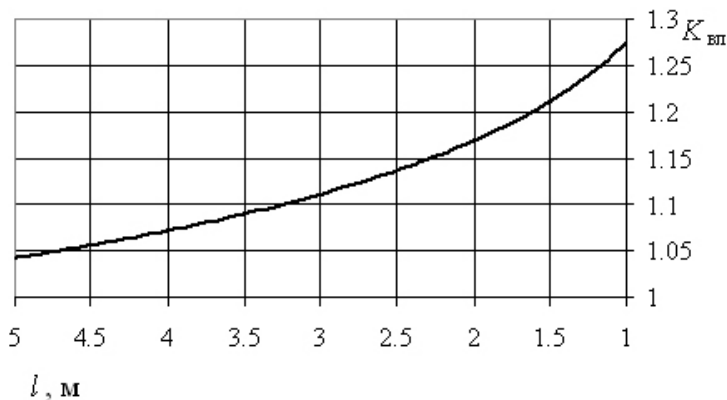


Рис. 1. Зависимость параметра $K_{вл}$ от расстояния забоя подводящей выработки до стенки ствола

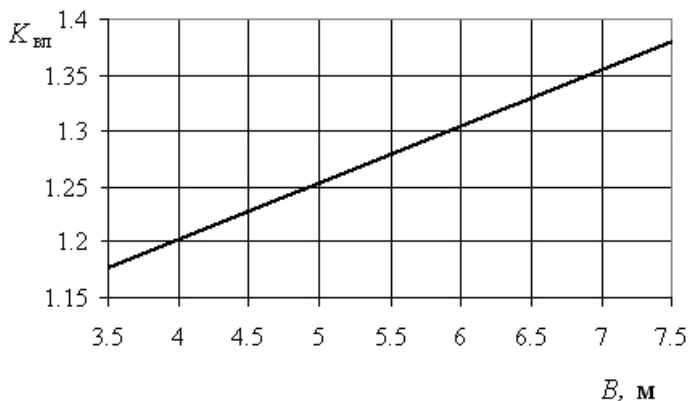


Рис. 2. Зависимость параметра $K_{вл}$ от ширины подводящей выработки

В результате обработки данных в различных условиях получено выражение для определения параметра $K_{вл}$, которое справедливо при высоте выработки 2,5 - 3,5 м:

$$K_{вл} = \frac{(0,55 \cdot B + 1,085)}{I^{0,1244}}.$$

Коэффициент корреляции составляет 0,91.

Следует отметить, что при рассечке выработки в направлении к стволу нагружение крепи происходит в более щадящем режиме по сравнению со строительством из ствола, и характеризуется отсутствием скачков. Количественные значения параметра $K_{вл}$ меньше в среднем в 1,5 - 2 раза.

Постепенно уменьшающийся породный целик между забоем подводящей выработки и стенкой ствола выполняет роль грузонесущей конструкции, воспринимающей часть вертикальных нагрузок и обеспечивающий более плавное деформирование свода выработки и участка крепи ствола. Также достоинством данной схемы строительства является уменьшение сроков остановки подъема по стволу в период реконструкции, что позволяет существенно снизить величину убытков.

Библиографический список

1. Плешко М.С., Крошнев Д.В. Исследование влияния приствольных выработок на напряженно-деформированное состояние крепи вертикального ствола с помощью численных моделей // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2006. – Тематическое приложение «Физика горных пород». – С. 303 - 309.



УДК. 622.25.(06)

ОБОСНОВАНИЕ РЕШЕНИЙ ПО УСИЛЕНИЮ КРЕПИ ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО СТВОЛА ПРИ СООРУЖЕНИИ ПРИСТВОЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК

Пашкова О.В.

*Шахтинский институт (филиал) ЮжноРоссийского государственного технического университета (Новочеркасского политехнического института),
г.Шахты, Россия*

Приведены результаты исследований по распределению напряжений в крепи ствола в зоне влияния приствольных выработок. Обоснованы параметры анкерной упрочняющей крепи в данных зонах.

Сооружение приствольной выработки в эксплуатационном стволе приводит к изменению установившегося равновесного состояния системы «крепь-массив». В крепи возникает несколько зон влия-

ния приствольной выработки, в частности в противоположной проему стенке ствола. Эта зона наиболее характерна для участка камеры загрузочных устройств скипового ствола. Рассечка очередного слоя камеры приводит к увеличению радиальных нагрузок на крепь противоположной стенки ствола на соответствующей высотной отметке и вызывает рост нормальных тангенциальных напряжений в бетоне крепи.

Одним из основных факторов, определяющих интенсивность увеличения напряжений является параметр $B/D_{ств}$, где B – ширина выработки, $D_{ств}$ – диаметр ствола в свету. На рис. 1 представлена зависимость коэффициента $K_{s,n}$, характеризующего прирост нормальных тангенциальных напряжений в крепи по сравнению с обычным участком ствола в тех же условиях от отношения $B/D_{ств}$ при модуле деформации пород $E=10 \cdot 10^3$ МПа.

Аналогичные результаты получены и при других параметрах системы. Они показывают, что при увеличении ширины приствольной выработки интенсивность нормальных тангенциальных напряжений в крепи противоположной камере стенке ствола возрастает по слабовыраженной параболической зависимости. Суммарное увеличение напряжений по сравнению с обычным участком ствола может достигать 25 %, что свидетельствует о необходимости усиления крепи в выделенной зоне или применении мер по снижению радиальных нагрузок.

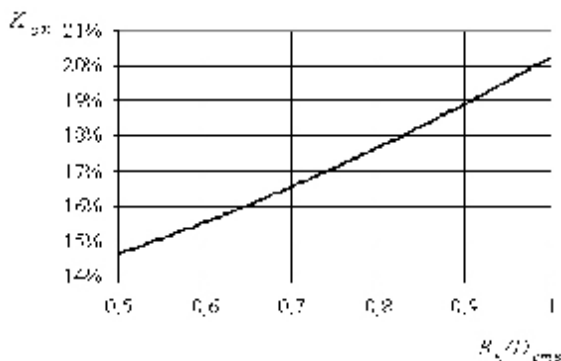


Рис. 1. Влияние увеличения ширины камеры на значения максимальных нормальных тангенциальных напряжений в крепи противоположной проему стенки ствола

Анализ возможных конструктивных и технологических решений по реализации данных воздействий показывает, что обеспечить их

достаточно сложно без разборки существующий крепи или изменения диаметра ствола.

Наиболее целесообразным решением является предварительное анкерное упрочнение крепи и массива до начала работ по расчистке приствольной выработки. В качестве дополнительной меры возможна установка металлической сетки с последующим нанесением слоя набрызгбетона. Такие меры позволят создать единую упрочненную систему «крепь – массив», повысить сопротивляемость крепи деформациям сжатия и изгиба, а также не приведут к существенному уменьшению диаметра ствола.

Важнейшей проектной задачей при этом является обоснование необходимой длины упрочняющей анкерной крепи, так как при ее недостаточных значениях установка анкеров может привести, напротив, к увеличению нагрузки на бетонную крепь, а также возникновению локальных зон концентраций напряжений.

На основании исследования поэтапного изменения напряженно-деформированного состояния пород в зоне 1 от стенки ствола вглубь массива в процессе строительства приствольной камеры при отношении $B/D_{cm}=1,0$ были определены необходимые размеры зон упрочнения пород, обеспечивающие устойчивое состояние системы «крепь – массив» в различных условиях. В графическом виде для ствола диаметром в свету 6,0 м они приведены на рис. 2.

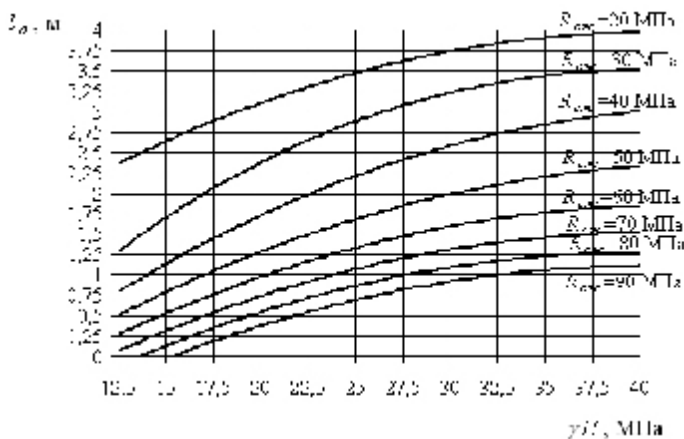


Рис. 2. Необходимые радиальные размеры областей упрочнения породного массива в зоне влияния приствольной выработки при различной прочности пород и величине вертикального горного давления

Полученные графики можно использовать при определении длины упрочняющей железобетонной или сталеполимерной анкерной крепи с учетом ее дополнительного увеличения на величину толщины крепи, а также для закрепления концевой части анкера в устойчивых породах.



УДК: 622.324.5

МЕТАНОВЫДЕЛЕНИЕ ПРИ РАЗРАБОТКЕ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ПРОМЫШЛЕННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТАНА

Черкашин А.А.

Научный руководитель Масаев Ю.А.

*Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева,
г. Кемерово, Россия*

В статье приведены основные сведения о шахтном метане, его влиянии на атмосферу и возможностях его использования.

На протяжении многих десятилетий при разработке угольных месторождений подземным способом, выделяющийся из угольных пластов метан являлся причиной многочисленных аварийных ситуаций, зачастую приводивших к гибели шахтеров. И в течении всех этих лет ученые, производственники, проектировщики разрабатывали различные мероприятия, направленные на предотвращение вспышек метано-воздушных смесей от различных источников. Особенно резкое выделение метана происходит при разрушении угольного пласта взрывным способом. Природа образования метана связана с образованием угольных залежей и насыщенность угольных пластов метаном зависит от условий образования и залегания угольных пластов. Физико-молекулярная связь метана с углем прочная и разорвать эти связи достаточно сложно. И лишь только при взрывном разрушении угольного пласта, особенно в ближней зоне от заряда ВВ, происходит разрушение этих связей. Исследования показали, что при взрывании каменного угля образуется до 30% мельчайших пылевидных частиц, из которых выделяется основной объем метана. Из более крупных образований, например при разрушении угля рабочими органами комбайнов, в призабойную зону попадает метан, сосредоточенный в порах и трещинах,

но в любом случае, содержание его в шахтной атмосфере бывает достаточно высоким.

Условия образования угольных залежей таковы, что наиболее газоносные из них приходится на территорию нашей страны, где в каждой тонне угля заключено более 8 кг метана, что почти в два раза больше, чем в зарубежных странах. Газоносность угольных пластов оценивается количеством метана, содержащегося в е. жницах массы или объема угля или породы в природных условиях. С увеличением глубины залегания угольных пластов газоносность увеличивается. Но не всегда газоносность пластов угля зависит от глубины их залегания. Например, при меньшей глубине разработки месторождений, во многих случаях шахты Кузнецкого бассейна более газообильны, чем в Донецком бассейне, где глубина разработок значительно больше.

Метан – это один из основных парниковых газов, выброс которых в атмосферу вызывает ее загрязнение. Фактически содержание метана в атмосфере составляет 18% от всего количества парниковых газов. Кроме того, он в 25 раз токсичнее углекислого газа. Содержание метана в атмосфере быстро растет: за последние сто лет оно увеличилось вдвое. По наблюдениям ученых, его объем ежегодно увеличивается на 0,6% (объем углекислого газа – на 0,4%). В атмосфере метан существует в течение 11 лет (для сравнения: CO₂ – в течение 120 лет), поэтому сокращение уровней его выбросов даст немедленный положительный эффект на общее состояние атмосферы и климата в частности. Большое количество метана в атмосферу попадает при добыче каменного угля в шахтах. При его концентрации в воздухе 4-16% воздушная смесь в горных выработках становится взрывоопасной, поэтому для извлечения газа в шахтах используется мощное вентиляционное оборудование. Извлеченный метан в большинстве случаев выбрасывается в атмосферу. Например, в 1990 году выбросы в целом составили более 31 млрд м³ метана (в 2000 г. – 25 млрд м³), в шахтах было утилизировано в качестве источника энергии только 1,3 млрд м³. В мире существует большое количество шахт со значительными запасами метана, и его можно успешно утилизировать для использования в качестве энергоносителя, что будет способствовать также снижению эмиссии. По предварительной оценке, мировые запасы метана угольных пластов оцениваются в 260 трлн м³; наиболее значительные ресурсы сосредоточены в КНР, России, США, Австралии, ЮАР, Индии, Польше, Германии, Великобритании и Украине. Масштабная добыча метана ведется в США (в этой отрасли работает около 200 фирм), начаты работы по извлечению метана в Австралии, Китае, Канаде, Польше и Великобритании. В США за последние годы добыча метана достигла 1 млрд м³ в

год, составив 7% добычи природного газа страны. Здесь разработана и внедрена технология извлечения из угольных пластов до 80% содержащегося в них метана. Это достигается пневмо- и гидродинамическим (с помощью воды, пульпы или специальных растворов) воздействием на пласты, стимулирующим повышенную газоотдачу угля. Для утилизации шахтного метана разрабатываются также проекты электростанций на базе топливных элементов

Текущая дегазация разгружаемых от горного давления пластов является обязательной при разработке угольных пластов с высокой метанообильностью, когда средствами обычной вентиляции невозможно обеспечить нормативные параметры содержания метана в рудничной атмосфере.

Дегазация разрабатываемых пластов угля осуществляется при помощи скважин с применением гидроимпульсного воздействия на массив угля с целью повышения его проницаемости и газоотдачи. Для эффективной дегазации необходимо дорогостоящее оборудование, позволяющее пробуривать скважины глубиной до 500м, что и сдерживает внедрение таких технологий на российских шахтах. Тем не менее в Кузбассе ОАО «СУЭК-Кузбасс» освоил опыт адаптации западных технологий, используя буровую установку «Ramtrack» для бурения направленных скважин глубиной до 450-500м. [2]

Недостаточное использование дегазационных систем является одним из основных факторов, приводящим к авариям на российских шахтах. Ключевыми факторами также являются неправильная установка и неэффективная работа дегазационного оборудования, что приводит к снижению объемов кооптированного метана.

В случае эффективного выполнения рекомендаций Ростехнадзора и установки необходимого оборудования во всех шахтах, нуждающихся в дегазации, объемы извлечения метана могли бы возрасти до 35-40%, в Кузнецком бассейне и до 45-50% в Воркуте. На сегодняшний день дегазационными системами в среднем, из шахт извлекается около 25-30% метана.

С одной стороны, шахтный метан сродни природному газу обладает полезными свойствами горючего топлива, а с другой стороны, при попадании в атмосферу он наносит сильнейший урон экологии планеты [7]. Так в 2000г., например мировой выброс шахтного и вентиляционного газа составил 32 млрд. кубометров чистого метана, а по прогнозам к 2012г. выброс метана может возрасти до 51 млрд. кубометров.

В настоящее время, используя современные технологии для изучения шахтных пластов и проведения дегазационных работ, уголь-

ные компании могут добиться значительного увеличения количества капируемого метана в высоких концентрациях. Как правило, шахтный газ может использоваться в двигателях внутреннего сгорания или турбинах при содержании метана свыше 25% после предварительной очистки его от различных примесей.

Во многих странах существует ряд проектов, где шахтный метан используется для получения электроэнергии. Наибольшим опытом осуществления подобных проектов обладают Германия, Япония, Великобритания и США. За последние годы утилизация шахтного газа стала все больше применяться в Китае, России, Польше и Украине.

Библиографический список

1. Астахов С.А. Утилизация шахтного газа // Уголь.- 2006.- № 08. – С.9 – 13.
2. Безфлюг В.А. Опыт утилизации шахтного метана в ФРГ и возможности его утилизации в России // Уголь.-2006.- № 08. – С.31 – 38.
3. Материалы сайта <http://www.uglemet.ru>
4. Материалы сайта <http://www.methane.ru>
5. Материалы сайта <http://www.fire-egupmet.com>
6. Материалы сайта <http://shps.ru/>
7. Материалы сайта <http://elplanet.ru>



УДК 662. 641: 634. 0. 332

КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕСУРСОВ ТОРФЯНОЙ ЗАЛЕЖИ

Жигульская А.И., Яконовская Т.Б.

Тверской государственный технический университет, г.Тверь, Россия

Технологические схемы разработки торфяных месторождений и ремонта полей добычи, включающие операции сводки кустарников и мелколесья, корчевки и вывозки пня, сплошного глубокого фрезерования залежи, представлены и рассмотрены с учетом предлагаемых вариантов комплексного использования ресурсов торфяной залежи, усовершенствования и модернизации используемого оборудования.

В современных экономических условиях основой инновационного развития экономики любого региона России является комплексное и рациональное использование имеющихся природных ресурсов.

Среди природных ресурсов, требующих комплексного подхода к изучению и освоению, торф, очёсный слой торфяных залежей, погребённая древесина и продукты лесопереработки занимают особое место по разнообразию состава и свойств, наличию широкого класса

химических веществ и соединений, что позволяет получать много различных видов продукции на их основе. Широкая география торфяных месторождений, сравнительно высокая степень доступности, экологическая чистота и ценность таких ресурсов являются побудительными мотивами повышенного интереса к их освоению во многих регионах страны и за ее пределами.

В современных экономических условиях одним из главных компонентов формирования технологической и инвестиционной региональной политики в России является комплексное и эффективное использование торфяных и сопутствующих торфяной залежи ресурсов, перевод торфяной отрасли из добывающей в добывающе-перерабатывающую.

Торфяные ресурсы находят применение во многих сферах жизни человека. Из торфа и сопутствующих компонентов торфяной залежи производится более 50 видов продукции для многих отраслей промышленности и сельского хозяйства.

Разнообразие торфа по составу и свойствам позволяет использовать его для производства различной продукции [1]. Выделяют следующие виды запасов торфа, классифицируя его в соответствии с номенклатурой продукции и освоенной технологией ее производства:

- для производства традиционных видов продукции: топлива, минерально-органических удобрений, торфяной подстилки;
- для производства продуктов комплексной переработки торфа: композиционных материалов на торфяной основе (торфяные горшочки, изоляционные строительные торфоплиты, сорбенты и т.д.).

Однако, следует отметить, что торфяные залежи, пригодные к промышленной эксплуатации, отличаются друг от друга по ряду качественных признаков например, тип торфа, степень разложения торфа, пнистость, засоренность минеральными включениями, зольность и т.д. По этим показателям можно классифицировать торфяное сырье как:

- 1) низинное, верховое и т.д.;
- 2) малой (до 20%), средней (от 20 до 35%), высокой (свыше 35%) степени разложения;
- 3) малопнистая залежь (до 0,5%), среднепнистая залежь (от 0,5 до 1,0%), высокопнистая залежь (то 1,0 до 2,0%) сверхпнистая залежь (свыше 2,0%);
- 4) с малой или высокой долей засорения минеральными включениями и т.д.

Сочетание качественных признаков торфяного месторождения позволяет использовать его ресурсы для выпуска различного набора торфопродукции, что позволит предприятиям формировать ассорти-

мент уже на начальных стадиях проектирования торфодобывающего и торфоперерабатывающего производства. Расширение спектра использования торфяных ресурсов, рост интереса инвестиционных компаний и других бизнес-структур к их освоению определяет уровень требований, предъявляемых к содержанию торфяных фондов, технологиям добычи и переработки торфяного сырья, технологическому уровню оборудования.

В настоящее время известны три основные технологии разработки торфяных месторождений, позволяющие комплексно использовать ресурсы торфяной залежи с дальнейшей их переработкой [2]. Выбор той или иной технологии разработки торфяных месторождений зависит от характера поверхности, растительного лесного покрова, характеристики торфяной залежи (степень разложения и пнистость). Причем в качестве основного признака характеристики торфяного месторождения принята степень облесенности, т.е. характер древесной и кустарниковой растительности.

В качестве недостатка первой технологии следует отметить то, что порубочные древесные остатки (сучья и пни) вывозятся за пределы торфяного месторождения и сжигаются.

Недостатком второй технологии является то, что поверхность торфяной залежи сильно засоряется мелкими древесными остатками и тем самым ухудшаются технико-производственные показатели технологий последующей добычи торфа (особенно с пневматическим принципом сбора торфяной крошки). Возникают сложности в отделении налипшего торфа от пней и очеса.

К достоинствам третьей технологии следует отнести: небольшое число технологических операций и оборудования, невысокая стоимость 1 га подготовленной поверхности торфяной залежи, хорошее качество выполняемых работ. В качестве недостатка третьей технологии следует отметить высокую засоренность торфа, что не позволяет в дальнейшем добывать и использовать торф и торфяную продукцию в традиционных целях (топливо, удобрения). Однако, применение такой технологии подготовки торфяного месторождения целесообразно для торфа низкой степени разложения, который в дальнейшем подвергается переработке. Здесь следует отметить, что за рубежом (в европейских странах) торф низкой степени разложения пользуется высоким спросом из-за возможности получения широкого спектра сельскохозяйственной продукции посредством его переработки.

С повышением доли добычи торфа, поступающего на переработку (в том числе, глубокая переработка по новейшим технологиям), связаны темпы роста производительности труда, выпуска товарной

продукции нового качества и ассортимента, а также рентабельность торфяного производства. В настоящее время, во многих регионах России, идет поиск перспективных направлений подъема торфяной отрасли, который справедливо связывают с переводом ее из торфодобывающей в торфоперерабатывающую, что позволит комплексно использовать ресурсы торфяной залежи.

Библиографический список

1. Концепция рационального использования торфяных ресурсов России (проект) / по ред. Л.И. Инишевой. – Томск: ТГУ, 2000. с. 60
2. Миронов В.А. Торфяные ресурсы Тверской области (рациональное использование и охрана) [Текст]: монография / В.А. Миронов, Ю.Н. Женихов, В.И. Суворов, В.В. Панов. Тверь: ТГТУ, 2006. 72 с.
3. Сергеев Ф.Г. Подготовка торфяных месторождений к эксплуатации и ремонт производственных площадей. Учеб. Пособие для вузов. – М.: Недра, 1985. с. 256



УДК 632. 232

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА САМОРАЗОГРЕВАНИЯ ТОРФА ПРИ ВЛИЯНИИ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ

Жигульский М.А.

Тверской государственный технический университет, г.Тверь, Россия

Проблема борьбы с торфяными и лесными пожарами не может быть решена без разработки методики прогнозирования процесса саморазогревания фрезерного торфа, с рассмотрением влияния многочисленных факторов на интенсивность развития температуры внутри штабелей торфа.

Известно, что на процесс саморазогревания торфа в штабелях влияют многочисленные факторы и оценить их влияние на интенсивность развития температуры весьма целесообразно. И все же прогнозирование этого процесса в штабелях опасной категории вызывает повышенный интерес для производителей и в первую очередь начальников участков, в обязанности, которых входит постоянный контроль за температурой внутри штабелей торфа.

В полевых условиях осуществляется контроль в штабелях по определенной методике в соответствии с технологическим регламентом.

$$C = f(R; t; V; Q) \quad (1)$$

Сложность задачи заключается в том, что каждый из рассматриваемых факторов (R ; t ; V ; Q) существенно изменяется в течение суток и тем более в период сезона добычи и хранения. Этот факт должен быть учтен при составлении имитационной модели процесса.

С этой целью в работе проанализированы данные приведенные в “Справочнике по торфу” (стр. 222) Деревым А.Ф. и получены зависимости изменения рассматриваемых параметров во времени для Владимирской и Московской областей.

Анализ параметров по этим областям произведен на основании того, что здесь залегают торфяники, в большей мере относящиеся к опасной категории саморазогревания и самовозгорания. Полученные данные достаточно хорошо согласуются с результатами, полученными В.М. Шпыневым для Мезиновского торфопредприятия.

Под имитационной моделью понимается применение специального численного метода (метод Монте – Карло), с помощью которого имитируются элементарные явления, составляющие исследуемый процесс. То есть этот метод базируется на использовании случайных величин с заданным законом распределения.

Сущность данного метода состоит в том, что процесс имитируется с помощью арифметических и логических операций в той последовательности элементарных актов, которая характерна для моделируемого процесса.

При этом в качестве математической модели функционирования системы выступает моделирующий алгоритм, в соответствии с которым в ЭВМ вырабатывается информация, описывающая элементарные явления исследуемого процесса с их взаимного влияния.

Для создания имитационной модели процесса саморазогревания торфа в штабеле и установления связи между параметрами потребовалось провести изучение ретроспективной информации по конкретному торфопредприятию и участку, что позволило получить математическую модель этого процесса.

Библиографический список

1. В.М.Шпынев Саморазогревание торфа и внешние факторы. Ж. Торфяная промышленность. №12, 1983.
2. Гаврильчик А.П. Предохранение фрезерного торфа от саморазогревания и самовозгорания. Ж. Торфяная промышленность. №1, 1983.
3. Михайлов А.В., Селеннов К.Г. Торфяная промышленность России. Ж. Горное оборудование и электромеханика. №9, 2009.



УДК 504.4.054

ФОРМИРОВАНИЕ ТЕХНОГЕННЫХ ГИДРОХИМИЧЕСКИХ АНОМАЛИЙ В ЗОНЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ОАО «КОВДОРСКИЙ ГОК»

Петрова В.А.

Научный руководитель Пашкевич М.А.,

*Санкт-Петербургский государственный горный университет,
г. Санкт-Петербург, Россия*

Деятельность ОАО «Ковдорский ГОК» оказывает негативное воздействие на окружающую природную среду, в частности на состояние поверхностных вод. Результаты гидрохимического анализа отобранных проб воды позволили дать оценку оказываемой техногенной нагрузке и основу для модернизации программы мониторинга поверхностных вод с целью разработки более эффективной системы очистки сточных вод.

В настоящее время обширные территории, подверженные негативному воздействию крупных горнопромышленных предприятий России, являются зонами техногенных аномалий.

В данной работе объектом исследования стали поверхностные воды, подверженные техногенной нагрузке в результате деятельности производственных объектов ОАО «Ковдорский ГОК». Горно-обогатительное предприятие ОАО «Ковдорский ГОК» работает на Ковдорском месторождении комплексных бадделейт-апатит-магнетитовых руд на юго-западе Кольского полуострова Ковдорского района. Каждая из стадий производства концентратов, а именно: добыча, дробление, обогащение руды, размещение отходов, вносит свой вклад в ухудшение качественных и количественных характеристик поверхностных вод. По имеющимся данным, ежегодный сброс недостаточно очищенных и неочищенных сточных вод на предприятии составляет порядка 50 млн. м³. Основной целью данной работы является разработка действенных мероприятий по минимизации негативных последствий техногенного загрязнения поверхностных вод.

В ходе экспедиции, проведенной в полевой сезон 2011 года на территориях, подверженных негативному воздействию деятельности комбината, был отобран основной материал в виде проб воды. Пробы воды отбирались в озере Ковдор, в реке Можель, в реке Верхняя Ковдора. Все вышеперечисленные водные объекты испытывают непосредственную нагрузку от деятельности комбината, то есть в них осуществляется сброс сточных вод. Также пробы отбирались в реке Нижняя

Ковдора. Данный водный объект является показателем суммарного воздействия комбината на гидросферу, так как в него впадают все водотоки, в которые производится сброс сточных вод и которые проходят по территории промышленной площадки.

Отбор проб на водотоках производился на фоновых участках (на расстоянии 1 км выше источника загрязнения), в местах достаточно полного смешения сточных вод с водами водотока и не далее 0,5 км от места сброса сточных вод. На водоеме с интенсивным водообменом отбор проб производился в трех створах. Один створ был расположен вне зоны влияния источника загрязнения, второй – на расстоянии 0,5 км от места сброса и третий – непосредственно за границей загрязнения. Пробы были отобраны в соответствии с ГОСТ Р 51592-2000 "Вода. Общие требования к отбору проб". Анализ отобранных проб был произведен в современной лаборатории экологического мониторинга Санкт-Петербургского государственного горного университета. При исследовании отобранного материала были использованы методы атомно-абсорбционной спектроскопии и ионообменной хроматографии. Обобщенные результаты анализа представлены в таблице 1.

Таблица 1

Гидрохимические показатели, отражающие современное состояние водных объектов, испытывающих воздействие ОАО «Ковдорский ГОК»

Название объекта	Cu^{2+} , мг/л	Ni^{2+} , мг/л	Mn^{2+} , мг/л	Al^{3+} , мг/л	Fe^{3+} , мг/л
река В.Ковдора	0,433	0,579	0,065	0,617	4,262
озеро Ковдору	0,302	0,173	0,069	0,548	2,589
отстойник карьерных вод	0,359	0,626	0,147	0,401	2,991
отстойник хвостохранилища	0,443	0,163	0,343	0,684	5,344
река Можель	0,351	0,203	0,146	0,487	1,249
река Н.Ковдора	0,503	0,134	0,085	0,324	0,877
ПДК _{р.х.}	0,001	0,01	0,01	0,04	0,1

Полученные результаты свидетельствуют о наличии аномально высоких значений концентраций загрязнителей. Так, наблюдается превышение значения предельно допустимой концентрации (ПДК_{р.х.}) меди в 220-500 раз, никеля в 13-60 раз, марганца в 3-35 раз, алюминия в 8-17 раз, железа 8-53 раз. Учитывая чрезвычайную уязвимость и слабую способность водных объектов к самоочищению в условиях севера, можно говорить о том, что данная территория является зоной экологической катастрофы.

Тем не менее, до настоящего времени систематической оценки состояния поверхностных вод, с точки зрения функционирования пресноводных экосистем, не производилось. Комплексной экологотоксикологической оценки последствий техногенного загрязнения поверхностных вод района также не проводилось. Как следствие – отсутствие необходимой программы мониторинга поверхностных вод и малоэффективные природоохранные мероприятия по снижению техногенной нагрузки на окружающую природную среду.

Результаты данной работы позволяют:

- дать полную характеристику качественного и количественного состава сбрасываемых сточных вод, а также источников их поступления;
- разработать проблемно-ориентированный мониторинг изучаемых водных объектов для оценки изменения компонентов сточных вод в пространстве и во времени;
- применить все вышеперечисленные результаты работы при разработке более эффективной системы очистки сточных вод.

Библиографический список

1. Моисеенко Т.И., Яковлев В.А. Антропогенные преобразования водных экосистем Кольского Севера. – Л.: Наука, 1990. – 220 с.
2. Пашкевич М.А. Техногенные массивы и их воздействие на окружающую среду. – СПб.: СПГИ, 2000. – 230 с.



УДК 622.258

АНАЛИЗ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ОБНАЖЁННОГО ВМЕЩАЮЩЕГО МАССИВА В ПРИЗАБОЙНОЙ ЗОНЕ ВЕРТИКАЛЬНОГО СТВОЛА В СРЕДЕ «PLAXIS 3D»

Сидоренко В.А.

Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург, Россия

В целях оценки устойчивости обнажения массива горных пород в призабойной зоне вертикального ствола проводится геомеханический анализ трёхмерной постановки. Для анализа используется численный метод конечных элементов. В качестве инструмента решения выбрана программа геомеханического расчёта «Plaxis 3D».

Производство горных работ сопровождается нарушением начального напряженного состояния породных массивов. Горные работы

всегда связаны с образованием выработанных пространств в породном массиве или горных выработок. Окружающие выработку горные породы перемещаются в сторону выработанного пространства, причем величина этих перемещений тем больше, чем ближе горные породы расположены к породному обнажению, т. е. вмещающий горную выработку породный массив деформируется. Деформации растяжения в направлении выработки (в «радиальном» направлении) сопровождаются деформациями сжатия во взаимно перпендикулярных направлениях (в «окружном» и «продольном» направлениях), которые обычно совпадают с направлениями очертания контура выработки. Возникающие вокруг выработки деформации растяжения и сжатия горных пород определяют появление соответствующих по знаку и величине дополнительных напряжений, которые искажают или нарушают начальное напряженное состояние породных массивов.

Оценка напряженно-деформированного состояния массива в призабойной зоне вертикального ствола должна выполняться в трёхмерной постановке. Поскольку аналитическое решение данной задачи связано с большими трудностями, анализ напряжённо-деформированного состояния рассматриваемого объекта выполнен методом конечных элементов в среде «Plaxis 3D».

Постановка задачи:

Определить максимальное расстояние призабойной обнажённой части ствола с глубины 500 м относительно дневной поверхности, путём поэтапного углубления ствола на 1 м до достижения допустимых смещений.

Исходные данные: диаметр ствола 5 м; материал крепи – бетон (удельный вес 50 кН/м^3 , модуль упругости $3 \cdot 10^7 \text{ кН/м}^2$, коэффициент Пуассона 0,15); толщина крепи 0,3 м, предельные смещения 20 мм.

Горные породы (среда Кулона-Мора) и их характеристики:

– наносы: мощность 60 м, удельный вес выше уровня грунтовых вод 17 кН/м^3 , удельный вес ниже уровня грунтовых вод 20 кН/м^3 , модуль деформации $4,3 \cdot 10^4 \text{ кН/м}^2$, сцепление 1 кН/м^2 , угол внутреннего трения 34° , угол дилатансии 4° ;

– скальный массив: удельный вес 27 кН/м^3 , модуль деформации $3 \cdot 10^7 \text{ кН/м}^2$, коэффициент Пуассона 0,3, сцепление 15 кН/м^2 , угол внутреннего трения 30° .

– уровень грунтовых вод минус 5 м,

Ход решения:

Для расчёта задачи в программе «Plaxis 3D» выстраивается трёхмерная модель объекта, путём задания области размещения модели и начальных инженерно-геологических условий (рис. 1).

Вся модель разделена на определённую симметричную относительно центра сеть, которая моделирует единицы конечных элементов (рис. 2).

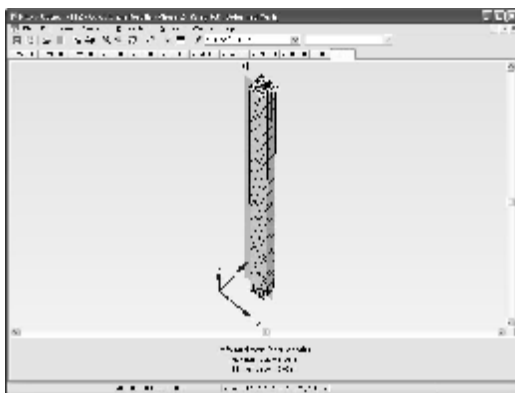


Рис. 1. Трёхмерная модель объекта

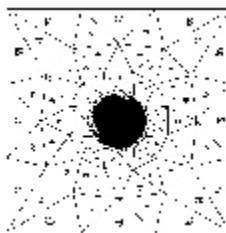


Рис. 2. Разделение трёхмерной модели на симметричную сеть (в сечении ствола)

После задания начальных условий программа формирует деформационную сеть (рис. 3, а), линии действия смещений (рис. 3, б) и устанавливает количественные значения смещений, отображаемых в виде зон с различными цветовыми оттенками.

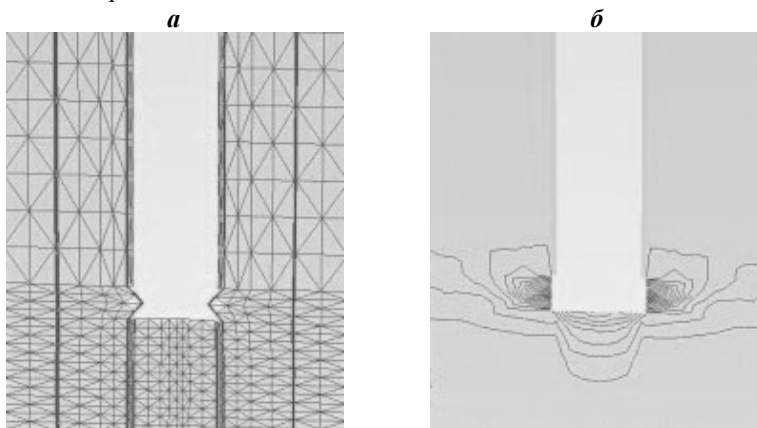


Рис. 3. Деформационная сеть (а); линии действия смещений (б)

По результатам расчёта первой фазы (при уходе забоя на 1 м) максимальные смещения стен в обнажённой части ствола не превышают заданных предельных смещений.

Последовательно увеличивая уходку забоя с шагом 1 м производятся повторные расчёты напряжённо-деформированного состояния, причём на каждой фазе найденные смещения сопоставляются с предельно допустимыми. При высоте обнажённого участка 3 м (3-я фаза) смещения обнажения составят в стенах 18 мм, в забое – 9 мм (рис. 4).



Рис. 4. Смещения в призабойной зоне ствола

Напряжения в бетонной крепи в рассматриваемой геомеханической ситуации, показанной на рис. 4, отображены на рис. 5.



Рис. 5. Напряжения в бетонной крепи

Таким образом, в результате выполненного моделирования установлено: максимальная высота обнажённой зоны в забое ствола глу-

биной 500 м составляет 3 м. Дальнейшая проходка ствола без крепления или увеличение уходки проходческого цикла приведут к обрушению вмещающих пород.

Приведённая численная методика геомеханического анализа может рассматриваться как дополнение к существующим аналитическим и инженерным методам оценки напряженно-деформированного состояния массива в обнажённой призабойной зоне вертикального ствола.

Библиографический список

1. Воронцов Г.В., Резниченко А.И., Нечаев Л.Б. Расчет напряженно-деформированного состояния конструкций по методу конечных элементов. – Новочеркасск: НГТУ, 1994. 119 с.
2. Булычев Н.С. Механика подземных сооружений. М.: Недра, 1994. 382 с.
3. Plaxis 3D Tunnel. Учебное пособие. Версия 2.



УДК 622.17 : 622.156 : 004.42

АЛГОРИТМ ВЫБОРА ВАРИАНТОВ ТЕХНОЛОГИЙ ПЕРЕРАБОТКИ УГЛЕОТХОДОВ

Приходченко В.Л., Приходченко С.Д., Слащев А.И.
*Институт геотехнической механики НАН Украины,
«Национальный горный университет»,
г. Днепрпетровск, Украина,*

Приведены результаты исследований по разработке методологии, структурного алгоритма и программного обеспечения для оценки параметров технологий переработки углеотходов.

Наибольшие запасы топливных ресурсов Украины – угольные, добыча которых осуществляется на больших глубинах в сложных горно-геологических, горнотехнических и взрывоопасных условиях, что ставит вопрос об экономической целесообразности его добычи. Тяжелые условия разработки угольных месторождений обуславливают необходимость поиска альтернативных источников энергии.

Шламохранилища и терриконы углепородных смесей с содержанием золы и серы значительно выше допустимых норм оказывают всестороннее негативное воздействие на окружающую среду, загрязняя атмосферу, гидросферу и почву, создавая угрозу возникновения

масштабных экологических катастроф. С другой стороны, хранилища углеотходов представляют собой техногенные месторождения на поверхности земли, которые удобны для разработки и получения энергетического сырья.

Пиролиз углеотходов является одним из эффективных способов их переработки. В результате термодеструкции угольная масса распадается на жидкие, газообразные и твердые продукты. Экспериментами ИГТМ НАНУ выявлена возможность получения энергетического газа объемом до 220 м³/т с высокой теплотой сгорания в режиме коксования шламов, исследован состав газа, изучены перспективы его применения [1]. Однако максимальным по объему продуктом термодеструкции углеотходов является твердый остаток, утилизация которого возможна в строительной отрасли с учетом требований, предъявляемых конкретной технологией с целью получения определенного продукта с заранее заданными свойствами. Исследования позволили более полно раскрыть механизм термической переработки шламов и некондиционного угля с учетом свойств их органической и минеральной составляющих [2, 3]. Вместе с тем, максимальной эффективности переработки можно достичь путем обоснования наиболее подходящих для данных условий параметров технологий производства. Поэтому целью работы является разработка методологии, структурного алгоритма и программного обеспечения оценки параметров технологий переработки углеотходов.

Исследования показали, что в состав шламов Червоноградской ЦОФ входит 30-37 % органических веществ (углефицированный детрит, угольная пыль), 61-68 % золы и 2-2,2 % серы. Глинистых частиц выявлено от 10 % до 70%. Соотношение основных минералов следующее: гидрослюда – 40 %, каолинит – 20 %, силикаты – 23 %, хлорит – 17 %. Получены зависимости изменения скорости и содержания химических компонентов в золе от режимов пиролиза. Проанализированы выходы твердого остатка углей различного состава и шламов при разной температуре нагрева в режимах полукоксования, коксования и плазменного сжигания. Установлены связи между параметрами процесса термодеструкции и параметрами технологии получения твердого остатка с заданными химическими показателями, которые отвечают наиболее перспективным направлениям использования углеотходов.

Перспективным направлением дальнейших научных исследований является обоснование вариантов построения промышленных модулей энерготехнологических комплексов (ЭТК). Однако, выбор их компоновки весьма затруднен в связи с изменчивостью химико-структурного состава исходного сырья и получаемых материалов, зна-

чительным количеством способов первичной обработки и параметров промежуточных процессов, многовариантностью возможных результирующих продуктов и других изначально неопределенных данных. Кроме того, необходимо оценивать как можно большее количество вариантов, из которых в результате анализа должен быть выбран наилучший.

Предложена методология оценки вариантов ЭТК, позволяющая применить установленные закономерности изменения свойств исходных компонентов органоминерального продукта при его термодеструкции к вполне определенной технологии получения твердого остатка с заданными химическими показателями, которые, в свою очередь, регламентируются нормативно-техническими документами на строительные материалы. При определении взаимосвязей отдельных процессов переработки и планируемой компоновки ЭТК используется принцип наследования параметров каждого технологического модуля, который заключается в том, что наиболее эффективные технологии переработки и их параметры, полученные после предыдущего технологического цикла, являются исходными данными для последующего этапа проектирования. Каждый технологический цикл анализируется отдельно путем оценки многофакторных связей между параметрами в системе «свойства исходного сырья – параметры технологии – свойства конечных продуктов».

Алгоритм программы, реализующей методологию компоновки ЭТК, основан на разделении систем ввода, вывода, редактирования и анализа данных на структурные блоки, которые имеют собственные интерфейсы и элементы управления. Первый и третий блоки служат для ввода и корректировки оператором исходных параметров исследуемого материала, который является сырьем для наиболее предпочтительного технологического цикла переработки, и параметров, полученных в результате данного процесса. Второй блок содержит редактируемую базу данных нормативно-технических документов, регламентирующих возможные варианты практического использования получаемой продукции, а также ограничения и нормативные требования на параметры выбранной технологии. Четвертый и пятый блоки включают алгоритмы запросов поиска в базах данных необходимой документации, анализа найденной информации и сопоставления нормативных данных со значениями параметров, определяемых пользователем. Шестой блок результатов поиска и анализа данных сгруппирован по двум направлениям. Первое включает список строительных и других материалов, которые можно непосредственно получить на данном этапе технологического цикла с указанием их наименований, параметров

технологии переработки и способов контроля получаемых материалов (например, температуры, остатка на сите, прочности и др.), наименований регламентирующих данную технологию нормативных документов. Второе направление включает список материалов, для производства которых требуется дальнейшая переработка или не хватает исходной информации по свойствам сырья с указанием наименования предполагаемого материала, неудовлетворяющих нормативным требованиям или недостающих параметров, а также списка возможных путей дальнейшей переработки. Этот блок алгоритма помогает оценить разные варианты компоновки ЭТК с получением сведений о предполагаемом конечном продукте.

Алгоритм реализован в программе «Перспектива», которая состоит из векторов классов и алгоритмов их обработки. Можно выделить четыре основных класса: `standard` – используется для класса `Material` и хранит в себе названия нормативных документов и данные по их местонахождению; `properties` – используется для хранения физико-химических свойств и других параметров; `quantity` – указывает, в каком соотношении физико-химические и другие показатели находятся в исследуемом материале; `material` – хранит название и описание материалов. Каждый из перечисленных классов имеет форму для редактирования.

Программа «Перспектива» удобна и проста в применении, так как окна для заполнения физико-химических параметров углеотходов и нормативных документов, а также оценки возможной технологии переработки созданы интерактивными и привычными для пользователя. Для интерактивного взаимодействия пользователя с программой разработаны три пользовательских элемента управления, которые позволяют: манипулировать вектором программных классов, привязывать формы редактирования классов к массивам данных, получать из одного вектора классов другой вектор, что необходимо для корректного ввода и корректировки исходных данных.

База нормативных ограничений и требований к сырью и материалам заполняется оператором, рис. 1. Пользователь заполняет подписанные окна, для увеличения скорости заполнения при вводе параметров предоставляется ряд сервисных функций. В каждом конкретном случае для анализа того или иного процесса пользователь имеет возможность выбора соответствующих нормативных документов и типов параметров.

Предложенная программа удобна и для первичной обработки данных. Она дает возможность проводить анализ параметров с учетом их рейтинга по степени важности компонентов исходного сырья. На-

пример, при рассмотрении применения углеотходов в строительстве в первую очередь рассматривается содержание углерода, серы и далее. Такой подход, при необходимости, сужает круг исследований, но при этом концентрирует внимание на основных показателях.

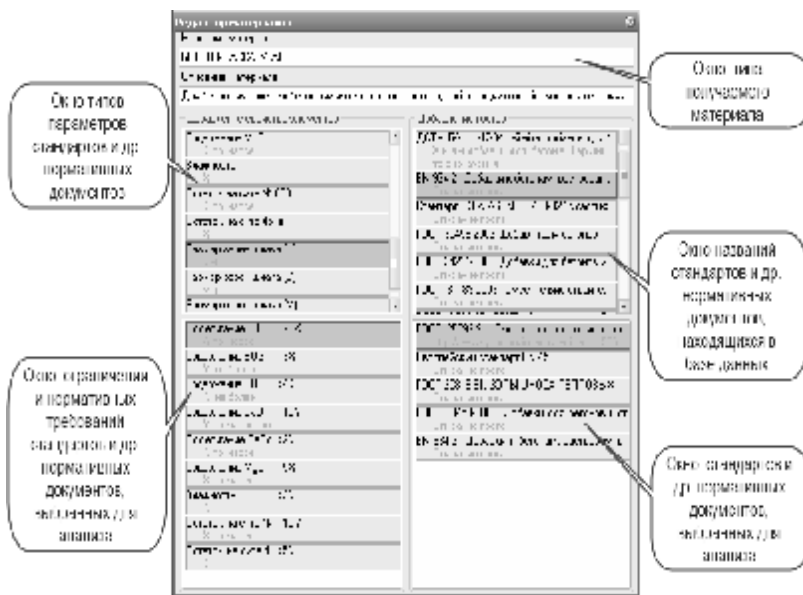


Рис. 1. Окно выбора из базы данных нормируемых параметров

Таким образом, предложена методология оценки технологических вариантов компоновки энерготехнологических комплексов по утилизации углеотходов, которая учитывает закономерности изменения свойств компонентов исходного сырья и использует принцип наследования выходных параметров предыдущего модуля, а также проведение нормативно-технической проверки характеристик промежуточных и готовых продуктов переработки.

Разработан алгоритм и научная программа с современной и удобной визуализацией результатов расчетов, которая дает возможность: оперативно проводить сравнительный анализ широкого спектра нормативных требований и технологических ограничений по физико-химическим составам углеотходов и другим параметрам, выполнять автоматический поиск рациональных решений по их переработке; интерактивно дополнять и корректировать базы данных нормативно-технической документации.

Библиографический список

1. Решение проблем экологической безопасности шламохранилищ углебогатительных предприятий / В.Л. Приходченко, Е.А. Слащева, В.Я. Осенний и др. // *Строительство, материаловедение, машиностроение*. // Сб. науч. тр. – Днепропетровск: ГВУЗ ПГАСА, 2010. – Вып. 52. в 2-х ч. – С. 81-85.
2. Исследовать и установить параметры способов термической переработки шламов и некондиционного угля для разработки энерготехнологического комплекса по их утилизации: Отчёт о НИР (заключит.) / ИГТМ им. Н.С. Полякова НАН Украины; рук. Булат А.Ф.; исполн. Курносоев А.Т. [и др.]. – Днепропетровск, 2010. – 255 с. – № ГР 0107U002003.
3. Результаты исследования термодеструкции низкосортных углей и угольных шламов / В.Л. Приходченко, Е.А. Слащева, В.Я. Осенний, Н.В. Коваль // *Геотехническая механика*. – Днепропетровск: ИГТМ НАНУ, 2010. – Вып. 85. – С. 154-160.



УДК: 622.33.013.36

РАЦИОНАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОТРАБОТКИ ОСТАТОЧНЫХ ЗАПАСОВ УГОЛЬНЫХ ШАХТ КУЗБАССА

Цибасев С.С.

Научный руководитель Масаев Ю.А.

*Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово, Россия*

Значительная часть пологих и наклонных угольных пластов Кузбасса характеризуется сложными условиями залегания. Оработка этих участков длинными очистными забоями с использованием механизированных комплексов является неэффективной. По данным ВНИИ, к низкотехнологичным отнесено до 40% запасов угля. Поэтому, важной задачей является разработка и реализация технологических решений, обеспечивающих эффективную и безопасную оработку остаточных запасов.

На действующих шахтах России область рационального применения эффективных технологий выборочной отработки пластов ограничена следующими основными горно-геологическими и горнотехническими условиями: угол падения пласта 0-25°, вынимаемая мощность пласта 1,3-4,5 м, глубина разработки до 600 м, длина выемочных полей 2-4 км, длина очистного забоя до 300 м и, зачастую, правильная геометрическая форма участка пласта. Однако, значительная часть высокоценных углей так и остается под землей, вследствие несоответствия вышеописанным параметрам. Небольшие размеры, сложная геометрия

ческая форма, нарушенность и изменчивость мощности пласта делают отработку таких участков сложнореализуемой в контексте отработки их длинными КМЗ. Установлено, что в связи с внедрением технологии выборочной отработки участков угольных пластов в пределах шахтных полей в последние 10-15 лет коэффициент извлечения балансовых запасов угля снизился с 70-75 до 47-60 % [1]. Соответственно возрастает в пределах горных отводов действующих шахт доля остаточных балансовых запасов угля: в подработанных угольных пластах, в зонах геологических нарушений, под затопленными водой выработками, под действующими эндогенными пожарами, в участках угольных пластов сложной геометрической формы. Одним из основных направлений повышения эффективности угольной отрасли является переход на новые технологии отработки остаточных запасов угля посредством использования и модернизации инфраструктуры действующих шахт.

Остаточные запасы – это запасы полезного ископаемого, которые были не отработаны по причинам безопасности, экономической нецелесообразности, сложной геометрической формы, отсутствия нужного оборудования или по другим причинам.

Для разработки каких-либо технологических решений необходимо, прежде всего, учесть многообразие участков остаточных запасов угля. Поэтому очень важно комплексно подойти к классификации и систематизации этих участков. Главным классификационным признаком выступили условия происхождения участков остаточных запасов. Все характерные участки были разделены на две группы: природные и техногенные типы остаточных запасов (рис. 1)

Для практического подтверждения многообразия участков и свойств залегания остаточных запасов были проанализированы запасы 5 действующих шахт ОАО «СУЭК –Кузбасс». Анализу подверглись шахты: Полысаевская, Октябрьская, Комсомолец, Талдинская–Западная и шахты им. 7 Ноября. На основе проведенного анализа, можно сделать вывод, что в целиках различного назначения и оставленных участках сосредоточены значительные запасы высокоценных углей. Пласт «Байкаимский», разрабатываемый шахтой «им. 7 Ноября» является отличным примером сочетания значительных остаточных запасов как техногенного, так и природного типов. Мощность пласта составляет 4,65 м. Зольность разрабатываемой части – 21,8%. Пласт «Байкаимский» в пределах шахтного поля шахты «им. 7 Ноября» содержит в целиках до 50 млн. т. угля марки «Г». В юго-западной части пласта имеется участок окисленного угля, который отделяется блоком целиков с запасами около 6 млн.т. площади. Запасы, занимаемые охранными целиками под железную дорогу Новосибирск–Новокузнецк

и р. Иня, составляют 14 млн.т. и 21 млн.т. соответственно. В целике под отстойником шахтных вод сосредоточено около 3,8 млн. т. Общие запасы, сосредоточенные в целиках шахты «им. 7 Ноября», к которым имеется доступ, оцениваются в 9 млн. т. [2]

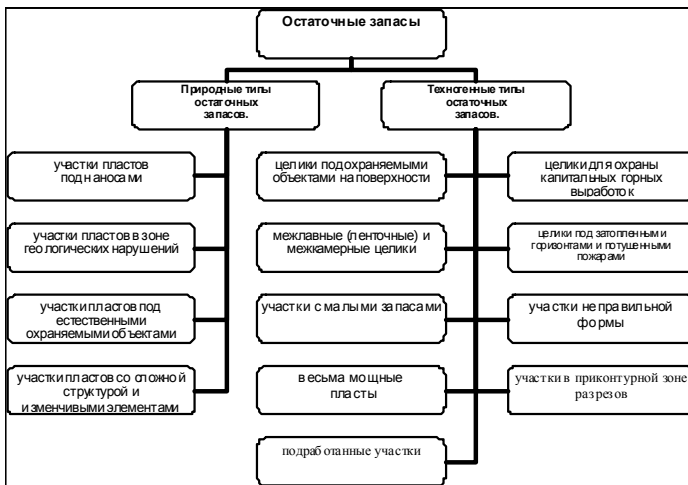


Рис. 1. Типы участков пластов с остаточными запасами угля

Запасы, оставленные в целиках различного назначения, в условиях шахты им. В.И. Ленина на юге Кузбасса оцениваются в 15 млн. т., в условиях шахты Томская около 4 млн. т. угля [1]. Результаты анализа остаточных запасов рассматриваемых шахт наглядно представлены на рис. 2.

Как можно заметить, большинство участков остаточных запасов содержат целики под охраняемыми объектами (43,7 млн. т.). Они представлены как техногенными типами, так и природными. В участках неправильной формы или обладающими сложными элементами залегания, сосредоточено почти 18,5 млн. т.

Рациональная отработка этих участков позволит продлить срок эксплуатации тех шахт, балансовые запасы которых подходят к концу; обеспечить соблюдение возросших требований по охране окружающей среды; более полно извлекать полезное ископаемое; понизить показатель себестоимости угля и повысить общую добычу угля по шахте.

Анализируя зарубежный и отечественный опыт отработки участков угольных пластов сложной геометрической формы [3], со сложными условиями разработки, можно выделить 6 основных технологических схем:

1. система разработки длинными столбами с полным обрушением пород кровли в коротких лавах;
2. система разработки короткими столбами;
3. гидродобыча;
4. бурошнековая выемка;
5. технологии отработки запасов в приконтурной зоне разрезов;
6. технологии роботизированной выемки без присутствия людей.

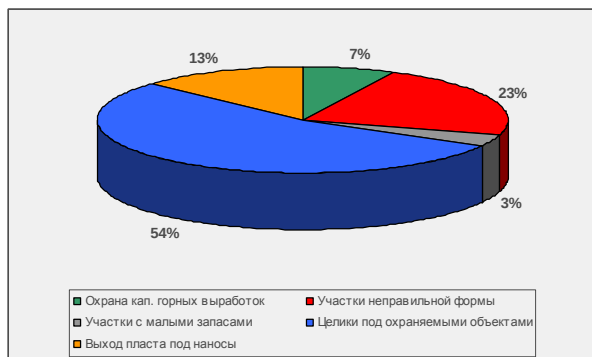


Рис. 2. Распределение участков остаточных запасов угля

Применительно к условиям шахт Кузбасса, предлагается использование систем разработки длинными столбами в коротких лавах и разработка участков короткими столбами.

В настоящее время запасы шахтного поля шахты «им. 7 Ноября», входящей в ОАО «СУЭК-Кузбасс» весьма ограничены. Значительная часть запасов сосредоточена в целиках и оставленных участках. Поэтому, рассмотрение шахтного поля шахты «им. 7 Ноября», с точки зрения применения технологий отработки остаточных запасов, является одной из наиболее актуальных задач планирования горных работ и стратегии развития шахты. Для повышения полноты выемки запасов и поддержания производственной мощности на уровне 3 млн.т. угля в год предлагается отработка участков остаточных запасов по трем схемам:

- разработка длинными столбами в коротких ОЗ;
- технологическая схема камерной отработки с разделением на два слоя;
- технологическая схема с опережающей камерой и двухсторонними заходками

В качестве участка, наиболее благоприятного для отработки

предложенными схемами, был выбран блок №4 по пласту «Байкаим-скому» (рис. 3).



Рис. 3. Блок №4 остаточных запасов шахты «им. 7 Ноября»

Размеры блока составляют 1250х350х100х300х900м. Запасы угля в блоке составляют около 1700 тыс. тонн, его площадь приблизительно 250 тыс.м². Глубина ведения горных работ в блоке №4 составляет 80-130м, угол падения пласта 3-6°.

Применение технологии отработки участков короткими забоями обладает целым рядом преимуществ: способность оперативно адаптироваться под сложные изменяющиеся условия; позволяет уменьшить непроизводительные потери времени при выполнении монтажно-демонтажных работ; позволяет производить выемку из участков с малыми запасами; не требует значительных финансовых затрат для оснащения механизированного забоя [1]. Предлагается схема отработки участка с остаточными запасами угля с разворотом механизированного комплекса и сохранением выемочных выработок.

Технологическая схема камерной отработки с разделением на два слоя подразумевает выемку запасов блока №4 проходческим комбайном с разделением камеры на два слоя. Камера представляет собой выработку прямоугольной формы шириной 4,5 м. и сечением $S_{св} = 19,8 \text{ м}^2$. Между камерами оставляется межкамерный целик шириной 5 м. Первым этапом проведения камеры является выемка верхнего слоя (рис. 4).

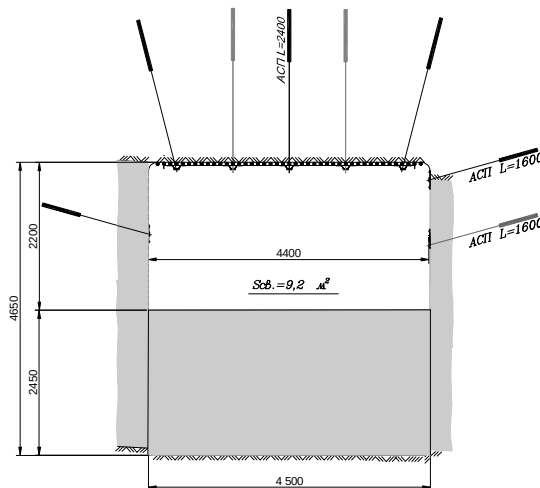


Рис. 4. Параметры камеры после выемке первого слоя

Принимаем высоту первого слоя 2,2 м., как наиболее эффективную с точки зрения эргономики крепления бортов и кровли. В качестве крепи предлагается использовать анкерную крепь. После выемки первого слоя и демонтажа скребкового конвейера проводят подготовительные работы к выемке второго слоя (рис. 5).

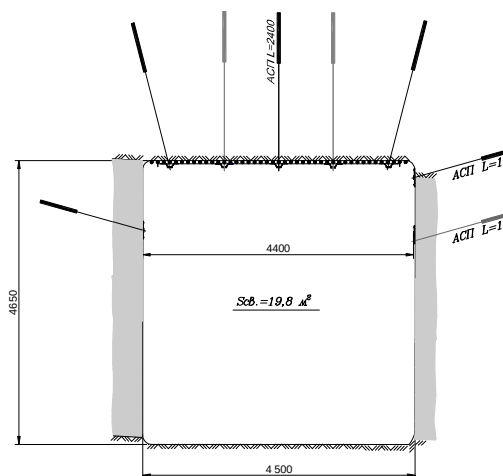
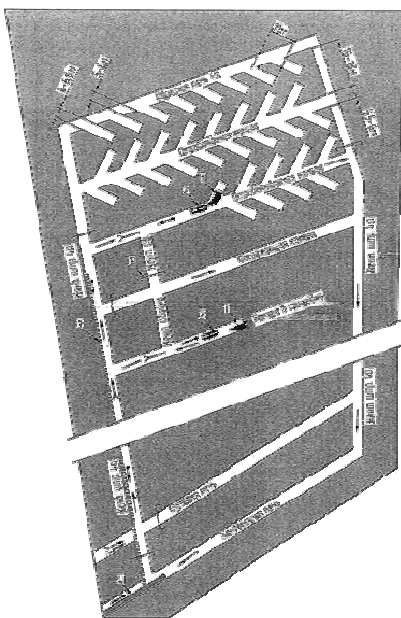


Рис. 5. Параметры камеры после выемке второго слоя

Для вентиляции и противопожарной защиты используются действующие коммуникации, установленные при проведении первого слоя. Высота второго слоя составляет 2,45 м. Его выемка является наименее затратной как с точки зрения трудовых, так и материальных затрат

При технологической схеме с опережающей камерой и двухсторонними заходками камеры проводятся у кровли пласта при помощи проходческого комбайна ДБТ Континуис Майнер 30М4-НР. Ширина камер 5,5 - 6,0м, высота - 2,5м. Отработка камер и междуканальных целиков осуществляется комбайном комбайном непрерывного действия. Отработка участков, где имеются зоны ПГД будет осуществляться по технологической схеме с односторонними заходками (рис. 6).



1- комбайн; 2- стартовый блок; 3- Стартовый комбайн; 4- Ленточный комбайн;
5 - Вентиляционная камера; — — — — — комбайновые транспортные пути; — — — — — вентиляционные
транспортные пути; — — — — — обвалки отрыва комбайна; — — — — — вентиляционная камера

Рис. 6. Схема отработки с опережающей камерой двухсторонними заходками

Произведя расчет денежного потока, было установлено, что при отработке блока №4 технологической схемой камерной отработки с разделением на два слоя суммарная прибыль может составить до 162

млн. руб., а при технологической схеме с опережающей камерой и двухсторонними заходками – до 264 млн. руб. Расчетная себестоимость добытой тонны угля составляет около 250 руб./т при уровне производительности 25-40 т./чел. При этом, срок окупаемости зарубежного высокопроизводительного оборудования для КСО составляет 2,5-3 года.

Библиографический список

1. Дюпин А.Ю. Угольная отрасль Кузбасса в 2004 году: состояние, проблемы и перспективы [Текст] / А.Ю. Дюпин // Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири. Сибирский курс 2004, материалы X Междунар. научно-практич. конф. 23-24 ноября 2004 г, ГУ КузГТУ. – Кемерово, 2004. – С. 6-14
2. Отработка оставленных целиков угля на шахтах филиала «Ленинскуголь» ОАО «УК «Кузбассуголь» / Климов В.Г., Л.М., Ремезов А.В., / Уголь.-1998.-№3.-С 21-35
3. Технология отработки пологих и наклонных угольных пластов по камерно-столбовой системе в сложных горно-геологических условиях: учебное пособие/А.В.Ремезов, П.В.Егоров, С.И.Калинин и др.- Кемерово:Кузбассвуиздат,2005.-223 с



УДК 622.23.05:622.7

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЕ РАССТАНОВКИ РЕЖУЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ РАБОЧЕГО ОРГАНА ТОРФЯНОГО ФРЕЗЕРУЮЩЕГО АГРЕГАТА НА МОМЕНТ НАГРУЖЕНИЯ

Жигульский Н. А.

Тверской государственный технический университет, г.Тверь, Россия

В статье представлена экспериментальная установка для исследования влияния расстановки режущих элементов рабочего органа торфяного фрезерующего агрегата на величину и характер момента нагружения.

В настоящее время в торфяной промышленности широкое применение нашли машины с фрезерующими рабочими органами, которые обладают большой производительностью при высоком качестве выполнения технологических операций. Опыт эксплуатации показывает их недостаточную надежность. Интенсификация торфяного производства в первую очередь ставит задачи перевооружения и модернизации существующего парка основного технологического оборудования. Одной из важнейших, при этом, является повышение их надежности и

долговечности. Проблема приобретает исключительное значение в связи с возрастанием энергонасыщенности и увеличением скоростных параметров машин, приводящим к повышению динамических составляющих и напряженности работы элементов трансмиссий и несущих конструкций.

Точность и эффективность расчета машин с фрезерующими рабочими органами зависит от того насколько нагрузка принимаемая при проектировании соответствует нагрузкам, возникающим в процессе эксплуатации.

Основным источником динамической нагруженности привода и элементов конструкции является рабочий орган. Во многом величина и характер нагрузки на фрезу определяется схемой расстановки режущих элементов

С целью исследования влияния расстановки режущих элементов на рабочем органе на характер и величину динамической нагрузки была разработана экспериментальная установка (на рис.1).

Она состоит из двигателя 1, механизма изменения глубины фрезерования 2, фрезы 3 и системы измерения и регистрации 6, которая включает систему тензодатчиков для измерения крутящего момента, устройства для определения числа оборотов фрезы, сигналы с которых через усилитель подаются на аналого-цифровой преобразователь и вводятся в ЭВМ, где происходит обработка и запоминание данных. Фреза взаимодействует с образцом торфа 4, перемещаемого с помощью тележки 5.

С целью оценки влияния расстановки режущих элементов на характер нагрузки на рабочем органе была изготовлена фреза, показанная на рис.2.

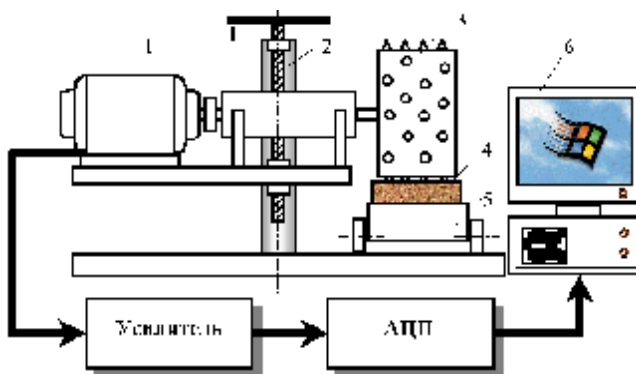


Рис.1. Схема экспериментальной установки

Конструкция рабочего органа позволяет плавно изменять углы сдвига между ножами в соседних плоскостях резания. На схеме введены следующие обозначения: 1–режущие элементы; 2 – диски; 3 – вал фрезы.

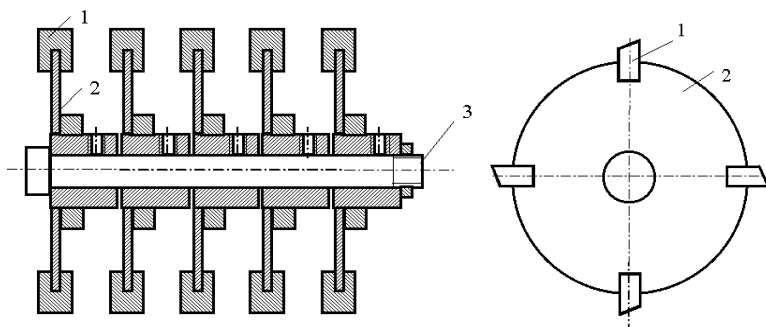


Рис. 2. Фреза для исследования влияния расстановки режущих элементов на характер нагрузки

На основании экспериментов будут получены рекомендации по совершенствованию фрезерующих рабочих органов торфяных машин и выбору их режимов работы с целью снижения динамических нагрузок в элементах приводов с целью повышения их надежности.



УДК 622.23.05:622.7

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ МАШИН ПО ДОБЫЧЕ КУСКОВОГО ТОРФА

Фомин Д.С.

Тверской государственный технический университет, г.Тверь, Россия

Статья посвящена постановке задачи выбора оптимальных параметров и режимов работы машин по добыче кускового формованного торфа с целью повышения их качества проектирования.

Одним из путей повышения качества проектирования является применение методов оптимизации. Рассмотрим постановку задачи оп-

тимизации параметров машин по добыче кускового торфа, которая заключается в выборе критериев качества и ограничений.

Основная сложность при решении данной задачи связана с тем, что при проектировании необходимо учитывать большое число требований. Для машин по добыче кускового торфа их можно подразделить на несколько групп:

- 1.Требование минимума энергоемкости рабочего процесса и максимально возможной производительности агрегата.
- 2.Требование к качеству получаемой продукции.
- 3.Требование минимальной металлоемкости привода и элементов конструкции агрегата.
- 4.Требования к надежности работы агрегата.

Для первой группы требований задача может быть сформулирована следующим образом: определить такие характеристики ступеней переработки, которые обеспечивают минимум суммарной удельной энергоемкости при получении максимально возможного качества продукции. Учитывая, что полный удельный расход равен сумме энергий, соответствующих двум объемно-напряженным состояниям: равновесному (энергии изменения объема) и вязкопластическому, а общие затраты энергии складываются из затрат по отдельным ступеням, критерий оптимизации запишется в следующем виде

$$e_0 = \sum_{n=1}^N \left(\frac{t_n}{tg y_n} + a_n k_{tn} (\exp(\frac{S_n}{S_{n-1}}) - e) \right) \rightarrow \min ,$$

где e_0 -суммарная энергоемкость переработки торфа; N - число ступеней переработки; t_n -предельной напряжение сдвига торфа на входе в n -ю ступень; y_n -угол наклона плоскости сдвига торфа а входе в n -ю ступень; a_n -коэффициент пропорциональности, зависящий от физико-механических свойств торфа на входе в n -ю ступень [1]; k_{tn} -среднее значение коэффициента сопротивления деформирования для n -й ступени; S_n - удельная поверхность торфа после переработки в n -ой ступени (при $n = 1$ значение S_{n-1} соответствует удельной поверхности торфяной залежи).

Остальные требования учитываются с помощью ограничений.

Для прочности готовой продукции должно выполняться условие

$$s = 3,12p_{10} - 13,2 \geq s_0 ,$$

где s -прочность на сжатие; p_{10} -содержание фракций размером менее 10 мкм; s_0 -допустимое значение прочности кускового торфа.

Связь p_{10} с удельной поверхностью торфа после переработки определяется с помощью методики [2]. Так же необходимо ввести ограничение

$$0 \leq S_n \leq S_{n*},$$

где S_{n*} - предельное допустимое значение удельной поверхности, получаемое на n -ой ступени.

В результате решения данной задачи оптимизации определяются значения удельных поверхностей торфа, получаемые на каждой ступени переработки. Таким образом, мы можем определить необходимые степени воздействия для всех ступеней [1]. При этом должны учитывать функциональные ограничения на параметры ступеней

$$j_{1n}(P_n) = l_n,$$

где $j_{1n}(P_n)$ - функция, связывающая параметры n -ой ступени со степенью воздействия [1]; l_n - степень воздействия, необходимая для получения заданной удельной поверхности торфа на n -ой ступени;

Обеспечение заданной производительности агрегата учитывается с помощью ограничения

$$y_{1n}(P_n) = Q,$$

где $y_{1n}(P_n)$ - функция, связывающая параметры n -ой ступени с ее производительностью [1]; Q - производительность агрегата (и соответственно производительности ступеней), определяемая общей энергоемкостью и средней мощностью двигателя с учетом недоиспользования мощности

$$Q = f(e_0; e_p; e_d; N_D),$$

где e_p - удельная энергоемкость передвижения агрегата вместе с трактором; e_d - удельная энергоемкость взаимодействия рабочего органа с древесными включениями; N_D - мощность двигателя;

Также необходимо ввести ограничения на варьируемые параметры и режимы работы

$$0 \leq P_n \leq P_{n*},$$

где P_{n*} - предельно допустимые значения параметров.

На основе решения задачи оптимизации с учетом ограничений определяются конструктивные и режимные параметры ступеней переработки.

Полученные параметры являются основой для выбора оптимальных параметров других подсистем фрезерующего агрегата, таких как система привода, элементы конструкции и ходовая часть.

Библиографический список

- 1.Фомин В.К. Основы технологии производства формованного торфа/ЦБНТИ МТП РСФСР.М.,1989.144с.(Рукопись деп. В ЦБНТИ МТП РСФСР : N9-ТП).
- 2.Антонов В.Я.,Копенкин В.Д. Технология и комплексная механизация торфяного производства. М.:Недра,1983.284с.



УДК 622.331.06

**ПОЛЕВЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
ЗАВИСИМОСТИ СОПРОТИВЛЕНИЯ РЕЗАНИЯ ТОРФА
ОТ ЕГО СОПРОТИВЛЕНИЯ СДВИГА**

Никоноров Д.В., Стрельников А.В.

Тверской государственный технический университет, гТверь, Россия

В данной работе изложена методика исследования зависимости сопротивления резания торфа от его сопротивления сдвига.

Поведение торфяного грунта под нагрузкой достаточно подробно изучено применительно к некоторым задачам проходимости, устойчивости и несущей способности торфяной залежи. Как правило, при всех этих видах нагрузок напряжения, возникающие в торфяном грунте, не должны превышать предел упругости, так как при возникновении пластических (необратимых) деформаций создаются аварийные ситуации. Поэтому в вышеназванных случаях при расчетах базируются на положениях теории упругости.

При взаимодействии рабочих органов торфяных машин с грунтом в последнем возникают напряжения, превышающие упругие, причем они достигают наибольшего (предельного) значения уже в области пластических деформаций грунта. При этом торфяной грунт разрушается с полной потерей структурной прочности и отделением некоторого объема от массива.

Независимо от степени деформирования среды, при любом сложном напряженном состоянии, разрушение может происходить только от растяжения для хрупких тел и от сдвига - для пластичных. Все виды торфяной залежи являются пластичной средой, разрушаемой от касательных напряжений сдвига τ . Сопротивление грунта срезу - характеристика прочности грунта, определяемая значением касательного напряжения, при котором происходит разрушение (срез).

Параметрами сдвига, определяющими прочность грунта, являются сцепление C_0 и угол внутреннего трения φ , которые входят в формулу Кулона:

$$t = C + dtg j, \frac{H}{M},$$

где σ - нормальное напряжение к площадке сдвига.

Все торфяные фрезерующие машины разрабатывают торфяной грунт методом резания, т.е. послойным снятием стружки торфяной залежи, а при теоретическом определении усилий резания торфяной залежи необходимо знать C_0 и φ .

Под влиянием внешних сил в торфяном грунте возникают сложнапряженные состояния и под воздействием касательных напряжений τ , превышающих сопротивление грунта сдвигу, происходит скольжение (сдвиг) одной части грунта по другой. Зная условия, при которых в грунте происходит сдвиг, можно теоретически определить усилия возникающие в силовом поле рабочих органов фрезерующих машин, приводящих грунт в предельное напряженное состояние и обуславливающие его разрушение. В связных грунтах, какими является торфяная залежь, сопротивление сдвигу τ зависит от сил трения и сцепления. В лабораторной практике широко распространен метод определения прочности грунтов различной плотности, основанный на принципе сдвига одной части образца относительно другой в заданной плоскости скольжения (одно- или двухплоскостной срез). В отличие от лабораторных исследований, полевые методы изучения механических свойств торфяной залежи дают более объективную оценку и создают необходимые предпосылки для вероятностной оценки исследуемых процессов и явлений.

При проведении экспериментальных работ по резанию торфа использовался маятниковый копер и сдвигомер-крыльчатка СК-10.

Маятниковый копер (Рисунок 1) состоит из рамы 1, установленной на торфяной залежи 5, маятника 3, закрепленным на опоре 2 и зафиксированным рычагом 6. К маятнику крепиться резец 4.

Порядок проведения работы

Перед началом работы заготавливают таблицу, выполненную по форме Таблица 1.

В каждом опыте измеряются и записываются в таблицу 1: α_1 - угол подъема маятника перед началом опыта; α_2 -угол подъема маятника после резания; l - длина резания; B - ширина срезаемой стружки; δ - толщина срезаемой стружки.

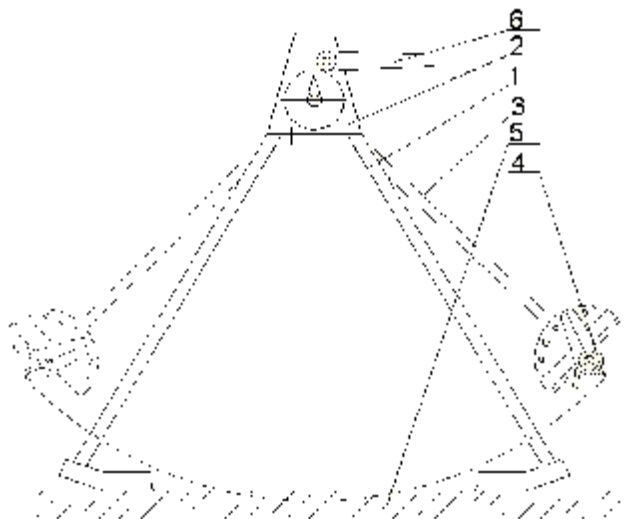


Рис. 1. Одномаятниковый копер

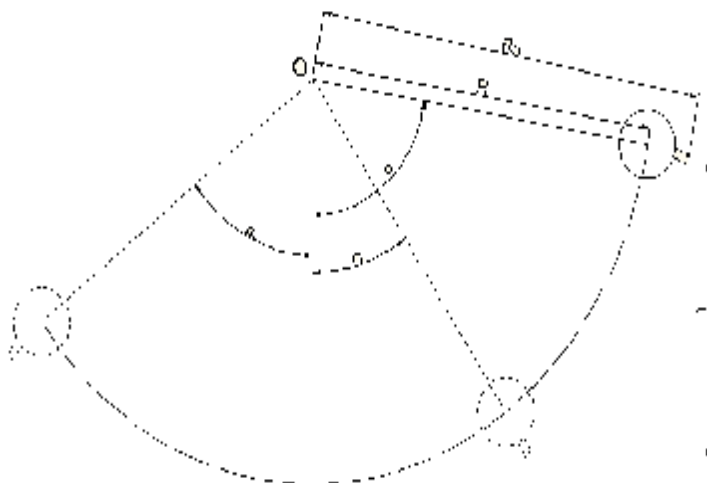


Рисунок 2 Расчетная схема маятникового копра

Таблица 1.

α_1	α_2	α_0 ,	l ,	V ,	δ ,	ΔT ,	V ,	A ,	V_K ,	V_H ,	v ,	K_p ,
град	град	град	м	м	м	Дж	м ³	Дж/м	м/с	м/с	м/с	Н/см ²

Обработка опытных данных

По формулам (1), (2), (3) подсчитывают расход энергии на резание ΔT , объем срезанной стружки V и удельный расход энергии A :

$$\Delta T = T_1 - T_2 = GR(\cos \alpha_2 - \cos \alpha_1) \quad (1)$$

$$V = lBd, \quad (2)$$

$$A = \frac{\Delta T}{V}, \quad (3)$$

где G - вес маятника, Н; R – длина маятника, м.

С использованием формул (4), (5), (6), (7) определяются значения скоростей резания в начале резания v_H , в конце резания v_K и средней v :

$$\alpha_0 = \arcsin \left(\frac{l}{2R_p} \right), \quad (4)$$

$$v_H = R_p \sqrt{\frac{2g}{R} (\cos \alpha_0 - \cos \alpha_1)}, \quad (5)$$

$$v_K = R_p \sqrt{\frac{2g}{R} (\cos \alpha_0 - \cos \alpha_2)}, \quad (6)$$

$$v = \frac{v_K + v_H}{2}, \quad (7)$$

где α_0 - угол отклонения маятника от вертикали в начале контакта ножа с торфяной залежью, град; R_p - радиус дуги, описываемой концом ножа, м.

По формуле (8) подсчитывается плотность торфа:

$$r = \frac{m_1 + m_2}{V_{\text{общ}}}, \quad (8)$$

где m_1 и m_2 - масса монолита торфа, соответственно до опытов и после опытов, кг; $V_{\text{общ}}$ - объем торфа, срезанного в ходе всех опытов, м³.

По формуле (9) подсчитывается коэффициент сопротивления резанию K_p (Н/см²):

$$K_p = (A - r \frac{v^2}{2}) 10^4 \quad (9)$$

Сдвигомер-крыльчатка СК-10 Описание устройства

Зондовый сдвигомер-крыльчатка СК-10 (Рисунок 3) относится к числу полевых портативных приборов и предназначен для измерения сопротивления сдвигу грунтов естественной структуры. При отсутствии бытового давления или внешней нагрузки измеряемая величина представляет собой значение суммарного сцепления (структурная и коллоидная), а при их наличии - суммарное значение сопротивления сдвигу с учетом сцепления и угла внутреннего трения.

При повторном повороте крыльчатки, после первичного среза, определяется значение сопротивления грунта сдвигу нарушенной структуры.

Конструкция прибора позволяет также использовать его в качестве устройства для определения характера распределения неоднородностей и механических включений и зондируемых оснований. Измеряемые при сдвиге величины являются лучшими показателями для оценки категории основания.

Форма и размеры крыльчатки, а также скорость испытаний установлены на основе анализа результатов, экспериментальных исследований, выполненных в слабых грунтах в СССР и за рубежом и в настоящее время регламентированы ГОСТ 21719-80 [1].

А.В. Исаев установил, что наилучшие формы, обеспечивающие плавное проникновение крыльчатки в слабый грунт, особенно при наличии волокон и корневищ (торф) и ракушечника (илы, сапропеля), - ромбическая и конусная. Толщина лопастей выбирается из условий требуемой их прочности и минимального нарушения естественной структуры массива и составляет около 2 мм.

Порядок проведения работы

Сущность полевых испытаний торфяных залежей заключается в том, что на нужную глубину задавливается, а затем поворачивается четырехлопастная крыльчатка.

Поворот крыльчатки должен осуществляться с такой скоростью, чтобы отклонение стрелки индикатора на одно-два деления происходило за 1 сек. При повороте фиксируется максимальное количество делений Δl на которое отклонилась стрелка индикатора, установленная перед опытом на нуле шкалы. Обычно разрушение торфа происходит при углах поворота от 20 до 60. Если требуется определить сопротив-

ление сдвигу торфа нарушенной структуры то фиксируют максимальное количество делений при повороте крыльчатки по срезанному периметру ($\Delta l_{\text{разр}}$) после 2-3 полных оборотов.

Запись показаний ведут в таблицу, выполненную по форме (Таблица 2).

Для обеспечения определенной повторности испытаний в каждом слое по всей глубине залежи испытания проводятся сначала на всю глубину в одной "физической точке", а затем в соседних.

В процессе задавливания и поворота могут встречаться пни. В этом случае их запрещается пробивать, так как при этом деформируется торф, остатки пней могут увлекаться в нижние слои и искажать результаты испытаний, а также деформируются крыльчатка и штанги прибора. Необходимо извлекать прибор и проводить опыт рядом.

Движение штанг должно осуществляться по вертикали. Наравнивание штанг для испытаний на большей глубине осуществляется навинчиванием их на переходники. Для отвинчивания штанг нужно пользоваться вилкой, используя ее как рычаг, вставленный в пазы переходника.

Таблица 2

№ опыта	$\Delta l, \text{ дел}$	$\Delta l_{\text{разр}}, \text{ дел}$	$M_{\text{кр}}, \text{ Н*м}$	$M'_{\text{кр}}, \text{ Н*м}$	$\tau, \text{ кПа}$	$\tau_{\text{нар}}, \text{ кПа}$

Формула для расчета сопротивления сдвигу сдвигомером СК-10 имеет следующий вид:

$$t = \frac{M_{\text{кр}}}{B}, \frac{H}{m^2}$$

где $M_{\text{кр}}$ - крутящий момент, который необходимо приложить к крыльчатке, чтобы отрезать грунт, находящийся между лопастями при её вращении. Этот момент фиксируется индикатором головки сдвигомера.

Зная показания индикатора в делениях шкалы, по тарировочному графику находят; значение крутящего момента или (при линейной зависимости деформации упругой пластины от крутящего момента

$n = \frac{\Delta i}{M_{\text{кр}}} = \text{const}$) показания индикатора делят на характеристику

упругой пластины n :

$$M_{\text{кр}} = \frac{\Delta i}{n},$$

Тогда

$$t = \frac{\Delta i}{n \cdot B}, \quad ()$$

где B - постоянная крыльчатки.

Для прямоугольной крыльчатки

$$B = \frac{pD^2}{2} \left(h + \frac{D}{m} \right), \text{ м}^3$$

для ромбической крыльчатки

$$B = \frac{pD^2}{6 \cos \frac{\alpha}{2}}, \text{ м}^3,$$

где D - диаметр крыльчатки, м; h - высота крыльчатки, м; α – угол раствора лопасти крыльчатки, град.

Предельное напряжение сдвигу связных грунтов при действии внешнего вертикального или бытового давления является функцией двух величин - сцепления и угла внутреннего трения:

$$t = C + dtgj, \frac{H}{\text{м}},$$

где C - сцепление, Н/м²; δ - нормальное давление, Н/м²; φ – угол внутреннего трения, град.

В данном случае крыльчатка дает общее напряжение сдвигу без разделения на сцепление и внутреннее трение грунта.

В грунтах, не обладающих сцеплением, сдвигомером СК-10 можно определить угол внутреннего трения:

$$tgj = \frac{t}{s},$$

где σ - нормальное внешнее или бытовое давление, как правило, известное исследователю.

Бытовое давление определяется по формуле:

$$s = h_1(g_{\Gamma} - g_B) + (h - h_1)g_{\Gamma},$$

где h - глубина исследования, м; h_1 - высота пласта грунта от уровня стояния грунтовых вод до точки исследования; γ_{Γ} и γ_B - объемный вес грунта и воды.

Для связных грунтов при отсутствии вертикального давления второй член общего уравнения предельного напряжения сдвига равен нулю: $\sigma tg\varphi = 0$. В этом случае определяется сцепление грунта: $\tau = C$.

Такие исследования сдвигомером СК-10 можно проводить с поверхности и в шурфах минеральных грунтов, в торфяных грунтах по всей глубине торфяника, так как в них бытовое давление ниже уровня грунтовых вод незначительно. Уровень грунтовых вод даже в осушенных торфяниках не превышает 0.5-0.7 м.

Обработка опытных данных. Используя формулы (10), (11), (12) подсчитывают статический момент поверхности среза в грунте В, максимальный крутящий момент $M_{кр}$ и минимальный крутящий момент $M_{кр}$:

$$B = \frac{pD^2}{2} \left(h + \frac{D}{m} \right), \text{ м}^3 \quad (10)$$

$$M_{кр} = \frac{\Delta i}{n}, \quad (11)$$

$$M_{кр} = \frac{\Delta i \text{ разр}}{n}, \quad (12)$$

где D - диаметр крыльчатки, м; h высота крыльчатки, м; $m=0,03$ - постоянный параметр (при работе крыльчатки внутри торфяной залежи, когда в процессе среза участвуют верхний и нижний торцы крыльчатки, величина $m=0,06$); n - постоянная характеристика упругого эле-

мента крыльчатки, $\frac{\text{дел.}}{H \cdot \text{м}}$

При помощи формул (13), (14) определяются значения сопротивления срезу ненарушенной структуры τ и нарушенной $\tau_{нар}$:

$$t = \frac{M_{кр}}{B}, \quad (13)$$

В дальнейшем на основании разработанной методики планируется проводить опыты по исследованию зависимости сопротивления резания торфа от его сопротивления сдвига на торфяниках Тверской области.

Библиографический список

1 ГОСТ 21719-80. Грунты. Методы полевых испытаний на срез в скважинах и в массах [Текст]. –М.: Изд-во стандартов, 1980.-63с.



УДК 622.232

ВЫЕМОЧНЫЙ МОДУЛЬ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ НИШ В МЕХАНИЗИРОВАННЫХ ОЧИСТНЫХ ЗАБОЯХ УГОЛЬНЫХ ШАХТ

Талеров К.П.*Санкт-Петербургского государственного горного университета,
г. Санкт-Петербург, Россия*

В статье изложены теоретические исследования возможности увеличения производительности добычи угля в длинных очистных забоях угольных шахт. Сделаны выводы о перспективных направлениях развития очистных работ.

На сегодняшний день основная часть подземной угледобычи обеспечивается комбайновыми и струговыми комплексами, оборудованными механизированными крепями. На комбайновые комплексы приходится порядка 95% подземной добычи угля [1].

Уже многие годы совершенствование очистных механизированных комплексов (ОМК) ведется увеличением мощностей отдельных его элементов и достигло своего пика. Неизменным остается структура технологического процесса. Существующий технологический процесс предполагает серьезные затраты времени на выполнение вспомогательных операций (особенно в кутковых зонах лавы). Поэтому перспективным можно считать увеличение производительности ОМК сокращение времени выполнения вспомогательных операций. Большой объем вспомогательных работ при работе ОМК связан с зарубкой комбайна в пласт для отбойки следующей полосы угля. Зарубка в большинстве случаев осуществляется косыми заездами. В этот период производительность комплекса снижается, и дорогостоящее очистное оборудование работает неэффективно.

Попытки сократить время подготовки ОМК к выемке следующей полосы угля основываются на справедливом положении о том, что необходимо исключить операции по зарубке в пласт из работы очистного комбайна в цикле работы всего ОМК. Максимальную производительность можно достичь увеличением времени по добыче угля комбайном.

Поэтому задача по разработке устройства, способного выполнять ниши для зарубки шнеков очистных комбайнов, весьма актуальна. Требования к размерам ниши, исходя из параметров очистного комбайна, следующие:

1. в глубину – не менее удвоенной ширины захвата применяемого в лаве очистного комбайна (для челноковой схемы работы ОМК). Это необходимо, т.к. после подготовки ниши выемочным модулем одна полоса угля на ширину захвата будет снята комбайном при подходе к кутковой зоне (ширина захвата современных узкозахватных очистных комбайнов, как правило, составляет 0,63; 0,80; 1,0 м [2]. Таким образом, глубина ниши находится по формуле 1:

$$B_H = 2B_3 + \Delta B, \text{ м}, \quad (1)$$

где B_3 - ширина захвата выемочного комбайна, м; ΔB - величина запаса глубины ниши, м. Для условий современных угольных лав можно принять 0,1 м (определяется технологией передвижки лавного скребкового конвейера с очистным комбайном на забой).

Таким образом, в глубину нишу необходимо выполнить в диапазоне от 1,36 м до 2,1 м в зависимости от ширины захвата угольного комбайна.

2. в ширину (в высоту) – необходимо обеспечить проем достаточный для захода ступицы шнека комбайна. Диаметр ступицы шнеков современных угольных комбайнов находятся в диапазоне от 0,4 м до 0,8 м. Поэтому ширину (высоту) проема следует выполнять размером $0,6 \div 1,0$ м (запас по диаметральному размеру – 0,2 м). Нет необходимости выполнять нишу под размер всего исполнительного органа комбайна (шнека), т.к. это значительно понижает устойчивость ниши и может привести к обрушению ее кровли и стен. Определить ширину или высоту (диаметр) ниши можно по формуле 2:

$$b = d_{CT} + d, \text{ м}, \quad (2)$$

где b - ширина ниши (высота или диаметр), м; d_{CT} - диаметр ступицы шнека очистного комбайна, м; d - запас ширины (высоты или диаметра) ниши, м.

Для захода ступицы шнека достаточно ниши с круглым сечением диаметром $0,6 \div 1,0$ м.

Отбойку угля выемочным модулем нужно вести таким образом, что бы куски отбитой горной массы имели транспортабельные размеры – не более 300 мм. Выход мелких классов и образование пыли следует минимизировать.

Опираясь на изложенные выше требования, на рисунке 1 изображена ниша с требуемыми геометрическими параметрами (минимальные размеры ниши).

В очистных механизированных забоях применяются механизированные крепи, имеющие гидравлический привод. В связи с этим, це-

лесообразно применение для разрабатываемого выемочного устройства гидравлического привода.

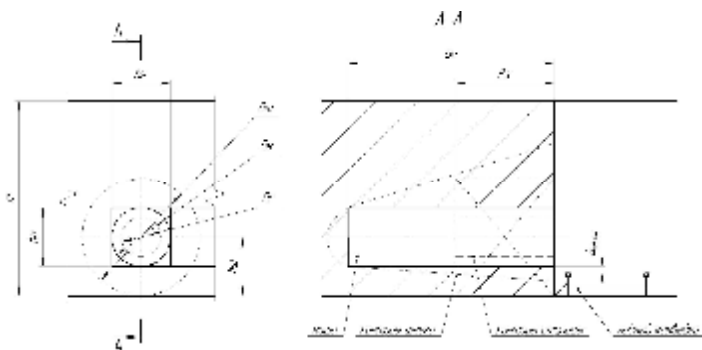


Рис. 1. Ниша под ступицу шнека комбайна. t – мощность угольного пласта, b_n – минимальная ширина ниши, h_n – минимальная высота ниши, $h_{ш}$ – высота оси ступицы шнека во время зарубки комбайна, $D_{ш}$ – диаметр шнека комбайна, D_n – диаметр ниши (при выполнении ниши с круглым сечением), D_c – диаметр ступицы шнека, B_z – ширина захвата угольного комбайна, B_n – глубина ниши, $\Delta_{безоп}$ – зазор для обеспечения безопасности работ

При выборе исполнительного органа выемочного модуля целесообразно отдать предпочтение механическому способу разрушения углей. Подавляющее большинство очистных комплексов отбивают уголь именно механическим способом. Он наиболее технологичен и позволяет достигать высоких показателей производительности.

Рациональным выбором для исполнительного органа выемочного модуля будет применение механического способа разрушения угля: резание скалыванием при больших толщинах стружки. Это обуславливается условиями работы модуля и требованиями к нему. Во-первых, скалывание с большими толщинами стружки имеет меньший выход мелких классов и пыли по сравнению с фрезерованием и бурением, что соответственно дает больший КПД и обеспечивает большую безопасность работ. Во-вторых, скалывание с большими толщинами стружки обеспечивает меньший объем работ по проведению ниши по сравнению со строганием или пилением. В-третьих, скалывание с большими толщинами стружки позволяет в силу конструкции породоразрушающего элемента реализовать статико-динамическое воздействие на массив полезного ископаемого применением ударного механизма. Такой ударный механизм особенно необходим для разрушения угольных пластов с твердыми породными прослойками. Сверление (бурение)

серьезно уступает скалыванию по целому ряду параметров: большая энергоемкость разрушения угля (сильное переизмельчение угля), невозможность разрушения твердых включений (прослойки в угольном пласте, пережимы пласта вмещающими породами), высокие нагрузки при значительных диаметрах сверления (бурения), большие габариты установки.

Тип резцов для выемочного модуля целесообразно выбирать в зависимости от характеристик угольного пласта. Резцы с плоской формой передней поверхности целесообразны при некрепких углях с отчетливо выраженной слоистостью. При крепких углях целесообразна овальная, плоскоклиновидная и клиновидная форма передней поверхности резца. При невыраженной слоистости угольного пласта рационально применение конических и поворотных резцов.

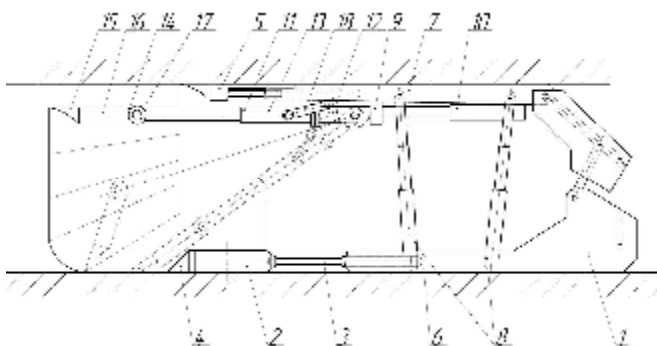


Рис. 2. Выемочный модуль

Выемочный модуль может быть выполнен в виде манипулятора с исполнительным органом статико-динамического действия, установленного на секцию лавной механизированной крепи. Такой выемочный модуль включает секцию механизированной крепи 1 (рис. 2), которая связана с лавным конвейером 2 посредством гидроцилиндра передвигки 3. Механизированная крепь поддерживает кровлю от обрушения и является жесткой опорой для работы исполнительного органа модуля. Лавный конвейер 2 с забойной стороны может быть оборудован режущей цепью или зачистным устройством 4. Козырек 5 механизированной крепи может быть выполнен выдвижного скалывающего типа для зачистки кровли. На механизированной крепи, состоящей из основания 6, перекрытия 7 и гидростоек 8, устанавливается платформа 9, которая может передвигаться посредством гидроцилиндра 10. Платформа может вращаться вокруг вертикальной оси. На платформу уста-

навливается манипулятор 11, который позиционируется при помощи гидроцилиндра 18. В состав манипулятора входит гидроцилиндр поворота 12, который осуществляет поворот манипулятора вдоль оси, гидроцилиндр подачи 13 исполнительного органа 14 модуля на забой. В состав исполнительного органа входят скалыватели 15, закрепленные в головках, имеющих связи с блоком ударников 16. Исполнительный орган может сгибаться благодаря гидроцилиндру поворота 17.

Выемочный модуль такой компоновки соответствует по технологическим возможностям всем сформулированным ранее требованиям и может вести отбойку угля с учетом его напластования (слоистости), учитывая расположение трещиноватости пласта, что в свою очередь обеспечит снижение нагрузки на исполнительном органе устройства на 10-30% [3] и уменьшит удельные затраты электроэнергии.

Библиографический список

1. Габов В.В. Разработка и теоретическое обоснование модульных комплексов избирательного действия для добычи угля: Автореф. дис. на соиск. учен. степ. д.т.н. : Спец. 05.05.06 ; [С.-Петербург. гос. горный ин-т им. Г.В. Плеханова (техн. ун-т)]. - СПб., 1999. - 49, [1] с.
2. Машины и оборудование для шахт и рудников: Справ. / [Моск. гос. горный ун-т ; С. Х. Клопикьян и др.]. - 7-е изд., репр., с матриц 5-го изд. (1994). - М. : Изд-во МГТУ, 2002. - 471 с.
3. Повышение прочности и долговечности горных машин / [А.В. Докукин, П.В. Семенча, Е.Е. Гольдбухт, Ю.А. Зислин]. - М. : Машиностроение, 1982. - 223 с.



УДК 666.9.015, 622.063.23

ИЗУЧЕНИЕ ПРИЧИН «ВЫШПУРИВАНИЯ» НЕВЗРЫВЧАТЫХ РАЗРУШАЮЩИХ СОСТАВОВ ПРИ РАЗРУШЕНИИ ГОРНЫХ ПОРОД

Кириллова А.А.

Научный руководитель Сахно И.Г.

Донецкий национальный технический университет, г.Донецк, Украина

В статье приводятся результаты исследования причин развития самопроизвольного выброса невзрывчатых разрушающих составов из шпуров в процессе их гидратации и самонапряжения.

Альтернативой для решения ряда задач разрушения горных пород без динамического воздействия может быть использование невзрывчатых разрушающих составов (НРС), применение которых дос-

таточно апробировано в промышленном строительстве при разрушении несущих элементов зданий и сооружений.

Широкое внедрение технологий невзрывного разрушения в условиях подземных горных выработок сдерживается сложностью их практической реализации в реальных условиях, поскольку поведение НРС при колебаниях температуры, влажности, соотношения входящих компонентов, степени перемешивания может существенным образом изменяться. На сегодняшний день НРС в горной промышленности практически не применяются. Одной из основных задач, решение которой позволит широко внедрить НРС в подземных горных выработках является сокращение времени разрушения пород в 10-20 раз.

Известные попытки управлять скоростью протекания реакции реализованы в основном за счет использования химических добавок направленных на стабилизацию свойств в требуемом направлении [1, 3, 4, 5]. Как правило, это повышение скорости гидратации при низких положительных и отрицательных температурах за счет добавления противоморозных жидкостей и ускорителей гидратации, или снижение скорости гидратации за счет добавления замедлителей, пластифицирующих добавок в условиях повышения температуры окружающей среды, что снижает привлекательность способа для производственников по причине увеличения времени затрачиваемого на разрушение.

Для условий подземных горных выработок шахт Украины актуальным является вопрос повышения эффективности работы НРС в температурном поле 25-35 градусов, определяемом глубиной разработки и температурным градиентом.

Простота решения, заключающегося в добавлении ускорителей, кажущаяся, поскольку принудительное повышение скорости гидратации таким способом приводит к выбросу НРС из шпуров.

Известно, что реакция гидратации НРС является экзотермической, а индикатором скорости ее протекания может выступать температура НРС [6]. Для исследования процесса «вышпуривания» НРС авторами были проведены лабораторные эксперименты по измерению температуры состава в процессе гидратации.

При этом НРС помещали в тонкостенный стальной стакан с, диаметром 50мм, и длиной 70мм. Стакан помещали в емкость цилиндрической формы с водой, температурой 25⁰С. Диаметр основания цилиндра рассчитывали с учетом критерия подобия теплопроводности [7], в качестве которого принимали число Фурье. После чего при помощи лабораторных термометров измеряли температуру состава внутри трубы на разном расстоянии от центральной продольной оси. Для

ускорения гидратации в приготовленный НРС добавляли карбонат натрия, алюминиевую пудру.

Характерные графики роста температуры НРС во времени приведены на рисунке 1.

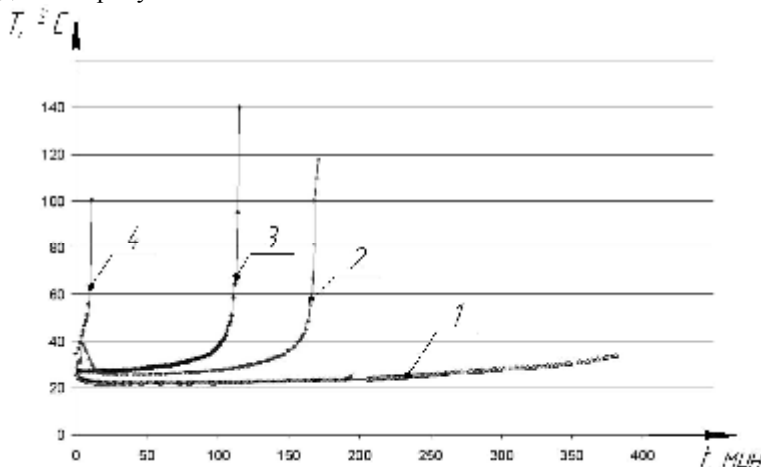
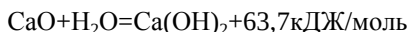


Рис. 1. Графики изменения температуры (T , $^{\circ}\text{C}$) невзрывчатого разрушающего состава по центральной оси шпура во времени (t , мин)
1 - НРС без добавок, 2 – 2% Na_2CO_3 , 3 – 2% Al , 4 – 5% Al

Анализ результатов позволяет что при достижении НРС температуры около 100°C , происходит выброс материала из стакана сопровождающийся хлопком и выделением парогазообразных продуктов. При этом интенсивный рост температуры начинается с отметки 40°C , эта величина является критической, для развитие выброса. Так как при достижении ее температура растет интенсивно что всегда приводило к выбросу НРС.

Проведенный эксперимент позволил предположить, что образующиеся парогазовые выделения являются водяным паром.

Анализ формулы реакции основного компонента НРС оксида кальция с водой подтверждает верность сделанного предположения.



При водопорошковом соотношении равном 0,3 вещества реагируют без остатка с образованием гидроксида кальция. Повышение температуры состава до окончания реакции гидратации выше 100°C приводит к выкипанию химически несвязанной воды и образованию

пара. Конденсированный пар продолжает реагировать со свободным оксидом кальция и переходит в химически связанное состояние.

Таким образом, повышение температуры окружающей среды приводит к интенсификации процесса гидратации, однако при этом повышается доля объемных изменений за счет выделения парообразных продуктов. Дополнительное внутреннее давление пара способствует выбросу НРС из шпура.

В случае когда в экспериментах температура внутри шпура не достигала отметки 40⁰С выброс не наблюдался, а увеличение смеси в объеме происходило плавно. Кроме того было замечено, что прирост температуры по объему шпура происходит неравномерно, разница температуры по центральной оси и у стенки стакана может достигать 7-10⁰С. То есть, если по центральной оси температура составляет 40 градусов, а на стенке шпура 32 градуса, то выброс произойдет, несмотря на то что средняя температура составляет 36⁰С.

Таким образом, регулирование внутришпуровой температуры позволит обеспечить максимальную скорость разрушения при исключении явления выброса НРС. Реализация предложенной идеи может быть достигнута за счет использования патронированного заряда НРС разработка конструкции которого в настоящее время ведется авторами статьи.

Библиографический список

1. Пат. UA 59940, МПК(2006) C04B 7/34, C04B 24/00 *Невибухова руйнівна речовина НРР-80* / Грибко В. Ф.; Щепликін С. В.; Палей А. В. (Україна). – и 2002129862; заявл. 09.12.2002, опубл. 15.07.2005; Бюл. №7. – 6с.:ил.
2. Касьян Н.Н. Обоснование методов управления скоростью роста распорно-компрессионных характеристик невзрывчатых разрушающих веществ / Касьян Н.Н., Сахно И.Г., Шуляк Я.О. // Вісті Донецького гірничого інституту. Донецьк – 2010. - №2. – С. 209-219.
3. Пат. RU 1648911, МПК 5 C04B7/00 *Разрушающий материал* / Лугинина И.Г. Шереметьев Ю.Г. (Россия) – 4496506; заявл. 19.10.1989, опубл. 15.05.1991.
- 4 Пат. RU 2206532, МПК 7 C04B7/34, C04B2/04 *Невзрывчатый разрушающий состав* / Пустобриков В.Н., Дзагоев Л.М., Шахова С.В. (Россия) – 2001 123309/03; заявл. 20.08.2001, опубл. 20.06.2003.
- 5 Пат. RU 2160236, МПК 7 C04B7/02 *Невзрывчатый разрушающий состав НРС-1* / Дзагоев Л.М., Шахова С.В., Пустобриков В.Н., Рутковский А.Л., Лаптев А.В. (Россия) – 99102648/03; заявл. 10.02.1999, опубл. 10.12.2000.
6. Касьян Н.Н. Обоснование методов управления скоростью роста распорно-компрессионных характеристик невзрывчатых разрушающих веществ / Касьян Н.Н., Сахно И.Г., Шуляк Я.О. // Вісті Донецького гірничого інституту. Донецьк – 2010. - №2. – С. 209-219.
7. Кутателадзе С.С. Анализ подобия и физические модели. – Новосибирск: Наука, 1986.



ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СХЕМЫ РАСПОЛОЖЕНИЯ ОХРАННЫХ СООРУЖЕНИЙ ВДОЛЬ ПОДГОТОВИТЕЛЬНОЙ ВЫРАБОТКИ, НА ЕЕ УСТОЙЧИВОСТЬ

Мокриенко В.Н.

Донецкий национальный технический университет, г.Донецк, Украина

В статье приведено сравнение двух схем расположения охранных сооружений вдоль выработки с использованием метода эквивалентных материалов.

Введение. Известно, что на действующих шахтах в настоящее время подготовительные выработки являются наиболее протяженными. С увеличением глубины работ их состояние ухудшается, для сохранения технологического сечения выработки возникает необходимость в проведении их ремонта, укрепления и других дополнительных мероприятий, что приводит к увеличению себестоимости угля и снижению его конкурентоспособности на энергетическом рынке.

Анализ причин потери технологического сечения выемочных выработок показал, что в 60-70% случаев причиной является смещение пород почвы [1]. Причем величина этих смещений больше величины смещений в замках и внедрения крепи в почву выработки [2].

Нерешенная область задач. Обобщение имеющихся в литературе данных о гипотезах и моделях пучения пород почвы выемочных выработок позволяет сделать вывод, что общепринятой гипотезы этого явления в настоящий момент нет. Целесообразно для каждого конкретного условия проводить комплекс исследований по выявлению особенностей смещений пород, вмещающих выработку, для разработки эффективных мероприятий по предотвращению вредного проявления горного давления.

Одним из важных и недостаточно изученных факторов, влияющих на механизм пучения, является форма и место расположения охранных сооружений возле выработки. **В связи с этим целью исследования** является изучение поведения пород под жестким охранным сооружением на моделях из эквивалентных материалов [3].

Основная часть. Целью моделирования было изучение влияния формы охранного сооружения, а также схемы расположения относительно выработки, на процессы происходящие в его основании. Чтобы исключить взаимное влияние охранных сооружений (например, одной тумбы БЖБТ на другую) рассматривалось отдельно стоящее на

имитируемой эквивалентными слоями почве охранное сооружение, которое моделировалось сборной конструкцией из гипса или дерева, при этом, физические параметры материала которых, были подобраны с учетом того, что при слабых почвах охранное сооружение вдавливаются в почву практически не разрушаясь.



Рис. 1. Разрез модели перпендикулярно (а) и параллельно (б) оси выработки

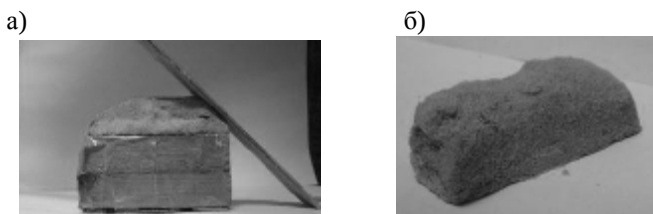


Рис. 2. Общий вид целой части извлеченных из моделей ядер. На рисунке позициями обозначены охранные сооружения в основании которых лежат: а- прямоугольник, б- равносторонний треугольник, в- круг.

После пригрузки и разрушения подстилающих охранное сооружение слоев, модели были распилены с определенным шагом сечения параллельно и перпендикулярно лицевой стороне стенда (что тождественно разрезам параллельным и перпендикулярным оси имитируемой выработки). Также из следующей серии моделей, после пригрузки были извлечены образовавшиеся под охранным сооружением ядра, для более детального их изучения (рис 2.). Однако стоит подчеркнуть, что извлечь полностью ядро не представляется возможным. По этому, на фото приведены только наиболее уцелевшие их части.

В процессе этого этапа моделирования установлено, что углы наклонов граней образованного ядра к основанию охранного сооружения можно вычислить по зависимости:

$$\alpha = 45 + \varphi \quad (1)$$

где φ - угол внутреннего трения материала основания охранного сооружения.

Образованное под охранным сооружением ядро в процессе приложения нагрузки перемещается вместе с охранным сооружением, а его грани задают направление вытеснения пород из под охранного сооружения.

Это позволяет перейти к разработке схемы расположения охранных сооружений вдоль выработки. Рассмотрим две возможные схемы рис 3, при этом вдавливание охранных сооружений примем равным 1м и равным мощности пласта, также условимся, что объём вытесняемой породы из под охранного сооружения будет равен объёму охранного сооружения. В качестве критерия оценки эффективности будем считать минимальный объём пород, вытесняемый из-под охранного сооружения в сторону выработки.

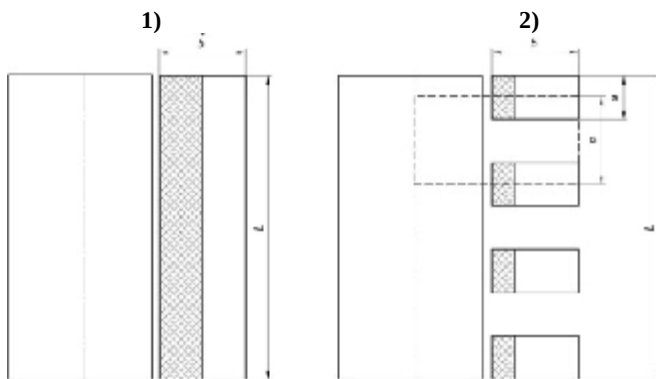


Рис. 3. Варианты схем расположения охранных сооружений вдоль выработки

Рассчитаем объём вытесняемых в выработку из под охранного сооружения.

При первом варианте охранные сооружения возводятся всплошную, тогда:

$$V_1 = 0,5 \cdot b \cdot L \cdot m \quad (2)$$

где V_1 - объём вытесняемых в выработку пород, при первом варианте схемы расположения, b – ширина поддерживаемого участка вдоль выработки, L – длина охраняемого участка выработки, m - высота охранного сооружения в момент возведения, принята равной мощности пласта.

При втором варианте охранные сооружения в основании которых лежит прямоугольник, возводятся с оставлением компенсационных полостей, тогда:

$$V_2 = \frac{a}{2} \cdot \frac{a}{2} \cdot 2 \cdot \frac{L}{c} \cdot m = \frac{L}{c} \cdot m \cdot \frac{a^2}{2} \quad (3)$$

V_2 - объём вытесняемых в выработку пород, при втором варианте схемы расположения

a - ширина охранного сооружения, C –расстояние между осями охранных сооружений.

Используя эти выражения получим следующие зависимости.

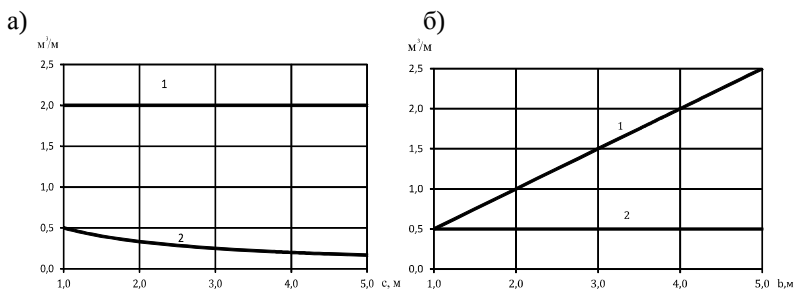


Рис. 4. Зависимости количества вытесняемых пород в выработку
 а) от величины расстояния между осями охранных сооружений и графики зависимости количества вытесняемых пород в выработку от ширины поддерживаемого участка вдоль выработки при первой 1) и второй 2) схемах расположения.

Анализируя полученные зависимости можно сделать следующие вывод, что второй вариант расположения обеспечивает меньшее количество вытесняемых в выработку пород, возможность увеличения ширины поддерживаемого участка вдоль выработки без увеличения количества вытесняемых в выработку пород

Выводы. В результате отработки серии моделей было установлено, что под охранным сооружением формируется ядро в форме пирамиды, грани которой, наклонены под углом к основанию охранного сооружения вычисляемом по зависимости $a=45+\varphi$, в процессе приложения нагрузки ядро перемещается вместе с охранным сооружением, а его грани задают направление вытеснения пород из под охранного сооружения. Это позволило рассмотреть поведение подстилающих охранным сооружением пород при возможных случаях расположения

охранных сооружений возводимых вслед за подвиганием лавы на границе выработки с выработанным пространством, а также оценить эффективность той или иной схемы по величине объёма пород вытесняемый из-под охранного сооружения в сторону выработки.

Библиографический список

- 1.Негрей С.Г. Обоснование параметров механического отпора породам почвы выемочных выработок при отработке лав прямым ходом. [Текст] / Дис... канд. техн. наук. 05.15.02 – Донецк, 2007.-262с.
- 2.Халимендик Ю.М., Чемакина М.В. Повышение эффективности использования металлической крепи угольных шахт [Текст] // Материалы региональной научно-практической конференции «Проблемы горничей технології», Донецк: КИИ ДонНТУ, 2010. - С.95-98.
- 3.Кузнецов Г.Н. Моделирование проявлений горного давления [Текст] / Кузнецов Г.Н., Будько М.Н., Васильев Ю.И., Шклярский М.Ф., Юревич Г.Г.– Л.: Недра, 1968.–280 с.



УДК 622.14

СОЗДАНИЕ ХРОНОЛИТОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПОРОДНОГО ОТВАЛА

Прокопенко Е.В.,

Донецкий национальный технический университет, г.Донецк, Украина

В статье предлагается концепция по применению теории графов для создания хронолитологической модели породного отвала, которая позволит выявить интервалы локализации вредных химических компонент на отвале, и дать рекомендации по дальнейшему использованию этих компонент.

Донецкая область занимает важное место в экономическом потенциале Украины. Сложившаяся в Донецкой области экологическая ситуация является наследием 200-летнего интенсивного использования природных богатств. На сегодняшний день в регионе накоплено 4 млрд. тонн отходов, которыми занято чуть менее 2 % территории области. Основные отрасли, образующие отходы - угольная промышленность (около 120 шахт и горнодобывающих предприятий). [1] Отходы угольных предприятий в основном сосредотачиваются на отвалах.

На территории Донбасса находится 1257 терриконов, которые занимают площадь 5526, 3 га. Большинство отвалов Донбасса являются горящими. В их недрах держится высокая температура, так как там,

в избытке накоплен мышьяк, ртуть, цианиды, сера и другие вредные вещества и их соединения.

Отвалы принимают породу от отдельной шахты, обогатительной фабрики или от группы угольных предприятий. [2]

В отвалах угольных шахт много запасов некоторых металлов, соизмеримых по объему с природными месторождениями полезных ископаемых, получение которых для Украины будет экономически выгодным, тем более что в настоящее время многие из минеральных ресурсов уже исчерпаны, что является одной из глобальных проблем. В ближайшем будущем все запасы благородных и цветных металлов, железа будут исчерпаны. Поэтому именно сейчас актуально рассматривать отходы горного производства, как альтернативный вариант пополнения природных ресурсов. Само по себе возведение террикона требует значительных усилий, ведь вначале надо построить собственную шахту, пройти километры горных выработок. Вся поднятая на-гора порода попадает в террикон, туда же идут и всевозможные отходы из шахты, это могут быть металлоконструкции, железобетон, дерево, кабели, и, небольшая часть угля (до 30 процентов). В модели отвала должна быть отражена локализация определенных типов (видов) пород и связанных с ними химические компоненты. Единственным достоверным источником такой информации являются результаты маркшейдерско-геологических съемок в горных выработках периодически с маркшейдерскими съемками отвалов. Так как каждый пласт имеет свое геологическое строение, то можно составить прогноз тех химических реакций, которые произойдут при соприкосновении тех или иных элементов, содержащихся в различных пластах, то есть заранее выявить неблагоприятные зоны на отдельном ярусе и в целом на отвале. Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что маркшейдерский план это хронология деятельности "живого организма", и данную хронологию можно использовать для построения динамической модели формирования породного отвала

Порода попадает на породный отвал не хаотически, а в определенных объемах и последовательности. Основой для этого могут служить маркшейдерская горно-графическая документация, которая, по сути, является единым достоверным источником информации за весь период эксплуатации шахты, и, следовательно, за весь период отсыпки породы на отвал. Исходя из выше сказанного, можно проследить динамику насыпки породы на отвал за определенной период времени.

1. Горные работы ведутся по определенной системе и планированию, используя планограмму развития горных работ.

2. Данная планограмма отображается на планах горных работ по каждому пласту, на котором ведутся работы.

3. Развитие горных работ осуществляется за определенный интервал времени (t) и в определенном месте полезного ископаемого, т. е, осуществляется во времени и в пространстве.

4. Данная информация отображается на маркшейдерских планах горных работ в виде подвигания каждой выработки за определенное время.

Зная динамику насыпки пород, можно выявить опасные очаги выбросов вредных веществ на отвале, так как загрязнение атмосферы вредными веществами оказывает значительное воздействие на здоровье населения и экосистему области.[1]

Разработка данной модели предусматривает использование элементов теории графов, так как данная теория рассматривает постановку и решение задач управления организационными системами. [3] Одной из таких систем и является отсыпка породы на отвал.

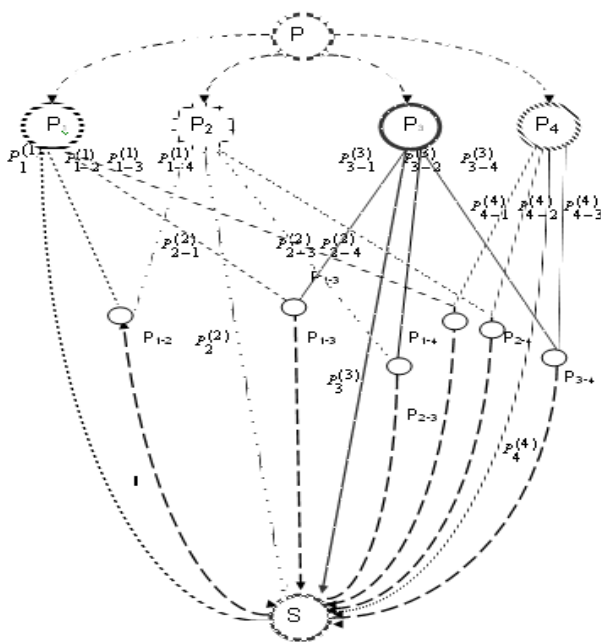


Рис.1 Модель формирования отвала в виде графа

Граф представляет собой систему, которая интуитивно может быть рассмотрена как множество кружков и множество соединяющих их линий. Кружки называются вершинами графа, линии со стрелками-дугами, без стрелок - ребрами.

На основании графиков ввода-вывода проходческих забоев, порода попадает на отвал в основном из квершлаггов, уклонов, транспортных штреков и штреков за лавами. Используя эти данные можно составить граф. На рисунке 1 представлен граф, реализующий доставку породы на отвал в пределах одного пласта.

Структура данного графа и все обозначения, представленные на схеме, могут быть сведены в таблицу 1, которая отражает полную характеристику данного графа.

Таблица 1

Характеристика элементов, входящих в граф

Обозначение вершин	Назначение вершин
P	Наименование пласта
P_1	Вид выработок: квершлагги
P_2	Вид выработок: уклоны
P_3	Вид выработок: транспортные штреки
P_4	Вид выработок: штреки за лавами
$P_{1,2}$	Суммарный объем пород квершлаггов и уклонов
$P_{1,3}$	Суммарный объем пород квершлаггов и транспортных штреков
$P_{1,4}$	Суммарный объем пород квершлаггов и штреков за лавами
$P_{2,3}$	Суммарный объем пород уклонов и транспортных штреков
$P_{2,4}$	Суммарный объем пород уклонов и штреков за лавами
$P_{3,4}$	Суммарный объем пород транспортных штреков и штреков за лавами
Обозначение дуг	Назначение дуг
$P_1^{(1)}$	Отсыпка породы только из квершлаггов
$P_2^{(2)}$	Отсыпка породы только из уклонов
$P_3^{(3)}$	Отсыпка породы только из транспортных штреков
$P_4^{(4)}$	Отсыпка породы только из штреков за лавами
Обозначение ребер	Назначение ребер
$P_{1-2}^{(1)}, P_{1-3}^{(1)}, P_{1-4}^{(1)}$	Одновременная работа квершлаггов с уклонами, транспортными штреками и штреками за лавой
$P_{2-1}^{(2)}, P_{2-3}^{(2)}, P_{2-4}^{(2)}$	Одновременная работа уклонов с квершлаггами, транспортными штреками и штреками за лавой
$P_{3-1}^{(3)}, P_{3-2}^{(3)}, P_{3-4}^{(3)}$	Одновременная работа транспортных штреков с квершлаггами, уклонами и штреками за лавой
$P_{4-1}^{(4)}, P_{4-2}^{(4)}, P_{4-3}^{(4)}$	Одновременная работа штреков за лавами с квершлаггами, уклонами и транспортными штреками

Данная структура графа рассмотрена только в пределах одного пласта, т.е. по схеме можно рассмотреть динамику насыпки пород в зависимости от планограммы развития горных работ, которая отражена на маркшейдерских планах. По каждому пласту составляется геологический разрез и осуществляется характеристика состава пород, входящих в пласт. Для остальных пластов составляется такой же граф

Таким образом, зная, что происходит с насыпкой породы в пределах одного пласта, и, зная какие работают пласты, то ли одновременно, то ли каждый по отдельности, можно составить хронологическую модель насыпки породы, в результате которой могут быть выявлены места с накоплением вредных веществ. По данной модели можно составить рекомендации по контролю за данными веществами, а также дать рекомендации по дальнейшему использованию этих веществ

Бібліографічний список

1. Земля тривоги нашої. За матеріалами доповіді про стан навколишнього природного середовища у Донецькій області у 2008-2009 роках / Під ред. С.В. Трет'якова, Г.Аверіна – Донецьк: Новий світ.-2009.-124с.
2. Оценка влияния породных отвалов шах."Горняк" ПО "Селидовуголь" на окружающую среду и перспективы их рекультивации/ Соловьева Е.А.(магистерская работа)- Руководитель: доцент кафедры "Полезные ископаемые и экологическая геология" Проскурня Юлия Анатольевна
3. Теория графов в управлении организационными системами/ Бурков В.Н., Заложнев А.Ю., Новиков Д.А.// М.: Синтез, 2001.-124с.



УДК 622.016.83

ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ДИАМЕТРА ШПУРА НА СКОРОСТЬ ГИДРАТАЦИИ НЕВЗРЫВЧАТОГО РАЗРУШАЮЩЕГО СОСТАВА

Шуляк Я.О.,

Научный руководитель Сахно И.Г.

Донецкий национальный технический университет, г.Донецк, Украина

В статье приводятся результаты лабораторного исследования влияния диаметра шпура на скорость гидратации невзрывчатого разрушающего состава.

Введение. Современные условия отработки угольных пластов и проведения горных выработок складываются так, что применение

взрывчатых веществ (ВВ) для разрушения горных пород, не всегда обеспечивает экономичность и безопасность работ. Несмотря на неоспоримые достоинства взрывного способа разрушения, его применение приводит к дополнительным затратам, связанным с увеличением стоимости ВВ при повышении класса предохранительности, что вызвано увеличением газоносности пластов на большой глубине их отработки, выбросоопасностью, взрывоопасностью угольной пыли. В связи с этим появляется необходимость разработки и внедрения новых способов разрушения горных пород.

Одним из перспективных направлений, является применение невзрывчатых разрушающих составов (НРС). Известно, что невзрывчатые разрушающие составы [1, 2] применяются в строительной индустрии, например для невзрывного разрушения фундаментов зданий, где были достигнуты положительные результаты.

Актуальность. На сегодняшний день НРС в горной промышленности практически не применяются. Это связано с нерешенностью ряда практических вопросов связанных с приготовлением смеси в шахтных условиях, помещением ее в шпур, длительным временем разрушения пород по сравнению с взрывным способом. Одной из основных задач, решение которой позволит широко внедрить НРС в подземных горных выработках является сокращение времени разрушения пород в 10-20 раз.

В связи с этим была поставлена цель изучения факторов влияющих на скорость разрушения объекта.

Опыт применения НРС при разрушении горных пород в подземных условиях показывает, что время разрушения объекта неодинаково и увеличивается при уменьшении диаметра шпура. Так, например, авторами статьи были проведены шахтные эксперименты по разрушению горного массива шпуровыми зарядами НРС, при этом диаметр шпуров изменялся от 36 мм до 50 мм, причём длина шпура и горно-геологические условия были одинаковы. Анализ показал, что разрушение шпуровым зарядом большего диаметра происходило всегда быстрее.

Известно [3] что увеличение объёма НРС, вызывающее разрушение вмещающего объекта, происходит в результате протекания реакции гидратации, таким образом по времени разрушения можно сделать вывод о скорости протекания реакции.

Для исследования влияния диаметра шпуров на скорость гидратации НРС авторами статьи было проведено несколько лабораторных экспериментов

Для первого эксперимента было изготовлено четыре стакана из газетной бумаги. Стаканы были одинаковой высоты равной 4 см, диаметр которых составлял 15 мм, 25 мм, 30 мм, 40 мм соответственно, таким образом, покрывался диапазон диаметра шпуров в подземных горных выработках. Далее стаканы помещали в ёмкость с песком донной частью вниз так, как показано на рисунке 1. После этого была приготовлена невзрывчатая разрушающая смесь, которую распределили по стаканам так, чтобы расстояние от дна стакана до поверхности смеси было одинаковым. Общий вид эксперимента представлен на рисунке 1.

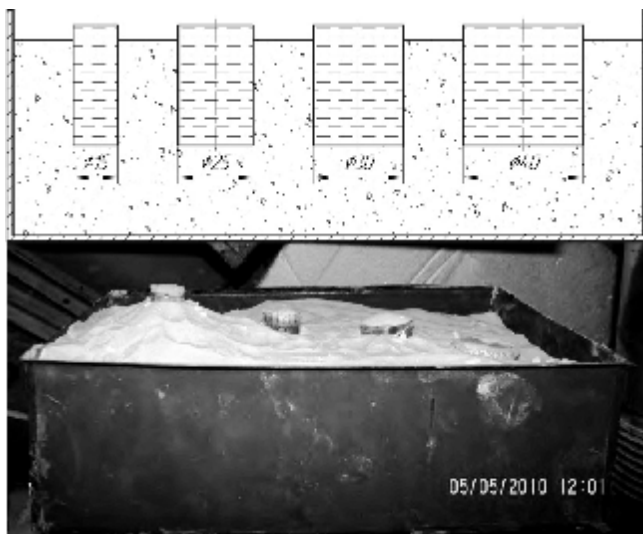


Рис. 1. Общий вид первого эксперимента

Результаты эксперимента представлены на рисунке 2 в виде графика. Из рисунка видно, что реакция гидратации НРС ускоряется при увеличении диаметра шпура. Полученный график явно показывает, что зависимость времени (t) протекания реакции гидратации выражается степенной функцией вида:

$$t = 324.46 \cdot d^{-0.772}, \text{мин} \quad (1)$$

где d – диаметр шпура, в который помещается невзрывчатый разрушающий состав, мм.

Результаты эксперимента подтверждают выдвинутую ранее гипотезу о зависимости скорости реакции гидратации от диаметра шпура, в который помещён состав.

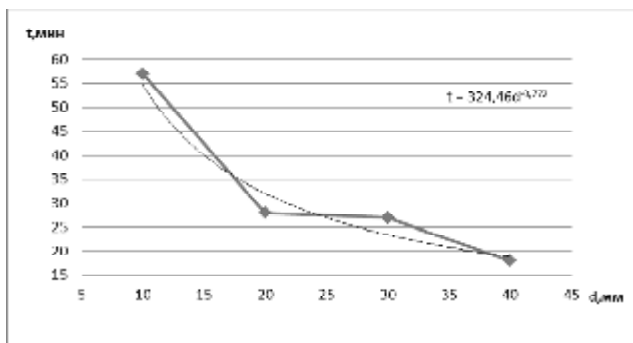


Рис. 2. Зависимость времени разрушения бумажного стакана, помещенного в песок от его диаметра

Так как в эксперименте, описанном выше, кроме величины диаметра стаканов изменялся и объём залитого в них НРС, была проведена следующая серия экспериментов.

В бумажные стаканы помещалось невзрывчатое разрушающее средство объёмом 20 мл, 30 мл, 40 мл, 50 мл, 60 мл, 70 мл, 80 мл соответственно. При этом стаканы выполнялись диаметром 20 мм для первого опыта (рис. 3а), 30 мм для второго (рис. 3б) и 40 мм для третьего опыта (рис. 3в). Для реализации экспериментов готовилась невзрывчатая разрушающая смесь по 350 мл для каждого из опытов. После чего при помощи шприца смесь заливалась поочерёдно в каждый стакан. Далее производился замер времени от перемешивания смеси до начала её расширения, что сигнализировало о второй стадии протекания реакции гидратации [3].

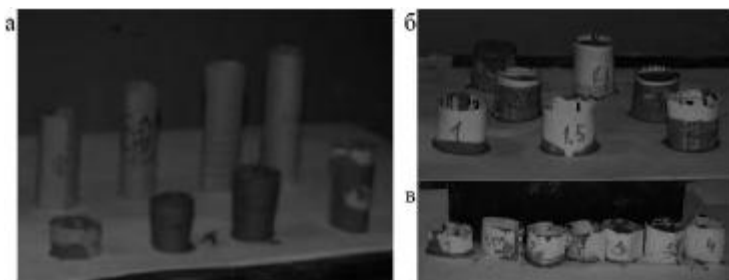


**Рис. 3. Общий вид второй серии экспериментов:
а - стаканы диаметром 20 мм; б – 30 мм; в – 40 мм.**

Графическое изображение результатов показано на рисунке 4, на котором видно, что от увеличения объёма смеси в шпуре независимо от диаметра реакция гидратации ускоряется.

Из полученных зависимостей можно получить линейную зависимость времени протекания реакции гидратации от помещённого в шпур объёма НРС следующего вида:

$$t = -1.0643V + 103.21, \text{ мин} \quad (2)$$

где V – объём смеси, помещённой в шпур определённого диаметра, мл.

Кроме этого график соответствующий опыту №3, где диаметр стаканчика равнялся 40 мм, не такой однозначный. Здесь видно, что образец в который было помещено 80 мл смеси расширился позже, чем образец с 70 мл смеси. Это может объясняться тем, что кроме диаметра и объёма вещества в шпуре, может влиять длина рабочего объёма шпура.

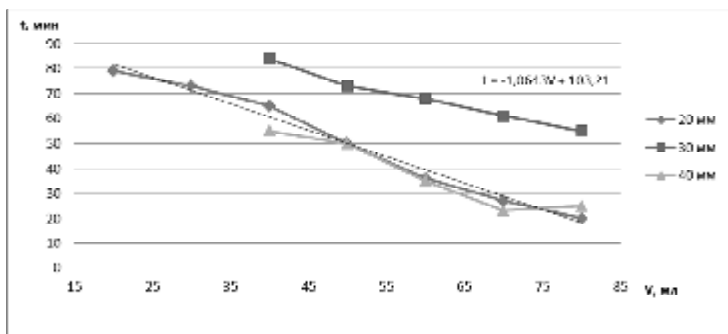


Рис. 4. Зависимость времени разрушения бумажного стакана от объёма помещённой в него смеси

Таким образом, проведённые исследования позволяют сделать вывод, что на скорость реакции гидратации влияют диаметр шпура, объём помещённой в него смеси, и её высота относительно полости шпура высота.

Библиографический список

1. Руководство по применению невзрывчатого разрушающего средства (НРС-1) при разрушении прочных хрупких материалов. – М.: Изд. ВНПО стеновых и вяжущих материалов, 1986. – 17 с.
2. ТУ У БВ 2.7.00030937.09-97. Невибухова руйнівна речовина. Технічні умови. – Введена вперше. Введ. 05.12.97. Без обмеження терміну дії. – Харьков: Госстандарт. Харьковский центр стандартизации и аэрологии, 1997. – 14 с.

3. Касьян Н.Н., Сахно И.Г., Шуляк Я.О. Обоснование методов управления скоростью роста распорно-компрессионных характеристик невзрывчатых разрушающих веществ / Вісті Донецького гірничого інституту. - 2010. - №2.-0.218-228.



УДК 622.14

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ДЛЯ НАХОЖДЕНИЯ МАКСИМАЛЬНОГО КОМПОНЕНТА В СОСТАВЕ ПОРОД НА ОТВАЛЕ

Прокопенко Е.В.,

Научный руководитель Борщевский С.В.,

Донецкий национальный технический университет, г.Донецк, Украина

В статье предлагается концепция по разработке алгоритма для нахождения максимального химического компонента в составе пород на отвале. Данный алгоритм позволит найти местоположение химического компонента в зависимости от времени и насыпки породы на отвал, а также рассчитать максимальный объем породы, который содержится в данном месте отвала в зависимости от данного компонента.

В отвалах угольных шахт много запасов некоторых металлов, соизмеримых по объему с природными месторождениями полезных ископаемых, получение которых для Украины будет экономически выгодным, тем более что в настоящее время многие из минеральных ресурсов уже исчерпаны, что является одной из глобальных проблем. Порода попадает на породный отвал не хаотически, а в определенных объемах и последовательности. Основой для этого могут служить маркшейдерская горно-графическая документация, которая, по сути, является единым достоверным источником информации за весь период эксплуатации шахты, и, следовательно, за весь период отсыпки породы на отвал.[1]

Крупные скопления отходов угольной промышленности оказывают негативное воздействие на окружающую среду. В частности происходит загрязнение атмосферного воздуха, особенно в случаях возгорания отвалов, а также почв и водных объектов.

Технология формирования породного отвала заключается в насыпке породы на отвал отдельными ярусами. Так как отдельный ярус породного отвала насыпается определенное количество лет, то

можно составить карту насыпки отвала за определенный период времени. Так как каждый пласт имеет свое геологическое строение, то можно составить прогноз тех химических реакций, которые произойдут при соприкосновении тех или иных элементов, содержащихся в различных пластах, то есть заранее выявить неблагоприятные зоны на отдельном ярусе и в целом на отвале.[2]

Используя выше сказанное, можно сформулировать задачу о нахождении максимального компонента среди состава пород, входящих в пласт, а также сформировать вектор, позволяющий оценить объем выдачи на отвал породы, содержащий максимальный компонент по пластам.

С точки зрения линейного программирования, данная задача формулируется следующим образом.

Существует функция

$$f(v_1, v_2, \dots, v_m), \quad (1)$$

где

$$\begin{aligned} V_1 &= (x_1^{(1)}, x_2^{(1)}, \dots, x_j^{(1)}, \dots, x_k^{(1)}) \\ V_2 &= (x_1^{(2)}, x_2^{(2)}, \dots, x_j^{(2)}, \dots, x_k^{(2)}) \\ &\dots \\ V_i &= (x_1^{(i)}, x_2^{(i)}, \dots, x_j^{(i)}, \dots, x_k^{(i)}) \\ &\dots \\ V_m &= (x_1^{(m)}, x_2^{(m)}, \dots, x_j^{(m)}, \dots, x_k^{(m)}) \end{aligned} \quad (2)$$

при ограничениях

$$\begin{aligned} g_1(x_1^{(1)}, x_1^{(2)}, \dots, x_1^{(i)}, \dots, x_1^{(m)}) &\leq b_1 \\ g_2(x_2^{(1)}, x_2^{(2)}, \dots, x_2^{(i)}, \dots, x_2^{(m)}) &\leq b_2 \\ &\dots \\ g_j(x_j^{(1)}, x_j^{(2)}, \dots, x_j^{(i)}, \dots, x_j^{(m)}) &\leq b_j \\ &\dots \\ g_k(x_k^{(1)}, x_k^{(2)}, \dots, x_k^{(i)}, \dots, x_k^{(m)}) &\leq b_k \end{aligned} \quad (3)$$

Где $f(v_1, v_2, \dots, v_m)$ - целевая функция или критерий эффективности. В данном случае, вектор f характе-

ризует значение максимального объема по пластам в зависимости от максимального компонента в составе пород пласта, $X = (x_1, x_2, \dots, x_j, \dots, x_k)$ - варьируемые параметры, которые обозначают соответствующую компоненту в составе пород пласта,

$$g_1(x_1^{(1)}, x_1^{(2)}, \dots, x_1^{(i)}, \dots, x_1^{(m)}) \leq b_1$$

...

$$g_k(x_k^{(1)}, x_k^{(2)}, \dots, x_k^{(i)}, \dots, x_k^{(m)}) \leq b_k - \text{функции, которые}$$

задают ограничения на компоненты, входящие в состав пород пласта.

Таким образом, используя данные выше приведенных функций, можно составить матрицу размерностью $[1..k, 1..m]$, где k -количество компонент, m -количество пластов. Данная матрица будет иметь вид, представленный ниже.

$$\begin{array}{cccccc} V_1 & V_2 & \dots & V_i & \dots & V_m \\ x_1^{(1)} & x_1^{(2)} & \dots & x_1^{(i)} & \dots & x_1^{(m)} \\ x_2^{(1)} & x_2^{(2)} & \dots & x_2^{(i)} & \dots & x_2^{(m)} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_j^{(1)} & x_j^{(2)} & \dots & x_j^{(i)} & \dots & x_j^{(m)} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_k^{(1)} & x_k^{(2)} & \dots & x_k^{(i)} & \dots & x_k^{(m)} \end{array} \quad (4)$$

Для нахождения вектора $V = (V^{(1)}, V^{(2)}, \dots, V^{(m)})$, характеризующего максимальное значение объемов по пластам в зависимости от химического компонента, необходимо вычислить параметры, входящие в вектор, по формуле

$$V^{(l)} = \sum_{i=1}^m x_i^{(l)} \cdot V_i \quad (5)$$

Используя найденные объемы, можно составить вывод о составе компонент, входящих в пласт, то есть, какие компоненты больше содержатся в объеме породы, отсыпанной на отвал, в зависимости от графика проведения подготовительных выработок. Таким образом, зная, что происходит с насыпкой породы в пределах одного пласта, и, зная какие работают пласты, то ли одновременно, то ли каждый по отдельности, можно составить хронологическую модель насыпки породы, в результате которой могут быть выявлены места с накоплением вредных веществ. По данной модели можно соста-

вить рекомендации по контролю за данными веществами, а также дать рекомендации по дальнейшему использованию этих веществ.

Библиографический список

1. Разработка динамической модели породных отвалов угольных шахт/ Прокопенко Е.В., Борщевский С.В./Наукові праці УкрНДМІ НАН України. Випуск 6 /Під заг.ред. А.В.Анциферова.-Донецьк, УкрНДМІ НАН України, 2010.-14с.
2. Проскурня Ю.А., Бредихина Н.П. Породные отвалы Донецка и их влияние на экологическую ситуацию.-Донецк, 2002.



УДК 502.171:622.26

ВЛИЯНИЕ СПОСОБА ОХРАНЫ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ УГОДИЙ

Монахова Е.Н., Сиротин И.Н.
научный руководитель - Прохоров Н.И.,
Тульский государственный университет, г.Тула, Россия

Дан краткий анализ состояний угольной промышленности РФ. Произведены исследования характера оседаний земной поверхности при охране горных выработок угольными целиками. Даны рекомендации по применению таких способов охраны выработок, которые значительно уменьшают степень влияния горных работ на разрушение плодородного слоя земли в условиях Подмосквового угольного бассейна.

Наша страна обладает такими природными запасами, которые не имеют себе равных в мире и способны обеспечить материальную базу для решения самых грандиозных социально-экономических задач. Однако богатство и многообразие природных запасов не ослабляет остроты проблемы их рационального использования.

Значительные площади сельскохозяйственных и лесных угодий нарушаются при все возрастающих объемах добычи полезных ископаемых. При этом нарушается структура верхних слоев пород, резко нарушается гидрогеологический режим местности, что приводит к разрушению почвенного слоя земной поверхности.

Охрана природы и рациональное использование ее ресурсов в современных условиях является одной из наиболее важных задач, от

решения которых зависит успешное выполнение народнохозяйственных планов, благосостояние нынешнего и будущих поколений.

Для дальнейшего развития экономики страны в условиях модернизации необходимо обеспечить рациональное использование земель, защиту их от ветровой и водной эрозии, селей, оползней, подтопления, заболачивания... Усилить работу по улучшению сохранности сельскохозяйственных угодий... Улучшить охрану недр и комплексное использование минеральных ресурсов. Снижать потери полезных ископаемых при их добыче, обогащении и переработке.

Исследованию влияния способа охраны горных выработок на эффективность использования земельных угодий в условиях Подмосковного угольного бассейна посвящена данная работа.

В Подмосковном угольном бассейне широкое распространение получила разработка месторождений длинными столбами. Система разработки длинными столбами характеризуется рядом особенностей, находящихся свое выражение в различии элементов системы на разных шахтах: число и вид штреков главных направлений, способ подготовки и порядок нарезки выемочных столбов, тип лав (одинарные и спаренные), длина лавы и длина столба. и т.д..

При последовательном порядке нарезки осложняется проведение выработки, расположенной рядом с выемочным столбом, в котором ведутся очистные работы вследствие проявления опорного давления в зоне влияния очистных работ, распространяющейся за пределы выемочного столба.

Поэтому при последовательном порядке нарезки очистных столбов на некоторых шахтах они подготавливаются к выемке с межлавыми целиками, ширина которых обычно составляет 8-12 м. Однако последующая отработка выемочного столба, проводимая без выемки охранного целика, приводит к значительным потерям угля по площади и значительному деформированию земной поверхности.

Как показали ранее проведенные исследования [1-3], величина оседания земной поверхности составляет 85-97 % от вынимаемой мощности угольного пласта. С целью установления влияния оставляемых охранных целиков на характер оседания поверхности были проведены исследования на шахте "Щекинская" производственного объединения "Тулауголь".

Сдвигение пород, вызванное очистной выработкой, распространяется в некоторой зоне и заканчивается на земной поверхности образованием впадины - мульды сдвижения.

Было установлено, что оседание земной поверхности опережает линию очистного забоя на 20-30 м. Условная линия, соединяющая

точку начала оседания с линией забоя, имеет наклон к горизонту 62-67. Появляющиеся на поверхности трещины опережают линию забоя и в большинстве случаев обращены выпуклостью в сторону движения лавы.

После появления первой тонкой трещины происходит постепенное ее расширение: новые трещины появляются на поверхности, как правило, через 2-4 м, затем между ними возникает сеть более мелких трещин. От плоскости забоя в сторону выработанного пространства характерным является ступенчатое оседание поверхности параллельными полуокружностями с разностью высот ступеней от 0,05 до 0,35 м. Вертикальные трещины на глубине 6-10 м закрываются и отклоняются от вертикали не более, чем на 5 м обе стороны.

Трещины, огибая впереди забой, продолжают по бокам участка параллельно выемочным штрекам. Количество боковых трещин после прохождения лавы, как правило, несколько уменьшается. Сокращение количества боковых трещин наступает после отхода линии очистного забоя на 20-30 м. Трещины, которые раскрылись на максимальном расстоянии от линии выемочных штреков, сохраняются до отработки соседнего столба. Начало оседания поверхности по бокам лавы находится на расстоянии 20-30 м от линии выемочных штреков при условии, что рядом находятся неотработанные столбы.

Если рядом находится отработанный столб, то линия оседания поверхности расположена на расстоянии 10-20 м от линии штрека. Если длина отработанного участка будет равна его ширине, то расстояния между противоположными трещинами на земной поверхности будут равными.

Выше сказанное дает основание рассматривать напряженно-деформированное состояние массива на линиях кромки пласта и отработанного участка аналогично его состоянию на линии очистного забоя в действующей лаве. Величина максимальных смещений земной поверхности при длине лавы до 50 м находится на ее середине. При длине лавы более 50 м величина максимальных смещений находится на расстоянии 25-30 м от оси выемочных штреков. После прохода через 3-8 месяцев эти расстояния сокращаются на 5-10 м. Величина максимального оседания составляет 82-96 % от вынимаемой мощности пласта.

Площадки в зоне АОВ деформируются вследствие различных по величине и направлению перемещений. В процессе движения забоя площадки, находившиеся перед линией забоя, испытывают сначала растяжение, а после прохода линии забоя сжатие. Так как породы имеют предел прочности на растяжение значительно меньший, чем на

сжатие, то в зоне растяжения образуются трещины, которые распространяются за пределы отрабатываемого пласта, а в зоне сжатия трещины закрываются. Площадки, находящиеся на линии выемочных штреков, сначала испытывают напряжения сжатия и растяжения, в результате чего появляются трещины, которые служат продолжением трещин, зародившихся перед серединой лавы. После прохода линии очистного забоя площадки испытывают напряжения растяжения, в результате чего образуются боковые трещины параллельно выемочным штрекам. Если восстановить все трещины, которые появлялись и закрывались, то получится характер трещин.

При условии, когда охранный целик не вынимается, земная поверхность отработанного угольного месторождения имеет волнообразный характер. Максимум подъема дневной поверхности приходится на места расположения неотработанных охранных целиков. Характер деформации земной поверхности при оставлении охранных целиков показан на рис.1.



Рис. 1. Характер деформаций земной поверхности при оставлении целиков

Волнообразный характер почвы создает трудности обработки угодий сельскохозяйственными машинами. Наличие повышенных участков поверхности, способствует стоку воды и ее накоплению в местах максимальных просадок. Наличие участков почвы повышенной обводненности приводит к одновременной готовности всего массива, что отрицательно сказывается на оптимальных сроках сева. Сток воды является причиной водной эрозии. Вследствии водной эрозии безвозвратно теряются плодородные участки почвы, так как вымывается большое количество питательных элементов. Смытые почвы содержат меньше илистых и глинистых фракций, в них накапливаются грубые частицы, главным образом песок. С увеличением смытости почв возрастает их бесструктурность, ухудшается водопроницаемость и аэрация.

Водная эрозия способствует ветровой эрозии, которая является причиной увеличения зольности почв. На смытых участках урожай травяных культур в 2 раза меньше, чем на участках, не подвергающихся эрозии.

Таким образом, оставление неотработанных охранных целиков приводит как к потере угля на площади, так и к значительному снижению плодородия почвенно-растительного слоя, что снижает эффективность сельскохозяйственных угодий.

Исследования оседания земной поверхности с применением бесцеликового способа охраны при сплошной системе разработки и работе комплекса ОКС-2 были проведены на шахте "Покровская" производственного объединения "Тулауголь". Для этой цели на поверхности была оборудована наблюдательная станция.

Участок наблюдения за деформацией земной поверхности разбит был на продольные и поперечные оси. Расстояние между осями составляло 10 м, сетка выходила за зону очистных работ на 20 м от бортовых штреков. Установлено было 288 реперов в точках пересечения осей. Продольные оси заложены были из расчета, чтобы одна проходила по центру очистного забоя, и две по продольным осям бортовых штреков. Разбивка проводилась до начала очистных работ. Реперами служили деревянные колья длиной 0,5 м, забитые в землю. Наблюдения за движением поверхности в основном сводились инструментальному определению перемещений реперов наблюдаемых станций в вертикальной и горизонтальной плоскости и к одновременному фиксированию трещин. Вертикальные перемещения определялись путем сравнения абсолютных отметок, полученных в результате нивелирования всех пунктов станций.

При этом способе охраны выработок оседание поверхности опережает линию очистного забоя более, чем на 20 м. При чем эта величина распределена по длине лавы в районе погашенного штрека, она на 4-6 м больше, чем у возводимого штрека. Условная линия, соединяющая точку начала оседания с линией забоя погашаемого штрека, имеет наклон 62-65, а у возводимого штрека этот угол находится в пределе 61-65. Появившиеся на поверхности трещины опережают линию забоя, но возникают они не в середине лавы, а ближе к погашенному штреку. Новые трещины появляются на поверхности через 3-5м, а затем между ними возникает сеть более мелких трещин, которая в районе возводимого штрека значительно гуще. Трещины, огибая впереди забой, проходят параллельно возводимому штреку. Существовавшие от предыдущей лавы трещины параллельно возводимому штреку закрылись.

При отработке лавы смещения поверхности под углом и перпендикулярно к движению лавы со стороны погашенного штрека незначительны, а на некоторых участках вообще не были зафиксированы. Характер опусканий горизонтальных смещений и деформации поверхности по направлению, перпендикулярному к выемочным штрекам, показаны на рис. 2. Видно, что растягивающие напряжения и горизонтальные сдвиги над погашаемым штреком отсутствуют. Величина оседания поверхности при мощности вынимаемого пласта угля 3 м достигла 2,85 см, а величина горизонтальных смещений над возводимым штреком 15-18 см.

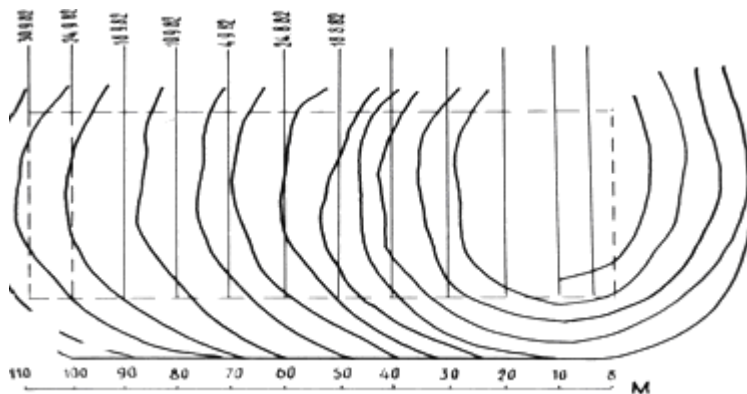


Рис.2. Схема появляющихся трещин на земной поверхности

Проведенные исследования показали при этом способе требуется меньше затрат на восстановление земной поверхности с целью использования ее в сельском хозяйстве, чем при охране выработок целиками. Уменьшилось выветривание почвенного слоя, почти не нарушается корневая система, гидрогеология менее нарушена, повысилась эффективность использования сельскохозяйственной техники. А урожай сеянных травяных культур на 50 % выше, чем на участках, которые обрабатывались с оставлением охранных целиков.

В заключение следует отметить, что процесс деформации земной поверхности можно регулировать способами отработки угольных месторождений. Так применение бесцеликового способа разработки угольных месторождений в меньшей степени снижает плодородие почвенно-растительного слоя и снижает его эрозию.

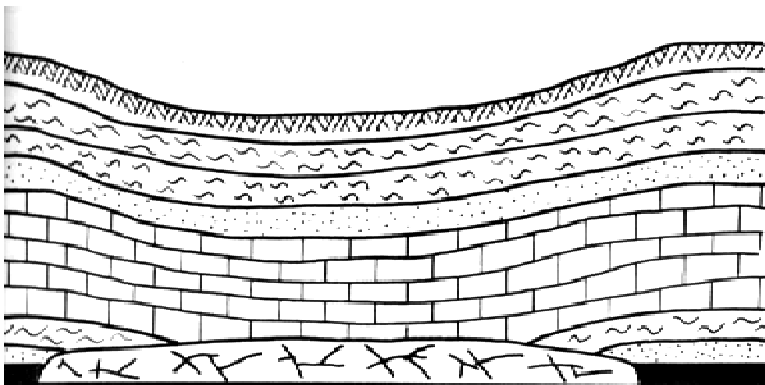


Рис.3. Характер деформаций земной поверхности при применении безцеликового способа

Библиографический список

1. Букринский В.А. Практикум по дисциплине «Геометрия недр».-М.:Изд. МГУ, 1988.-144с.
2. Василенко В.А. Спайн функции.-Новосибарск::Наука, 1983.-214с.
3. Гапанович Л.Н., Ягодкин Г.И., Зыков В.М. Перспективы развития очистных работ на шахтах РФ // Уголь.- 1984, №1-2
4. Козлов С.В. Моделирование характеристик угольного пласта для выбора параметров очистных забоев // 1-ая Региональная Конференция « Проблемы разработки месторождений полезных ископаемых Центрального региона РФ»:Тез. докл. – Тула ,1998. - С.75-76.



УДК 622.02:622.28

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАЧАЛЬНОГО НАПРЯЖЁННОГО СОСТОЯНИЯ ГОРНОГО МАССИВА И ПАРАМЕТРОВ КРЕПИ

**Комаров Д.С.,
научный руководитель Булычев Н.С.,
Тульский государственный университет, г.Тула, Россия**

Нам даны данные контактных измерений давления в тоннелях московского метрополитена. Все тоннели были пройдены в идентичных породах- в мергелистых карбонных глинах. Измерения проводи-

лись в пилот тоннеле станции «Спортивная» в течении года. В итоге была получена широкая карта контактных давлений, и составлена карта средних давлений, которая обобщает все полученные результаты, усредняя их.

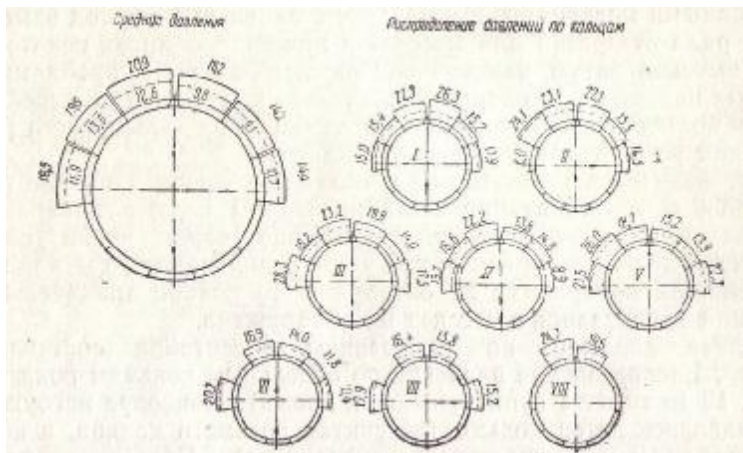


Рис.1. Величины контактных давлений

После обработки результатов нами были произведены следующие действия. Усредненное значение по каждому контактному давлению делится на соответствующее ему значение на каждом из колец.

$$n = \frac{m_{icp}}{m_{ik}} \quad (1)$$

После этого из всех полученных характеристик мы выбираем только те, которые характеризуют только боковые давления. Затем мы располагаем все полученные величины в порядке возрастания от самого малого к самому большому. В результате у нас получается достаточно внушительный ряд искомых величин. Теперь нам необходимо проверить данные ряд на логарифмическое распределение.

$$Q = \frac{1}{73} \sum_{i=1}^{73} m_i \quad (2)$$

$$SQ_1 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{73} (Q - m_i)^2}{73 - 1}} \quad (3)$$

$$SQ_2 = \frac{SQ_1}{\sqrt{73}} \quad (4)$$

где SQ_1 - среднее квадратическое отклонение; $n=73$ - число параллельных наблюдений; mi - результат i -того параллельного измерения; SQ_2 - среднее квадратическое отклонение среднего арифметического значения.

После этого производим выявление закона распределения вероятности результатов измерения. Наше задание включает 73 измерений. Согласно таблице выше принимаем число интервалов равное семи. Участок оси абсцисс, на котором располагается вариационный ряд, разбиваем на семь интервалов. Определяем ширину интервала.

$$\Delta q = \frac{Q_{\max} - Q_{\min}}{k} \quad (5)$$

Число измерений n	Число интервалов k
40...100	7...9
100...500	8...12
500...1000	10...16
1000...10000	12...22

Максимальное и минимальное значения принимаем чуть больше, чем максимальное (3.085) и чуть меньше, чем минимальное (0.56) значения из числового ряда задания, дабы все значения вошли в рассматриваемую нами область. Начало первого интервала располагают на оси абсцисс перед минимальным значением $Q_{\min}$, а конец последнего - после максимального значения $Q_{\max}$. Подсчитываем количество результатов, попавший в каждый интервал, и определяем высоту r_j каждого столбца гистограммы.

После выдвижения гипотезы о виде закона распределения вероятности результата измерений, осуществляют ее проверку непротиворечивости с помощью какого-либо критерия согласия. Наиболее распространенным является критерий Пирсона.

Данные наблюдений группируются по интервалам, как при построении гистограммы, и подсчитываются число наблюдений в каждом интервале. Если в некоторые интервалы попадает менее пяти значения его объединяют с последующим, при этом соответственно уменьшается число степеней свободы.

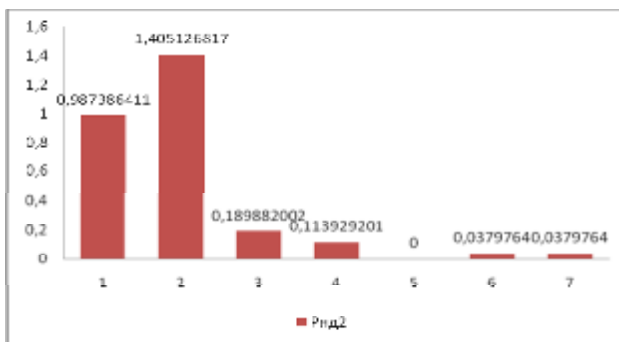


Рис.2. Гистограмма исследуемых величин

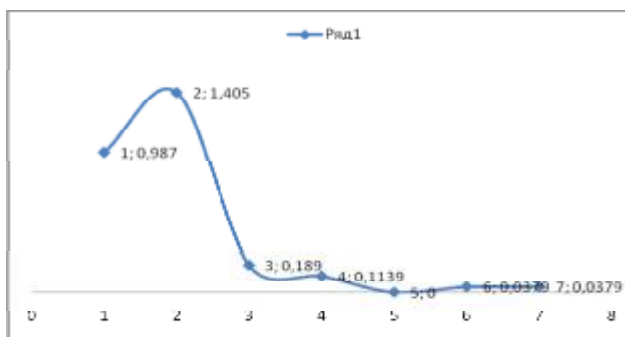


Рис.3. Теоретическая кривая

Для каждого интервала находят вероятности попадания в них результатов наблюдений по таблице нормированного нормального распределения вероятности:

$$P(Q_{j-1} \leq Q \leq Q_j) = \Phi(z_j) - \Phi(z_{j-1})$$

$$z_j = (Q_{j-1} - Q^-) / S_Q \quad (6)$$

$$z_{j-1} = (Q_j - Q^-) / S_Q$$

I	$M(J-1)$	MJ	ZJ	$z(J-1)$	ΦZJ	$\Phi Z(J-1)$	$\Delta\Phi = P_j$
1	0.56	1.19125	0.2465719	-1.342	0.5987	0.0901	0.5086
2	1.19125	1.8225	1.83502335	0.2465719	0.9671	0.5987	0.3684
3	1.8225	2.45375	3.42347	1.8350233	0.9997	0.9671	0.0326
4	2.45375	3.085	5.0119261	3.42347	1	0.9997	0.0003

Для каждого интервала вычисляют значение c_j^2 критерия Пирсона.

Значения коэффициента k взяты из первого этапа данного пункта.

$$c_j^2 = (n / \Delta P_j)(k_i / n - \Delta P_j)^2 \quad (7)$$

i	$M(J-1)$	MJ	c_j^2
1	0.56	1.9125	5.4553627027
2	1.19125	1.8225	3.798261502
3	1.8225	2.45375	2.884884461
4	2.45375	3.085	1131.57441

Результаты обработки:

i	$M(J-1)$	MJ	CP	Ni/N	$NiPi$	$Pi-P$	$(p_i - p)^2 n_i$
1	0.56	0.92	0.82	0.35	21.46	-0.26	1.86
2	0.92	1.28	1.20	0.51	44.66	0.11	0.48
3	1.28	1.64	1.41	0.07	7.07	0.32	0.52
4	1.64	2.00	1.79	0.04	5.38	0.70	1.47
5	2.00	2.36	0	0	0	0	0
6	2.36	2.72	2.69	0.01	2.69	1.60	2.56
7	2.72	3.08	3.08	0.01	3.08	1.99	3.96
Σ				1.00	84.36		10.59

i	$M(J-1)$	MJ	$\frac{p' - \bar{p}}{s}$	$j'(z)$	$\frac{\Delta p}{s} j'(z)$
1	0.56	0.92	-0.69	0.31	0.29
2	0.92	1.28	0.29	0.38	0.36
3	1.28	1.64	0.84	0.17	0.16
4	1.64	2.00	1.82	0.064	0.06
5	2.002	2.36	0	0	0
6	2.36	2.72	4.17	$1.07 \cdot 10^{-8}$	$1.01 \cdot 10^{-8}$
7	2.72	3.08	5.18	$5.68 \cdot 10^{-7}$	$5.34 \cdot 10^{-7}$

После проведения ряда операций с промежуточными результатами, которые сведены выше в таблицы, мы находим достоверный

интервал и строим график распределения функции на этом интервале относительно рассеивания оставшихся величин.

Доверительные границы:

$$Q_1 = Q - 0,174 = 0,918$$

$$Q_2 = Q + 0,174 = 1,268$$

Доверительный интервал:

$$I_b = (0.912; 1.268)$$

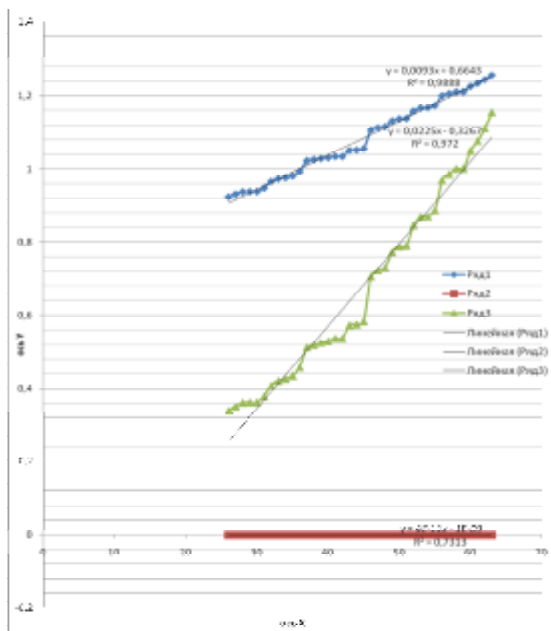


Рис. 4. Теоретическая кривая и исследуемое множество на исследуемом интервале

Библиографический список

1. Бульчев Н.С. «Механика подземных сооружений», Москва, Недра, 1994.
2. Методические указания по статической обработке и анализу результатов исследований проявлений горного давления, Ленинград, 1976.
3. Б.Н. Виноградов, С.А. Орлов, Я.Г. Гельман, Сборник статей №31, Москва 1959.



АЭРОДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОТВАЛЬНОЙ МАССЫ

Веденкин Д.А.

научный руководитель Рожков В.Ф.,

Тульский государственный университет, г.Тула, Россия

Рассмотрены вопросы определения аэродинамических характеристик отдельных фракций пороодо-угольной массы в зависимости от влажности и среднего диаметра фракции. Определены коэффициент проницаемости (k) и масштаб макрошероховатости (l) отдельных фракций отвальной массы

Породные отвалы угольных шахт имеют достаточные объемы и служат заметным препятствием на пути движения воздушных масс. Неправильная форма отвала, ориентация продольной оси к господствующему направлению ветра создают отдельные участки отвала, которые испытывают значительные ветровые нагрузки. Это приводит к фильтрации воздуха в глубь отвала и, таким образом, способствует самонагреванию и самовозгоранию отвальной массы, что, в свою очередь, приводит к загрязнению атмосферного воздуха продуктами горения породных отвалов. На расположение и интенсивность очагов самовозгорания отвалов, оказывает влияние аэрация отвала за счет ветра, которая зависит от аэродинамических характеристик отдельных фракций отвальной массы.

Под действием динамического напора воздуха возникает фильтрационное движение в пороодо-угольной массе отвала. Интенсивность фильтрационного потока зависит от структуры пористой среды и величины скоростного напора ветра, являющегося движущей силой фильтрации. В зависимости от проницаемости, пористости материалов, находящихся в отвале, и возникающих перепадов давления, режим движения воздуха может быть ламинарным, комбинированным и турбулентным. Определение характеристик пористой среды осуществлялось в ходе экспериментальных исследований путем продувки воздуха через отдельные фракции отвальной массы. Результаты экспериментальных исследований аэродинамических характеристик отдельных фракций пороодо-угольной массы свидетельствуют о том, что они существенно различаются в зависимости от среднего диаметра фракции и ее влажности.

Для подбора регрессионных зависимостей линейного (а) и квадратичного (б) аэродинамического сопротивления использовалось пре-

образование величин. При переходе от величины b и d_{cp} к величинам $b' = \ln(b - 0,4104)$ и $d' = \ln(d_{cp} - 2)$ и применении линейной регрессии получено следующее уравнение

$$b' = 8,216 - 0,65d' \quad (1)$$

справедливое для $d' > 0$. Отсюда, переходя к исходным величинам получим:

$$b = [0,4 + 0,37 / (d_{cp} - 2) 0,65] \times 10^8, \text{ при } d_{cp} > 3 \text{ мм} \quad (2)$$

Точки, соответствующие мелкой фракции (2-3мм), не ложатся на регрессионную кривую, поэтому окончательно зависимости линейного (а) и квадратичного (б) аэродинамического сопротивления имеют вид:

$$b = [0,4 + 0,37 / (d_{cp} - 2) 0,65] \times 10^8, \text{ при } d_{cp} > 3 \text{ мм} \quad (3)$$

$$b = 1,84 \times 10^8, \text{ при } d_{cp} < 3 \text{ мм} \quad (4)$$

Как показали расчеты, влияние влажности на коэффициент (b) незначительно - не превышает погрешность аппроксимации эмпирической кривой. Зависимость коэффициента (a) от влажности и среднего диаметра фракции, характеризуется следующим эмпирическим уравнением:

$$a = (1,286 W - 4,68 \ln d_{cp} + 6,824) \times 104, \quad (5)$$

где W - относительная влажность, %; d_{cp} - средний диаметр фракции, мм.

Возможность использования уравнений (3),(4) и (5) для определения коэффициентов (a) и (b) была проверена путем сопоставления измеренных величин с расчетными, отклонение составляет около 10%, что вполне допустимо для практических расчетов.

По полученным значениям коэффициентов (a) и (b) рассчитывался коэффициент проницаемости (k) и масштаб макрошероховатости (l) отдельных фракций отвальной массы по формулам:

$$k = \frac{mL}{aF}, \quad (6)$$

$$l = \frac{rL}{bF^2}, \quad (7)$$

где- k, l, μ, ρ, L, F - коэффициент проницаемости, m^2 , масштаб макрошероховатости, м, коэффициент динамической вязкости, Па. с, плотность воздуха, кг/м³, длина линии тока, м, и площадь фильтрационного потока, м², соответственно.

Результаты расчета удовлетворительно совпадают с данными лабораторного эксперимента (отклонение составляет не более 20%).

Таким образом, для определения аэродинамических характеристик отдельных фракций отвальной массы, необходимо только опре-

делить их влажность и далее расчеты произвести по выше приведенным формулам. Это позволяет значительно сократить время на лабораторный эксперимент.

Библиографический список

1. Алехичев С.П., Пучков Л.А. Аэродинамика зон обрушения и расчет блоковых утечек воздуха.- Л.: Наука, 1968.-44 с.
2. Минский Е.М. О турбулентной фильтрации газа в пористых средах // Вопросы добычи, транспорта и переработки природных газов.-М.-Л., Гостоптехиздат, 1951.- С. 74-78.



УДК 622.236.22

К ИССЛЕДОВАНИЮ ОБЩНОСТИ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РЕЗАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ГОРНЫХ ПОРОД.

Рыбаков А.С.

научный руководитель Шмакин И.Г.,

Тульский государственный университет, г.Тула, Россия

Излагается принцип определения оптимально угла скалывания элемента породы при различных типах резания.

Величина угла скола является важным параметром при определении нормальной силы, действующей на переднюю грань резца, входя в формулу определения усилия скола (1).

$$P_{ск} = \frac{K_{\phi} \cdot \Pi_z}{0,01D} \cdot C'_{дин} \cdot \left[\frac{t_{st} \cdot h}{\sin \Omega} \cdot \left(a_k + \frac{tg j \cdot h}{\sin a} \right) + \frac{t_{s\phi} \cdot (ctga + ctg\Omega)}{\cos^2 j} \cdot (2h \cdot h_x - h_x^2) \right]$$

В [1] нахождение Ω производится решением уравнения (2), что может быть затруднительно, по этому предлагается альтернативный метод нахождения угла скола, суть которого изложена ниже.

$$\frac{dP_{ск}}{d\Omega} = 0 \quad (2)$$

Описываемый принцип не зависит от типа разрушаемой породы и опирается на зависимости, описанные в математической модели процесса разрушения породы резцом, представленной в [1, 2].

Суть метода заключается в многократных вычислениях значения нормальной силы, действующей на переднюю грань резца, при различных значениях угла скалывания и последующей выборки минимальной величины из полученного ряда. Значение угла скола, при котором была полученная выбранная величина и будет оптимальным.

Схема алгоритма данного метода представлена на рис. 1.

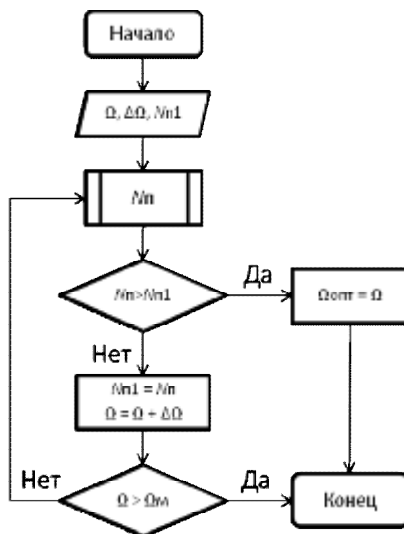


Рис. 1 Схема алгоритма определения оптимального значения Ω .

Схема алгоритма определения N_n представлена на рис. 2.

По данным алгоритмам разработана прикладная программа для ПК.

Программа разработана для выполнения в среде операционных систем класса Windows на языке программирования высокого уровня C++ [3].

Для удобства использования программа снабжена графическим интерфейсом пользователя. Предусмотрена возможность сохранения и загрузки исходных данных, а так же сохранения результатов расчета.

Проверка программы производилась вычислениями для глубины резания $h = 1$ см и коэффициенте трения $f_n = 0,3$ и прочих параметрах определенных для резца типа 1 в [1]. На основании полученных результатов построены графики зависимостей составляющих усилий резания от угла скола, изображенные на рис.3

Из рис. 1 следует, что функция имеет оптимальное значение при $\Omega = 42$ что полностью совпадает со значением из [1].

Более широкая проверка проводилась при различных значениях f_n для глубины резания $h = 1$ см и прочих параметрах определенных для резца типа 1 в [1]. Результаты сравнения сведены в таблицу.

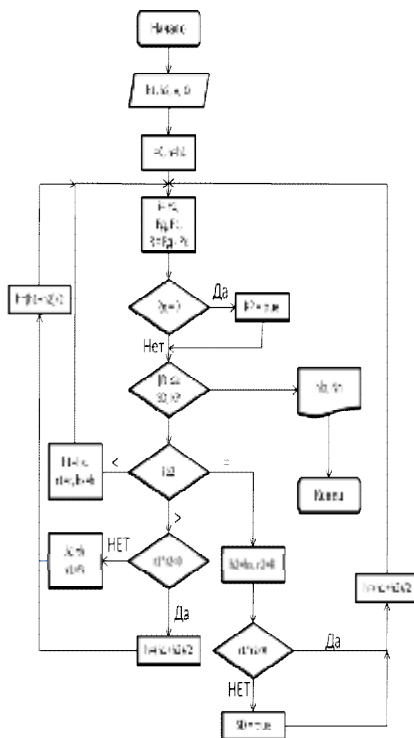


Рис. 2 Схема алгоритма определения силы N_n .

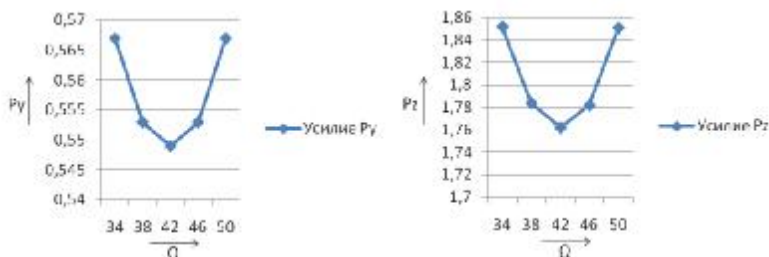


Рис. 3 Зависимость $P_i = f(\Omega)$ при $h = 1$ см

Таблица

Результаты сравнительных расчетов

f_n	Ω , град	
	по [1]	по расчету
0	51	52
0,15	47	47
0,3	42	42
0,5	37	36

В итоге, можно сказать, что разработанная программа позволяет исследовать общность изменения составляющих усилий резания углей, пород, калийных солей различными способами: механическим, вибро-активным и гидромеханическим.

Библиографический список

1. Виброактивное разрушение горных пород проходческими комбайнами // Бреннер В.А., Кавыришин И.П., Кутлунин В.А., Струков В.Б., Шмакин И.Г., Ковалева Т.В., Нин Чжун Лян, Антипов Ю.В. –М, 2000. –С. 73 – 112.
2. Исследование физических явлений виброактивного резания горных пород // Шмакин И.Г., Струков В.Б., Кавыришин И.П., Бударин Д.Е.// Горное оборудование и электромеханика №10, 2008. –С 38 – 42.
3. Б. Страуструп. Язык программирования С++ – 3-е изд. 1999.



УДК 622.02

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ
ЗАКРЕПЛЯЕМОГО МАССИВА ГОРНОЙ ПОРОДЫ**

Москалёв А.С. , Хачатурян В.Г.
научные руководители Пушкарев А.Е, Головин К.А.
Тульский государственный университет, г.Тула, Россия

Приведены способы испытания и определения физико-механических свойств горной породы, при закреплении её с помощью технологии струйной цементации, кратко описана данная технология.

В настоящее время во всем мире струйная цементация горных пород является наиболее прогрессивной технологией закрепления сла-

рых и неустойчивых пород для последующей проходки горных выработок, строительства подземных сооружений и т.д.

Техническая идея струйной цементации горных пород заключается в использовании энергии высокоскоростной струи водцементного раствора для разрушения массива породы и одновременного перемешивания получаемой массы. После твердения массы образуется новый материал - породобетон, обладающий достаточно высокими физико-механическими характеристиками.

К преимуществам технологии можно отнести высокую скорость выполнения работ по закреплению массива, возможность размещения оборудования в стесненных условиях горных выработок. В этом случае используется только малогабаритная буровая установка, а весь инъекционный комплекс может располагаться на некотором удалении. Кроме того, при использовании на небольших глубинах под зданиями и сооружениями, достоинством технологии является отсутствие нагрузок, так как устройство породобетонного массива не сопровождается значительным механическим воздействием.

В качестве показателя физико-механической прочности породобетонного массива, на основании общепринятых представлений был выбран предел прочности на одноосное сжатие.

Критерием прочности, определяемым при этих испытаниях, является временное сопротивление одноосному сжатию (раздавливанию), т. е. максимальная величина сжимающего напряжения, испытываемая горной породой в момент разрушения образца. Этот показатель называют также пределом прочности на одноосное сжатие (раздавливание).

Испытания проводят на гидравлическом прессе. Грани образцов, к которым прикладывается нагрузка прессы, обрабатывают на шлифовальном станке, обеспечивая их параллельность. Правильность формы образцов проверяют стальным угольником. При нагружении образца давление повышают на $5-10 \text{ кг/см}^2$ в секунду. Предел прочности вычисляют с точностью до 10 кг/см^2 , принимая его как среднее арифметическое результатов испытаний всех образцов данной группы.

Л. И. Бароном для вычисления предела прочности раздавливанию кернов разного диаметра получена на основе обработки результатов экспериментов следующая приближенная формула [1]:

$$R_{сж2} = R_{сж1} \sqrt[3]{\frac{d_2}{d_1}}, \quad (1)$$

где $R_{сж1}$ - временное сопротивление раздавливанию образца породы диаметром d_1 и высотой $h_1 = d_1$; $R_{сж2}$ - временное сопротивление раздавливанию образца той же породы диаметром d_2 и высотой $h_2 = d_2$.

Формула основана на данных испытаний однородных образцов разных размеров диаметром до 5 см при постоянном отношении $d/h = 1$.

При испытании образцов, у которых высота h не равна длине стороны или диаметру основания d , наблюдается закономерное снижение временного сопротивления раздавливанию по мере уменьшения величины соотношения d/h (т. е. по мере возрастания относительной высоты образцов). Эта зависимость приближенно может быть выражена следующей формулой [2]:

$$R_{сж} = s_o + 1000K_h \frac{d}{h}, \quad (2)$$

где $R_{сж}$ - временное сопротивление раздавливанию, кг/см²; s_o и K_h - постоянные величины, значения которых возрастают с увеличением крепости пород.

Главную трудность для массового применения испытаний на раздавливание, являющихся основой для установления значений коэффициента крепости по шкале проф. М. М. Протодяконова, представляет изготовление образцов правильной формы. Для этой цели могут быть использованы керны относительного малого диаметра (от 20 мм и более), получаемые при бурении эксплуатационно-разведочных скважин [1]. Изготовление образцов сводится к резанию кернов со шлифовкой и полировкой торцов. Образцы должны изготавливаться из цельных участков керна, не имеющих трещин и других видимых нарушений. При изготовлении необходимо соблюдать строгую параллельность торцов.

Для отбора проб материала массива использовался способ колонкового бурения, с последующим отбором керна, изготовлением из него образца для испытаний.

Образцы материала для испытаний в полевых условиях готовились с применением ручной шлифовальной машины, наждачной бумаги, слесарного уголка и линейки.

Из кернов материала с диаметром 25 мм осуществлялось вырезание цилиндрических образцов с высотой равной диаметру, с шлифованными параллельными торцевыми гранями.

Из кернов материала с диаметром 80 мм осуществлялось вырезание образцов кубической формы с гранью 25-30 мм, с шлифованными параллельными торцевыми гранями.

Высоту образцов, изготавливаемых из кернов, целесообразно принимать (применительно к определению коэффициентов крепости горных пород) равной их диаметру (относительные отклонения не должны превышать $\pm 10\%$). Специальное исследование показало, что при соотношении высоты образца h к его диаметру d , равном единице, ко-

эффицент вариации имеет минимальное значение. Образцы при испытаниях доводят до разрушения за одно нагружение. Скорость подачи плунжера при всех опытах должна быть одинаковой. По индикатору отмечают максимальную нагрузку, которую выдерживал образец, и по ней затем вычисляют величину временного сопротивления раздавливанию. Значение нагрузки, при которой в образце появляется первая трещина, часто бывает значительно ниже максимальной нагрузки и исходной величиной для определения предела прочности при испытаниях на раздавливание горных пород служить не может.

В ходе проведенных исследований были выявлены пределы прочности на одноосное сжатие от 2,0 до 3,5 МПа. Таким образом установлено, что породобетонный массив обладает прогнозируемыми физико-механическими свойствами, высокими прочностными и деформационными характеристиками, что играет важную роль при укреплении фундаментов в строительстве, закреплении слабых и неустойчивых пород вокруг строящихся подземных сооружений - колодцев, горных выработок, тоннелей и др.

Библиографический список

1. Барон Л. И. *Приближенное определение механической прочности горных пород. Сб. «Рудничная аэрология и безопасность труда в шахтах», Углетехиздат, 1949, с. 96-101.*
2. Барон Л. И., Курбатов В. М., Орлов Р. В. *Влияние соотношений размеров образцов горных пород на временное сопротивление раздавливанию. «Горный журнал», 1958, № 2, с. 41-44.*



УДК 624.139.62:622.023

ИСКУССТВЕННОЕ ЗАМОРАЖИВАНИЕ ПОРОД КАК ОДИН ИЗ СПОСОБОВ СТРОИТЕЛЬСТВА ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ В СЛАБЫХ, НЕУСТОЙЧИВЫХ ВОДОНОСНЫХ ПОРОДАХ И УСТОЙЧИВЫХ ТРЕЩИНОВАТЫХ ПОРОДАХ С БОЛЬШОЙ ВОДООБИЛЬНОСТЬЮ

Кононов А. Ю.

научный руководитель Булычев Н.С.,

Тульский государственный университет, г.Тула, Россия

Замороженные горные породы являются весьма сложными природными многофазными образованиями, состоящими из твердых ми-

неральных частиц, вязкопластичных включений льда, жидкой фазы (незамерзающая вода) и иногда газообразных компонентов (пар и газы). Каждый из вышеназванных компонентов в значительной степени влияет на свойства замороженных пород и их поведение в процессе замораживания и оттаивания.

Влияние твердых минеральных частиц на свойства замороженных пород обусловлено их размерами, формой и физико-химической природой их поверхности. Лед является важнейшей составляющей замороженных пород. Его своеобразные свойства в большей мере обуславливают механические свойства замороженных пород. Лед обладает резко выраженной анизотропией свойств: вязкопластическая деформация в направлении, перпендикулярном к главной оптической оси, максимальна, а в направлении, параллельном оси, проявления реологических свойств настолько малы, что после упругих деформаций наступает хрупкое разрушение. В то же время под нагрузкой лед, даже при весьма малых напряжениях, всегда имеет вязкопластические деформации (деформации течения), при этом его вязкость, как показывают соответствующие опыты, может меняться в зависимости от направления усилий в 100 раз и более. Упругими свойствами лед обладает лишь при мгновенных нагрузках, причем предел упругости льда настолько мал, что область чисто упругих его деформаций не имеет практического значения.

Особенностью строения льда является подвижность атомов водорода в его кристаллической решетке, которая непрерывно изменяется под влиянием внешних воздействий (изменений отрицательной температуры, давлений и пр.). При понижении температуры подвижность атомов водорода уменьшается, и кристаллическая решетка льда принимает более упорядоченную (более плотную и более прочную) структуру, а при температуре - 78 °С она переходит в стабильное состояние. С повышением температуры возрастают энергия активизации молекул льда и ускоренная их перегруппировка, сопровождаемые ослаблением межмолекулярных связей, что существенно сказывается на снижении его прочностных свойств.

Искусственное замораживание заключается в том, что до начала горно-строительных работ по контуру подземного сооружения (вертикального ствола) бурят скважины через 0,8 - 2 м и оборудуют их замораживающими колонками. Через замораживающие колонки с помощью насосов прокачивают хладоноситель, охлажденный до отрицательных температур (- 20 ... -40) °С.

В результате постоянной циркуляции хладоносителя в замораживающих колонках вода, находящаяся в горных породах, замерзает и

вокруг каждой колонки постепенно образуются ледопородные цилиндры, которые в дальнейшем смыкаются в единое ледопородное ограждение. Замороженные породы резко изменяют свои первоначальные физико-механические свойства (прочность, сцепление и т.д.), что позволяет по достижении ледопородным ограждением проектных размеров приступить к горнопроходческим работам. Ледопородное ограждение в этом случае выполняет роль временной водонепроницаемой ограждающей крепи, обеспечивающей безопасные условия ведения горностроительных работ.

Прочностные свойства замороженных пород во многом определяются соотношением количества льда и незамерзшей воды. Чем больше в замороженной породе льда, тем она прочнее.

Расчет процесса замораживания сводят к определению мощности замораживающей станции и времени, необходимого для создания ледопородного ограждения требуемой толщины с заданными теплофизическими, прочностными и деформационными характеристиками.

Глубину замораживания пород принимают в зависимости от гидрогеологических условий их залегания. При строительстве подземных сооружений в неустойчивых водоносных породах вне зависимости от ожидаемых притоков воды замораживание осуществляют на всю мощность неустойчивых пород с заглублением в подстилающие водоупорные породы не менее чем на 2 м для обеспечения промерзания контакта пород и предотвращения поступления воды в выработку через донную часть ледопородного ограждения. При недостаточной мощности водопора предусматривают создание ледопородного днища.

Получение холода основано на использовании главного процесса теплотехнического цикла, при котором поглощение тепла из окружающей среды (охлаждение хладагента) происходит благодаря испарению жидкого хладагента, в качестве которого в практике искусственного замораживания пород применяют аммиак и фреон.

Аммиак (NH_3) обладает хорошими термодинамическими качествами. Температура кипения аммиака при атмосферном давлении составляет 33,4 °С. Аммиак отличается резким характерным запахом и оказывает вредное влияние на организм человека. Если в воздухе содержится свыше 1 % по объему аммиака, то возможно отравление. Аммиак горюч и при содержании его по объему в воздухе от 13,1 до 26,8 % возможен взрыв при наличии открытого пламени.

Фреоны - это хлорфторзамещенные углеводороды. Исходными углеводородами для получения основных фреонов являются метан CH_4 и этан C_2H_6 . Свойства фреонов меняются в зависимости от соотношения в них атомов фтора, хлора и водорода.

В настоящее время широкое применение в технике замораживания получил жидкий азот. При некоторых условиях замораживание грунта с использованием жидкого азота является наилучшим вариантом по сравнению с традиционными методами обработки грунта.

Температура замерзшего грунта будет намного ниже, чем в случае использования установки замораживания с использованием рассола. Это увеличивает устойчивость грунта.

Низкая температура жидкого азота (-196°C) позволяет произвести замораживание за 4-7 дней, что намного меньше, чем при процессе замораживания с использованием рассола, на который может уйти месяц. Процесс является безвредным для окружающей среды, не используются опасные вещества, вибрация, не происходит загрязнения или извлечения грунтовых вод. Твердость замороженного грунта близка к твердости бетона. Затвердевание грунта является всего лишь временным. После отключения подачи жидкого азота, замерзший грунт оттает в течение нескольких недель.

Библиографический список

1. Насонов И.Д., Федюкин В.А., Шуплик М.Н. Технология строительства подземных сооружений. Строительство вертикальных выработок. - М.: Недра, 1983.-232 с.
2. Трупаков Н.Г. замораживание пород при сооружении вертикальных шахтных стволов. М.: Недра, 1983. - 268 с.
3. Linde Gas в России. Замораживание грунта. <http://www.linde-gas.ru/>



УДК 662.813

К ВОПРОСУ О ПРЕССОВАНИИ ТОРФО- БУРОУГОЛЬНЫХ БРИКЕТОВ

Яцковец А.И., Куптель Г.А. Головач А.А., Глушакова В.В.,
Белорусский национальный технический университет, г. Минск,
Республика Беларусь

Приведены результаты прессования низинного торфа с высокозольным бурым углем Бриневского месторождения.

Республика Беларусь обладает значительными запасами твердых горючих ископаемых – торфа, бурых углей и горючих сланцев, использования которых в перспективе позволит снизить энергозависимость от стран экспортеров. В Беларуси выявлены значительные запасы бурых

углей в количестве 1,5 млрд. т. Установлены три этажа угленосности: неогеновые угли залегают на глубине 20-80 м, юрские – 100-300 м, карбоновые – более 300 м. Наиболее изучены неогеновые угли. Прогнозные ресурсы неогенов углей оценены более чем в 530 млн. т. Перспективными для промышленного освоения по горно-техническим условиям и степени разведанности являются угли Бриневского, Житковичевского и Тонежского месторождений с общими подготовленными к разработкам запасами в 150 млн. т, а в перспективе – до 250 млн. т.

Одним из энергетических направлений использования бурых углей может быть их прессование в виде брикетов, что принципиально показано ранее. Однако сдерживающим фактором является повышенная зольность Ас бурых углей (от 16,7 до 27,2 %). Поэтому перед нами была поставлена задача: спрессовать брикеты из смеси торфа нормальной зольности и бурого угля, имеющего повышенную зольность, с разным соотношением компонентов и определить прочность и плотность полученных брикетов с целью определения оптимального состава шихты (смеси) для получения торфо – буроугольных брикетов стандартной зольности ($A_c \leq 15\%$).

Для прессования были взяты образцы бурого угля Бриневского месторождения, имеющего высокую зольность $A_c = 25\%$, и образцы низинного торфа Старобинского месторождения с зольностью $A_c = 8,6\%$. Брикеты изготавливали на ручном винтовом прессе ДМ – 30 в матрице с внутренним диаметром $d = 20$ мм. Давление прессования было выбрано постоянным и составляло 40 МПа.

Плотность и прочность на сжатие полученных торфо-буроугольных брикетов определяли с помощью стандартных методик.

Результаты исследований представлены в таблице 1.

Результаты анализа показаны на рисунках.

На рисунке 1 показана зависимость плотности торфо-буроугольных от содержания бурого угля. Зависимость имеет выраженный выпуклый криволинейный характер и аппроксимируется уравнением регрессии.

$$y = 0,00846 x^2 + 1,0117 x + 943,5 \quad (1)$$

где y – плотность торфо-буроугольных брикетов, кг/м^3 ; x – содержание бурого угля, %.

Это полностью подтверждается теорией брикетирования: так как торфяная сушенка имеет более крупный гранулометрический состав, то более мелкие частицы бурого угля заполняют все межзерновые пустоты и упаковка (плотность) возрастает.

При более плотной упаковке частиц торфа и бурого угля количество межзерновых контактов увеличивается и следовательно, проч-

ность таких брикетов повышается, что и подтверждает рисунком 3, на котором показана зависимость прочности брикетов от содержания в них бурого угля. Эта зависимость аппроксимируется уравнением регрессии

Таблица 1

Зависимость плотности, прочности и зольности торфо-буроугольных брикетов от содержания бурого угля

Показатели	Соотношение торфа к бурому углю, г									
Торф	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	0,5	0
Бурый уголь	0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5
Процент бурого угля	0	12	23,5	35,1	47,1	57,9	70,1	80,7	92,2	100
Высота Н, мм	13,10	13,30	13,35	13,50	13,15	13,45	13,45	13,50	13,50	13,75
Диаметр D, мм	20,50	20,65	20,55	20,50	20,40	20,50	20,50	20,50	20,50	20,50
Масса М, г	4,14	4,16	4,26	4,28	4,25	4,32	4,28	4,34	4,34	4,31
Плотность ρ, кг/м ³	958	934	963	961	989	974	964	974	974	950
Предел прочности на сжатие σ _{сж} , МПа	2,67	2,96	3,18	3,33	3,90	4,33	4,33	4,13	6,0	6,0
Общая зольность А ^с _{общ} , %	9,35	11,27	12,93	14,79	16,82	18,45	20,54	22,14	24,03	26,10

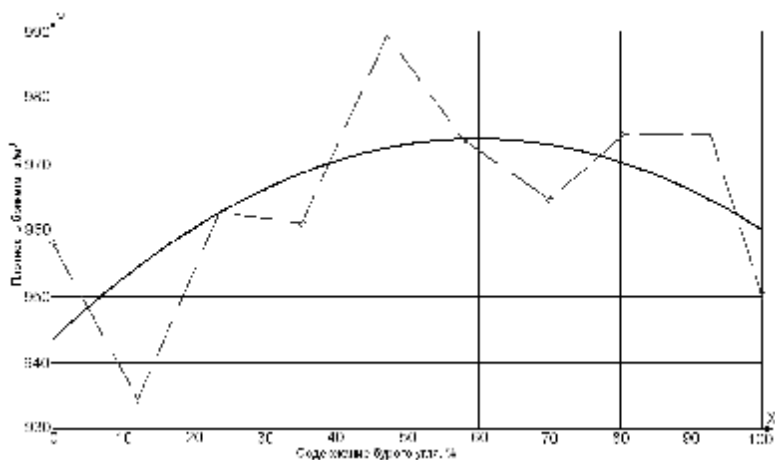


Рис.1. Зависимость плотности брикета от содержания бурого угля

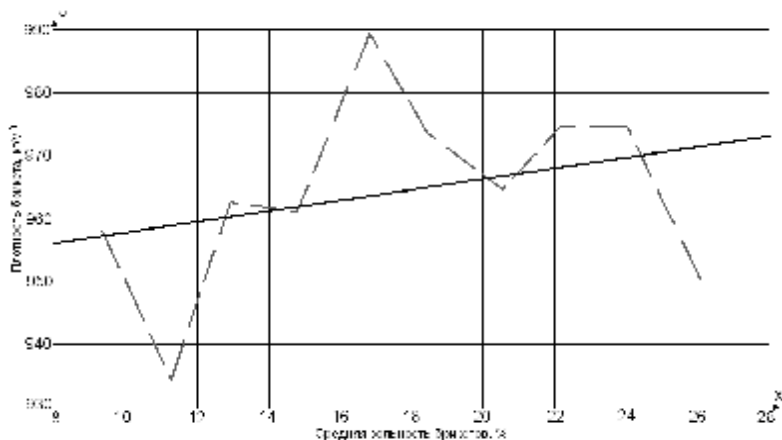


Рис. 2. Зависимость плотности брикета от средней зольности

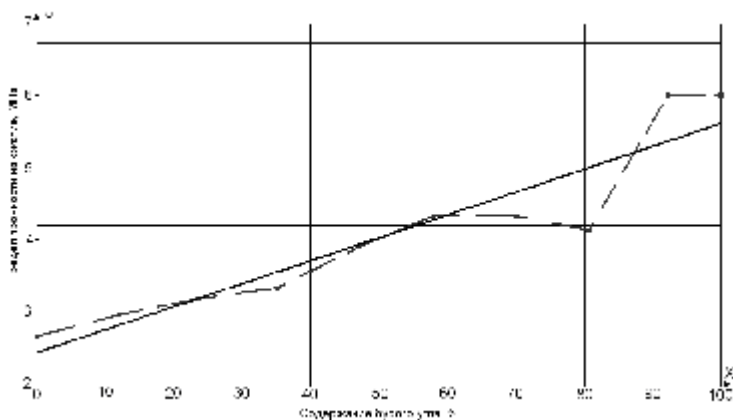


Рис. 3. Зависимость предела прочности брикета на сжатие от процентного содержания бурого угля

$$y = 0,0318x + 2,44 \quad (2)$$

где y – прочность брикетов на сжатие, МПа; x – содержание бурого угля, %.

Расчет усредненной зольности полученных брикетов (рисунки 2 и 4) показывает, что оптимальную зольность $A_c < 15\%$ можно получить при добавлении в торф до 40% бурого угля. В этом случае плотность

торфо-буроугольных брикетов увеличивается, повышается и прочность, а сами брикеты соответствуют по своим параметрам брикетам 1 сорта.

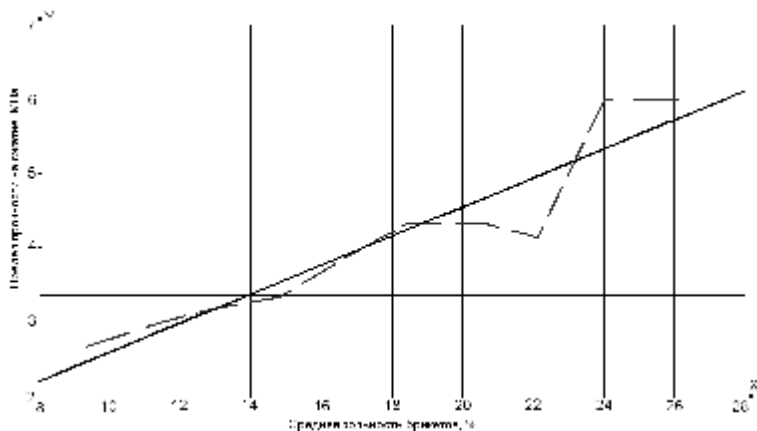


Рис. 4. Зависимость предела прочности на сжатие от средней зольности брикета

Таким образом, прессование торфо-буроугольных брикетов может внести свой вклад в энергетическую безопасность Республики Беларусь.



УДК553.982.2:622.276 (476)

ПЕРСПЕКТИВНЫ РАЗРАБОТКИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Шваякова Н.С.

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск,
Республика Беларусь*

Содержание проектов показывает, что в развитие нефтедобывающей отрасли Республики Беларусь на ближайшую перспективу заложен комплексный

подход, обеспечивающий помимо решения технологических проблем, также и осуществление социальных программ.

Началом промышленной добычи нефти в Республике Беларусь является 1965 год. Из недр Белорусского Полесья уже добыто более 117 млн. т. нефти, пройден путь от массового открытия месторождений, их освоения и достижения максимальных отборов до закономерного падения добычи.

Разведанные месторождения нефти на территории Беларуси сосредоточены в нефтегазоносной области - Припятской впадине, площадь которой около 30 тыс.км². Начальные извлекаемые ресурсы нефти были оценены в 355,56 млн.т. В промышленные категории переведено 46 % указанных ресурсов. В период с 1965 года по 2002 год были открыты 185 месторождений с залежами нефти, 64 из которых имеют суммарные запасы 168 млн.т. Соответственно неразведанные ресурсы нефти оцениваются на уровне 187,56 млн.т.

С начала разработки помимо нефти добыто и 11,3 млрд.м³ попутного газа. Остаточные запасы нефти промышленных категорий составляют 58 млн. т, попутного газа – 34,3 млн.м³. Основная часть нефти (96 %) добывается из активных остаточных запасов, которые составляют 26 млн. т (41%). Обеспеченность активными запасами составляет 15 лет, а вместе с трудноизвлекаемыми (низкопроницаемые коллекторы, обводненность более 80 % и высокая вязкость) - 31 год.

Максимальный уровень годовой добычи нефти на предприятии «Белоруснефть», достигнутый в 1975 году, составил 7,95 млн.т. Основной объем добычи получен из наиболее крупных пяти месторождений: Речицкого, Осташковичского, Вишанского, Тишковского, Южно-Осташковичского. С 1976 года добыча нефти снижается и в 1997г. достигает уровня в 1,82 млн.т. Определяющим фактором падения стало ухудшение структуры запасов нефти. Восполнение ресурсной базы осуществлялось, главным образом, за счет открытия небольших залежей с трудно извлекаемыми запасами. С 1997 года процесс падения добычи нефти приостановлен с последующей ее стабилизацией в 1999-2008 г.г. на уровне 1,8 млн.т.

Стабилизация добычи нефти достигнута за счет широкого внедрения геолого-технических мероприятий по действующему фонду (водоизоляционные работы, интенсификация притока, бурение горизонтальных стволов, гидроразрыв пластов, соляно-кислотный разрыв, оптимизация работы насосного оборудования, внедрение методов ПНП); ввода в разработку залежей, находящихся в консервации, с организацией круглогодичной разработки залежей с высоковязкой нефтью; наращивания фонда скважин за счет реанимации ранее ликвиди-

Перспективным в нефтегазоносном отношении кроме Припятского прогиба является Оршанская и Подляско-Брестская впадины. Промышленная нефтеносность установлена только в Припятском прогибе. Перспективы Оршанской и Подляско-Брестской впадин однозначно пока не определены.

Концепция стратегического развития объединения «Белоруснефть» на 2007–2015 г.г. предусматривает реализацию ряда инвестиционных проектов. Затраты на их реализацию будут обеспечены из собственных средств объединения, других источников финансирования.

Проект 1. Замедление темпов падения добычи нефти. Основным объектом вложения инвестиций в этот проект является программа поисков, разведки и разработки месторождений нефти и газа на территории деятельности объединения «Белоруснефть». Ее реализация позволит максимально замедлить темпы падения добычи нефти и удерживать годовые объемы добычи на заданном уровне. Инвестиции в разработку месторождений носят стабильный характер и обеспечивают рентабельную работу всего объединения. Для реализации проекта планируется пробурить 275 скважин, в т.ч. 229 эксплуатационных; выполнить геолого-технических мероприятий в количестве 1526 скважино-операций, в т.ч. 155 скважин восстановить методом бурения вторых стволов; выполнить работы по гидро- и солянокислотным разрывам пластов в количестве 394 скважино-операций.

Проект 2. Реконструкция газоперерабатывающего производства. На Белорусском газоперерабатывающем заводе будет осуществляться реконструкция. Ее цель – повышение объемов выпуска товарной продукции и увеличение экспортных поставок сжиженных газов. Планируется значительно повысить эффективность работы существующей схемы переработки газа и увеличить производительность газодифракционирующей установки по переработке привозного углеводородного сырья. Будет построен товарно-сырьевой участок № 2 со всей соответствующей инфраструктурой и проведена реконструкция отделения компримирования газа, где будут заменены газомотокомпрессоры на компрессоры с электрическим приводом. Инвестиционный проект по техническому перевооружению газоперерабатывающего производства позволит увеличить объем переработки стороннего сырья к 2010 г. до 220÷230 тыс. т. в год. Ввод в эксплуатацию газонаполнительной станции в Свислочьском районе филиала «Белоруснефть–Свислочь ГАЗ» позволил увеличить экспортные поставки сжиженного газа в Польшу и страны Балтии, обеспечить ритмичную работу по снабжению автогазозаправочных станций, расположенных в Гродненской области, а также поспособствовал снижению себестоимости реализации автомобильного газа через АГЗС.

Объем перевалки сжиженных газов на экспорт железнодорожным и автомобильным транспортом составит до 15 тыс. т в месяц.

Для реализации проекта снижения энергетической составляющей в себестоимости продукции планируется строительство когенерационной установки, которая будет вырабатывать энергоресурсы для нужд предприятия. Строительство когенерационной установки осуществляется на базе Центральной площадки промышленных сооружений «Осташковичи» мощностью 6 МВт. Она обеспечит производство энергоресурсов для нужд предприятия с применением топлива собственного производства (отбензиненный и попутный нефтяной газ), позволит значительно снизить энергетическую составляющую в себестоимости продукции. Ввод объекта запланирован в декабре 2009 г.

Проект 4. Реализация государственной программы строительства и реконструкции сети АЗС и АГЗС, объектов нефтебазового хозяйства.

В рамках программы в 2008 г. предприятиями РУП «Производственное объединение «Белоруснефть» введено в эксплуатацию новых 9 МАЗС и 7 АЗС, завершена реконструкция 20 АЗС. В результате к началу 2009 года сеть АЗС ПО «Белоруснефть» насчитывает 440 автозаправочных комплексов.

Продолжается реконструкция нефтегазового хозяйства. В 2009 году вводится в эксплуатацию склад хранения нефтепродуктов в непосредственной близости от Мозырского НПЗ, на котором применены современные технические решения. Операции по приему, хранению и отпуску нефтепродуктов будут осуществляться с помощью автоматической системы управления технологическими процессами (АСУТП). Резервуарный парк планируется оснастить оборудованием SAAP TRL/2, предназначенным для измерения температуры, уровня, давления и сигнализации предельных уровней при наливе. Система налива в автомобильные цистерны также будет автоматизирована, что повысит точность и безопасность процесса. Будет работать установка рекуперации паров, позволяющая избежать выбросов в атмосферу газообразных углеводородов при отпуске нефтепродуктов.

Проект 5. Развитие сельскохозяйственного сектора объединения на ближайшую перспективу будет обеспечиваться за счет реконструкции объектов РУП «Белоруснефть-Особино», крупнейшего предприятия по производству мяса птицы в Гомельской области. Программа развития РУП «Белоруснефть-Особино» на 2008–2010 г.г. включает в себя реконструкцию существующих технологических объектов птицеводческого направления и строительство новых. Реализация проекта реконструкции позволит увеличить объемы производства сельхозпродукции и перера-

ботки мяса птицы, расширить ассортимент и освоить выпуск продукции, отвечающей европейским требованиям, увеличить ее экспортные поставки. Расширение производственных мощностей будет способствовать созданию новых рабочих мест на селе. За период с 2006 по 2008 г. удвоились объемы производства мяса птицы. Планируется нарастить в перспективе производство мяса до 22 тыс. тонн в год.

Таким образом, анализ содержания проектов показывает, что в развитие нефтедобывающей отрасли Республики Беларусь на ближайшую перспективу заложен комплексный подход, обеспечивающий помимо решения технологических проблем, также и осуществление социальных программ.



УДК 622.627.2

ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ КАМЕРНОЙ СИСТЕМЫ РАЗРАБОТКИ ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ БОРТОВОЙ СХЕМЫ ПОВОРОТА САМОХОДНОГО ВАГОНА

Микула С.В., Казаченко Г.В.

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск,
Республика Беларусь*

Сравнительный анализ систем поворота колесных машин дал возможность рекомендовать в качестве ходового устройства машин, работающих в стесненных условиях горных выработок, трехосную машину с бортовой системой управления поворота.

Камерная система разработки при использовании комплекса машин в составе проходческого комбайна, бункера-перегрузателя и самоходного вагона не всегда обеспечивает необходимую производительность из-за недостаточной грузоподъемности бункера-перегрузателя и самоходного вагона. Повышение производительности может быть достигнуто в первую очередь за счет увеличения объемов кузова этих агрегатов.

При существующей конструкции наиболее распространенного вагона 5BC15M его грузоподъемность повысить практически невозможно, так как увеличение объема кузова влечет увеличение габаритов

вагона, что недопустимо по требованиям обеспечения маневренных качеств. Однако объем бункера может быть увеличен за счет применения неповоротных колес. Известно, что наиболее высокие маневренные качества колесных машин обеспечиваются при использовании схем со всеми поворотными колесами или с бортовой системой управления. Эти схемы позволяют получить нулевой радиус поворота, т.е. совместить центр поворота с центром опорной площадки ходового устройства.

Проанализируем эти схемы, как наиболее перспективные по маневренным свойствам по сравнению с применением поворотных осей, поворотных колес одной или нескольких осей или шарнирно-сочлененной рамы. Схемы поворота, которые не анализируются, не отвергаются и могут использоваться для колесных машин, которые работают в менее стесненных условиях и не требуют выполнения разворота на месте.

Сопоставим возможные полезные объемы кузова для схем со всеми поворотными колесами и неповоротными при одинаковых продольной базе, колее и радиусах колес. Примем, что высота и длина кузова в обеих схемах одинакова. Для вагона со всеми поворотными колесами полезный объем V_n кузова по технической характеристике 5BC15M составляет 8,6 м³. Для вагона с неповоротными колесами (Рис. 1) объем V_6

$$V_6 = \frac{B_1 + B_2}{2} \cdot H \cdot L, \quad (1)$$

где H – высота кузова; L – длина кузова. $B_1=2400$ мм; $B_2=1200$ мм; $H=750$ мм; $L=8000$ мм.

$$\text{Получим } V_6 = \frac{2.4+1.2}{2} \cdot 0.75 \cdot 8 = 10.8 \text{ м}^3.$$

Как для первой, так и для второй схемы формулы исчисления возможных полезных объемов не учитывают влияния на них ширины колеса. Это допустимо, т. к. в обоих случаях колеса считаются равными как по диаметру, так и по ширине.

Разделив V_n на V_6 , получаем отношение возможных полезных объемов $V_n/V_6 = 10,8/8,6 = 1,26$.

Таким образом, бортовая схема поворота по полезному объему кузова, а значит и грузоподъемности, имеет преимущества в сравнении со схемой за счет поворота всех колес. Однако преимущества бортовой схемы этим не исчерпываются. Не менее важным преимуществом является удобство компоновки машин и существенное упрощение кинематической схемы всех колес. Привод колес в этом случае может быть осуществлен без применения карданно-телескопических валов, что не

только существенно упрощает трансмиссию, но и значительно повышает ее надежность. Кроме того, при использовании бортовой схемы поворота есть реальная возможность повысить грузоподъемность машины за счет применения трехосного движителя, так как установка третьей оси с ведущими колесами практически не усложняет трансмиссию. Это преимущество особенно важно для машин большой грузоподъемности - самоходных вагонов, доставочных машин и т.п.

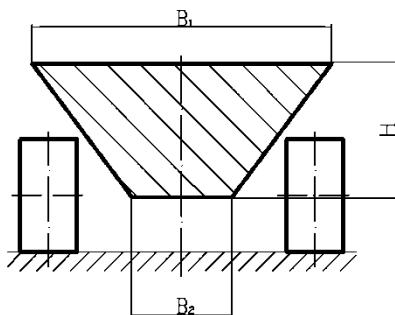


Рис. 1. Схема для вычисления объема кузова вагона с бортовой схемой поворота

Пока неизвестно применение колесного движителя с бортовой схемой управления в горных машинах для подземной разработки. Однако имеется опыт использования такого колесного движителя в других отраслях производства, в том числе и в РБ (малотоннажный погрузчик ПО «Амкодор»). Обосновывая преимущества и возможность применения такого движителя в горных машинах необходимо отметить и недостатки, которые необходимо учесть при создании и эксплуатации таких машин. Эти недостатки заключаются в том, что поворот их сопровождается значительным скольжением колес по опорной поверхности и, как следствие, большим износом шин. Вместе с тем этот недостаток, особенно для тихоходных машин, а к ним относится большинство горных машин для подземной разработки, может быть легко исключен и, более того, трансформирован в преимущество, особенно для трехосного движителя. Для иллюстрации этого преимущества рассмотрим пример трехосного движителя с бортовой схемой управления (Рис. 2).

Скорости буксования опорных площадок колес, а значит и работа сил трения, вызывающая износ шин, пропорциональны боковым смещениям опорных площадок колес

$$u_{c1} = w \cdot e_1; \quad (2)$$

$$u_{c2} = w \cdot e_2,$$

где u_{c1} – скорость буксования колес левого борта; u_{c2} – то же для колес правого борта; w – угловая скорость поворота; e_1, e_2 – боковые смещения центров вращения опорных площадок колес левого и правого бортов.

Мощность, расходуемая на трение

$$P_{mp} = \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^3 f N_{ij} \cdot u_{cij}, \quad (3)$$

где $i = 1, 2$ – индекс борта; $j = 1, 2, 3$ – индекс оси; f – коэффициент трения между колесами и опорной поверхностью; N_{ij} – вертикальная нагрузка на колесо.

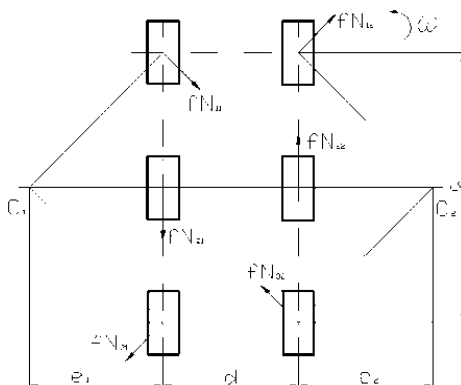


Рис. 2. Схема поворота трехосной колесной машины с бортовой схемой управления: C_1, C_2 – центры вращения опорных площадок колес левого и правого бортов

Как видно из (3) мощность трения можно снизить уменьшив скорость буксования колес, что можно обеспечить соответственным уменьшением e_1 и e_2 . Величины e_1 и e_2 зависят от соотношения продольной базы и колеи машины, распределения вертикальных нагрузок по осям и колесам, а также от внешних сдвигающих сил. В [1] приведены условия, при соблюдении которых $e_1 = e_2 = 0$. Графически эти условия иллюстрируются на рис. 3.

По оси ординат отложено отношение нагрузки на среднюю ось к нагрузкам на первую и третью, которое определяется выражением

$$d_3 = \frac{N_{21} + N_{22}}{N_{11} + N_{12}} = \frac{N_{21} + N_{22}}{N_{21} + N_{32}}, \quad (4)$$

где N_{ij} – нормальная нагрузка колеса i -й оси j -го борта на опорную поверхность.

Относительная база $ar = a/d$, где a – продольная база; d – поперечная колея.

При значениях δ_3 и ar , принадлежащих заштрихованной части, поворот осуществляется без буксования колес.

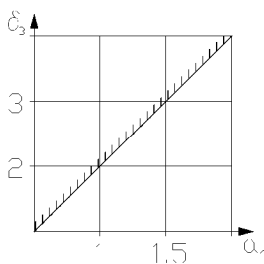


Рис. 3. Область обеспечения поворота трехосного движителя без буксования колес

Практическая реализация такого режима поворота возможна за счет поворота переднего и заднего мостов относительно среднего, или снижения давления в шинах передней и задней осей по сравнению с давлением в шинах средней оси. Последний вариант обеспечения поворота машины без буксования колес легко реализуется системой регулирования давления в шинах. Управление распределением вертикальных нагрузок по осям позволит не только снизить трение между колесами и опорной поверхностью, но также повысить устойчивость прямолинейного движения. Для этого необходимо, наоборот, на прямолинейных участках повысить давление в шинах крайних осей. Таким образом, применение трехосного колесного движителя с бортовой схемой управления позволит не только обеспечить максимально возможные значения такого показателя маневренных свойств как радиус поворота, но и повысить устойчивость прямолинейного движения.

Выполненный сравнительный анализ систем поворота горных колесных машин дал возможность рекомендовать в качестве ходового устройства машин, работающих в стесненных условиях горных выработок, трехосную машину с бортовой системой управления поворота. Эта схема имеет преимущества, как по геометрическим параметрам

поворота, так и по грузоподъемности в сравнении с применяемой в настоящее время системой со всеми поворотными колесами. Особым преимуществом рассмотренной схемы является простота привода ведущих колес.

Библиографический список

1. Казаченко Г.В. Сопоставление маневренных качеств колесных горных машин. / Горная механика. – 2008 №1, с. 84–89.



УДК 621.644.075

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МАШИН ДЛЯ БЕСТРАНШЕЙНОЙ ПРОКЛАДКИ ТРУБ ЗА СЧЁТ ПРИМЕНЕНИЯ ЗУБЧАТО-РЕЕЧНОЙ СИСТЕМЫ ПОДАЧИ

Белякова Е.В

Научный руководитель Пушкарёв А.Е, Головин К.А.,
Тульский государственный университет, г.Тула, Россия

Каменский М.Н.

Научный руководитель Лукиенко Л.В.

НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева, г.Новомосковск, Россия

В представлены результаты аналитических исследований, показывающие, что повышение эффективности машин для бестраншейной прокладки труб можно добиться за счёт применения реечной системы подачи, определены параметры системы с точки зрения обеспечения её прочности и устойчивости.

Повышение требований к экологической составляющей при проведении работ в городских условиях, например, прокладке и ремонту подземных инженерных коммуникаций, предопределяет применение бестраншейных технологий.

Проведённый анализ современных конструктивных схем машин для бестраншейной прокладки труб (рис. 1) показал, что применяемые системы подачи исполнительного органа на забой обладают рядом недостатков: применение гидродомкратов предопределяет высокие требования к чистоте рабочей жидкости; при этом возникают проблемы утечки рабочей жидкости; низкий ресурс уплотнителей; ограничение в использовании в холодное время года; низкая скорость подачи исполнительного органа. Применение цепных систем подачи обладает сле-

дующими недостатками: износ звеньев приводит к провисанию цепи, ударным нагрузкам и неравномерности подачи исполнительного органа; цепная передача требует высокой точности изготовления и монтажа и непрерывного смазывания; возникает возможность травмирования персонала при разрыве цепи.

Достижение требуемого усилия подачи на забой исполнительного органа при снижении габаритов системы перемещения и упрощении технологии её обслуживания является одним из направлений повышения эффективности машин для бестраншейной прокладки труб. Поэтому задача совершенствования и обоснования параметров системы подачи на забой исполнительного органа машин для бестраншейной прокладки труб является актуальной.

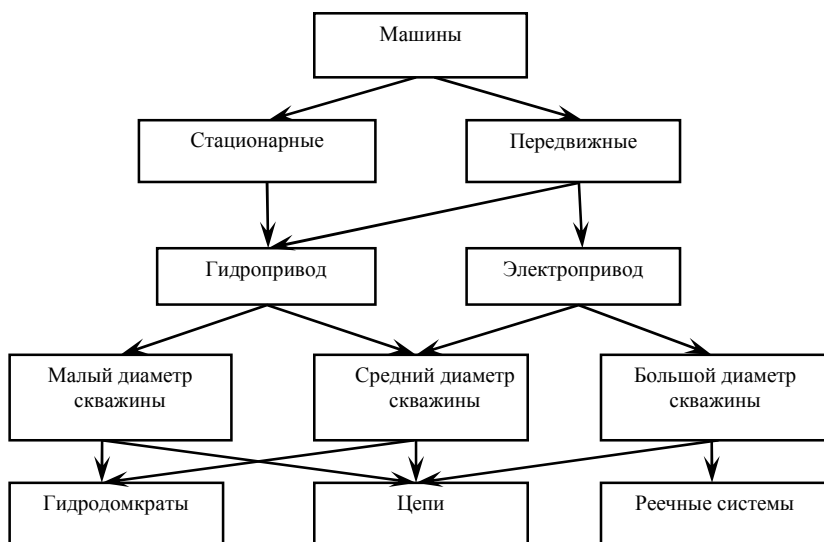


Рис. 1. Классификация машин для бестраншейной прокладки труб

Поставленная задача может быть решена за счёт применения зубчато-речных систем подачи, хорошо зарекомендовавших себя при эксплуатации на очистных комбайнах при сопоставимых величинах усилия подачи (200...500 кН). Кроме того, зубчатые передачи обладают повышенной надёжностью, неприхотливостью в обслуживании, а также возможностью ликвидации вспомогательного оборудования, имеющего значительные габариты. Минимизация габаритов конструкции и малая дистанция перемещения предопределяет необходимость

проведения исследований по определению рациональных параметров системы перемещения.

Проведённые исследования устойчивости машины (рис. 2) позволили установить, что при размещении пары «колесо-рейка» в вертикальной плоскости неизбежны значительные колебания (до 38 мм при различной жёсткости опор), обусловленные действием радиальной составляющей усилия в зацеплении (до 40 кН при частоте 0,4 Гц).

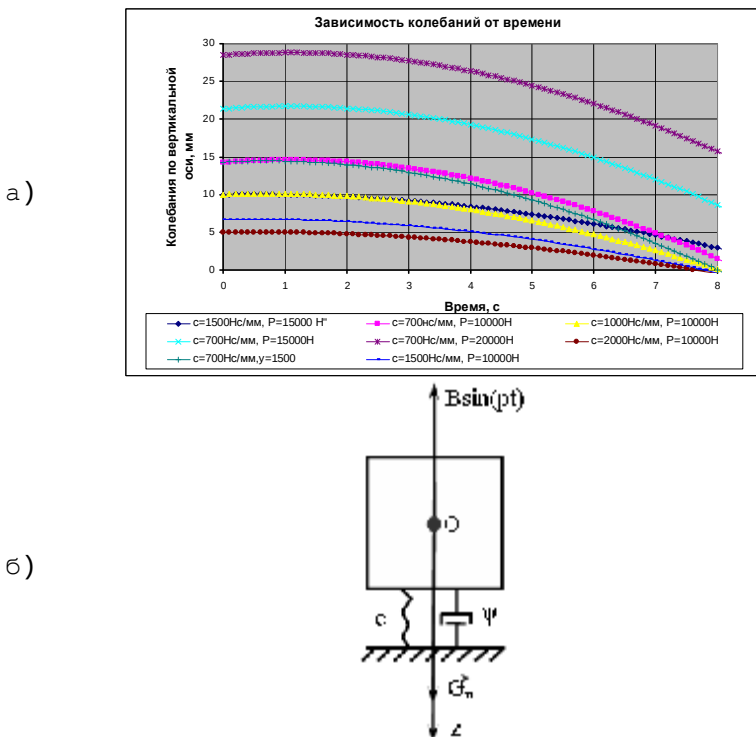


Рис. 2. Расчётная схема и результаты анализа устойчивости машины

$$x = a \cdot e^{-\frac{y}{2m}t} \cdot \sin\left(\sqrt{\frac{c}{m} - \frac{y^2}{4m^2}} \cdot t + a\right) + \frac{P - B \sin(pt)}{m \sqrt{\left(\frac{c}{m} - p^2\right)^2 + \frac{y^2}{m^2} p^2}} \times \sin\left(pt - \arctg\left(\frac{\frac{y}{m} p}{\frac{c}{m} - p^2}\right)\right)$$

где B - радиальная составляющая усилия на движителе, Н; p - частота вынужденных колебаний c^{-1} ; P - сила тяжести машины, Н; c - жёст-

кость опоры кН/м; ψ - диссипативные потери в опоре кН·с/м; a - амплитуда колебаний в обратном захвате, мм

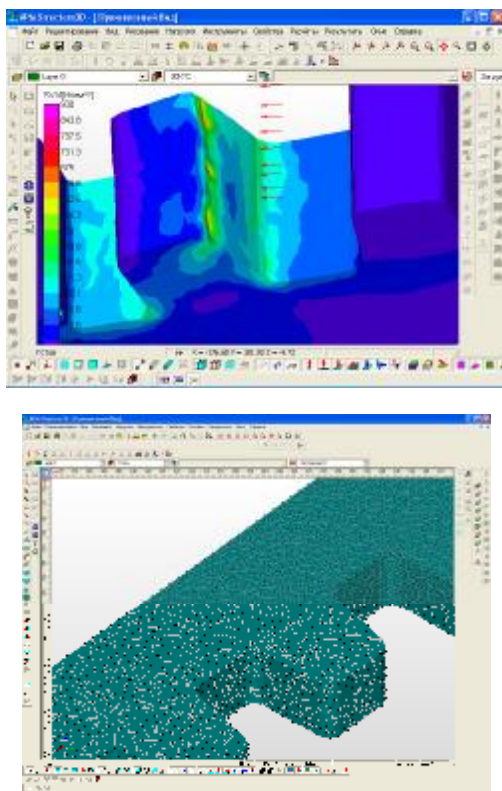


Рис. 3. Твердотельная модель зубчатой рейки и распределение напряжений в зубе рейки

Использование при расчёте одномассовой схемы адекватно отображает реальные процессы работы, т.к. предлагаемая машина симметрична относительно продольной оси, а распределённые по платформе массы редуктора и электродвигателя могут быть приведены к центру тяжести машины за счёт использования стандартных методов механики. Поэтому предложено располагать передачу в горизонтальной плоскости, что позволит исключить влияние силовой нагруженности системы перемещения на формирование трассы прокола. При этом необходимо разгружать рейку от восприятия веса машины, что приводит к снижению напряжений в элементах рейки в два раза.

Для определения наиболее рациональных параметров тягового органа, выполненного, например, в виде зубчатой рейки, была разработана её твердотельная модель при использовании программы ARMWinMachine (рис. 3) и проведено изучение напряжённо-деформированного состояния и кинематических характеристик передачи.

В качестве конечного элемента использован четырёхузловой тетраэдр со стороной 5 мм.

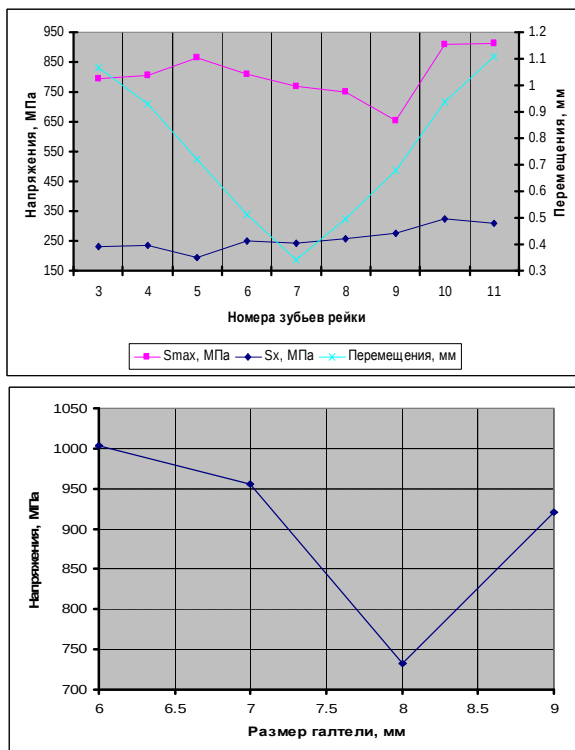


Рис. 4. Результаты моделирования перемещения колеса по рейке

Анализируя результаты многовариантных расчётов можно отметить, что наиболее рациональными параметрами зубчатой рейки при передаваемом усилии 200 кН и материале сталь 30ХГС ($s_T=835$ МПа) являются: угол зацепления 8 град; шаг зацепления 100 мм; высота зуба рейки 60 мм; радиус галтели 10 мм; ширина рейки 60 мм. При прове-

дении расчётов рассматривался наиболее тяжёлый случай, когда усилие подачи приложено по верхней кромке рабочего участка профиля зуба рейки. Переменный характер напряжений в элементах рейки может быть объяснён вариацией значений и направления реакций опор рейки.

Моделирование процесса перемещения зубчатого колеса по рейке позволило установить характер изменения напряжений в рейке (рис. 5), наиболее рациональную величину галтелей и предложить критерий, к минимизации которого необходимо стремиться при проектировании системы перемещения:

$$\Delta s = \frac{s_{\max} - s_{\min}}{s_{\max}} \cdot 100\%$$

где $s_{\max}$, $s_{\min}$ – максимальные и минимальные контактные напряжения в элементах рейки, МПа.

Проведённые исследования для зубчатой рейки хорошо подтверждают результаты исследования напряжений и перемещений в элементах цевочной рейки, характер изменения которых представлен на рис. 5 (усилие подачи – 200 кН).

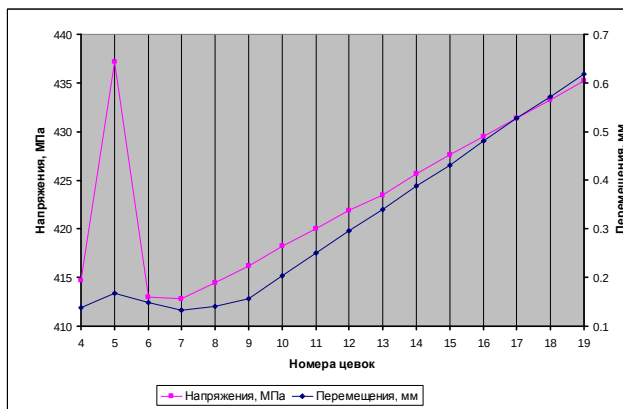


Рис. 5. Характер изменения напряжённо-деформированного состояния цевочной рейки без учёта веса машины при установке опор под пятью цевками с краю

Исследование напряжённо-деформированного состояния зубчатого колеса (рис. 6) (тангенциальная составляющая усилия, действующего на зуб колеса – 200 кН) позволило определить влияния угла давления на входе в зацепления и радиуса галтели на величину напряжений, коэффициент запаса прочности и радиус профиля зуба.

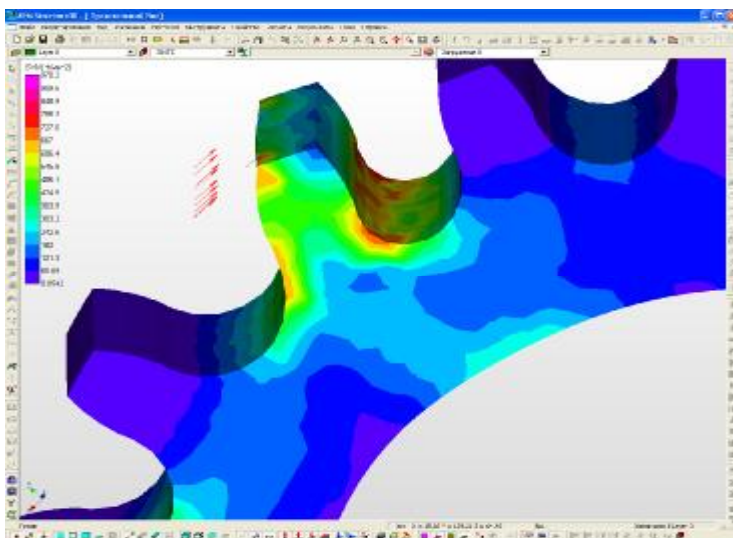


Рис. 6. Напряжённо-деформированное состояние зубчатого колеса

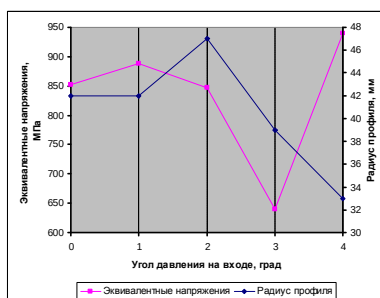
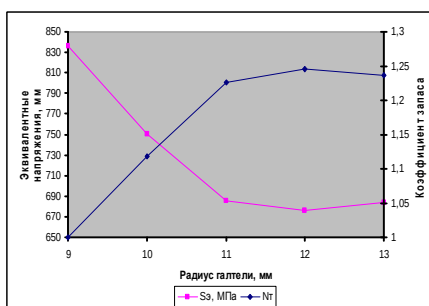


Рис. 7. Результаты исследования влияния угла давления на входе в зацепления и радиуса галтели на величину напряжений, коэффициент запаса прочности и радиус профиля зуба

Представленный материал может быть использован при проектировании систем перемещения машин для бестраншейной прокладки труб.



ПРЕДЛОЖЕНИЕ ПО СОЗДАНИЮ ВЫЕМОЧНО-ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА НА БАЗЕ КРАНА

Васин В. Н.

научный руководитель Сафронов В.П.

Тульский государственный университет, г.Тула, Россия

В настоящее время ведущую роль при добыче полезных ископаемых занимает, интенсивно развивающийся, открытый способ разработки полезных ископаемых. В связи с этим на открытых горных работах осуществляется широкое техническое перевооружение и переоснащение производства более совершенной техникой. Благодаря чему создаются новые и совершенствуются существующие технологии открытых горных работ.

Дальнейшее совершенствование технологии открытых горных работ связано в первую очередь с возрастанием глубины открытых горных разработок [1], что приводит к ухудшению технико-экономических показателей этого способа добычи, главным образом, из-за возрастания объема вскрышных работ.

Повышение эффективности горного производства за счет увеличения высоты разрабатываемых уступов является актуальной задачей на сегодняшний день. Эта задача решается рядом специалистов [1], которые в свою очередь разработали эффективную высокоуступную геотехнологию, в основе которой предусматривается применение нового вида драглайна погрузочного типа, названного кранлайном (рис. 1).

Оценив конструктивно-технологические параметры кранлайнов, можно сказать, что они обладают высокой металлоемкостью, энергоемкостью, что предопределяет их высокую стоимость и ограниченность передвижения. Поэтому хотелось бы предложить на рассмотрение другой тип инновационной машины, которая может обеспечить значительное совершенствование наиболее распространенной в горной промышленности транспортной системы открытой разработки, но и возможно быть конкурентным выемочно-погрузочным оборудованием. Такой машиной является кран (рис. 2).

Кран состоит из ходовой части на гусеничном ходу, поворотной части, лебедки, механизма вращения, генераторной группы, дизель-электрического агрегата, монтажной стойки, опорно-поворотного устройства, стрелового оборудования или башенно-стрелового оборудования.

Преимущества по сравнению с кранлайном очевидны: возможность применения на нижних площадках уступов, что предопределяет

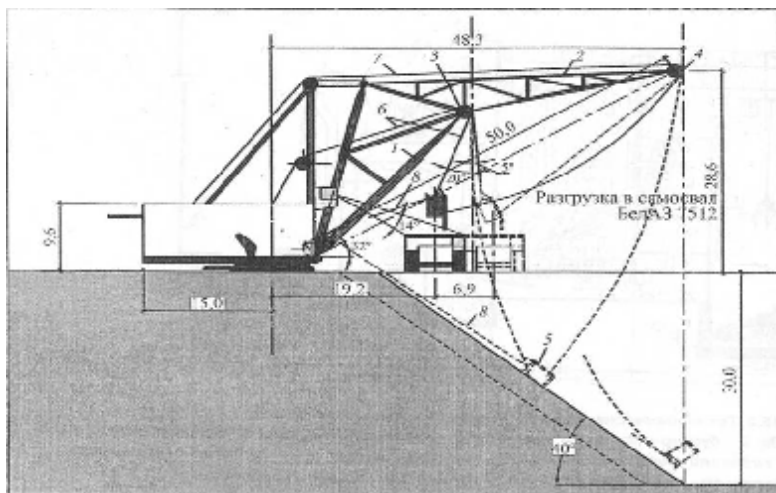


Рис. 1. Конструктивно-технологическая схема кранлайна:

1 – часть стрелы, воспринимающая основную нагрузку; 2 – облегченная часть стрелы для заброса порожнего ковша; 3 – блоки подъемных канатов; 4 – блоки забросных канатов; 5 – ковш коробчатого типа; 6 – канаты подъема грузевого ковша; 7 – канаты заброса порожнего ковша; 8 – канаты тяговые

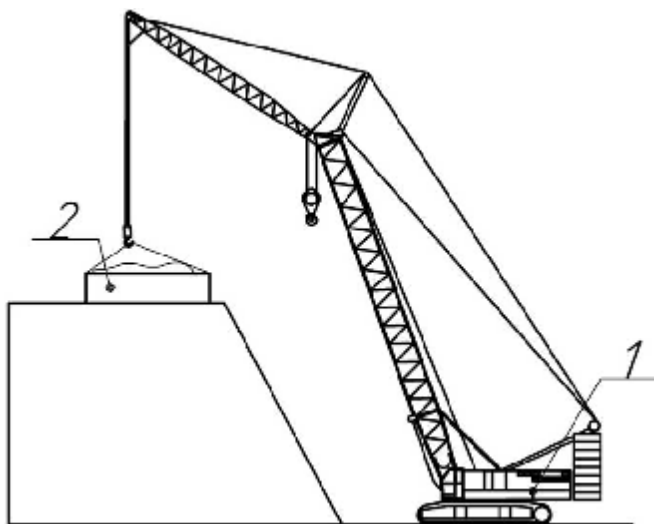


Рис. 2. Конструктивно-технологическая схема крана:

1- кран; 2 – тара, наполненная породной массой

использования технологии с внутренним отвалообразованием; использование дизель-электрического привода постоянного тока (при возможности питания от промышленной сети) обеспечивает регулирование скоростей (0... m/s) и низкие посадочные скорости, что делает его высококомбинированным; небольшая металлоемкость позволяет снизить стоимость оборудования по сравнению с кранлайном; перемещение грузов массой до 250 т, что дает возможность поиска новых технологических решений, направленных на повышение эффективности открытых горных разработок; а также взаимоувязка кранового оборудования с другими видами оборудования позволят усовершенствовать существующие и разработать новые системы разработки; может снизить транспортные нагрузки на карьер.

Конструкторская доработка этих кранов может дать толчок к созданию новой гибридной выемочно-погрузочной машины, которая может найти широкое применение, как в России, так и зарубежом.

Библиографический список

1. Трубецкой К.Н., Домбровский А.Н., Сидоренко И.А., Сеинов Н.П., Киселев Н.Н. Типо-размерный ряд кранлайнов для высокоуступной геотехнологии на открытых разработках // Горное оборудование и электромеханика. 2009. № 10. С. 1-6.



УДК 622.232.72:621.833.6

ОБОСНОВАНИЕ И ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ И РЕЗЦОВ ПЛАНЕТАРНО-ДИСКОВОГО ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО ОРГАНА КОМБАЙНА «УРАЛ-20Р»

Суров И.А.

научный руководитель Жабин А. Б.

Тульский государственный университет, г.Тула, Россия

Представлены результаты теоретических исследований по разрушению каменных руд планетарно-дисковым исполнительным органом комбайна «Урал-20Р» по высоте выработки $H = 3,7$ м. В основу исследований положены усовершенствованные зависимости по определению нагруженности резцов, учитывающие углы скола и установки инструмента.

Несмотря на мировой финансовый кризис Копейским машиностроительным заводом продолжается выпуск и совершенствование комбайнов серии «Урал» и, в частности комбайнов «Урал-20Р» (рис.1).



Рис. 1. Проходческо-очистной комбайн «Урал-20Р»

Эти машины оснащены планетарно-дисковым исполнительным органом, включающим в себя две рукояти; левый и правый редукторы исполнительного органа; раздаточные редукторы; четыре основных (периферийных) резцовых диска; четыре центральных резцовых диска забурников, попарно расположенных на взаимосвязанных рукоятях. Каждая рукоять имеет отдельный привод для обеспечения относительного вращения резцовых дисков и дисков забурника. Обе рукояти в синхронном противоположном переносном вращении относительно своих осей приводятся двумя водилами от одного двигателя переносного вращения. На каждом водиле расположен роторный забурник.

Совершенствование исполнительных органов заключается в обосновании их рациональных параметров и выборе резцов на основе повышения точности расчетов нагрузок на инструменте и более полного использования установленной мощности двигателей исполнительных органов, обеспечивающих увеличение производительности по отбойке и погрузке калийной руды.

В основу разработанной методики расчета и выбора конструктивных и режимных параметров исполнительных органов соледобывающих комбайнов положены следующие зависимости для определения нагруженности инструмента [1] с учетом их усовершенствования:

$$P_z = 100 \cdot [A \cdot E \cdot h^2 + (B \cdot E + 2 \cdot K \cdot f_3) \cdot h + f_3 \cdot N_3] \cdot K_b, \quad (1)$$

$$P_y = 100 \cdot [A \cdot L \cdot h^2 + (B \cdot L + 2 \cdot K \cdot \sin j_K) \cdot h + N_3] \cdot K_b, \quad (2)$$

$$P_x = K_x \cdot P_z, \quad (3)$$

где P_z – усилие резания, действующее на резец, Н; P_y – усилие подачи, действующее на резец, Н; P_x – боковое усилие, действующее на резец, Н; f_z – коэффициент трения соли по задней поверхности резца, $f_z = 0,46$ [2]; φ_k – угол между боковой гранью неповоротного резца и его осью в плане или угол половины конуса режущей головки державки поворотного резца, град (определяется по чертежу резца); h – глубина резания, приходящаяся на каждый резец, см; N_z – усилие, действующее на заднюю поверхность резца, Н; K_β – коэффициент, учитывающий влияние угла между плоскостями, проходящими через ось резца и вектор абсолютной скорости движения центральной точки его главной режущей грани (кромки) β ; K_x – коэффициент, учитывающий величину и направление боковой составляющей усилия, действующего на резец; A , B , E , K и L – параметры, зависящие от геометрии и ориентации инструмента, а также свойств разрушаемого массива.

Исследования выполнялись применительно к условиям Старобинского месторождения. Разрушению подвергался самый прочный сильвинит III горизонта 1 СгРУ с пределами прочности на одноосное сжатие 40,5 МПа (сопротивляемость резанию 450 Н/мм) и на сдвиг 13,4 МПа. Расчет загруженности приводов производился по средней глубине резания и среднему шагу резания.

В процессе исследований применялись как уже известные резцы РС-14, так и резцы нового поколения ПС1-8У. [3]

Для расширения возможной области работы комбайна были выполнены аналогичные исследования для солей с пределами прочности на одноосное сжатие 36, 31,5 и 27 МПа, что соответствует сопротивляемости резанию солей 400, 350 и 300 Н/мм.

Основные исходные данные по исполнительным органам для расчета и выбора их конструктивных и режимных параметров следующие: производительность комбайна по отбойке Q при сечении выработки 20,2 м² ($H=3,7$ м) равна 4,9; 8,2 и 11,5 т/мин для скорости подачи $V_n = 7$; 11,5; 16 м/ч соответственно, установленная мощность двигателя относительного движения исполнительного органа $W_{ог} = 160$ кВт, мощность двигателя переносного вращения равна 75 кВт.

При использовании резцов РС-14 на основных резцовых дисках угол разворота резцов [1] на режущем органе $\lambda = 16^\circ$, количество резцов на диске $m_p = 11$ и 15 шт., частота вращения водила $n_в = 3,37$ 1/мин, передаточное отношение $U = 12,4$, угол установки оси резца в кулаке $u_{ок} = 37^\circ$. При использовании резцов ПС1-8У на основных резцовых дисках угол разворота резцов на режущем органе $\lambda = 20^\circ$ и 25° , количество резцов на диске $m_p = 11$; 15 шт., частота вращения во-

дила $n_g = 3,37$ 1/мин, передаточное отношение $U = 12,4$, угол установки оси резца в кулаке $u_{ок} = 37^\circ$.

Для центральных дисков с установленными на них резцами РС-14 угол разворота резцов на режущем органе $\lambda = 5^\circ$, количество резцов на диске $m_p = 4$ шт. Для центральных дисков с установленными на них резцами ПС1-8У угол разворота резцов на режущем органе $\lambda = 5^\circ$ и 20° , количество резцов на диске $m_p = 4$ шт.

На роторном забурнике резцы РС-14 и ПС1-8У устанавливались без разворота в количестве $m_p = 6$ шт.

Анализ графиков, представленных на рис. 2, показывает, что с увеличением скорости подачи комбайна суммарная мощность, расходуемая на относительное вращение режущих дисков, возрастает прямолинейно независимо от вариантов сборки исполнительного органа. При этом при разрушении более прочной соли затраты мощности также повышаются. При разрушении самого прочного сильвинита ($\sigma_{сж} = 40,5$ МПа) (см. рис. 2, а) наилучшими вариантами сборки являются варианты 4 и 6, которые обеспечивают самую высокую производительность по отбойке, равную 6,5 т/мин при скорости подачи 9,2 м/ч.

С уменьшением прочности калийной соли диапазон возможных вариантов сборки не расширяется. Так, например, при разрушении соли с $\sigma_{сж} = 36$ МПа (см. рис. 2, б) исполнительным органом, собранным по вариантам 3 и 5, производительность по отбойке составит менее 6 т/мин, что является не приемлемым. Максимальная производительность исполнительного органа, выполненного по вариантам 4 и 6, в этом случае будет равняться 7,6 т/мин.

При разрушении более слабых солей с $\sigma_{сж} = 31,5$ МПа (см. рис. 2, в) максимальная производительность 7,1 т/мин может быть достигнута исполнительным органом, собранным по вариантам 3 и 5. Однако при этом затраты мощности $\Sigma W_{д.отн}$ будут превышать затраты мощности, расходуемой исполнительным органом, выполненным по вариантам 4 и 6. Следовательно, наиболее эффективными вариантами сборки исполнительного органа при разрушении солей с $\sigma_{сж} = 31,5$ МПа также будут являться варианты 4 и 6, при которых максимальная производительность по отбойке составит 9,2 т/мин.

При работе по самым слабым солям с $\sigma_{сж} = 27$ МПа (см. рис. 2, г) возможными вариантами сборки также остаются варианты 3,5 и 4,6. При вариантах сборки 3 и 5 обеспечивается производительность по отбойке 8,4 – 8,6 т/мин, а при вариантах 4 и 6 – 11,2 и 11,4 т/мин. При этом варианты сборки 4 и 6 являются наименее энергозатратными.

Что касается вариантов 1 и 2, то такая компоновка исполнительного органа является не приемлемой ни при каких условиях по

прочности солей (принятых к рассмотрению) ввиду низкой производительности (см. рис. 2, а - з).

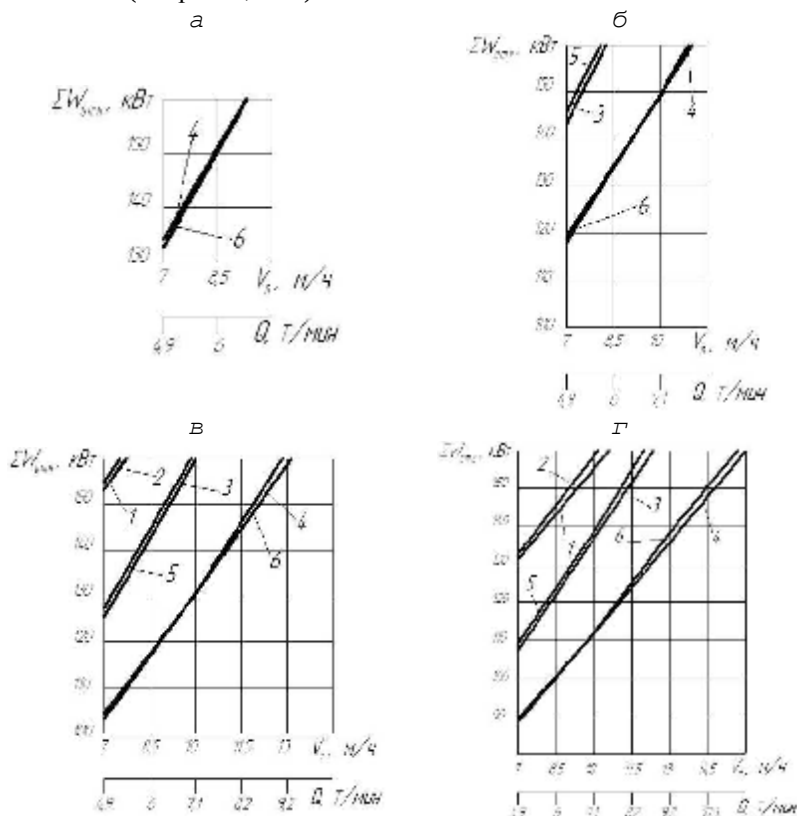


Рис. 2. Зависимости суммарной мощности одного двигателя планетарно-дискового исполнительного органа комбайна «Урал-20Р», расходуемой на относительное вращение режущих дисков, $\Sigma W_{д.отн}$ от скорости подачи V_n при высоте выработки $H = 3,7$ м и разрушении калийной соли с $\sigma_{сж} = 40,5$ МПа (а), $\sigma_{сж} = 36$ МПа (б), $\sigma_{сж} = 31,5$ МПа (в) и $\sigma_{сж} = 27$ МПа (г) и вариантах сборки:

1 – при $m_p = 11$ шт. РС-14 ($\lambda = 16^\circ$, $u_{ок} = 37^\circ$); 2 – при $m_p = 15$ шт. РС-14 ($\lambda = 16^\circ$, $u_{ок} = 37^\circ$); 3 – при $m_p = 11$ шт. ПС1-8У ($\lambda = 20^\circ$, $u_{ок} = 37^\circ$); 4 – при $m_p = 11$ шт. ПС1-8У ($\lambda = 25^\circ$, $u_{ок} = 37^\circ$); 5 – при $m_p = 15$ шт. ПС1-8У ($\lambda = 20^\circ$, $u_{ок} = 37^\circ$); 6 – при $m_p = 15$ шт. ПС1-8У ($\lambda = 25^\circ$, $u_{ок} = 37^\circ$)

Анализ графиков, представленных на рис. 3, свидетельствует о том, что затраты мощности на переносное вращение исполнительного

органа в целом не превышают установленной мощности двигателя 75 кВт для всех рассмотренных вариантов его сборки. При этом обеспечивается повышение скорости подачи комбайна до 16 м/ч и производительности до 11,4 т/мин при разрушении калийных солей с пределом прочности на одноосное сжатие $\sigma_{сж} = 27 - 40,5$ МПа. Исключения составляют варианты 1, 2 и 5, при которых скорость подачи комбайна не превышает 15,5; 13,0 и 14,5 м/ч, а производительность 10,8; 9,2 и 10,3 т/мин соответственно для солей с $\sigma_{сж} = 40,5$ МПа (см. рис. 3, а). При разрушении более слабых солей затраты мощности $\Sigma W_{д.пер}$ уменьшаются.

Таким образом, наилучшим вариантом сборки планетарно-дискового исполнительного органа комбайна при высоте выработки 3,7 м является вариант 4 и 6 (при $m_p = 11$ или 15 шт. РС1-8У ($\lambda = 25^\circ$, $u_{ок} = 37^\circ$) и $U = 12,4$), при которых затраты мощности на относительное и переносное (вариант 4) вращения являются минимальными, а максимальная глубина стружки не превышает радиальный вылет резцов 4,0 см. Такая компоновка исполнительного органа обеспечивает скорость подачи комбайна до 9,2 м/ч и производительность по отбойке руды до 6,5 т/мин при разрушении калийных солей с пределом прочности на одноосное сжатие 40,5 МПа.

При разрушении более слабых солей с $\sigma_{сж} = 36$ МПа производительность по отбойке для этих вариантов компоновки составит 7,6 т/мин, что превышает техническую производительность комбайна 7 т/мин в соответствии с техническими условиями [4]. При дальнейшем понижении прочности солей до 27 МПа производительность повышается и достигает 11,4 т/мин.

Адекватность результатов выполненных теоретических исследований подтверждается их сходимостью с промышленными испытаниями комбайна «Урал-20Р» [5]. При разрушении соли с пределом прочности на одноосное сжатие 39 МПа ($A_p = 434$ Н/мм) резцами РС-14 и РС1-8У со скоростью подачи 9,36 м/ч потребляемая на переносное движение мощность составляла в среднем 42 - 46 кВт, что соответствует расчетным значениям потребляемой мощности исполнительным органом, скомпонованным по вариантам 2 и 5 (см. рис. 3, а, б).

Согласно результатам, представленным на графиках (рис. 2 и 3), можно сделать следующие выводы:

1. При разрушении калийной соли с пределом прочности на сжатие 40,5 МПа затраты мощности на относительное вращение основных дисков с резцами РС-14 превышают установленную мощность двигателя. При высоте выработки 3,1 м мощность, расходуемая на от-

носительное вращение этих дисков, оснащенных резцами ПС1-8У, за редким исключением ее не превышает.

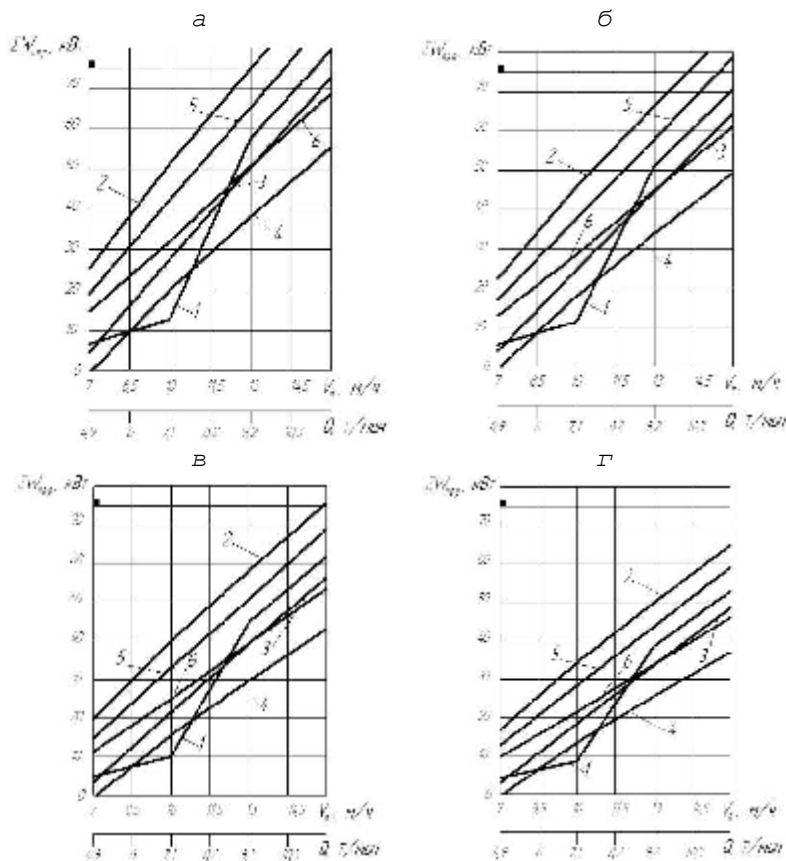


Рис. 3. Зависимости суммарной мощности двигателя планетарно-дискового исполнительного органа комбайна «Урал-20Р», расходуемой на переносное вращение режущих дисков и роторного забурника, $\Sigma W_{д.пер}$ от скорости подачи V_n при высоте выработки $H = 3,7$ м и разрушении калийной соли с $\sigma_{сж} = 40,5$ МПа (а), $\sigma_{сж} = 36$ МПа (б), $\sigma_{сж} = 31,5$ МПа (в) и $\sigma_{сж} = 27$ МПа (г) и вариантах сборки:

1 – при $m_p = 11$ шт. РС-14 ($\lambda = 16^\circ$, $u_{ок} = 37^\circ$); 2 – при $m_p = 15$ шт. РС-14 ($\lambda = 16^\circ$, $u_{ок} = 37^\circ$); 3 – при $m_p = 11$ шт. ПС1-8У ($\lambda = 20^\circ$, $u_{ок} = 37^\circ$); 4 – при $m_p = 11$ шт. ПС1-8У ($\lambda = 25^\circ$, $u_{ок} = 37^\circ$); 5 – при $m_p = 15$ шт. ПС1-8У ($\lambda = 20^\circ$, $u_{ок} = 37^\circ$); 6 – при $m_p = 15$ шт. ПС1-8У ($\lambda = 25^\circ$, $u_{ок} = 37^\circ$)

Затраты мощности на переносное вращение дисков с резцами ПС1-8У также меньше по сравнению с дисками с резцами РС-14. Поэтому для оснащения основных режущих дисков необходимо использовать резцы ПС1-8У как наиболее эффективные по сравнению с резцами РС-14. При уменьшении количества резцов ПС1-8У затраты мощности в относительном и переносном движении снижаются для выработок высотой 3,1 м – в относительном движении остаются практически одинаковыми, а в переносном также уменьшаются.

2. Установлено, что резцы ПС1-8У на основных дисках необходимо устанавливать под углом 37° и разворачивать на угол 25° . При этом обеспечивается режим рационального полублокированного резания и затраты мощности на относительное вращение дисков будут минимальными при той же самой производительности.

3. Суммарные затраты мощности как на относительное, так и переносное движения основных и центральных дисков, а также роторного забурника возрастают с повышением прочности руды. Суммарные затраты мощности на переносное вращение исполнительного органа в целом не превышают установленной мощности двигателя для всех рассмотренных вариантов его сборки.

4. Суммарные затраты мощности как на относительное, так и переносное движения основных и центральных дисков, а также роторного забурника возрастают с повышением прочности руды. Суммарные затраты мощности на переносное вращение исполнительного органа в целом не превышают установленной мощности двигателя для всех рассмотренных вариантов его сборки.

5. Наилучшим вариантом сборки планетарно-дискового исполнительного органа комбайна при высоте выработки 3,7 м являются варианты с 11 или 15 резцами ПС1-8У, при которых затраты мощности на относительное и переносное (вариант с 11 резцами) вращения являются минимальными. Такая компоновка исполнительного органа обеспечивает скорость подачи комбайна до 9,2 м/ч и производительность по отбойке руды до 6,5 т/мин при разрушении калийных солей с пределом прочности на одноосное сжатие 40,5 МПа.

При разрушении более слабых солей с $\sigma_{сж} = 36$ МПа производительность по отбойке для этих вариантов компоновки составит 7,6 т/мин, что превышает техническую производительность комбайна 7 т/мин в соответствии с техническими условиями. При дальнейшем понижении прочности солей до 27 МПа производительность повышается и достигает 11,4 т/мин.

По мере ослабления солей возможная область вариантов компоновки исполнительного органа расширяется на за счет увеличения рез-

цов ПС1-8У на основных дисках, но при этом затраты мощности как на относительное, так и переносное вращения будут возрастать.

6. Адекватность результатов выполненных теоретических исследований подтверждается их сходимостью с промышленными испытаниями комбайна «Урал-20Р».

Библиографический список

1. Семенов В. В. Обоснование рациональных параметров режущих органов комбайнов типа «Урал»/ В.В. Семенов, И.Г. Шмакин // *Горное оборудование и электромеханика*. – 2008. - № 4. – С. 49 – 52.
2. Шмакин И. Г., К исследованию усилий при резании калийных солей/ И.Г. Шмакин, В.А. Романов, И.И. Браккер // *Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых*. – Новосибирск, 1980. - № 6. – С. 53-57.
3. Каталог ОАО «Копейский машиностроительный завод». – Копейск, 2008.
4. Комбайн проходческо-очистной «Урал-20Р». Технические условия ТУ 3142 – 024 – 00165623 – 2002. – 21 с.
5. Протокол промышленных испытаний резцов круглого сечения на комбайне «Урал-20А». – г. Березники, 1997 г.



УДК 621.644.075

УСТАНОВЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ БЕСТРАНШЕЙНОЙ ПРОКЛАДКИ ТРУБОПРОВОДА С СОЗДАНИЕМ ПОРОДОБЕТОННОЙ ОБОЛОЧКИ

Гарипов М.В.

научный руководитель Головин К.А.

Тульский государственный университет, г.Тула, Россия

Представлен вариант гидроструйного инструмента прокалывающей установки, который упрощает конструкцию последней, снижает ее стоимость, повышает износостойкость.

Традиционно прокладка трубопроводов до недавнего времени, независимо от их назначения, проводилась так называемым "открытым" способом. Этот способ предусматривает вскрытие грунтов (рытье траншей) на заданную глубину, проведение технических мероприятий по подготовке траншеи для прокладки трубопровода (как правило, это выравнивание дна траншеи), создание песчаной постели, прокладка трубопровода или кабеля, засыпка проложенных коммуни-

каций инертным материалом, окончательная засыпка траншеи и, наконец, восстановление растительного слоя или дорожного полотна.

Метод бестраншейной проходки с созданием породобетонной оболочки является альтернативой традиционному траншейному методу и позволяет преодолевать преграды, встречающиеся на пути трубопроводов (реки, дамбы, дороги, железнодорожные насыпи и т.д.), без нарушения режима их функционирования. Если речь идет о городских условиях, то нет необходимости вскрывать дороги, разрушать целостность скверов и парков, перекрывать движения транспорта и создавать неудобства для пешеходов. А в сложных гидрогеологических условиях бестраншейные технологии практически незаменимы, вследствие отсутствия необходимости проведения работ по водопонижению.

Данная технологическая схема реализуется следующим образом: на первом этапе работ методом управляемого прокола выполняется проходка пилотной скважины, на вышедший на дневную поверхность исполнительный орган установки направленного прокола крепится конический расширитель (риммер) с присоединенной к нему трубой-чехлом, которая и должна быть установлена в насыпи; на втором этапе, обратное вытягивание бурового става осуществляется с одновременным вращением и подачей из специального гидроструйноциментационного (ГСЦ) гидромонитора высокоскоростных водоцементных струй от автономного насосного оборудования.

Таким образом, одновременно в насыпи организуется металлическая труба, расположенная в теле породобетонного массива, имеющего заданную форму и регламентированные физико-механические свойства. Данное обстоятельство положительно сказывается при проведении работ в слабых, неустойчивых горных породах, исключая возможные просадки насыпи, приводящие к деформированию и разрушению трубы-чехла.

Нами же была разработана конструкция исполнительного органа прокалывающей установки с ГСЦ (конического расширителя), представленная на рисунке.

Конструкция состоит из хвостовика 1, в котором находится трубопровод 3 подачи водоцементной суспензии и самого расширителя 2, подвижного диска 6, закрепленного на нем корпуса 5, в который ввинчивается струеформирующая насадка 4, прижимного механизма, состоящего из подшипника 7, неподвижного колеса 8, пружины 9, прижимного диска 10, шайбы 11 и гайки 12. В подвижном диске имеется канал 13 для подвода раствора к струеформирующим насадкам. Конструкция ГСЦ инструмента позволяет быстро менять детали подвергающиеся интенсивному износу в ходе проведения работ.

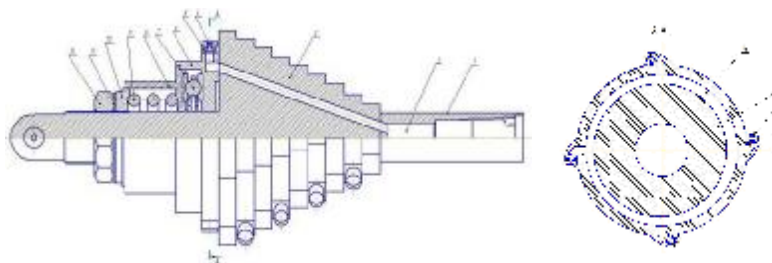


Рисунок. Вариант исполнения гидроструйного инструмента

В данной конструкции частота вращения подвижного диска зависит от угла наклона, установленных на нем, струеформирующих насадок и от давления подающегося раствора, что позволяет избавиться от вращателя и гидросъемника. А это в свою очередь, упрощает конструкцию, минимизирует металлоемкость и стоимость самой установки.



УДК 622.232.72

ОБОСНОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ВЫЕМОЧНЫХ КОМБАЙНОВ

Кузнецов Н.С.

научный руководитель Романов В.А.

Тульский государственный университет, г.Тула, Россия

Обосновывается целесообразность и возможность одновременного пропорционального регулирования скорости резания и скорости подачи современных очистных комбайнов с электрическими системами подачи по методу параметрической стабилизации с целью обеспечения рациональных режимов их работы

В большинстве современных выемочных комбайнов регулирование режимов работы и нагруженности привода в зависимости от из-

менения внешних условий осуществляется по упрощенному варианту, когда при неизменной частоте вращения исполнительного органа в определенном диапазоне изменяется скорость подачи комбайна. Этот вариант наиболее прост с конструктивной точки зрения, поскольку регулирование нагруженности двигателя обеспечивается сравнительно маломощным вариатором скорости подачи. Однако такой способ не обеспечивает поддержания оптимальной толщины стружки, что в конечном счете ведет к повышению энергоемкости добычи, понижению производительности машины и ухудшению сортности добываемого угля, поэтому в современных условиях применения выемочных комбайнов с высокой энерговооруженностью, оснащенных системами автоматического и дистанционного управления, оказывается совершенно не эффективным.

Регулирование привода комбайна по методу параметрической стабилизации, когда частота вращения исполнительного органа изменяется пропорционально скорости подачи, обеспечивается поддержание оптимальной толщины стружки, но требуется применение соответствующих регуляторов частоты вращения.

Наиболее простым способом регулирования частоты вращения исполнительного органа является непосредственное изменение частоты вращения двигателя. Эта задача сравнительно легко решается в приводах подачи с двигателями постоянного тока, но последние имеют ряд существенных недостатков по сравнению с трехфазными асинхронными короткозамкнутыми электродвигателями: они дороже, сложнее, более трудоемки в изготовлении и эксплуатации, менее надежны, габариты их больше при равной мощности, динамические характеристики хуже [1,2,3].

Регулирование частоты вращения асинхронных двигателей возможно на основе использования тиристорных преобразователей частоты тока. Этот способ находит широкое применение в различных областях техники. Однако применительно к очистным комбайнам он до последнего времени был малопригоден, так как при уменьшении частоты вращения уменьшается мощность, развиваемая электродвигателем, а при ограниченных размерах комбайна, как правило, не представлялось возможным установить электродвигатель с запасом мощности [2]. В тоже время общеизвестно, что мощность, расходуемая на резание, обычно в 10 – 30 и более раз превышает мощность, необходимую на подачу и перемещение комбайна, а частота вращения исполнительного органа в 10 – 30 больше, чем частота вращения звездочки механизма подачи. Преобразователь частоты тока для двигателей

большой мощности, тем более выполненный во взрывобезопасном исполнении, также имеет значительные габаритные размеры.

Использование в режущей части регулируемого гидропривода также сдерживается значительными габаритами гидрооборудования.

Для обеспечения рациональных режимов работы машин целесообразно применение таких способов регулирования, при которых мощность приводного двигателя использовалась бы полностью.

В работе [4] описан способ пропорционального изменения скоростей резания и подачи с применением объемной гидромеханической передачи. Сущность данного способа состоит в том, что между двигателем и исполнительным органом встраивается планетарный механизм для разделения потоков мощности. К одному из выходов планетарного механизма подключается сам исполнительный орган, а к другому выходу – гидронасос. Второй гидронасос подключается к валу двигателя. Это позволяет разделить поток мощности на два, которые затем изменяются в зависимости от изменения передаточного отношения планетарного механизма при колебаниях нагрузки на исполнительном органе.

Экспериментальные исследования подтвердили возможность реализации такого способа регулирования силовых и кинематических параметров очистного комбайна, но он может быть использован только на комбайнах с гидромеханическими системами подачи, а тенденция такова, что электрические системы подачи вытесняют гидравлические и в дальнейших разработках следует ориентироваться на них. [1,2].

Удовлетворительного решения задачи одновременного и пропорционального регулирования и скорости резания, и скорости подачи для комбайнов с электрическими системами подачи пока нет. Главными препятствиями применения систем регулирования режимов резания по методу параметрической стабилизации до последнего времени являлась невозможность установки в приводе резания асинхронных двигателей с запасом мощности и большие габаритные размеры тиристорных преобразовательных станций.

В современных комбайнах (Кузбасс-500, КВП1, КВП2, К10ПМ и др.) суммарная мощность двигателей составляет 500 – 700 кВт. При этом на подачу расходуется не более 20 – 45 кВт. Таким образом, на один исполнительный орган приходится не менее 200 – 300 кВт. Даже на комбайнах для маломощных и средней мощности пластов (К-85 и др.) на один исполнительный орган приходится не менее 90 кВт. В тех же случаях, когда второй по ходу комбайна режущий орган работает с углом контакта с массивом φ_k значительно меньше 180^0 (а иногда и при φ_k , близком к нулю), а сопротивляемость полезного ископаемого разрушению не высока и резцы практически острые – запас мощности

на резание для этого органа даже при больших скоростях подачи очевиден, и толщина стружки ограничивается только вылетом и прочностью резцов.

В этих условиях задача регулирования частоты вращения исполнительных органов за счет непосредственного изменения частоты вращения электродвигателя путем изменения частоты тока становится не только актуальной, но технически возможной, особенно если учитывать возможность выноса на штрек преобразовательных станций и перераспределения мощности между приводами за счет применения систем с параллельным переносом или с циркуляцией мощности при использовании электромагнитных муфт скольжения, планетарных редукторов и т.п.

Применяемые в настоящее время компоновочные схемы выемочных комбайнов различны.

Большинство отечественных и зарубежных комбайнов имеют два рабочих органа. Первый по ходу комбайна орган работает всегда с углом контакта с массивом $\varphi = 180^\circ$, вынимая мощность пласта, равную своему диаметру D по вершинам резцов, а второй вынимает оставшуюся мощность и угол его контакта обычно меньше 180° (кроме чрезвычайно редких случаев, когда вынимаемая комбайном мощность пласта $H = 2D$). Но второй режущий орган еще выполняет и роль погрузочного. Тем не менее, в общем случае первый и второй органы потребляют разную мощность привода, и один из них всегда недогружен, а второй может работать на пределе, или даже в условиях недостатка мощности.

В двухприводных комбайнах, в которых один двигатель работает на привод исполнительного органа, второй – на привод исполнительного органа и единственного механизма подачи (комбайны 1ГШ-68, 2ГШ-68 и др.) при необходимости возможен переток мощности с одного привода на другой за счет их кинематической связи.

Мощные многоприводные комбайны (КВП-1, КВП-2 и др.) имеют отдельные, не связанные между собой ни кинематически, ни электрически, приводы на каждый из двух исполнительных органов и каждый из двух механизмов подачи.

В одноприводных комбайнах от одного двигателя мощность расходуется на два исполнительных органа и на механизм подачи (как правило, один).

В комбайнах с вынесенным механизмом подачи вся мощность основных двигателей приходится только на резание, но при этом возникает необходимость затрат мощности на подтягивание сбегавшей (холостой) ветви тяговой цепи. В двухдвигательных приводах выне-

сенного механизма подачи передний по ходу комбайна является тянущим, а задний подтягивающим холостую ветвь цепи. Усилие вытяжки холостой ветви на современных комбайнах в зависимости от их типа, длины лавы, угла падения пласта и пр. составляет 300 – 800 кН [2].

Любая из описанных компоновочных схем выемочных комбайнов позволяют обеспечить регулирование в необходимых пределах скорости резания и нагруженности двигателя за счет частотно-регулируемого асинхронного привода.

Преобразовательные станции для регулирования частоты тока могут быть построены по нескольким принципиальным схемам преобразователей частоты. Для правильного выбора рациональной схемы управления приводом требуются точные сведения о решаемой проблеме. Критериями, по которым следует выбирать нужное решение, являются диапазон регулирования скорости вращения рабочего органа, характеристика момента вращения, динамические показатели машины, коэффициент полезного действия привода, квалификация обслуживающего персонала.

Наиболее часто в горной промышленности применяются тиристорные и транзисторные преобразователи частоты, выполненные на базе автономных инверторов напряжения и тока [2].

В зависимости от конструктивных особенностей и размеров комбайна преобразовательные станции могут располагаться непосредственно на комбайне или выноситься на штрек.

Библиографический список

1. Романов В.А. *Управление техническими системами. Учеб пособие.* – Тула.: Изд-во ТулГУ, 2005. 126 с.
2. Серов Л.А. *Устройства управления и системы регулирования угледобывающих машин.* – М.: Недра, 1995. – 167 с.
3. Кретов Д.В., Романов В.А. *Анализ возможностей управления приводами резания и подачи современных выемочных комбайнов методом параметрической стабилизации. Материалы III международного симпозиума «Ударно-вибрационные системы, машины и технологии»* 17 – 19 октября 2006 г. – Орел: ОрелГТУ, 2006.
4. Сысов Н.И., Кожевников А.С. *ЮРГТУ (НПИ). Очистной комбайн с регулированием привода по варианту “параметрическая стабилизация” // Горные машины и автоматика.* – 2001. – № 7. – С. 16 – 17.



УДК 622.23.054.53

ШНЕКОВЫЙ ПРОФИЛИРОВЩИК С КОМБИНИРОВАННЫМ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫМ ОРГАНОМ

Язенков А.А.,

Научный руководитель Басалай Г.А.

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск,
Республика Беларусь*

Повышение производительность труда и снижение энергозатрат по профилированию производственных площадей на разрабатываемых торфяных месторождениях достигается тем, что комбинированный исполнительный орган машины выполнен в виде шнек-фрезы и скребкового конвейера, установленных фронтально по отношению к продольной оси движителя, и позволяет за один проход проводить фрезерование верхнего слоя торфяной залежи с распределением сфрезерованной массы по поверхности карты.

Государственной программой «Торф» предусмотрено обеспечение потребности народного хозяйства Республики Беларусь торфяной продукцией на период до 2020 года путем разработки и применения новых и совершенствованию существующих технологий и оборудования по добыче, переработке и использованию торфа. Использование торфа в республике осуществляется по пяти направлениям: топливно-энергетическое, сельскохозяйственное, химико-технологическое, бальнеологическое и медицинское, природоохранное. Основой технологического процесса добычи торфа является качественное осушение торфяных площадей и подготовка их поверхности.

Работа посвящена машинам по профилированию поверхности карт производственных площадей на разрабатываемых торфяных месторождениях. Актуальность проблемы по повышению эффективности работы шнекового профилировщика диктуется тем, что на предприятиях отрасли в настоящее время широко используются колесные тракторы серии МТЗ с мощностью двигателя в 1,5÷2,5 раза больше по сравнению с гусеничным трактором ДТ-75Б.

Известна машина по профилированию карт производственных площадей на разрабатываемых торфяных месторождениях [1], прицепная к трактору, исполнительным органом которой является скребковая самотаска, закрепленная фронтально по ходу агрегата. В рабочем положении исполнительный орган опускается и производится фрезерование залежи с одновременным транспортированием сфрезерованного материала к середине карты. Существенными недостатками

машины является низкая производительность и повышенные энергозатраты по профилированию поверхности карт.

Широко применяется на предприятиях шнековый профилировщик [2], представляющий собой прицепную машину, включающую движитель, состоящий из передней колесной тележки и задних опорных катков, раму, прицепное устройство, трансмиссию, исполнительный орган в виде шнек-фрезы, установленной фронтально по отношению к продольной оси движителя в кожухе и через него подвешенной на двух гидроцилиндрах на раме, а также шарнирно соединенной с передней колесной тележкой, следящее устройство для поддержания заданного угла наклона исполнительного органа. Существенными недостатками машины является невысокая производительность исполнительного органа при агрегатировании машины с современными энергонасыщенными тракторами, а также повышенные энергозатраты на транспортирование сфрезерованной массы.

Задачей является повышение производительности машины и снижение энергозатрат по профилированию поверхности карт производственных площадей.

Цель достигается тем, что шнековый профилировщик, снабжен скребковым конвейером, установленным фронтально по отношению к продольной оси движителя между шнек-фрезой и задними опорными катками [3]. Комбинированный исполнительный орган позволяет за один проход машины проводить обработку карты с распределением сфрезерованного материала по ее поверхности.

Принципиальная схема шнекового профилировщика, представлена на рисунке 1 (а – вид сбоку; б - вид сверху). Он представляет собой прицепную машину, включающую движитель, состоящий из передней колесной тележки 1 и задних опорных катков 2, раму 3, прицепное устройство 4, трансмиссию 5, исполнительный орган в виде шнек-фрезы 6, установленной фронтально по отношению к продольной оси движителя в кожухе 7 и через него подвешенной на двух гидроцилиндрах 8 на раме 3, а также шарнирно соединенной с помощью треугольной рамки 9 с передней колесной тележкой 1, и следящее устройство 10 автоматического поддержания заданного поперечного угла наклона исполнительного органа. Исполнительный орган снабжен скребковым конвейером 11, установленным фронтально по отношению к продольной оси движителя между шнек-фрезой 6 и задними опорными катками 2. Нижняя рабочая ветвь скребкового конвейера, т.е. цепь со скребками, со стороны задних опорных катков 2 и снизу закрыта кожухом 12, а со стороны шнек-фрезы по всей длине конвейера на высоту скребков выполнено загрузочное окно 13. К кожуху 12

закреплен наклонный нож 14, передняя кромка которого расположена на уровне нижней образующей шнек-фрезы 6.

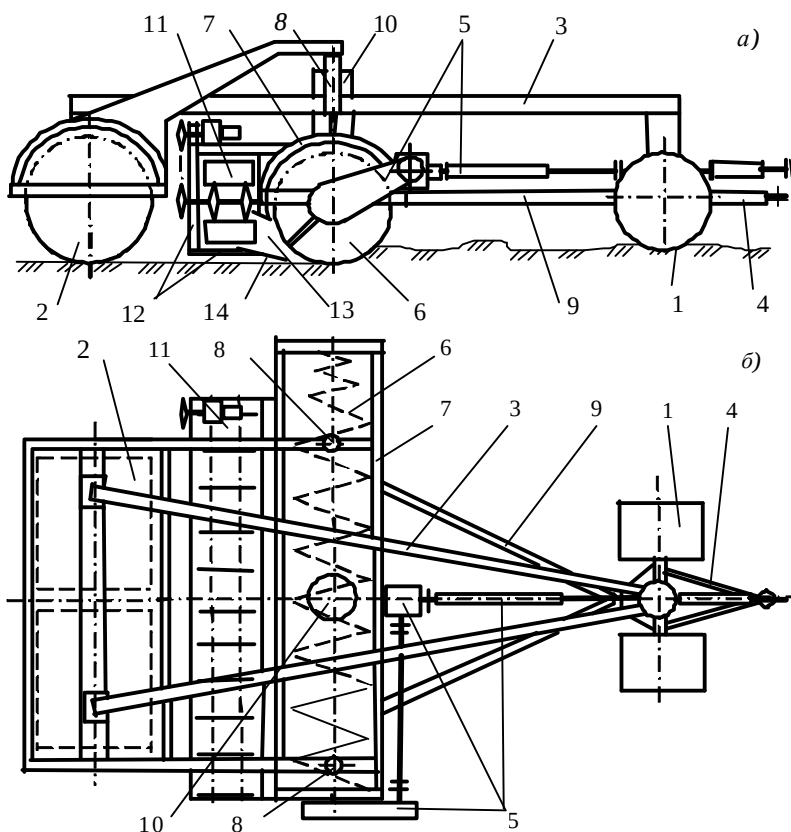


Рис. 1(а, б). Принципиальная схема шнекового профилировщика с комбинированным исполнительным органом

Принцип действия профилировщика состоит в следующем.

Шнековый профилировщик с поднятым в транспортное положение исполнительным органом заезжает на карту слева от картовой канавы. От двигателя трактора с помощью трансмиссии 5 приводятся во вращение шнек-фреза 6 и скребковый конвейер 11. Затем исполнительный орган опускается гидроцилиндрами 8 на определенную глубину от поверхности карты. Профилирование поверхности карты в

поперечном сечении производится при поступательном движении машины, присоединенной через прицепное устройство 4 к трактору. Шнек-фреза 6 фрезерует слой залежи и сдвигает его в левую сторону от канавы к середине карты. Сфрезерованная масса проталкивается шнек-фрезой 6 по наклонному ножу 14 через загрузочное окно 13 во внутреннее пространство нижней рабочей ветви скребкового конвейера 11, ограниченное снизу и сзади кожухом 12, и транспортируется скребками влево по ходу машины. Работа скребкового конвейера 11 обеспечивает существенное увеличение производительности по сравнению со шнек-фрезой 6 и снижает энергозатраты на транспортирование сфрезерованной массы.

Поперечный уклон карты формируется заданным углом наклона шнек-фрезы 6 по поперечному сечению карты и автоматически поддерживается следящим устройством 10. Так как рама скребкового конвейера 11 закреплена на кожухе 7, то изменение положения шнек-фрезы 6 гидроцилиндрами 8 обеспечивает сохранение параллельности режущей кромки наклонного ножа 14 по отношению к нижней обрабатываемой шнек-фрезой 6.

По мере завершения одного прохода по карте шнек-фреза 6 со скребковым конвейером 11 исполнительного органа поднимаются в транспортное положение и отключаются от двигателя. Машина делает разворот на 180° и заезжает на соседнюю карту для продолжения работы. Рабочие проходы шнекового профилировщика на одной карте совершаются от картовых канав с последующим смещением к центру. При следующих проходах машина не только фрезерует слой залежи для придания поперечного уклона, но и продолжает транспортировать влево ранее сформированный валок материала. В местах углублений часть сфрезерованного материала от шнек-фрезы 6 попадает под ножом 14 на поверхность карты.

Затраты мощности на работу машинно-тракторного агрегата в общем виде складываются из следующих составляющих:

- мощность на передвижение трактора;
- мощность на передвижение прицепной машины;
- мощности на фрезерование залежи и древесных включений винтовыми ножами фрезы;
- мощность на частичное волочение сфрезерованной массы шнеком;
- мощность на работу скребкового конвейера.

При детальном анализе работы агрегата каждая из выше приведенных составляющих мощности рассматривается в совокупности происходящих процессов и уровня значений влияющих факторов. На-

пример, при агрегатировании профилировщика с колесным трактором коэффициенты сопротивления передвижению пневматических колес тягача, а также жестких катков передней тележки и задних опорных катков машины выбираются из рекомендуемого диапазона $0,12 \div 0,20$.

Таким образом, комбинированный исполнительный орган, выполненный в виде шнек-фрезы и скребкового конвейера, установленных фронтально по отношению к продольной оси движителя между передней одноосной тележкой и задними опорными катками, позволяет за один проход проводить фрезерование верхнего слоя торфяной залежи с распределением сфрезерованной массы по поверхности карты, повышая производительность труда и снижая энергозатраты по профилированию производственных площадей на разрабатываемых торфяных месторождениях.

Библиографический список

1. Агапов А.П., Жемчужин Д.К. Профилирование полей добычи фрезерного торфа (Опыт работы торфопредприятия треста «Ленгосторф». 1955-1957 гг.). – М.-Л.: Госэнергоиздат, 1958. С.16, 17.
2. Справочник по торфу / Под ред. А.В. Лазарева и С.С. Корчунова. - М.: Недра, 1982. С.(174-179).
3. Патент на полезную модель (МПК E21 C 49/00) № 5372 (BY) от 01.04.2009. Шнековый профилировщик / Г.А. Басалай, А.А. Язенков.



УДК 622.016.62

ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ ОЧИСТНОГО КОМПЛЕКСА С ОПЕРЕЖАЮЩЕЙ РАЗГРУЗКОЙ ПЛАСТА ПО ЗАБОЮ

Володько В.Н.,

Научный руководитель Басалай Г.А.

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск,
Республика Беларусь*

Предложена и обоснована новая схема выемки пласта одношнековым комбайном, оснащенным исполнительным органом, нарезающим по длине забоя горизонтальную щель глубиной, соизмеримой с шириной захвата шнек-фрезы.

В настоящее время отработка угольных, горнорудных и калийных рудников ведется преимущественно столбовыми системами с

длинными очистными забоями по валовой и селективной технологиям. В зависимости от конкретных горно-геологических и горно-технических условий применяются три столбовые системы с полным обрушением кровли и частичной закладкой выработанного пространства [1].

Первая - это выемка пласта (слоя) на полную мощность, которая осуществляется одно или двухшнековыми комбайнами с диаметрами рабочих органов от 900 до 1500 мм по концам режущих зубков. Примером таких машин является очистной комбайн ЭВ-170-Л для выемки весьма тонких пластов, эксплуатация которых возможна на пластах с мощностью $0,75 \div 1,5$ м [2]. Комбайн представляет собой одношнековую машину, работающую с рамы забойного конвейера типа ЭКФЗ («Айкхофф», Германия) или СП-8ОК (Анжерский машиностроительный завод, Россия). В лаве, разделенной в средней части вентиляционным штреком, на конвейере устанавливаются шнеками в сторону бортовых штреков два комбайна левого и правого исполнения. В качестве забойной крепи использовалась механизированная крепь 1КМ97Д (Каменский машиностроительный завод, Россия). Исполнительный орган комбайна укреплен на поворотной рукояти и выполнен в виде режущего шнека со встроенным планетарным редуктором. Перемещение комбайнов осуществляется по цепям, растянутым вдоль забоя и закрепленным при помощи гидравлических натяжных устройств на приводах конвейера и его ставе в месте зарубки комбайнов у вентиляционного штрека. Унифицированные узлы комбайна укреплены на опорной раме, связанной лыжами со ставом забойного конвейера и с круглой направляющей. Разрушаемая режущими шнеками руда при помощи погрузочных щитков поступает на забойный конвейер. Управление комбайном предусматривалось машинистом с расположенных на корпусе комбайна пультов управления. Часть комбайнов оснащалась системой управления по радио.

Вторая схема осуществляется выемкой пласта с разделением на слои и общей подготовкой слоевых лав. Данная система осуществляется двухшнековыми комбайнами с различным размером рабочих органов, причем, шнек идущий, позади комбайна вращается в сторону отработанного пространства, что в значительной мере уменьшает энергозатраты на разрушение массива. Это объясняется тем, что при ведении горных работ под действием давления вышележащих пород происходит перераспределение напряженного состояния залегающего пласта как по длине, так и по глубине лавы, что существенно изменяет сопротивление пласта разрушению. Одним из комбайнов для селективной выемки является «Eichhoff SL500». Комбайн предназначен для

выемки пластов средней и большой мощности по челноковой или односторонней схеме работы. Выемка пласта ведется двумя режущими органами, причем передний оформляет кровлю, вынимая пласт на полный диаметр режущего органа, а задний почву забоя. Оба режущих органа оснащены зачистными щитками, которые поворачиваются вокруг последних на 360 градусов, с помощью встроенных в поворотный редуктор гидромоторов. Комбайн оснащен двумя электрическими подающими с двигателями постоянного тока, бортовым компьютером, системой радиоуправления и фарами для освещения режущих органов. Электродвигатели резания встроены непосредственно в поворотные редукторы. Отдельные узлы комбайна соединяются в единый корпус с помощью анкерных болтов, которые при сборке комбайна натягиваются с помощью специального гидравлического устройства.

Третья - это выемка пласта с разделением на слои и раздельной подготовкой слоевых лав. Эта технологическая схема отрабатывается комплексом для селективной выемки калийных руд с комбайном ЭДВ-300/760-Л-230-СВ. Комплекс ЭДВ-300/760-Л-230-СВ представляет собой совокупность машин и механизмов, объединенных общей технологической схемой, и предназначен для селективной выемки калийной руды в лавах при столбовой системе разработки с обрушением кровли на пологих пластах мощностью $1,8 \div 2,6$ м с расположенным в средней части галитовым прослоем и закладкой последнего в выработанное пространство лавы. Очистной селективный комбайн ЭДВ-300/760-Л-230-СВ состоит из двухшнекового комбайна ЭДВ-300/760-Л и шарнирно соединенного с ним силового блока для выемки породного прослоя. Отличие двухшнекового комбайна, используемого для селективной выемки, от комбайнов ЭДВ-300/760-Л заключается в установке на рукояти одного из шнеков перекидного погрузочного щитка и оборудовании на раме комбайна приспособления для крепления прицепного устройства силового блока. Силовой блок состоит из исполнительного органа, выполненного в виде режущего барабана с вертикальной осью вращения и укрепленного на подвижной рукояти, привода для передачи вращения исполнительному органу и рамы с лыжами для опоры на забойный конвейер. Наличие режущего барабана с вертикальной осью позволяет осуществлять выемку породных прослоев небольшой мощности (от 0,47 м). Конструкция комбайна ЭДВ-300/760-Л-230-СВ позволяет реализовать более прогрессивную технологическую схему селективной выемки калийной руды с расположенным в средней части пласта породным прослоем.

Преимущество данной технологической схемы в том, что разрушается силвинит и галитовый прослой одновременно при одном

рабочем ходе комбайна. При этом сильвинит грузится шнеками на забойный конвейер и далее транспортируется на обогащательную фабрику, а галит складывается на почву лавы между забоем и конвейером.

Разрушение сильвинита шнеками комбайна без разубоживания его галитом возможно за счет смещения режущего барабана относительно шнеков в сторону забоя на шаг выемки. При обратном движении комбайна со скоростью, значительно превышающей рабочую скорость, и при повернутом на 180° погрузочном щитке на рукояти шнека осуществляется погрузка шнеками расположенного на почве галита на забойный конвейер и закладка его в выработанное пространство лавы закладочной установкой.

Однако опыт работы комбайнов нескольких поколений показывает, что наращивание энерговооруженности в приводах исполнительных органов не обеспечивает расчетного увеличения производительности, поэтому требует продолжения исследования условий резания и оптимизации схем выемки пласта.

В работе предложена и обоснована новая схема выемки пласта одношнековым комбайном, оснащенным исполнительным органом, нарезающим по длине забоя горизонтальную щель глубиной, равной ширине захвата шнеков-фрезы, обеспечивающей разгрузку пласта и, тем самым, повышение эффективности очистного комплекса. Для нарезания данной щели в качестве исполнительного органа был рассмотрен цепной бар, который применяется на машинах, выполняющих данную технологическую операцию. Однако поступательная скорость его не согласуется со скоростью подачи очистных комбайнов, что может привести к потере производительности всего очистного комплекса. Решением данной задачи является применение в качестве щеленарезного органа – дисковой фрезы с вертикальной осью вращения. Разработанный очистной комбайн (Рис.1) входит в состав механизированного комплекса столбовой добычи калийных руд, состоящего из двух очистных комбайнов, комплекта секций механизированных крепей и скребкового конвейера.

Комбайн предназначен для разрушения пласта и погрузки калийной руды на забойный скребковый конвейер.

Очистной комбайн работает с рамы установленного в очистном забое конвейера. При этом корпус комбайна 1 с забойной стороны установлен на опорах, выполненных в виде лыж, опирающихся на полку конвейера, а с завальной – на опорах в виде захватов, опирающихся на круглую направляющую, жестко связанную с конвейером.

Перед началом работы комбайна по добыче полезного ископаемого включают электродвигатель режущей части, вращение от которо-

го через поворотный редуктор, расположенный в поворотной рукояти, передается на исполнительный орган – шнек-фрезу 2. Затем включают электродвигатель дисковой фрезы, вращение от которого через редуктор, расположенный в поворотной рукояти дисковой фрезы, передается на дисковую фрезу 3. После чего с помощью гидродомкрата дисковая фреза подается на забой. Затем для подвигания комбайна вдоль забоя включают электродвигатель подающей части комбайна. Вращение от вала электродвигателя подающей части, в конечном итоге, вращает приводное колесо, расположенное на выходном валу, и передается на цевочное колесо, расположенное на одной оси с лыжей. Вращаясь, цевочное колесо взаимодействует с зубчатой рейкой конвейера и подвигает вдоль забоя комбайн на лыжах.

При разрушении пласта 4 калийная руда, отбитая шнеком, посредством погрузочного щитка, поступает на скребковый конвейер. Дисковая фреза, оснащенная разрушающими зубками, расположена на высоте $1/3$ от кровли выемочной полосы. Фреза прорезает щель 5 на глубину 500 мм на новой выемочной полосе. Руда, отбитая зубками фрезы, под действием инерционных сил по оградительному щитку попадает на почву призабойного пространства (оградительный щиток условно не показан). При работе двух исполнительных органов происходит обильное пылеобразование при разрушении массива, для чего предусмотрено пылеподавляющее устройство. При отработке комбайном одной выемочной полосы дисковая фреза заодно с редуктором посредством гидродомкрата выводится из забоя, и комбайн отгоняется к вентиляционному штреку для зарубки на новую выемочную полосу. Так продолжается до полной отработки очистного забоя.

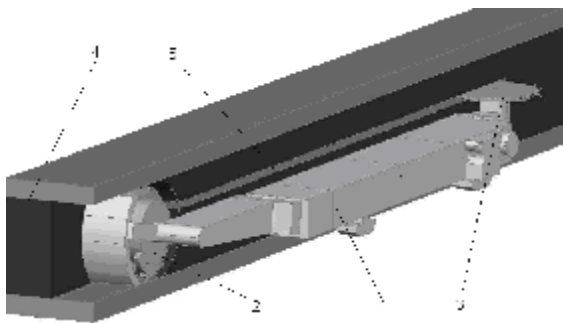


Рис. 1. Схема работы очистного комбайна с опережающей разгрузкой пласта по забой

Использование дисковой фрезы на очистных комбайнах позволит существенно снизить энергозатраты на разрушение массива шнеком, т.к. нижняя часть будет работать в сторону отработанного пространства, что требует около 25% затрат мощности меньше, чем при его работе в защемленном состоянии. Данная установка позволит увеличить скорость подачи комбайна, что приведет к повышению производительности всего очистного комплекса.

Предлагаемая модель очистного комбайна может применяться по трем технологическим схемам: нарезание щели на холостом ходу при отгоне комбайна для зарубки на новую выемочную полосу; нарезание щели при расположении дисковой фрезы в хвосте комбайна; нарезание щели фрезой, идущей впереди режущего шнека на рабочем ходу (наиболее перспективная схема).

Библиографический список

1. *Технология и механизация разработки калийных месторождений* / А.Д. Смычник, Б.А. Богатов, С.Ф. Шемет. 2-е изд. – Мн.: Юнипак, 2005. С.129-133.
2. *Очистные комбайны* / В.И. Морозов, В.И. Чуденков, Н.В. Сурина. М.: Недра, 2007. – 643с.



УДК 621.926.5:669.184.4:539.53

К ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ФУТЕРОВКИ ШАРОВОЙ МЕЛЬНИЦЫ

Бочков В.С.,

Научный руководитель Болобов В.И.,

*Санкт-Петербургский государственный горный университет,
г. Санкт-Петербург, Россия*

Рассмотрены возможные виды износа футеровок шаровых мельниц, а именно абразивный, ударно-абразивный и усталостный. Определено, при каком режиме работы шаровой мельницы преобладает тот или иной вид износа в зависимости от крепости породы. Оценено влияние наклепа на износостойкость футеровок изготовленных из стали Гадфильда для каждого из рассматриваемых видов износа. Описан способ повышения износостойкости наклепом футеровки из стали Гадфильда в условиях работы шаровой мельницы. Даны рекомендации о целесообразности применения наклепа футеровки, при том или ином режиме работы шаровой мельницы в зависимости от крепости породы.

Ключевые слова: футеровка, сталь Гадфильда, шаровая мельница, износ, наклеп, износостойкость.

Высокомарганцовистая аустенитная сталь 110Г13Л, содержащая 1,0 – 1,4 % С и 10 – 14 % Мп, известная по имени автора, как сталь Гадфильда, широко используется в качестве конструкционного материала деталей горного и обоганительного оборудования: «щек» дробилок, «зубьев» ковшей экскаваторов, футеровок шаровых мельниц. Принято считать [1, 2, 3], что указанная сталь обладает высокой эрозионной стойкостью только при работе детали в условиях значительных напряжений и динамических нагрузок, когда имеет место интенсивный наклеп стали. При отсутствии значительных напряжений и динамических нагрузок каким-либо заметным преимуществом в эрозионной стойкости (по сравнению с обычной среднеуглеродистой сталью) сталь Гадфильда не обладает [1, 3]. Как показывает практика эксплуатации шаровых мельниц на ОАО «Карельский окатыш», при измельчении в них твердой породы (железной руды) наблюдается повышенный износ футеровки из стали Гадфильда, что приводит к необходимости ее замены через каждые полтора года. В то время как при измельчении мягкой породы (известняка) срок службы футеровки достигает 10 лет. Объяснению этого явления, а также нахождению возможных способов повышения износостойкости футеровки шаровых мельниц, при измельчении твердых пород, и посвящена данная статья.

Как можно заключить из условий работы шаровых мельниц, в зависимости от вида воздействия и соотношения твердости материала футеровки и породы, может наблюдаться три вида износа брони:

- непосредственно, абразивный, когда твердость зерен породы превышает твердость металла и зерна оказывают режущее действие на металл. Проявляется при работе мельницы в каскадном режиме на твердых породах, например железной руде с $HV = 1002$ по сравнению с $220HV$ у стали Гадфильда;

- ударно-абразивный – также при измельчении породы более твердой, чем материал футеровки, но при работе мельницы в водопадном или каскадно-водопадном режиме, когда зерна внедряются в металл, не оказывая режущего действия;

- усталостный - при работе мельницы, как в водопадном, так и каскадном режиме на сравнительно мягких породах, например, известняке с $HV = 135$. При вдавливании зерен этих пород в футеровку они не способны подвергнуть ее материал пластической деформации, но оказывая многократную упругую деформацию (вместе с шаровой загрузкой), приводят к усталостному разрушению поверхностного слоя футеровки.

Ниже анализируется возможное влияние предварительного наклепа на износостойкость стали Гадфильда при наличии того или иного вида износа.

При трении твердого абразива о металл с более мягкой структурой происходит резание последнего твердыми частицами абразива. В процессе резания на поверхности металла образуются борозды, направленные в сторону направления движения абразивных частиц, что и является характерным признаком абразивного изнашивания. Наряду с этим, материал дна и наплывов борозд подвергается пластической деформации и наклепу, интенсивность которых, как указывается в [4], превышает уровень, который может быть достигнут при предварительном пластическом деформировании образца. Об этом, в частности, свидетельствуют результаты замера микротвердости стали 110Г13Л после абразивного износа [5], которая на дне бороздок значительно превышает исходную твердость материала. Поэтому осуществление предварительного наклепа деталей из стали Гадфильда для работы в условиях абразивного износа, не может привести к повышению их абразивной стойкости. Такой вывод подтверждается результатами эрозионных испытаний [6] и нашими данными (рис. 1), в соответствии с которыми скорости эрозионного разрушения наклепанного $((8,3 \pm 0,4) \cdot 10^{-4} \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с}))$ и исходного материала $((6,7 \pm 0,4) \cdot 10^{-4} \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с}))$ существенно не различаются.

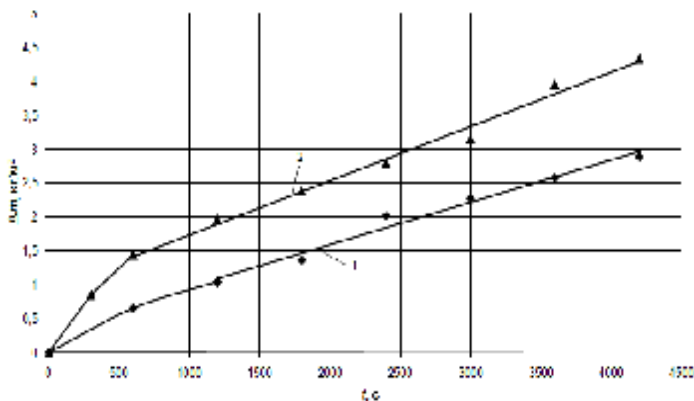


Рис. 1. Зависимость потери относительной массы образцов из стали Гадфильда от времени (1 – исходный материал; 2 – после наклепа) при трении цилиндрического образца ($D = 8 \text{ мм}$) о железную руду (нагрузка 150 Н)

При трении деталей из стали Гадфильда по породам, имеющим твердость зерен меньше твердости стали, наблюдается не абразивный износ, а усталостное изнашивание в результате многократной упругой деформации поверхностных слоев металла. Этот вид износа протекает со сравнительно малой скоростью, что и объясняет длительный срок эксплуатации брони шаровых мельниц при измельчении известняка. Из опыта многолетней практики известно [7], что поверхностное упрочнение (наклеп) является эффективным способом повышения усталостной прочности деталей и, как можно ожидать и их стойкости к усталостному изнашиванию. Поскольку процесс разрушения при усталостном износе начинается с зарождения на поверхности усталостной трещины, поверхностное упрочнение путем наклепа позволит уменьшить скорость зарождения такой трещины и, соответственно, повысить усталостную износостойкость материала. Из этого можно сделать вывод, что применение предварительного наклепа при работе футеровки мельниц по мягким породам приведет к дальнейшему уменьшению скорости ее изнашивания.

Ударно-абразивное изнашивание имеет место при ударе по металлической поверхности более твердых частиц при направлении удара по нормали к поверхности. Качественным признаком ударно-абразивного изнашивания является специфическая поверхность, представляющая собой сочетание лунок, разделенных перемычками (рис. 2) при отсутствии шероховатости в виде рисок.

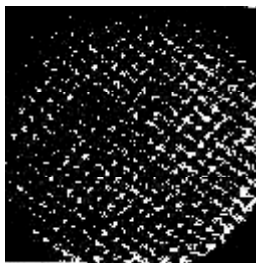


Рис. 2. Макрорельеф поверхности при ударно-абразивном изнашивании

В литературе не обнаружено прямых сведений о влиянии наклепа на износостойкость материалов при ударно-абразивном изнашивании. Но, с учетом того, что при образовании лунок металл подвергается только пластической деформации без разрушения, можно предположить, что напряжения, возникающие в месте внедрения частицы, не на много превышают предел текучести бомбардируемого материала и

окружающий лунку слой материала не подвергается значительному наклепу. В таких условиях критерием износостойкости является мера сопротивления стали прямому внедрению в нее абразивной частицы, т.е. твердость [8], и предварительный наклеп должен повысить стойкость футеровки к эрозионно-ударному воздействию твердых пород при работе шаровой мельницы в каскадно-водопадном и водопадном режимах.

Если в этих режимах работы поверхность подвергается ударному воздействию частиц более мягких пород чем бомбардируемый материал, то имеет место усталостный износ, положительное влияние наклепа на который было рассмотрено выше.

Поскольку существующие способы осуществления наклепа (дробеструйный, наклеп центробежными упрочнителями, упрочнение обкаткой, упрочнение вибрирующим роликом, упрочнение чеканкой, гидроабразивная обработка и упрочнение взрывом [7]) трудно осуществить в условиях эксплуатации мельниц, авторами [9] был разработан способ поверхностного упрочнения футеровки мельниц, заключающийся в следующем:

- шаровая мельница запускается без породы с рассчитанной частотой вращения, при которой шаровая загрузка двигается в водопадном режиме и шары падают нормально к её поверхности (этим достигается большая интенсивность наклепа и глубина наклепанного слоя футеровки, и, соответственно, значительное повышение твердости (износостойкости) поверхностного слоя и времени изнашивания его породой),

- коэффициент заполнения ϕ мельницы шарами рассчитывается таким, чтобы шаровая загрузка не проскальзывала относительно футеровки и шары внешнего слоя падали непосредственно на футеровку, что обеспечивает наиболее эффективное ударное воздействие шаров,

- упрочняющая обработка проводится через заданное время, определяемое по времени изнашивания упрочненного слоя породой, совмещаясь с планово-предупредительными ремонтами.

Такое периодическое поверхностное упрочнение, как показано в [9], способно до двух раз продлить срок службы футеровки.

Таким образом:

- при каскадном режиме работы шаровой мельницы наклеп брони может повысить ее износостойкость только при работе по мягким породам;

- при водопадном и каскадно-водопадном режимах работы шаровых мельниц можно ожидать повышения износостойкости их футе-

ровки в результате применения наклепа, как для мягкой, так и твердой пород.

Библиографический список

1. Гуляев А.П. Металловедение. М.: Металлургия, 1986. 544 с.
2. Марганцовистая сталь. Пер. с англ. Б.А.Белюса под ред. М.Е.Блантера. М.: Металлургиздат, 1959. 94 с.
3. Давыдов Н.Г. Высокомарганцевая сталь. М.: «Металлургия», 1979. 176 с.
4. Хруцов М.М. Закономерности абразивного изнашивания // Износостойкость. М.: изд-во «Наука», 1975. 192 с.
5. Львов П.Н. Износостойкость деталей строительных и дорожных машин. – М.: Машиностроение, 1962. 89 с.
6. Хруцов М.М. Исследования изнашивания металлов. /М.М. Хруцов, М.А. Бабичев. М.: изд-во АН СССР, 1960. 352 с.
7. Ткачев В.Н. Методы повышения долговечности деталей машин. / В.Н.Ткачев, Б.М.Фиштейн, В.Д.Власенко, В.А.Уланов. М.: Машиностроение, 1971. 272 с.
8. Виноградов В.Н. Изнашивание при ударе / В.Н. Виноградов, Г.М. Сорокин, А.Ю. Албагачев. – М.: Машиностроение, 1982. 192 с.
9. Болобов В.И. Увеличение срока эксплуатации брони шаровых мельниц осуществлением ее эффективного наклепа / В.И. Болобов, А.П. Баталов, Ю.П. Бойцов, В.С. Бочков // 3 - я Международная конференция по проблемам рационального природопользования, ТулГУ, Тула, 2010. С 48-51.



УДК 622.331.06

ЗАВИСИМОСТЬ СОПРОТИВЛЕНИЯ РЕЗАНИЯ ТОРФА ОТ ЕГО ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ

Никоноров Д.В., Стрельников А.В.

Тверской государственный технический университет, г.Тверь, Россия

В данной работе рассмотрены закономерности влияния физико-механических свойств на процесс резания торфа, а в частности на зависимость сопротивления резания торфа от его физико-механических свойств.

Резание грунтов - один из наиболее распространенных и вместе с тем, наименее изученных рабочих процессов строительных, торфяных и горных машин. Его исследование входит в число наиболее важных проблем теории машин и механизмов.

По принципу резания сконструировано большинство машин для земляных работ: экскаваторы, скреперы; бульдозеры, грейдеры и машины для фрезерования.

Несмотря на то, что процесс резания грунтов преобладает среди рабочих процессов, изучение его начато сравнительно недавно. Это объясняется тем, что интенсивное развитие средств механизации работки грунтов и горных пород развернулось, по существу, лишь в 1920- 1930-х годах.

Под резанием грунтов подразумевается, в наиболее широком понимании этого процесса, отделение от грунтового массива кусков или слоев (стружки) клинообразным инструментом. Наибольшее распространение в машинах имеет способ резания с отделением стружки.

Процесс фрезерования оценивают, используя две теории резания - силовая и энергетическая. К энергетической теории относится теория дробления. Её основоположниками являются М. Д. Ретингер, В. Л. Кирпичев, П. А. Ребиндер, А. Б. Горенштейн, В. В. Ваганов, С. Е. Корчунов, М. В. Мурашов.

Л. И. Самсонов [1, 2, 3] сопоставляет результаты различных работ в области энергоёмкости при фрезеровании. При обобщении эмпирических формул была выведена формула для определения коэффициента сопротивления резанию (коэффициента сопротивления фрезерования) K_P (H/cm^2) от толщины срезаемой стружки δ :

$$K_P = \frac{0.31\tau C}{d^{0.4}}$$

где τ - предельное напряжение сдвигу экскавируемого торфа, H/cm^2 ;

C - коэффициент, учитывающий форму и условие работы режущего элемента;

δ - толщина срезаемой стружки.

Как показали исследования, с увеличением скорости резания удельное сопротивление резанию возрастает по закону прямой линии. В общем виде эту зависимость можно выразить следующей формулой:

$$K = A + Bv_{окр},$$

где A и B - коэффициенты, зависящие от толщины стружки и вида торфа.

Рост удельного сопротивления K с увеличением скорости резания зависит от реологических свойств торфа и находится в соответствии с уравнением течения вязкопластических тел:

$$t = q + h \frac{dv}{dn}, \quad (1)$$

где t касательное напряжение;

θ - предельное напряжение сдвига;

η - коэффициент вязкости;

$\frac{dv}{dn}$ - градиент скорости.

Из уравнения (1) видно, что с повышением скорости резания растет градиент скорости, а это в свою очередь приводит к увеличению влияния сил вязкости торфа и, следовательно, к увеличению удельного сопротивления резанию. Кроме того было установлено, что удельное сопротивление резанию от скорости резания для верховых торфов возрастает несколько медленнее, чем для низинных. Причина этого заключается в том, что верховой торф содержит большое количество волокон. При резании самих волокон с повышением скорости не требуется затрачивать дополнительную энергию на их пластическое сжатие, так как на больших скоростях переплетение волокон и инерция самих волокон создают хороший упор, облегчающий процесс резания.

Таким образом, полевыми экспериментальными исследованиями было установлено, что с уменьшением толщины срезаемой лезвием стружки энергоёмкость процесса резания увеличивается. Экспериментами также было установлено, что с увеличением скорости резания энергоёмкость процесса экскавации торфа возрастает.

А.А. Чугунов [99] исследовал сплошное фрезерование мерзлой торфяной залежи с использованием дробления. Перед постановкой эксперимента особый интерес представляет собой определение зависимости между параметрами энергетического расчета процессов резания и дробления. Можно предположить, что зависимость удельной энергии резания от факторов на нее влияющих может быть выражена следующей функцией:

$$A_{уд.р.}=f(r, V_p, \delta, \rho), \quad (2)$$

где r - радиус затупления ножа, мм; V_p - скорость резания, м/с; δ - средняя толщина срезаемой стружки, мм; ρ - плотность мерзлого торфа кг/м²

Как видно в выражении (2) угол заточки $\alpha_{зат}$ как один из важнейших параметров резания, представлен радиусом затупления ножа, это сделано для идентификации систем размерностей параметров входящих в выражение (2), кроме того, зависимость радиуса затупления от угла заточки очевидна и всегда может быть выражена исходя из геометрии режущего элемента. Также температура залежи t °С. определяющая прочность мерзлого торфа, представлена в выражении (2) плотностью также по причине необходимости идентификации единиц измерения. Для определения зависимости между приведенными параметрами воспользуемся теорией размерностей и подобия.

Окончательное уравнение зависимости удельной энергии резания от факторов на нее влияющих:

$$A_{уд.p.} = 114,63 \cdot \left(\frac{r}{d}\right)^{0,379} \cdot r \cdot V_p^2$$

Удельная энергия резания обратно пропорциональна толщине срезаемой стружки, прямо пропорциональна радиусу затупления, квадрату скорости и плотности мерзлого торфа

Процесс резания характеризуется сложными деформациями срезаемого слоя и зоны под обработанной поверхностью, в результате чего происходит разрушение поверхностного слоя. Степень диспергирования продуктов разрушения зависит от тех же факторов, что и коэффициент сопротивления резанию, т. е. от свойств залежи, площади сечения стружки, скорости резания и пр. Это обстоятельство неоднократно приводило исследователей к мысли о возможности анализа затрачиваемой на фрезерование торфа энергии на основе законов дробления,

Как было установлено многими исследователями, связь коэффициента сопротивления резанию торфа K с толщиной стружки δ в ограниченном интервале изменений δ выражается уравнением неравнобочной гиперболы:

$$K = \frac{c}{d^n}$$

где c и n - постоянные, зависящие от физико-механических свойств залежи.

Возрастание коэффициента сопротивления резанию с уменьшением толщины стружки можно объяснять влиянием масштабного фактора, увеличением относительной зоны распространения деформаций в подрезцовом слое и повышением степени измельчения.

Известно, что прочность материалов повышается с уменьшением линейных размеров, хотя по закону подобия Кирпичева удельная энергия разрушения не зависит от размера тела. Это обстоятельство связано с особенностями реального твердого тела, всегда имеющего микротрещины, по которым и происходит разрушение. Получающиеся более мелкие куски обладают большей прочностью, как как. выдержав предыдущую деформацию, они требуют для разрушения больших напряжений. Масштабный фактор при резании, видимо, играет меньшую роль: здесь уменьшение размеров стружки происходит не за счет предварительного разрушения, а из чисто технологических условий.

Таким образом, повышение коэффициента сопротивления резанию торфа происходит в основном из-за того, что при уменьшении

толщины стружки вместе с повышением измельчения в подрезцовом слое увеличивается относительная зона распространения деформаций, близких к разрушающим, т. е. растет отношение объема деформированного материала к объему стружки.

Библиографический список

- 1 Самсонов, Л.Н. Послойно-поверхностное фрезерование торфяной залежи и пути его интенсификации [Текст]: дис...на соиск. уч. степ. д-ра техн. наук / Л.Н. Самсонов. – Калинин, 1983. – 366 с.
- 2 Самсонов, Л.Н. Торфяные машины и комплексы [Текст]. В 3ч. Ч. 2 / Л.Н. Самсонов, В.Ф. Сеницын. – Тверь.: ТГТУ, 1999. – 186 с.
- 3 Самсонов, Л.Н. Фрезерование торфяной залежи [Текст] / Л.Н. Самсонов. – М.: Недра, 1985. – 210 с.
- 4 Чугунов, А.А. Сплошное фрезерование мерзлой торфяной залежи с использованием дробления [Текст] : автореф. дис. ... канд. техн. наук / А. А. Чугунов. – Тверь, 2002.-20с.



УДК 626.862.2:553.97

МАШИНА ПО РЕМОНТУ ОСУШИТЕЛЬНОЙ СЕТИ НА ТОРФЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ

Волошук С.В.,

Научный руководитель Басалай Г.А.

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск,
Республика Беларусь*

Разработанная машина для ремонта карттовых канав, представляет собой самоходную гусеничную машину, в которой используется исполнительный орган, выполненный в виде сдвоенной шнек-фрезы с левым и правым направлением линии витков конусных шнеков, установленной фронтально спереди гусеничного движителя, и конусной шнек-фрезы с роторным метателем, закрепленной сзади на шарнирной подвеске и расположенной в продольной плоскости машины.

Ремонт осушительной сети на разрабатываемых торфяных месторождениях является важной технологической операцией, необходимой для лучшего отвода воды с поверхности карт и поддержания необходимой степени осушения полей.

В настоящее время при очистке карттовых канав применяются одноковшовые гидравлические экскаваторы МТП-71 на базе ЭО-4221,

изготавливаемые Ивановским заводом торфяного машиностроения «Ивторфмаш» с 1970 года.

На предприятиях торфяной отрасли широко применяется также машина для ремонта картовых канав типа РК-1, прицепная к гусеничному трактору, исполнительным органом которой является конусная шнек-фреза в сочетании с роторным метателем, закрепленные консольно справа по ходу агрегата [1]. В рабочем положении исполнительный орган опускается в картовую канаву и производится фрезерование залежи по боковым стенкам, а также по дну канавы с одновременным транспортированием сфрезерованной материала и гидромассы вверх и отбрасыванием ее роторным метателем на соседнюю карту. Существенными недостатками машины является сложность привода исполнительного органа и необходимость в собственном колесном двигателе, а также неспособность машины обрабатывать бермовые полосы.

Известна также машина для рытья и ремонта картовых канав К-1Б [2], состоящая из самоходной гусеничной машины, включающей уширенно-удлиненный гусеничный движитель, раму, двигатель, трансмиссию и кабину с органами управления, а также исполнительного органа в виде многоковшовой рамы и поперечного ленточного конвейера. Существенными недостатками машины является высокая металлоемкость исполнительного органа, а также неспособность машины обрабатывать бермовые полосы, что требует дополнительной технологической машины.

Задачей является сокращение количества технологических машин, повышение производительности труда и снижение металлоемкости и энергозатрат при ремонте картовых канав на разрабатываемых торфяных месторождениях.

Цель достигается тем, что в машине для ремонта картовых канав [3], представляющей собой самоходную гусеничную машину, используется исполнительный орган, выполненный в виде сдвоенной шнек-фрезы с левым и правым направлением линии витков конусных шнеков, установленной фронтально спереди гусеничного движителя, и конусной шнек-фрезы с роторным метателем, закрепленной сзади на шарнирной подвеске и расположенной в продольной плоскости машины. Исполнительный орган позволяет за один проход машины проводить одновременно обработку бермовых полос и кромок канавы, а также очистку с углублением картовой канавы с распределением сфрезерованного материала по поверхности карты, сокращая количество технологических машин, повышая производительность труда и снижая энергозатраты.

Машина для ремонта картовых канав, представленная на рисунке 1 (а - вид сбоку; б - вид спереди), включает в себя уширенно-удлинённый гусеничный движитель 1, раму 2, двигатель 3, трансмиссию 4 и кабину 5 с органами управления, а также исполнительный орган, выполненный в виде сдвоенной шнек-фрезы 6 с левым и правым направлением линии витков конусных шнеков, установленной фронтально в опорах силового кожуха 7 с продольными балками 8 спереди гусеничного движителя 1, и конусной шнек-фрезы 9 с роторным метателем 10, оборудованным направляющим козырьком 11, и напорным щитом 12, закреплённой сзади на шарнирной подвеске 13 и расположенной в продольной плоскости машины. Подъём в транспортное положение и удержание в заданном рабочем положении как сдвоенной шнек-фрезы 6, так и конусной шнек-фрезы 9 с роторным метателем 10 и напорным щитом 12 обеспечивается силовыми гидроцилиндрами 14 и 15, соответственно. Для придания требуемого продольного уклона канаве машина оснащается теодолитной системой 16.

Сдвоенная шнек-фреза 6 оснащена конусными фрезами 17, закреплёнными на расстоянии В1, равном большему диаметру конусной шнек-фрезы с роторным метателем. Расстояние между гусеницами В2 в 4÷5 раз превышает больший диаметр конусной шнек-фрезы 9.

Принцип действия машины состоит в следующем.

Машина с поднятыми в транспортное положение шнек-фрезами 6 и 9 заезжает с торца картовой канавы, располагаясь над ней симметрично продольной плоскости. Плавающая и левая гусеницы движителя при этом находятся по разные стороны канавы на расстоянии, исключающем обрушение торфяной залежи по боковым стенкам (бермам).

От двигателя 3 с помощью трансмиссии 4 приводятся во вращение шнек-фрезы 6, 9 и роторный метатель 11. Затем сдвоенная шнек-фреза 6 опускается гидроцилиндрами 14 на определённую глубину от поверхности бермовых полос, а конусная шнек-фреза 9 с роторным метателем 10 и напорным щитом 12 – в канаву. После этого подается вращение на ведущие звездочки гусениц 1 и машина начинает рабочий проход. Сдвоенная шнек-фреза 6 с левым и правым направлением линии витков конусных шнеков фрезерует слой залежи по бермовым полосам и сдвигает его в стороны от канавы на расстояние, больше внешнего габарита машины по гусеницам. Конусные фрезы 17, закреплённые на сдвоенной шнек-фрезе 6, фрезеруют кромки канавы по бермовым полосам и отбрасывают материал в стороны. Конусная шнек-фреза 9 фрезерует слои залежи по боковым стенкам и по дну канавы, и вместе с гидромассой, накапливаемой напорным щитом 12, транспортирует вверх в зону роторного метателя 10. Крыльчатки ро-

торного метателя 10 сообщают сфрезерованному материалу вместе с гидромассой радиальную скорость и, направляя козырьком 11, отбрасывают их на поверхность карты.

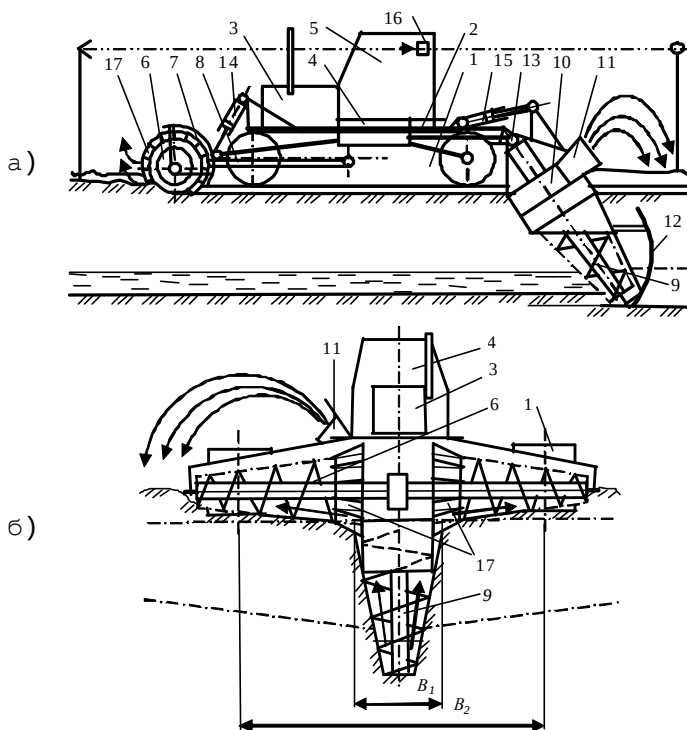


Рис. 1 (а, б). Принципиальная схема машины для ремонта картовых канав

Поперечный уклон бермовых полос, формируется углами конусности сдвоенной шнек-фрезы 6 и определяется направлением депрессионных линий, характеризующих уровень стояния грунтовых вод по поперечному сечению карты. Заложение откосов кромок канавы по бермовым полосам формируется углами конусности фрез 17 и определяется соотношением ширины кромки к ее глубине в пределах (0,5-1,0), при том, что заложение откосов картовых канав на торфяной залежи выполняется равным 0,25.

По мере завершения ремонта одной картовой канавы шнек-фрезы 6 и 9 исполнительного органа поднимаются в транспортное по-

ложение и отключаются от двигателя. Машина делает разворот на 1800 и заезжает на соседнюю канаву для продолжения работы.

В результате общего расчета установлено, что машина может быть спроектирована на базе колесного трактора МТЗ-1021, с мощностью двигателя 75 кВт, а также гусеничного движителя от штабелюющей машины. Привод исполнительных органов рекомендуется механический от переднего и заднего валов отбора мощности.

Таким образом, комбинированный исполнительный орган, выполненный в виде сдвоенной шнек-фрезы с левым и правым направлением линии витков конусных шнеков, оснащенной конусными фрезами и установленной фронтально спереди гусеничного движителя, а также конусной шнек-фрезы с роторным метателем, закрепленной сзади на шарнирной подвеске и расположенной в продольной плоскости машины, позволяет за один проход машины проводить одновременно обработку бермовых полос и кромок канавы, а также очистку с углублением картовой канавы с распределением сфрезерованного материала вместе с гидромассой по поверхности карты, сокращая количество технологических машин, повышая производительность труда и снижая энергозатраты.

Библиографический список

1. *Справочник по торфу / Под ред. А.В. Лазарева и С.С. Корчунова. - М.: Недра, 1982. С(185-187).*
2. *Антонов В.Я., Копенкин В.Д. Технология и комплексная механизация торфяного производства. - М.: Недра, 1983. С(230-232).*
3. *Патент на полезную модель (МПК E21 C 49/00) № 5518 (ВУ) от 01.06.2009. Машина для ремонта картовых канав / Г.А. Басалай, С.В. Волощук.*



УДК 622.692.4-032.32.001.25

ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА МАГИСТРАЛЬНЫХ НЕФТЕПРОВОДАХ

Ивановская Е.Н.

Тульский государственный университет, г.Тула, Россия

В статье рассматриваются основные причины нарушения целостности магистральных трубопроводов в РФ.

По оценкам специалистов МЧС России, аварийность на трубопроводах с каждым годом возрастает и в XXI век эти системы жизне-

обеспечения вошли изношенными на 50-70%. Утечки из трубопроводов приносят стране огромный экономический и экологический ущерб. Согласно Государственному докладу «О состоянии промышленной безопасности опасных производственных объектов, рационального использования и охраны недр РФ в 2006 г.» основными причинами аварий на магистральных трубопроводах в течение 2001 – 2006 гг. стали: 1. внешние воздействия – 34,3 %, (их общего количества); 2. брак при строительстве – 23,2 %; 3. наружная коррозия – 22,5 %; 4. брак при изготовлении труб и оборудования на заводах – 14,1 %; 5. ошибочные действия персонала – 3 %.

Основная причина аварий на внутрипромысловых трубопроводах – разрывы труб, вызванные внутренней коррозией. Износ внутрипромысловых трубопроводов достигает 80%, поэтому частота их разрывов на два порядка выше, чем на магистральных, и составляет 1,5 – 2,0 разрыва на 1 км.

В настоящее время внутритрубное обследование проведено в отношении магистральных нефтепроводов, а также 65 тыс. км газопроводов из 153 тыс. км общей протяженности. При этом ремонтируется около 1,5% опасных дефектов от общего количества обнаруженных дефектов. По данным АК «Транснефть» плотность распределения дефектов коррозии составляет 14,6 деф./км. Скорость коррозии на значительной части – 0,2 – 0,5 мм/год, но имеет место и значительно большая скорость - от 0,8 до 1,16 мм/год.

Негативное влияние трубопроводного транспорта на окружающую природную среду достаточно велико и многообразно. Наиболее существенный ущерб окружающей среде причиняется авариями на продуктопроводах. Особую опасность загрязнения окружающей природной среды представляют места пересечения трубопроводов с водными объектами. При прокладке и реконструкции трубопроводов изменяются инженерно-геологические условия, усиливаются термокарстовые процессы, образуются просадки и провалы, активизируются процессы заболачивания. В результате уничтожения естественных мест обитания и нарушения путей миграций уменьшается численность и видовой состав животного мира.

Ежегодно в России из-за физического износа и коррозии трубопроводов вытекает от 10 до 15 млн. тонн нефти из добываемых 305 млн тонн. Только от прямых потерь нефти экономический ущерб достигает в год \$270 млн.

Считается, что причины аварийности - в низком качестве трубопроводов. Однако есть основания считать, что без влияния геологи-

ческих особенностей в зоне аварии здесь не обходится. Дело в том, что бывает так, что аварии повторяются в одних и тех же местах.

Выявить факторы, способствующие возникновению аварийных ситуаций на трубопроводах, позволило использование нового геофизического метода - спектрально-сейсморазведочного профилирования (ССП). Спектральная сейсморазведка использует тот факт, что по акустическим свойствам земная толща представляет собой не совокупность отражающих границ, а совокупность колебательных систем. Именно этот подход и является кардинальным отличием спектральной сейсморазведки от традиционной. С помощью метода СПП оказалось возможным картирование зон тектонических нарушений и изучение их свойств.

В результате использования СПП оказалось, что породный столб, находящийся непосредственно над тектоническим нарушением, характеризуется крайне высокой нарушенностью. Будучи в нарушенном, повышенно трещиноватом состоянии, этот породный столб имеет повышенную податливость. То есть, инженерные сооружения, опирающиеся в этих зонах на грунт, будут проваливаться. Ну, а длинномерные объекты (трубопроводы), пересекающие зоны тектонических нарушений, будут в этих зонах прогибаться и провисать.

В зонах тектонических нарушений имеют место пульсации горных пород. Эти пульсации имеют планетарное происхождение и амплитуда их достигает 10 см. Наличие пульсации грунта приводит к тому, что длинномерный объект, который пересекает зону тектонического нарушения, опирается одновременно как на неподвижный, так и на пульсирующий грунт. В результате, он находится под постоянным знакопеременным насилием, что обязательно приведет к развитию сначала микро, а затем и макротрещин. Трубопроводы покрывают тысячи километров, и избежать пересечения ими зон тектонических нарушений невозможно.

Можно констатировать, что действует скрытый механизм влияния геологической ситуации на надежность работы трубопроводного транспорта. Конечно, факт приуроченности аварий на магистральных трубопроводах к тектоническим разломам объясняется не только действием современных движений земной коры. Дело в том, что тектонические разломы представляют собой ослабленные, раздробленные участки земной коры, имеющие глубину и ширину. На этих участках следует, очевидно, ожидать и максимальные деформации грунта, являющиеся следствием влияния современных движений земной коры, а также климатических (протаивание, промерзание, переувлажнение) и технологических (оттаивание мерзлого грунта вокруг нагретой трубы)

факторов. Кроме того, на тектонических разломах через трещины и поры может происходить проникновение воды вглубь пород, увеличивая взаимную подвижность тектонических блоков. При этом в опасных сечениях трубопровода возникают дополнительные напряжения, которые могут исчерпать запас прочности трубопровода и вызвать его разрушение.

Библиографический список

1. Государственный доклад «О состоянии промышленной безопасности опасных производственных объектов, рационального использования и охраны недр РФ в 2006 г.»
2. Сашурин А.Д. "Современная геодинамика и техногенные катастрофы." Сб. докладов международной конференции "Геомеханика в горном деле - 2002" Екатеринбург, Изд УрО РАН 19-21 ноября 2002 г., <http://igd.uran.ru/geomech/>, обновление 23.02.2003.
3. <http://www.newgeophys.spb.ru/ru/article/neftegaz/>



УДК 622.232

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ЗУБЧАТО-РЕЕЧНОГО МЕХАНИЗМА ПОДАЧИ ГРУНТОПРОКАЛЫВАЮЩЕЙ УСТАНОВКИ

Каменский М.Н.,

Научный руководитель Лукниенко Л.В.

Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева, г.Новомосковск, Россия

Применение зубчато-реечных передач в грунтопрокалывающих установках при работе в сложных условиях при динамических нагрузках, позволяет создавать конкурентоспособные компактные механизмы подачи, для определения рациональных параметров которых необходимо проведение исследований по определению напряженно-деформированных состояний.

Для проведения работ по прокладке инженерных коммуникаций в настоящее время получают распространение методы прокола грунта.

В применяемых прокалывающих установках используются механизмы подачи в виде гидродомкратов, основным недостатком которых является различное усилие подачи при проколе скважины и ее расширении.

Поэтому наиболее перспективным способом проведения работ по бестраншейной прокладке инженерных коммуникаций является

применение зубчато-реечных механизмов подачи в грунтопрокалывающих установках.

Учитывая сложный характер нагружения механизма подачи, для определения его рациональных параметров ранее применялись экспериментальные методы, основанные на тензоизмерениях, которые предполагали материальные, временные и трудозатраты. Введение рыночного хозяйства предопределило поиск альтернативного решения задачи по определению рациональных параметров тяжело нагруженных зубчато-реечных механизмов подачи с учётом характера нагружения.

Для решения этой важной задачи при обеспечении высокого ресурса проектируемых механизмов подачи с учётом сложности конструкции и значительных нагрузок, необходимо применение современных методов исследования, требующих значительных ресурсов ЭВМ. Проведённый анализ существующих программ показал, что отечественная система APM WinMachine – CAD/CAE система автоматизированного расчета и проектирования механического оборудования и конструкций в области машиностроения, в наибольшей степени отвечает решению поставленных задач с учётом критерия стоимость/возможности.

Для установления возможности применения в грунтопрокалывающей установке тяговых органов, выполненных в виде цевочных реек, необходимо изучить их напряженно-деформированное состояние под воздействием усилия подачи, смоделировав процесс перемещения зубчатого колеса по рейке (рис. 1).

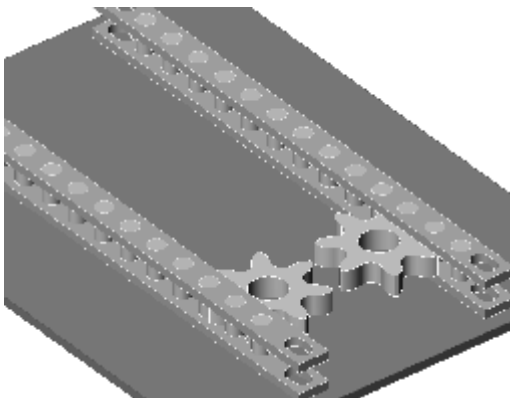


Рисунок 1. Моделирование процесса перемещения зубчатого колеса по цевочной рейке

Особенность цевочной рейки состоит в том, что она является пространственной конструкцией, состоящей из бортов и цевок, и установлена на неподвижной платформе. Поэтому для исследования ее напряженно-деформированного состояния используем контактную задачу, решение которой базируется на создании на поверхностях контактирующих деталей специальных контактных и целевых элементов, которые взаимодействуют друг с другом.

В результате исследования напряженно-деформированного состояния тягового органа установлено, что в качестве тягового органа целесообразно применять цевочные рейки при усилии подачи до 200 кН, а нагрузка, приходящаяся на рейку не должна превышать 100 кН.

Для применения грунтопрокалывающей установки в наиболее сложных условиях нагружения целесообразно рассмотреть в качестве тягового органа зубчатые рейки.

Твердотельная модель зубчатой рейки представлена на рисунке 2. В качестве опор при проведении исследований приняты абсолютно жёсткие шарнирно неподвижные опоры. При исследовании нагруженности зубчатой рейки избран наиболее сложный случай, когда нагрузка приложена у верхнего сопряжения прямолинейного участка зуба рейки с переходной галтелью [1], также принято, что зубчатая рейка изготовлена из стали 35ХГСА (ГОСТ 4543-71).

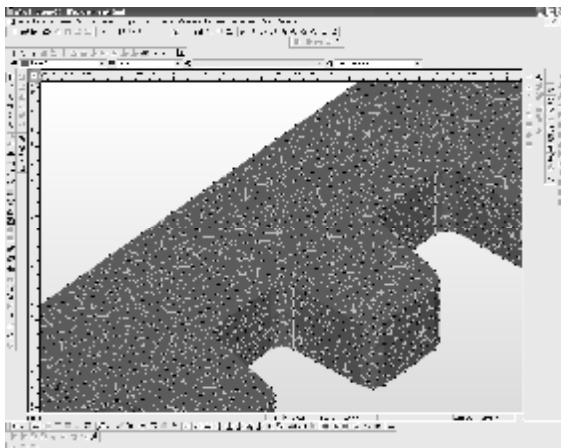


Рисунок 2. Твердотельная модель зубчатой рейки

Моделирование процесса перемещения зубчатого колеса по зубчатой рейке при различной жёсткости опор позволило установить

характер распределения напряжений в рейке и диапазон их изменений.

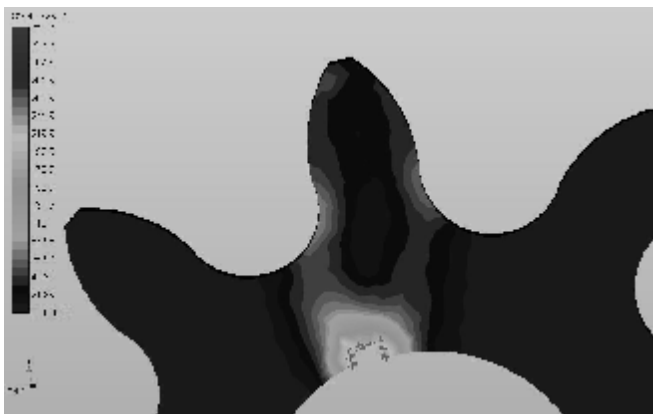


Рисунок 4. Результаты исследования напряженно-деформированного состояния зубчатого колеса

Проведённые исследования для зубчатой рейки позволили установить, что при проектировании механизма подачи грунтопрокалывающей установки необходимо обеспечить минимизацию относительной разности действующих напряжений $\Delta\sigma \leq 20\%$. Применение зубчатых реек в качестве тягового органа обеспечивает усилие подачи грунтопрокалывающей установки до 400 кН.

Исследование напряжённно-деформированного состояния зубчатого колеса со шпоночным соединением (рисунок 4) при тангенциальной составляющей усилия, действующей на зуб колеса – 200 кН, позволило определить, что при передаче усилия работает не только нагруженный зуб, но и основания двух соседних зубьев.

Проведенные исследования позволили определить области эксплуатации цевочных и зубчатых реек применительно к механизму подачи грунтопрокалывающей установки.

Библиографический список

1. Основы проектирования горных машин и оборудования. Проектирование и конструирование машин для бестрагической прокладки труб: учеб. пособие / Л.В. Лукиенко [и др.]. Тула: Изд-во ТулГУ, 2009. 157 с.



ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ГИДРОМЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЕМ РАБОЧЕЙ ЖИДКОСТИ

Срыволин К.В.

Тульский государственный университет, г.Тула, Россия

Научному руководителю Подколзин А.А.

Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева, г.Новомосковск, Россия

Пискунов О.М.,

Тульский государственный университет, г.Тула, Россия

Надежность, эксплуатация, смазочно-эмульсионное хозяйство, качество, кондиционирование жидкости

Основной функцией рабочей жидкости является передача гидравлической энергии от ее источника (гидравлических насосов, насосных станций, аккумуляторов и т.п.) до потребителей – исполнительных гидравлических механизмов (гидроцилиндров, гидромоторов, сервомеханизмов и т.п.). Кроме того, рабочая жидкость является смазывающей и антикоррозийной средой, обеспечивает охлаждение и отвод теплоты от гидроагрегатов, удаление продуктов износа трущихся частей гидроагрегатов и выполняет еще ряд важных функций, определяющих эксплуатационные свойства и технико-экономические показатели гидропривода.

Надёжная эксплуатация машин и механизмов находится в прямой зависимости от качества применяемых рабочих жидкостей и масел. При этом чрезвычайно важное значение имеют такие показатели как соответствие сорта и класс чистоты масел и рабочих жидкостей. На практике, вследствие низкой организации смазочного хозяйства, применения негерметичной тары при транспортировании и хранении жидкостей (особенно на открытых площадках), многократного их переливания из больших ёмкостей в малые и т.п., в минеральные масла дополнительно поступают воздух, вода и пыль. Они, попадая в гидросистему, заметно снижают смазывающие свойства и повышают сжимаемость минерального масла. Так, в результате взаимодействия масла с кислородом растворённого и нерастворённого воздуха, а также контакта на поверхности раздела масло-воздух в гидравлическом резервуаре происходит окисление масла. Образующиеся продукты окисления снижают триботехнические качества масел, увеличивают абразивный износ и вызывают заклинивание элементов плунжерных пар, за-

бывают поры фильтроэлементов. Повышенные кислотные свойства также вызывают снижение антикоррозионной способности рабочей жидкости.

Контроль технического состояния рабочей жидкости является составной частью системы технического диагностирования гидравлических приводов. При этом из всего комплекса вопросов, связанных с диагностированием рабочей жидкости, целесообразно выделить два основных имеющих большое практическое значение для обеспечения надежной эксплуатации гидравлических приводов: периодический контроль основных параметров, характеризующих техническое состояние рабочей жидкости, для оценки соответствия ее техническим требованиям; диагностирование гидромеханического привода по параметрам рабочей жидкости.

Представляет большой интерес системы организации смазочно-го хозяйства на ряде горнодобывающих предприятий Германии. Проведя ряд исследований по номенклатуре сортов применяемых смазочных масел и рабочих жидкостей для гидросистем по ряду ведущих показателей, ими было установлено, что можно провести унификацию типов масел и жидкостей в масштабах всего предприятия без особого ущерба для работы оборудования. При этом номенклатура масел уменьшается в 5 - 6 раз. Ими были разработаны рекомендации по переводу всего парка оборудования горнодобывающего предприятия всего на три сорта масел и один сорт рабочих жидкостей для редукторных групп и гидросистем механизированных крепей.

Параллельно с этим они разработали рекомендации по организации централизованного снабжения и транспортировки масел до потребителей. Эти рекомендации обеспечивают стабильность качества как самого масла, так и полное исключение умышленной или ошибочной заправки оборудования не соответствующими марками жидкости.

Ряд наблюдений и расчетов, выполненных с участием автора на шахтах ОАО "Воркутауголь", показал, что изменение системы организации расфасовки и транспортировки рабочей жидкости по горным выработкам увеличивает срок службы гидропары (насос - гидромотор) системы подачи выемочного комбайна минимум в 2,5 - 3 раза. Безаварийная работа управляющей и контролирующей аппаратуры при этом возрастает в 8 - 10 раз. Значительно увеличивается устойчивость работы всей гидропривода. Эта система организации смазочного хозяйства участка была скопирована с небольшими изменениями с организации снабжения рабочими жидкостями авиатехники в Воркутинском аэропорту. Однако, к сожалению, все положительные новшества коснулись только одного добычного участка (по инициативе механика участка,

бывшего выпускника горного факультета Тульского политехнического института), т.к. они требовали дополнительных организационно-технических мероприятий и довольно значительных усилий со стороны обслуживающего персонала по перестройке как своей, так и окружающих работы. Организованный сбор отработанных рабочих и смазочных жидкостей позволил снизить и экологическую нагрузку на окружающую среду.

На основании проведенных исследований для предупреждения попадания в рабочую жидкость из окружающей среды воздуха, воды, пыли, а также оказания на неё других неблагоприятных воздействий при её транспортировке, хранении, заливки в гидросистемы и т.д. нами была разработана и предложена технологическая схема организации смазочно-эмульсионного хозяйства (схема обеспечения потребителей высококачественной жидкостью) как отдельного участка, так и всего предприятия. В общем виде технологическая схема организации смазочно-эмульсионного хозяйства включает: централизованную установку для обработки и расфасовки рабочих жидкостей, транспортировку и заправку оборудования высококачественной жидкостью, сбор и отpravку использованной жидкости.

В установке происходит кондиционирование рабочей жидкости до требуемого качества (введение специальных присадок, дегазация, обезвоживание, фильтрация жидкости и т.п.) и расфасовка ее под давлением в тару.

Особенностью схемы является применение специальной герметичной тары с пневмонаддувом (по аналогии с пневмогидроаккумуляторами), в которой жидкость поступает к объекту. Тара подключается к заливным горловинам и за счет энергии сжатого газа жидкость вытесняется в машину. Отработанная рабочая жидкость сливается также в специальную герметичную ёмкость и транспортируется к установке обработки рабочих жидкостей или для дальнейшей отправки на утилизацию. Емкости, как для чистой, так и для отработанной рабочих жидкостей снабжены специальными кодовыми замками. Причем для каждого типа рабочих жидкостей предусмотрен свой индивидуальный кодовый замок. Это позволяет полностью исключить смешение разных рабочих жидкостей, а также не допустить работу оборудования на жидкости, не предназначенной для системы.

Частичная опытная проверка технологической схемы показала достаточно хорошие результаты, но реализовать ее в достаточно полном объеме на представилось возможным в силу экономических и организационных трудностей.



УДК 622.28.043

О НЕКОТОРЫХ ЗАКОНОМЕРНОСТЯХ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ КРЕПИ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК НА БАЗЕ АНАЛИТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ РАСЧЕТА

Абрамов А.С.

Тульский государственный университет, г.Тула, Россия

Применение аналитических методов расчета крепи горных выработок и обделок подземных сооружений выявило закономерности формирования напряженного состояния крепи в процессе ее взаимодействия с массивом пород. Эти закономерности имеют принципиальный характер и их необходимо знать как проектировщикам, так и строителям. В первую очередь отметим «Закон подобия», а также – зависимость напряжений в крепи от ее толщины.

Аналитический метод расчета крепи основан на современной (все еще новой) теории расчета «Механике подземных сооружений» и базируются на строгих аналитических решениях задач теории упругости, соответствующих задачам расчета крепи в реальных условиях проходки горных выработок. Законы и положения теории расчета крепи построены на едином принципе - принципе взаимодействия крепи с массивом пород. Согласно этому принципу крепь и массив являются элементами единой деформируемой системы «крепь-массив», которая воспринимает все внешние нагрузки и воздействия. Важным положением теории является моделирование массива пород линейно-деформируемой средой. Согласно этому положению математическим аппаратом теории и методов расчета крепи является аппарат математической теории упругости.

Расчет крепи выработки круглого сечения с учетом взаимодействия с линейно-деформируемой средой выполняется с использованием расчетной схемы многослойного кругового кольца, в котором слои моделируют элементы конструкции крепи (обделки) горной выработки и массив пород. Так как расчетная схема симметрична относительно осей x и y ее можно представить в виде, показанном на рис. 1.

Здесь слой 1 моделирует крепь горной выработки с деформационными характеристиками: E_1 - модуль деформации - и ν_1 - коэффициент Пуассона. Характеристики: E_0 и ν_0 относятся к массиву горных пород (слой 2). Природные напряжения в массиве пород заменяются эквивалентными напряжениями на бесконечности P_{eq} .

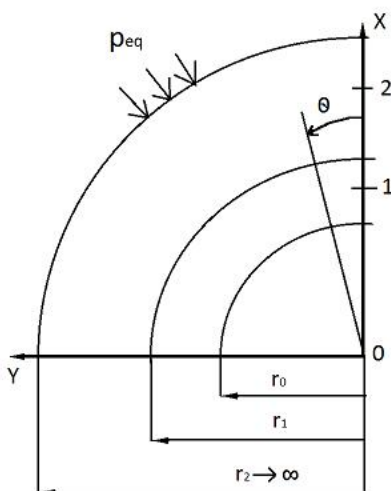


Рис. 1. Расчетная схема однослойной крепи

Массив пород и крепь горной выработки деформируются совместно как единая система, т.е. на линии их контакта выполняются условия непрерывности векторов смещений и полных напряжений. После введения в рассмотрение комплексных потенциалов $\tilde{j}_j(z)$, $\tilde{\psi}_j(z)$ ($j=0,1$), характеризующих напряженно-деформированное состояние слоев, связанных с напряжениями и смещениями известными формулами Колосова–Мусхелишвили, поставленная задача сводится к краевой задаче теории аналитических функций комплексного переменного, которая решается с использованием аппарата конформных отображений и комплексных рядов.

Обращает на себя внимание то обстоятельство, что при выводе расчетных формул мы постоянно имеем дело с отношениями характеристик крепи и пород: радиусы, модули деформации [1-3].

$$c_1 = \frac{r_1}{r_0}; E_1/E_0. \quad (1)$$

Это послужило основанием для формулировки Закона подобия: в двух или нескольких выработках (стволы, тоннели), пройденных в

одинаковых породах, на одинаковых глубинах с одинаковыми отношениями величин (1) при одинаковых технологиях проходки, имеющих разные диаметры, нормальные тангенциальные напряжения в крепи этих выработок одинаковы. Например, рассмотрим две выработки диаметром в свету 2,0м и 20,0м с толщинами крепи 0,2м и 2,0м, соответственно, имеют совершенно одинаковые напряжения в крепи.

Обратим внимание на зависимость напряжений в крепи от соотношения модулей деформации крепи и пород и от толщины крепи. Исследования показали, что при соотношении $E_1 < E_0$ с увеличением толщины крепи напряжения в крепи увеличиваются. При $E_1 = E_0$ напряжения в крепи не зависят от ее толщины. При $E_1 > E_0$ напряжения в крепи уменьшаются с ее толщиной, но при этом в крепи могут возникнуть растягивающие напряжения.

Библиографический список

1. Булычев Н.С. *Механика подземных сооружений*. - М.: Недра, 1994. – 382 с.
2. Булычев Н.С. *Механика подземных сооружений в примерах и задачах*. - М.: Недра, 1989. - 270 с.
3. Булычев Н.С. *Теория расчета подземных сооружений // Геомеханика. Механика подземных сооружений. Сб. научных трудов / ТулГУ*. - 2001. - С. 11-19.



УДК 622.235:502.1

АНАЛИЗ СПОСОБОВ И СРЕДСТВ БУРЕНИЯ ШПУРОВ И СКВАЖИН

Левин А.Д.

Научный руководитель Копылов А.Б.

Тульский государственный университет, г.Тула, Россия

Практика показывает, что для решения современных задач необходимо использование нового бурового оборудования и более эффективных способов бурения. В статье излагаются основные способы и средства бурения. Проведен анализ работы инструментов и их технологических особенностей.

Ключевые слова: бурение, скважина, шпур, горная порода, механические бурение, физико-химические бурение, термическое бурение, химическое бурение.

В настоящее время накоплен значительный опыт относительно способов бурения. Обычно, такие данные представлены в буровых

журналах, и они составляют значительную информационную базу. **Бурение** — процесс образования горной выработки преимущественно круглого сечения путём разрушения горных пород главным образом буровым инструментом (реже термическим, гидроэрозионным, взрывным и другими способами) с удалением продуктов разрушения.

Область применения бурения действительно многогранна: это поиски и разведка полезных ископаемых; изучение свойств горных пород; добыча жидких, газообразных и твёрдых полезных ископаемых; производство взрывных работ; выемка твёрдых полезных ископаемых; искусственное закрепление горных пород (замораживание, битумизация, цементация и др.); осушение обводнённых месторождений полезных ископаемых и заболоченных районов; вскрытие месторождений; прокладка подземных коммуникаций: сооружение свайных фундаментов и др.

Опыт ведения буровзрывных работ показывает, что с ростом крепости и абразивности пород значительно возрастает трудоемкость их бурения и дробления. Установлено, что с увеличением крепости пород скорость механического бурения снижается, в то же время при термическом воздействии на породу наблюдается обратная картина, т. е. с ростом крепости возрастает и скорость бурения. Это и обуславливает основное направление в поисках эффективных средств и устройств, реализующих принцип теплового воздействия на породу.

В статье рассмотрены выработки в виде шпуров и скважин. Шпурами называют цилиндрические выработки диаметром до 75 мм и глубиной до 5 м, скважинами — более глубокие выработки с большим диаметром.

Целью данной статьи является изучение параметров бурения, характеристик буровых устройств, при определённых горно-геологических условиях.

Основная часть: В настоящее время известны *механические, физико-химические, термические, термомеханические и др. способы разрушения горных пород*. Механическое вращательное бурение разделяется на собственно вращательное бурение, при котором бурение ведется главным образом сплошным забоем, и вращательное колонковое, при котором порода забоя разрушается по кольцу пустотелым цилиндром — коронкой, внутри которой остается неразрушенный столбик или колонка породы (кern).

Вращательное бурение делится на бурение с двигателем на поверхности, от которого вращение буровому инструменту (наконечнику) передается штангами — бурильными трубами, и на бурение с забойными двигателями, когда последние опускаются на трубах, непо-

средственно за породоразрушающим инструментом. Забойными двигателями могут быть: турбобур, электробур, гидровибратор и пр.

При механическом вращательном бурении резанием к породоразрушающему инструменту (алмазные, твердосплавные коронки, долота) прикладывают крутящий момент и усилие подачи. Мощность, передаваемая породоразрушающему инструменту, возрастает с увеличением частоты вращения бурового снаряда, осевой нагрузки и сопротивления породы разрушению. Граничными условиями являются: прочность коронок, колонковых и бурильных труб, с одной стороны, и физико-механические свойства пород – с другой.

При колонковом бурении для разрушения породы применяются алмазы и твердые сплавы, закрепляемые в коронки, и дробь, засыпаемая на забой под коронку. Различают бурение алмазное, твердыми сплавами и дробовое. В колонковом бурении возможно также применение гидроперфоратора, при помощи которого разрушение породы производится частыми ударами по коронке, вооруженной резами из твердых сплавов, с одновременным вращением коронки. Это – комбинированный способ разрушения породы на забое.

Вращательное, в том числе и колонковое бурение обычно ведется с промывкой забоя. При этом продукты разрушения породы (шлам) выносятся на поверхность восходящим потоком жидкости. При ударном канатном бурении очистка забоя производится специальным инструментом – желонкой – уже после того, как порода разрушена долотом.

При бурении резанием с наложением ударов (ударно-вращательное бурение) к породоразрушающему инструменту приложены усилие подачи, крутящий момент и ударные импульсы определенной частоты и силы. При создании колебаний породоразрушающего инструмента породе передается дополнительная удельная энергия, а процесс разрушения породы сопровождается образованием более крупных частиц, что приводит к уменьшению энергоемкости процесса. Генераторами инфразвуковых колебаний в настоящее время являются гидроударные и пневмоударные машины. Звуковые и ультразвуковые колебания инструмента создаются магнитострикторами и орбитальными осцилляторами, а также высокочастотными гидроударными машинами.

При взрывном бурении компоненты, образующие взрывчатую смесь, в капсулах доставляются на забой, где при ударе происходит их смешение. Они могут подаваться на забой и раздельно по трубопроводам; там они смешиваются и взрываются.

При *электрогидравлическом бурении* электрический разряд в жидкости образует кавитационные полости, при заполнении которых происходит гидравлический удар, или проходит непосредственно через породу благодаря заполнению скважины диэлектрической жидкостью.

При *имплозионном бурении* в скважину подают герметически закрытые капсулы, из которых предварительно удален воздух. В момент разбивания капсул о забой происходит интенсивное смыкание вакуумной полости. Жидкость, окружающая вакуумную полость, под воздействием гидростатического давления приобретает большую скорость, и порода разрушается под действием импульсов высоких давлений.

Гидромониторное и гидроэрозионное бурение. Энергия высоконапорных струй жидкости может использоваться для разрушения породы в комбинации с резцовыми или шарошечными долотами или самостоятельно. Добавление в рабочую жидкость абразивных частиц повышает эффективность разрушения породы при тех же давлениях. При соответствующей конструкции гидромониторных насадок можно получить эффект кавитации струи промывочной жидкости непосредственно на забое скважины. Создан инструмент для гидравлического бурения гидрогеологических скважин в мягких породах. При диаметре труб 250–300 мм подается 58–80 м³/ч жидкости под давлением 1–3 МПа. Жидкость с большой скоростью истекает из сопел конусной головки и размывает грунт. Лабораторные опыты, проводившиеся со струями при давлении 70–100 МПа, показали способность воды разрушать и твердые горные породы. Эффективно также разрушение пород прерывистой импульсной струей, выбрасываемой из сопла отдельными порциями при давлениях 300–500 МПа.

При *эрозионном гидромониторном бурении* порода разрушается струей жидкости, вытекающей из гидромониторных насадок при перепаде давления около 35 МПа со скоростью не менее 200 м/с и содержащей абразивный материал (кварцевый песок, стальную дробь) в концентрации 5–15 % по объему.

При *термическом разрушении пород* их нагрев осуществляется путем передачи им непосредственно тепловой энергии (прямой нагрев) или электромагнитной и лучевой энергии (косвенный нагрев).

Огнеструйное бурение – способ разрушения пород путем их нагрева посредством сжигания химического топлива (керосин, спирт, бензин, мазут, соляровое масло, природный газ) в среде окислителя (кислород, воздух, азотная кислота) в реактивной горелке. При этом на

породу действует газовая струя, выходящая из сопла горелки со сверхзвуковой скоростью.

Термическое бурение применяется в промышленных масштабах при открытых работах. В качестве горючего используют керосин или соляровое масло, окислителем служит кислород. Горелка охлаждается водой. Ручные термобуры позволяют бурить шпуров глубиной до 1,5–2 м, а с помощью станков для термического бурения можно бурить скважины глубиной 8–50 м и диаметром 160–250 мм. По сравнению с механическим термический способ бурения шпуров более эффективен и при бурении пород кристаллической структуры превышает его по производительности в 10–12 раз.

Плазменное бурение представляет собой нагрев пород с помощью плазменных генераторов. При этом получается очень высокая концентрация энергии на единицу объема породы. Плазма возникает в плазменных генераторах (плазмотронах) при прохождении электрического тока через газы. При бурении используются температуры нагрева 2000–2500 °С.

Электродуговое бурение основано на локальном нагревании породы электрической дугой постоянного и переменного тока промышленной частоты за счет выделения тепла дуги и передачи его породе, а также за счет тепла, выделяющегося при прохождении тока через локальные участки породы. Электрическая дуга создает температуру от 5500 до 16 700 °С и при достаточной энергонапряженности способна расплавить любую породу.

Атомное бурение является разновидностью нагревательного способа бурения. Используется тепло, выделяемое атомным реактором.

Циклическое бурение предусматривает периодичность воздействия на забой горячих и холодных агентов.

Бурение с помощью лучевой энергии – способ разрушения породы с помощью оптических квантовых генераторов (лазеров), которые излучают электромагнитные волны определенной длины с очень слабо расходящимся пучком, что дает возможность не только термически разрушать породы, но даже расплавлять или испарять их. Электронно-лучевой способ разрушения пород основан на ускорении движения электронов между катодом и анодом при напряжениях от 5 до 150 кВ.

При термомеханическом способе бурения тепловая энергия используется для снижения сопротивляемости пород последующему механическому разрушению. Это качественно новый процесс, характеризующийся большей эффективностью показателей термического и механического способов разрушения породы в отдельности. Введенная в

породу тепловая энергия распространяется в очень тонком слое, что обуславливает малые значения энергоемкости процесса разрушения, который носит объемный характер.

Для проходки неглубоких скважин применяется *вибробурение* – углубление скважины путем уплотнения породы под действием осевых и вибрационных нагрузок.

Заключение: Применение того или иного способа бурения целесообразно рассматривать с позиции обеспечения высокой производительности бурения. Рассматривая перспективы развития горных работ, можно утверждать, что преобладающим способом бурения шпуров и скважин по-прежнему является механический. Ввиду роста объемов добычи полезных ископаемых возрастают и объемы бурения, что, естественно, требует дальнейшего совершенствования существующих способов и средств бурения.

Библиографический список

1. Ариш Э.И., Виторт Г.К., Черкасский Ф.Б., *Новые методы дробления крепких горных пород*. К., 1966.
2. Волков С.А., Сулакишин С.С., Андреев М.М., *Буровое дело*, М., 1965;
3. Лисичкин С.М., *Разведочное колонковое бурение*, М., 1957;
4. "Разведочное бурение" / А.Г. Калинин, О.В. Ошкордин, В.М. Питерский, Н.В. Соловьев, "Недра" М 2000
5. "Горная энциклопедия" – <http://www.mining-enc.ru/b/burenie/>



УДК 622.235:502.1

ВЛИЯНИЕ БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ НА КАЧЕСТВО ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТАХ

Серегина Е..

Научный руководитель Копылов А.Б.

Тульский государственный университет, г.Тула, Россия

В данной работе была рассмотрена проблема борьбы с пылеобразованием и ядовитыми газами при производстве буровзрывных работ в карьерах, обозначены основные источники образования пыли и газа в карьере, намечены перспективы решения проблемы снижения пылевой нагрузки на окружающую среду при добыче и переработке минераль-

ного сырья. Так же в работе приведенные результаты исследований в условиях взрывного полигона.

Особенностью современного этапа развития горных работ на карьере является высокая концентрация и интенсификация всех технологических процессов, связанных с добычей и переработкой горнорудного сырья. Отмеченное сопровождается усложнением процесса проветривания выработанного пространства карьера, ухудшением условий труда по пылевому и газовому факторам, негативным воздействием на окружающую среду.

Основными источниками образования пыли и газа в карьере являются буровзрывные работы (до 35%), погрузочно-транспортные операции и пыль, осевшая на карьерных площадях. Выделение токсичных газов вызвано проведением массовых взрывов в карьере (до 60%) и работой технологического автотранспорта при перевозках взорванной горной массы на отвалы, дробильно-перегрузочные пункты, а также на рудные склады различного назначения.

Интенсивность пылегазообразования при ведении буровзрывных работ на карьере зависит от многих факторов, к основным из которых следует отнести физико-механические свойства горных пород и их обводненность, способы бурения взрывных скважин, ассортимент применяемых ВВ, типы используемых забоечных материалов, методы взрывания (на подобранный откос уступа или в зажатой среде), время производства массового взрыва, метеоусловия на момент массового взрыва и др.

Мощные выбросы пыли происходят при массовых взрывах (100-250 т). Пылевое облако при массовом взрыве выбрасывается на высоту 150-300 м, в своем развитии оно может достигать высоты 16 км и распространяться по направлению ветра на значительные расстояния (10-14 км).

Выход из сложившегося положения необходимо искать путем разработки на горнодобывающем и перерабатывающем предприятии новых способов пылеподавления, так как по количеству выбрасываемых веществ в окружающую среду пыль является основным загрязнителем, наряду с оксидом углерода.

Сокращение пылегазовыделения при массовых взрывах осуществляется за счет технологических, организационных и инженерно-технических мероприятий.

Технологические мероприятия включают: взрывание высоких уступов (от 30 м и более), что способствует уменьшению в 1,25 раза высоты пылегазового облака и уменьшению образования оксидов азота;

замену тротила на ВВ с нулевым или близким к нему кислородным балансом (граммонит 79/21, игданит и др.), что будет способствовать уменьшению (до 2—9 раз) количества образующихся вредных газов при взрывах в любых горнотехнических условиях (так экспериментальными замерами установлено, что при взрывании бестротиловых ЭВВ происходит значительное

уменьшение загрязнения окружающей среды, чем при взрывании промышленных тротилосодержащих ВВ (при взрыве 1 кг гранулолита в атмосферу карьера выделяется 240 л, 1 кг граммонита - 140 л, 1 кг ЭВВ - 50 л ядовитых газов в пересчете на условную окись углерода)) ; взрывание на необработанную горную массу, т. е. на подпорную стенку из ранее разрушенной горной массы.

Ширина подпорной стенки должна быть не менее 20 м. При ширине подпорной стенки до 20—30 м резко сокращается или вообще не образуется вторичное пылегазовое облако (отсутствие пылевыведения со стороны развала) и на 2—3 ч после взрыва на нижней отметке взорванного уступа сокращается время снижения концентрации СО до предельно допустимого уровня; использование в качестве ВВ в обводненных скважинах граммонита 79/21 с предварительной откачкой воды или применением специальных загустителей, что способствует уменьшению количества образующихся вредных газов.

Организационные мероприятия включают: перенесение времени взрыва на период максимальной ветровой активности, что способствует сокращению времени проветривания карьеров на 15—20 %; использование забоечного материала с минимальным удельным пылеобразованием (например, замена шламов хвостохранилищ, буровой мелочи и т. п. на мелкую щебенку или песчано-глинистую забойку, что способствует сокращению пылевыведения); организация систематического контроля состава атмосферы карьеров и участков взорванных блоков после массовых взрывов в соответствии с «Едиными правилами ведения взрывных работ», что позволит избежать преждевременное попадание людей в карьер и их отравление.

Как показали результаты исследований в условиях взрывного полигона, с увеличением коэффициента крепости пород по шкале М.М. Протодяконова возрастает объем выделившейся при взрыве пыли. Так, если при взрывании горных пород с коэффициентом крепости $f=6-8$ образуется до 0,04 кг/м³ пыли, то при взрывании пород с $f=12-14$ выделяется до 0,22 кг/м³ пылеобразных частиц (размер фракции + 1 мм). Это положение может быть объяснено увеличением размеров зоны пластических деформаций в крепких породах, ввиду более высоких затрат энергии взрыва на их разрушение, что повышает объем выхода переизмельченных фракций. В то же время, взрывание обводненных горных пород той же крепости, приводит к снижению объема выхода указанных фракций в 1,3-2,7 раза, что связано с процессом коагуляции (связывания) образовавшихся при взрыве паров и мельчайших частиц воды, с пылевидными фракциями горных пород. Экспериментальными замерами установлено, что концентрация пылевидных частиц в момент массового взрыва изменяется во времени следующим образом: в начальный момент взрыва на карьере достигает значений - 2500 мг/м³, через 30 мин - 850 мг/м³. Содержание пылевых частиц размером до 1,4 мкм на расстоянии до 100 м от взрываемого блока, составляет 56%, а размером более 60 мкм - только 2,3%. На расстоянии

500 м от взрываемого блока содержание частиц пыли до 1,4 мкм составляет более 84%, а частиц крупнее 60 мкм – 0,3%. Это обусловлено тем, что под действием сил гравитации крупные фракции из облака осаждаются на поверхность уступа в более ближней от места взрыва зоне.

Внедрение в условиях горнорудных карьеров новых технологических решений и ухудшение условий естественного воздухообмена с увеличением их глубины предопределяет необходимость интенсивной реализации комплексной системы нормализации атмосферы в карьере по трем иерархическим уровням (карьер, рабочая зона, рабочая площадка), которая включает горно-геологические задачи оптимизации направлений углубки и интенсивного ведения горных работ, совершенствование технологических процессов буровзрывных и погрузочно-доставочных работ, разработку и внедрение индивидуальных средств защиты персонала от газа и пыли, приборов для контроля загрязненности атмосферы карьера, лазерной станции и оптических приборов измерения запыленности и др.

С учетом изложенного проблема борьбы с пылеобразованием при производстве буровзрывных работ в карьерах связана в перспективе с решением ряда задач, сущность которых заключается в следующем: внедрение технологии и технических средств для обработки экологически безопасными химическими реагентами поверхности взрываемых блоков для связывания мелкодисперсных пылевых фракций; взрывную отбойку горных пород осуществлять в зажатой среде методом многорядного короткозамедленного взрыва с преимущественным взрыванием высоких уступов, использовать рациональные типы забоечных материалов, конструкции скважинных зарядов и схемы инициирования; внедрение для взрыва простейших и эмульсионных взрывчатых составов с нулевым или близким к нему кислородным балансом, а также механизмы и средства их механизированного заряжания; разработка и внедрение прогрессивных средств и методов индивидуальной защиты людей от вредного воздействия пылегазовых факторов; разработка и внедрение компьютерных технологий моделирования и проектирования рациональных параметров БВР, оценки залповых выбросов пыли и газа, опасных зон распределения пылегазового облака и разлета кусков взорванной породы. Практически все производственные операции, выполняемые на карьерах: взрывные работы, бурение, экскавация, транспортирование горной массы, складирование, сопровождаются пылеобразованием. Поэтому борьба с пылью является одним из основных направлений по охране труда. Наиболее эффективны способы, предупреждающие поступление пыли в воздух, так как бороться со взвешенной пылью значительно труднее, чем предупредить ее подъем в воздух; кроме того, они уменьшают и пылеотложение в выработках. В соответствии с вышесказанным я считаю, что наиболее перспективным и актуальным решением проблемы снижения пылевой нагрузки на окружающую

среду при добыче и переработке минерального сырья является совершенствование способов закрепления пылящих поверхностей техногенных массивов, т.к. они являются основными источниками загрязнения.

Библиографический список

1. Бересневич П. В., Михайлов В. А., Филатов С. С. *Аэрология карьеров: Справочник.*— М.: Недра, 1990. — 280 с.: ил.
2. Ушаков К. З., Михайлов В. А. *Аэрология карьеров.* М., «Недра», 1975, 248с.
3. http://konchilik.ru/text/2_2008_024



УДК 622.23.01(09)

ТЕХНОЛОГИИ РАЗРУШЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД- ИСТОРИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ

Малахова Д.Д.

Научный руководитель Копылов А.Б.

Тульский государственный университет, г.Тула, Россия

На примере бурения и взрыва рассмотрены основные этапы исторического развития технологии разрушения горных пород.

Не первую сотню лет человек пытается создать наиболее эффективную технологию разрушения горных пород. Многие методы были признаны действенными, многие потерпели крах, а большинство в наше время заменены более эффективными.

Как известно, разрушение горных пород может быть как естественным (оползни, оседания грунтов, обвалы, осыпи), так и искусственным. Основными искусственными способами разрушения горных пород являются бурение, резание, дробление, ударное и взрывное разрушение. В данной статье я хотела бы рассмотреть историю развития технологий основных и наиболее распространенных способов: бурения и взрыва.

Основная часть: Технология проведения взрыва.

Для подрывания пороховых зарядов вначале применялись пороховые дорожки. Первые в мире лабораторные взрывы пороха электри-

ческим способом осуществил русский учёный-физик В. В. Петров в 1803 г.

В 1812 г. профессор П. И. Шиллинг (Россия) создал и впервые применил электрический воспламенитель с угольковым запалом, который в 1839 г. заменил воспламенителем с электрическим мостиком накаливания. Б.С. Якоби (Россия) довёл электрический способ воспламенения пороховых зарядов до практического использования. Он же в 1842 г. разработал первую электрическую взрывную машинку.

В 1831 г. инженером Бикфордом предложен огнепроводной шнур, положивший начало так называемому огневому способу инициирования зарядов ВВ.

Н.Н. Зинин и В.Ф. Петрушевский (Россия) установили, что некоторые сорта динамитов не взрываются от пламени. Поэтому для усиления воздействия на ВВ они впервые применили в качестве инициатора небольшой заряд чёрного пороха, от которого взрывались все сорта динамитов. Заряд-детонатор усовершенствовал капитан Д.М. Андриевский (Россия). В 1865 г. для полноты взрывания ВВ он применил специальный запал, который представлял собой бумажную гильзу в виде усечённого конуса с закреплённым в ней электровоспламенителем, снаряженную порохом. На торце сделано углубление, заполненное железными опилками. Это был не только первый в мировой практике электродетонатор, это был первый, хотя и неосознанный, случай практического использования эффекта кумуляции.

В 1868 г. А. Нобель (Швеция) сконструировал капсюль-детонатор в виде медной гильзы с начинкой из гремучей ртути (вместо пороха), открытой в 1799 г. химиком Э. Говардом (в 1815 г. её применили в оружейных капсюлях). В том же году А. Нобель получил патент на "Запал Нобеля". Это был настоящий переворот в горном деле.

В 1879 г. французский учёный Мэссен предложил в качестве средства инициирования ВВ детонирующий шнур.

Относительно развития средств электрического взрывания следует отметить, что во второй половине XX в. были разработаны электродетонаторы обычной и повышенной инициирующей способности, непригодные и пригодные, по времени срабатывания мгновенного, короткозамедленного и замедленного действия со сравнительно небольшим временем разброса при срабатывании и высоким уровнем безотказности (К.А. Берлин, Г.И. Покровский, Н.Л. Росинский и др.).

В области разрушения горных пород взрывом наряду с расширением ассортимента взрывчатых веществ и средств инициирования зарядов, улучшения их качества исследования велись в направлении

совершенствования технологии производства взрывных работ, обеспечивающих полную безопасность и высокие технико-экономические показатели (Н.В. Мельников, М.А. Лаврентьев и др.). В разработку типовых схем механизации взрывных работ большой вклад сделал чл.-корр. Академии наук СССР Э.И. Ефремов.

Бурение - история развития

Время возникновения бурения точно не установлено. Известно, что человек каменного века уже применил бурение — сверление при изготовлении отверстия для ручки каменного топора. Египтяне за несколько тысяч лет до нашей эры применяли алмазное бурение при строительстве пирамид. Китайцы свыше двух тысяч лет назад бурили скважины для добычи рассолов. Римляне также применяли бурение для различных целей. Первые известные скважины на воду были пройдены в XII в. во Франции, в провинции Артура, отсюда получили свое название артезианские скважины, артезианские воды. Практически алмазное бурение было вновь применено в Европе в 1862 г. часовщиком Георгом Лешо для бурения шпуров при проходке в Альпах железнодорожного тоннеля Мон-Сени. Позже алмазное бурение получило распространение при разведке полезных ископаемых. В 1873 г. алмазное бурение было применено для проходки ствола шахты диаметром 4,5 м:

Среди конструкторов алмазных буровых станков следует отметить шведского инженера Крелиуса, предложившего в 1886 г. удачную конструкцию станков, получивших позже широкое распространение.

В США в 1899 г. Дэвис впервые применил дробовое бурение. В Германии в 1914 г. Ломан получил первые твердые сплавы, которые нашли применение во многих областях техники, в том числе и в бурении.

На Руси бурение скважин отмечается в рукописях XIII в. на соляном промысле, где из буровых скважин извлекали рассол и выпаривали из него поваренную соль. В конце XVII в., в 1687 г., в районе Тотемского завода насчитывалось более 100 заброшенных скважин диаметром до 1 м при глубине около 100 м. Такие скважины часто проходились в тяжелых геологических условиях при наличии мощных плывунов. Следует отметить, что за рубежом начало бурения скважин большого диаметра относится только к 1823 г.

Особенно успешно применялось в XVI—XVII вв. бурение на пермских соляных промыслах и в Балахонском Усолье, вблизи г. Горького. Бурение велось вручную. О самобытном развитии бурения в России свидетельствует до сих пор сохранившаяся на севере Урала своеобразная буровая терминология: «труба» вместо скважины, «тю-

рик» вместо желонки и т. п. Значительный опыт бурения скважин, накопленный в России в XVII в., был отражен в первом труде-руководстве: «Роспись, как зачати делать новая труба». Это, безусловно, оригинальный труд, насыщенный весьма ценными указаниями по технологии проходки буровых скважин, до сих пор сохранивший свое значение.

Бурение артезианских колодцев в нашей стране возникло с развитием промышленности, концентрацией людей в населенных пунктах и ростом городов (Петербург, Симферополь, Евпатория и др.), когда стал ощущаться недостаток в питьевой и технической воде. Уже с 1830 г. скважины бурили на довольно большую глубину (до 400 м). К этому времени деревянные штанги и обсадные трубы начинают заменять металлическими.

В дальнейшем с развитием промышленности стали разведывать и добывать уголь и нефть. В частности, первая в мире скважина на нефть была пробурена ударным ручным способом и ИК35 г. на Кубани. Ударным бурением с промывкой первая скважина была пройдена в 1842 г.

Развитию техники бурения в России значительно содействовали питомцы Горного института в Петербурге. Так, Г. Я. Дорошенко первым начал применять бурение при разведке угольных месторождений в 1854 г., Г. Д. Романовский в 1859 г. применил паровую машину для привода бурового станка; до него процесс бурения не был механизирован.

Особая заслуга в деле развития техники бурения принадлежит С. Г. Войславу, который разработал первую теорию алмазного бурения и первый алмазный буровой станок в России, чрезвычайно удачные ручные буровые комплекты, а в 1899 г. предложил мелкоалмазную коронку.

Вслед за разведкой угля и нефти бурение стали применять и при разведке других полезных ископаемых.

Заключение: Технология разрушения горных пород развивается и по сей день, отрабатываются абсолютно новые направления. В настоящее время взрывные работы являются доминирующим методом отделения горной породы от массива.

Библиографический список

1. *Горная энциклопедия,*
2. <http://www.mining-enc.ru/>
3. *Кутузов Б.Н. История горного и взрывного дела*





ПРОМЫШЛЕННОЕ И ГРАЖДАНСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

УДК 725.826:692.4:539.4.01:004.94

КОМПЬЮТЕРНЫЙ АНАЛИЗ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ВИСЯЧЕЙ СИСТЕМЫ ПОКРЫТИЯ НАД ТРИБУНАМИ СТАДИОНА

Гуслева Л.А.,

*Южно-Российский государственный технический университет
(Новочеркасский политехнический институт), Россия*

В настоящее время – век, когда сооружения становятся протяженнее, выше, мобильнее и при этом недорогими, исследование работы висячих систем актуально как никогда. Такие системы в полной мере отвечают всем современным требованиям, предъявляемым к объектам строительства. При этом единой методики расчета висячих конструкций до сих пор не существует.

Применение висячих и вантовых систем в покрытиях стадионов (на рис.1. показано покрытие трибун стадиона «Локомотив»), позволяет перекрыть огромное футбольное поле с применением минимального количества опор. Такие системы в полной мере отвечают всем архитектурным требованиям, предъявленным к спортивным объектам, позволяют оптимально использовать прочностные свойства применяемых материалов – высокопрочных сталей.

Применение комбинированных висячих и вантовых систем открывает широкие возможности для создания сооружений разнообразных форм, несущие элементы которых экономичны по затрате материалов, индустриальны в изготовлении и монтаже. Область применения растянутых металлических конструкций очень разнообразна: навесы над трибунами стадионов, покрытия спортивных залов, универ-

сальных спортивных комплексов и многих других большепролетных сооружений.

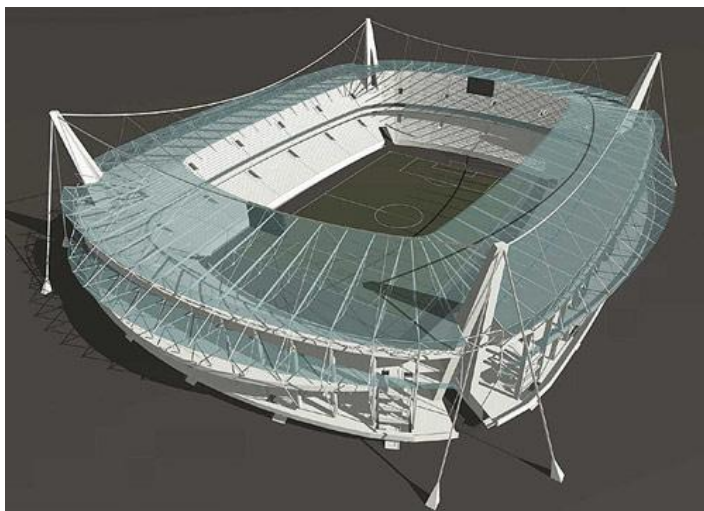


Рис.1. Покрытие над трибунами стадиона «Локомотив» в г. Москва

В преддверии Сочинской Олимпиады 2014 года и Чемпионата Мира по футболу 2018 года, к проведению которых готовится Россия изучение пространственных висячих комбинированных систем актуально как никогда.

Расчет гибкой нити и висячих систем сопряжен с разрешением большого числа трудностей, связанных со следующими особенностями гибких нитей. Данные конструкции характеризуются повышенной деформативностью вследствие больших упругих деформаций вант и кинематических перемещений, свойственных мгновенно-жестким системам, которые проявляются при изменении характера нагружения. Большое разнообразие расчетных методик для нитей и различных висячих систем (даже для различных конструктивных форм висячих мостов), характерно для рассматриваемой задачи, но единая методика расчета отсутствует.

Расчет несущих элементов покрытия стадиона проводился с учетом геометрической нелинейности, в упругой стадии работы материала, в программном комплексе "Ли́ра". Расчетная схема представлена в виде идеализированной модели, максимально приближенной к натурной системе. Конструкция рассматривалась как единая нелинейно



деформируемая пространственная система, включающая элементы покрытия над трибунами, висячую комбинированную систему, угловые пилоны с оттяжками, (рис.2).

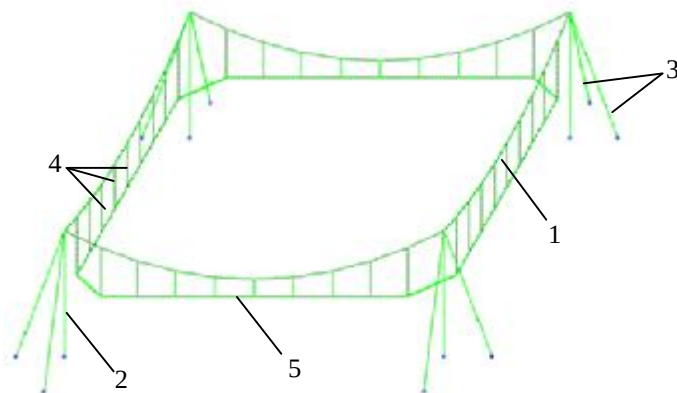


Рис. 2. Расчетная схема несущих элементов покрытия

1-основной канат, 2-пилоны, 3-оттяжки, 4-подвески,
5-балка жесткости

Моделирование геометрической нелинейности производилось с помощью конечных элементов, учитывающих изменение геометрии конструкции и возникновение мембранной группы напряжений (усилий), что позволяет рассчитывать вантовые конструкции. Для моделирования основного каната, оттяжек и подвесок использовался 310 КЭ – геометрически нелинейный универсальный пространственный стержень (нить). Стержни стоек и балки покрытия – 10 КЭ (универсальный пространственный стержневой КЭ). Все элементы разбивались на короткие элементы, это необходимое условие моделирование геометрической нелинейности, позволяющее учесть форму провисания конструкций от собственного веса. Модель имеет более 2000 узлов и 2177 элементов. Количество уравнений, совместно решаемых на каждой итерации (каждом шаге), достигает 10278.

Расчетная схема состоит из 4-х пилонов высотой 52 м., жестко защемленных в фундамент, имеющих сечение Тр Ø 1420x14. Для уменьшения податливости пилонов, они удерживаются (в направлении противоположном основным канатам) парой расходящихся наклонных оттяжек, верхний конец которых шарнирно закреплен в оголовке пилона, а нижний – в анкерном фундаменте, воспринимающем

усилия за счет собственной массы. Сечение оттяжки – канат Ø 52 мм. Покрытие в расчетной схеме состоит из 4-х основных канатов, концами закрепленных в оголовках пилонов. Пролеты основных канатов – по коротким сторонам 125 м, а по длинным – 157 м.

Соответствующие стрелы провисания 9 и 20 м, что составляет 1/13 и 1/8 пролета. В качестве сечения задан канат Ø140мм с техническими характеристиками: площадь поперечного сечения – 13602 мм², масса одного метра каната – 117,9 кг/м, модуль упругости – 160000 Н/мм². К каждому основному канату подвешено 9 подвесок, в сумме 36 на покрытие, сечением круглой стали ø70 мм. К подвескам крепятся балки – I100 Б1, на которых лежит покрытие - листовая сталь толщиной 2мм.

Процесс построения расчетной схемы не рассматривается, хотя хочется заметить, что он не является тривиальным – корректировка расчетной схемы осуществлялась не один раз, в зависимости от получаемых результатов предварительных расчетов.

Комбинированная висячая система покрытия стадиона рассчитывалась на действие постоянных нагрузок (собственного веса несущих конструкций, веса ограждающих конструкций покрытия) и кратковременных нагрузок (снега и ветра).

Стадион имеет сложную форму, для которой в нормативных документах отсутствуют данные об аэродинамических коэффициентах и распределении снеговых нагрузок. В связи с этим были использованы результаты работ ЦНИИСК им. Кучеренко по районированию расчетных значений веса снега для новой редакции СНиП 2.01.07-85*, приведенные в работе [3], установившие целесообразность повышения расчетных значений веса снегового покрова для Московского региона до 1,8 кПа (180 кгс/м²), превышаемого один раз в 25 лет. Для обеспечения повышенной надежности конструкций было рекомендовано учесть в расчетах коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n=1,2$, т.е. принять в качестве расчетного значения снеговую нагрузку. Такая нагрузка соответствует количеству снега, выпадающему в районе Москвы один раз в 100 лет, с учетом 15% сноса с покрытия малых уклонов. Так как поперечное сечение покрытия над трибунами имеет небольшие уклоны, в качестве симметрично распределенной снеговой нагрузки рекомендовано принять значение коэффициента $\mu=1,0$ (рис. 3). Это значение коэффициента определяет нагрузку в условиях малых скоростей ветра с минимальным сносом снега с покрытия. Снеговая нагрузка рассчитывалась на поверхность покрытия, представляющую собой некруговую коническую оболочку с центральным вырезом, ши-



рина козырька-33 м. Расчетная значение погонной снеговой нагрузки получилось 6,4 т/м.

Для учета геометрической нелинейности были смоделированы нелинейные загрузки.



Рис. 3. Схема распределения снеговой нагрузки

Нелинейное загрузеение 1
Эпюра N
Единицы измерения - т

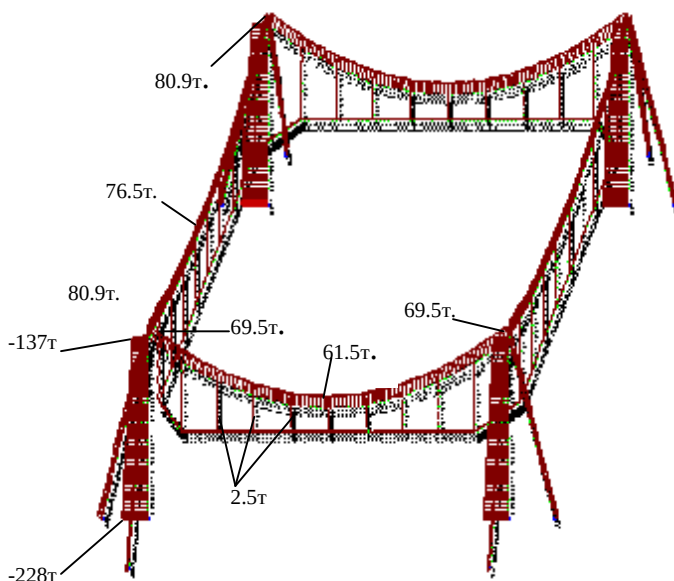


Рис.4. Эпюры усилий от собственного веса элементов.

Анализ проведенных расчетов показал, что одним из основных параметров, влияющих на работу конструктивной системы в целом, яв-

ляется жесткость пилонов, работающих как консоль, защемленная в фундамент. Для уменьшения распора на мачте, предусмотрены оттяжки.

В настоящее время производится динамический расчет на пульсацию ветра в геометрически нелинейной постановке.

Список литературы

1. Гордеев В.Н., Лахтук-Ляченко А.И., Пашинский В.А., Перельмутер А.В., Пичугин С.Ф. Нагрузки и воздействия на здания и сооружения. – 3-е изд., перераб. – М.: Издательство С, 2009.-528с.
2. Городецкий А. С., Евзеров И. Д. Компьютерные модели конструкций// Киев изд. «Факт», 2005.-344с.
3. П.Г. Еремеев. Современные стальные конструкции большепролетных покрытий уникальных зданий и сооружений: Монография. - М.: Изд-во АСВ, 2009.-336с.
4. П.Г. Еремеев. Справочник по проектированию современных металлических конструкций большепролетных покрытий. Справочное издание.- М.: Изд-во АСВ, 2011.-256с.
5. Лукаш П.А. Основы нелинейной строительной механики. – М.: Стройиздат, 1978.



УДК 628.1-025.13

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Сорокин М. Ю.

научный руководитель Белоусов Р.О.

Тулеский госуларственный университет, г.Тула, Россия

Предлагается обшая методика проектирования систем водоснабжения.

Сущеслувающая методика проектирования системы водоснабжения состоит из следующих этапов:

Ориентировочно задаются ступени подачи насосной станции (НС) исходя из условия минимизации объема регулирующих емкостей и существующих моделей насосных агрегатов.

Исходя из ступеней подачи НС и расчетного водопотребления города задаются диаметры магистральных сетей и выполняется их гидравлический расчет.

По результатам гидравлического расчета определяются фактически требуемые ступени подачи НС.

Такая методика часто приводит к довольно не эффективным с точки зрения энергосбережения результатам, так как фактически требуемые ступени подачи всегда отличаются от принятых при начале



проектирования, что в свою очередь ведет к работе насосных агрегатов не в рабочей зоне с неоптимальными значениями к.п.д.

Можно предложить метод оптимизации проектных решений путем использования итерационных методов, то есть заданием в качестве исходных данных для п. 1, результатов полученных в п. 3, с пересчетом всей системы. В качестве критерия эффективности проектного решения задается требование получения таких фактически требуемых ступеней подачи, которые позволят работать насосам в рабочей зоне.

Такая методика чрезвычайно трудоемка из-за огромного количества промежуточных расчетов и графических построений. Внедрение современных информационных технологий позволяет снять эту проблему, например путем использования разработанной сотрудниками и студентами специальности "Водоснабжение и водоотведение" кафедры ЭиСТС ТулГУ пакета расчетных программ для проектирования систем ВиВ "ВОДА".



УДК 628.8

РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕЖИМОВ РАБОТЫ КОМБИНИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ

Корепина Т.В.

научный руководитель Вялкова Н.С.

Тульский государственный университет, г.Тула, Россия

Рассматриваются технические решения повышения эффективности режимов работы комбинированной системы отопления и вентиляции.

До настоящего времени общественные здания обслуживаются раздельными приточными и вытяжными системами. В зданиях с коридорной планировкой, если нормируемые воздухообмены установлены только по вытяжке, в целях экономии подачу воздуха системами приточной вентиляции предусматривают не в помещения постоянного пребывания людей, а в коридоры. Удаление воздуха производится непосредственно из обслуживаемых помещений. При такой схеме организации воздухообмена необходима установка большого количества приточных и вытяжных вентиляторов. Вентиляционное оборудование

занимает значительный объем здания, что увеличивает капитальные затраты на его возведение. Велик расход электроэнергии. Как правило, требуются мероприятия для снижения шума от работающих вентиляционных установок. Кроме того, такая схема не позволяет использовать приточные системы для натопа при переходе к более экономичному периодическому отоплению общественных зданий, так как в этом случае нагретый воздух необходимо подавать непосредственно в помещения постоянного пребывания людей.

Известна схема организации воздухообмена, при которой отработанный воздух удаляется через воздухораспределитель в промежутках между подачами очередной порции приточного воздуха. Такая система содержит магистральный воздуховод приточного воздуха, который соединен через регулятор изменения направления воздушного потока с обслуживаемыми помещениями. В помещениях установлены воздухораспределители.

Недостатком такого способа является необходимость установки большого количества сложных регуляторов изменения направления воздушного потока с электроприводом.

Известна система вентиляции многоэтажного здания, содержащая устройство, установленное на крыше здания, с вентиляторами для создания входного воздушного потока и распределительный канал для подачи входного потока воздуха в разные промежуточные уровни здания, отличающаяся тем, что эксплуатационная шахта здания или подобное пространство, проходящее вертикально вниз через здание и открывающееся в промежуточные уровни, служит в качестве канала входного воздушного потока, образующего путь потока, направленный от вентилятора вниз, для входного воздушного потока и для окружающего воздуха, переносимого по нему от верхней части здания указанным входным потоком воздуха, причем эксплуатационная шахта имеет отклоняющие средства для пропускания части воздушного потока в каждый промежуточный уровень здания. Такая система позволяет снизить инфильтрационные тепловые потери за счет создания требуемого подпора в помещениях нижних этажей здания.

Недостатком данной системы является то, что она может применяться только в промышленных зданиях. Она не способна обеспечить распределение воздуха по большому количеству обслуживаемых помещений.

Задачей предложенного технического решения является улучшение распределения воздуха путем создания системы отопления и вентиляции, которая обеспечит уменьшение капитальных и эксплуатационных затрат.



Поставленная задача достигается тем, что в системе вентиляции и отопления, включающей вентиляционное устройство, установленное на крыше или чердаке здания, содержащее вентилятор с электроприводом, магистральный воздуховод приточного воздуха, распределительный канал, воздухораспределители, вентилятор выполнен с реверсом, введены дополнительно распределительный канал и воздухораспределители, к вентиляционному устройству подключены рециркуляционные каналы, в нем предусмотрены шиберы и обратный клапан, регулирующие клапаны, калорифер, блок управления, соединенный с электроприводами вентилятора и регулирующих клапанов.

На рисунке изображена схема системы вентиляции и отопления многоэтажного общественного здания с коридорной планировкой.

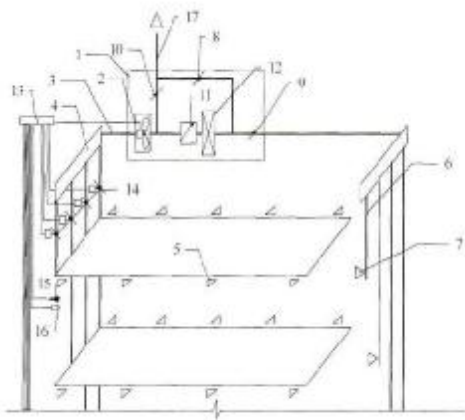


Рис. Схема системы отопления и вентиляции многоэтажного общественного здания с коридорной планировкой:

1 – вентиляционная камера; 2 – вентилятор; 3 – магистральный воздуховод приточного воздуха; 4 – распределительный канал для подачи входного потока воздуха в разные промежуточные уровни здания; 5 – воздухораспределители, установленные в обслуживаемых помещениях; 6 – рециркуляционные каналы; 7 – рециркуляционные решетки; 8, 9, 10 – шиберы; 11 – обратный клапан; 12 – калорифер; 13 – блок управления; 14 – регулирующие клапаны; 15, 16 – датчики температуры и содержания углекислого газа; 17 – вентиляционная шахта

Система вентиляции и отопления работает следующим образом.

В теплый период года воздух удаляется из обслуживаемых помещений через воздухораспределители 5, через систему каналов 4, 3 и шахту 17 под действием естественной тяги. По мере увеличения температуры наружного воздуха естественная тяга уменьшается, что при-

водит к снижению воздухообмена в помещениях. При неудовлетворительном естественном воздухообмене по сигналам датчиков содержания углекислого газа 16 включается вентилятор 2. В этом режиме шибер 10 открыт, шиберы 8, 9 закрыты.

В холодный период года система вентиляции и отопления может использоваться в качестве догревающей части комбинированной водо-воздушной системы периодического отопления. В этом случае система вентиляции и отопления должна функционировать в двух режимах: в режиме натопа и в рабочем режиме, с полным отключением в нерабочий период.

В режиме натопа система отопления и вентиляции работает как полностью рециркуляционная. Воздух забирается из коридоров через решетки 7, по рециркуляционным каналам 6 попадает в калорифер 12, откуда через обратный клапан 11 по магистральному воздуховоду приточного воздуха 3 подается в разные промежуточные уровни здания 4. В этом режиме шибер 9 открыт, шиберы 8, 10, установленные в вентиляционном устройстве 1, закрыты.

В рабочий период система вентиляции и отопления работает как приточная, с возможным использованием в качестве системы воздушного отопления в случае выхода из строя водяной системы. Наружный воздух забирается через шахту 17 и, нагревшись в калорифере 12, поступает в обслуживаемые помещения через воздухораспределители 5. В этом режиме шибер 8 открыт, шиберы 9, 10 закрыты. Вентилятор 2 работает в циклическом режиме, включаясь с помощью блока управления 13 по сигналам датчиков температуры 15 и содержания углекислого газа 16. Распределение приточного воздуха по разным этажам производится регулирующими клапанами с электроприводом 14.

Если по санитарно-гигиеническим требованиям допускается рециркуляция воздуха, система отопления и вентиляции может работать как приточно-рециркуляционная.

Таким образом, предлагаемая система отопления и вентиляции обеспечит улучшение распределения воздуха, снижение капитальных и эксплуатационных затрат, уменьшит объемы здания, занимаемые вентиляционным оборудованием.

Библиографический список

1. Краснов Ю.С., Борисоглебская А.П., Антипов А.В. Системы вентиляции и кондиционирования/Рекомендации по применению, испытаниям и наладке. М.: Издательство Термокул, 2004 - 370 с.
2. Материалы 6-10-го Московского международных Форумов «Отопление. Вентиляция. Кондиционирование». HEAT@VENT 2004 – 2008.
3. Патент №36042 РФ, МПК7, F 24 F 7/06, 03 на полезную модель «Система вентиляции и отопления» / Э.М.Соколов, В.М.Степанов, Н.С.Вялова, С.А.Солодков: заявитель и па-



УДК 620.197

РАСЧЕТ КОЛЬЦЕВОГО НАПРЯЖЕНИЯ ТРУБОПРОВОДА С УЧЕТОМ НЕЧЕТКИХ ПАРАМЕТРОВ

Пономарева М.А.

*Балашовский институт (филиал) Саратовского государственного
университета имени Н.Г. Чернышевского, г. , Россия*

В данной статье предлагается подход к решению задачи о расчете долговечности овализированного трубопровода на основе нечетких входных данных.

Наиболее распространенным и изученным является дефект геометрии трубопровода, при котором поперечное сечение имеет форму овала. При этом нарушение геометрии поперечного сечения вызывает изменение напряженного состояния трубы. Под действием рабочего давления в стенке трубы к номинальным напряжениям добавляются изгибные кольцевые напряжения, величина которых зависит от диаметра и толщины стенки трубы, физико-механических характеристик стали, рабочего давления, геометрии сечения.

Для оценки напряженно-деформированного состояния трубопровода традиционно используются два подхода: детерминированный и вероятностный. Первый, наиболее распространенный, предполагает решение задачи в детерминированной постановке, когда значение долговечности трубопровода является заданной точечной величиной. Второй подход допускает, что долговечность является вероятностной величиной, распределенной по известному закону.

Указанные подходы предполагают наличие или полной информации о состоянии трубопровода или информацию о законе и параметрах распределения. В реальных ситуациях информация о процессах, происходящих в трубопроводах, является неполной, что ставит под сомнение целесообразность решения задачи в перечисленных постановках.

Оценка работоспособности участков газопроводов с овализацией по допускаемым напряжениям может проводиться вместо оценки по параметру овальности или служить ее дополнением с целью проверки полученных результатов.

Традиционно, для предотвращения недопустимых пластических деформаций в этих опасных точках проводят проверку:

$$\sqrt{s_{\kappa\zeta}^2 - s_{\kappa\zeta} s_{np} + s_{np}^2} \leq R_2^H, \quad (1)$$

где R_2^H - нормативное сопротивление растяжению (сжатию) металла трубы (предел текучести);

$s_{\kappa\zeta}$ и σ_n - вычисляются соответственно:

$$\sigma_{np} = \mu \sigma_{\kappa\zeta} - E \alpha \Delta T, \quad (2)$$

$$\max s_{\kappa\zeta} = \frac{p D_n}{2d} \left[1 + \frac{6\Delta}{d(1+p)} \right] \quad (3)$$

Рассмотрим частный случай, когда величина температурного перепада, действующего на участок трубопровода, не превышает проектную величину, тогда критерий может быть упрощен:

$$\sigma_{\kappa\zeta} \leq [\sigma_{\kappa\zeta}], \quad (4)$$

где допускаемые кольцевые напряжения определяются формулой

$$[\sigma_{\kappa\zeta}] = \frac{m}{0.9 k_n} R_2^H, \quad (5)$$

коэффициент m - коэффициент условий работы газопровода, а k_n - значение коэффициента надежности по назначению газопровода. Значения предела текучести металла R_2^H определяются по техническим условиям на поставку труб. Относительной величиной, характеризующей овальность трубы, является параметр овальности, равный отношению разности между наибольшим и наименьшим диаметром в одном сечении к номинальному диаметру

$$b = \frac{D_{\max} - D_{\min}}{D_n} (\overline{p_n} + 1) \cdot 100\%, \quad (6)$$

где $\overline{p_n}$ - параметр давления, при котором проводились измерения, определяемый по формуле

$$\overline{p_n} = \frac{(1-m^2)}{2E} \left(\frac{D_n}{d} \right)^3 p. \quad (7)$$

Однако давление в газопроводе не всегда является равным номинальному значению и поэтому невозможно оценить точное значение кольцевого напряжения. Представим давление в трубопроводе в виде нечеткого числа. В качестве функции принадлежности выберем треугольный вид. Такие функции принадлежности применяются на



практике довольно часто, что обусловлено их простотой. Существенным преимуществом многоугольных функций принадлежности является то, что для их определения требуется наименьший по сравнению с остальными функциями объем информации, который в данном случае ограничивается данными об угловых точках, что является весьма важным обстоятельством при моделировании систем в условиях ограниченности объема исходных данных. Чтобы определить многоугольную функцию принадлежности, на практике обычно требуется задать лишь модальное значение соответствующего нечеткого множества.[2]

Для удобства расчета кольцевого напряжения представим нечеткое число (давление) в виде нечеткого числа (L - R) типа.

$$m_A(x) = \begin{cases} L((m-x)/a), \forall x \leq m, a > 0, \\ R((x-m)/b), \forall x \geq m, b > 0, \end{cases} \quad (8)$$

где m – среднее значение (мода) нечеткого числа, a , b левый и правый коэффициенты нечеткости, соответственно. Учитывая введенные обозначения, нечеткое число принято представлять в виде тройки параметров (m , a , b).

Для расчета параметра давления:

$$\bar{p} = 2,21 \cdot 10^{-6} \cdot \left(\frac{D_H}{d} \right)^3 \cdot (m, a, b). \quad (9)$$

Заменим $2,21 \cdot 10^{-6} \cdot \left(\frac{D_H}{d} \right)^3$ через переменную c , тогда $A = (c, 0, 0)$,

так как $(A \cdot P) = (c, 0, 0) (m, a, b) = (cm, ca + m \cdot 0 - 0 \cdot a, cb + m \cdot 0 + 0 \cdot b); \quad (10)$

$$(A \cdot P) = (cm, c \cdot a, c \cdot b); \quad (11)$$

рассчитаем кольцевое напряжение

$$\max s_{\kappa\varphi} = \frac{p D_H}{2d} \left[1 + \frac{6\Delta}{d(1+\bar{p})} \right]. \quad (12)$$

Для удобства вычисления рассчитаем сначала

$$(1 + \bar{p}) = (cm + 1, ca + 1, cb + 1); \quad (13)$$

$$\delta(1 + \bar{p}) = (\delta(cm + 1), \delta(ca + 1), \delta(cb + 1)); \quad (14)$$

$$\frac{6\Delta}{d(1+\bar{p})} = \left(\frac{6\Delta}{d(cm+1)}, \frac{6\Delta \cdot d(cb+1) + d(cm+1) \cdot 0}{d(cm+1) \cdot (d(cm+1) + d(cb+1))}, \right)$$

$$\frac{6\Delta \cdot d(ma+1) + d(cm+1) \cdot 0}{d(am+1) \cdot (d(am+1) - d(aa+1))} =$$

$$= \left(\frac{6\Delta}{d(cm+1)}, \frac{6\Delta \cdot (cb+1)}{d(cm+1)(cm+cb+2)}, \frac{6\Delta(ca+1)}{d(cm+1)(cm-ca)} \right), \quad (15)$$

$$\frac{pD_n}{2\delta} = \left(\frac{mD_n}{2\delta}, \frac{aD_n}{2\delta}, \frac{bD_n}{2\delta} \right), \quad (16)$$

$$\sigma_{\kappa\eta} = \left(\frac{mD_n}{2\delta} \left(\frac{6\Delta}{(cm+1)\delta} + 1 \right), \frac{mD_n}{2\delta} \left(\frac{6\Delta(cb+1)}{\delta(cm+1)(cm+cb+2)} + 1 \right) + \frac{D_n a}{2\delta} \left(\frac{6\Delta}{\delta(cm+cb+2)} \right), \right. \quad (17)$$

$$\left. \frac{mD_n}{2\delta} \left(\frac{6\Delta(ca+1)}{(cm+1)(cm-ca)\delta} + 1 \right) + \frac{D_n b}{2\delta} \left(\frac{6\Delta}{\delta(cm-ca)} + 2 \right) \right),$$

В статье предложен и обоснован альтернативный подход к расчету кольцевого напряжения линейной части магистрального трубопровода с учетом овализации, в котором параметр внутритрубоного давления представлен в виде нечеткого числа.

Библиографический список

1. Рекомендации по оценке работоспособности дефектных участков газопроводов Р 51-31323949-42-99 - М.: 1998, 28 с.
2. Пегат, А. Нечеткое моделирование и управление – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 798 с.
3. Недосекин, О.А. Нечетко-множественный анализ риска фондовых инвестиций. – СПб, 2002, 468 с.



УДК 693.64

ДЕКОРАТИВНАЯ ОТДЕЛКА ПОТОЛКОВ

Шабанов Е.А.

Кузбасский государственный технический университет, г. , Россия

Работа о современных технологиях применения декоративной отделки стандартных потолков.

Потолок, как неотъемлемая часть интерьера, определяет внешний вид комнаты, поэтому очень важно подобрать именно тот тип потолка, который как нельзя лучше поддержит общую атмосферу поме-



щения. При выборе потолка в основном руководствуются следующими критериями:

- санитарно-гигиенические, отвечают за соответствие материалов потолка требованиям и стандартам безопасности для здоровья человека; обеспечивают легкость в уходе;
- функциональные, представляют собой требования к выполнению потолками определенных функций, таких как акустические, термоизоляционные, влагостойкие, ударопрочные и т. п.;
- финансовые, соответствуют возможностям заказчика и определяют выбор материалов и услуг от предельно простых и экономичных до высокохудожественных и дорогостоящих;
- эстетические, зависят только от индивидуального мнения;
- технологические, учитывают подбор материалов, а также инструментов и способов работы с ними.

Сегодня в городе Кемерово используется несколько способов декоративной отделки стандартных потолков. Как правило, выбор того или иного варианта определяется исходя из экономических возможностей заказчика, доступных материалов и функционального назначения. Целью данной работы является сравнительный анализ применяемых способов отделки.

1. *Побелка.* Самый простой, доступный и распространенный вид отделки потолка. К плюсам такой отделки можно отнести то, что побелку легко осуществить собственными силами. Основной недостаток – относительно небольшая долговечность.

2. *Оклейка обоями.* Свой внешний вид потолочные обои сохраняют в зависимости от качества и условий эксплуатации в течение трех-пяти лет. Потолочные обои, как правило, плотнее настенных обоев. За счет своей толщины и рельефности обои скрывают неровности потолка и не требуют идеально подготовленной поверхности, что значительно упрощает процесс отделки – не нужно предварительно очищать поверхность или заделывать мелкие трещины.

3. *Клеевые потолки.* Отделка клеевым способом заключается в креплении покрытия непосредственно к базовому основанию с помощью специального клея. Среди материалов для данного метода применяются плитки из вспененного полистирола. Они отличаются небольшим весом (до $0,4 \text{ кг/м}^2$), легко режутся, что позволяет использовать их и в помещениях с углами неправильной формы. Полистирол обладает достаточными звукоизоляционными и теплоизоляционными свойствами. Важным недостатком является очень большое количество стыков и швов. Поэтому покрытие потолка не производит впечатления цельной поверхности. Такой вид отделки также ограничивает возмож-

ности освещения, исключая использование встроенных светильников и не «маскирует» никакие технические приспособления, в том числе электрическую проводку. Оклеенный потолок подразумевает отделку не только пенополистирольными плитками, но и пробковыми или ламинатными панелями, а также керамической потолочной плиткой.

4. *Покраска потолка.* Если ранее в основном использовалась побелка, то теперь она безоговорочно уступила место краскам на водной основе. Расход краски при однослойном покрытии зависит от степени подготовленности окрашиваемой поверхности, которая заключается в очистке от старой краски. Очищать потолок лучше всего до бетонного основания, так как чаще всего окраске подлежат помещения с повышенной влажностью и резким перепадом температуры (кухни, ванны комнаты). После очистки поверхность хорошо промывают водой. Трещины и щели между потолочными плитами, а также у дверей и окон шпательюют.

5. *Подвесные потолки.* Это система, состоящая из легкого несущего каркаса и облицовочных элементов. Каркас, имеющий форму решетки, прикрепляется к потолку с помощью специальных подвесов. Затем к нему крепятся облицовочные элементы. Подвесные потолки считаются весьма практичными. Их применяют, когда хотят сделать невидимыми, но при этом доступными различные инженерные системы и коммуникации. В такую конструкцию удобно встраиваются модульные осветительные приборы, вентиляционные решетки и системы пожаротушения. Улучшаются акустические свойства помещения. Кроме того, это самое действенное средство выровнять базовый потолок или наоборот, когда требуется, создать разные его уровни. Подвесные потолки различаются по материалам облицовки, их форме и размерам, а также способам соединения.

6. *Потолки из гипсокартона.* Являются разновидностью подвесного потолка. Отличие в том, что их плоскость выполнена не из готовых элементов, а из материала, который подвергнется последующей отделке. В качестве материала используются листы гипсокартона (ГКЛ). Подвесной потолок из гипсокартона представляет собой цельную бесшовную плоскость, она может быть как ровной, так и выполненной в виде криволинейных изгибов, куполов, различных сводов, переломанных плоскостей и т. д. В потолок из гипсокартона могут быть смонтированы любые типы осветительных приборов.

7. *Натяжные потолки.* Отличаются от других систем не только способом крепления, но и используемым материалом. Главная роль данной конструкции отводится полотну из полиэфирной ткани или винила. Установка происходит с помощью специального каркаса – баге-



Таблица 1

Общая стоимость отделки потолков по городу Кемерово

Вид отделки	Ориентировочная цена за 1 кв. м, руб. (с учетом работы и материалов)
Побелка	100-250
Клеевые потолки	300-600
Потолки из гипсокартона	400-500
Натяжные потолки	500-1500
Оклейка обоями	200-800
Покраска	150-500

Таблица 2

Стоимость материалов

Вид отделки	Ориентировочная цена за 1 кв. м, руб.
Побелка	20
Клеевые потолки	80-400
Потолки из гипсокартона	180-200
Натяжные потолки	250-1000
Оклейка обоями	30-400
Покраска	100-300

Таблица 3

Стоимость работы

Вид отделки	Ориентировочная цена за 1 кв. м, руб.
Побелка	80-230
Клеевые потолки	200
Потолки из гипсокартона	250-300
Натяжные потолки	250-400
Оклейка обоями	100-300
Покраска	80-230

та, размещенного по периметру комнаты. Само крепление осуществляется различными способами. Для виниловой или ПВХ пленки чаще применяется вариант с использованием «гарпуна» – специальной планки, приваренной по периметру полотна. Свойства ПВХ материала диктуют еще одну особенность монтажа – необходимость разогрева воздуха в помещении до температуры +60–+70°C. Использование пленки из винила расширяет не только выбор текстуры отделки, но и возможность с легкостью организовывать такие необычные модели, как арочные, угловые, футуристические – многогранные, разноуровневые. Важное качество этого вида потолочных покрытий – их антистатичность, она препятствует оседанию пыли, облегчая уход. Кроме то-

го, натяжные потолки скрывают как неровности базового потолка, так и электрическое, вентиляционное и другое оборудование. Система крепления отнимает лишь 5 см высоты помещения. Отдельные положения натяжные потолки занимают благодаря спасительному качеству сдерживать влагу во время затопления с верхнего помещения. Срок эксплуатации натяжного потолка значительно превышает гарантийный и составляет около 25 лет.

Библиографический список

1. Савельев, А. А. Красивые потолки. Устройство и монтаж: клеевые, подвесные и др. – М. : Аделант, 2008.
2. www.vash-potolok.ru.
3. www.Potolok House.ru.
4. Информационно-аналитический отраслевой журнал «Строительный Кузбасс», 2010 год.



УДК 67.08

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ НЕГОМОГЕННЫХ ОТХОДОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Дружакина О.П.,

Институт гражданской защиты, Удмуртский государственный университет, Россия

Гуменникова Е.С.,

Ижевский государственный технический университет, г.Ижевск, Россия

Развитие рынка строительных теплоизоляционных материалов позволяет производить изделия, отвечающие требованиям как энергоресурсосбережения, так и рационального природопользования, путем применения вторичных материальных ресурсов (отходов). Исследования свойств и режимов переработки негетерогенных волокнистых отходов позволили разработать принципиальную схему технологического процесса производства теплоизоляционного материала (ТИМ) на основе отходов линолеума ПВХ, отвечающего требованиям современных ТИМ, как стабильного безотходного производства.

Полимерные материалы благодаря своим уникальным физико-химическим, технологическим и потребительским свойствам находят



широкое применение во всех сферах жизни современного общества [2]. Только в составе ТБО (на примере города Ижевска) полимеры составляют от 5 до 10%. Однако, наряду с положительными качествами, у этих синтетических продуктов есть один существенный недостаток – в отличие от многих природных материалов, выполнив свои функции, не уничтожаются достаточно быстро под действием агрессивных факторов окружающей среды: света, тепла, атмосферных газов, микроорганизмов, а продолжают существовать в виде долгоживущих отходов, причиняя ущерб окружающей природной среде, в частности, способствуют захламлению земель несанкционированными свалками.

Именно это является предпосылкой их вовлечения в промышленную переработку и утилизацию с получением новых материалов с заданными эксплуатационными характеристиками. Использование полимерных отходов как вторичного сырья позволяет экономить ценное первичное сырье и энергию, создавать замкнутые производственные циклы, снижать ресурсоемкость производств и антропогенный пресс в индустриально развитых регионах. Полимерные отходы могут перерабатываться на тех же предприятиях, где они образуются, и степень их утилизации может достигать 90% [6].

Основными направлениями утилизации и ликвидации полимерных отходов являются:

- захоронение на полигонах и свалках (37%);
- переработка их по заводской технологии (25%);
- сжигание совместно с ТБО и промышленными отходами (10%);
- пиролиз или раздельное сжигание в специальных печах (7%);
- использование отходов пластмасс как готового материала в других технологических процессах (21%) [1, 2].

Анализ современных доминирующих направлений утилизации полимерных отходов показал, что, несмотря на значительные преимущества повторного использования полимерных материалов, большинство способов утилизирует лишь незначительное их количество, что связано с трудоемкостью сбора, разделения, сортировки, очистки отходов (прежде всего отходов бытового потребления). При этом не в полной мере реализуются возможности получения новых материалов, продуктов и изделий на основе рассматриваемых отходов с заданными эксплуатационными свойствами. Приоритетной отраслью – потребителем такого сырья может стать строительная индустрия, особенно если учитывать ее потребности во влагоустойчивых, надежных в эксплуатации, не подвергающихся гниению теплоизоляционных материалах [4].

К тому же, сегодня России требуется около 30 миллионов кубометров ТИМ, а производится чуть более 20 миллионов в год. Недостаточные утеплители поступают к нам из-за рубежа. Однако, многие импортные изделия не всегда отвечают климатическим условиям российских регионов. К тому же они изготавливаются по нормативным установкам той страны, откуда к нам завозятся, поэтому нередко не соответствуют стандартам и СНиПам России. [5].

Основными технологическими параметрами ТИМ являются плотность, пористость и теплоизоляционные показатели.

Полимерные волокнистые материалы имеют ряд преимуществ по сравнению с природным материалом, а именно:

1. при их производстве и переработке требуются меньшие капиталовложения и меньшие затраты труда;
2. малая объемная масса;
3. возможность замены некоторых дефицитных природных материалов;
4. возможность получения материалов с новыми улучшенными свойствами: полимеры не гниют, кислотно- и щелочеустойчивы, обладают большой механической прочностью, а также характеризуются хорошими звуко- и теплоизоляционными свойствами.

Учитывая все возрастающую потребность российской строительной индустрии в дешевых и эффективных теплоизоляционных материалах, можно прогнозировать устойчивый спрос на строительные материалы подобного рода, для изготовления которых вполне пригодны синтетические волокнистые и полимерные отходы. Теплоизоляционные материалы из таких отходов обладают достаточной эффективностью, низкой стоимостью и стойкостью к действию биологически активных сред, устойчивы к воздействию влаги, что обеспечивает долговечность службы теплоизоляционных плит. Таким образом, становится очевидной необходимость разработки технологической схемы производства строительных теплоизоляционных плит на основе полимерных отходов.

В последние годы в Удмуртии активно развивается рынок вторичного сырья – существуют десятки фирм и предприятий по переработке отходов или производству материалов с использованием вторичного сырья (в производстве брусчатки, асфальтных покрытий, ТИМ и др.).

Анализ выполненных работ по определению эффективной теплопроводности показал, что структура зависимостей, отражающих процесс теплообмена в полимерных волокнистых материалах, математически может быть представлена зависимостью вида[3]

$$l_{эф} = f(d_e, p, a, b, c) s T_m ,$$



где d_v – диаметр волокон; p – пористость материала; a, b, c – радиационные свойства волокнистой среды; σ – постоянная Больцмана–Стефана; T_m – среднеквадратичная температура слоя материала.

Волокнистые материалы имеют выраженную зависимость коэффициента теплопроводности от толщины волокон, пористости и плотности их упаковки (расположения частиц в объеме материала). Полученные при исследовании измельченных отходов линолеума ПВХ данные позволяют отметить возрастание коэффициента теплопроводности в зависимости от дисперсности полученной массы. Более существенным фактором для рыхлых материалов является их пористость, т.е. содержание воздуха. Высокая пористость волокнистых ТИМ в промышленных условиях может быть получена механическими способами с обоснование режимов резания.

Способ механической диспергации применяют при изготовлении сыпучих теплоизоляционных материалов, распушке асбеста, минеральной ваты. При этом достигается максимальное развитие активной поверхности материала, а, следовательно, и его пористости. Особенности механического разрушения полимеров обосновываются их реологическими свойствами, приведшими к выделению этих материалов в обособленную группу.

В результате многоступенчатой механической переработке исходного техногенного сырья был получен многокомпонентный неомогенный волокнистый материал с высоко развитой поверхностью, основную массу частиц которого (более 80%) составили частицы 3 – 5 м-3 (рис.1).



Рис. 1. Материал с развитой активной поверхностью, получаемый при механической переработке техногенного сырья производства линолеума ПВХ

Среднее значение пористости составило 86 %, что соответствует требованиям, предъявляемым к группе неорганических волокнистых рыхлых материалов, к которой относится и исследуемый материал [3]. Полученный материал может использоваться как ТИМ (рис. 2).

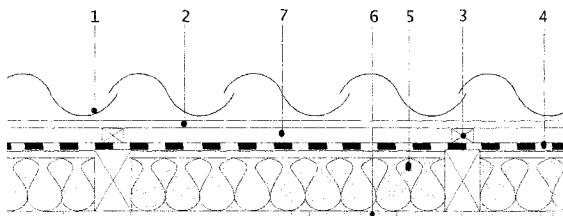


Рис.2. Утепление чердачных помещений волокнистыми ТИМ:

1 - кровельный материал; 2 - горизонтальный брусок обрешетки; 3 - вертикальный брусок обрешетки; 4 - гидроизоляционное покрытие; 5 - теплоизоляционные плиты или насыпной ТИМ; 6 - пароизоляционный материал; 7 - вентиляционный зазор

Выводы

Для Удмуртской республики и России в целом актуальны вопросы использования негетерогенных волокнистых отходов с получением ТИМ с заданными эксплуатационными характеристиками. Региональная специфика исследуемого вопроса заключается в возможности получения дешевых ТИМ в конструкциях энергоресурсосберегающего назначения, например, в теплоизоляции биореакторов для сбраживания органических отходов. Использование волокнистых отходов для производства ТИМ позволяют снизить себестоимость конструкций и сооружений, что в свою очередь будет способствовать внедрению новых ресурсосберегающих технологий. Дальнейшие исследования производства ТИМ (плиты со связующим или маты) позволят определить режимы технологии переработки и контролировать заданные параметры пористости конечного продукта.

Библиографический список

1. Бобович Б.Б., Девяткин В.В. *Переработка отходов производства и потребления*. – М.: «Интермет-Инфиниринг», 2000. – 496 с.
2. Гринин А.С., Новиков В.Н. *Промышленные и бытовые отходы: хранение, утилизация, переработка*. – М.: ФАИР-ПРЕСС, 2002. – 336 с.
3. Дружакина О.П. Зависимость теплофизических характеристик синтетического утеплителя из отходов ПВХ линолеума от гранулометрического состава частиц / О.П. Дружакина // Ижевск: Тезисы докладов III науч.-практ. конф. «Проблемы механики и материаловедения», изд. ИПМ УрО РАН, 2006, с. 123 – 124 с.
4. Милицкова Е.А. *Новое в реализации вторичных ресурсов пластмасс* / Е.А. Милицкова // *Ресурсосберегающие технологии*. – 1999. - №3



5. Фомин И. Теплоизоляционные материалы. Почему их в России производят мало и низкого качества / Фомин И. // Строительная газета. – 2006. - №21.

6. Шубов Л.Я., Ставровский М.Е., Шехирев Д.В. Технологии отходов. – М.: ГОУ ВПО «МГУС» – 2006. – 410 с.



УДК 698.3

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ДЕРЕВЯННЫХ И ПЛАСТИКОВЫХ ОКОН

Гершкович А.В.

Кузнецкий государственный технический университет, г. , Россия

Достоинства и недостатки деревянных и пластиковых окон.

Планируя строительство нового дома или капитальный ремонт квартиры, возникает вопрос выбора окон. Современный рынок предлагает несколько видов: из деревянного массива и клееного бруса, из металлопластикового и алюминиевого профилей, а также комбинированные модели. Самыми распространенными, постоянно конкурирующими друг с другом, стали деревянные и пластиковые окна.

Целью данной работы является сравнительный анализ их характеристик.

Появление пластиковых окон в России в 90-х годах вызвало настоящий ажиотаж. Прочные и удобные, они успешно заменили старую стоялку, обеспечив хорошую теплоизоляцию и высокое шумопонижение благодаря использованию герметичных стеклопакетов. Рамы из пластика эстетичны, гигиеничны, легко моются и не нуждаются в заклеивании на зиму. Эти качества позволяют пластиковым окнам и по сей день оставаться отличным вариантом для офисных помещений и жилых домов. Сегодня, опираясь на многолетний опыт использования такого остекления, можно сказать, что качество пластиковых окон во многом зависит от качества материалов и правильного монтажа оконных блоков в проемах. При установке особенно важно использование гидро- и теплоизоляционных лент для предотвращения запотевания стекол и образования грибка на откосах.

Главным достоинством пластиковых окон считается высокая степень герметичности в закрытом состоянии, что позволяет сохранять тепло в зимний период, а летом препятствует проникновению пыли и влаги. Однако, если помещение длительное время не проветривать,

воздух в нем «застаивается», становится душно и некомфортно. Таким образом, одно из достоинств становится недостатком. Другой недостаток – это искусственные материалы. При нагреве окон лучами солнца какое-то количество химических веществ может выделяться в воздух. Третьим недостатком пластиковых окон является невозможность устранить механические повреждения рам.

Проводя анализ характеристик деревянных окон были отмечены главные преимущества: экологичность, теплоизоляция, воздухообмен и шумоизоляция. Древесина – это натуральный и экологически чистый материал. На сегодняшний день дерево является лучшим теплоизоляционным материалом на строительном рынке, что объясняется низким уровнем теплопроводности. Древесина обладает свойством пропускать газы и влагу через мельчайшие поры. Естественный газообмен помогает выравнять концентрацию кислорода в помещении, а также вывести лишнюю влагу во внешнюю среду. При производстве деревянных окон предусмотрена, так же как и у пластиковых, повышенная шумоизоляция за счет стеклопакета и уплотнителя.

Конечно, при производстве деревянных стеклопакетов, уделяется внимание качеству древесины. Рамы изготавливаются из клееного бруса, что обеспечивает готовым изделиям высокую прочность и стабильность размеров. Изделия из бруса не растрескаются, не рассохнутся, их не поведет при изменении температуры и влажности. Стеклопакеты изготавливаются так же, как и для пластиковых окон. В отличие от пластика, деревянные стеклопакеты можно отремонтировать. Деревянные шпатлевки помогут замаскировать сколы и вмятины, а лаковые покрытия предохранят от новых повреждений. В целях повышения пожаростойкости используются пропитки специальными веществами.

Главным и существенным недостатком деревянных окон является необходимость периодического обновления их покрытия. Рекомендуется это делать раз в 5 лет. Но производители современных лакокрасочных материалов с каждым годом все больше совершенствуют свою продукцию, придавая покрытиям большую износостойкость и долговечность.

В заключении, можно сделать вывод, что и пластиковые, и деревянные окна имеют свои преимущества и недостатки. Поэтому, при выборе новых окон следует изучить те и другие, и определиться, что важнее. А окна, изготовленные опытными производителями из лучших материалов, прослужат своим владельцам не одно десятилетие.

Библиографический список

1. СНиП IV-14-82. Заполнение оконных проемов.
2. ГОСТ 24700-99. Блоки оконные деревянные со стеклопакетами.



3. Интернет-портал «Все для строительства и ремонта».



УДК 624.21:001.891

ЗАЩИТНОЕ УСТРОЙСТВО ДЕФОРМАЦИОННОГО ШВА

Козлячков С.В.

Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ). Сочинский филиал, г.Сочи, Россия

Овчинников И.И.

*Саратовский государственный технический университет,
г.Саратов, Россия*

Исследование относится к области дорожных строительных конструкций, и охватывает различные конструкции деформационных швов (ДШ) гребенчатого и модульно-гребенчатого типов, используемых в мостостроении. Инновационная модель защитного устройства ДШ обеспечивает безопасный проезд велосипедного транспорта и защиту ДШ от снега, льда, мусора, гравия и щебня.

Известна конструкция ДШ со скользящими гребенчатыми плитами (патент US2008196183, 21.08.2008). Известна конструкция ДШ гребенчатого типа, с консольными пальцами гребенчатых плит (патент EP1359254(A2), 05.11.2003, REISNER & WOLFF ENGINEERING). Известна также конструкция модульно-гребенчатого ДШ (заявка на п/м № 2011103384, 31.01.2011).

Недостатком этих конструкций является открытие продольного и поперечного зазора между гребенчатыми пальцами, при раскрытии ДШ, который может быть препятствием для движения велосипедного транспорта.

Известна конструкция устройства для гребенчатого ДШ (патент EP1033442(A2), 06.09.2000, REISNER & WOLFF ENGINEERING), в которой этот недостаток устранен благодаря установке между гребенчатыми пальцами упругой гребенчатой пластины, соединенной одной стороной болтовым соединением с верхней частью гребенчатой плиты.

Недостатком этой конструкции является наличие дополнительных болтовых соединений (как минимум, два болта на каждую упругую гребенчатую пластину), увеличивающих вероятность их самопроизвольного раскручивания, в процессе эксплуатации, под действием

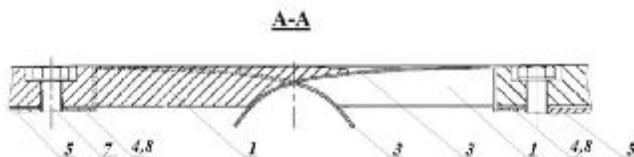
переменных нагрузок и, следовательно, снижающих уровень безопасности при проезде ДШ велосипедным и другими видами транспорта. Также вероятность самопроизвольного раскручивания этих болтовых соединений возрастает и из-за невозможности обеспечения необходимого момента затяжки резьбового соединения, из-за применения болтов малого диаметра, в виду малой ширины упругой гребенчатой пластины.

Целью технического решения является повышение безопасности при движении транспорта по велосипедной части (защитному устройству) ДШ, за счет максимально возможного снижения количества болтовых соединений и обеспечения необходимого момента затяжки их резьбовых соединений, для предотвращения самопроизвольного раскручивания, при эксплуатации ДШ.

Технический результат достигается за счет того, что продольный профиль упругих гребенчатых пластин имеет ступенчатую или двусторонне симметрично-ступенчатую единую (составную) форму, что обеспечивает жесткое закрепление их нижних частей с крайними или промежуточными несущими балками без дополнительных, а при помощи уже установленных, болтовых соединений, между этими несущими балками и гребенчатыми пальцами (гребенчатой плитой). В этом болтовом соединении, как правило, применяются высокопрочные болты, имеющие необходимый диаметр для создания требуемой величины силового момента затяжки, для предотвращения их самопроизвольного раскручивания, при эксплуатации.



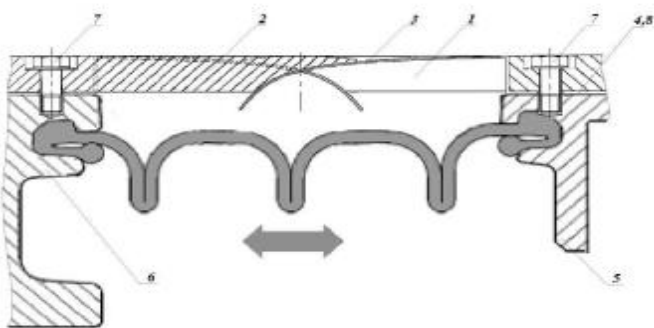
Фиг.1



Фиг.2

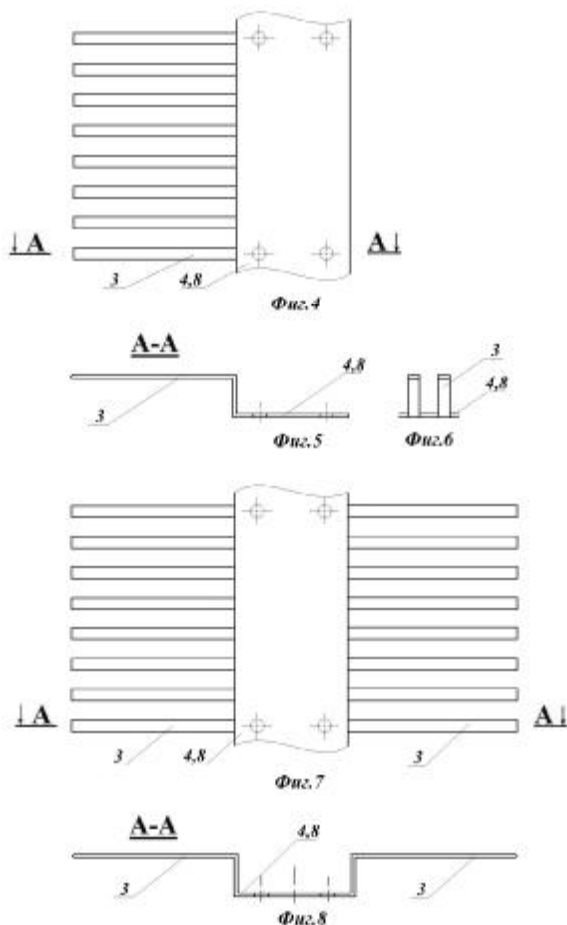


Упругие гребенчатые пластины целесообразно объединять, при помощи одной плоской пластины, в секции по длине соответствующей, закрепленной над ней, секции гребенчатой плиты, для более плотного прилегания поверхностей соединения между собой, и для удобства монтажа и демонтажа. При использовании конструкции в ДШ со скользящими гребенчатыми плитами в ответной гребенчатой плите необходимо фрезеровать отверстия по ширине и количеству упругих гребенчатых пластин врубной гребенчатой плиты, и длину достаточной для их беспрепятственного движения в этих отверстиях, при предельных расчетных эксплуатационных режимах ДШ.



Фиг.3

На фигурах представлены варианты исполнения конструкции ДШ и упругих гребенчатых пластин: на Фиг. 1 план, на Фиг. 2 и 3 продольный профиль, в разрезе, фрагмента секции ДШ с гребенчатыми плитами с односторонне направленными пальцами 1, и с гребенчатыми плитами с двусторонне направленными пальцами 2, Фиг. 3, упругие гребенчатые пластины 3, нижние части 4, упругих гребенчатых пластин 3, фрагменты крайних несущих балок 5 и промежуточной несущей балки 6, Фиг. 3, болтовое соединение 7, плоская пластина 8; на Фиг. 4 план, на Фиг. 5 продольный профиль Фиг. 4, в разрезе, на Фиг. 6 фрагмент поперечного профиля Фиг. 4, нижние части 4 и плоская пластина 8, фрагмента секции упругих гребенчатых пластин 3, со ступенчатой формой; на Фиг. 7 план, на Фиг. 8 продольный профиль Фиг. 7, в разрезе, на Фиг. 6 фрагмент поперечного профиля Фиг. 7, нижние части 4 и плоская пластина 8, фрагмента секции упругих гребенчатых пластин 3, с двусторонне симметрично-ступенчатой формой.



ДШ гребенчатого или модульно-гребенчатого типа, перекрываемый с противоположных сторон односторонне направленными гребенчатыми пальцами (гребенчатыми плитами с односторонне направленными пальцами) 1, или включающий еще и двусторонне направленные гребенчатые пальцы (как минимум, одну гребенчатую плиту с двусторонне направленными пальцами) 2, между которыми расположены упругие гребенчатые пластины 3, имеющие ступенчатую (в устройстве ДШ с односторонне направленными гребенчатыми пальцами 1) или двусторонне симметрично-ступенчатую (в устройстве ДШ с двусторонне направленными гребенчатыми пальцами 2) форму, с це-



люю жесткого закрепления нижних частей 4, упругих гребенчатых пластин 3, между крайней несущей балкой 5 и односторонне направленными гребенчатыми пальцами (гребенчатыми плитами с односторонне направленными пальцами) 1, или между промежуточной несущей балкой 6 и двусторонне направленными гребенчатыми пальцами (гребенчатыми плитами с двусторонне направленными пальцами) 2, при помощи уже установленного болтового соединения 7. Упругие гребенчатые пластины 3 объединены в секции, при помощи плоской пластины 8, включающей нижние части 4, упругих гребенчатых пластин 3. При любом эксплуатационном раскрытии ДШ незакрепленная часть упругих гребенчатых пластин 3 всегда перекрывается противоположно лежащими и, тем самым, закрывая щели между противоположно лежащими и соседними односторонне направленными гребенчатыми пальцами 1 и (или) двусторонне направленными гребенчатыми пальцами 2.

Упругие гребенчатые пластины 3, с двусторонне симметрично-ступенчатой формой, могут иметь единую или составную форму, относительно центральной оси симметрии (Фиг. 7,8), в зависимости от конкретных условий применения.

Ширина упругих гребенчатых пластин 3 должна быть равна ширине между соседними односторонне направленными пальцами 1, или соседними двусторонне направленными пальцами 2, в самом узком месте – в местах их соединения с крайней несущей балкой 5, или с промежуточной несущей балкой 6, или у основания гребенчатой плиты с односторонне направленными пальцами 1, или с двусторонне направленными пальцами 2. Длина упругих гребенчатых пластин 3 должна незначительно превышать длину односторонне направленного гребенчатого пальца 1 (двусторонне направленного гребенчатого пальца 2), с целью их зацепления, при максимальном раскрытии ДШ. Толщина упругих гребенчатых пластин 3 определяется упругими свойствами материала и расчетными нагрузками, которые они должны выдерживать в течении расчетного срока эксплуатации.

Для увеличения жесткости упругих гребенчатых пластин 3 их толщина может быть увеличена и за счет увеличения количества слоев, при помощи установки секций упругих гребенчатых пластин 3 одной на другую. Изготавливаться секция упругих гребенчатых пластин 3 из пружинной стали может методом гильотинного разрезания и холодного профилирования, или холодной штамповки, с вырезом и изгибом, по проекту.

Помимо основной функции, обеспечения безопасного движения велосипедного транспорта, конструкция обеспечивает защиту от про-

никновения под ДШ снега, льда, мусора, гравия и щебня, с проезжей части моста, тем самым, предотвращая смерзание и повреждение гребенчатых пальцев, неравномерное раскрытие модулей, возможные разрывы ленточного компенсатора, или его выдавливание из пазов несущих балок. Предотвращение смерзания и повреждения гребенчатых пальцев ДШ обусловлено еще и тем, что мостовое сооружение всегда находится под действием изменяющихся временных динамических нагрузок, температурных изменений и других воздействий, вызывающих деформацию пролетных строений, изменение их размеров, смещения и повороты в различных направлениях, которые в совокупности передаются и на упругие гребенчатые пластины, вызывая их колебания (вибрацию), что и будет препятствовать кристаллизации влаги при отрицательных температурах, и вызывать разрушение льда, попавшего на ДШ с проезжей части. В связи с этим, целесообразно применение конструкции по всей длине ДШ, под основной поток транспортных средств, без снижения безопасности проезда, так как болтовая схема, при этом, не изменяется.

Библиографический список:

1. Деформационные швы автодорожных мостов: особенности конструкции и работы: учеб. пособие / И.Г. Овчинников [и др.] – Саратов: Изд-во Саратовского гос. техн. ун-та, 2005. – 173 с.
2. Козлачков С.В. Деформационный шов // Заявка на патент РФ на изобретение № 2011108903 – Бюл. ФИПС № 20 от 20.07.2011 - 11 с.
3. Kozlachkov S. W. The expansion joint // Международная заявка на патент на изобретение № PCT RU 2011/000269 от 26.04.2011. Москва: Получающее ведомство МБ ВОИС – 21 с.



УДК 539.384.6

ВЫВОД РАЗРЕШАЮЩИХ УРАВНЕНИЙ СВЯЗАННОЙ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОЙ ЗАДАЧИ ОБ ИЗГИБЕ СФЕРИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ ИЗ РАЗНОСОПРОТИВЛЯЮЩИХСЯ МАТЕРИАЛОВ

**Делягин М.Ю.,
Научный руководитель Трещев А.А.,
Тульский государственный университет, г.Тула, Россия**

Рассматривается задача термоупругости изотропных разнородных материалов на примере полой сферической оболочки при прогибах соизмеримых с ее толщиной. Строится разрешающая система линеаризованных диф-



ференциальных уравнений для этой задачи. Система позволяет учесть эффект связанности полей напряжений и температур, а также зависимость коэффициентов линейного теплового расширения от напряженного состояния.

Современные теории деформирования материалов, свойства которых зависят от вида реализуемого в точке напряженного состояния, позволяют более точно описать состояние конструкции и снизить риски недооценки уровня напряжений. Сферические оболочки из изотропных разнсопротивляющихся материалов применяются в конструкциях ядерных реакторов, поэтому особую важность приобретает учет неравномерного температурного поля и энергетических эффектов деформирования.

Связанная задача о больших прогибах сферических оболочек из изотропных разнсопротивляющихся материалов в условиях термомеханического нагружения и физически и геометрически нелинейна. Линеаризацию уравнений проводим на начальном этапе построения решающей системы.

Зависимости между приращениями деформаций и перемещений в линеаризованной форме при осесимметричном нагружении представлены уравнениями:

$$\begin{aligned} d e_r &= (d u)_{,r} + k d w + w_{,r} (d w)_{,r} - z (d w)_{,rr}, \\ d e_j &= \frac{d u}{r} + \frac{d w}{R} - \frac{z}{r} (d w)_{,r}, \end{aligned} \quad (1)$$

где $d e_r, d e_j$ – приращения радиальных и окружных деформаций, $d w, d u$ – приращения прогибов и радиальных перемещений, k – кривизна оболочки, r – радиальная координата, z – координата, отсчитываемая по нормали к срединной поверхности.

Физические зависимости между деформациями и напряжениями, полученные на основе термодинамического потенциала Гиббса [1], в цилиндрической системе координат с учетом статической гипотезы Кирхгофа-Лява имеют вид:

$$\begin{aligned} e_r &= A s_r + C s_j + A_t q^0 + B a_r s_r + D (a_r + a_j) s_j + \\ &+ (0,5B - D) \left[(1 - a_r^2) s_r - a_j^2 s_j \right] a_r + B_t a_r q^0, \\ e_j &= A s_j + C s_r + A_t q^0 + B a_j s_j + D (a_j + a_r) s_r + \\ &+ (0,5B - D) \left[(1 - a_j^2) s_j - a_r^2 s_r \right] a_j + B_t a_j q^0, \end{aligned} \quad (2)$$

где s_r, s_j – радиальные и окружные напряжения, $a_r = s_r / \sqrt{s_r^2 + s_j^2}$, $a_j = s_j / \sqrt{s_r^2 + s_j^2}$ – нормированные напряже-

ния, q^0 – изменение температуры в точке, A, B, C, D, A_t, B_t – константы потенциала Гиббса [1, 2], $A = 0,5(1/E^+ + 1/E^-)$, $B = 0,5(1/E^+ - 1/E^-)$, $C = -0,5(n^+/E^+ + n^-/E^-)$, $D = -0,5(n^+/E^+ - n^-/E^-)$, $A_t = 0,5(a_{t1}^+ + a_{t1}^-)$, $B_t = 0,5(a_{t1}^+ - a_{t1}^-)$.

Тогда с учетом (2) приращения деформаций:

$$\begin{aligned} de_r &= \frac{\partial e_r}{\partial s_r} ds_r + \frac{\partial e_r}{\partial s_j} ds_j + \frac{\partial e_r}{\partial q^0} dq^0 = \\ &= \Delta_{11} ds_r + \Delta_{12} ds_j + \Delta_{13} dq^0; \\ de_j &= \frac{\partial e_j}{\partial s_r} ds_r + \frac{\partial e_j}{\partial s_j} ds_j + \frac{\partial e_j}{\partial q^0} dq^0 = \\ &= \Delta_{21} ds_r + \Delta_{22} ds_j + \Delta_{23} dq^0; \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} \text{где } \Delta_{11} &= \frac{\partial e_r}{\partial s_r} = A + B(a_r^3 + 2a_r a_j^2) + D a_j^3 - D a_r a_j^2 + \\ &+ (0,5B - D)[a_r^3 + 2a_r a_j^2 - a_r^5 - a_j^5 - 4a_r^3 a_j^2 + 2a_r^2 a_j^3] + B_t q^0 a_j / S; \\ \Delta_{12} = \Delta_{21} &= \frac{\partial e_r}{\partial s_j} = \frac{\partial e_j}{\partial s_r} = C - B a_r^2 a_j + D(2a_r a_j + a_r^3 + a_j^3) + \\ &+ (0,5B - D)[-a_j a_r^2 + 3a_r^4 a_j - 3a_r^3 a_j^2] - B_t q^0 a_r a_j / S; \\ \Delta_{22} &= \frac{\partial e_j}{\partial s_j} = A + B(a_j^3 + 2a_r^2 a_j) + D a_r^3 - D a_r^2 a_j + \\ &+ (0,5B - D)[a_j^3 + 2a_j a_r^2 - a_j^5 - a_r^5 - 4a_r^2 a_j^3 + 2a_r^3 a_j^2] + B_t q^0 a_r / S; \\ \Delta_{13} &= \frac{\partial e_r}{\partial q^0} = A_t + B_t a_r; \quad \Delta_{23} = \frac{\partial e_j}{\partial q^0} = A_t + B_t a_j; \quad S = \sqrt{s_r^2 + s_j^2}. \end{aligned}$$

Выразим из уравнений (3) приращения главных напряжений:

$$\begin{aligned} ds_r &= B_{11} de_r + B_{12} de_j + B_{13} dq^0; \\ ds_j &= B_{21} de_r + B_{22} de_j + B_{23} dq^0, \end{aligned} \quad (4)$$

где $B_{11} = \Delta_{22} / \Delta$; $B_{12} = -\Delta_{21} / \Delta$; $B_{21} = -\Delta_{12} / \Delta$; $B_{22} = \Delta_{11} / \Delta$;

$$B_{13} = (\Delta_{13} \Delta_{21} - \Delta_{23} \Delta_{11}) / \Delta; \quad B_{23} = (\Delta_{23} \Delta_{12} - \Delta_{13} \Delta_{22}) / \Delta;$$

$$\Delta = \Delta_{11} \Delta_{22} - \Delta_{12} \Delta_{21}.$$

Определим приращения усилий:



$$\begin{aligned}
dN_r &= \int_{-h/2}^{h/2} ds_r dz = I_{11} (dw)_{,rr} + I_{12} (dw)_{,r} + \\
&\quad + I_{13} (dw) + I_{14} (du)_{,r} + I_{15} (du) + I_{16}; \\
dN_j &= \int_{-h/2}^{h/2} ds_j dz = I_{21} (dw)_{,rr} + I_{22} (dw)_{,r} + \\
&\quad + I_{23} (dw) + I_{24} (du)_{,r} + I_{25} (du) + I_{26}; \\
dM_r &= \int_{-h/2}^{h/2} ds_r z dz = J_{11} (dw)_{,rr} + J_{12} (dw)_{,r} + \\
&\quad + J_{13} (dw) + J_{14} (du)_{,r} + J_{15} (du) + J_{16}; \\
dM_j &= \int_{-h/2}^{h/2} ds_j z dz = J_{21} (dw)_{,rr} + J_{22} (dw)_{,r} + \\
&\quad + J_{23} (dw) + J_{24} (du)_{,r} + J_{25} (du) + J_{26}.
\end{aligned} \tag{5}$$

где h – толщина оболочки,

$$\begin{aligned}
I_{11} &= - \int_{-h/2}^{h/2} z B_{11} dz; \quad I_{12} = \int_{-h/2}^{h/2} \left(B_{11} w_{,r} - \frac{z}{r} B_{12} \right) dz; \\
I_{13} &= \int_{-h/2}^{h/2} \left(k B_{11} + \frac{B_{12}}{r} \right) dz; \quad I_{14} = \int_{-h/2}^{h/2} B_{11} dz; \\
I_{15} &= \int_{-h/2}^{h/2} \frac{B_{12}}{r} dz; \quad I_{16} = \int_{-h/2}^{h/2} B_{13} dq^0 dz; \quad I_{21} = - \int_{-h/2}^{h/2} z B_{21} dz; \\
I_{22} &= \int_{-h/2}^{h/2} \left(B_{21} w_{,r} - \frac{z}{r} B_{22} \right) dz; \quad I_{23} = \int_{-h/2}^{h/2} \left(k B_{21} + \frac{B_{22}}{r} \right) dz; \\
I_{24} &= \int_{-h/2}^{h/2} B_{21} dz; \quad I_{25} = \int_{-h/2}^{h/2} \frac{B_{22}}{r} dz; \\
I_{26} &= \int_{-h/2}^{h/2} B_{23} dq^0 dz; \quad J_{11} = - \int_{-h/2}^{h/2} z^2 B_{11} dz; \quad J_{12} = \int_{-h/2}^{h/2} \left(B_{11} w_{,r} - \frac{z}{r} B_{12} \right) z dz; \\
J_{13} &= \int_{-h/2}^{h/2} \left(k B_{11} + \frac{B_{12}}{r} \right) z dz; \quad J_{14} = \int_{-h/2}^{h/2} B_{11} z dz; \\
J_{15} &= \int_{-h/2}^{h/2} \frac{B_{12}}{r} z dz; \quad J_{16} = \int_{-h/2}^{h/2} B_{13} dq^0 z dz;
\end{aligned}$$

$$J_{21} = - \int_{-h/2}^{h/2} z^2 B_{21} dz; \quad J_{22} = \int_{-h/2}^{h/2} \left(B_{21} w_{,r} - \frac{z}{r} B_{22} \right) z dz;$$

$$J_{23} = \int_{-h/2}^{h/2} \left(k B_{21} + \frac{B_{22}}{r} \right) z dz; \quad J_{24} = \int_{-h/2}^{h/2} B_{21} z dz;$$

$$J_{25} = \int_{-h/2}^{h/2} \frac{B_{22}}{r} z dz; \quad J_{26} = \int_{-h/2}^{h/2} B_{23} dq^0 z dz.$$

Уравнения равновесия для сферической оболочки под воздействием равномерно распределенной нагрузки в приращениях имеют вид:

$$\begin{aligned} & (dM_r)_{,rr} - (dM_j)_{,r} / r - (dM_r - dM_j) / r^2 - k(dN_r + dN_j) + \\ & + (dN_r) w_{,rr} + N_r (dw)_{,rr} + (dN_j) w_{,r} / r + N_j (dw)_{,r} / r = -dq; \\ & (dN_r)_{,r} + (dN_r - dN_j) / r + \\ & + k[(dM_r)_{,r} + (dM_r - dM_j) / r] = 0. \end{aligned} \quad (6)$$

Уравнение теплопроводности разнсопротивляющегося материала в приращениях примет вид:

$$\begin{aligned} & l(dq^0)_{,zz} - C_s(dq^0)_{,t} - \\ & - \left[A_t(ds_r + ds_j)_{,t} + B_t(a_r(ds_r)_{,t} + a_j(ds_j)_{,t}) \right] T_0 + U = 0. \end{aligned} \quad (7)$$

где l - коэффициент теплопроводности, C_s - теплоемкость материала при постоянном напряжении, U - удельная мощность источников тепла.

Подставляя в уравнения (7) и (6) зависимости (1), (4), (5) получим систему линеаризованных дифференциальных уравнений в частных производных относительно приращений прогибов, радиальных перемещений и изменений температур. С помощью метода конечных разностей получим систему линейных алгебраических уравнений. Решать систему будем дважды на каждом этапе нагружения согласно двухшаговому методу последовательного возмущения параметров В.В. Петрова [3]. Напряжения нельзя явно выразить через деформации, поэтому на первом этапе нагружения необходимо применить итерационную процедуру метода упругих решений А.А. Ильюшина.

Библиографический список

1. Матченко Н.М., Трещев. А.А. Теория деформирования разнсопротивляющихся материалов. Прикладные задачи теории упругости. – М.: Тула: РААСН; ТулГУ, 2004. – 211 с.



2. Трещев А.А. Теория деформирования и прочности материалов, чувствительных к виду напряженного состояния. Определяющие соотношения / А.А. Трещев. – М.: Тула; РАСН; ТулГУ, 2008. – 264 с.
3. Петров В.В. Методы расчета конструкций из нелинейно деформируемого материала / В.В. Петров, И. В. Кривошеин // Учеб. пособие. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2009. – 208 с.



УДК.624.012.4

СПОСОБ ЗАМЕНЫ ПЛИТ ПОКРЫТИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

Гарькин И.Н.

Научный руководитель Нежданов К.К.

*Пензенский государственный университет архитектуры и строительства,
г. Пенза, Россия*

*В настоящей работе приводится метод замены плит покрытия без останова-
ки технологического процесса в промышленном здании.*

Основа процветания любого региона нашей страны, в том числе Пензенской области, это развитое промышленное производство. Одним из крупнейших промышленных предприятий Пензенской области является завод “Тяжпромарматура”, из года в год увеличивающие производство своей продукции в результате модернизации оборудования, внедрения новых технологий и повышения культуры производства. Производственные корпуса, построенные несколько десятков лет назад, имеют повреждения несущего каркаса.

В результате обследования блока цехов, проведённого в 2007 г., были выявлены дефекты, возникшие в результате погрешностей при монтаже конструкций, а также в результате коррозии бетона и арматуры. Обнаруженные повреждения и дефекты аналогичны для и других промышленных предприятий, что делает предложенные методы устранения этих недостатков актуальными. Рассмотрим это подробнее.

Описание конструкций цеха. Блок цехов выполнен шестипролётным. Пять пролётов по 18000мм ($18000 \cdot 5 = 90000$ мм по осям) плюс ещё один пролёт шириной по осям 24000мм. Общая ширина шести пролётов равна $90000 + 24000 = 114000$ мм. Каждый из пролётов имеет три температурных блока. Шаг рам железобетонного каркаса равен 6000мм. Суммарная длина трёх температурных блоков равна

$42000+54000+42000=138000\text{мм}$. Колонны железобетонные, с консолью для железобетонных подкрановых балок тавровых в сечение, пролётом 6000мм. Шарнирные соединения осуществлены посредством болтовых соединений.

Пространственная жёсткость каркаса обеспечена системой стальных связей в каждом из температурных блоков здания. В продольном направлении жёсткость и пространственное положение колонн обеспечены вертикальными связями по колоннам в нижней части колонн (ниже подкрановых блок); такие связи имеются в каждом температурном блоке.

Железобетонные подкрановые балки связывают колонны друг с другом и являются распорками, ограничивающими гибкость железобетонных колонн из плоскости каждой из рам.

По неизвестным причинам *крестовые связи по колоннам выше подкрановых балок нигде не смонтированы*

Применена безпрогонная система покрытия. Основной несущей конструкцией является трёхшарнирная железобетонная арка с затяжкой из швеллера. Недостаток безпрогонной системы покрытия известен – пониженная надёжность системы. При значительном со временем коррозионным износом опорных частей ребристых плит покрытия, опирающихся на нижележащую конструкцию, возникает опасность падения отдельных плит, получивших наибольший коррозионный износ.[1]

Известные схемы обрушения отдельных плит покрытия происходят в следующей последовательности:

- в результате нарушения сцепления бетона с арматурой на одном или другом конце разрезной однопролётной плиты арматура продёргивается и один из концов плиты начинает падать, при удержании второго конца плиты на смежном ригеле;
- происходит разгон плиты как маятника;
- плита, вращаясь по радиусу, вокруг точек подвеса её на ригеле, достигает нижнего пояса ригеля *и производит сильный опасный удар по нему;*
- *удар по нижнему поясу ригеля может повлечь за собой падение с ригеля ещё нескольких плит* (этим безпрогонная система и опасна).

Поэтому сильно повреждённые коррозией плиты покрытия необходимо своевременно усилить или заменить (лёгкой конструкцией).

В пятидесятых годах двадцатого века ребристые плиты покрытия стали широко применять на практике. По техническим условиям плиты снабжают закладными деталями по их углам. Ответные заклад-



ные детали должны иметься в верхних поясах железобетонных ригелей. Закладные детали каждой из плит должна привариваться к нижележащей конструкции не менее чем по трём углам. К сожалению, это требование норм часто нарушается: проконтролировать качество сварки и состояние этих узлов невозможно, так как эти узлы, после окончания монтажа сооружения, становятся недоступными для осмотра.

При проектировании промышленных зданий во второй половине прошлого века было принято считать, что ребристые плиты покрытия образуют жёсткий диск покрытия, то есть считается, что при воздействиях, например, мостовых кранов за счёт жёсткого диска покрытия непосредственно нагруженной раме помогают соседние смежные с ней рамы.

Однако в нормах отмечается, что жёстким диск покрытия можно считать только тогда, когда каждая из плит приварена не менее чем в трёх точках, а швы между плит плотно заполнены пластичным мелкозернистым бетоном соответствующей марки. Это требование, по заполнению швов между плит мелкозернистым бетоном, также постоянно нарушается строителями и, следовательно, *жёсткий диск из плит не формируется* (в этом случае поддерживающее влияние смежных рам нагруженной рамы отсутствует и его учитывать не следует). Ко всему прочему беспрогонная система покрытия опасна и тем, что срыв даже одной плиты может спровоцировать лавинообразное обрушение, которое обрушит весь температурный блок (влечёт за собой наибольшие жертвы, разрушения и материальный ущерб). Пример этому, обрушение ЛАЗа в декабре 1988 года. [2]

Считаем, что улучшение конструкций нужно осуществить путём замены (если это возможно) плит покрытий находящихся в аварийном состоянии

При эксплуатации зданий или сооружения, с аварийными плитами покрытиями, неизбежны аварии и обрушения, что ведёт к человеческим жертвам и материальному ущербу (в условиях использования особо дорогостоящего оборудования, материальный ущерб может быть весьма значительный). В пяти пролётах обнаружены аварийные железобетонные ребристые плиты покрытия, которые следует удалить по разработанной «Технологии удаления аварийных железобетонных ребристых плит покрытия».

Данная технология такова:

- на тележку мостового крана устанавливается щит, поддомкраченный снизу четырьмя гидродомкратами;
- тележка крана подъезжает под плиту покрытия, которую следует удалить;

- гидродомкраты поддомкрачивают щитом аварийную плиту;
- прикрепляют аварийную плиту к щиту;
- плита “обрубаётся”;
- гидро-домкраты плавно опускают плиту вниз на сколько возможно;
- в торце пролёта выполняют сквозной проём;
- мостовой кран отвозит плиту к проёму цеха и удаляют через проём;
- на освободившемся месте монтируют прогоны, восстанавливают слои покрытия.

Библиографический список

1. Нежданов К.К. // Техническая экспертиза состояния блока цехов №1 и выдача рекомендации по совершенствованию кровли покрытия. - Пенза. 2006.
2. Кузин Н.Я., Нежданов К.К., Елизаров Ю.В. и др. // Обследование строительных конструкций стальной конструкции цеха ЛАЗа после обрушения и разработка рекомендации по и разборке. – Пенза. 1989.



УДК 624.014

СПОСОБ МОНТАЖА ПОДКРАНОВЫХ БАЛОК В СТЕСНЁННЫХ УСЛОВИЯХ

Гарькин И.Н.

Научный руководитель Нежданов К.К.

*Пензенский государственный университет архитектуры и строительства,
г. Пенза, Россия*

В настоящей статье представляется перспективный метод замены подкрановых балок на предприятиях преимущественно с непрерывным циклом работы

Долговечность подкрановых конструкций оказывается в несколько раз меньше, чем других элементов каркаса здания, и их приходится периодически заменять. В отдельных случаях замену производят через 4-5 лет интенсивной эксплуатации, при этом приходится останавливать непрерывный технологический процесс промышленного производства.

Такие остановки приносят значительные материальные убытки предприятию, поэтому возникла необходимость разработать способы монтажа, уменьшающие вынужденные просто до минимума.



В настоящей работе представляется способ монтажа подкрановых балок без остановки технологического процесса при реконструкции.

При этом на существующие подкрановые пути устанавливают две монтажные балки и для устойчивости соединяют их между собой поперёк пролёта цеха. В качестве монтажной баки служит одна из вновь монтируемых балок с массой не менее, чем демонтируемая.

На один из концов монтажной балки устанавливают силовое устройство, оснащённое основным возвратно-поступательным гидроцилиндром, наклон которого регулируют вспомогательным гидроцилиндром. На основном гидроцилиндре устанавливают клещевой захват.

Монтажную балку поднимают на рельсовый путь краном в зоне, свободной от технологического оборудования (торец цеха). На рельс демонтируемого пути устанавливают автоматическое устройство для захвата и продольного перемещения кранового рельса[1]. Монтажную балку одной и второй нитки соединяют с рельсом существующего подкранового пути через это устройство, а для обеспечения вертикальности, две монтажные балки одного пролёта соединяют друг с другом поперечными балками.

Монтажные балки одной и второй ниток пути поступательно перемещают. Силовым устройством монтажные балки захватывают демонтируемую балку по её центру тяжести, обрезают крепления демонтируемой балки и с помощью гидроцилиндров силового устройства поднимают её до совпадения торцов монтажной и демонтируемой балки и опрокинуть её не может. Кроме того, она соединена с рельсами пути.

Включают устройство для продольного перемещения, перемещают монтажную и демонтируемую балки в конец цеха, отъединяют демонтируемую от монтажной балки и снимают её.

Поднимают новую балку, захватывают её силовым устройством монтажной балки по центру тяжести и соединяют их торцами. Перемещают монтажную балку вместе с монтируемой балкой поступательно. Конец новой балки скользит по рельсу пути. Перемещают новую балку поступательно до тех пор, пока она консольно не зависнет над проектным местом.

Далее с помощью монтажных устройств балку опускают на проектное место и закрепляют. Затем цикл повторяют. Таким образом, заменяют все балки[2].

Оригинальность способа и устройства для монтажа балок в том, что монтаж производится специальной монтажной балкой, перемещающейся по крановым конструкциям с мостовым краном, оборудованным монтажными устройствами.



отличии от западных стран на российских дорогах встречаются однотипные дорожные ограждения, что приводит к большей аварийности чем за рубежом.

Ключевые слова: дорожные ограждения, аварийность, ДТП, вид дорожных ограждений.

1. Типы дорожных ограждений

1.1 Жесткие дорожные ограждения

К жестким ограждениям относятся бордюры и парапеты из бетона, железобетона и природного камня. Они представляют собой недеформируемые ограждения, имеют очень низкое поглощение энергии и отклонения.

1.2 Полужесткие дорожные ограждения

К полужестким относят всем известные металлические барьерные ограждения. Металлическое барьерное ограждение – это конструкция, состоящая из секций балки, стоек, консолей. Секции балки изготавливаются из специального гнутого профиля, стойки дорожные изготавливаются из стального С-образного профиля или двутавра

1.3 Гибкие дорожные ограждения

К этому виду относятся тросовые ограждения. Такие ограждения представляют собой стойки с натянутыми между ними тросами. Как правило, они имеют три или четыре боковых троса диаметром от 19 мм.

2. Дорожные ограждения на российских дорогах

Российском рынке производства дорожных ограждений существует большое количество фирм производящих ограждающие конструкции. На практике разнообразие видов дорожных ограждений очень мало и ограничивается типами 11 ДО, ДО-УБ, ДО-УТ, 11 ДД. Такая же ситуация обстоит и с ограждениями применяемые на мостах и подходах к нему - 11 МО, МО-УБ, 11 МД [3].

На наших дорогах можно наиболее часто встретить следующие дорожные ограждения:

1. Конус дорожный со светоотражающей полосой, применяется при проведении ремонтных работ или в случае ДТП.

2. Ограждение металлическое (либо из композитных материалов) барьерного типа. Бывает одно и двустороннее. Применяется для разделения полос встречного движения и для ограничения съезда за пределы дороги.

3. Блоки водоналивные всевозможных форм. Служат для компенсации силы удара автомобиля при аварийной ситуации либо для ограничения проезда.

4. Дорожные сигнальные столбики. Как правило, бетонные с нанесенной светоотражающей краской, служат для ограничения съезда автотранспорта за пределы дороги.

5. Сетки оградительные всевозможных размеров. Применяются для ограничения выхода на проезжую часть животных.

Российские дороги на большей протяжённости имеют реченческие дорожные ограждения, которые, как правило, не отвечают требованиям по удерживающей способности и имеют морально устаревшую конструкцию. При установке дорожных ограждений строители стремясь к выгоде предпочитают стандартные схемы установки дорожных ограждений не учитывая характеристик движения (интенсивность, скорость транспортного потока, состав движения) и дорожных условий (кривые в плане, вертикальные кривые, виражи). Не учитывая выше приведённые факторы, другие виды дорожных ограждений (тросовые, железобетонные, пластиковые) остаются невос требованными, что приводит к тяжёлым последствиям при ДТП.

Об необходимости установки барьерных ограждений говорят данные таблицы 2.1 [4].

Таблица 2.1

Влияние дорожных ограждений на тяжесть ДТП

Наличие ог- раждения	Вид ДТП	Ране- но, чел.	Погиб- ло, чел.	Всего ДТП	Тяжесть последст- вий
отсутствуют	Съезд с обочи- ны с опроки- дыванием	620	75	450	0,17
	Выезд на встречную по- лосу	93	6	30	0,20
	сумма	713	81	480	0,17
имеются	Съезд с обочи- ны с опроки- дыванием	80	4	55	0,07
	Выезд на встречную по- лосу	24	1	25	0,04
	сумма	104	5	80	0,06

3. Дорожные ограждения, применяемые за рубежом

На автомагистралях Европы практически всегда в начале дорожных ограждений, разделяющих полосы движения, вы можете увидеть наполненные водой пластиковые блоки. Это тоже своеобразная защита водителей и пассажиров, которая уменьшает степень повреждения при



наезде на металлические конструкции самих же дорожных ограждений.

Опыт Швеции показывает, что реконструкция 2-х полосных дорог в 2+1 дороги с использованием тросового ограждения приводит к сокращению числа жертв от аварий на 73-79%. Показатель говорит сам за себя. Около 60 процентов аварий, которые сопровождаются столкновением с разделительным ограждением, происходят в разделе одной полосы, около 55 процентов происходят во время зимы, и около 8 процентов при переходе от двух полос движения к одной

В США большой популярностью пользуются разделительные железобетонные ограждения уникального профиля, который делает конструкцию ограждения более безопасной, чем конструкция металлического ограждения, особенно при боковом столкновении типа «Нью-Джерси». Их особая конструкция способствует плавной смене траектории автомобиля и практически исключает травматизм в результате наезда. Устанавливаются они по обочинам проезжей части и на разделительной полосе».

В западных странах устанавливают на разделительных полосах и на кромке проезжей части моста или автомагистрали высокие монолитные или сборные конструкции бетонных ограждений «Триэф», отклоняющие наезжающие автомобили и гасящие их энергию, не нанося им повреждений. Ограждающий бордюр типа «Триэф» состоит из бетонных блоков фигурного профиля, устанавливаемых на краю проезжей части моста или дороги, в том числе и вдоль разделительной полосы. Колесо машины, въезжающее на наклонную подошву ограждения, прижимается к нему шиной, которая, заклиниваясь в вогнутой части ограждения, вызывает быстрое торможение автомобиля.

4. Влияние ограждений на аварийность мостовых сооружений

Не секрет что одним из самых опасных участков при движении на автомобиле является мост или транспортная развязка, авария на которой приводит к самым тяжёлым последствиям. На конечной стадии ДТП единственным спасением является ограждение, от которого зависит исход дорожно-транспортного происшествия.

В таблице 4.1 приведены данные статистики аварийности на мостовых сооружениях, которые свидетельствуют о значительных разрушениях в зоне крепления стоек к закладным деталям и разрывах анкеров [2].

5. Противоударная дорожная демпфирующая система.

Демпфирующая система предназначена для предотвращения тяжелых последствий аварийного столкновения транспортного средства с различными инженерными конструкциями на дорогах. Устанавли-

ваются такие системы перед развилками дорожного полотна, перед острыми углами дорожных ограждений, в местах разделения транспортных потоков, перед опорами мостов и тоннелей и на других опасных участках дорог.

Таблица 4.1

Статистика аварийности на мостовых сооружениях

Разрушение ограждений	ДТП	Погибло	Ранено	ДТП	Погибло	Ранено
На мостовых сооружениях						
Разрушение дорожной одежды в зоне крепления стоек к закладным деталям	36	5	41	25,7%	17,9%	27,5%
Повреждение плиты в месте анкеровки ограждений	12	0	12	8,6%	0,0%	8,1%
Разрыв анкеров закладных деталей	33	9	38	23,6%	32,1%	25,5%
Полное разрушение ограждений при наезде автомобиля	53	12	49	37,9%	42,9%	32,9%
Частичное разр. огр. при наезде автомобиля	6	2	9	4,3%	7,1%	6,0%

Таблица 5.1

Влияние устройства демпфирующих систем на количество наездов на препятствие [1]

Тяжесть последствий ДТП	Снижение количества ДТП с наездом на препятствие
ДТП со смертельным исходом	-69%
ДТП с ранениями	-69%
ДТП с материальным ущербом	-46%

Конструкция отечественной разработки имеет модульное строение и работает по принципу складывающегося телескопа. Роль демпфирующих устройств выполняют специальные торсионно-тросовые элементы квазинулевой жесткости. Система может комплектоваться секциями с различной жесткостью, что повышает безопасность води-



теля и пассажиров при столкновении. После аварийного удара система вытягивается в первоначальное положение без замены к-л комплектующих и полностью готова к работе.

Библиографический список

1. *The Handbook of Road Safety Measures*. Edited by Rune Elvik and Truls Vaa, Institute of transport Economics, Oslo, Norway, 2004
2. Ивченко И. Анализ влияния мостовых удерживающих ограждений на аварийность [Текст] / И. Ивченко, Т. Морозова, В. В. Новизенцев // Молодой ученый. — 2011. — №4. Т.3. — С. 100-104
3. ГОСТ 26804-86 Ограждения дорожные металлические барьерного типа. Технические условия.
4. Шестериков В. И. Эффективность применения барьерных ограждений в России. /Дорожная держава.-2011.-№ 33-С.42-44.



УДК 624.042

УЛУЧШЕНИЕ СВОЙСТВ ФИБРОБЕТОНА

Осокин И.А., Пермикин А.С.,

*Уральский государственный университет путей сообщения,
г.Екатеренбург , Россия*

Фибробетон по сравнению с обычным бетоном обладает многими преимуществами, однако, фибробетон обладает рядом недостатков: не во всех случаях удается использовать полностью несущую способность фибр из-за их неконтролируемого расположения, повышенной связностью не позволяющей равномерно распределить фибры в теле бетона. Устранение этих недостатков является важным направлением в развитии технологий работы с фибробетоном.

Фибробетон иногда называют дисперсно-армированным бетоном. В результате дисперсного армирования достигается блокирование процесса страгивания и развития трещин в строительной конструкции с учетом особенностей структуры материала. Фибробетон до настоящего времени малоизучен, однако он обладает рядом положительных качеств: так, при массе в 2 раза меньшей, чем железобетон, трудоемкость его изготовления меньше на 36 %. Применение сталефибробетона весьма эффективно в связи с тем, что обеспечиваются повышенная надежность и долговечность строительных конструкций.

Фибробетон выгодно отличается от традиционного бетона, имея в несколько раз большую прочность на растяжение и срез, большую трещиностойкость, жаропрочность, вязкость и т.д. Так, например, при работе конструкции на изгиб прочность фибробетона превосходит обычный бетон до 20 раз. Ряд сравнительных параметров приведен в таблице 1[1].

Обладая значительными преимуществами, фибробетон имеет также и ряд недостатков. К ним относятся повышенная связность, жесткость, в результате чего возникает необходимость использования специальных пластификаторов и оборудования, позволяющих обеспечить равномерность распределения фибр в теле бетона. В результате исследований, проведенных в НИИЖБ, было установлено, что добавление в фибробетон суперпластификатора С-3 в количестве 0,75% от массы бетона позволяет использовать для получения фибробетона с содержанием 1-1,5 % фибры обычное оборудование.

Таблица 1.

Сравнение физико-механических характеристик фибробетона и бетона

Характеристики	Бетон	Фибробетон
Прочность на осевое растяжение, Мпа	1,5-4,0	4,0-30,0
Прочность на сжатие, Мпа	21,0-35,0	35,0-60,0
Прочность на срез, 10^{-5} Мпа	2,0-4,5	4,5-8,5
Коэффициент температурного расширения, 10^{-6} см/°С	9,9-10,8	8,4-11,1
Ударная прочность, кг/м	4,8	13,8
Индекс сопротивления растрескиванию (по испытаниям на жаропрочность)	1	7
Индекс усталостной прочности (предельные соотношения)	0,5-0,55	0,8-0,95
Индекс вязкости разрушения	1	10-20

Применение фибр в качестве наполнителя бетона увеличивает его предел прочности на осевое растяжение в среднем на 29%, позволяет уменьшить толщину покрытия из бетона на 30-40%, увеличивает срок службы в 2-4 раза, при этом уменьшается объем арматурных работ при устройстве покрытия, снижаются затраты на ремонтные работы. При применении фибропенобетона в качестве термоизоляционного слоя увеличивается морозостойкость конструкции, на 20-25% уменьшается стоимость конструкции по сравнению со стандартными технологиями.



Дисперсное армирование позволяет уменьшить потери при забивке свай на 5%. Дисперсно-армированные пластины имеют высокую трещиностойкость и ударную прочность по сравнению с применяемыми железобетонными, в них более эффективное перераспределение усилий, отмечено также снижение истираемости.

Принцип работы фибробетона как композита состоит в том, что фибры связываются с бетоном за счет сил адгезии и в дальнейшем при воздействии нагрузки фибробетон и бетонная матрица работают совместно.

Одним из важных направлений в развитии технологии производства фибробетонов повышенной прочности является разработка методов ориентации армирующих элементов—фибр вдоль растягивающих напряжений, возникающих при работе готового изделия. Такая ориентация позволяет повысить сопротивление бетона растяжению в полтора—два раза. Направленное армирование может осуществляться постоянным магнитным полем на стадии формования изделия. Однако этот способ остается до сих пор крайне малоизученным.

Вследствие того, что бетонная смесь, как любая структурированная система, обладает предельным напряжением сдвига, поворот фибры в смеси возможен лишь при действии на нее момента сил, превышающего некоторое предельное значение момента. Статистическая погрешность каждой серии не превышала 10 %. Фибры нарезались из гладкой низкоуглеродистой проволоки общего назначения. При отношении l/d больше 30 эта зависимость с высокой точностью описывается эмпирической формулой:

$$M = k \cdot d \cdot l^2 \quad (1)$$

где k имеет смысл некоторого предельного напряжения сдвига при повороте для данной бетонной смеси, и в этом эксперименте приближенно равнялась 2500 Па. Оказалось, что значение k связано с силой F , необходимой для выдергивания фибр из смеси, и в производственных условиях может рассчитываться по экспериментально полученной формуле:

$$k = F / 4dl \quad (2)$$

При l/d меньше 30 значения M оказались несколько ниже рассчитанных по (1), что может быть объяснено большим влиянием обтекания смесью концов фибры. Следует отметить, что в производстве фибробетонов редко используют фибры с такими размерами.

Для изучения зависимости M от подвижности бетонной смеси готовились смеси следующих составов Ц:П – 1:1, 1:2, 1:3. Водоцементное отношение варьировалось в пределах 0,4–0,65. Использовался обычный портландцемент марки М400. В качестве заполнителя

применялись пески с модулем крупности 1; 1,5; 2. Обнаружено, что при неизменной крупности заполнителя значение M , в широких пределах может однозначно определяться по осадке конуса смеси. Однако с ростом крупности заполнителя значение M увеличивается даже при неизменной осадке конуса. Отметим, что при осадке конуса, меньшей 4 см, при повороте фибр возможно образование пустот, поэтому изделия на основе таких смесей после ориентации требуют дополнительно формирования.

Измерение момента сил N , действующего на фибру в магнитном поле, проводилось таким же образом, как и измерение M , но теперь устройство помещалось в соленоид длиной 12 см и внутренним диаметром 8 см, в котором создавались постоянные магнитные поля индукцией до 0,2 Тл.

В постоянном магнитном поле на стальные фибры действует момент сил, который ориентирует их вдоль силовых линий поля. Момент этой силы вычисляется по формуле:

$$N = p \cdot B \cdot \sin(j) \quad (3)$$

где p —магнитный момент фибры; B —индукция поля; φ – угол между векторами индукции и магнитного момента.

В использованных полях намагниченность стали достигала насыщения, а направление магнитного момента фибр было направленно вдоль фибр в силу искривления линий напряженности поля на границе ферромагнетика и относительно малой толщиной фибры по сравнению с ее длиной. Поэтому магнитный момент фибр можно считать постоянным:

$$p = 0,785m \cdot l \cdot d^2 \quad (4)$$

где m —насыщенная намагниченность стали, $1,3 \cdot 10^6$ А/м.

В неоднородном магнитном поле на фибру действует и сила, направленная в сторону увеличения индукции, но чтобы перемещение всей фибры в бетонной смеси стало возможным, требуется градиент поля на порядок больший, чем тот, который создается обычным рченноидом.

Естественно, что при коллективной ориентации фибр в фибробетонной смеси значение магнитного поля, необходимого для ориентации, будет иным, чем для поворота одиночной фибры, и будет зависеть: а) от снижения общей подвижности смеси; б) механического влияния фибр друг на друга при повороте; в) взаимодействия фибр между собой как магнитных диполей. Для оценки влияния этих факторов измерялась индукция поля, необходимая для ориентации фибр длиной 1,2 и 1,5, диаметром 0,35 мм в смесях с коэффициентами объ-



емного армирования 1,3 и 2 %. Установлено, что поворот фибр начинался при значениях индукции поля на 20–30% больше, чем при повороте одиночной фибры, но при достижении угла между направлением фибры, и индукцией до 30–40 градусов фибры легко ориентировались за счет дипольного взаимодействия между собой, принимая невыгодное для себя энергетическое положение вдоль силовых линий, тогда как одиночной фибре в силу (3) необходимо было дальнейшее увеличение поля. В соответствии с экспериментальными данными и формулами (1), (3), (4), была предложена формула (5) для расчета индукции поля, необходимой для ориентации фибр в фибробетонных смесях:

$$B = 2,5(l / m \cdot d) \quad (5)$$

При повороте фибр в фибробетонной смеси не все фибры, в силу их большого механического влияния друг на друга, ориентируются вдоль поля (особенно при увеличении их длины и коэффициента объемного армирования). Ориентация носит вероятностный характер. Для оценки степени ориентации, определяемой коэффициентом ориентации k , от размеров фибр и коэффициента объемного армирования n , была проведена серия экспериментов.

Отмечено, что при достижении магнитным полем значения, необходимого для ориентации большей части фибр, при дальнейшем увеличении поля ориентация почти не происходила, а коэффициент ориентации зависел лишь от соотношения nl/d (от которого, кстати, зависит способность фибр к перемешиванию). Таким образом, перемешивание фибр и ориентация их магнитным полем имеют сходную механическую природу.

Итак, ориентация магнитным полем возможна в малоподвижных и подвижных бетонных смесях с осадкой конуса более 2–4 см. При меньшей подвижности после ориентации требуется дополнительное непродолжительное уплотнение, а в жестких смесях ориентация возможна только при параллельном вибрировании смеси.

При расчете величины магнитного поля, необходимого для ориентации, следует пользоваться формулой (5), причем значение m брать из справочников по сталям, а k определять по формуле (2). При расчете прочности фибробетона, подвергнутого магнитной ориентации, следует пользоваться зависимостью коэффициента ориентации от параметра nl/d . Магнитная ориентация особенно эффективна если nl/d меньше 2 [2].

Библиографический список

1. Пестряков А.Н., Овчинников И.Г., Горшков В.П. Пластины из фибробетона: эксперименты, модели деформирования, результаты расчета//СГТУ. – Саратов: СГТУ, 2004. – с. 9–11.

2. Матус Е.П., Безбородов Е.Г. Ориентация магнитным полем отрезков стальной проволоки в бетонных смесях // Труды НГАСУ. – Новосибирск: НГАСУ, 1999. – Вып. 3 (4) – с. 29–34.



УДК. 622.258.3

ОБЛЕГЧЕННЫЕ КОНСТРУКЦИИ ЖЕСТКОЙ АРМИРОВКИ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ СТВОЛОВ

Сотников М.Б.

*Шахтинский институт (филиал) Южно-Российского государственного
технического университета (Новочеркасского политехнического института),
г.Шахты, Россия*

Рассмотрены достоинства и недостатки существующих узлов крепления жесткой армировки стволов. Представлена новая конструкция и схема облегченной армировки вентиляционных стволов, направленная на повышение технико-экономической эффективности армирования

Способ заделки расстрелов жесткой армировки путем бетонирования в лунках, получивший наибольшее распространение на практике, имеет ряд существенных недостатков: большую трудоемкость работ, низкое качество заделки, тяжелые условия эксплуатации узла. Конец расстрела воспринимает и передает на крепь комплекс статических и динамических нагрузок. Статические нагрузки складываются из собственной массы армировки и усилий, возникающих в системе «порода – крепь – армировка» в случае проявления горного давления. Динамические нагрузки вызываются движением подъемных сосудов и проявляются в виде ударных воздействий и вибраций.

Начиная с 80-х годов прошлого века в отечественной горнодобывающей промышленности наметилась тенденция расширения применения способа крепления элементов армировки на анкерах. Анализ опыта применения таких узлов показывает, что они позволяют снизить трудоемкость работ на 25 – 40% и увеличить скорость армирования в 1,18 – 1,45 раза.

В то же время в процессе внедрения анкерного способа крепления армировки выявлен недостаток, заключающийся в сложности компенсирования отклонений стенок ствола от проектного положения, так как в этих условиях возникала необходимость изготовления расстрелов индивидуальной длины для каждого яруса или использования



промежуточных кронштейнов, снижающих жесткость и надежность конструкции.

С целью решения данной проблемы был разработан и внедрен новый способ крепления расстрелов на анкерах, выдвинутых в ствол и образующих пространственную конструкцию, равнопрочную рченклу [1].

Предложенный способ исключил необходимость применения кронштейнов для прикрепления к ним элементов армировки, позволил повысить точность монтажа, надежность армировки путем исключения дополнительных болтовых соединений или электросварки, снизить капитальные затраты и трудоемкость работ.

На основании данной разработки с целью повышения технико-экономических показателей жесткой армировки вентиляционных стволов с небольшими динамическими нагрузками на армировку разработана конструкция с креплением проводников непосредственно на анкерных консолях (рис. 1).

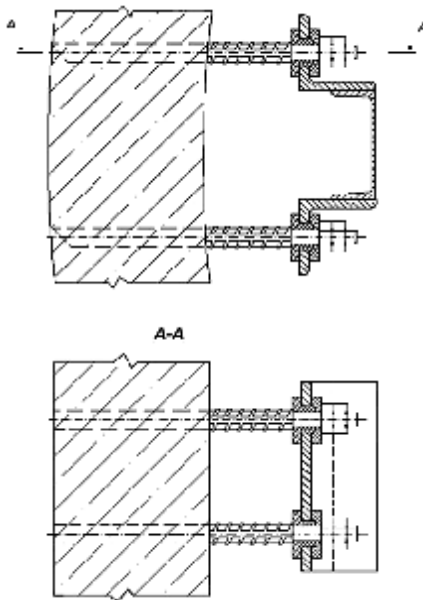


Рис. 1. Конструкция анкерной консоли

Выдвинутые в ствол анкера, соединенные опорной плитой, образуют монолитную пространственную конструкцию консольного типа. Диаметр анкеров, расстояния между ними и глубина заделки опре-

деляются расчетом, исходя из запланированных нагрузок на армировку и прочностных характеристик крепи ствола. Расстояние между опорной плитой и крепью зависит от схемы армировки и радиальных отклонений стенок ствола от проектного сечения.

На рис. 2 представлена разработанная схема армировки вентиляционного ствола большого диаметра с диагональным односторонним расположением проводников, позволяющая обеспечить минимальную длину анкерных консолей.

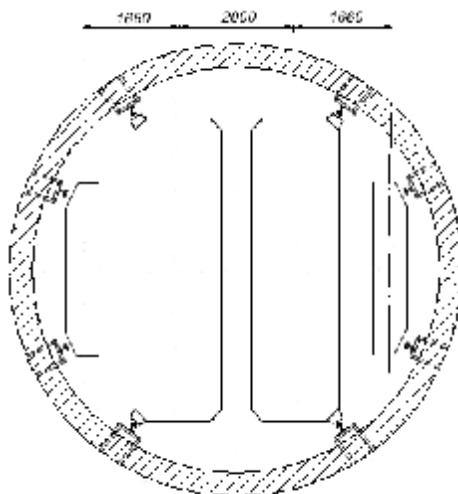


Рис. 2. Безрасстрельная схема армировки вентиляционного ствола

Подобные схемы армировки можно разработать практически для всех возможных вариантов компоновки подъемных сосудов вентиляционных стволов. Проведенные расчеты свидетельствуют о высокой технико-экономической эффективности таких схем за счет значительного снижения металлоемкости армировки, аэродинамического сопротивления ствола и трудоемкости работ по ее монтажу.

Библиографический список

1. Сыркин П.С., Ягодкин Ф.И., Мартыненко И.А. Технология армирования вертикальных стволов. – М.: Недра, 1996. – 202 с.





УДК 691.3

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ И ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КЕРАМЗИТОВОГО ПЕСКА

Арещенко Е.А., Жихарев А.А.,
Научный руководитель Гилязидинова Н.В.,
КузГТУ

Россия и частности Кузбасс очень масштабно производит керамзитовый гравий, так как керамзит стал более востребован в домостроении. При изготовлении керамзитового гравия на производстве стало образовываться некоторое количество отходов, таких как мелкий и крупный керамзитовый песок, который уже не используют в производственных целях. И встал вопрос о исследовании и изучении свойств керамзитового песка. Данная работа выполнялась по заявке и непосредственном сотрудничестве с ЗЖБИ-3 города Кемерово.

Цель исследования – выяснить, возможно, ли использование крупного керамзитового песка для штучных элементов и устройстве полов, а мелкий в качестве кладочного раствора. Исследовать свойства песка и исследовать структуру и прочностные характеристики пробных образцов с различным отношением цемента к песку. Полученные результаты сравнить с результатами аналогичных исследований образцов с природным песком.

В ходе исследований крупного керамзитового песка мы определили истинную плотность: $\rho_n = 2,6 \text{ г/см}^3$; насыпную плотность: $\rho_n = 0,86 \text{ г/см}^3$. Модуль крупности $M_{кр} = 2,37$. При исследовании мелкого керамзитового песка мы получили следующие значения: истинную плотность: $\rho_n = 2,6 \text{ г/см}^3$.

Пробы песка просеяли через стандартный набор сит. На основе полученных данных построили кривые гранулометрического состава (рис.1.).

Из графика видно, что песок не попадает в допустимую область. Данный момент возможно исправить путем смешивания крупнозернистого песка с мелким. Тогда кривая может попасть в область, либо максимально к ней приблизиться.

При изготовлении образцов использовался портландцемент М400.

Образцы представляли собой кубики 7х7х7 см (рис.2,3). Испытания проводились на прессе. Определялось усилие, при котором об-

разец разрушался. Зависимость прочности на сжатие от состава показана на рис.3.

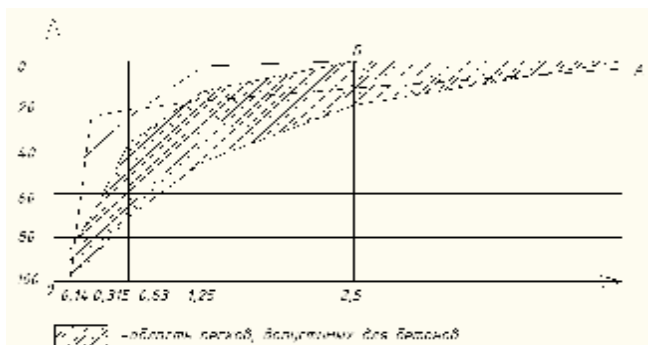


Рис.1. Кривые гранулометрического состава

А – кривая гранулометрического состава для крупнозернистого песка

Б – кривая гранулометрического состава для мелкозернистого песка



а

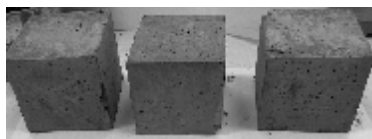


б

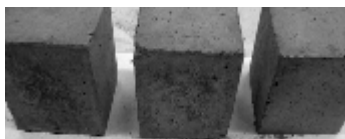
Рис.2. Образцы с крупнозернистым керамзитовым песком.

а – отношение цемента к песку 1:2.

б – отношение цемента к песку 1:4.



а



б

Рис.3. Образцы с мелкозернистым керамзитовым песком.

а – отношение цемента к песку 1:2.

б – отношение цемента к песку 1:4.

Результаты определения плотностей образцов можно увидеть на гистограмме (рис.4.).

В результате проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

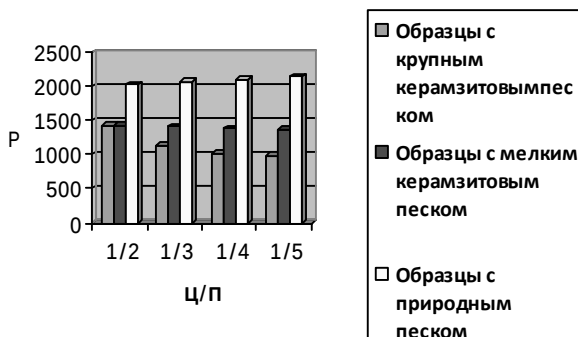


Рис.4 Соотношение плотностей образцов с мелким и крупным керамзитовым песком относительно образцов с природным песком

1.Возможность использования составов с керамзитовым песком в кладочных растворах, прочность позволяет (см. рис.5); 2.Использование таких растворов снижает теплопроводность, благодаря снижению плотности (см. рис.4); 3.Использование раствора с мелким керамзитовым песком для отделки технологических помещений, поверхность получается гладкой (см. рис.3); 4.Снижение стоимости раствора, что приводит к снижению стоимости всего здания. 5.Составы с крупным керамзитовым песком возможно использовать для конструкций неответственных или вспомогательных зданий. Такие конструкции будут более «теплыми». 6. Использование составов в качестве утеплителя.

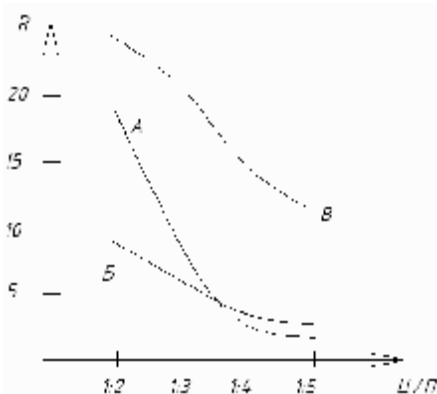


Рис.5. Зависимость прочности бетона на сжатие от состава.

А – с крупнозернистым песком, Б – с мелкозернистым песком,
Б – с природным песком

Список источников.

1. www.vost.ru
2. Несветаев, Г. В. Бетоны: учеб. пособие.- Ростов н/Д: Феникс, 2011.



УДК 691.327:666.97-16

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПРОПАРИВАЕМЫХ ВЫСОКОПРОЧНЫХ ПЕСЧАНЫХ БЕТОНОВ НА РЕАКЦИОННО-ПОРОШКОВОЙ СВЯЗКЕ

Валиев Д. М., Калашников В.И.,

*Пензенский государственный университет архитектуры и строительства,
г.Пенза, Россия*

Исследована зависимость прочностных свойств бетона и консистенция бетонной смеси от расхода воды. В работе приведены составы бетонных смесей различных консистенций от высокоподвижных до жестких смесей.

Переход на новые виды современных бетонов обусловлен высокими достижениями в области пластифицирования бетонных и растворных смесей и появлением наиболее активных пуццолановых добавок – микрокремнеземов, дегидратированных каолинов и высокодисперсных зол. Сочетание суперпластификаторов и гиперпластификаторов на поликарбоксилатной и полигглюколиевой основах позволяет снизить водоцементное отношение до 0,24...0,28 и получать сверхтекучие цементно-минеральные дисперсные системы и бетонные смеси.

При производстве по заводской технологии сборного железобетона соотношение компонентов в бетонных смесях, уплотняемых механическими способами различной интенсивности, должно радикально меняться в сравнении с соотношением компонентов в высокопрочных самоуплотняющихся бетонах.

При этом в зависимости от соотношения семи компонентов и содержания воды могут быть получены самоуплотняющиеся, высокопластичные, умеренно пластичные, малопластичные, полужесткие, жесткие и сверхжесткие бетонные смеси. Естественно, что для получения малоцементных бетонов могут быть использованы малопластичные и жесткие смеси.



Кафедра ТБКиВ на протяжении 15 лет занимается созданием и исследованием высокопрочных бетонов нового поколения и добилась значительных результатов [1,2,3].

На основе порошково-активированной бетонной смеси, было изготовлено 3 состава порошково-активированных мелкозернистых (песчаных) бетонов (ПАМБ) показавших высокие физико-механические характеристики и ориентированных на заводское производство. Твердение бетонных образцов производилось при нормальных условиях в течении 28 суток и тепловлажностной обработке продолжительностью не более 13 часов [4,5].

При изготовлении бетонов использовали цемент М 500 ДО (Ц), песок кварцевый молотый (P_m), песок тонкий фракции 0,16-0,63мм (P_T), песок заполнитель (P_z), гиперпластификатор Melflux 2651F с процентным содержанием от цемента 0,9%. Во всех составах расход цемента составлял 475кг/м³, песка молотого – 360 кг/м³, песка тонкого – 369кг/м³, песка заполнителя – 992 кг/м³.

Бетоны изготавливали по специальной технологии, заключающейся в том, что порошковую смесь ($C+P_m+P_T$) дозировали в воду затворения, с растворенным ГП, при постоянном перемешивании в высокоскоростной мешалке в течение трех минут. Затем добавляли обычный песок-заполнитель с модулем крупности $M_k = 1,7-1,9$ и дополнительно перемешивали при меньшем числе оборотов мешалки.

Консистенцию бетонной смеси в зависимости от требуемой подвижности и жесткости определяли по осадке стандартного конуса и по методу Красного (ГОСТ 10181.1-81) или по расплыву стандартного конуса от встряхивающего столика на стекле (конуса Хагерманна). Самоуплотняющиеся бетонные смеси заливали в формы, высокопластичные уплотняли кратковременным вибрированием, малопластичные – с более продолжительным вибрированием. Образцы с нормальными условиями твердения хранили в камере нормального твердения в течении 28 суток, а испытывались через 1, 7, и 28 суток. Образцы для определения прочности при пропаривании испытывали через 24 часа с момента изготовления.

Для каждого состава подбирался режим тепловой обработки. Режимы тепловлажностной обработки (ТВО) для образцов бетона ПАМБ-47, 48, 49 составляли 1час + 10час + 2час, при изотермии — при температуре 90 °С.

Для оценки эффективности пропаривания удобно использовать коэффициент эффективности цемента при пропаривании, который равен отношению активности цемента при пропаривании по ГОСТ 310.4-81 к активности цемента нормального твердения в возрасте 28

сут по ГОСТ 310.4-81. Для высокоактивного цемента коэффициент эффективности при пропаривании должен быть не ниже 0,68. Прочность бетонных изделий при отгрузке потребителю должна быть не менее 70% от проектной (28-суточной) прочности для изделий из бетона на портландцементе. Соответственно коэффициент эффективности при пропаривании будет равен 0,7.

Результаты испытания отдельных видов бетонов представлены в табл. 1. Как следует из табл. 1 пропариваемый порошково-активиру-

Таблица 1

Прочностные свойства песчаных бетонов

Наименование компонентов, характеристик бетонной смеси и бетона			ПАМБ 47	ПАМБ 48	ПАМБ 49
Прочность на сжатие при н.у., Мпа	Сроки испытания, сут	1	-	42,1	46,8
		7	-	99,2	99,6
		28	-	110,4	114,8
Прочность на растяжение при изгибе при н.у., Мпа	Сроки испытания, сут	1	-	7,8	12,3
		7	-	10,4	12,8
		28	-	10,7	12,9
Прочность на сжатие при пропаривании, Мпа	Сроки испытания, сут	1	60,5	71,3	102,8
		28	87,2	106	111,2
Прочность на растяжение при изгибе при пропаривании, Мпа	Сроки испытания, сут	1	10,4	10,4	11
		28	10,5	10,5	12
Удельный расход н.у., $\rho_R^{уд}$, кг/Мпа			-	4,3	4,2
Удельный расход ТВО., $\rho_R^{уд}$, кг/Мпа			7,85	6,66	4,62
Коэффициент эффективности при пропаривании			-	0,65	0,9
В/Ц			0,36	0,33	0,29
В/Т			0,078	0,072	0,063
Консистенция смеси			П-5	П-5	Ж-1

ванный мелкозернистый бетон ПАМБ-47 с матрицей, включающей молотый песок и тонкий (тонкозернистый) песок фр. 0,16-0,63 мм, из-



готовленный из бетонной смеси подвижностью П-5 (ГОСТ 10181.1-81) имел нормированную прочность при тепловлажностной обработке на первые сутки 60,5 Мпа и на 28 суток 87,2 Мпа. Удельный расход цемента на единицу прочности составил на первые и на 28 суток 7,85 и 5,45 кг/Мпа. В порошково-активированном мелкозернистом бетоне ПАМБ-48 был снижен расход воды с 172 до 158 л/м³, с таким же соотношением порошковой матрицы из молотого, тонкого песка и песка-заполнителя. При этом удельный расход цемента на единицу прочности ($\Pi_{уд}$) понизился и для пропаренных образцов составил 6,66 кг/Мпа. При производстве бетонов по заводской технологии не требуется высокой подвижности бетонной смеси, как в ПАМБ-48. Сниженный расход воды в ПАМБ-49 позволил повысить прочность по сравнению с ПАМБ-48 и снизить удельный расход цемента на единицу прочности пропаренных образцов до 4,62 кг/Мпа.

Во всех результатах прочности пропаренных бетонов через 28 суток очень незначительно уступает, прочности бетонов с нормальными условиями твердения. Возможно продолжительность тепловой обработки была недостаточной.

Проведенные исследования позволяют утверждать, что на отечественных цементах, микрокварцах, тонких песках, и гиперпластификаторе на поликарбоксилатной основе можно получать бетоны, которые на первые сутки после пропаривания достигают до 90% от проектной (28-суточной) прочности для изделий из бетона на портландцементе.

Таким образом, порошковое активирование мелкозернистых песчаных бетонов является важным рецептурным фактором при создании бетонов нового поколения.

Библиографический список

1. De Larrard, Corse J.F., Puch C. Comparative study of Various Silica Fumes as Additives in High-Performance Cementitious Materials. *Materials et Structures, RJTEM*, Vol. 25, 1992. S. 265-272;
2. Калашиков В.И., Расчет составов высокопрочных самоуплотняющихся бетонов // *Строительные материалы*. 2008. №10. С.4-6;
3. Aitcin P.C. Richard P. The Redestrian Bikeway Bridge of Sherbrooke. 4 th International Symposium of Utilization of High-Strength / High-Performance Concrete. Paris. 1966. S. 1399-1406;
4. Калашиков В.П., Демьянова В.С., Дубошина Н.М. Влияние режима тепловой обработки на кинетику набора прочности высокопрочного бетона // *Известия вузов. Строительство*. 2000. №2-3. С.21;
5. Перцев В.Т. Управление процессами раннего формирования структуры бетонов: Автореф. дис. д-ра техн. наук. – Воронеж, 2002. – С.41



УДК 691.422

ПРИМЕНЕНИЕ ХОЛОДНОГНУТЫХ ТОНКОСТЕННЫХ ОЦИНКОВАННЫХ ПРОФИЛЕЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ИХ ОСОБЕННОСТИ

Ветров К.А.

Тульский государственный университет, г.Тула, Россия

*В данной работе представлены достоинства холодногнутых тонкостенных оцинкованных профилей, а также раскрыта проблема их расчета. Приведен расчет одиночного профиля в программном комплексе ANSYS ED. Также про-
рабатывается расчет профилей составного сечения.*

Металлические конструкции, в частности, легкие несущие стальные конструкции пролетами до 24 м, пользуются повышенным спросом в связи с развитием в нашей стране производственных предприятий, сельского хозяйства и других отраслей. Одним из направлений повышения эффективности металлических конструкций зданий для таких отраслей является применение холодногнутых профилей, в особенности, оцинкованных с толщинами до 3 мм. Зарубежный и отечественный опыт применения конструкций на их основе выявил в них ряд преимуществ перед традиционными конструкциями из прокатных профилей: низкий расход металла, высокая коррозионная стойкость, возможность изготовления на строительной площадке, что в итоге позволяет снизить стоимость конструкций.

Одной из причин, сдерживающих развитие этой отрасли, рченется отсутствие в России нормативной базы для расчета и проектирования легких стальных тонкостенных конструкций, в то время как в мировой практике разработаны нормы и стандарты для проектирования таких конструкций. Например, Еврокод 3 [1] и американский стандарт AISI [2], учитывающие особенности работы холодногнутого профилей из оцинкованной стали в конструкциях зданий и сооружений. Российские СНИП 23.П-23-81* «Стальные конструкции» не могут быть использованы для расчета конструкций из тонкостенных гнутых профилей толщиной менее 3 мм, так как не учитывают некоторых существенных особенностей их работы.

Ручной расчет элементов конструкций из холодногнутого тонкостенного оцинкованного профиля является довольно объемным итерационным процессом, поэтому наиболее перспективным представляется использование численных методов. Например, профессор Бен Шаффер (Балтимор, США) разработал программу CUFSM на основе метода



конечных полос, которая позволяет определять несущую способность стержней с учетом различных форм потери устойчивости: изгибной, изгибно-крутильной, формы с изменением поперечного сечения.

Проведен расчет 6 м балки в программном комплексе ANSYS ED, с помощью которого моделируется напряженно деформированное состояние и особенности работы холодногнутого тонкостенного оцинкованного профиля.



Рис. 1. Напряжения в балке



Рис. 2. Деформирование балки



Рис. 3. Деформирование балки

В ближайшее время будет смоделирован профиль составного сечения. В настоящее время решается проблема с моделированием болтовых соединений в конструкции.

Библиографический список

1. Eurocode 3: Design of steel structures. EN 1993-1-5: 2004 Part 1-3: General rules. Supplementary rules for cold-formed members and sheeting, Stage 34. CEN. European Committee for Standardizations. 2004.
2. North American Specification for the Design of Cold-Formed Steel Structural Members. AISI STANDARD. 2001.



УДК 691.33

МИКРОКРЕМНЕЗЕМ – ДОБАВКА ДЛЯ БЕТОНА

Каргин А.А., Дубенский М.С.,

Кузбасский государственный технический университет, г. Кемерово, Россия

Последнее десятилетие в России характеризуется ростом промышленного производства. Восстанавливаются ранее закрытые заводы, открываются новые. Но необходимо не забывать и о том, что на данном этапе развития современной промышленности, невозможно получать конечный продукт, полностью исключая образование отходов. Чаще всего они негативно влияют на экологию и подлежат очистке и утилизации. Но со временем отвалы разрастаются, а отстойники заполняются. Поэтому остро встает вопрос переработки и повторного использования отходов.

Изучая и определяя возможные сферы применения отходов, необходимо рассматривать не только смежные с основным производством, но и абсолютно сторонние отрасли народного хозяйства. Так побочный продукт производства ферросилиция – микрокремнезём, нашёл применение в строительстве.

На многих ферросплавных заводах, для соответствия экологическим нормам, приняты меры по задерживанию выбросов ферросиликатной пыли (микрокремнезёма) и предотвращению выброса данных частиц в атмосферу. Фильтры, установленные на трубах заводских печей, улавливают мельчайшие частицы, не допуская попадания их в уличный воздух. Но микрокремнезём не утилизируется, а складировается для отправления на строительные площадки и железобетонные заводы.

Ещё в конце XX века было замечено, что применение микрокремнезёма оказывает положительное влияние на прочностные свойства бетона. Ученые до сих пор пытаются установить оптимальное соотношение между всеми компонентами бетонной смеси с рченко пии ием данного вещества. Так на пример, отношение массы цемента к рчесе микрокремнезема варьируется от 3% до полной замены цемента.

В Кузбасском Государственном Техническом Университете группой студентов была поставлена задача подтвердить достоверность положительного влияния добавки на прочностные и другие свойства бетона, а также найти оптимальную величину дозировки микрокремнезема. После проведения лабораторных испытаний, была установлена прямая квадратичная зависимость между величиной вводимой добавки



и увеличением прочности бетона на сжатие. Полученные результаты представлены в виде графика на рисунке 1.



Рис. 1. Зависимость прочности бетона от содержания микрокремнезема

Достижение прочности бетона достигается за счет взаимодействия частиц цемента и микрокремнезема на молекулярном уровне, улучшающего физико-химическое взаимодействие между матрицей и фазами композиционного материала – бетона. Также, учитывая совокупные теоретические знания о структуре бетона, можно предположить, что с увеличением прочности и уменьшением пористости произойдет увеличение марки по морозостойкости, а также марки по водонепроницаемости.

На данном этапе исследования разработана теоретическая часть проведения эксперимента по выявлению улучшения свойств, приведенных выше. Проведя полный цикл испытаний, студенты Кузбасского Государственного Технического Университета планируют доказать, что добавление микрокремнезема в бетон позволяет не только улучшить прочностные характеристики, но и продлить срок эксплуатации бетонных и железобетонных изделий.

Особое внимание необходимо обратить на экономическую целесообразность применения микрокремнезема. Его стоимость на 20-30% ниже стоимости цемента, тем самым с введением добавки можно не только сократить расход цемента для получения требуемой прочности, но и снизить себестоимость готовой продукции. Что позволит со-

кратить затраты на строительство, а в итоге уменьшить стоимость квадратного метра жилья.

Библиографический список

2. *Строительные материалы из отходов промышленности: учебно-справочное пособие* / Л.И. Дворкин, О.Л. Дворкин. – Ростов н/Д: Феникс, 2007.
3. *Краткий справочник инженера-технолога по производству железобетона.* – 2-е изд., перераб. И доп. – К.: Будівельник, 1989.



УДК 621.98.011

**АКТУАЛЬНОСТЬ И ПРОБЛЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЯ
ДЕФОРМАЦИОННОЙ ПОВРЕЖДАЕМОСТИ
МАТЕРИАЛА ИЗДЕЛИЙ С ЖЕСТКИМИ РЕЖИМАМИ
ЭКСПЛУАТАЦИИ**

Тришина Т.Ю.,

Тульский государственный университет, г.Тула, Россия

Рассмотрены вопросы актуальности исследования процесса пластического формоизменения с учетом деформационной повреждаемости материала изделий, эксплуатирующихся в жестких режимах.

Процессы пластического формоизменения играют большую роль в технологии машиностроения. Современные методы расчета и проектирования процессов пластического формоизменения металлов основываются на положениях механики деформируемого твердого тела, главным образом на теории пластичности.

Высокие требования к изделиям, эксплуатирующимся в жестких режимах ставят перед теорией и технологией обработки металлов давлением существенно новые задачи: прогнозирования и технологического обеспечения качественной структуры деформированных материалов с которой связаны такие эксплуатационные свойства, как способность выдерживать высокие динамические нагрузки, тепловые воздействия, высокие напряжения и скорости деформации.

Решение этих задач требует учета структурных изменений обрабатываемых материалов, прежде всего, их поврежденности микродефектами деформационного происхождения.

Деформационная повреждаемость материала представляет собой, на первой стадии пластической деформации, развитие



рченко пионной структуры и последующее рассеянное образование субмикропор и субмикротрещин. При дальнейшем нарастании деформации наблюдается образование более крупных микропор, их рост, коалесценция (объединение) и, наконец, образование магистральной макротрещины, означающей разрушение металла.

Основную роль в развитии деформационной повреждаемости металлических материалов играет порообразование. При пластической деформации металлов возможны два механизма образования и роста пор:

- из-за стока вакансий, образующихся под действием растягивающих напряжений на межзёрнных границах;
- за счет имеющихся в материале зародышей пор и нарушения сплошности в тройных стыках зёрен и вблизи уступов на границах зёрен под действием локальной концентрации напряжений при зернограничном скольжении [1].

В механике деформируемого тела получило распространение представление о поврежденности, как скалярной величине w , описывающей накопление дефектов в процессе деформации.

Исследованию деформационной повреждаемости посвящены труды отечественных и зарубежных ученых: А. А. Богатова, О. И. Мижирицкого и С. В. Смирнова, Т. Екобори, В. Л. Колмогорова, Л. М. Качанова, Л. И. Седова, Н. Д. Тутышкина, Е. П. Унксова, У. Джонсона, Ф. Маклинтока и др.

В опубликованных работах большое внимание уделяется развитию теории упруго-пластических деформаций кристаллических тел, изучению мезоструктурных уровней деформации, методологии рченческой механики сплошной среды как основы построения моделей ртериалов с мезоструктурными свойствами. Значительно меньшее внимание уделяется развитию теории пластического течения тел с физико-механическими свойствами, испытывающих большие конечные деформации в условиях сложного нагружения.

Для исследования процессов пластического формоизменения наиболее перспективным является связанный физико-механический подход, основанный на изучении в составе критериальных технологических параметров как механических, так и микроструктурных характеристик деформируемых металлов.

Физико-механический подход к исследованию и моделированию процессов пластического деформирования металлов основывается на использовании усовершенствованного аппарата теории пластичности, содержащего физико-механические модели деформируемых материалов, методы определения связанных полей напряжений и скоростей

деформации, механических и микроструктурных параметров, с которыми связаны технологические параметры и эксплуатационные характеристики готовых изделий.

Механические характеристики материала в зависимости от параметров процесса деформирования (степени, скорости, температуры деформации, схемы напряженно-деформированного состояния) определяются на основе системы опытов (макро-опытов над макро-образцами по терминологии А. А. Ильюшина). [2]

Закономерности изменения микроструктурных параметров деформируемого материала (роста и коалесценции пор, величины зерна, внутренней энергии упрочнения) в макро-опытах не изучаются.

Наиболее эффективным методом обнаружения деформационных дефектов в стали является микрофрактография с помощью электронного сканирующего микроскопа. Для изучения стадии интенсивного объединения (коалесценции) пор в полости (несплошности) проводится электронно-микроструктурный анализ материала образцов, полученных поэтапным деформированием (рис. 1).

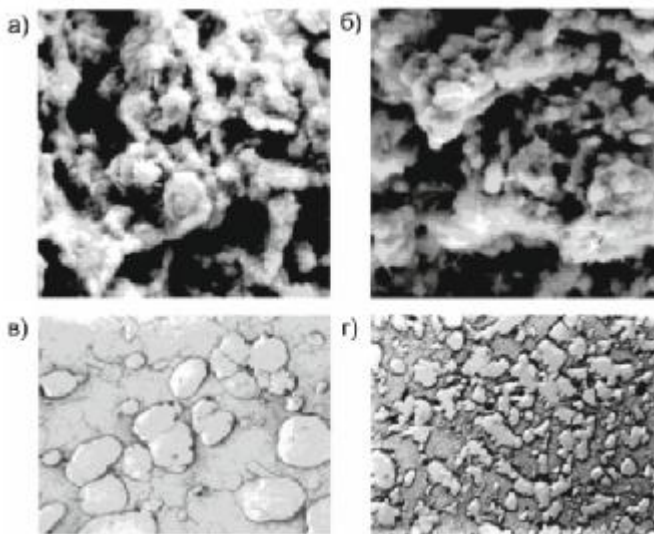


Рис. 1. Электронные фрактограммы и реплики сталей после деформирования в режиме сверхпластичности:

а – фрактограмма стали Р6М5 (×3000); б – фрактограмма стали 10Р6М5 – МП (×3000); в – реплика стали Р6М5 при поврежденности $w < 0,75...0,80$ (×5000); г – реплика стали 10Р6М5 – МП при поврежденности $w < 0,75...0,80$ (×5000).



В изучаемых сталях Р6М5 и 10Р6М5 – МП при деформации, соответствующей $w > 0,75...0,80$ происходит процесс активной коалесценции пор, что имеет большое значение для определения операционных степеней деформации в проектируемых процессах обработки давлением изделий с высокими эксплуатационными характеристиками [2].

Система определяющих зависимостей физико-механического подхода к исследованию процессов пластического деформирования металлов основывается на теории пластического течения и механике деформационной повреждаемости и описывает большие пластические деформации металлов в условиях сложного нагружения.

В рамках этого подхода деформационная повреждаемость может быть описана шаровым тензором, описывающим связь поврежденности с изменением объема, и девиатором, описывающим связь рченко писти с изменением формы дефектов. Подобное представление кинетического процесса повреждаемости деформируемого материала позволяет ввести для его расчета две интегральные меры - w_1 и w_2 .

Величина w_1 является мерой повреждаемости, связанной с пластической дилатансией деформируемого материала вследствие роста объема дефектов. Она оценивает опасность макроразрушения, наступающего при достижении критической величины пластической дилатансии. Мера повреждаемости w_2 связана с изменением формы пор, т.е. с их девиаторной деформацией. Форма пор оказывает сильное влияние а их коалесценцию и образование пустот в деформированном материале. Критическая величина формоизменения пор соответствует стадии их активной коалесценции и образованию полостных дефектов (микроразрушению на мезо-уровне). Таким образом, величина w_2 оценивает опасность микроразрушения деформируемого.

Совместное использование двух критериев w_1 и w_2 (в отличие от одного w_1 как в известных опубликованных работах) позволяет прогнозировать не только опасность макроразрушения деформируемого материала, но и стадию образования крупных полостных дефектов вследствие коалесценции пор с учетом изменения их формы и направленности.

Этот подход является необходимым при изготовлении рченкизделий, эксплуатирующихся в жестких режимах, так как структура металлов без крупных полостных дефектов существенно повышает способность деталей выдерживать динамические ударные нагрузки, а также их усталостную прочность. Поэтому, проблема исследования процесса пластического формоизменения с учетом деформа-

ционной повреждаемости материала изделий с жесткими режимами эксплуатации является актуальной.

Библиографический список:

1. Богатов А. А. *Механические свойства и модели разрушения металлов: учебное пособие для вузов* / А. А. Богатов. – Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ – УПИ, 2002. – 329 с.
2. Zapara M. A., Tutyshkin N. D., Müller W. H. A physico-mechanical approach to modeling of metal forming processes – part I: theoretical framework / M. A. Zapara, N. D Tutyshkin, W. H. Müller, K. Weinberg, R. Wille // *Continuum Mech. Termodyn.* – 2008. – № 20. – P. 231 – 254.



УДК 691:620.193:576.8

БИОПОВРЕЖДЕНИЯ БЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ СТОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ, С УЧЁТОМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭВАЛЮЦИОННО-ДИФфуЗИОННОЙ МОДЕЛИ

Мигунова К.В.

*Пензенский государственный университет архитектуры и строительства,
г.Пенза, Россия*

В статье рассмотрены виды биохимической коррозии бетона с учётом воздействия на него микроорганизмов в виде бактерий, грибов и актиномицетов. Для оценки пространственно-временного распределения микроорганизмов в бетоне приведена эволюционно-диффузионная транспортная математическая модель.

Эксплуатируемые в техногенных средах при относительной влажности более 60% железобетонные конструкции преждевременно разрушаются из-за счёт биологической коррозии [1].

Более 50% общего объёма регистрируемых в мире коррозионных повреждений строительных конструкций и технологического оборудования, а в нефтяной промышленности – более 77 %, связаны с деятельностью микроорганизмов. При определённых условиях микроорганизмы ускоряют процессы деструкции материалов в тысячи раз. Общий ущерб от биокоррозии оценивается многими десятками миллиардов долларов ежегодно [2,3,4].

К микроорганизмам относятся бактерии, грибы, актиномицеты. Основой существования микроорганизмов является непрерывный обмен веществ.



В нормативной литературе отсутствуют количественные данные, необходимые для расчета коррозионной стойкости и прогнозирования долговечности строительных конструкций, работающих в условиях микробного воздействия [5].

Микроскопические организмы с большой скоростью разрушают железобетонные конструкции предприятий пищевой, химической, медицинской, микробиологической промышленности, сельскохозяйственных, транспортных, гидротехнических зданий и сооружений. Натурные обследования зданий и сооружений, экспериментальные исследования бетонных элементов в условиях воздействия микроорганизмов показывают значительное снижение прочностных характеристик бетона [6].

В результате биологической коррозии железобетонные конструкции начинают разрушаться уже через 5-7 лет после начала эксплуатации [5]. Так, из-за действия микробиологической коррозии, после двух лет эксплуатации половина цементно-бетонных фундаментов под оборудованием на Пензенском молочном комбинате имели повреждение, а 10% фундаментов были разрушены [7].

Бактерии активно вызывают микробиологическую коррозию в градирнях, коллекторах и трубопроводах, так как их развитие связано с обильным поглощением влаги из материала [8].

Наибольшие коррозионные повреждения вызывают тионовые и сульфатредуцирующие бактерии. Их коррозионная активность зависит от экологических условий. На нефтеперерабатывающих и речных химических предприятиях сульфатовосстанавливающие и тионовые бактерии ускоряют скорость коррозии стали в 1,5-3,5 раза [9].

В Рязани за 16 лет эксплуатации коллектора при концентрации сероводорода в газовой среде от 3 до 80 мг/м³ и глубине поражения бетона до 10 см зафиксировано несколько случаев обрушения коллектора. Первые обрушения произошли после 8 лет эксплуатации [10].

По степени снижения агрессивности на бетон различают группы бактерий: тионовые, сульфатредуцирующие, денитрифицирующие и аммонифицирующие [11].

Грибы также как и бактерии оказывают негативное химическое воздействие на железобетонные конструкции. Они делятся на две группы: слизевые или миксомицеты (*Mucoromycota*) и настоящие грибы (*Fumycota*) [1]. Статистические данные исследований показывают, что наибольшие повреждения строительных и промышленных материалов вызывают микроскопические грибы, относящиеся ко второй группе [4].

Грибы в процессе своей жизнедеятельности выделяют различные минеральные и органические кислоты: уксусную, молочную, муравьи-

ную, лимонную, масляную, яблочную, которые взаимодействуют с основными щелочными соединениями цементного камня и разрушают их. Размножаясь на поверхности бетона колонии грибов выделяют углекислый газ, способствуя его карбонизации [10].

Основным способом защиты бетона от биокоррозии реченко пиическими грибами является введение в его состав различных фунгицидных добавок [3]. Они улучшают экологию в зданиях и сооружениях и повышают долговечность железобетонных конструкций [12].

Промежуточное биологическое положение между бактериями и грибами занимают микроорганизмы – актиноцеты. Из-за своего структурного строения и химического состава они напоминают бактерии, а по способности размножения – грибы [13].

В результате научных исследований по изучению бактерицидных свойств цементного камня в животноводческих зданиях установлено, что бетон обладает бактерицидными свойствами только в первый год с начала эксплуатации, за счёт наличия щелочной среды в поровой жидкости цементного камня [14]. Последующая карбонизация бетона ликвидирует бактерицидные свойства бетона и его защитные функции по отношению к арматуре [15].

До 70% аварий на канализационных коллекторах связано с биогенной сернокислотной коррозией их сводовой части. В работе [14] проведено исследование бетона в сводовой части коллекторов в системах водоотведения, эксплуатирующихся в течение 25-50 лет. Установлено, что в конце эксплуатации значение водородного показателя pH в бетоне составило 8,6 вместо от первоначального 12.2. Значение $\text{pH} < 9$ указывает на изменение химического состава в бетоне и ухудшение его структурной однородности [14].

В статье [8] приведены результаты исследований взаимосвязи между плотностью цементно-песчаного раствора, оцениваемой коэффициентом фильтрации K_f , и степенью инфицирования капиллярно-пористой структуры образцов микроорганизмами:

- затвердевшие цементно-песчаные растворы с $\text{в/ц} = 0,3-0,4$ обладают наименьшей проницаемостью для проникновения бактерий;
- строительные растворы с $\text{в/ц} = 0,8$ пропускают через цементно-песчаный камень максимальное число клеток микроорганизмов, которые способствуют ускорению коррозии бетона.

В результате проведения эксперимента на определение прочностных характеристик образцов из полимербетона на сжатие, подвергающихся биокоррозии микроскопическими грибами в течение 28 суток, установлено снижение их прочностных свойств [3].



Для моделирования биологической коррозии бетона использована физико-химическая математическая модель аналогично применяемых для исследования деградации бетона от воздействия химически агрессивных сред [2]. В качестве основы деградации принимаются: скорость химических реакций на поверхности материала, диффузия микроорганизмов и продуктов их жизнедеятельности в структуре материала и коэффициент протекания при этом химических реакций.

Феноменологическая теория диффузионных процессов опирается на уравнение первого и второго законов Фика. Согласно второго закона координата фронта диффузии продуктов метаболизма в композит [16] определяет по формуле:

$$a = k(x) \sqrt{Dt},$$

где a – глубина проникновения продуктов метаболизма микроорганизмов; $k(x)$ – коэффициент, зависящий от концентрации среды по толщине изделия; D – коэффициент диффузии; t – продолжительность деградации [17].

В работе [2] основные химические, физические и биологические факторы процесса воздействия микроорганизмов на строительные материалы, с учётом системного анализа внешних и внутренних факторов, определяющих условия биокоррозии, учитываются с помощью эволюционно-транспортной модели.

Разработанная математическая модель уравнения диффузии микроорганизмов и жидкости в среде, основывается на законе Нернста [18]. Математическую модель определяют два диффузионных процесса – процесс микроорганизмов и активной жидкой среды в глубь материала:

$$\frac{\partial u(x,t)}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(D(x,t) \cdot \frac{\partial u(x,t)}{\partial x} \right) - q(x,t) \cdot u(x,t) + c(N,t),$$

где $u(x,t)$ – количество активной жидкости, выделяемой в точке с координатой x в момент времени t ; $D(x,t)$ – распределение коэффициента диффузии активной жидкости по толщине среды; $q(x,t)$ – поглощение диффузирующего вещества материалом среды; $c(N,t)$ – пространственно-временное распределение интенсивности образования активной жидкости, связанное со скоростью изменения популяции микроорганизмов.

Математическая модель учитывает эффект образования продуктов химических реакций от жизнедеятельности микроорганизмов.

В Японии обнаружены высокие бактерицидные свойства никеля и вольфрама, для воздействия на определённые виды бактерий, выде-

ляющих серную кислоту. Подземные коммуникации водоводов с добавками вольфрама эксплуатировались в течение пяти лет без повреждений в районе с вулканической деятельностью, содержащей серу в грунтовой воде. Конструкции, выполненные из обычного бетона, в течение этого срока, как правило, разрушались. Стоимость конструкций с бактерицидными добавками составляла на 15% выше, чем из обычного бетона. Но ввиду повышенной долговечности эти конструкции являются рентабельными. В настоящее время бактерицидные бетоны с добавками никеля и вольфрама используются для строительства реченлизационных коллекторов [19].

Библиографический список:

1. Билай В.И. Основы общей микробиологии – Киев: Виша шк, 1986. – 395с.
2. Мананков А.В, Подшивалов И.И., Фатыхова Ю.Н., Осипов С.П. Эволюционно-диффузная математическая модель воздействия микроорганизмов на строительные материалы.- Известия вузов. Строительство, 2006, №8. – С. 20—25.
3. Огерь Л.Ю., Шевцова Р.Г., Глуценко В.И. Прудникова Т.И. Биоповреждения микромицетами и защита полимерсодержащих строительных материалов – Известия вузов. Строительство, 2000, №10. – С. 60—65.
4. Соломатов В.И., Ерофеев В.Т. Микроорганизмы – разрушители материалов и изделий. – Известия вузов. Строительство 2001 - №8. – С. 4-13.
5. Рожанская А.М Микробная коррозия железобетонных строительных конструкций. автореф. дисс.... канд. техн. наук. – Киев. 1990. – 16с.
6. Биоповреждения в строительстве/Под. ред. Ф.М. Иванова, С.Н. Горшина. М.: Стройиздат, 1984.- 320с.
7. Чуйко А.В. Органическая коррозия. – Саратов. Изд-во Саратов. ун-та, 1978 – 232с.
8. Гончаров В.В., Рожанская А.М., Теплицкая Т.В. Проницаемость цементных растворов для бактерий/Бетон и железобетон. - 1989, №7. – С. 37—39.
9. Сульфатовосстанавливающие и тионовые бактерии в оборотных водах НП и НХ предприятий и их агрессивность / Тесля Б.П., Чупарева И.Е., Бурлов В.В., Арчаков Ю.И. // Прогрессивные методы и средства защиты металлов и изделий от коррозии: Тез. докл. Всесоюз. науч.-техн. конф. Часть 3.-М.; 1988.-С. 138-139.
10. Розенталь Н. К., Чехний Г. В. Стойкость бетонов в газовой среде коллекторов сточных вод // Бетон и железобетон.- № 5,- 2002. – С. 23-25.
11. Гончаров В.В. Бицидные строительные растворы и бетоны // Бетон и железобетон. – 1984 - №3 – с. 26-27
12. Соломатов В.И., Ерофеев В.Т., Фельдман М.С. Биологическое сопротивление бетонов. Известия Вузов. 1996 - №8 – с. 44-48
13. Курс низших растений//под ред. М.В. Горленко. – М.: Высш. Шк., 1981. – 504с.
14. рченко В. А. Ивасъкевич И.А., Ольгинский А.Г., Чернявский В.Л Особенности коррозии бетона в самотечных трубопроводах водоотведения. /Известия вузов. Строительство, 2002. - №1-2. – С 23—25.
15. Шпынова Л.Г, Ивасъкевич И.А. . Бактерицидный бетон/ Бетон и железобетон. 1985. № 8 - С 29-30.
16. Соломатов В.И., Селяев В.П. Химическое сопротивление композитных строительных материалов. – М.: Стройиздат, 1987 – 264с.
17. Соломатов В.И., Ерофеев Т.В., Морозов Е.А. Моделирование биодеградации и биосопротивления строительных материалов. – Известия вузов. – 2001. №9 – С. 36-44.



18. Владимиров В.С. Уравнение математической физики. – М.: Наука глав. ред. физ-мат лит. 1981. – 512с.

19. Резенталь Н.К. Коррозионная стойкость цементных бетонов низкой и особо низкой проницаемости: дисс...д-ра техн. наук. М.: НИИЖБ, 2004. – 432с.



УДК 621.924.93

ПОВЫШЕНИЕ СОПРОТИВЛЯЕМОСТИ МЕТАЛЛОВ К ЦИКЛИЧЕСКИМ НАГРУЗКАМ ГИДРОСТРУЙНЫМ СПОСОБОМ

Киреев П.Б.,

Научные руководители Головин К.А., Пушкарев А.Е.,

Тульский государственный университет, г. Тула, Россия

Описываются применяемые на сегодняшний день способы, использующие в упрочнении металлов поверхностную пластическую деформацию, а так же рассматриваются, перспективны применения гидроструйного способа упрочнения.

В настоящее время одним из направлений развития современного машиностроения является уменьшение металлоемкости получаемых изделий и конструкций. Для этого необходимо использовать материалы с большей прочностью, выдерживающие те же нагрузки при меньшем расходе металла. Большинство деталей машин работают в условиях изнашивания, кавитации, циклических нагрузок, коррозии или высоких температурах, при которых максимальные напряжения возникают в поверхностных слоях металла, где сосредоточены основные концентраторы напряжения. На сегодняшний день существует множество технологий упрочнения металлов, позволяющих увеличить надёжность и долговечность прошедших обработку деталей.

Существует множество методов обработки металлов: термический, химико-термический, механический, наплавка, а так же комбинированный. Вышеперечисленные методы позволяют при сохранении достаточно высокой пластичности, вязкости и трещиностойкости повышать надёжность и долговечность машин и понижать расход металла на их изготовление вследствие уменьшения сечения деталей. Механические способы для повышения сопротивляемости металлов к циклическим нагрузкам являются наиболее эффективными. Рассмотрим

такие способы как *накатка*, *ультразвуковое виброобкатывание*, *дробеструйная* и *гидроструйная* обработки.

Накатка осуществляется роликами, которые прижимают к поверхности детали. Трехроликовое приспособление исключает деформацию детали и разгружает суппорт и ходовой винт станка. Накатка выполняется за три оборота при 12... 15 об/мин. В процессе накатки в зону контакта подается смесь масла с керосином или полимерная жидкость. Одновременно с упрочнением поверхности повышается и ее чистота.

Ультразвуковое виброобкатывание получается при наложении на ролик колебаний ультразвуковой частоты, направленных перпендикулярно к обрабатываемой поверхности. В результате при весьма малых статических усилиях обкатывания получается высокая степень упрочнения, при этом в зоне контакта создается температура 1000...1200 °С. Этот способ применяется для упрочнения закаленной стали и чугуна.

Дробеструйная обработка заключается в том, что на механически и термически обработанную поверхность с большой скоростью направляют поток стальной или чугунной дроби диаметром 0,5...1,5 мм. Дробь выбрасывается энергией сжатого воздуха или лопатками колеса.

Одним из самых перспективных и относительно новых методов упрочнения поверхности металла является *гидроструйный метод*. Суть данного способа заключается в последовательной обработке металла струей воды высокого давления, которая благодаря большой энергии потока образует эффект поверхностного наклепа. Наклёп приводит к возникновению в поверхностном слое детали благоприятной системы остаточных напряжений, влияние которых главным образом и определяет высокий упрочняющий эффект поверхностной пластической деформации (ППД), выражающийся в повышении усталостной прочности и износостойкости.

С помощью работающего по этой технологии стенда собранного в лаборатории Тульского государственного университета на кафедре ГиСПС проведена обработка тестовой детали (рис.1).

Деталь подвергалась гидроструйной обработке под давлением порядка 1000 атм. на участке, имеющем наименьшее сечение, где очевидно произойдет излом вследствие множественных циклов пластических деформаций. Отправленные на испытания изгибным станком образцы показали повышенную сопротивляемость к циклическим нагрузкам и увеличение количества циклов до разрушения.

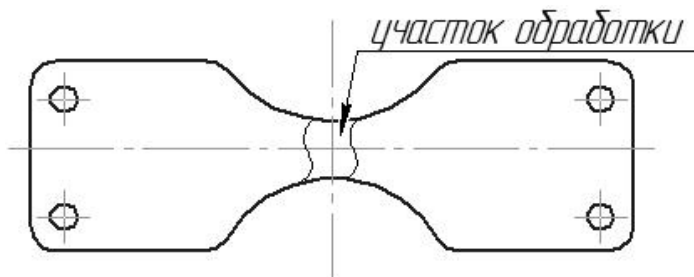


Рис.1 «Схема тестовой детали»

Данный метод может получить большие перспективы развития и применения в машиностроении по сравнению с другими методами так, как упрочнение материала происходит посредством обработки водой, являющейся возобновимым, легко доступным и дешевым инструментом. К тому же использование воды подразумевает применение одного объема в многократном технологическом цикле, а конструкция установки позволяет осуществлять выборочное упрочнение и не препятствует последующим обработкам другими способами.

Библиографический список:

1. А.П. Гуляев *Металловедение* — М.: Металлургия, 1977.
2. Ю.М. Лахтин, В.П. Леонтьева *Материаловедение* — М.: Машиностроение, 1990. — 528 с.



ГЕОЭКОЛОГИЯ И **РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ:** **ОТ НАУКИ К ПРАКТИКЕ**

УДК 622.271.3

ОСОБЕННОСТИ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ВЫРАБОТАННОГО ПРОСТРАНСТВА КАРЬЕРОВ СЕВЕРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Богданова Д.А.

*Санкт-Петербургский государственный горный университет,
г. Санкт-Петербург, Россия*

Под рекультивацией понимается цикл восстановительных работ, направленных на подготовку нарушенных земель для последующего целевого использования в народном хозяйстве, а также повышение их ценности.

Рекультивация территорий, нарушенных горными работами в условиях Севера имеет ряд особенностей, которые необходимо учитывать при составлении проекта рекультивации. В данном докладе приведена методика рекультивации земель, с учетом недостаточного наличия почвенно-растительного слоя, осложненная тяжелыми климатическими условиями.

Нарушение земель происходит при разработке месторождений полезных ископаемых, выполнение геологоразведочных, изыскательских, строительных и других работ. При этом нарушается или уничтожается почвенный покров, изменяется гидрологический режим, образуется техногенный рельеф и др. В результате рекультивации на нарушенных землях создаются сельскохозяйственные и лесные угодья, водоемы различного назначения, рекреационные зоны, площади для застройки. Нарушенные земли, рекультивация которых для хозяйственного использования экономически не эффективна, подлежат консервации биологическими, техническими или химическими методами.

Нарушенные земли делятся на группы по направлениям рекультивации (ГОСТ 17.5.102-95):



- Сельскохозяйственное – пашни, пастбища,
- Лесохозяйственное – лесонасаждения и лесопитомники.
- Водохозяйственное – водоемы для орошения, рыбоводчества.
- Рекреационное – зоны отдыха, спорта, парки, лесопарки,.
- Природоохранное и санитарно - гигиеническое – участки самозаращения, законсервированные техническими средствами.
- Строительное – полигоны размещения отходов

Рекультивация карьеров в условиях Севера, имеет ряд особенностей. Геоэкологические условия разрабатываемых участков характеризуются сплошным развитием многолетнемерзлых грунтов, с залеганием кровли мерзлоты на глубинах от 0,5 до 2,5 м. Покрывающая вскрыша в большинстве своем представлена смесью торфа, супеси и льда, при этом плодородный слой почвы может практически отсутствовать. Средняя мощность вскрыши по карьерам Северных территорий составляет 0,5-0,7 м.

Тундровые почвы весьма чувствительны к воздействиям и долго восстанавливаются после нарушения их структуры. Горные работы следует проводить в пределах земельного отвода с соблюдением природоохранных норм.

Особенностью рекультивации карьеров в условиях Севера, является создание растительного экрана, закрепляющего вскрышные породы, что обеспечит предотвращение выноса пород в водоемы и грунтовые воды, выбросы в атмосферу, способствует восстановлению температурного режима грунтов и испарения грунтовых вод, а также создающего условия для ускорения процессов почвообразования.

До начала добычных работ в границах земельного отвода следует произвести снятие почвенно-растительного слоя (ПРС). Норма снимаемого слоя определяется в соответствии с ГОСТ 17.5.3.06-(от) 85г., согласно которому для северных областей с тундровыми почвами норму снятия ПРС устанавливают выборочно, с учетом технологических ограничений.

Работы горно-технического этапа рекультивации должны создавать оптимальные формы ландшафта, формировать корнеобитаемый слой из пород, обладающих благоприятными свойствами для развития биоценозов.

Технический этап рекультивации предусматривает комплекс таких работ как:

- Выбор места расположения отвала почвенно-растительного слоя, в границах полосы отвода.
- Снятие почвенно-растительного слоя (ПРС) и торфа бульдозером с перемещением во временный отвал, где он должен храниться до

окончания горных работ, с учетом того что согласно гост 17.4.3.02-85, при сроке хранения ПРС более 2 лет, должна проводиться биологическая рекультивация поверхности отвала и его откосов.

- Выполаживание откосов бортов карьера в соответствии с требованиями к выбранному направлению рекультивации.
- Планировка дна карьера бульдозером.
- Рыхление почвенно-растительного слоя бульдозером-рыхлителем.
- Перемещение почвенно-растительного слоя бульдозером из временных отвалов в карьер, разравнивание и уплотнение его бульдозером.

Биологическая рекультивация нарушенных земель включает в себя комплекс агротехнических и фитомелиоративных мероприятий:

- восстановление структуры почвенного покрова;
- повышение плодородия нарушенных земель;
- закрепление поверхностного слоя почвы корневой системой растений;
- предотвращение развития водной и ветровой эрозии почв на нарушенных землях.

Биологическую рекультивацию предусматривается провести на всей площади, нарушенной работой механизмов, за исключением участков с открытым льдом.

В цикл работ по биологической рекультивации входят:

- известкование кислых почв;
- дискование почв дисковой бороной;
- гидропосев семян многолетних трав с нанесением бентонитовых растворов на рекультивируемые площади карьера гидросеялкой;
- весенняя подкормка посевов нитроаммофоской разбрасывателем удобрений, не ранее чем через год после начала работ по биологической рекультивации.

Для рекультивируемых участков, расположенных на территории кочковатой полигональной тундры, характеризующейся кустарничково-мохово-травянистой растительностью и ослабленными почвами с мощностью органогенного слоя от 5 до 10 см, улучшение свойств тундровых почв может быть достигнуто усилением биохимических процессов, улучшением аэрации и теплового режима и внесением удобрений. В тундровой зоне необходимо внесение повышенных доз азотных и фосфорных удобрений.

На участках, лишенных растительного покрова, встречаются почвы, в которых могут отсутствовать верхние органогенные горизон-



ты. Bentonито-гуматный раствор, применяемый для рекультивации, способен связывать, кондиционировать пески, образовывать пленку, способную пропускать воздух и влагу, стимулировать питание растение и их быстрый рост.

Слой торфа имеет ряд неблагоприятных физико-химических свойств, ограничивающих его применение в качестве ПСП (плодородного слоя почвы) при биологической рекультивации. Повышение эффективности биологической рекультивации может быть достигнуто при использовании торфо-аммиачного компоста. Торф заливается аммиачной водой с добавлением фосфоритная мука (20 кг/т). Затем проводится перемешивание, сушка в естественных условиях и нанесение удобрения на рекультивируемые территории, что в норме приводит к восстановлению нарушенных земель.

Для повышения видового разнообразия растений и создания условий для формирования биоценозов целесообразно использовать овсяницу красную, овсяницу луговую, мятлик луговой, которые характеризуются высокими адаптивными качествами и обладают высокой зимостойкостью.

Учитывая агроклиматические условия района, посев следует проводить в августе. Глубина заделки семян 1-1,5 см.

Рекультивируемый участок следует привести в пригодное для использования состояние не позднее года после окончания добычных горных работ.

Библиографический список:

1. Игошин В.М. Технологические решения по рекультивации нарушенных земель при ликвидации шахт и разрезов: отраслевой нормативно-методический документ / Сост. Игошин В.М., Красавин А.П., Навитный А.М., Харионовский А.А. и др. – Пермь: ФГУП «МНИИЭКОТЭК», 2002. – 200 с.
2. Месяц С.П. Закрепление уступов, поставленных в конечное положение, для повышения промышленной и экологической безопасности при ведении открытых горных работ / Месяц С.П. // Труды международного научного симпозиума «Неделя горняка – 2011» / Московский государственный горный университет. Москва, 2011.
3. Советский энциклопедический словарь. - М.: Сов. Энциклопедия, 1989. - 1632 с
4. Ушаков И.Н. Охрана природных объектов, недр и сооружений при горных разработках. - Л.: ЛГИ, 1981. - 108 с



УДК 556.115

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ИЖЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА – ИСТОЧНИКА ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ Г. ИЖЕВСКА

**Губчак Е.Г., Кутлыбаева М.В.,
Научный руководитель Юнусова Л.З**

Ижевский государственный технический университет, г.Ижевск, Россия

В результате многоцелевого использования искусственно созданных водоемов, их водная экосистема становится крайне неустойчивой, что приводит к возникновению ряда экологических проблем в системе “водохранилище – окружающая среда”. В связи с этим, выяснение условий формирования химического состава воды и водных ресурсов водохранилищ имеет не только теоретическое, но и важное практическое значение.

Судьба созданного в 1760 году графом Шуваловым крупнейшего в Европе искусственного закрытого водоема расположенного в городе Ижевске республики Удмуртия изначально была вполне предсказуема. Огромный пруд, созданный для нужд Ижевских заводов, затем долгое время использовался как городской источник питьевой воды, пока, наконец, не состарился. Здесь сказалось все – и время, и техногенное и антропогенное воздействие.

Проблемы с Ижевским водохранилищем начались без малого 50 лет тому назад - природные механизмы самоочищения водоема начали давать сбой. Руководство города и республики тех лет на возникшую проблему не обратили внимания, и с каждым годом ситуация стала усугубляться – водохранилище начало зарастать и заиливаться. Расплата за равнодушие пришла через сорок лет, в 2003 году, когда ижевчане, живущие в районах, чье водоснабжение замкнуто на пруд, вдруг обнаружили, что водопроводная вода приобрела неприятный запах.

Местные экологи отмечают, что качество воды в пруду с каждым годом только ухудшается. Связано это как со сбросами в воду промышленных отходов, так и с тем обстоятельством, что за все время своего существования пруд ни разу не подвергался очистке.

В результате этого началось “цветение” пруда - зарастание сине-зелеными водорослями, продукты жизнедеятельности которых придают воде неприятный запах и привкус. Начатая в 2004 году программа по очистке пруда (включающая в себя очистку дна земснарядами, подселение рыб, питающихся сине-зелеными водорослями) пока не внесла в его состояние никаких улучшений. Благополучное состояние Ижев-



ского водохранилища определяет стабильность всей социоэкосистемы и, следовательно, качество жизни населения[9].

На современном этапе Ижевское водохранилище истощает потенциал самоочищения; проявляется несоответствие этого потенциала техногенной нагрузке, создаваемой современным городским хозяйством. При этом потенциал самоочищения по мере развития процессов эвтрофирования имеет тенденцию к понижению, а нагрузка к росту. Остановить этот процесс можно лишь на основе системы инженерных экологических мероприятий.

Данные комплексных исследований гидрохимического, гидробиологического состояния воды и данные государственной статистической отчетности предприятий-водопользователей, расположенных в водоохранной зоне водного объекта показывают:

- ни одно из предприятий не является доминирующим загрязнителем по сравнению с другими, т. е. все объекты хозяйственной деятельности оказывают негативное воздействие на водный объект в той или иной мере;
- основное количество веществ в Ижевское водохранилище поступает с талыми и ливневыми водами (поверхностный сток) с территории водозабора, преимущественно с бассейна р.Иж[10].

Межгодовая характеристика качества воды показала большое содержание в водах Ижевского пруда биологически мягкой органики (по БПК₅), сульфатов, марганца и нефтепродуктов. Вода Ижевского пруда относится к 3(а) классу загрязненности – весьма загрязненная.

Начиная с 2001 года, растет содержание биологически мягкой органики (в пересчете на БПК₅) в водах Ижевского пруда. Органика в избытке поступает с поверхностным стоком от неорганизованных источников, расположенных на водосборе водоема. Только в водоохранной зоне Ижевского пруда находится около полусотни объектов, половина из которых не канализирована – автостоянки, гаражи, детские оздоровительные лагеря, базы отдыха, дачные поселки. Рост содержания биологически мягкой органики в воде Ижевского пруда объясняется ростом нагрузки от такого рода источников загрязнения, поскольку роль организованных источников (предприятия машиностроения, ТЭЦ 1) в загрязнении водоема с 2000-х гг. снижается[1,2].

Также фиксируются нарушения сезонной динамики показателей органического загрязнения, что свидетельствует о серьезном органическом загрязнении водоема. В весенне-летний период растет содержание нефтепродуктов, что связано с активизацией неорганизованных источников загрязнения на водосборах реки Иж в

периоды паводков.

С 2003 года в Ижевском пруду наблюдается бурное цветение одноклеточных сине-зеленых водорослей, которое связано с попаданием в водоем большой массы органики. В 2007 году в марте-апреле бурых водорослей было в прудовой всего 50-60 клеток на 1 мл, то в 2009 году их число выросло в 30 раз — до 1500 клеток на 1 мл. При этом тенденция к бурному росту сохраняется. Причинами такого бурного роста водорослей являются: замедленный водообмен водохранилища; накопление взвешенных и растворенных органических веществ; уменьшение содержания кислорода у дна водоема; высокая температура воды[4,5].

Летом 2010 года наблюдается ухудшение качества прудовой воды. К концу лета запах в исходной воде оценивался в 4 балла при $t=20^{\circ}\text{C}$. При этом для источника питьевого водоснабжения второго класса, каким должен быть Ижевский пруд, запах не должен превышать 3-х баллов. Количество водорослей в воде водохранилища также в несколько раз превысило нормативные значения. По наблюдениям гидробиологов, динамика массового отмирания водорослей, которая и вызвала усиление запаха в конце июля - начала августа, сменилась новым этапом нарастания свежей биомассы, который вновь усилил запах прудовой воды. Такие важные показатели экологического состояния водоема как растворенный кислород, соли аммония, в июле - августе 2010 года определяются на уровне значений, значительно отличающихся в худшую сторону от данных предшествующих лет, регистрируемых даже в самые неблагоприятные периоды. Уровень микробиологического загрязнения воды Ижевского пруда в районе водозабора в июле - августе 2010 года также был выше значений предшествующих лет и превышал допустимые значения для 2 класса водоемов. Так, показатель ОКБ (общие колиформные бактерии) превысил норматив в 5 раз, а ТКБ (термотолерантные колиформные бактерии) - в 20 раз. Это говорит о поступлении в водоем свежих фекальных загрязнений, что в отсутствии водообмена и низких самоочищающих способностей водоема и приводит к таким данным анализа[6].

Иловые отложения Ижевского пруда богаты тяжелыми металлами (больше всего свинца и цинка), сильно превышены ПДК по нефтепродуктам и хрому. С целью оздоровления Ижевского пруда в 2006 году была начата очистка Ижевского пруда от донных отложений с помощью земснаряда. С 2006 по 2008 год работа земснарядов позволила избавиться примерно от 760 000 кубических метров донных от-



ложений. Таким образом, за три года Ижевский пруд очистили от десятой части накопившихся донных отложений[4,5].

К сожалению, на сегодняшний день удалить из пруда до 10% донных отложений не удастся в силу высокой затратности работ и слишком медленного финансирования. Остановить циклическое размножение сине-зеленых без удаления из водоема всех донных отложений как источника загрязнения воды тоже не удастся. Поэтому, возможно, что в самое ближайшее время пруд будет признан негодным для питьевого водоснабжения. Средства на выемку донных отложений при этом будут выделяться, но, как уже было сказано, результата эти меры в обозримом будущем не принесут. Читателям из Ижевска придется готовить новую статью в семейном бюджете - "Вода питьевая бутилированная". Тем не менее, сейчас поиск методов спасения водоема продолжается.

Существует программа мероприятий по улучшению качества воды в водохранилище:

- инвентаризация источников загрязнения на водосборной площади р. Иж и Ижевского водохранилища и подготовка предложений по их локализации или ликвидации;
- проведение работ по очистке Ижевского водохранилища от донных отложений;
- увеличение кратности водообмена воды в пруду с помощью регулирующего водохранилища в верховьях р. Иж емкостью не менее 70 млн. куб. м;
- проектирование и строительство локальных канализационных очистных сооружений во все коттеджных поселках в пригороде Ижевска;
- проектирование и строительство системы ливневой канализации г. Ижевска с целью исключения попадания неочищенных поверхностных стоков в водохранилище в городской черте;
- крепление берега водохранилища в районе парка им. Кирова, индустриального техникума и р. Подборенки;
- использование биологических методов борьбы с сине-зелеными водорослями с помощью разведения в водохранилище растительноядных рыб и альголизациии[6].

Представляется, весьма неслучайным, что именно Ижевское водохранилище одним из первых стало не только моделью процессов, которые в скором времени могут постигнуть, и уже постигают, другие гигантские резервуары питьевой воды в России, но и примером весьма ограниченной технической готовности к внезапному наступлению этих неблагоприятных процессов.

Библиографический список

1. О состоянии окружающей природной среды УР в 2001году: Гос. Докл. – Ижевск: Изд-во ИжГТУ, 2002. – 231с.
2. О состоянии окружающей природной среды Удмуртской Республики в 2002 году : Гос. докл. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ, 2003. – 236 с.
3. О состоянии окружающей природной среды УР в 2004году: Гос. Докл. – Ижевск: Изд-во ИжГТУ, 2005. – 218с.
4. О состоянии окружающей природной среды УР в 2007году: Гос. Докл. – Ижевск: Изд-во ИжГТУ, 2008. – 252с.
5. О состоянии окружающей природной среды УР в 2008году: Гос. Докл. – Ижевск: Изд-во ИжГТУ, 2009. – 247с.
6. О состоянии окружающей природной среды УР в 2010году: Гос. Докл. – Ижевск: Изд-во ИжГТУ, 2011. – 247с.
7. Своекошин В.И. Гидрологическая характеристика пруда // Ижевский пруд. Ижевск: Изд. дом «Удм. ун-т», 2002. С. 81–89.
8. Удмуртская Республика: Энциклопедия. Ижевск: Удмуртия, 2000. 799 с.
9. Официальный сайт министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Удмуртской Республики - <http://www.minpriroda.ru>.
10. Экологический портал Удмуртской Республики - <http://www.eco18.ru>.



УДК 504.3.054

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ
ОПТИЧЕСКОЙ АБСОРБЦИОННОЙ СПЕКТРОСКОПИИ
(ДОАС) В ИССЛЕДОВАНИИ ОБРАЗОВАНИЯ
НИТРАТНЫХ ВЗВЕШЕННЫХ ЧАСТИЦ В ТРОПОСФЕРЕ**

Ганюков С.П.,

Тульский государственный университет, г.Тула, Россия

В работе описано использование метода ДОАС в исследовании суточного хода концентраций соединений азота и кислорода. Предложен способ определения концентрации нитратных соединений (взвешенных веществ) в атмосферном воздухе.

Загрязнение атмосферного воздуха техногенными выбросами одна из самых серьезных проблем современного общества. Поэтому объективная оценка качественных и количественных характеристик загрязняющих веществ является приоритетным направлением научных исследований во всем мире. Для этих целей применяются различные методы мониторинга.



Наиболее перспективным является использование трассовых газоанализаторов на основе метода дифференциальной оптической абсорбционной спектроскопии (ДОАС), получившей широкое развитие в последние годы. Оптический трассовый газоанализатор, работающий на принципах ДОАС, является эффективным инструментом для измерения малых концентраций основных загрязняющих газов (диоксида азота, диоксида серы, озона, оксида азота, формальдегида, толуола, бензола и др.) в атмосферном воздухе в режиме реального времени [1]. На повестке дня стоит вопрос о разработке официально утвержденных методик и внедрения этих приборов в практику экологического мониторинга газовых загрязнений атмосферы. Важные шаги в этом направлении сделаны Американским агентством по защите окружающей среды (US EPA), одоббившим метод ДОАС в качестве эквивалентного метода измерения трех основных загрязняющих примесей: SO_2 , NO_2 и O_3 .

Первый в России коммерческий оптический газоанализатор «ДОАС» изготовлен в ООО «Обнинская Фотоника» в 2002 году.

Технические характеристики газоанализатора ДОАС-М1 не уступают зарубежным аналогам, а по многим показателям превосходят их (одновременно измеряются 38 газов, с порогом чувствительности менее 0,1 ПДК_{ср}). Это определило его широкое применение в научных целях и для решения практических задач в исследовательских центрах США, Германии, Италии, Испании, Польше, Китае, Корее, Иране.

Действие прибора основано на регистрации спектра поглощения атмосферы и сравнении его с известными спектральными характеристиками измеряемых газов (рис. 1).

Достоинства и полезные свойства методики ДОАС в полной мере были подтверждены при изучении процесса образования нитратных взвешенных частиц в тропосфере.

В период 2008-2011 гг. методом дифференциальной оптической спектроскопии нами была установлена зависимость между падением концентрации диоксида азота и ростом концентрации озона в различное время суток и времена года в зависимости от угла склонения Солнца (толщины оптического слоя атмосферы), соответствующего определенному временному интервалу (рис. 2).

По результатам данных экспериментов был введен коэффициент влияния оптической толщины атмосферы на степень трансформации диоксида азота – k_a :

$$k_a = \frac{C_{\max}}{C_{\text{факт}(i)}} \quad (1)$$

где: $C_{\max}$ – максимальная концентрация озона; $C_{\text{факт}(i)}$ – текущие значения концентраций озона в различное время суток и сезоны года.

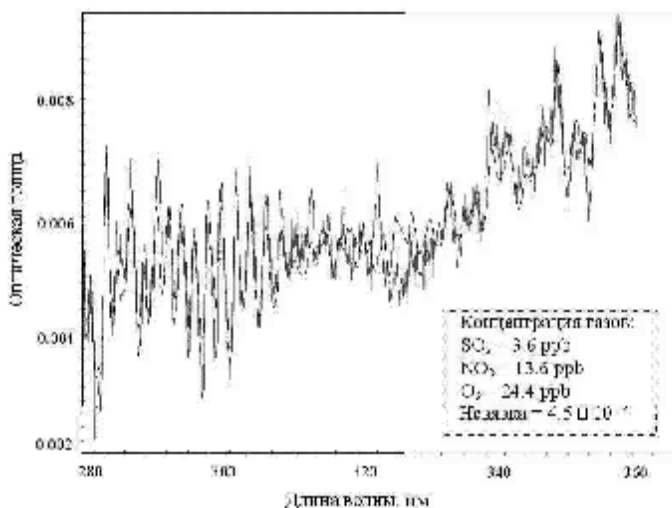


Рис. 1. Суммарный спектр поглощения SO_2 , NO_2 , O_3 в спектральном диапазоне 280-360 нм

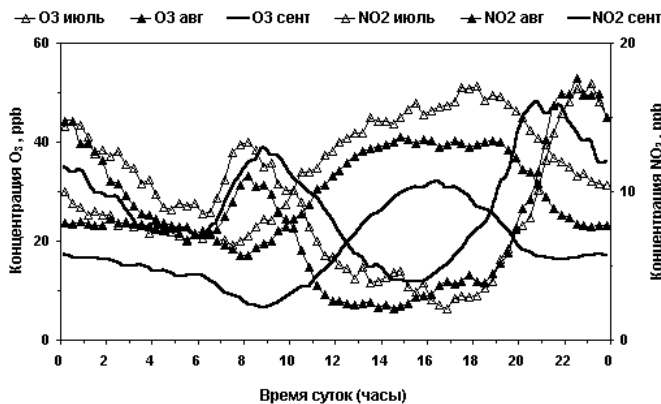


Рис. 2. Графики изменения концентраций диоксида азота и озона по месяцам

И разработана таблица численных значений степени трансформации (полноты химических превращений) диоксида азота в виде коэффициента (табл. 1).



Таблица 1

Значения коэффициента трансформации оксида N(IV) – k_a в различные временные и сезонные периоды года

Месяц	Часы дня							
	6	8	10	12	14	16	18	20
	Значение коэффициента трансформации k_a							
Апрель	0	0	0,4	0,7	1	1	0,6	0
Май	0	0	0,5	0,75	1	1	1	0,6
Июнь	0	0,1	0,6	0,9	1	1	1	1
Июль	0	0	0,5	0,75	1	1	1	0,9
Август	0	0	0,4	0,65	1	1	0,7	0,3
Сентябрь	0	0	0,3	0,5	1	1	0,4	0

Экспериментальные данные полностью совпали с теоретическими расчетами на основе закона Бугера-Ламберта-Бера:

$$E = E_0 \cdot \exp(-k \cdot l) \quad (2)$$

где: E_0 – исходное значение светового потока; k – натуральный показатель ослабления, учитывающий поглощение и рассеивание излучения; l – толщина атмосферного слоя.

Кроме того, была установлена зависимость между плотностью облачности и степенью трансформации диоксида азота. Из результатов экспериментов, выполненных в течение двух смежных дней, видно, что концентрация диоксида азота в солнечный и пасмурный дни отличаются в несколько раз.

Полученные экспериментальные данные позволили разработать таблицу значений коэффициента влияния облачности – $k_{обл}$, на интенсивность процессов трансформации веществ.

$$k_{обл} = \frac{C_{факт(i)}}{n} \quad (3)$$

где: $C_{факт(i)}$ – текущие значения концентраций озона в различное время суток и сезоны года; n – значение общей облачности (в баллах).

С учетом полученных результатов, на основе закона сохранения масс, нами была создана расчетная зависимость для определения концентрации нитратов в атмосферном воздухе:

$$C_{PM} = 3,25 \cdot \left(\frac{C(NO_2) \cdot \frac{k_a}{2,4}}{k_{обл}} \right) \quad (4)$$

где: $C(NO_2)$ – концентрация диоксида азота, mg/m^3 ; k_a – коэффициент влияния угла наклона (толщины оптического слоя); $k_{обл}$ – коэффициент

влияния степени общей облачности; 1,727 – коэффициент пропорциональности.

Таблица 2

Значения коэффициента влияния степени общей облачности на степень трансформации диоксида азота

Общая облачность (баллы)	$k_{обл}$
1	1
2	2,75
3	4,5
4	6,25
5	8
6	9,75
7	11,5
8	13,25
9	15
10	16,75

Предлагаемый способ позволяет на практике реализовать требование п. 1.5. Методики расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий ОНД-86: «Расчет концентрации вредных веществ, претерпевающих полностью или частично химические превращения (трансформацию) в более вредные вещества, проводится по каждому исходному и образующемуся веществу отдельно.

Библиографический список

1. Platt U. Differential optical absorption spectroscopy (DOAS) // in Air Monitoring by Spectroscopic Techniques, M. W. Sgrist, ed., Chemical Analyses Series. – 1994; Vol. 127. P. 27-84.
2. Spadaro J.V. (1999) Quantifying the Damages of Airborne Pollution: Impact Models, Sensitivity Analyses and Applications, Ph.D. Dissertation, Ecole des Mines de Paris, Centre d'Energetique, 60 boul. St. Michel, F75272, Paris, Cedex 06, France.
3. Бажин Н.М. Кислотные дожди // Соросовский образовательный журнал, 2001, №7, с. 47-52.
4. Гаджиев О.Б., Игнатов С.К., Разуваев А.Г. Интермедианты окисления оксида азота (II) на синглетной поверхности потенциальной энергии. Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского, 2009, № 2, с. 96-101.
5. Хадарцев А.А., Хрупачев А.Г., Туляков С.П., Левкин Н.Д., Ганюков С.П., Платонов В.В., Хмелевцов В.С. Трансформация техногенных выбросов в атмосферном воздухе населенных мест и ее влияние на популяционное здоровье. // Вестник новых медицинских технологий. 2010. - №3 – С. 197-201.





УДК 504.064.3

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ОТХОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ АПАТИТ-НЕФЕЛИНОВЫХ РУД НА КОМПОНЕНТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ В ВЫСОКИХ ШИРОТАХ

Стриженок А.В.,

Санкт-Петербургский государственный горный университет,
г. Санкт-Петербург, Россия

В работе представлены результаты экологического мониторинга компонентов окружающей природной среды, проведённого на территории воздействия хвостохранилища апатит-нефелиновой обогатительной фабрики. Приведены результаты проведённых натурных измерений и дана оценка техногенной нагрузки, оказываемой исследуемым объектом на северную экосистему данного региона.

Интенсивное развитие промышленности, увеличение населения в городах и промагломерациях, высокие темпы роста технологического прогресса – всё это неизбежно приводит к образованию огромного количества отходов, значительная доля которых принадлежит горнодобывающей и горно-перерабатывающей отраслям промышленности [1]. Ежегодно в мире миллионы гектаров плодородных земель отчуждается под временное размещение и складирование отходов горной промышленности. Только в России в 2010 году площадь земель, нарушенных в результате складирования этих отходов, составила более 4 миллионов гектаров, что привело к ухудшению санитарно-гигиенической обстановки на данных территориях, повышению заболеваемости и смертности населения, уменьшению видового разнообразия животных и растений, нарушению и видоизменению естественных ландшафтов, а также утрате природных ресурсов. Особенно значительной трансформации в условиях высокой антропогенной нагрузки подвергаются ландшафты в северных широтах [2]. Северные экосистемы под действием техногенных источников легко разрушаются, так как имеют низкий потенциал самоочищения и самовосстановления [3]. В этой связи остро встаёт вопрос о необходимости разработки и внедрения комплексных программ экологического мониторинга компонентов окружающей природной среды, а так же о необходимости формирования современных технологических решений в области переработки вторичного сырья с целью уменьшения количества складирова-

мых отходов и снижения техногенной нагрузки на экосистемы промышленных регионов севера.

Примером интенсивного накопления и складирования отходов горно-перерабатывающего производства в северных регионах является хвостовое хозяйство второй апатит-нефелиновой обогатительной фабрики (АНОФ-2), являющейся структурным подразделением ОАО «Апатит» и пущенной в эксплуатацию в 1963 году. Рассматриваемое предприятие расположено в центральной части Кольского полуострова и является одним из крупнейших в мире по добыче и переработке апатит-нефелиновых руд. Хвостохранилище АНОФ-2 является одним из крупнейших в России по площади и объему, его общая площадь составляет 7,8 км², а периметр по дамбе обвалования - 11 550 м. Намывная дамба хвостохранилища на 2009 г. достигла высоты 69,4 м и относится к сооружениям I класса капитальности. Ежегодно с обогатительной фабрики на хвостохранилище поступает более 6 млн. м³ хвостов обогащения, а объём хвостов, уложенных с начала эксплуатации АНОФ-2, составляет 431,5 млн.м³. Помимо хвостов обогащения в хвостохранилище так же складировются тонкодисперсные золошлаковые отходы Апатитской ТЭЦ. Хвостохранилище АНОФ-2 является основным и самым крупным на предприятии источником загрязнения окружающей природной среды взвешенными веществами.

Основное негативное воздействие на окружающую среду оказывает ветровое пыление открытых пляжей хвостохранилища [2]. Рассеивание техногенных выбросов в атмосфере и последующее выпадение их путём гравитационного осаждения или выпадения с осадками приводят к формированию в почвенном покрове и поверхностных водоёмах и водотоках техногенных аномалий. Неорганическая пыль оказывает существенное влияние не только на химический состав атмосферы и гидросферы, но и на растительные сообщества, существующие на данной территории [1]. Кроме этого значительной техногенной нагрузке подвергается воздух города Апатиты, расположенного в 9 км к юго-востоку от хвостохранилища. При интенсивной ветровой нагрузке атмосферический ореол загрязнения пылью хвостов достигает города, что негативно сказывается как на санитарно-гигиенической обстановке в городе, так и на здоровье граждан в целом [2].

Проведённый на территории АНОФ-2 мониторинг показал, что незначительный пылевынос с пляжей и бортов хвостохранилища наблюдается даже при минимальной ветровой нагрузке. Мониторинг проводился при помощи портативного пылемера DustTrak TSI-8520. В данном анализаторе пыли реализован принцип лазерной нефелометрии, что определяет возможность измерений в широком динамическом



диапазоне концентраций ($0-100 \text{ мг/м}^3$). Для определения скорости ветра использовался метеометр МЭС-200. Натурные измерения показали, что при скорости ветра $3,4 \text{ м/с}$ концентрация взвешенных веществ в атмосферном воздухе рабочей зоны составляет $0,091 \text{ мг/м}^3$, при 5 м/с – $0,186 \text{ мг/м}^3$, а при порывах до 17 м/с концентрация взвешенных веществ в воздухе достигает $0,816 \text{ мг/м}^3$. Как видно из приведённых результатов, уже при скорости ветра – 5 м/с концентрация взвешенных веществ в воздухе рабочей зоны превышает среднесуточную предельно-допустимую концентрацию (ПДК). При большей ветровой нагрузке концентрация пыли будет превышать и максимально-разовую ПДК, которая для неорганической пыли с содержанием $20-70\% \text{ SiO}_2$ составляет $0,3 \text{ мг/м}^3$. Такой интенсивный пылевынос объясняется большим процентным содержанием мелкой фракции в пульпе, поступающей на хвостохранилище с АНОФ-2. В учебной лаборатории Экологического мониторинга при научно-образовательном центре Санкт-Петербургского государственного горного университета был определён гранулометрический состав отобранных проб, который показал содержание тонких песков в хвостах АНОФ-2 ($<0,09 \text{ мм}$) более 60% . Таким образом, можно утверждать, что даже при незначительной ветровой нагрузке будет иметь место пыление пляжей хвостохранилища, что достоверно было подтверждено натурными наблюдениями и измерениями.

На сегодняшний день на предприятии внедрён ряд природоохранных мероприятий для снижения негативного воздействия хвостохранилища на компоненты окружающей природной среды. Основные из них – это закрепление пляжей хвостохранилища анионной битумной эмульсией, орошение внутренних дорог лигносульфанатом и закрепление бортов дамбы путём посева многолетней травы волосенца песчаного. Эти мероприятия дают положительные результаты, о достоверно свидетельствуют натурные измерения. Так, значения концентраций, приведённые выше, были получены в условиях 90% закрепления пляжей хвостохранилища битумной эмульсией. Замеры, проведённые на границе свеженамытого пляжа при скорости ветра $3,4 \text{ м/с}$, показали значение концентрации пыли $0,255 \text{ мг/м}^3$. Таким образом, можно утверждать о значительной эффективности принятых на предприятии мероприятий по снижению пылевыноса с пляжей хвостохранилища и снижению концентрации пыли в атмосферном воздухе рабочей зоны на $60-70\%$.

Однако, не смотря на все природоохранные мероприятия, антропогенная нагрузка на окружающую среду данного региона по-прежнему остаётся значительной. Так, например, при скорости ветра выше 20 м/с любое нарушение целостности структуры битумной плёнки

приводит к её разрушению, и интенсивность пыления пляжей хвостохранилища многократно увеличивается; пыление бортов дамбы хвостохранилища остаётся значительным в течение нескольких лет после посева закрепляющего травяного покрова, до его полного разрастания [2]. Так же битумной эмульсией не могут быть закреплены свеженамытые хвосты, так как техника, которая осуществляет закрепление, не может перемещаться по свеженамытым пляжам. В результате всего вышесказанного можно сделать вывод, что необходимость разработки и внедрения инновационных проектных решений в области переработки вторичной продукции и снижения количества складированных отходов горно-перерабатывающего производства остаётся очевидной.

Ещё одним фактором негативного воздействия хвостохранилища АНОФ-2 на окружающую природную среду данного региона является инфильтрация дренажных вод с территории хвостохранилища в подземные и поверхностные воды через тело дамбы, что приводит к загрязнению поверхностных водоёмов и водотоков, используемых для рыбохозяйственных целей [1]. Экосистемы высоких широт, обладающие слабым потенциалом самоочищения и самовосстановления, особенно чувствительны к любым изменениям среды обитания, а, следовательно, интенсивное загрязнение поверхностных вод может стать причиной аллогенной сукцессии водных экосистем [3].

В этой связи, целью проведённых исследований являлось выявление нарушений в зоне воздействия хвостового хозяйства АНОФ-2 на компоненты окружающей природной среды, а так же оценка состояния существующих на данной территории природных экосистем. Это особенно важно для региона, в котором расположено рассматриваемое горно-перерабатывающее предприятие, так как природные экосистемы северных территорий имеют слабый потенциал самовосстановления, а, следовательно, повышенная антропогенная нагрузка на них может привести к исчезновению многих видов животных и растений, или исчезновению экосистемы в целом [3].

Библиографический список

1. Пашкевич М.А. Техногенные массивы и их воздействие на окружающую среду. СПб.: СППГИ (ТУ), 2000. 230с.
2. Пашкевич М.А. Экологический мониторинг: учебное пособие. СПб.: СППГИ (ТУ), 2002. 90с.
3. Стриженко А.В. Мониторинг и оценка негативного воздействия горной промышленности на особо охраняемые природные территории Северо-Западного региона России. Мониторинг экологически опасных промышленных объектов и природных экосистем: сборник статей V Международной научно-практической конференции/ МНИЦ ПГСХА – Пенза: РИО ПГСХА, 2011, С.169-173.





УДК 628.112.16.0

ПРИМЕНЕНИЕ КЛИНОПТИЛОЛИТОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ТУЛЬСКОГО РЕГИОНА ОТ СТРОНЦИЯ СТАБИЛЬНОГО

Трубина М.В.

Научный руководитель Брынько Ю.В.

Тульский государственный университет, г. Тула, Россия

Приведены результаты исследований возможности применения в качестве сорбента природного клиноптилолита Холинского месторождения для удаления стронция стабильного из подземных вод Тульского региона.

Вода - важнейший элемент среды обитания человека, без которого само существование высокоорганизованных форм жизни невозможно. Вода обеспечивает прохождение всех жизненных процессов в организме. Пищеварение, обмен веществ, синтез тканей совершаются при активном участии воды. Она служит растворителем в организме для органических и неорганических веществ. Вода удаляет из организма вредные продукты, остающиеся после усвоения необходимых веществ, регулирует температуру тела, содержание солей в тканях и жидкостях и участвует во множестве других процессов, без которых невозможно функционирование живых клеток.

Подземные воды играют важную роль в обеспечении населения питьевой водой. Однако далеко не все подземные воды по своему составу отвечают требованиям ГОСТ 2874-82 "Вода питьевая".

Подземные воды, как правило, обладают повышенной минерализацией, жесткостью, а также значительным количеством железа и марганца по сравнению с поверхностными источниками водоснабжения. Кроме того, просачиваясь через породы водоносного слоя, они выщелачивают ряд химических элементов, которые нормируются ГОСТом на питьевую воду и СанПиНом. К таким элементам относятся и стронций стабильный, ПДК по которому составляет 7 мг/л.

Тульская область относится к таким регионам, где содержание стронция в подземных водах для многих районов области находится в пределах 10-40 мг/л.

Из 24 районов и города Тулы превышение по стронцию отмечено в 16 из них. Такие районы как Богородицкий, Киреевский, Узловский, Тепло-Огаревский имеет постоянно стабильное и высокое превышение концентраций стронция в источниках водоснабжения. Максимальная концентрация стронция в подземных водах Тепло-

Огаревского района превышает 47 мг/л, то есть превосходит требования ГОСТ 2874-82 "Вода питьевая" в 6,5 раз. Высокие концентрации отмечаются также в Богородицком районе (37,8 мг/л).

Существующие способы очистки питьевой воды (коагуляция, отстаивание, фильтрация с использованием традиционных инертных материалов - кварцевого песка, антрацита, керамзита) неэффективны в этом отношении.

Работы, проводимые кафедрой санитарно-технических систем по устранению стронция стабильного из жестких, сильно минерализованных подземных вод, показали принципиальную возможность применения химических способов комплексной очистки природных вод от стронция, железа и жесткости. Так при применении таких реагентов как кальцинированная сода, едкий натр, едкий кали, известь концентрация стронция стабильного снижается на 65-97% со значительным снижением жесткости и железа общего в исследованной воде. Однако, как и большинство реагентных методов, он имеет ряд существенных недостатков:

1. значительных расход дорогостоящих реагентов (по данным авторов исследований [1]) в пределах 500-1200 мг/л;
2. изменение химического состава воды из-за вводимых реагентов, что существенно повышает общее солесодержание воды, а так же концентрацию натрия, калия, иногда превышающую ПДК для питьевой воды;
3. активная реакция (рН) после обработки воды превышает 9, что требует дополнительных реагентов и оборудования для нейтрализации щелочности воды.

Одним из дешёвых, эффективных и экологически безвредных способов снижающих концентрацию стронция стабильного является очистка воды с помощью одного из распространённых на нашей планете природных цеолитов - клиноптилолита, обладающего выраженной селективностью по отношению к катионам щелочных, щелочноземельных, тяжёлых металлов и аммония, а также высокими прочностными характеристиками и санитарно-гигиенической надёжностью [2,5].

На территории бывшего СССР месторождения клиноптилолита найдены в Закарпатье (Сокирница), Закавказье (Дзегви-Тедзами, Ай-Даг), Забайкалье (Холинское), Амурской области (Серёдочное), Хабаровском и Приморском краях ((Раде и Чугуевское), на Сахалине (Лютотское) и Камчатке (Ягоднинское). Обычно цеолиты залегают в виде туфов, состоящих на 60-80% из клиноптилолита, остальное - примеси: глинистые минералы, гидрослюда, кварц, полевые шпаты, кальцит и т.п. Химический состав клиноптилолита характеризуется заметными



вариациями в составе обменных катионов и породообразующих примесей. В зависимости от химического и минералогического состава, условий образования и природы породообразующих примесей клиноптилолиты разных месторождений имеют различные физико-механические и ионообменные характеристики [3,4,5].

Для оценки пригодности цеолитовых материалов месторождений Холинское и Закавказья для очистки подземных вод, содержащих высокие концентрации стронция и железа, были проведены исследования на моделях двух фильтров.

Фильтр №1 был загружен зернами клиноптилолитом месторождения Холинское с диаметрами фракций в пределах 0,5- 1,5 мм, и высотой фильтрующего слоя 28 см, скорость фильтрования 3 м/ч. Фильтр №2 загружен зернами клиноптилолита с диаметром фракций 1...1,25 мм, полученного с Закавказья и использовавшегося в качестве фильтрующей загрузки водопроводных фильтров станций обезжелезивания Тульского МП Тулгорводоканал. В первых опытах проверена возможность удаления стронция цеолитами в природной форме. Скорость фильтрования в фильтре №2 составляла 4 м/час, Опыты показали, что цеолит Холинского месторождения имеет рабочую сорбционную способность выше, чем цеолит месторождения из Закавказья в 2,5-3 раза. Так рабочая сорбционная емкость для цеолита Холинского месторождения по стронцию составляет 32,3 г.экв/м³, что позволяет получить фильтрат с содержанием стронция менее 7 мг/л из подземной воды скважины в количестве 109 м³/м³ загрузки за один фильтроцикл. Таким образом, продолжительность фильтроцикла на промышленных цеолитовых фильтрах с загрузкой высотой 1,5 м с учетом задержания ионов стронция должна составлять не менее 50 часов.

Результаты опытов сорбции стронция на колонке №2, загруженной цеолитом месторождения из Закавказья показали непригодность данного материала для использования в качестве фильтрующего материала при очистке подземной воды от железа и стронция, что объясняется низкими качественно-структурными характеристиками сырья.

Все вышеизложенное свидетельствует о принципиальной возможности очистки подземной природной воды с высоким содержанием стронция, железа и солей жесткости с помощью сорбционного метода на природных цеолитах.

Библиографический список

1. Брынко Ю.В., Бурдова М.Г. и др. Исследование реагентной очистки природных вод Тульского региона от стронция стабильного. Социально-экономические и экологические проблемы горной промышленности, строительства и энергетики, Материалы международной конференции, т.2, Тула., 2003 г.

2. Новикова В.А., Алибеков Г.Я., Стародубцев Д. С. Исследование природных клиноптилолитов различных месторождений для очистки сточных вод от аммонийного азота. В сб. мат. Всесоюз. н-т. конф. по добыче, переработке и применению природ. цеолитов. Сакартвело, Тбилиси., 1989, 210-214.
3. Новикова В.А., Замокина И.С. О результатах многолетней экс- плуатации клиноптилолита в качестве загрузки водоочистных фильтров. . В сб. тез. докл. Респ. совещания "Природные цеолиты России». Новосибирск .1992. т. 1., 116-119.
4. Сенявин М.М., Никашина В.А., Тюрина (Новикова) В.А., Антонова О.Я., Христианова Л.А. Ионообменные и фильтрующие свойства клиноптилолита на опытно-технологической установке. Химия и технология воды. № 6, 1986, 49-51.
- 5.СенявинМ.М., Никашина Д.А., Тюрина В.А, Еленин С.Н., Иценко И.Г.
6. Промышленные испытания клиноптилолита;. Химия и технология воды. № 6, 1986, 52-56.



УДК 622:272

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИ ВЕДЕНИИ ЗАКЛАДОЧНЫХ РАБОТ НА ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Матях А., Тринц Т.

Научные руководители Шапошник Ю.Н., Шапошник С.Н.

*Восточно-Казахстанский государственный технический университет,
г., Казахстан*

Рассмотрены пути разработки малоотходных и безотходных экологически чистых технологий на основе вовлечения в эксплуатацию отвалов горных пород и отходов производства

Одним из путей развития горнорудных компаний на сегодняшний день является разработка малоотходных и безотходных экологически чистых технологий, а также диверсификация, основанная, в том числе и на вовлечении в эксплуатацию отвалов горных пород и отходов производства.

Создание замкнутых технологических циклов с комплексным использованием сырья и отходов позволит производить конкурентоспособную продукцию, утилизировать отходы производства и одновременно уменьшить нагрузку на окружающую среду.

К настоящему времени на горнодобывающих предприятиях широко используют отходы металлургического производства, позволяю-



щие существенно снизить расход дорогостоящего цемента при приготовлении закладочной смеси, частично утилизируется пустая порода от проходческих работ в закладку.

Как известно, использование граншлаков молотых в составе закладочных смесей позволяет снизить негативное влияние отходов производства на окружающую среду и значительно сократить расход дорогостоящего цемента при приготовлении закладки на подземных рудниках. При этом в настоящее время назрела проблема разработки наиболее эффективных способов приготовления на бетоно-закладочных комплексах (БЗК) граншлаков для закладочных смесей и путей активации граншлаков в качестве вяжущих.

С целью выявления наиболее рациональных способов приготовления граншлаков для закладочных смесей нами на БЗК-1 Малеевского рудника Зырянского ГОКа ТОО «Казцинк» были проведены лабораторные и опытно-промышленные исследования процесса измельчения граншлаков в шаровой мельнице МШР 2,7×2,8.

С целью повышения эффективности процесса измельчения в мельницах необходимо создание таких условий измельчения материала, при которых обеспечивается выпуск конечного продукта с заданным гранулометрическим составом без переизмельчения при минимально необходимых энергиях разрушения частиц исходного материала.

С целью определения оптимальной загрузки мельницы шарами различных диаметров при измельчении доменных граншлаков в условиях Малеевского рудника были проведены опытно-промышленные исследования по определению оптимальных режимов измельчения.

В результате проведенных опытно-промышленных работ установлено, что общая масса загруженных шаров в мельнице МШР 2,7×2,8 (БЗК 1) составляет 30 т, из которых: шары диаметром 60 мм - 9,9 т (33%); шары диаметром 50 мм - 12,3 т (41%); шары диаметром 40 мм - 5,1 т (17%); шары диаметром 30 мм - 2,7 т (9%).

В результате обработки полученных данных по определению оптимальной загрузки мельницы шарами различных диаметров при измельчении доменных граншлаков методами математической статистики нами получена экспоненциальная зависимость отношения выхода фракций граншлака в процентах к их крупности, описываемая уравнением регресса $b_1 = 84,6333 \exp(-1,4398\Delta)$ с коэффициентом корреляции $r = 0,8868$, что дает возможность определить оптимальные режимы работы загрузки и конструктивно-технологические параметры работы мельниц с учетом физико-механических свойств конкретного измельчаемого материала и требований к гранулометрическому составу продукта измельчения.

Использование на Малеевском руднике Зыряновского ГОКа ТОО «Казцинк» гранулированных доменных шлаков позволило сократить расход цемента с 160-200 до 55-60 кг/м³ закладки.

На сегодняшний день применяемые технологии добычи руды подземным способом не предусматривают полной утилизации отходов производства в выработанном пространстве. Это в первую очередь относится к утилизации пустой породы от проходческих работ. Анализ работы подземных рудников показывает, что значительный объем породы от проходческих работ выдается из шахты и складировается на поверхности в породных отвалах и только незначительная часть породы от проходческих работ используется для закладки без выдачи ее на поверхность и складирования в породный отвал. Однако, при очевидной эффективности утилизации породы от проходческих работ в закладку без выдачи ее на поверхность, объемы утилизированной породы от проходческих работ в закладку в настоящее время еще низки.

В условиях рыночной экономики необходимо дополнить и уточнить методы определения эффективности утилизации породы от проходческих работ в закладку без выдачи породы на поверхность.

Одним из основных вопросов совершенствования технологии горных работ является разработка оптимальных схем доставки руды при вариантах с утилизацией породы от проходческих работ. Эти исследования проведены для условий Малеевского рудника, в частности, разработан локальный проект на опытно-промышленные работы на закладку пустот камеры № 8 рудного тела № 6 Родниковой рудной зоны Малеевского месторождения в этаже 14 гор.+37 м - 12 гор.+20 м.

Сравнение затрат на утилизацию пустой породы самоходными машинами Cat R-1700 в закладку без выдачи породы на поверхность, и затрат на выдачу породы на поверхность и складирование ее в породных отвалах показывает, что максимальное значение экономически выгодного расстояния доставки породы без выдачи ее на поверхность ориентировочно равно 500 м (рис. 1).

На наш взгляд достоверным показателем эффективности технологии горных работ при отработке многокомпонентных руд, а также путей их оптимизации может служить накопленный дисконтированный поток денежных средств чистой прибыли на счету предприятия с учетом полноты и комплексности использования полезных компонентов месторождения и отходов производства. При моделировании процесса принятия решения по рационализации схем доставки и утилизации породы, был оценен каждый переход технологической системы от одной технологии к другой. Вероятности перехода из одного состояния технологической системы в другое состояние можно приписать



некоторую оценку - математические ожидания функционалов, построенных на траекториях стохастических технологических процессов. Если интерпретировать экономический смысл выигрыша, то оценкой будет доход или потери, связанные с данными стохастическими траекториями. Более того, оценивание переходов от одной технологической системы к другой позволяет оценить дальнейшие развития моделируемой технологической системы и искать оптимальный путь принятия решения при выборе альтернатив.

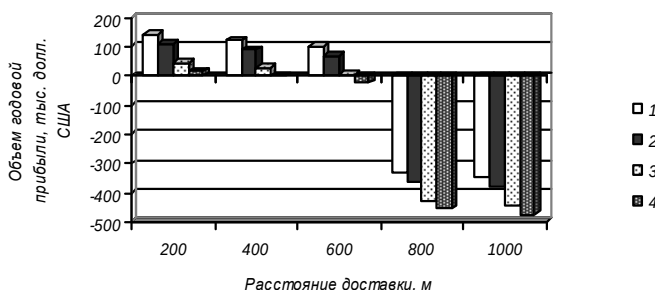


Рис. 1. Годовая прибыль (убытки) при объеме утилизации породы в закладку 35 тыс. м³ при различных схемах ее утилизации

1 - при выдаче породы по стволу их. «Малеевская» и замене твердеющей закладки на породную; 2 - при выдаче породы по стволу их. «Малеевская» и замене гидравлической закладки на породную; 3 - при выдаче породы по стволу их. «Вентиляционная» и замене твердеющей закладки на породную; 4 - при выдаче породы по стволу их. «Вентиляционная» и замене гидравлической закладки на породную

Поиск оптимального решения осуществляется на основе единого критерия оптимальности:

$$F_i \geq \left[q_i^{(k)} + g \sum_{j=1}^n p_{ij}^{(k)} f_j \right],$$

$$F_i = g \sum_{j=1}^n p_{ij}^{(k)} f_j \geq q_i^{(k)}, \quad i = \overline{1, n}, \quad j = \overline{1, n},$$

где k - индекс, относящийся к различным состояниям технологической системы; $q_i^{(k)}$ - дисконтированный доход (оценка) для альтернативы k ; $p_{ij}^{(k)}$ - вероятность перехода для альтернативы k ; n - общее число состояний технологической системы; g - дисконтированный

множитель, применяемый при оценке вероятности перехода от одной технологической системы в другую; f_j - ожидаемый доход технологического процесса.

Таким образом, решение данной оптимизационной задачи с учетом предложенных критериев позволяет оценить принимаемое решение и найти наилучшее альтернативное решение по совершенствованию технологии утилизации породы от проходческих работ, учитывая дисконтированный показатель, который может принимать как положительное, так и отрицательное значение.

В результате выполненных научно-исследовательских работ на подземных рудниках ТОО «Казцинк» разработаны на уровне изобретений и внедрены на Малеевском руднике Зыряновского горно-обогатительного комплекса ТОО «Казцинк» схемы утилизации породы от проходческих работ в закладку без выдачи породы на поверхность и складирования ее в породных отвалах, что позволило получить экономический эффект около 190 тыс. долл. США на одну выемочную камеру [1].

Одним из перспективных направлений создания ресурсосберегающей технологии закладочных работ на подземных рудниках следует считать использование шахтной воды в технологическом процессе.

Авторами статьи были проведены на Малеевском руднике ТОО «Казцинк» сравнительные испытания закладочных смесей с хозпитьевой и шахтной водой и использованием химической добавки Pozzolith MR 55 с целью выявления влияния шахтной воды и химических добавок на реологические свойства закладочных смесей и прочностные характеристики закладки.

Результаты лабораторных исследований образцов-кубов закладки на прочность в возрасте 28 суток показали, что использование шахтной воды в качестве затворителя практически не влияет на прочность закладки [2].

Однако для выявления влияния шахтной воды на прочностные характеристики сформированных закладочных массивов в возрасте 90 и 360 суток и реологические свойства закладочных смесей целесообразно проведение дополнительных лабораторных и опытно-промышленных исследований.

Использование шахтной воды в технологическом процессе приготовления закладки на подземных рудниках позволит снизить негативное влияние горных работ на окружающую среду и получить значительный экономический эффект.

Библиографический список

1. Гусев Ю.П., Березиков Е.П., Крупник Л.А., Шапошник Ю.Н., Шапошник С.Н. Ресурсосберегающие технологии добычи руды на Малеевском руднике Зыряновского ГОКа



(АО «Казцинк») // Горный журнал, № 11, 2008. - С. 20-22.

2. Крупник Л.А., Шапошник С.Н., Шапошник Ю.Н. Исследование влияния шахтных вод на прочность закладочного массива // Сборник научных трудов ИГД им. Д.А. Кунаева, том 77, 2009. - С. 68-73.



УДК 624.19

АЭРОГАЗОДИНАМИКА ТОННЕЛЕЙ ПРИ ИХ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Качурин А.Н.

Научный руководитель Коновалов О.В.,

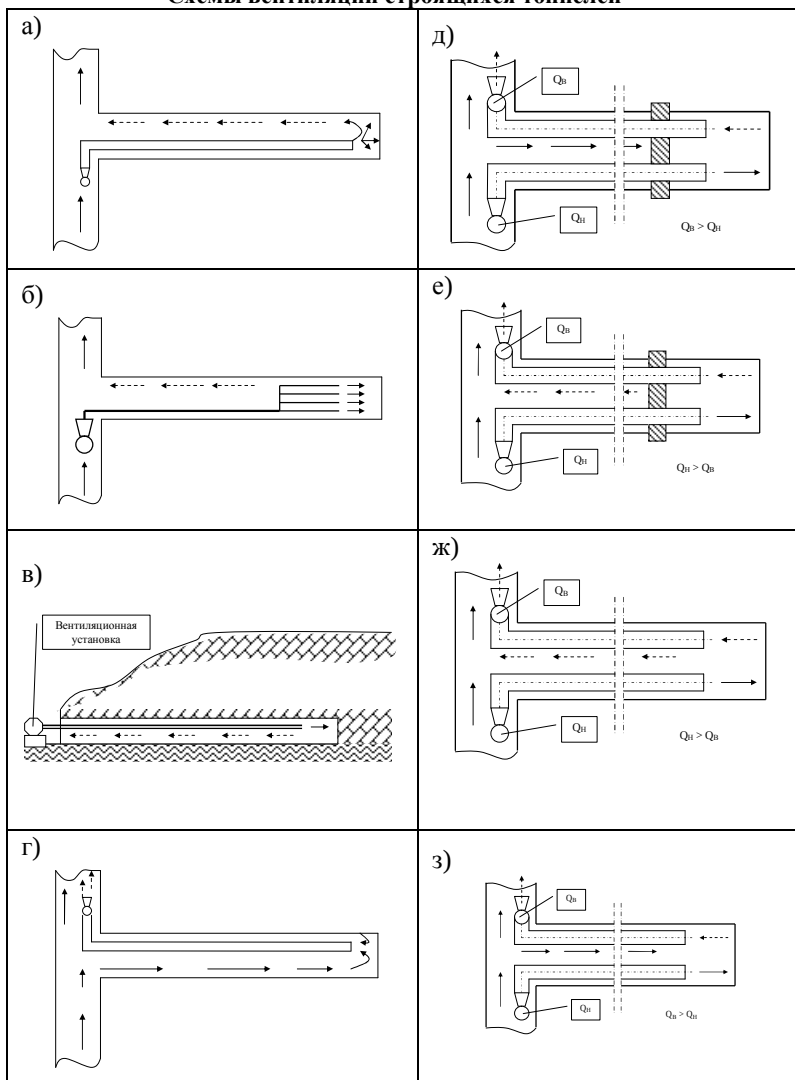
Тульский государственный университет, г.Тула,Россия

Рассмотрены схемы вентиляции тоннелей в период их строительства и показано, что важнейшими характеристиками аэрогазодинамических процессов в тоннелях при их проведении являются параметры движения воздушного потока и диффузионного переноса выделяющихся газовых примесей. Получены уравнения для расчета продольного профиля скорости воздуха в тоннеле, динамики средней концентрации газовых примесей по длине тоннеля.

Наиболее распространенные схемы вентиляции тоннелей в период их строительства представлены в табл.1. Анализ схем вентиляции, представленных в табл. 1, показывает, что важнейшими характеристиками аэрогазодинамических процессов в тоннелях при их проведении являются параметры движения воздушного потока и диффузионного переноса выделяющихся газовых примесей. При этом конструктивные особенности схем вентиляции подразделяются на три типа – это нагнетательные, всасывающие и комбинированные схемы. Практическая реализация этих схем может быть весьма разнообразной, но аэродинамические особенности с присущими им достоинствами и недостатками будут, в основном, соответствовать этим трем типам схем. Однако разнообразие геологических условий, с которыми приходится сталкиваться при проектировании и строительстве тоннелей, настолько велико, что конструирование новых схем вентиляции всегда актуально. Особую остроту эта проблема приобретает при проветривании строящихся тоннелей большого поперечного сечения с использованием буровзрывного способа проходки.

Таблица 1

Схемы вентиляции строящихся тоннелей



Адаптация уравнений О. Рейнольдса для турбулентного движения вязкой жидкости к условиям движения воздуха в тоннеле позволило получить следующую математическую модель:



$$\left. \begin{aligned} u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} &= -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} + v \Delta u + \frac{9,6u^2}{\rho(k+30y) \left[\ln \left(1 + \frac{30y}{k} \right) \right]^3} \\ u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} &= -g - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} + v \Delta v + \frac{9,6u^2}{\rho(k+30y) \left[\ln \left(1 + \frac{30y}{k} \right) \right]^3} \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где u , v - проекции главного вектора скорости воздуха на координатные оси x и y соответственно; p - давление воздуха; k - абсолютная шероховатость крепи тоннеля; g - вектор ускорения свободного падения; ρ - плотность воздуха.

Система уравнений (1) позволит прогнозировать профили продольной скорости воздуха на любом удалении от призабойного пространства.

Математическая модель переноса примеси в рабочем объеме строящегося тоннеля имеет вид:

$$\begin{aligned} \frac{\partial c}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(cu) + \frac{\partial}{\partial y}(cv) + \frac{\partial}{\partial z}(cw) &= \frac{\partial}{\partial x} \left[(D_m + D_{ix}) \frac{\partial c}{\partial x} \right] + \\ &+ \frac{\partial}{\partial y} \left[(D_m + D_{iy}) \frac{\partial c}{\partial y} \right] + \frac{\partial}{\partial z} \left[(D_m + D_{iz}) \frac{\partial c}{\partial z} \right] + I(x, y, z, t) \end{aligned} \quad (2)$$

Уравнение (2) представляет собой основное уравнение диффузии примесей в атмосфере тоннелей. Решение этого уравнения для конкретных граничных и начальных условий позволяет получить в явном или численном виде функцию $c = c(x, y, z, t)$, которая описывает поле концентраций примеси в любой точке тоннеля в любой момент времени. Этот подход универсален и может быть использован для любых схем вентиляции и любых конструкций тоннелей.

Таким образом, получено физическое обоснование возможных аэродинамических процессов при проветривании тоннелей и разработаны математические модели аэрогазодинамики тоннелей при их строительстве. Математические модели аэрогазодинамики тоннелей позволяют провести цикл вычислительных экспериментов и в каждом конкретном случае строительства тоннеля и оценить газовые ситуации на различных этапах строительства. Следует отметить, что предлагаемые модели можно использовать как на стадии проектирования, так и непосредственно в период проведения тоннеля.



УДК 661.872

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ОКИСЛЕНИЯ ЗАКИСНОГО ЖЕЛЕЗА ПРИ ПОМОЩИ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ КАВИТАЦИИ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

Сорокин М.Ю.

Научный руководитель Сорокина В.В.,

Тульский государственный университет, г.Тула,Россия

Экспериментальные исследования проводились в лаборатории “Водоснабжение”. Целью исследований было выявление влияния гидродинамической кавитации на процесс окисления железа под действием кислорода воздуха.

Установка работает следующим образом: в стеклянную емкость – 1, установленную на металлической площадке с отметкой 3,0 наливается исходная вода с определенной концентрацией железа. Данная вода перетекает в стеклянную емкость – 2, установленную на отметке 10,00, исходя через кавитатор – 3. При помощи вакуум-насоса – 4 из емкости – 2 через промежуточную емкость – 5 отсасывается воздух и в емкости – 2 создается вакуум, что способствует увеличению величины давления перед кавитатором. Емкости 1 и 2 соединены между собой при помощи резинового шланга – 6, Ø10мм, по которому происходит движение обрабатываемой воды. Емкость 2 соединена с емкостью 5 и вакуум-насосом при помощи трубок из ПВХ – 7, по которым происходит отсос воздуха. Промежуточная емкость 5 установлена с той целью, чтобы капельки воды не попадали в вакуум-насос. Перед кавитатором установлен источник подачи кислорода воздуха – 8, в качестве которого применялась шприцевая игла с отверстием.

Так как целью исследования на данной экспериментальной установке было выявление влияния гидродинамической кавитации на процесс окисления железа под действием кислорода воздуха, то контрольно-измерительные приборы на данном этапе практически не устанавливались. Расход обрабатываемой воды замерялся объемным способом путем тарировки емкостей 1 и 2. Время проведения опыта замерялось при помощи секундомера. Величина pH исходной и обрабатываемой воды определялась на pH-метре и количественное содержание железа в воде определялось на ФЭК-56ПМ.

Первоначальная серия экспериментов проводилась на водопроводной воде, путем растворения в ней необходимого количества двух-



валентной соли $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ pH исходной воды поддерживалось в пределах 5,58-6,7.

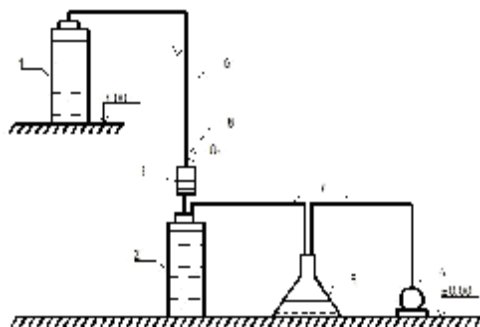


Рис. 1. Принципиальная схема лабораторной установки

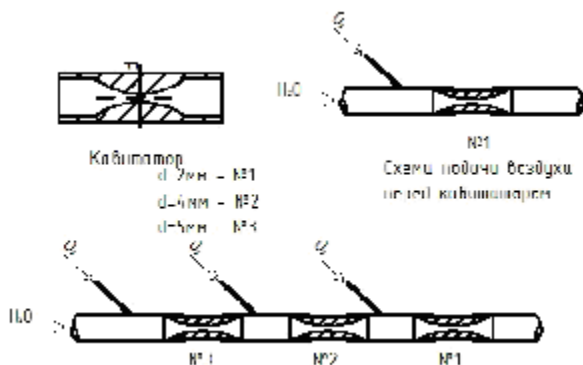


Рис. 2. Последовательная схема установки кавитаторов

Опыты с водопроводной водой показали, что при многократном пропуске исходной воды через кавитатор происходит окисление двухвалентного железа в трехвалентное, однако особой интенсивности данного процесса не наблюдалось. Отмечалось резкое обескислороживание воды, что связано с процессом кавитации, а так же увеличение величины pH, в связи с образованием OH^- . В первых сериях опытов кислород перед кавитатором не подводился, предполагалось, что наличие в водопроводной воде большого количества растворенного кислорода обеспечит процесс окисления железа. Однако полного окисления Fe^{2+} в Fe^{3+} не наблюдалось.

Следует отметить заметное увеличение температуры воды, прошедшей через кавитатор, что подтверждает тепловую гипотезу кавитации.

В связи с тем, что подземные воды содержат очень малое количество растворенного кислорода или вовсе не содержат его для проведения опытов воду стали добавлять 0,1% гидразин гидрата N_2H , которая связывает растворенный кислород в воде, тем самым обескислороживая воду. При введении и гидразин гидрата повышается РН воды, поддержание стабильной величины РН проводилось путем добавления соляной кислоты HCl 1:1.

Для увеличения количества подаваемого кислорода воздуха для последующих опытов была изменена система подачи воздуха. Для увеличения интенсивности гидродинамической кавитации были последовательно установлены три кавитатора с персональной подачей воздуха к каждому.

Серия опытов была проделана на водопроводной воде с добавлением гидразин гидрата. Были последовательно установлены три кавитатора с подачей воздуха перед каждым кавитатором. Судя по результатам наблюдается почти полное окисление закисного железа в воде в окисное, однако гидродинамическая кавитация интенсивно развивается только после кавитатора №1 в связи с чем было принято решение оставить кавитатор №1 с подачей воздуха через три иглы, так как именно кислород воздуха столь эффективно влияет на процесс окисления закисного железа.

В следствии того, что в водопроводной воде присутствует Cl_2 , который является сильным окислителем, что нарушает реальную картину процесса окисления железа, работа была переведена на дистиллированную воду.

При анализе полученных данных наблюдается при однократном пропуске через кавитатор железосодержащей воды - 90% окисления закисного железа, при повторном пропуске - 100% окисление.

Можно наблюдать так же интересную картину: вода содержащая только окисное железо при повторном пропуске через кавитатор без дополнительной подачи воздуха восстанавливается, то есть обнаруживается 50% закисного и 50% окисного железа, происходит обратный процесс Fe^{3+} в Fe^{2+} .

При проведении параллельно опытов с водой, содержащей большое (>7 мг/л) количество железа методом гидродинамической кавитации и аэрации было выяснено, что при аэрации с $h=2,5$ м результаты окисления Fe^{2+} в Fe^{3+} аналогичны.



Проведенная серия экспериментальных опытов позволяет утверждать, что гидродинамическая кавитация способствует процессу окисления закисного железа, находящегося в подземной воде.

Вывод

В связи с этим следующий этап работы должен включить в себя технологическую схему обезжелезивания воды при гидродинамической кавитации.

Так как применяемая в настоящее время схема обезжелезивания подземной воды, с содержанием железа до 7мг/л довольно проста, экономична и удобна в эксплуатации, предполагается выявить влияние гидродинамической кавитации для подземных вод, с содержанием двухвалентного железа более 7мг/л.

Библиографический список

1. Возная Н.Ф. Химия воды и микробиология. – М.: Высшая школа 1979. - 341с.
2. Клячко В.А., Апелъцин И.Э. Очистка природных вод – М.: Стройиздат 1971.



УДК 628.3.033.016.069

ПРИМЕНЕНИЕ ФЛОТАЦИИ ДЛЯ ОЧИСТКИ БЫТОВЫХ СТОЧНЫХ ВОД

Аленичев Н.В., Рыков Н.В.

Научный руководитель Сальников Б.Ф.,

Тульский государственный университет, г.Тула,Россия

Рассмотрено применение флотации для очистки бытовых сточных вод и влияние дросселирования на эффективность газовыделения.

Традиционно метод флотации используется в системах очистки производственных сточных вод. Однако в последнее время флотация все чаще используется на самых различных стадиях технологического процесса очистки бытовых сточных вод [1]. Особого внимания заслуживает применение флотации на сооружениях локальной очистки бытовых и близких к ним по составу производственных сточных вод, когда удельные энергозатраты на реализацию флотационных методов сопоставимы с затратами при биологической очистке сточных вод.

В основе флотации лежит последовательно образование флотокомплексов с дальнейшим их всплыванием и отделением от сточной жидкости в виде флотошлама. В зависимости от способа получения

движущей силы флотокомплексов – диспергированной газовой фазы (ДФФ) – различают следующие типы флотации: диспергированием в толще жидкости, непосредственным выделением из обрабатываемой воды. Последний тип получивший наибольшее распространение в компрессионных флотационных установках при предварительном насыщении, обеспечивает наибольшую дисперсность газовой фазы в воде.

В составе комплексов локальных очистных сооружений широкое применение получили флотационные установки с применением компрессионного метода получения ДФФ. В этом случае сточные воды под давлением 0,3-0,5 МПа подаются в напорный бак. В напорный бак компрессором подается сжатый воздух. С позиций энергоэффективности предпочтительней является подача воздуха через водовоздушный эжектор, установленный например, на байпасной (как вариант) линии насоса. Из напорного бака насыщенная воздухом вода подается во флотационную камеру, в которой выделившиеся из нее пузырьки воздуха, всплывают в месте с частицами взвешенных в сточной жидкости веществ.

Фактором, определяющим движущую силу флотокомплексов, является, для данных условий, количество выделившихся пузырьков воздуха из пересыщенного раствора. В работе [2] показано, что интенсивность газовыделения зависит от скорости дросселирования, т.е. от скорости снижения давления от значения имеющегося в напорном баке до атмосферного давления во флотаторе.

Испытания, проведенные на полупромышленной установке (Первомайский завод ЖБИ) показали следующие параметры ДФФ, полученные на водопроводной воде. Газонасыщение измерялось объемным способом при помощи мерных цилиндров объемом 500 мл при температуре воды 18°C. Результаты исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1

Зависимость газонасыщения от давления в напорном баке флотатора

Давление в напорном баке, МПа	0,38	0,44	0,45	0,5	0,55	0,6
Газонасыщение, %	1,2	1,2	1,0	1,43	0,5	0,8

Из приведенных данных следует, что в испытываем диапазоне давлений максимальное газонасыщение 1,43% наблюдалось при давлении 0,5 МПа. Следует заметить, что в данном эксперименте из-за несовершенства дросселирования, производимого с помощью вентиля, было невозможно оценить скорость дросселирования.



Вывод: для комплексной оценки влияния основных параметров на газонасыщение при компрессионной флотации необходимы более совершенные конструкции дросселирующего устройства и методика испытаний, работы над которыми в настоящее время проводятся.

Библиографический список

1. Воронов Ю.В., Яковлев С.В. Водоотведение и очистка сточных вод: - М.:Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006-704с.
2. Копылов В.А. Очистка сточных вод напорной флотацией. М.: «Лесн. Пром-сть», 1978.с.96.2



УДК 504.4.06

АНАЛИЗ МЕДИКО-ДЕМОГРАФИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ ПО ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫМ УЧАСТКАМ

Наумова М.Э.,

Научный руководитель Юнусова Л.З.,

Ижевский государственный технический университет, г.Ижевск, Россия

В статье рассматриваются состояние водных объектов Удмуртии, влияние загрязненности воды на состояние здоровья населения региона. Показана прямая зависимость качества сбрасываемых сточных вод на медико-демографические показатели здоровья населения.

Водные ресурсы Удмуртии включают около 8925 рек и ручьев, 1900 прудов и водохранилищ. Весь речной сток республики относится к Камскому бассейну. Основным источником водоснабжения в Удмуртии являются открытые водные объекты.

Удмуртия является развитой в экономическом плане республикой, здесь представлены такие отрасли как машиностроение и металлообработка, чёрная металлургия, лесная и деревообрабатывающая промышленность, а также химическая, стекольная и лёгкая промышленности. В регионе действуют более чем 200 индустриальных предприятий. В Удмуртской республике имеются свои крупнейшие предприятия: ОАО "Ижмаш", ФГУП "Ижевский механический завод", ОАО Ижевский мотозавод «Аксион-Холдинг»,

ОАО "Воткинский завод", ОАО "Сарапульский электрогенераторный завод", ОАО "Ижсталь", ОАО "Удмуртнефть" и другие.

В настоящее время хозяйственная деятельность человека становится основным источником загрязнения водных ресурсов Удмуртии. Практически все поверхностные водные объекты Удмуртии не соответствуют нормативным требованиям по гидрохимическим показателям. Результаты многолетних наблюдений государственной сети мониторинга свидетельствуют о том, что приоритетными загрязняющими веществами в поверхностных водных объектах республики являются нефтепродукты, легко окисляемые органические вещества (по БПК₅), соединения азота, тяжелые металлы.

Различные химические вещества, попадая в почву, воздух или воду, переходят по экологическим звеньям из одной цепи в другую, попадая в конце концов в организм человека. В зависимости от своей природы, концентрации, времени действия на организм человека они могут вызвать различные неблагоприятные последствия. Реакции организма на загрязнения зависят от индивидуальных особенностей: возраста, пола, состояния здоровья. Как правило, более уязвимы дети, пожилые и престарелые, больные люди.

Основой для охраны и рационального использования водных ресурсов с учетом сложившихся природных и социально-экономических условий, интегрированного управления водными ресурсами, разработки схем комплексного использования водных ресурсов, ведения кадастра и мониторинга водных объектов является водохозяйственное районирование, проводимое в соответствии с методикой, утвержденной Приказом МПР РФ от 25 апреля 2007 года № 111 «Об утверждении методики водохозяйственного районирования территории Российской Федерации».

В Удмуртской Республике (УР) выделяют восемь водохозяйственных участков (рис. 1).

Водохозяйственный участок 10.01.01.001 занимает небольшую территорию в Удмуртской Республике, поэтому оценка показателей здоровья населения будет рассматриваться совместно с водохозяйственным участком 10.01.03.001. На территории участка расположены такие водные объекты, как реки Кама, Чепца, Лоза, Извилька, Утемка, Сыга, Лекма и другие. На территории водохозяйственных участков 10.01.03.005 находятся водные объекты реки Ува, Вала, Уть, 10.01.03.006 - реки Умяк, Адамка, Тыжма, 10.01.01.015- реки Тойма и Алнашка, 10.01.01.012- реки Иж, Карлутка, Постолка, Бобинка, Селычка, Чур и другие, Ижевское водохранилище.

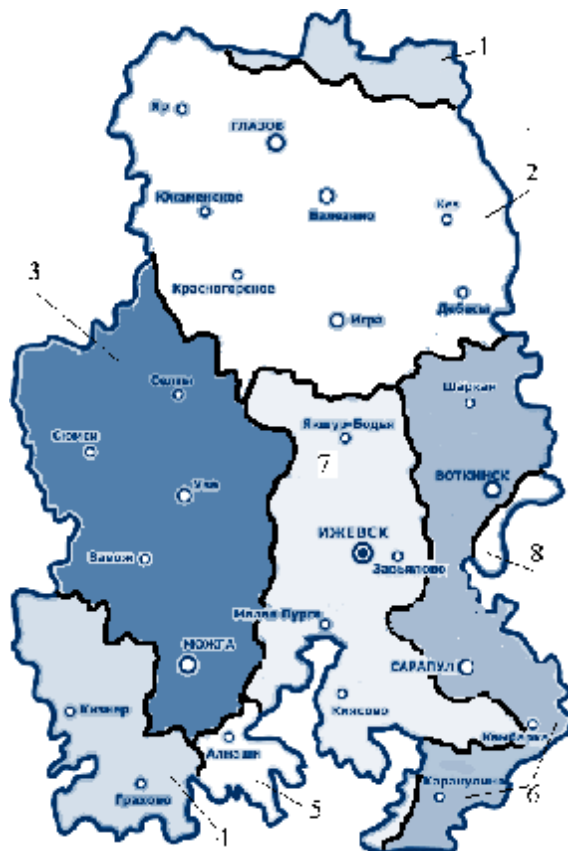


Рис. 1. Водохозяйственные участки Удмуртской Республики

Примечания: ■ - граница Удмуртской Республики; ■ - граница водохозяйственных участков; 1 - участок 10.01.01.001; 2- участок 10.01.03.001; 3-участок 10.01.03.005; 4- участок 10.01.03.006 ;5- участок 10.01.01.015; 6- участок 10.01.01.014; 7- участок 10.01.01.012 ; 8 -участок 10.01.01.010

Водохозяйственный участок 10.01.01.010 представлен Воткинским водохранилищем на реке Кама, поэтому водохозяйственные участки 10.01.01.014 и 10.01.01.010 рассматриваются совместно. На территории участков расположены следующие водные объекты: реки Кама, Чернушка, Шаркан, Сарапулка, Вотка, Сива, Удебка, водохранилища Воткинское на реке Кама, Камбарское, Воткинский пруд.

Основные демографические показатели (на 1000 населения) по водохозяйственным участкам Удмуртии представлены на рисунках 2 и 3.

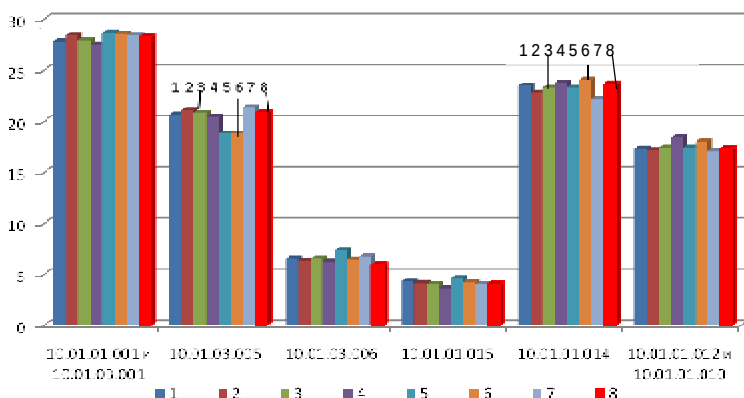


Рис. 2. Рождаемость населения по водохозяйственным участкам УР
 Примечание: 1-2003 г., 2- 2004г.,3-2005г.,4-2006г.,5-2007г.,6-2007 г., 7-2009г.,
 8-2010г.

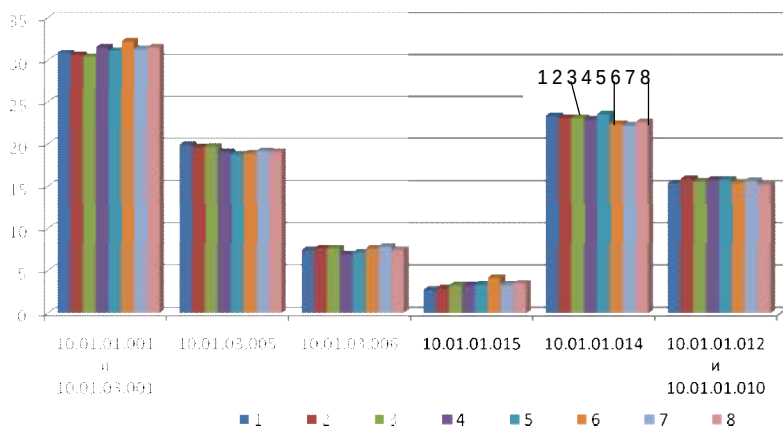


Рис. 3. Смертность населения по водохозяйственным участкам УР
 Примечание: 1-2003 г., 2- 2004г.,3-2005г.,4-2006г.,5-2007г.,6-2007 г., 7-2009г.,
 8-2010г.



Как видно из рисунка 2, показатель рождаемости населения УР за последние годы имеет яркую динамику. Это можно объяснить тем, что с 1 января 2007 года вступил в силу Федеральный закон от 29 декабря 2006 года N 256-ФЗ "О дополнительных мерах государственной поддержки семей, имеющих детей", стимулирующий рождаемость.

Сильное влияние на общее состояние здоровья населения, так и на динамику проявления определённых видов заболеваний имеет качество очистки сбрасываемых в окружающую среду сточных вод.

Для водохозяйственных участков 10.01.01.001 и 10.01.03.001 показатель рождаемости с 2007 года остается постоянным, при этом показатель смертности уменьшается, качество сбрасываемых сточных вод (СВ) не изменяется: 4%-нормативно чистые и очищенные, 96%-недостаточно очищенные, без очистки.

На территории водохозяйственного участка 10.01.03.005 находятся такие водопользователи как ООО «Ува-молоко» и ОАО «Увамясопром», которые сбрасывают свои СВ без необходимой очистки (рис.4). Но при этом демографические показатели остаются в норме.

Необходимо отметить тот факт, что загрязняющие вещества могут накапливаться в живых организмах и биосфере, и негативное действие может проявиться через некоторое время.

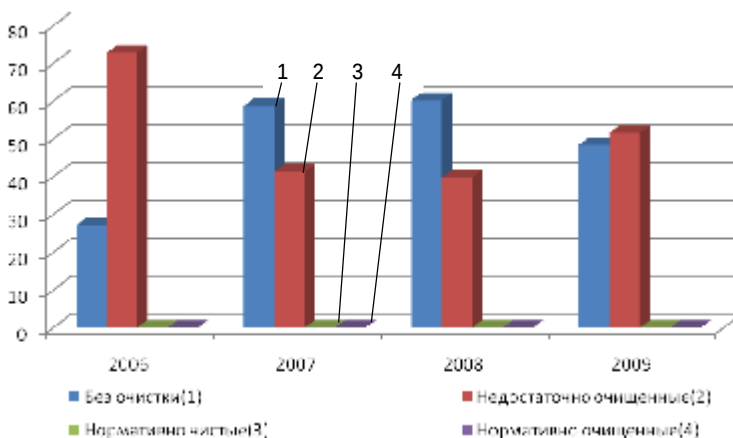


Рис. 4. Категория сбрасываемых сточных вод для водохозяйственного участка 10.01.03.005

Для остальных водохозяйственных участков характерно постоянство демографических показателей и качество сбрасываемых сточных вод в водные объекты.

Анализ классов болезней населения УР показал, что основными заболеваниями являются болезни органов дыхания-26%, органов и системы кровообращения- 12%, болезни глаз-8%, болезни кожи-8% и болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани- 8%.

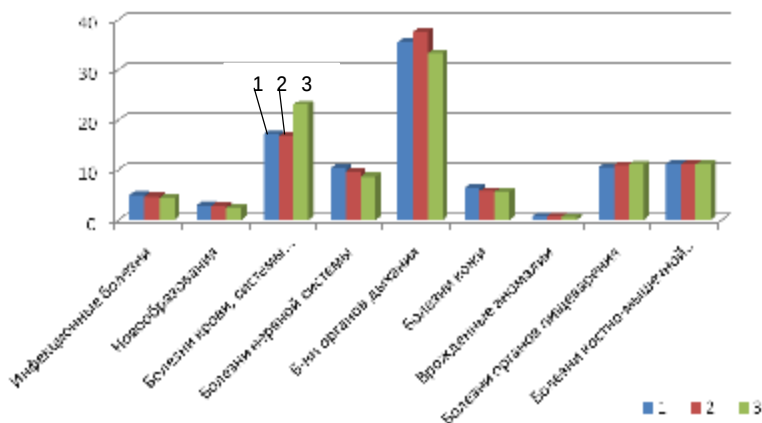


Рис.5 . Основные классы болезней населения УР

Примечание:1-2008г.,2-2009г.,3-2010г.

Как видно из рисунка 5, в последние годы уменьшилось количество болезней кожи, нервной системы и органов дыхания, но резко увеличилась заболеваемость системы кровообращения.

Это может быть связано с экономическим кризисом в стране, с закрытием предприятий, сокращением производства. При этом уменьшаются выбросы загрязняющих веществ в атмосферу, что снижает негативное воздействие на органы дыхания, кожные покровы и слизистые оболочки человека. При использовании загрязненных водных ресурсов в первую очередь страдают органы пищеварения и кровообращения.

Как показал анализ медико-демографических показателей здоровья населения Удмуртии, здоровье человека напрямую зависит от качества потребляемой воды, от загрязнения водоисточника.

В настоящее время техногенное загрязнение водоемов химическими веществами в Удмуртии происходит в результате сброса не-



очищенных или недостаточно очищенных сточных вод (6%), стока с сельскохозяйственных полей и территорий. Очистные сооружения промышленных предприятий работают неэффективно, срок допустимой эксплуатации давно уже превышен, что ведет к недостаточной очистке сточных вод и загрязнению водного объекта. Также происходит вторичное загрязнение воды в старых водопроводных сетях. В последнее время наблюдаются нарушения законодательства в области охраны окружающей среды, а именно отсутствие договоров на сброс СВ, решений на забор водных ресурсов, разработанных НДС, превышение ПДК. Все это ведет к загрязнению и истощению водных ресурсов Удмуртии.

В целях предотвращения неблагоприятного воздействия загрязнений водных ресурсов на здоровье человека необходимо срочно предпринимать радикальные меры. Только таким образом можно будет добиться оздоровления окружающей среды в целом, а следовательно и укрепления здоровья нации.

Список литературы:

1. Государственный доклад «О состоянии окружающей природной среды Удмуртской Республики в 2002 году»: Информационное издание. – Ижевск: издательство ИжГТУ, 2003. – 71 с.
2. Государственный доклад «О состоянии окружающей природной среды Удмуртской Республики в 2003 году»: Информационное издание. – Ижевск: издательство ИжГТУ, 2004. – 103 с.
3. Государственный доклад «О состоянии окружающей природной среды Удмуртской Республики в 2004 году»: Информационное издание. – Ижевск: издательство ИжГТУ, 2005. – 192 с.
4. Государственный доклад «О состоянии окружающей природной среды Удмуртской Республики в 2005 году»: Информационное издание. – Ижевск: издательство ИжГТУ, 2006. – 214 с.
5. Государственный доклад «О состоянии окружающей природной среды Удмуртской Республики в 2006 году»: Информационное издание. – Ижевск: издательство ИжГТУ, 2007. – 224 с.
6. Государственный доклад «О состоянии окружающей природной среды Удмуртской Республики в 2007 году»: Информационное издание. – Ижевск: издательство ИжГТУ, 2008. – 236 с.
7. Государственный доклад «О состоянии окружающей природной среды Удмуртской Республики в 2008 году»: Информационное издание. – Ижевск: издательство ИжГТУ, 2009. – 242 с.
8. Государственный доклад «О состоянии окружающей природной среды Удмуртской Республики в 2009 году»: Информационное издание. – Ижевск: издательство ИжГТУ, 2010. – 219 с.
9. Государственный доклад «О состоянии окружающей природной среды Удмуртской Республики в 2010 году»: Информационное издание. – Ижевск: издательство ИжГТУ, 2011. – 239 с.



УДК 502.7

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВЕННОМ ПОКРОВЕ И ИХ МИГРАЦИЯ В РАСТИТЕЛЬНЫХ КУЛЬТУРАХ

**Жучкова А.И., Камахина С.А.,
Научный руководитель Соколов Э.М.,
Тульский государственный университет, г.Тула, Россия**

Рассмотрены закономерности накопления тяжёлых металлов в почвах и растительных культурах, проведены оценки степени влияния промышленных предприятий и золоотвалов, прилегающих к аграрным территориям на сельскохозяйственную продукцию.

Тульская область является одной из наиболее промышленно развитых областей, так как на сравнительно небольшой территории сосредоточено множество предприятий различной направленности: металлургические, нефтеперерабатывающие, химические и др. заводы.

При возрастающей экологической нагрузке на почву вследствие техногенного загрязнения, в частности тяжелыми металлами большое значение имеет изучение физиолого-агрохимических основ устойчивости растений к присутствию в среде токсичных концентраций металлов с целью усиления деятельности физиологических барьеров, препятствующих поступлению их в растения.

В составе промышленной пыли могут присутствовать разнообразные макро- и микроэлементы. Все это приводит к тому, что на территориях, расположенных вокруг промышленных, предприятий, возникают аномальные изменения в химическом составе и агрохимических свойствах почв. Так, например, химический состав золы и шлака от угольных теплоэлектростанций, которых в области не мало, состоит из — оксида кремния SiO (45—60%), оксида алюминия Al_2O_3 (15—25%), оксида железа Fe_2O_3 (5—15%), оксида кальция CaO (1,5—4,5%), оксида калия K_2O (2,0—4,5%) и некоторых других оксидов, содержание которых обычно не превышает одного процента.

Наши исследования в 2005-2011 г.г. химического состава основных культур, возделываемых в Тульской и Орловской областях, вблизи промышленных производств, показало значительную вариабельность содержания изучаемых тяжелых металлов: по свинцу, по кадмию, по цинку по меди в 2-12 раз, цинку - 3-14, кадмию - более чем в 33 раза. Самая большая вариабельность характерна для свинца. Размах колебаний в первую очередь определялся принадлежностью растений к различным биологическим группам.



Выделяют два пути накопления ТМ растениями:

- аэральный путь непосредственного поступления из атмосферы с пылью и аэрозолями на наземные части растений; подобные накопления удаляются в процессе производства продуктов питания и поэтому не приносят существенного вклада в конечные результаты;

- поступление поллютантов из почвы через корневую систему во внутренние ткани; основная роль корневого поступления ТМ в растения по сравнению с аэральным путем поступления составляет всего 10-25% общего накопления ТМ.

По сравнению со средними данными, приводимыми Кабата-Пендиас, Пендиас (1989) и Ягодиным и др. (1989), нами обнаружено большее содержание меди в капусте (в 1,4 раза); свинца в зерне пшеницы (в 1,3 раза), а также мышьяка в зерне овса (в 4 раза). Почти в 2 раза меньше по сравнению со средними литературными данными содержалось меди в зерне ячменя и овса; в 10 раз кадмия в корнеплодах моркови. Содержание различных ТМ также зависело от видовых особенностей растений: меди и свинца больше накапливалось в корнеплодах по сравнению с клубнями картофеля и зерном злаков. Максимальное количество цинка зафиксировано в зерне пшеницы и ржи, мышьяка - в корнеплодах свеклы, в кочанах капусты. По среднему содержанию кадмия изучаемые культуры различались в меньшей степени.

На основе полученных данных была разработана математическая модель, позволяющая по известным концентрациям поллютантов в почве рассчитывать объёмы переноса веществ в системе почва - растение и определить преимущественное распределение веществ в подсистемах.

Результаты эксперимента, служащие для построения модели, приведены в табл.1.

Таблица 1

Содержание тяжёлых металлов в контрольных образцах почв исследуемого региона.

Элемент	серая лесная почва (контроль)	дерново-подзолистая почва (контроль)
Pb	8,0	13,45
Zn	34,3	38,75
Cd	0,18	0,20

Система уравнений математической модели второго этапа вегетации отличается от первой модели наличием уравнения для скорости изменения концентрации загрязняющих веществ в плодовой части растения:

$$\begin{cases} \frac{dC_1}{dt} = a_{01}C_0 - a_{12}C_1 & (9) \\ \frac{dC_2}{dt} = a_{21}C_1 - a_{23}C_2 & (10) \\ \frac{dC_3}{dt} = a_{32}C_2 - a_{33}C_3 & (11) \end{cases}$$

С начальными условиями: $C_1(0) = C_1(T_1) = C_{10}$;

$C_2(0) = C_2(T_1) = C_{20}$; $C_3(0) = C_{30}$,

где $C_i(T_1)$ – значение концентрации C_i , достигнутое в момент времени T_1 окончания первого этапа вегетации, рассчитанное по формулам.

Таким образом, решение математической модели второго этапа вегетации принимает вид:

$$\begin{cases} C_1 = A_1 + B_1^{(2)} e^{-a_{12}t} \\ C_2 = A_2 + B_{21}^{(2)} e^{-a_{12}t} + B_{22}^{(2)} e^{-a_{23}t} \\ C_3 = A_3 + B_{31} e^{-a_{12}t} + B_{32} e^{-a_{23}t} + B_{33} e^{-a_{33}t} \end{cases} \quad (24)$$

где

$$A_1 = \frac{a_{01}}{a_{12}} C_0; \quad B_1^{(2)} = C_{10} - A_1; \quad A_2^{(2)} = \frac{a_{21}}{a_{23}} A_1; \quad B_{21}^{(2)} = \frac{a_{21}}{a_{23} - a_{12}} B_1;$$

$$B_{22}^{(2)} = C_{20} - A_2 - B_{21}^{(2)};$$

$$A_3 = \frac{a_{32}}{a_{33}} A_2; \quad B_{31} = \frac{a_{32}}{a_{33} - a_{12}} B_1^{(2)}; \quad B_{32} = \frac{a_{32}}{a_{33} - a_{23}} B_{22}^{(2)};$$

$$B_{33} = C_{30} + A_3 - B_{31} - B_{32};$$

Полученные соотношения позволяют по известным концентрациям поллютантов в почве рассчитать объёмы переноса веществ в системе почва - растение и определить преимущественное распределение веществ в подсистемах.

С целью согласования результатов моделирования с сезонными показателями уравнения модели разрабатываются на основе обработки экспериментальных данных и гипотез об особенностях протекающих процессов. В последнее время также разработаны модели, описывающие структуру загрязнения продукции растениеводства на основе данных о составе сельхозугодий, урожайности культур и распределения угодий по зонам загрязнения, при этом проводится вероятностная оценка соотношения "чистой" и "грязной" продукции.



Полученная математическая модель позволяет оценить уровни загрязнения сельскохозяйственной продукции тяжелыми металлами, а также находить решения как по уже существующим экологическим проблемам в агропромышленных регионах, где есть загрязненные почвы, так и прогнозировать последствия развития такой ситуации.

Полученные результаты позволяют оценивать миграционные способности тяжелых металлов в различных почвенно-растительных системах с единых методических позиций, позволяют сравнивать различные почвенно-растительные системы по миграционным характеристикам, что необходимо при проведении фиторекультивации почв. Данный подход позволяет создавать искусственные почвенно-растительные системы с заданными миграционными свойствами.

Библиографический список

1. ГОСТ 28168-89 «Общие требования к отбору проб»
2. ГОСТ 5180-84 «Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик»
3. Кизильштейн Л. Я., Дубов Н. В., Шпицглюз А. Л. и др. Компоненты зол и шлаков ТЭС. — М.: Энергоатомиздат, 1993.
4. Черных, Н.А. Экоотоксикологические аспекты загрязнения почв тяжелыми металлами Н.А. Черных, Н.З. Милащенко, В.Ф. Ладонин. М.: Агроконсалт, 1999. 176 с.
5. Ягодин, Б.А. Тяжелые металлы и здоровье человека Б.А. Ягодин Химия в сельском хозяйстве. 1995. №4. С18-20.
6. Ягодин, Б.А. Цинк в жизни растений, животных и человека Б.А. Ягодин Т.М. Удельнова. Успехи соврем. биологии. 1993. Т. 113, №2. 176-189.



УДК 502.7

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ЗАКИСЛЕНИЯ ГРУНТОВ ПОДМОСКОВНОГО УГОЛЬНОГО БАССЕЙНА

Камахина С.А., Жучкова А.И.,

Научный руководитель Соколов Э.М.,

Тульский государственный университет, г.Тула, Россия

Рассмотрены основные агрохимические показатели свойств почв, проведены оценка степени влияния отработанных карьеров на прилегающие к ним сельскохозяйственные территории, рассмотрена задача установления стабилизирующегося на поверхности показателя рН воды

Центром добычи угля в Подмосковном угольном бассейне, запасы которого оцениваются в 17,5 млрд. тонн, являлась Тульская область и примыкающие к ней районы Рязанской и Калужской областей. При этом Тульская область является одним из наиболее индустриально насыщенных субъектов в Центральном федеральном округе России, кроме того, она имеет развитый аграрный сектор. В силу указанных обстоятельств область характеризуется сложным комплексом экологических проблем.

В области разведано более 160 месторождений различного сырья для производства строительных материалов, из которых в промышленное освоение вовлечено 60. Область занимает первое место в Центральном федеральном округе России по ресурсам строительного камня, гипса.

Результатом посттехногенной трансформации породных отвалов является образование значительного числа химически активных воднорастворимых соединений. В результате окисления минералов, содержащих серу, под воздействием атмосферных осадков образуются растворы серной кислоты. Атмосферные осадки, взаимодействуя с породными отвалами, обогащаются растворимыми соединениями, поэтому стоки с отвалов характеризуются сильнокислотной реакцией среды (рН 1-3) высокой концентрацией сульфат иона (до 30 г/л) и минерализацией (до 50 г/л).

Образующаяся серная кислота, вступая в химические реакции с породной массой, приводит к образованию значительного числа химически активных водорастворимых соединений. А атмосферные осадки, проникая в породный отвал, обогащаются этими соединениями, поэтому стоки с отвалов оказывают интенсивное воздействие на состояние окружающей среды. Кроме того, вследствие низкого уровня рН породной массы возможно вымывание из неё кислоторастворимых соединений тяжелых металлов.

Полуторовековая разработка месторождений бурых углей в Тульской области привела к резкому нарушению природных ландшафтов и формированию новых – антропогенных, в пределах которых на площади 2,6 тыс. кв. км активизировались экзогенные геологические процессы: эрозия, плоскостной смыв поверхностных почв, оползни и провалы, заболачивание.

Решая задачу установления стабилизирующегося на поверхности показателя рН воды, мы можем рекомендовать начало проведения рекультивационных работ на поверхности отвала.

При формировании отвалов происходит полное перемешивание горных пород, поэтому считаем почвенную среду изотропной ($U=const$)



и $D=\text{const}$). Получаем дифференциальное уравнение конвективно-диффузионного переноса ЗВ в почве:

$$\frac{dC}{dt} + U \frac{dC}{dx} = D \frac{d^2C}{dx^2} + \sum_i I_i \quad (1)$$

где x – расстояние, отсчитываемое по нормам к границе водоема.

В рамках поставленной задачи исследуется миграция ионов водорода (серной кислоты) и пирита (реакция разложения которого является серной кислоты в почве).

Миграция ионов водорода происходит вследствие движения почвенного раствора. При этом для территорий непосредственного прилегания к водоему диффузионный перенос много меньше конвективного ($j_D \ll j_K$).

Получим решение смежных уравнений математической модели:

$$1) \text{ при } t < \frac{x}{U}, x > 0$$

$$\begin{cases} a(x, t) = a_2 e^{-l_1 t} - a_1 e^{-l_3 t} \\ c(x, t) = c_0 e^{-l_3 t} \end{cases} \quad (2)$$

$$2) \text{ при } t \geq \frac{x}{U}, x > 0$$

$$\begin{cases} a(x, t) = 2a_2 e^{-l_1 t} - a_1 e^{-l_3 t} (e^{(l_3 - l_1) \frac{x}{U}} + 1) - a_0 e^{-\frac{l_1 x}{U}} \\ c(x, t) = c_0 e^{-l_3 t} \end{cases} \quad (3)$$

где

$$a_1 = \frac{l_1 c_0}{l_3 - l_1}; a_2 = a_1 + a_\phi = \frac{l_1 c_0}{l_3 - l_1} + a_\phi \quad (4)$$

$$3) \text{ при } x=0$$

$$\begin{cases} a(0, t) = a_0 \\ c(0, t) = c_0 e^{-l_3 t} \end{cases} \quad (5)$$

Подставляя значения водородного показателя, концентраций пирита и серы, получим следующие концентрации

Таблица 1.

Концентрация FeS_2 Кимовского разреза 7 Кропотовский участок (мг/кг)

2004	2005	2007	2008	2009
$1,11367 \cdot 10^{-7}$	$3,07320 \cdot 10^{-8}$	$2,34024 \cdot 10^{-9}$	$6,45797 \cdot 10^{-10}$	$1,78210 \cdot 10^{-10}$

Таблица 2

Концентрация FeS₂ Кимовского разреза 8 Кропотовский участок (мг/кг)

2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
1,51621· 10 ⁻⁴	7,00573· 10 ⁻⁵	3,23702· 10 ⁻⁵	1,49568· 10 ⁻⁵	6,91085· 10 ⁻⁶	3,19319· 10 ⁻⁶	1,47542· 10 ⁻⁶

Таким образом, открытые разработки Подмосковского угольного бассейна являются комплексными источниками загрязнения окружающей среды, причем карьеры являются непосредственными подкислителями и выщелачиванием почв, прилегающих к карьерам территорий, что способствует увеличению миграционной активности реликтовых составляющих тяжелых металлов в почвах. Этот вывод распространяется как на карьеры действующих угольных предприятий, так и на большинство карьеров, отработанных много лет назад.

Библиографический список

1. ГОСТ 28168-89 «Общие требования к отбору проб»
2. ГОСТ 5180-84 «Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик»
3. Красавин А.П. Защита окружающей среды в угольной промышленности. – М.: Недра, 1991. – 221 с.: ил.
4. Меркулов В.А. Охрана природы на угольных шахтах. М.: Недра, 1981. с 181.



УДК 628.511

СОЦИАЛЬНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РАЙОНА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ КАРЬЕРОВ ПО ДОБЫЧЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Смирнякова В.В.,

*Санкт-Петербургский государственный горный университет,
г.Санкт-петербург, Россия*

В районах расположения горных предприятий в результате массовых выбросов пыли в окружающую природную среду складывается неблагоприятная экологическая обстановка. Выход из сложившегося положения необходимо искать путем разработки новых способов снижения нагрузки на окружающую среду пылевого фактора. Новые технологические решения позволяют рассматривать возможность ведения горных работ вблизи крупных населенных пунктов без значительного ущерба окружающей природной среде и населению.



Интенсивное развитие промышленности, быстрый рост промагломераций приводит к накоплению отходов, значительная доля которых относится к горнодобывающей и горноперерабатывающей отраслям промышленности. В первую очередь это касается открытого способа добычи, на долю которого приходится более $\frac{3}{4}$ от общего объема добываемых полезных ископаемых.

По оценкам специалистов, мировое потребление минерального сырья достигло около 12 млрд. т в год, а извлечение горных пород из недр ежегодно составляет около 100 млрд. т [1]. В целом по Российской Федерации добыча стройматериалов составляет 1,4 млрд. т.

Одновременно с увеличением масштабов добычи и переработки минерального сырья наблюдается рост мощности единичного горного производства, под которым понимается концентрация добычи и переработки сырья на отдельных горнодобывающих и перерабатывающих предприятиях. Общий рост добычи и мощности добывающих предприятий вызывают рост отрицательного воздействия горного производства на окружающую природную среду. При этом следует иметь в виду, что в связи с истощением запасов богатого минерального сырья возрастают объемы добываемой горной массы и количество отходов переработки минерального сырья.

В настоящее время только в Российской Федерации извлечено из недр и находится в отвалах и хвостохранилищах около 500 млрд. м³ горных пород и отходов переработки полезных ископаемых [1]. Даже такие горные производства, как карьеры и дробильные фабрики строительного камня (диабаз, гранит, песчаник, известняк и др.) дают до 20 % отсева, не используемого, а складываемого на поверхности. До 40-60 % этого материала составляет пыль с размерами частиц не более 1 мм.

Материалы исследований [2] позволяют утверждать, что в районе размещения горных предприятий (особенно в районах размещения отвалов) в результате массовых выбросов пыли в окружающую среду складывается неблагоприятная экологическая обстановка, имеющая тенденцию к дальнейшему ухудшению, вследствие наращивания производственных мощностей, не подкрепленных эффективными мерами, направленными на снижение пылевых выбросов.

Различным аспектам борьбы с загрязнением окружающей природной среды пылью при добыче и переработке минерального сырья посвящены исследования ученых СНГ и зарубежных стран. К наиболее значимым из них следует отнести работы Бересневича П.В., Битколова Н.З., Зезина А.Б., Комарова В.Б., Ушакова К.З., Шувалова Ю.В. и многих других.

Практически все производственные операции, выполняемые на карьерах, такие как: взрывные работы, бурение, экскавация, транспортирование горной массы, складирование сопровождаются пылеобразованием (рис. 1). Буро-взрывные работы на карьерах относятся к интенсивным источникам пылеобразования. Мощность выброса пыли при массовых взрывах составляет 100-250 т. Пылевое облако при массовом взрыве выбрасывается на высоту 150-300 м, а в своем развитии оно может достигать высоты 16 км и распространяться по направлению ветра на значительные расстояния (10-14 км).

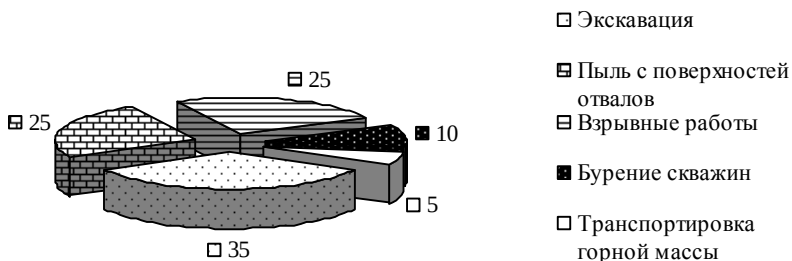


Рис. 1. Пылевой баланс горных предприятий

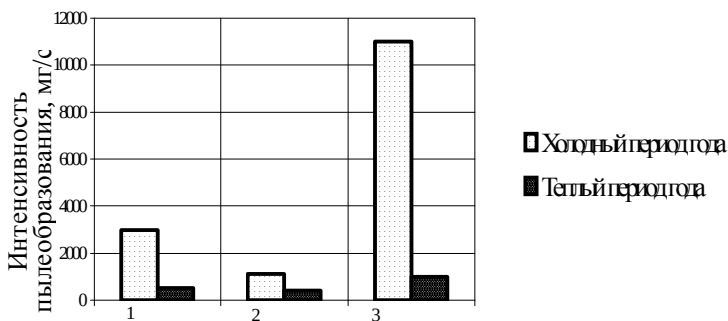
Натурные наблюдения за пылевой динамикой крупных карьеров свидетельствуют о значительной протяженности зоны повышенной запыленности вокруг карьеров, достигающей 40-45 км при фактическом содержании пыли в воздухе в 2-4 раза выше фонового. Следует отметить тот факт, что ореол рассеивания твердых частиц, вызывающих угнетение растительности (при осаждении пыли – 700 кг/га-год), расширяется от 7 км до 28 км с ростом глубины карьеров от 100 м до 1000 м. Радиус зоны предельно допустимой запыленности воздуха возрастает еще больше – от 35 км до 68 км.

Для карьеров небольшой глубины с хорошей естественной аэрацией пылеобразование и пылевыведение существенно зависят от времени года (Рис. 2).

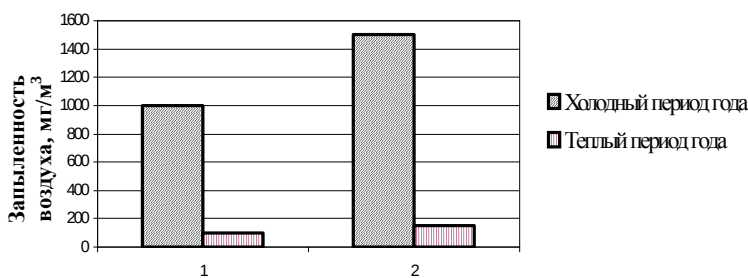
На территории Ленинградской области расположено 183 карьера, на 6 из которых добываются доломиты. ОАО «Карьеры доломитов», расположенное в Гатчинском районе Ленинградской области, отработывает два месторождения: «Каменные Борницы» и «Елизаветинское», и все негативные последствия, присущие открытому способу разработки свойственны данным карьерам.



Основными выбрасываемыми веществами на карьерах по добыче доломитового сырья являются пыль неорганическая и диоксид азота, кроме этих веществ в атмосферу выбрасываются: оксид углерода, оксид азота, сернистый ангидрид и углеводород.



1 - При экскавации горной массы 2 - При бурении скважин
3 - При движении автомобилей с грузом (единичный объект)



1 - При вскрышных работах 2 - При добычных работах

Рис. 2. Интенсивность пылеобразования и запыленность воздуха на карьерах

Определяющими источниками загрязнения атмосферного воздуха являются: залповые выбросы при взрывных работах, работа дробильно-сортировочной фабрики (ДСФ) и цеха по производству известняковой муки.

Суммарный выброс вредных веществ на карьерах «Каменные Борницы» и «Елизаветино - II» составляет 74,283 т/год, из них на пыль неорганическую приходится 49,2%, на диоксид азота - 11,3% и на ок-

сид углерода – 38,5%, что составляет 99,0% всего количества выбрасываемых веществ.

Общее количество выбросов вредных веществ, выбрасываемых в атмосферный воздух, находится в пределах утвержденного норматива ПДВ (предельно допустимого выброса).

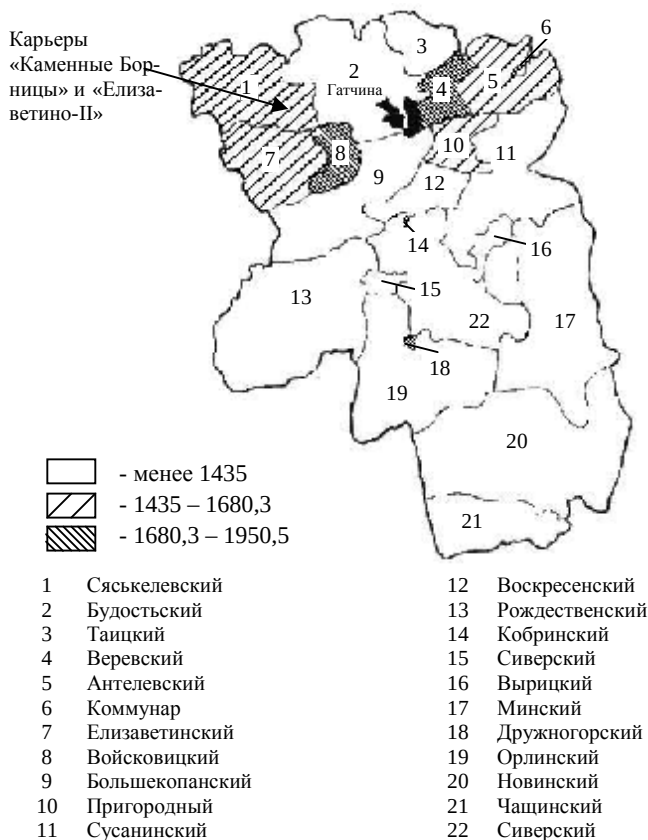


Рис. 3. Общая заболеваемость детей Гатчинского района Ленинградской области (на 1000 детей)

По данным снеговой съемки на территории района выпадает в год около 30 т пыли на квадратный километр. Из них 7-15% попадает на почву, но при многолетнем накоплении именно эти осадки формируют геохимическую картину в почвах и растительности. Содержание сухого



остатка в снеговых пробах (в талой воде) района от 0,02 до 0,92 г/л талой воды (нерастворенной пыли 0,012 – 0,0907 г/л, сухого остатка от выпаривания 0,002 – 0,05 г/л), при ПДК (среднесуточная) пыли в воздухе населенных пунктов 0,15 мг/м³ и соответствующей ей ПДК пыли в снеге 0,25 г/л это отвечает запыленности воздуха от 0,08 до 38 ПДК.

Также была произведена корреляция данных по загрязнению атмосферного воздуха и общей заболеваемости детей (рис. 3, табл. 1) и степенью медико-экологического благополучия населения Гатчинского района Ленинградской области (ЛЮ).

В результате такого анализа был сделан вывод о том, что в районе функционирования карьеров по добыче доломитов наблюдается повышенный уровень общей заболеваемости детей по сравнению со средними показателями по району и как следствие неблагоприятная медико-экологическая обстановка для населения.

В настоящее время карьерами «Каменные Борницы» и «Елизаветино-II» добывается доломит для производства щебня марок «400» и «600», а также доломитовой муки и плитки из естественного камня для реставрационных работ (Рис. 4). За период функционирования карьеров накопленные запасы отходов карбонатного сырья составляют более 500000 т, ежегодно они пополняются на 7,5 – 15 тыс.т [4].

В настоящее время карьерами «Каменные Борницы» и «Елизаветино-II» добывается доломит для производства щебня марок «400» и «600», а также доломитовой муки и плитки из естественного камня для реставрационных работ (Рис. 4). За период функционирования карьеров накопленные запасы отходов карбонатного сырья составляют более 500000 т, ежегодно они пополняются на 7,5 – 15 тыс.т [4].

Вследствие трещиноватости массивов облицовочного камня, выход блоков составляет не более 20-30 %, т.е. 70-80 % ценного полезного компонента необходимо использовать для получения другой товарной продукции.

Минимизация воздействия на окружающую природную среду может быть достигнута повышением комплексности использования минерального сырья.

Направления комплексного использования минеральных ресурсов месторождений «Каменные Борницы» и «Елизаветинское», разработанные по результатам проведенного анализа физико-химических свойств горных пород:

- породы Валдайского горизонта: для рекультивации земель, производства кирпича, керамзитового заполнителя, щебня;
- породы Кегельского и Хревицкого горизонтов: для производства щебня, муки доломитовой, мелкого заполнителя в различные ви-

ды бетонов и растворов, облицовочной плитки, блочного камня, использование отсеков в качестве декоративного покрытия облицовочных плит, производства искусственного камня.

Таблица 1

Характерные заболевания детей Гатчинского района ЛО

№	Микрорайон	Характерные заболевания
1	Сяськелевский	Врожденные аномалии, кожные заболевания, заболевания крови
2	Пудостьский	Врожденные аномалии
3	Таицкий	-
4	Веревский	Заболевания крови, новообразования
5	Антелевский	Врожденные аномалии, новообразования, заболевания крови
6	Коммунар	Врожденные аномалии, новообразования, кожные заболевания
7	Елизаветинский	Кожные заболевания, заболевания крови, заболевания органов пищеварения
8	Войсковицкий	Кожные заболевания, новообразования
9	Большекопанский	Врожденные аномалии, заболевания крови, заболевания органов пищеварения
10	Пригородный	Заболевания крови
11	Сусанинский	-
12	Воскресенский	-
13	Рождественский	-
14	Кобринский	-
15	Сиверский	Врожденные аномалии, заболевания органов пищеварения
16	Вырицкий	-
17	Минский	-
18	Дружногогорский	Кожные заболевания, новообразования, заболевания органов пищеварения
19	Орлинский	-
20	Новинский	-
21	Чашинский	-
22	Сиверский	-

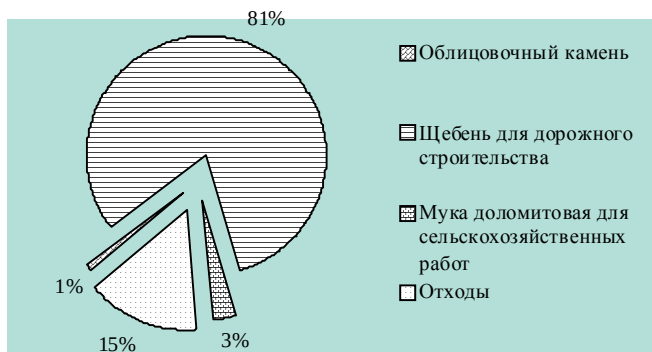


Рис. 4. Существующие направления использования минеральных ресурсов месторождений «Каменные Борницы» и «Елизаветинское»

Основными направлениями комплексного использования минеральных ресурсов месторождений являются: производство облицовочного камня, щебня для дорожного строительства, муки доломитовой для сельскохозяйственных работ и декоративное покрытие облицовочных плит с напылением из доломитовых отсеков.

При внедрении предлагаемых технологий комплексного использования минеральных ресурсов месторождений «Каменные Борницы» и «Елизаветинское» общее количество выбрасываемых загрязняющих веществ в атмосферу сократится за счет исключения такой составляющей как пыление отсеков при складировании их в отвал.

Комплексный подход к переработке полезных ископаемых ведет к расширению сырьевой базы промышленности и ассортимента продукции, к уменьшению вредного влияния на окружающую природную среду отходов производства. Использование комплексного подхода к переработке полезных ископаемых сводит к минимуму попадание ценных компонентов в отходы (с 15% до 0,5 %).

Внедрение результатов разработки в производство позволит получить ощутимый социальный и природоохранный эффект.

Библиографический список

1. Бульбашев А.П., Шувалов Ю.В. Борьба с пылью на карьерах по добыче строительных материалов. - СПб: Международная академия наук экологии, безопасности человека и природы (МАНЭБ). – 2006. – 208 с.
2. Защита окружающей среды от техногенных воздействий: Учебное пособие/ Под ред. Г.В. Невской. М., 1993.
3. <http://gatchina3000.ru/maps>

4. Азимов Р.А., Бульбашев А.П., Шувалов Ю.В., Бурмистрова В.В. *Современные технологии разработки месторождений строительных материалов.* – СПб: Международная академия наук экологии, безопасности человека и природы (МАНЭБ). – 2003.



УДК 504.064.45

СПОСОБ РЕГЕНЕРАЦИИ ОТРАБОТАННЫХ ИНДУСТРИАЛЬНЫХ МАСЕЛ

Демичева Ю.Л., Пузырева В.М.,
Тульский государственный университет, г.Тула, Россия

Дана оценка современного состояния по объемам образующегося отработанного масла в РФ, представлены результаты по сорбционной очистке (регенерации) промышленных масел, потерявших свои потребительские свойства, с помощью гуминовых кислот.

Нефтяные масла находят широкое и разнообразное применение при эксплуатации современной техники. Каждый год увеличиваются объемы потребления смазочных материалов и, как следствие, объемы отработанных масел. Отработанные нефтепродукты токсичны, имеют невысокую степень биоразлагаемости (10-30 %) и являются опасными отходами, которые подлежат обязательному сбору и утилизации, а в отдельных случаях – уничтожению. Мировой сбор ОМ составляет около 15 млн т/год (менее 50 % производства свежих), при этом подавляющее количество (70–90 %) используется в качестве топлива.

Источником образования больших объемов отработанных масел являются моторные масла. В среднем в год вырабатывается 1 млн 750 тыс. тонн моторных масел. Из них ежегодно может быть образовано потенциально минимальное количество - около 420 тыс. т отработанных масел. Из произведенных промышленностью исходных промышленных, энергетических масел в количестве 1 млн 170 тыс. т потенциально образуется минимальное количество отработанных масел - примерно 73 тыс. т ежегодно.

Таким образом, образуется минимальное расчетное количество отработанных масел - 500 тыс. т ежегодно.

В России 26-77 % всех отработанных масел нелегально сбрасывается на почву и в водоемы; 40-48 % - собирается, но из собранных



отработанных масел только 14 – 15 % идет на очистку, а остальные 26-33 % используются как топливо или сжигаются [1].

На современном этапе развития российской промышленности важным и актуальным является вопрос вовлечения в производство вторичного сырья, а именно: отработанных масел, которые представляют собой сырьевую базу для получения ценных нефтепродуктов при надлежащей переработке. Наиболее эффективным способом утилизации является регенерация отработанных масел, с целью полного восстановления их первоначальных свойств

При работе в машинах и аппаратах нефтяные масла соприкасаются с металлами, подвергаются действию окружающего воздуха, температуры, давления, электрического поля, естественного света и других факторов, под влиянием которых с течением времени происходит изменение свойств масла: разложение, окисление, полимеризация и конденсация углеводородов, обугливание (неполное сгорание), разжижение горючим, загрязнение посторонними веществами и обводнение.

В результате в маслах накапливаются асфальтосмолистые соединения, коллоидальные кокс и сажа, различные соли, кислоты, а также металлические пыль и стружка, минеральная пыль, волокнистые вещества, вода и т.д. Весь этот сложный процесс изменения физико-химических свойств масла называется его старением.

Продукты физико-химических превращений масла, а также вредные примеси, попадающие извне и делающие масло непригодным для дальнейшей работы, составляют лишь незначительную часть общей его массы, и при помощи каких-либо методов очистки могут быть удалены. После извлечения загрязняющих веществ (регенерации) восстанавливаются первоначальные свойства масла и оно, как правило, может быть использовано повторно наравне со свежими маслами или в смеси с ними [2].

Нами исследован способ очистки отработанных масел от продуктов старения при помощи гуминовой кислоты (ГК). Гуминовая кислота выполняет роль сорбента.

Было изучено влияние температуры, продолжительности процесса очистки и соотношение сорбент-масло на показатели процесса регенерации и качество получаемого продукта.

Эффективность процесса регенерации отработанных масел зависит от показателей качества исходного сырья (отработанных масел) и соответственно от условий проведения процесса.

Качество отработанного масла и восстановленного оценивалось рядом показателей: вязкость, температура вспышки и кислотное число.

Для исследований бы отобраны образцы сильно загрязненных отработанных масел, с различными физико-химическими свойствами и технологической принадлежности. Перед началом работ кислотное число не восстановленного индустриального масла составляла 0,97 КОН мг/л (у чистого масла И-20А 0,02 КОН мг/л).

Результаты экспериментов представлены графически. На рис.1 представлены результаты по очистке индустриального масла растворами гуминовых кислот различной концентрации: 1, 3 и 5 % (масс). Кислотное число снижается при увеличении соотношения сорбент-масло, однако степень очистки при использовании 3 и 5 % раствора ГК соизмерима, поэтому в последующих опытах мы использовали 3 % раствор ГК.



Рис.1. Влияние концентрации гуминовой кислоты на изменение кислотного числа отработанного индустриального масла

На рис. 2 представлена зависимость: снижение кислотного числа от продолжительности процесса очистки. Для достижения нормативного показателя качества масла по кислотному числу требуется около 8 часов (следует отметить, что в опыте использовалось очень загрязненное масло). Для очистки менее загрязненных масел, этот процесс будет протекать быстрее.

На рис.3 приведен характер изменения в процессе регенерации кислотного числа отработанного масла в зависимости от температуры. Согласно данным эксперимента, температура не оказывает существен-



ного влияния на процесс. Поэтому подогрев очищаемого масла не целесообразен.

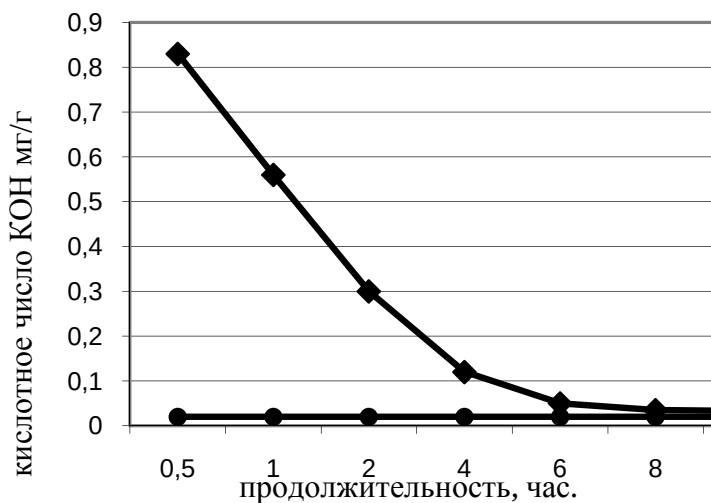


Рис.2. Влияние продолжительности процесса очистки на изменение кислотного числа отработанного индустриального масла

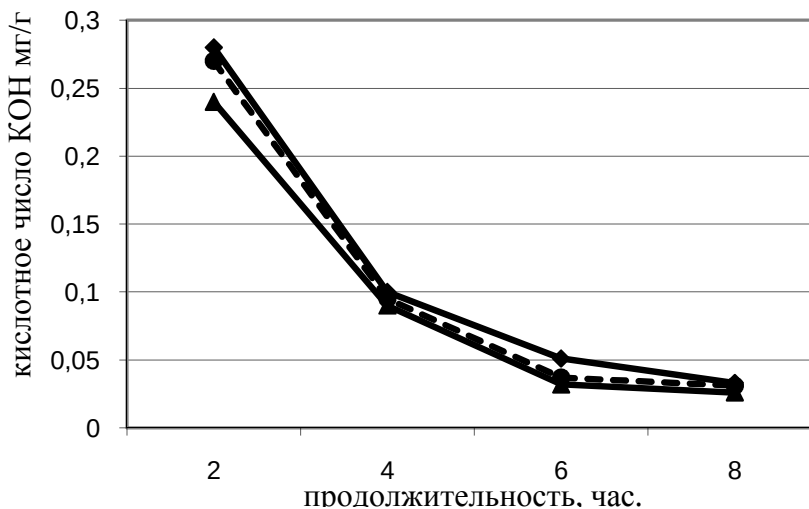


Рис.3. Влияние температуры на изменение кислотного числа отработанного масла в процессе регенерации

Полученные восстановленные масла мы использовали для приготовления СОЖ. При этом качественные характеристики смазочно-охлаждающей жидкости, приготовленной из очищенного индустриального масла соответствовали предъявляемым к ним требованиям.

Библиографический список

1. www.rusal.ru.
2. П.И. Шашкин, И.В. Брай. *Регенерация отработанных нефтяных масел*. М., Химия 1970. 303 с.



УДК 528.74

ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ ЗЕМЛИ В СИСТЕМЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

Илюшина Е. В.

Самарский Государственный Технический Университет, г. Самара, Россия

Метод дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) может решать широкий круг социально-экономических и научных задач мониторинга природной среды в интересах гидрометеорологии, природопользования, экологии, контроля чрезвычайных ситуаций.

Ни для кого не секрет, что сегодня имеются проблемы, связанные с экологической обстановкой. О проблемах окружающей среды говорят много: проводятся региональные и международные конференции, выставки, форумы, где особое внимание уделяется вопросу рационального использования ресурсов, обсуждаются способы утилизации и рециклинга отходов, методы экологического образования в ВУЗах и школах, а также рассматриваются инновационные подходы к решению экологических проблем.

Важное место в решении задач экологической и социальной безопасности занимает мониторинг и кадастровый учет природно-техногенной сферы. Под природно-техногенной сферой понимается совокупность экосистем, объединенных на конкретном региональном уровне с объектами промышленного и сельскохозяйственного производства, дорожно-транспортной инфраструктуры и т.п.

В зависимости от точности результатов, которые необходимо получить при проведении мониторинга по тому или иному компоненту, явлению, процессу, от среды, в которой проходят исследования,



доступных финансовых и других средств, используют различные методы мониторинга: дистанционный, полевой или лабораторный. Все больший интерес и важность приобретает дистанционный метод, который имеет сравнительно большие преимущества и является наиболее перспективным на данный момент и экономически выгодным. Эффективность применения данных дистанционного зондирования определяется следующими факторами:

- Исследованию может быть подвергнута любая точка земного шара, включая труднодоступные и опасные регионы;
- Не требуется предоставления наземного персонала, организации полевых работ, экспедиций, выделения дополнительных ресурсов и т.д.
- Оперативность получения данных и эффективная возможность организации контроля над состоянием региона;
- Масштабность исследований. Покрываемая одним снимком площадь может достигать десятков тысяч квадратных километров. Наличие разновременных снимков одного региона позволяет исследовать динамику явления.
- Полная стоимость работ на 1-2 порядка ниже, чем при традиционных методах исследования.

Среди основных задач, решаемых методами дистанционного спутникового мониторинга, можно выделить:

- выявление нарушений технического состояния объекта: разрывов, трещин, коррозионных зон, повреждений гидро- и теплоизоляция и др.;
- контроль экологического состояния природной среды в зонах влияния промышленных предприятий и вдоль трассы магистрального трубопровода, выявление мест и объемов подземных и наземных утечек углеводородов, областей загрязнений и др.;
- анализ участков перехода трубопроводов через водные преграды, автодорожные и железнодорожные переходы;
- изучение активных разломов, трещиноватости и современных движений земной коры, их влияния на трубопровод, а также напряженно – деформационного состояния околотрубной среды;
- составление карт грунтов, зон подтоплений, обводненных участков, областей засоления, коррозионно – опасных сред, промерзающих и оттаивающих грунтов и др.;
- исследование современных экзогенных процессов (сели, оползни, обвалы и др.);

- ранжирование участков по степени опасности, выделение участков для первоочередного диагностического исследования;
- обозначение зон, имеющих археологическую, природную, историческую ценности.

По общепринятому определению, дистанционное зондирование – это технология получения надежной информации средствами неконтактной съемки и другими датчиками о Земле и её окружающей среде, других физических объектах и процессах путем регистрации, измерения, анализа и представления.

В основе дистанционного зондирования лежит наука – фотограмметрия, которая прошла длительный путь развития с момента появления первой фотографии. Начиная с семидесятых годов прошлого века, с развитием средств вычислительной техники возникло большое количество дисциплин, связанных с обработкой изображений. К таким дисциплинам относятся машинное или компьютерное зрение, машинная графика, распознавание образов и анализ сцен, реконструкция изображений, цифровая фильтрация, зрение роботов и ряд других. Здесь под изображением понимается уже не фотографии на бумажных носителях, а многомерные цифровые сигналы, которые являются функциями многих переменных. Так появилось новое направление – цифровая фотограмметрия. Там уже имеют дело с цифровыми изображениями объектов, полученными цифровыми камерами кадровыми, сканерными, лазерными съемочными системами или путем преобразования аналогового изображения в цифровую форму. Цифровой снимок, в свою очередь, представляет собой матрицу, элементами которой являются числа, характеризующие плотность или цвет элементарного участка снимаемого объекта.

Для выполнения компьютерного дешифрирования применяют наиболее распространенный подход, основанный на спектральных признаках, в качестве которых служит набор спектральных яркостей, зарегистрированных многозональным снимком. Формальная задача компьютерного дешифрирования снимков сводится к классификации — последовательной «сортировке» всех пикселей цифрового снимка на несколько групп. Для этого предложены алгоритмы классификации двух видов — с обучением и без обучения, или кластеризации. При классификации с обучением пиксели многозонального снимка группируются на основе сравнения их яркостей в каждой спектральной зоне с эталонными значениями. При кластеризации же все пиксели разделяют на группы-кластеры по какому-либо формальному признаку, не прибегая к обучающим данным. Затем кластеры, полученные в ре-



зультате автоматической группировки пикселей, дешифровщик относит к тем или иным объектам.

После получения изображения следующим этапом выступает его совмещение с информацией от спектральных анализаторов – гипер спектрометров. Гипер спектрометр или «гипер кубы данных» хранит большое количество информации. Для обработки этой информации применяются методы многомерного анализа данных (хеометрика). Построение многомерной классификационной модели на основе гиперспектральных данных позволяет проводить дифференциацию типов поверхностей земли в автоматическом режиме. Также возможно выявление нарушенных или загрязненных территорий, определение степени их загрязнений. Это является новым этапом развития экологического мониторинга.

Таким образом, на современном этапе развития основой для эффективного мониторинга и кадастрового учета территорий является переход к более качественному получению информации.

Библиографический список

1. Гонсалес Р., Вудс Р. *Цифровая обработка изображений*. – М.: Техносфера, 2005.
2. Кашкин В.Б., Сухинин А.И. *Дистанционное зондирование Земли из космоса. Цифровая обработка изображений*. – М.: Логос, 2001
3. Краснопевцев Б.В. *Фотограмметрия*. – М.: МИИГАиК, 2008
4. Лабутина И.А. *Дешифрирование аэрокосмических снимков*. – М.: Аспект Пресс, 2004
5. Рис Г.У. *Основы дистанционного зондирования*. – М.: Техносфера, 2006



УДК 622.012.2: 628.5.05

ОПРЕДЕЛЕНИЕ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОРОДО-УГОЛЬНОЙ МАССЫ ОТВАЛА

Лисаконов Е.А.

Научный руководитель Рожков В.Ф.,

Тульский государственный университет, г. Тула, Россия

В статье предлагается методика определения коэффициентов газопроницаемости и макрошероховатости в породно-угольной массе отвала.

Породные отвалы угольных шахт имеют достаточные объемы и служат заметным препятствием на пути движения воздушных масс. Неправильная форма отвала, ориентация продольной оси к господствующему направлению ветра создают отдельные участки отвала, которые испытывают значительные ветровые нагрузки. Это приводит к фильтрации воздуха в глубь отвала и, таким образом, способствует самонагреванию и самовозгоранию отвальной массы, что, в свою очередь, приводит к загрязнению атмосферного воздуха продуктами горения породных отвалов. На расположение и интенсивность очагов самовозгорания отвалов, оказывает влияние аэрация отвала за счет ветра, которая зависит от аэродинамических характеристик отдельных фракций отвальной массы.

Под действием динамического напора воздуха возникает фильтрационное движение в пороодо-угольной массе отвала. Интенсивность фильтрационного потока зависит от структуры пористой среды и величины скоростного напора ветра, являющегося движущей силой фильтрации. В зависимости от проницаемости, пористости материалов, находящихся в отвале, и возникающих перепадов давления, режим движения воздуха может быть ламинарным, комбинированным и турбулентным. Определение характеристик пористой среды осуществлялось в ходе экспериментальных исследований путем продувки воздуха через отдельные фракции отвальной массы. Результаты экспериментальных исследований аэродинамических характеристик отдельных фракций пороодо-угольной массы свидетельствуют о том, что они существенно различаются в зависимости от среднего диаметра фракции и ее влажности.

Для подбора регрессионных зависимостей линейного (а) и квадратичного (б) аэродинамического сопротивления использовалось преобразование величин. При переходе от величины b и d_{cp} к величинам $b' = \ln(b - 0,4104)$ и $d' = \ln(d_{cp} - 2)$ и применении линейной регрессии получено следующее уравнение

$$b' = 8,216 - 0,65d' \quad (1)$$

справедливое для $d' > 0$. Отсюда, переходя к исходным величинам получим:

$$b = [0,4 + 0,37 / (d_{cp} - 2)^{0,65}] \times 10^8, \text{ при } d_{cp} > 3 \text{ мм} \quad (2)$$

Точки, соответствующие мелкой фракции (2-3мм), не ложатся на регрессионную кривую, поэтому окончательно зависимости линейного (а) и квадратичного (б) аэродинамического сопротивления имеют вид:

$$b = [0,4 + 0,37 / (d_{cp} - 2)^{0,65}] \times 10^8, \text{ при } d_{cp} > 3 \text{ мм} \quad (3)$$



$$b = 1,84 \times 10^8, \quad \text{при } d_{\text{ср}} < 3 \text{ мм} \quad (4)$$

Как показали расчеты, влияние влажности на коэффициент b незначительно - не превышает погрешность аппроксимации эмпирической кривой. Зависимость коэффициента a от влажности и среднего диаметра фракции, характеризуется следующим эмпирическим уравнением:

$$a = (1,286W - 4,68 \ln d_{\text{ср}} + 6,824) \times 10^4, \quad (5)$$

где: W - относительная влажность, %; $d_{\text{ср}}$ - средний диаметр фракции, мм.

Возможность использования уравнений (3), (4) и (5) для определения коэффициентов (a) и (b) была проверена путем сопоставления измеренных величин с расчетными, отклонение составляет около 10%, что вполне допустимо для практических расчетов.

По полученным значениям коэффициентов (a) и (b) рассчитывался коэффициент проницаемости (k) и масштаб макрошероховатости (l) отдельных фракций отвальной массы по формулам:

$$k = \mu L / a F \quad (6)$$

$$l = \rho L / b F^2 \quad (7)$$

где: k, l, μ, ρ, L, F - коэффициент проницаемости, м^2 , масштаб макрошероховатости, м, коэффициент динамической вязкости, $\text{Па} \cdot \text{с}$, плотность воздуха, $\text{кг}/\text{м}^3$, длина линии тока, м, и площадь фильтрационного потока, м^2 , соответственно.

Результаты расчета удовлетворительно совпадают с данными лабораторного эксперимента (отклонение составляет не более 20%).

Таким образом, для определения аэродинамических характеристик отдельных фракций отвальной массы, необходимо только определить их влажность и далее расчеты произвести по выше приведенным формулам. Это позволяет значительно сократить время на лабораторный эксперимент.

Библиографический список

1. Алехичев С.П., Пучков Л.А. Аэродинамика зон обрушения и расчет блоковых утечек воздуха.- Л.: Наука, 1968.-44 с.
2. Минский Е.М. О турбулентной фильтрации газа в пористых средах // Вопросы добычи, транспорта и переработки природных газов.-М.-Л., Гостоптехиздат, 1951.- С. 74-78.



УДК 628.171:502.1

О ПРОГНОЗИРОВАНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ ПРИ КОМПЛЕКСНОМ ПОТРЕБЛЕНИИ ПРИРОДНЫХ ВОД ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

**Гладышева О.В., Бобровская В.Н., Васина А.Г., Гмыза Д.А.
Научный руководитель Корнеева Н.Н.**

Тульский государственный университет, кафедра СТС

Антропогенная деятельность человека, оказывает существенное влияние на состояние водных ресурсов и через них на всю экосистему. Особенно это влияние ощущается в загруженных промышленностью районах, к каким относятся и Тульскую область. Недостаточное уделение внимания проблемам прогнозирования экологической ситуации при комплексном потреблении природных вод и их не рациональное использование, за последние 20 лет, привели к значительному ухудшению качества воды и их истощению в природных источниках Тульской области.

Под комплексным использованием водных ресурсов понимается одновременное, наиболее рациональное удовлетворение потребностей заинтересованных в воде отраслей народного хозяйства и оптимальное сочетание интересов всех водопотребителей. При этом один водный объект может использоваться несколькими отраслями или одним водопотребителем для нескольких целей. Следует также иметь в виду, что в зависимости от количества водных ресурсов не все водопотребители в равной мере могут быть удовлетворены в своих запросах на воду. Поэтому введено ранжирование водопотребителей, где приоритет принадлежит питьевой воде для населения.

Всего водопользователей Тульской области зарегистрировано 880; ими было израсходовано из природных источников около 473 млн м² воды. В поверхностные водоемы при этом было сброшено 280,4 млн м², в том числе загрязненных -259,5; а нормативно-чистых и нормативно-очищенных - всего 20,9 млн м². Из всех очистных сооружений в области только 10 % работают в проектом режиме[4]. Общая мощность имеющихся очистных сооружений в области составляет около 580 млн. куб. м в год, однако большинство из них работают неэффективно, до установленных нормативов очищается лишь 7,6% требующих очистки сточных вод. Часть стоков сбрасывается в водоемы без очистки[2]. На основании результатов мониторинга загрязнения поверхностных водных объектов за 2002 г. сделаны следующие выводы: практически во всех наблюдаемых створах отмечено превышение



ПДК по 4-6 ингредиентам и более; качество воды оценивается в диапазоне от "умеренно загрязненной" до "очень грязной". В ряде районов качество воды не соответствует гигиеническим нормам по санитарно-химическим показателям: по содержанию железа, жесткости, сухому остатку, стронцию, и, как следствие, вода имеет неблагоприятные органолептические свойства. По санитарно-химическим показателям не соответствовало гигиеническим нормам 25,7% проб воды коммунальных и 17,6% ведомственных водопроводов. Доля "нестандартных" по микробиологическим показателям проб воды из коммунальных водопроводов составила 2,8%, из ведомственных - 4,4%. Часть населения пользуется нецентрализованными источниками водоснабжения, которые крайне ненадежны в санитарно-эпидемиологическом отношении: выявлено 31,3% "нестандартных" проб по микробиологическим показателям, 42,6% - по санитарно-химическим[1].

Поверхностные воды в Тульской области сильно загрязнены азотом аммонийным и нитритным, фенолом, тяжелыми металлами и другими загрязняющими примесями. В ряде водоемов области предельно допустимые концентрации для меди превышены в 10 раз, для азота аммонийного в 17, для азота нитритного — в 21, для фенолов — в 16, для марганца — в 72, для молибдена и цинка — в 30 раз.

Наиболее загрязненными водными объектами области являются р. Упа (ниже Тулы), Шатское водохранилище, реки Мышега, Деготня и Дон. Единственным источником хозяйственно-питьевого водоснабжения в области являются подземные воды. В результате интенсивной эксплуатации подземных горизонтов в промышленно освоенных районах области возник дефицит питьевых вод[2].

Население области обеспечивается только подземной водой. Речная вода в населенных пунктах для питьевых целей не используется. Расход подземных вод в области составляет 1250 тыс. м³ в сутки. В среднем на одного туляка в сутки приходится 300-350 л воды. В Тульской области разведано 77 месторождений пресных подземных вод, в эксплуатации с 1999г. находится 40 месторождений[4].

Тульская область располагается в пределах южного крыла Московского артезианского бассейна. Характерными особенностями территории является этажное залегание водоносных горизонтов, чередование их со слабопроницаемыми водоупорными толщами, постепенное погружение горизонтов в северо-восточном направлении к центру МАБ, приобретение подземными водами в этом же направлении напора и увеличение минерализации[3].

На территории Тульской области выделены 22 водоносных горизонта и комплекса и 9 горизонтов слабопроницаемых (иногда спора-

дически обводненных) отложений. Из 22 водоносных горизонтов 12 приурочены к четвертичным и мезозойским отложениям, 6 к каменноугольным и 3 — к девонским. Основными эксплуатационными водоносными горизонтами, имеющими практическое значение и приуроченными к зоне пресных вод, являются водоносные горизонты в каменноугольных и девонских отложениях:

Каширский водоносный горизонт распространен лишь на севере области в пределах водораздельных пространств. Отсутствует он в долинах рек Оки, Беспути, Выпрейки и др. и их притоков. Приурочен водоносный горизонт к известнякам с прослоями доломитов, мергелей, глин и алевроитов. Мощность водовмещающих пород достигает 40-45 м. Каширский водоносный горизонт в пределах площади своего распространения является целевым для водоснабжения.

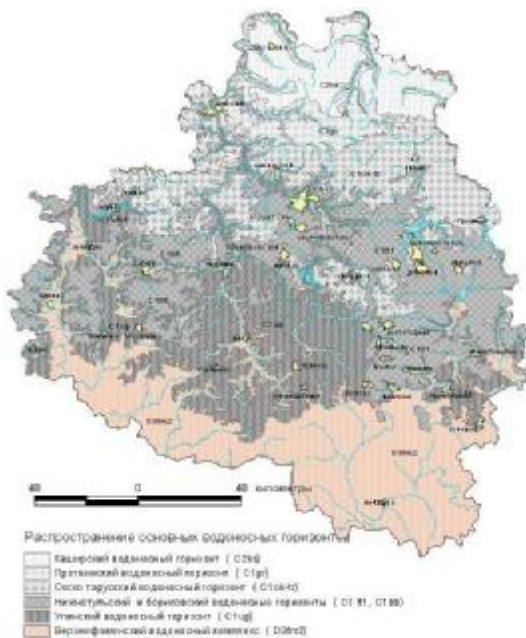


Рис. 1 Карта распространения основных эксплуатационных водоносных горизонтов Тульской области

Протвинский водоносный горизонт распространен в северной части области практически повсеместно за исключением долины реки



Оки и р. Беспуты. Водовмещающими породами являются известняки местами закарстованные, местами окремненные. Протвинские известняки имеют мощность, в среднем не превышающую 8-10 м, однако на отдельных участках она может изменяться от 2 до 20 м. По причине низкой и неравномерной водообильности подземные воды протвинского водоносного горизонта не имеют широкого практического значения.

Окско-тарусский водоносный горизонт распространен практически повсеместно в северной половине области, где интенсивно эксплуатируется для централизованного водоснабжения городов и сельских населенных пунктов.

Бобриковский и Нижнетульский (Яснополянский) водоносные горизонты, приуроченные к песчаным отложениям часто рассматриваются совместно как яснополянский водоносный комплекс. Водовмещающими отложениями являются мелкозернистые пески и алевроиты с подчиненными прослоями глин и углей. Мощность песчаных слоев невыдержанна и изменяется от 10 до 40 м, обычно составляя 15-25 м. В палеодолинах мощность песков достигает 75-85 м.

Упинский водоносный горизонт приурочен к толще упинских известняков, неравномерно трещиноватых, часто закарстованных. Мощность известняков местами достигает 35 м, преобладает в среднем 20 м.

Заволжский водоносный горизонт приурочен к преимущественно карбонатным отложениям, распространен на всей территории Тульской области. Общая мощность отложений достигает 40-50 м.

Плавский и Елецко-лебедянский водоносные горизонты распространены повсеместно, содержат воды питьевого качества. На юге области они широко используются для водоснабжения городов, сельских населенных пунктов, поселков городского типа [2].

В области ведутся наблюдения за состоянием качества подземных вод в ранее обнаруженных очагах загрязнения, осуществляются мероприятия по предупреждению распространения фронта загрязненных подземных вод и снижению загрязнения. Новые очаги загрязнения подземных вод не выявлены [1].

В воде многих подземных источников содержится радиоактивный инертный газ радон. При обследовании 1100 источников в 25 из них его содержание превышало ПДК в 1,5-200 раз. На всех водозаборах питьевой воды установлен строгий контроль ее чистоты. Благодаря ему было выявлено 25 очагов загрязнения подземных вод промышленно-хозяйственными стоками и предотвращено их поступление в водопроводные системы.

Основными мероприятиями по охране подземных вод от загрязнения являются: соблюдение мер по поддержанию поверхности в надлежащем экологическом состоянии, рациональное использование существующих запасов подземных вод, создание зон строгой санитарной охраны вокруг скважин, своевременная ликвидация неиспользуемых артезианских скважин.

Водным ресурсам области с одной стороны угрожает количественное истощение, т.е. водный баланс рек области меньше, чем требуется воды для различных отраслей народного хозяйства, а с другой - продолжающееся загрязнение поверхностных вод промышленными и фекальными стоками.

В борьбе с загрязнением вод намечается несколько направлений: одно заключается во внедрении новых технологических процессов, при которых бы объективно исключалась возможность загрязнения воды, второе — в расширении оборотного водоснабжения и третье — в строительстве очистных сооружений [2].

Особое внимание в вопросе количественного уменьшения запасов подземных вод связано не столько с их использованием в технологических процессах но и с проблемой бесполезного слива ценного сырья в балки, овраги, реки и водоотливе из водопонижающих скважин угольных шахт.

Подводя итоги обзора различных источников [1-4], приводимых данные об экологической ситуации в Тульской области стоит отметить недостаточно серьезную оценку природных вод как одного из дорогих природных ресурсов, а вместе с тем вода является неотъемлемой частью человеческого существования(человек не может существовать без воды более 3 –х суток). А миграция загрязнений(гидросфера-атмосфера-биота) позволяет сделать выводы, что то что сбрасывается нами в водоемы в конечном итоге будет в нас. И если это отношение не переменится прогноз экологической ситуации при комплексном потреблении такого природного ресурса как вода в Тульской области удовлетворительным назвать нельзя.

Библиографический список

1. <http://www.ecocentr.viplot.ru>
2. <http://www.ecology-portal.ru>
3. <http://geocentr-msk.ru>
4. <http://tsput.ru>





ЭНЕРГЕТИКА: проблемы настоящего и возможности будущего

УДК:620.9:644

ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ В ЖКХ

Батурин С. А., Чернышов А.Н.

*Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Щухова, г Белгород, Россия*

Жилищный сектор занимает второе место по величине потребления энергии в России и, как считают эксперты, стоит на первом месте с точки зрения потенциала энергосбережения.

Проблема низкой энергоэффективности нашей российской экономики общеизвестна. Жилищно-коммунальное хозяйство (ЖКХ) относится к такой сфере экономической деятельности страны, где стоимость энергетических ресурсов занимает около 80% общей себестоимости. При этом энергоэффективность инфраструктуры российского ЖКХ требует желать лучшего:

- потери в системе теплоснабжения достигают 60%;
- коммунальная инфраструктура ЖКХ представляет собой «черную дыру», где бесследно исчезают огромные энергетические ресурсы;
- кроме того велики потери и из-за устаревших электрических сетей и осветительных приборов.

По данным Российского Центра по эффективному использованию энергии Российский потенциал составляет 45% полного потребления первичной энергии. При этом более 70% от общего потенциала энергосбережения страны сосредоточено в сфере предприятий ЖКХ.

В Указе № 889 от 4 июня 2008 года «О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской

экономики» Президентом Российской Федерации Д. А. Медведевым поставлена конкретная задача: к 2020 году снизить потребления всех видов коммунальных ресурсов на 40%. Оптимизация энергозатрат и повышение энергоэффективности на предприятиях жилищного и коммунального хозяйства - важнейшая на сегодня задача и ее решение не требуют отлагательств. Вот сравнительные цифры по удельному расходу тепла и по энергоемкости ВВП (внутреннего валового продукта):

- Швеция, Финляндия — 140 кВт*ч/м²;
- Германия — 250 кВт*ч/м²;
- Россия:
- кирпичный дом — 400 кВт*ч/м²;
- панельный дом — 600 кВт*ч/м²;
- односемейный дом — 700 кВт*ч/м².

Энергоемкость ВВП в России: в 2...3 раза выше, чем в США; в 3,5 раза выше, чем в Западной Европе.

Наиболее проблемная сфера ЖКХ - теплоснабжение. По официальным статистическим данным треть доходов и расходов ЖКХ составляет теплоснабжение. Текущее состояние теплоснабжения РФ является критическим. Общая протяженность теплосетей в стране составляет от 140 до 260 тыс. км в двухтрубном исчислении. Потери по тепловым сетям составляют около 30%. Порядка 82% общей протяженности требуют капитального ремонта или полной замены. На каждые 100 км их 260 тыс. км тепловых сетей ежегодно регистрируется от 70 до 200 повреждений. За последние 10 лет инвестиции в сектор теплоснабжения практически не осуществлялись, что, естественно, сказалось на качестве работы комплекса. Для восстановления и обеспечения сектора теплоснабжения эффективными технологиями в ближайшие годы в данную отрасль необходимо вложить около 70 млрд. долларов США.

На уровень энергоэффективности в ЖКХ способны оказывать влияние сотни организаций, занимающихся строительством, управлением и эксплуатацией зданий, но лишь немногие из них готовы взяться за решение этой проблемы. Это объясняется, в первую очередь, отсутствием знаний и опыта в сфере мероприятий, способствующих экономии электроэнергии и, во-вторых, эти организации не обладают достаточными средствами, чтобы такие мероприятия финансировать. Следует отметить, что все это характерно не только для России, но и для большинства других стран. Но только в нашей стране повышению энергоэффективности в ЖКХ мешают низкие тарифы на энергоресурсы для населения, отсутствие контроля соблюдения стандартов при



строительстве жилья и недостаточная осведомленность домовладельцев об энергоэффективности.

Здесь так же стоит отметить, что проблемы энергосбережения и их решения различны для разных типов зданий. Жилье разделяют на три основные группы:

- строящиеся здания;
- здания, находящиеся на реконструкции или на капитальном ремонте;
- здания, находящиеся в эксплуатации.

Энергосбережение в ЖКХ находится в прямой зависимости от возраста зданий.

Для уже построенных и находящихся в эксплуатации зданий можно отметить следующие проблемы повышения энергоэффективности:

1. Владельцы жилья, ТСЖ., управляющие компании и местные органы власти не имеют необходимых данных для реализации энергосберегающих мероприятий. Практически не ведется учет потребления энергии, в частности тепловой. В результате большинство населения оплачивает услуги теплоснабжения по нормативам потребления, хотя реальное потребление тепловой энергии значительно отличается от нормативного. Кроме того, жильцы не имеют возможности регулировать потребление тепла ни на уровне дома, ни на уровне квартиры.
2. Владельцы жилья имеют ограниченный доступ к внешнему финансированию для реализации мер по повышению энергоэффективности (получение потребительских кредитов). Домохозяйства с низким уровнем дохода и пенсионеры получить кредит практически не могут.
3. Владельцы жилья не видят стимулов для инвестирования в энергосбережение.

Для повышения энергоэффективности в ЖКХ федеральным и региональным органам власти необходимо, считают эксперты отрасли, принять некоторые волевые решения.

1. Необходимо законодательно установить обязательные для выполнения минимально допустимые требования при строительстве и реконструкции. Например: обязательные требования к энергосбережению в строящихся и реконструируемых зданиях. Однако это должна быть не разовая законодательная акция, т.к. технологии со временем меняются, а значит для поддержания экономии энергии в ЖКХ на современном уровне нужно периодически пересматривать стандарты теплозащиты зданий.

2. Правительство должно начать обязательный мониторинг энергоэффективности с получением энергетических паспортов зданий для контроля соблюдения требований СНиП и расчета потенциала энергосбережения, что, естественно, повлечет за собой проведение регулярных энергетических обследований зданий.
3. Ввести требование реализации энергосберегающих мероприятий как обязательное условие предоставления финансовой поддержки для проведения ремонтов из федерального или местного бюджета.
4. Необходимо создать гарантийный фонд по кредитам на проведение капитального и текущего ремонтов с целью повышения энергоэффективности.
5. Нужно разработать для ТСЖ и управляющих компаний типовые контракты, учитывающие результат их деятельности, для получения необходимого финансирования для реализации энергосберегающих мер в местах общего пользования.
6. Необходимо предоставить населению информацию для массового распространения систем учета, ведь учет потребления воды, газа и тепловой энергии приведет к значительной экономии энергии. Кроме того, сами здания надо проектировать с учетом возможности регулирования теплоснабжения на индивидуальном уровне.
7. Необходимо на федеральном уровне начать разработку и внедрение стандартов энергоэффективности и маркировку осветительных и электробытовых приборов с целью стимулирования промышленных предприятий к производству энергоэффективной продукции, доводя при этом до потребителей информированию о таких товарах.
8. Нужно разработать правила поведения потребителей в плане энергосбережения и начать их пропаганду.

Следует отметить, что большинство описанных выше мер по повышению энергоэффективности в ЖКХ нашли свое отражение в Федеральном законе от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

Надо заставить закон работать, ведь решение вышеперечисленных задач будет способствовать экономии энергоносителей, обеспечению энергетической безопасности, снижению энергоемкости в отрасли, и как следствие, предотвращению роста цен на тепловую и электрическую энергию для конечных потребителей.

Библиографический список

1. *Федеральный закон от 23.11.2009 № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повыше-*



нии энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» // Российская газета. 2009. №226. С.19-22.

2. Теплышев В.Ю., Голов Р.С., Воробьев А.С. Концепция энергосбережения в тепло-снабжении в рамках реформирования ЖКХ // Электронный журнал энергосервисной компании «Экологические системы». 2009. С. 11-23

3. Данилов Н.И. Энергосбережение – от слов к делу. И-зд. 2-е. Екатеринбург. Энерго-Пресс. 2000.232с.



УДК 69:005.591.6

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО. ОПЫТ ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ОБОРУДОВАНИЯ, МАТЕРИАЛОВ

Дюжева И.Г.

Саратовский государственный технический университет, г.Саратов, Россия

Из года в год человечество пытается подчинить себе природу, нерационально использует природные ресурсы, производит выброс большого количества химических элементов, уничтожает животных и растительность. В ответ на это природа отвечает ему катастрофами.

Случившийся энергетический кризис в 1874 – 1975 годах подтолкнул человечество на разработку энергоэффективных мероприятий во всех сферах деятельности. Природные катаклизмы, повышение количества углекислого газа лишь только ускорило разработку энергоэффективных технологий.

На данный момент особое внимание уделяется снижению энергопотребления зданий. Доказано, что на их отопление расходуется существенная часть энергоресурсов (в разных странах от 20 до 40 %), при сжигании которых образуется значительная доля антропогенного CO₂.

В конце XX в. в СССР была выдвинута идея о проектировании и создании энергоэффективных домов, называемые «пассивными домами», которые практически не имеют отрицательного воздействия на окружающую среду. Такие дома, как правило, сами служат источниками энергии. Использование современных энергосберегающих технологий способствует уменьшению энерго- и теплопотери самого дома.

Одновременно с СССР, в США шли разработки по энергосберегающим домам американским исследователем Дэвидом Опп. Он разработал принцип строительства зданий, которые могли бы отвечать всем требованиям, как экологическим, так и энергоэффективным. Способность производить больше энергии, чем использовать – первый положительный критерий такой технологии.

Немало важным должно быть рациональное использование строительных материалов для строительства энергоэффективных зданий, не приносящих вреда окружающей среде и обеспечивающих строгий учет стоимости эксплуатации здания.

Значительное количество строительных организаций, посещающих строительные выставки, позволяют сравнить и сделать выводы по модернизации в области строительства. Так, к 2020 году разработчики планируют довести здания до климатической нейтральности, в которых будут отсутствовать потребность во внешних источниках энергии и воды.

Можно рассмотреть актуальную для Саратовской области тему по энергосбережению, которая находится в 4 климатической зоне и имеет не равномерный климат, и Европу, успешно застраиваемой и утверждающей, что энергопотери можно свести к минимуму даже при активной застройке мегаполиса. Суммарный эффект экономии тепла во вновь возводимых зданиях составляет 50 - 70%. Отопление подобного дома осуществляется за счет солнечной энергии, тепла выделяемого бытовыми приборами и жильцами. Так, например строительная компания "Проектстройконструкция" разработала новое решение - КПД 112 серии, позволяющее устранить недостатки и снизить себестоимость строительства. Такого эффекта предполагается достичь благодаря использованию стеновых панелей из «тяжелого» бетона с применением системы вентилируемых фасадов, что позволяет сократить номенклатуру изделий в 2 раза и снизить материалоемкость.

Коэффициент сопротивляемости теплоизоляции в разные периоды времени был разный, так в 90 годы он составлял 0,7 – 0,8, в начале 21 в. близок к 1, в начале 2009 года – 1,38.

В наше время так же актуален вопрос, касающийся энергосбережения. Если обратить внимание на высокоразвитые города Запада, то мы увидим все многообразие и яркость архитектурного освещения, которое привлекает к себе большое количество туристов. Как правило, оно необходимо и для освещения архитектурных сооружений, улиц и для освещения мостовых сооружений. В темное время суток распространены случаи противоправного характера, аварии, которые из года



в год уносят жизни людей. Чтобы как то этого избежать, нам со всей строгостью необходимо подойти к решению этого вопроса.

Таблица 1

Расход тепловой энергии по типам зданий в России

Россия Индивидуальный жилой дом 140 м ² общей площади	Годовой расход тепла, Квт, ч/м ³ год	Удельный расход тепла, Вт ч/м ²
Дома старой постройки (до середины 90-х гг.)	600	125
Постройки в соответствии с новым СНиП 23-02-2003 “Теп- ловая защита зданий”	350	73

В зависимости от места, где необходимо их установить, выделяют следующие виды светильников:

- консольные (устанавливаются на опорах или на стенах и крышах зданий);
- подвесные светильники (размещаются сверху на подвеске опор или на несущем тресе);
- венчающие (торшерные) (применяются когда на дороге преобладает пешеходное движение);
- прожекторы (для освещения магистралей, крупных транспортных развязок, автостоянок, проходящих через промышленные и складские зоны).
- туннельные светильники (размещаются на относительно низкой высоте по отношению к дорожному полотну, что способствует снижению ослепления водителя).

Немало важная цель, это уменьшение потребления электроэнергии с помощью энергосберегающих ламп. Как показывают подсчеты, примерная ежегодная экономия в городе с количеством жителей 200 тысяч человек составит 3 миллиона рублей. И это только на начальном этапе внедрения данной системы. В настоящее время энергоэффективные технологии более актуальны, чем светодиодные. Первое и самое главное преимущество - долговечность. Срок работы светодиодов доходит до 100 тыс. часов, это приравнивается к 10 годам эксплуатации.

Использование светодиодов в крупных промышленных зданиях позволило уменьшить общее энергопотребление в 3 раза по сравнению с люминесцентными лампами, не говоря уже о галогенных источни-

ках. Замена люминесцентных ламп на энергосберегающие позволит уменьшить затраты на обслуживание в процессе эксплуатации.

Из всего выше сказанного можно сделать вывод, что России еще есть к чему стремиться и развиваться, беря опыт от европейских коллег, основной целью которых являются не только современные разработки по повышению энергоэффективности, но и дружественные отношения с окружающей средой, активно поддерживающиеся государством путем финансирования из государственного бюджета всех переломных разработок.



УДК 623.41.418

МЕХАТРОННЫЕ ИМПУЛЬСНО-ЦИФРОВЫЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДЫ УНИВЕРСАЛЬНЫХ ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ МАШИН

Поклад П.М.,

*Ивановский государственный энергетический университет
имени В.И. Ленина, г.Иваново, Россия*

Повышение качества выпускаемой продукции требует использования материалов со строго определенными свойствами. Следствием этого является широкое внедрение средств определения прочностных и деформационных характеристик используемых материалов, выполняемых в широком диапазоне изменения нагрузок, скоростей деформации, а также проведения разнообразных испытаний в максимальной степени отвечающих условиям эксплуатации конструкционных материалов.

Проведение механических испытаний и сертификация продукции являются важной составляющей науки и производства. Объемы этих испытаний изменяются от простых типовых процедур соответствия изделий требованиям стандартов до широкомасштабных прикладных научно-исследовательских разработок. Испытания проводятся для подтверждения качества продукции, результатов научно-технических расчетов и изучения свойств материалов. Разнообразие условий эксплуатации и свойств материалов создают предпосылки для широкого использования универсальных испытательных машин, основным эле-



ментом которых являются автоматизированные электроприводы, характеристики которых во многом определяют степень воспроизводимости и повторяемости режимов испытаний. Именно это увеличивает достоверность сравнения физико-механических свойств тестируемых материалов и создает предпосылки для принятия обоснованных решений по выбору конкретного материала.

Средства испытательной техники занимают достаточно специфичное положение в технологическом процессе производства. Конструктивно достаточно сложные и металлоемкие, они не принимают непосредственного участия в выпуске готовой продукции. В связи с этим становится актуальной задача создания универсальных испытательных машин, возможности обеспечивающих тестирование всего комплекса производимой предприятием продукции. Объем рынка средств испытательной техники достаточно узок, а поэтому большинство его производителей при выборе электропривода руководствуются готовыми техническими решениями, которые не учитывают специфику технологического процесса испытания материалов, связанную с характером изменения нагрузки на приводной двигатель, сверхшироким (свыше $10^4:1$) диапазоном регулирования скорости и необходимостью обеспечения многократной воспроизводимости (повторяемости) режимов испытания. Поэтому можно отметить положительный опыт разработки электроприводов объектно-ориентированных на применение в испытательной технике, а именно, астатических дискретных электроприводов, становление которых неразрывно связано с именами Трахтенберга Р.М., Староверова Б.А., Галаса В.П. Использование этим коллективом принципа фазовой синхронизации оказалось достаточно плодотворным и позволило создать целую гамму испытательных машин, выпускаемых ОАО "Точприбор" г. Иваново, ВНИИТОП г. Н.Новгород. Достижения этого коллектива, а также разработки ряда научных и проектных организаций Санкт-Петербурга, Новосибирска, Азова создали мощный фундамент для дальнейшего развития этого принципа, но на современной схематехнической и программной базе.

Этот сегмент рынка автоматизированных электроприводов достаточно консервативен и не склонен к резким новациям. Здесь еще достаточно широко применяются двигатели постоянного тока (ДПТ), что объясняется их хорошими регулировочными свойствами и высокой перегрузочной способностью. Достаточно перспективным является применение бесколлекторных двигателей с постоянными магнитами, имеющих существенные преимущества по сравнению с ДПТ. Однако следует отметить, что стоимость таких машин достаточно высока

из-за применения редкоземельных магнитов. Поэтому представляется целесообразным разработка систем на базе асинхронных двигателей (АД). Причем около половины вырабатываемой в мире электроэнергии потребляется асинхронными машинами, которые в основном применяются для нерегулируемых электроприводов (около 80% АД – нерегулируемые]). Это обусловлено простотой конструкции, дешевизной, высокой надежностью, но плохими регулировочными характеристиками АД. В связи с таким количеством эксплуатируемых асинхронных двигателей, которые требуют регулирования, весьма актуальным является вопрос повышения экономичности электроприводов переменного тока.

Анализ режимов работы современных комплексов по определению физико-механических свойств разнообразных материалов свидетельствует о наличии явно выраженной тенденции роста требований к приводным устройствам, заключающейся, как в расширении качественных показателей управления технологическим процессом, так и в повышении эксплуатационных свойств электропривода.

Анализ процессов тестирования прочностных и деформационных характеристик материалов и особенностей кинематической цепи разрывной машины (РМ) как характерного представителя универсальных испытательных комплексов показал, что подавляющее большинство общепромышленных электроприводов не способны обеспечить высокую точность стабилизации скорости, погрешность которой δn зависит от жесткости испытуемого объекта и определяется как

$$\delta n = \frac{C^* \cdot \left[\frac{h}{pD \cdot i} + k^*_{TP} \cdot \text{sign}(n) \right]}{n \cdot \left\{ D_R + C^* \cdot \left[\frac{h}{pD \cdot i} + k^*_{TP} \cdot \text{sign}(n) \right] \right\}}, \quad (1)$$

где $C^* = c \cdot k_V^{-2}$ – приведенная жесткость образца; $k_V = h \cdot (2p \cdot i)^{-1}$ –

коэффициент редукции механизма; $k^*_{TP} = \frac{k_{TP}}{\cos \alpha}$ – приведенный коэф-

фициент трения; D – диаметр ходового винта; α – угол наклона ходового винта; i – коэффициент передачи редуктора; D_R – приведенная добротность системы управления электроприводом.

Анализ тенденций развития регулируемых электроприводов показал, что эффективным способом устранения этого недостатка является использование контура фазовой синхронизации скорости, дополненного средствами повышения порядка астатизма системы. Максимальная эффективность такого подхода достигается использованием

устройств управления, состоящих из пропорционально-дифференциального регулятора скорости (ПДрс) и пропорционально-интегрального регулятора фазового рассогласования (ПИрф), реализованных на программном уровне. Функциональная схема электропривода с цифровой фазовой синхронизацией (ЭПЦФС) представлена на рис. 1.

Блок управления ЭПЦФС состоит из микроконтроллера (МК) и широтно-импульсного преобразователя (ШИП) на базе интеллектуального силового модуля (ИСМ). Система управления включает в себя программные (SOFT) и аппаратные (HARD) средства, которые обеспечивают взаимодействие регулятора с входящей в состав электропривода периферией: ШИП, датчиком положения (ВР) и локальной сетью управления технологическим агрегатом (ЛСУ) через связной интерфейс (СИ).

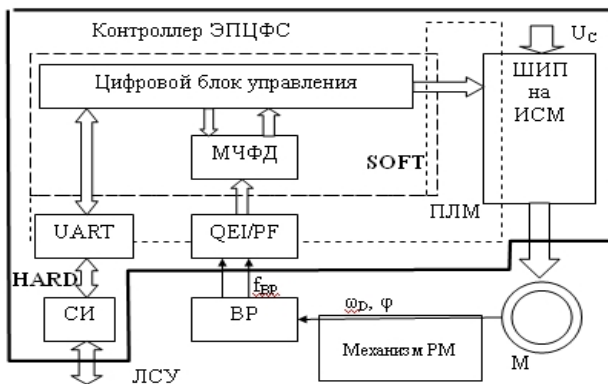


Рис. 1. Функциональная схема ЭПЦФС

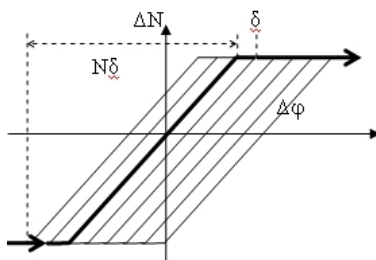


Рис. 2. Множество характеристик МЧФД

В ЭПЦФС измерение параметров движения (скорости ω_D и угла поворота вала φ) двигателя М производится энкодером ВР, квадратурные выходные сигналы которого с частотой $f_{ВР}$ определяют режим работы интерфейса оптического датчика (QEI) или преобразователя частоты (PF). Эти устройства, а также узел управления ШИП, реализованы средствами программируемой логики (ПЛМ) используемого в электроприводе микроконтроллера. Многозарядный частотно-фазовый дискриминатор (МЧФД), характеристики которого приведены на рис. 2, обеспечивает защиту от опрокидывания регулирования и передачу цифрового кода, соответствующего величине фазовой ошибки в цифровой блок управления. Малая величина смещения частных характеристик МЧФД, определяемая разрешением δ датчика положения существенно уменьшает величины перерегулирования по скорости при выходе дискриминатора из состояния насыщения.

Показано, что эффективность применения ЭПЦФС достигается при использовании асинхронных двигателей (АД). Анализ регулируемых электроприводов переменного тока показал, что при отказе от непосредственного измерения потокосцепления, свойственного современным системам управления, характеристики электропривода обладают повышенной чувствительностью к изменению параметров и режимов работы АД, а точность вычисления потокосцепления по измеряемым токам и напряжениям относительно невелика. Направление по созданию "бессенсорных" то есть не оснащенных датчиками скорости систем можно считать рациональным только для промышленных электроприводов, не требующих высоких точностей управления такими параметрами движения, как положение, скорость и ускорение. Для прецизионных механизмов непосредственное их определение является неотъемлемой чертой электропривода, а измерение внутренних переменных состояния фазового пространства системы не представляется условием, необходимым для обеспечения её работоспособности с заданным качеством управления, и ведет к дополнительным аппаратным и программным затратам. Это повышает стоимость блоков управления электроприводами и требования к "мощности" используемых вычислительных устройств. В то же время современной теорией управления представляется математический аппарат, который позволяет восстанавливать необходимые переменные фазового пространства посредством наблюдающих устройств, для успешного функционирования которых вполне достаточно информации о параметрах движения механизма, получаемой с импульсных датчиков положения. Такой подход позволяет полностью отказаться от применения дополнительных измерительных и аналого-цифровых преобразователей, что не может не



сказаться положительно на стабильности характеристик и надежности разрабатываемых электроприводов.

Показано, что высокая универсальность ЭПЦФС достигается при их реализации на базе конфигурируемых систем на кристалле (КСНК), предоставляющих широкие возможности по максимальной эффективности сочетания программных и аппаратных средств регулятора. Поэтому разработаны ЭПЦФС на КСНК фирмы "Triscend C", базирующиеся на 8-ми разрядном процессорном ядре.

Предложенные способы построения и технической реализации ЭПЦФС обеспечивают диапазон регулирования частоты вращения АД в диапазоне до 16000:1. При этом минимальная частота вращения вала составляет 0.1 об/мин. Величина диапазона определяется разрешающей способностью используемого датчика положения и требованиями к неравномерности движения механизма. Предлагаемые способы построения и технической реализации ЭПЦФС позволяют создавать широкодиапазонные системы регулирования частоты вращения с точностными показателями (погрешностью стабилизации скорости и положения, коэффициентом неравномерности), соответствующими требованиям ГОСТ 27803-88 "Электроприводы регулируемые для станкостроения и робототехники" и обеспечивающие режимы прочностных и деформационных испытаний в соответствии с ГОСТ 1497-84 "Металлы. Методы испытаний на растяжение".



УДК 621.316.9

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ЛЮДЕЙ ОТ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ С ПОМОЩЬЮ УЗО

Кузнецов П. А., Масло С.В.,

Донецкий национальный технический университет, г.Донецк, Украина

В данной статье рассмотрены современные методы защиты людей от поражения электрическим током в быту. Одним из таких методов является использование УЗО – устройства защитного отключения.

Сегодня мы не представляем свою жизнь без электричества. Однако, помимо комфорта и удобств электричество таит в себе угрозу. Опасность, в первую очередь, связана с возможностью поражения лю-

дей током и, во вторую - с пожарами, возникающими из-за неисправности электрооборудования и повреждения электропроводки. На Рис.1 приведена схема влияния воздействия тока на организм человека.



Рис 1. График воздействия тока на организм человека.

T - длительность воздействия в миллисекундах (ms)

I - величина тока в миллиамперах (mA)

Защита людей от поражения электрическим током, а также от пожаров, к которым может привести нарушение изоляции электропроводки, обеспечивается применением устройства защитного отключения (УЗО). Степень опасности зависит от многих параметров: напряжения, величины и времени воздействия тока на организм и т.д. УЗО выбирается по двум параметрам: чувствительность (номинальный отключающий дифференциальный ток) и номинальный ток. Любой современный жилой дом должен быть оборудован устройствами, тщательно следящими за состоянием электрической сети. Во-первых, нужна защита от короткого замыкания - частой причины пожаров. Во-вторых, следует тщательно выявлять все случаи "утечки" электрического тока. Бесконтрольный ток может течь или через поврежденную изоляцию, что также чревато пожаром, или через тело, что недопустимо.

К этим устройствам предъявляются очень жесткие требования - они должны быть надежными и долговечными, ведь от этого зависит



безопасность людей. Новая гамма включает в себя автоматические выключатели ВА63, дифференциальные выключатели нагрузки ВД63 и пластиковые шкафы конечного монтажа. Новые изделия обладают целым рядом достоинств: Надёжность, возможность тестирования работоспособности, внешний вид, современные дизайн, рукоятки переключения, отсутствие стыка на лицевой части. Высокотехнологичная конструкция - универсальный винт клеммы крепления и клеммные зажимы, исключающие касание токоведущих частей выключателя, двухпозиционный фиксатор крепления.

Электропроводка в жилых домах часто не рассчитана на одновременное включение большого количества электроприборов. При увеличении нагрузки возможны следующие неблагоприятные явления: перегрузки электрической сети (большая мощность нагрузки по сравнению с расчетной для проводников и силового оборудования); короткие замыкания в электрической сети (прямой контакт проводников, находящихся под различными потенциалами). В первом случае происходит нагрев проводника, что может повлечь за собой выход из строя электропроводки всей квартиры или дома. Во втором случае высок риск возникновения пожара, так как величина тока может достигать величины тока короткого замыкания. Перегрузка возможна и при плохом контакте в местах соединения нулевых проводников или при ветхой электропроводке внутридомовой сети. А в результате - непредвиденные расходы на капитальный ремонт с полной сменой проводки (удаление обоев, штробление стен и т. д.).

Рассмотрим принцип действия и возможности применения УЗО в быту.

УЗО - устройства защитного отключения, которое включается в цепь питания квартиры, частного деревянного дома, бани, сауны и отключает цепь при возникновении тока утечки, большего, чем ток установки устройства (10, 30, 100, 300 мА). Принцип действия основан на измерение тока на входе и выходе устройства. Как только разница превышает установку устройства, УЗО срабатывает.

При нормальной работе системы электроснабжения и, следовательно, отсутствии утечки, рабочий ток, протекая через включенные встречно первичные обмотки трансформатора (которые соединены с прямым и обратным проводниками, ведущими к нагрузке), наводит встречно направленные магнитные потоки, одинаковые по величине. Их взаимодействие приводит к тому, что ток вторичной обмотки практически равен нулю и пороговый элемент не срабатывает. При возникновении внештатной ситуации – появлении утечки тока или при прикосновении человека к токоведущим частям во время утечки тока (по

сути, возникновение той же утечки через тело человека) баланс токов в первичных обмотках трансформатора будет нарушен, что вызовет появление тока во вторичной обмотке. В свою очередь, наведенный во вторичной обмотке ток приведет к срабатыванию порогового элемента и приведению в действие исполнительного механизма. Этот механизм вызывает обесточивание контролируемой цепи.

В зарубежных странах уже давно установка УЗО обязательна в каждой квартире и деревянном доме. В последних изданиях правил устройств электроустановок (ПУЭ) много информации уделено вопросу установки УЗО. Независимо от нормативных документов, если у вас есть дом, квартира, сауна, маленькие дети, если в ванной или на кухне у вас стоит стиральная машина, если проводка в квартире не менялась долгое время, то устройство защитного отключения УЗО вам просто необходимо. При увеличении тока утечки в изоляции, обычно, прежде чем возникнет короткое замыкание и сработают автоматы для защиты от сверхтоков, (а они могут и не сработать, если неправильно выбраны, или старые, или китайские), вспыхнет изоляция. Этому может помешать только УЗО. Для защиты от пожара деревянного дома достаточно УЗО с дифференциальным током 100-300 мА (обычно ставится на вводе в электроустановку).

При касании телом оголенного проводника часть тока будет замыкаться через человека, соответственно при превышении тока установки, УЗО отключит цепь питания розеток. Для защиты людей, необходимо УЗО с током отсечки меньшим, чем ток, опасный для жизни. Такой величиной считается ток меньшим или равным 30мА. На групповые цепи обычно ставят УЗО с током отсечки 100 мА. Для отдельно выделенных цепей (розеточные группы, отдельные электроприборы, электропечи) ставятся УЗО с током отсечки 30 мА. В помещениях с повышенной опасностью устанавливаются УЗО с током отсечки 10 мА (душевые кабины, стиральные машины).

Обычно УЗО устанавливают при замене электропроводки. Переходят со старой системы TN-C на TN-C-S или TN-S, то есть просто прокладывают еще один провод либо от щитка (TN-C-S) либо от отдельного контура (TN-S). В принципе с этими системами УЗО будет работать идеально. Но это не значит, что УЗО не подходит в старые системы. УЗО необходимо устанавливать и в системы TN-C. При замыкании в плите, например, УЗО не сработает, и корпус плиты будет под опасным потенциалом (зануление при установке УЗО необходимо снять; зануление - соединение непосредственно в плиточной розетке корпуса и нуля рабочего), так как будет давать дополнительную утечку и УЗО будет постоянно отключаться. Но при прикосновении к пли-



те, находящейся под потенциалом, появится ток утечки через человека и УЗО сработает и отключит цепь. Для того чтобы плита сразу отключалась при пробое изоляции на корпус, надо протянуть самостоятельно от щитка защитный проводник. При этом необходимо защитный проводник (РЕ) подключать под разные зажимы с рабочим проводником (N) (то есть при отключенном УЗО между проводником (РЕ) и (N) не должно быть контакта). Работа УЗО как защита от пожара вообще не зависит от системы заземления.

Несколько слов о выборе УЗО для дома.

Бывают УЗО электромеханические и электронные. Электронные дешевле и менее надежны. А главное, что они не работают при потере нуля. Надёжность обеспечивается не дешёвыми УЗО производства Китая, а разработками ведущих мировых фирм. С точки зрения надёжности рекомендуется ставить электромеханические УЗО.

Бывают УЗО типов А и АС (есть и другие, но в быту они не нужны). Устройство типа А дороже, оно отключает импульсный ток с постоянной составляющей. Устройство типа АС отключает только переменный ток. На плитки, на розеточную цепь устанавливается устройство АС, а вот в цепи питания компьютеров, стиральных машин с автоматической регулировкой оборотов и т.д. устанавливаются типа А. Вообще, чтобы не запутаться, лучше ставить устройства типа А.

Следует заметить, что УЗО должно быть защищено автоматом (так как УЗО не предназначено для отключения больших токов, вернее сказать, что УЗО их отключит, но, сколько проработает неизвестно). Существуют аппараты, совмещающие в себе функции УЗО и автомата, но дешевле купить автомат и УЗО. Номинальный ток УЗО должен быть на ступень выше, чем у автомата (чтобы перегрузку сети отключал автомат, а не УЗО). Например, если стоит автомат 25 А то УЗО должно быть 40 А (допускается и на 25 А, но не на 16А).

К ведущим производителям можно отнести АBB, Schneider Electric, Siemens. Все фирменные электромеханические УЗО стоят больше 1400 рублей. Фирменные электронные УЗО стоят 700-1000 рублей. Электромонтажные фирмы, в основном устанавливают китайские ДЭК, ИЭК. Для безопасности лучше поставить меньшее количество аппаратов УЗО, но фирменного производства. После установки следует не забывать проверять работоспособность УЗО специальной кнопкой ежемесячно.

Библиографический список

1. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). Издание седьмое;
2. С. Л. Корякин-Черняк, О. Н. Партала «Справочник электрика для профи и не только» Наука и Техника, Санкт-Петербург 2008;

3. Merlin Gerin каталог продукции 2010 – 2011.



УДК 631.152

НАУЧНО - ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ НА БАЗЕ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ

**Котов А. В. , Морозов Я.В., Бондаренко С.
Научный руководитель Логачева Е.А.,
Ставропольский государственный аграрный университет,
г. Ставрополь, Россия**

Условием стабильной работы системы электрооборудования является ее регулярное техническое обслуживание и проведение всех необходимых электроизмерений. Для этого электроэнергетический факультет (СтГАУ) создал электротехническую лабораторию, оснащенную новейшими измерительными приборами. ЭТЛ является базой для учебной и преддипломной практики, работы СНО.

Одним из главных условий стабильной работы системы электрооборудования является ее регулярное техническое обслуживание и проведение всех необходимых электроизмерений. Периодичность и правила проведения испытаний содержатся в основном нормативном документе - ПУЭ.

Именно для этих целей на электроэнергетическом факультете, на кафедре «Электроснабжения и эксплуатации электрооборудования» Ставропольского государственного аграрного университета (СтГАУ) была создана электротехническая лаборатория. Она является внештатным структурным подразделением кафедры. Руководителем лаборатории является доцент кафедры Жданов В.Г., ведущими научными сотрудниками - доценты: Мельников А.М., Ивашина А.В., Шемякин В. Н., Ушкур Д. Г..

Лаборатория успешно работает в течение 7 лет. Она создавалась, в первую очередь, для проверки электроустановок университета, с целью экономии собственных финансовых средств и выполнения хозяйственных работ на предприятиях края. Лаборатория осуществляет следующие виды испытаний: измерение сопротивления заземляю-



щих устройств; измерение удельного сопротивления грунта; измерение цепей заземления и зануления; измерение сопротивления изоляции электрооборудования, электрических аппаратов, силовых кабелей, электропроводок, вторичных цепей; проверку цепи «фаза-нуль» в электроустановках до 1 кВ с системой TN.

Ставропольский государственный аграрный университет – один из крупнейших вузов страны. Для подготовки специалистов аграрного сектора в университете созданы все необходимые условия. Материально-техническая база вуза – одна из самых лучших на Юге России. Университет становился победителем приоритетного национального проекта «Образование». На реализацию инновационной образовательной программы из федерального бюджета получено 438 млн. рублей. Значительные средства направлялись на модернизацию учебных лабораторий электроэнергетического факультета. Были закуплены новые современные стенды для учебных и научных лабораторий.

Электротехническая лаборатория факультета оснащена современным приборным парком. Приборы имеют сертификат Госстандарта РФ и прошли проверку в установленном порядке. К примеру, измеритель параметров электробезопасности Sonel MPI-510 (рис.1.) представляет собой компактную, переносную лабораторию, сочетающую большой перечень функций. Работать с таким прибором интересно и удобно.



Рис.1. Измеритель Sonel MPI-510

Прибор предназначен для электромонтажников и энергетических служб предприятий, выполняющих большое количество измерений. Удобство прибора - в его multifunctionality. Можно использовать один прибор для контроля параметров работы всех видов защит. Прибор применяется в сетях системы с номинальным напряжением 220В.

Основными характеристиками прибора являются: измерение полного сопротивления петли "фаза-нуль"; вычисление значения ожидаемого тока короткого замыкания; быстрая проверка целостности и правильности подключения нулевых проводников; измерение сопротивления заземляющих устройств; измерение напряжения прикосновения; измерение параметров устройств защитного отключения (УЗО) типа АС и А; создаваемый ток утечки, выбранный пользователем: синусоидальный (старт с положительного либо отрицательного полупериода); измерение параметров отключения устройств защитного отключения обычного или селективного типа с различными номинальными дифференциальными токами; измерение времени отключения УЗО.

Богатый потенциал электроизмерительной лаборатории используется в учебном процессе в разделах «Электробезопасность», «Эксплуатация электрооборудования» и т.д. Студенты факультета учатся работать с новейшими измерительными приборами в реальных электроустановках (рис.2).



Рисунок 2. Работа студента с современным измерительным прибором



Чтобы успешно пользоваться этими приборами, необходимо освоить методики этих испытаний, то есть достигнуть определенного профессионального уровня. Кроме того электротехническую лабораторию можно рассматривать как базу для учебной и преддипломной практики, работы студенческого научного общества (СНО). Тематика дипломных работ содержит некоторые вопросы деятельности электротехнической лаборатории. Студенты электроэнергетического факультета Котов А.В., Морозов Я.В. привлекались к разработке бизнес-плана лаборатории. То есть получили огромный опыт практической работы.



УДК 662.62:53

УЧЕТ УДЕЛЬНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЗАТРАТ ПРИ ТЕРМИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКЕ ОТХОДОВ ОБОГАЩЕНИЯ УГЛЯ

Булат А.Ф., Клюев Э.С.

*Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова НАН Украины,
г. Днепрпетровск, Украина*

Представлены результаты лабораторных исследований в области термической деструкции отходов угольной отрасли. Разработан инженерный метод расчета величины удельных энергетических затрат с учетом количества реагирующих компонентов.

Технологический процесс обогащения углей связан с постоянным образованием побочных продуктов в виде шлама, который по своим физико-механическим свойствам является мелкодисперсным, высокозольным сырьем с повышенной влажностью. Его накопление в системе водно-шламового хозяйства обогатительных фабрик объясняется, прежде всего, несовершенством технологического цикла, нестабильностью режима обогащения и износом оборудования. По различным подсчетам на территории Украины накопилось 115 – 160 млн. т. угольного шлама, который занимает площадь около 1800 га.

На практике реализованы различные подходы к утилизации накопившихся отходов обогащения угля [1-3]. В большинстве случаев

они не всегда отвечают современным требованиям экологии, которые предполагают недопущение сброса вторичных жидких продуктов в накопители. Поэтому одним из перспективных направлений выемки и утилизации илов является их комплексное энерготехнологическое использование, основанное на технологии термической деструкции [4,5].

Однако, при этом должным образом не разработаны инженерные методы расчета энергетических затрат, имеющих важное значение при определении экономической эффективности высокотемпературных процессов переработки отходов обогащения угля и низкосортных углей. Как показали исследования ИТФ СО АН СССР [6], на эту величину существенное влияние оказывает температура процесса, а также зольность твердого топлива, содержание в нем углерода и летучих компонентов.

В связи с этим работа посвящена разработке математического метода расчета величины удельных энергетических затрат на процесс высокотемпературной переработки с учетом количества реагирующих компонентов в термодинамической системе. В качестве объекта исследования были выбраны отходы ЦОФ «Черовоноградская» ЗАО «Львовсистемэнерго» как наиболее типичные для Львовско-Волынского бассейна. В опубликованных работах [7-9] были проведены исследования по анализу вещественного состава и свойств сырья, а также установлены основные направления его энергетического использования. Опыты проводились в лабораторных условиях по методикам, предусмотренных действующими стандартами.

Результаты элементного и технического анализов исследованных проб приведены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты анализов исследованных проб

Проба шлама	C ^p , %	H ^p , %	N ^p , %	O ^p , %	S ^p _{общ} , %	W ^p , %	A ^d , %	V ^{daf} , %	ММ*, %
№ 2	26,9	3,1	2,8	19,5	1,7	2,1	43,9	17,9	49,6
№ 3	26,2	3,1	2,8	19,8	1,7	1,6	44,8	20,2	50,6
№ 8	25,6	3,0	2,9	19,9	1,8	1,4	45,4	18,5	51,4
Усред- ненная	26,8	1,8	2,9	20,4	2,8	1,2	44,1	21,8	50,7

* ММ – содержание минеральных примесей в пробе.

В основе расчетной схемы лежит уравнение теплового баланса, учитывающее физико-химические превращения топлива под действием высоких температур. С его помощью выводится выражение для



расхода удельной тепловой энергии на 1 кг исходного сырья, которое можно записать в виде

$$Q_{y\partial} = Q_n + \sum_{i=1}^n C_{pi} g_i (T_p - T_{li}), \quad (1)$$

где $Q_n = q_n G_c$, G_c – содержание углерода в 1 кг топлива, г/кг; q_n – теплота сгорания пиролиза, можно принять равным 2 кДж/г (при этом не учитываются процессы ароматизации и конденсации углеводородных соединений ввиду их малого энергетического вклада); n – общее количество компонентов в равновесной термодинамической системе; C_{pi} – удельная теплоемкость компонента в системе, кДж/кг·К; g_i – массовая доля компонента в системе; T_p – среднемассовая температура реакции, К; T_{li} – начальная температура компонента, К.

Таблица 2

Удельная теплоемкость проб отходов ЦОФ «Червоноградская»

Температура процесса, К	Усредненная	№ 2	№ 3	№ 8
500	1,203	1,312	1,306	1,296
600	1,286	1,409	1,402	1,390
700	1,353	1,501	1,493	1,478
800	1,434	1,607	1,598	1,580
900	1,467	1,647	1,636	1,616
1000	1,489	1,679	1,668	1,647
1100	1,499	1,697	1,685	1,663
1200	1,514	1,716	1,703	1,682
1300	1,531	1,735	1,723	1,700
1400	1,547	1,752	1,739	1,717
1500	1,549	1,768	1,751	1,727
1600	1,559	1,778	1,77	1,741
1700	1,562	1,782	1,768	1,745
1800	1,525	1,752	1,741	1,721
1900	1,543	1,772	1,762	1,741
2000	1,548	1,780	1,770	1,749
2100	1,557	1,793	1,784	1,764
2200	1,546	1,782	1,766	1,751
2300	1,537	1,770	1,770	1,754
2400	1,545	1,776	1,780	1,768
2500	1,531	1,767	1,772	1,761
2600	1,528	1,765	1,770	1,759
2700	1,522	1,759	1,763	1,746
2800	1,508	1,745	1,743	1,723

Большой интерес с точки зрения технологии представляют данные об изменении теплоемкости материала в ходе его термической переработки. С привлечением данных компьютерного моделирования получены результаты определения удельной теплоемкости исследованных материалов (табл. 2) и установлена корреляционная связь между удельной теплоемкостью и температурой нагрева отходов в режиме до 2800 К, которая описывается уравнением

$$C_p = 1,0886 + 6 \cdot 10^{-4} T - 2 \cdot 10^{-7} T^2; \quad R^2 = 0,91 \quad (2)$$

Как показали предварительные расчеты, формулы (1) и (2) можно использовать в качестве основополагающих для расчета удельных энергетических затрат на процесс термической переработки отходов углеобогащения ЦОФ «Червоноградская».

Удельные теплотребования на единицу перерабатываемого сырья ω_{yd}^m (кВт·ч/кг) и на единицу получаемого газа ω_{yd}^g (кВт·ч/м³) определяются по формулам [6]:

$$\omega_{yd}^m = \frac{Q_{yd}}{3600\eta_p}; \quad \omega_{yd}^g = \frac{Q_{yd}}{3600V_S\eta_p}, \quad (3)$$

где h_p – к.п.д. реактора, можно принять равным 0,9; V_S – объемный выход газа при нормальных условиях, м³/кг.

Разработанный алгоритм может применяться для конкретной тепловой установки с учетом всех материальных потоков, входящих и выходящих из нее, и позволяет расчетным путем определить величину энергетических затрат. Это дает возможность в дальнейшем обосновать рациональные параметры переработки углеродистых материалов и уточнить экономическую эффективность процесса.

Библиографический список

1. Серегин А. И., Горлов Е. Г. Разработка технологических схем переработки угольного шлама в товарную продукцию // ГИАБ. – 2008. – №5. – С. 241 – 244.
2. Новак В. И., Долматов В. И., Козлов В. Н. Селективная флокуляция угольного шлама на ОФ «Распадская» // ГИАБ. – 2010. – №5. – С. 48 – 51.
3. Хмеленко І. П. Обґрунтування режимних та конструктивних параметрів віброгрохота для тонкої класифікації та зневоднювання гірничої маси: Автореф. дис. канд. техн. наук: 05.05.06 / ІТМ НАН України, Дніпропетровськ., 2011. 20 с.
4. Mountouris A., Voutsas E., Tassios D. Plasma gasification of sewage sludge: Process development and energy optimization // Energy Conversion and Management. – 2008. – № 49. – pp. 2264 – 2271.
5. Дворкин Л. И., Дворкин О. Л. Строительные материалы из отходов промышленно-сти. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2007. – 368 с.
6. Мессерле В. Е., Сакинов З. Б., Трусов Б. Г. Удельные энергозатраты при высокотемпературной газификации низкосортных углей // Известия Сибирского отделения АН СССР. Серия технических наук. – 1988. – № 18, вып. 5. – С. 95-99.
7. Решение проблем экологической безопасности шламохранилищ углеобогажительных



предприятий / Приходченко В.Л., Слащева Е.А., Коваль Н.В. и др. // Строительство, материаловедение, машиностроение: Сб. науч. тр. / ПГАСА. – Днепропетровск, 2010. – С. 81 – 85.

8. Энерготехнологическая переработка низкосортных углей и отходов углеобогащения / А.Т. Курносков, В.Л. Приходченко, В.Я. Осенний и др. // Геотехническая механика: Межвед. сб. науч. трудов / ИГТМ. – Днепропетровск, 2010. – Вып. 88. – С. 81 – 86.

9. Влияние условий нагрева низкосортных углей и отходов углеобогащения на продукты термодеструкции / В.Л. Приходченко, Е.А. Слащева, В.Я. Осенний и др. // Геотехническая механика: Межвед. сб. науч. трудов / ИГТМ НАН Украины. – Днепропетровск, 2010. – Вып. 89. – С. 65 – 72.



УДК 621.182:621.31

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ РЕГИСТРАЦИИ ЭНЕРГО И ТЕПЛОПОТЕРЬ

Дабдина О.А., Даниленко А.Г.,
Научные руководители Панарин В.М., Шейнкман Л.Э.,
Тульский государственный университет, г.Тула, Россия

В статье затрагиваются актуальные сегодня проблемы энерго и ресурсосбережения. Предлагается решение задач энергоэффективности и ресурсосбережения при помощи разработки системы регистрации энерго и теплопотерь..

Ключевые слова: энерго и ресурсосберегающих технологий, энергоэффективность, разработка системы контроля энергосбережения

Дороговизна энерго и теплоносителей заставляет делать все возможное для минимизации или полного устранения потерь тепла и электроэнергии, а также экономии ресурсов.

Энергосбережение – важная задача по сохранению природных ресурсов. Рациональное использование ресурсов за последние годы по праву стало проблемой века: экономия и минимизация потерь по всех сферах стала важнейшей тематикой исследований и поисков технических усовершенствований. Именно поэтому одной из важнейших современных проблем по праву можно считать потерю тепла в отопительных системах, что приводит как к перерасходу ресурсов, так и к неоправданному повышению стоимости тепла.

Суммарное энергопотребление России примерно составляло порядка 990 млн.т.у.т. При доведении внедрения энергосберегающего и

энергоэффективного оборудования до уровня в странах – членах ЕС, энергопотребление снизилось бы до величины 650 млн.т.у.т. Другими словами, около 35% энергии у нас теряется.

Актуальность предлагаемой работы подтверждается принятием Федерального закона Российской Федерации от 23 ноября 2009 г. N 261-ФЗ "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации ", в котором ставятся задачи о значительном снижении удельных затрат на производство и транспортировку тепловой энергии.

Об экономии ресурсов не возможно говорить без учета энерго и теплотрат.

Для решения проблемы учета энергоресурсов предлагается разработка системы контроля энерго и теплотопотерь.

Техническое решение системы регистрации энерго и теплотопотерь относится к системам теплоснабжения городов и населенных пунктов и может быть использовано для дистанционного контроля и регулирования расхода тепла в системах теплоснабжения.

Известные приборы требуют для измерения расхода теплоносителя установки в потоке жидкости первичных датчиков, эксплуатационная надежность которых не отвечает требованиям сегодняшнего дня, поэтому они широкого применения не нашли.

Система регистрации энерго и теплотопотерь при производстве тепловой энергии предназначено для регистрации расхода природного газа, затрат электроэнергии и потребления холодной воды на единицу выработанной тепловой энергии. В процессе регистрации происходит постоянное измерение энергетических и ресурсных затрат (газ, электроэнергия, вода), по которым формируется обобщенный интегральный показатель эффективности их использования. Обобщенный интегральный показатель эффективности сравнивается с технологическими затратами наилучших технологий производства тепловой энергии. Разность между реальными ресурсо и энергозатратами и ресурсо и энергозатратами в наилучших технологиях производства тепловой энергии оценивается системой регистрации энерго и теплотопотерь и отражается на встроенном дисплее.

Этот показатель характеризует эффективность работы оборудования, производящего тепловую энергию, котлов, котельных и т.д.

Для выявления мест наименьшей эффективности процесса производства тепловой энергии (узких мест) система регистрации энерго и теплотопотерь фиксирует в реальном времени все доступные параметры технологического процесса: расход газа, электроэнергии, воды, коли-



чество выработанной тепловой энергии, потребление воздуха, порционный состав газозоудшной смеси, температура воздуха и газа, температура отходящих газов, температуру и давление воды во всех контурах, температуру и влажность окружающего воздуха.

Схема использования системы регистрации энерго и теплопотерь при производстве тепловой энергии состоит в установке блока на оборудовании, производящем тепловую энергию, на паровых и водяных котлах, котельных и т.д. Блок производит измерение технологических параметров и выдает информацию на дисплей об эффективности процесса в реальном масштабе времени. В случае существенного расхождения параметров (низкая энергоэффективность) вырабатывается звуковой сигнал.

Данные пишутся во встроенную память и доступны для воспроизведения на персональном компьютере для ведения баз данных и проведения более полной оценки ресурса и энергозатрат. Такое техническое решение расширяет функциональные возможности устройства за счет передачи информации о параметрах газораспределительных пунктов с помощью сотовой связи.

Внедрение системы регистрации энерго и теплопотерь позволит:

- сократить затраты на энергоносители (электроэнергию, газ) на 3-5%;
- сократить затраты на потребление холодной воды на 2-5%;
- выявить узкие места с наибольшими энергетическими и ресурсными потерями;
- провести сравнение различных производителей тепловой энергии по параметрам ресурса и энергоэффективности;
- вести постоянную базу данных по параметрам ресурса и энергоэффективности региональных производителей тепловой энергии.

Система регистрации энерго и теплопотерь может найти применение для экономии энергоресурсов, для решения части проблем ЖКХ, для увеличения рентабельности бизнеса, для уменьшения нагрузки на окружающую среду.

Результат внедрения современных энергосберегающих технологий, по сути, сопоставим с непосредственным производством энергии. Энергосберегающие технологии представляют собой более выгодный и экологически грамотный способ обеспечения растущего с каждым годом спроса на энергоносители.

Библиографический список:

1. О.А. Дабдина *Повышение энергоэффективности – наиболее действенный и экономически выгодный способ улучшить экологическую обстановку в России* / В.М. Панарин,

А.А. Горюнкова, О.А. Дабдина // Современные проблемы экологии: доклады VII Всероссийской науч.-техн. конф.; под общ. ред. Э.М. Соколова. – Тула: Издательство «Инновационные технологии», 2011 – с.11-13.

2. О.А. Дабдина Контроль энерго и теплопотерь на объектах вырабатывающих тепловую энергию./В.М. Панарин, О.А.Дабдина// Молодые ученые в решении актуальных проблем науки: Всероссийская научно – практическая конференция (с международным участием). Сборник статей студентов, аспирантов и молодых ученых. – Красноярск: СибГТУ, Том 2, 2011. – с.174-176.

2.Патент на полезную модель регистрационный №105722 от 20.06.2011г. «Устройство регистрации энерго- и тепло потерь»/ Правообладатель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тульского государственного университета» (ТулГУ). Авторы: О.А. Дабдина и др.

3. Патент на полезную модель регистрационный №105411 от 10.06.2011г. «Устройство регистрации экологического воздействия тепловых объектов на окружающую среду»/ Правообладатель Общество с ограниченной ответственностью Научное предприятие «Энергоэффективность, ресурсосбережение и экология». Авторы: О.А. Дабдина и др.

4. Патент на полезную модель регистрационный №106720 от 20.07.2011г. «Устройство контроля передачи тепловой энергии»/ Правообладатель Общество с ограниченной ответственностью «Новые технологии» Тульского государственного университета». Авторы: О.А. Дабдина. и др.



УДК 621.3.084.2

ОСОБЕННОСТИ ПРОГРАММИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННОГО СЧЕТЧИКА

**Сычёва О.В., Багликов С.В.,
научные руководители Папанцева Е.И., Жаворонкова М.С.**
*Ставропольский государственный аграрный университет,
г.Ставрополь, Россия*

Автоматизированные системы контроля и учета электрической энергии выполняются на базе технических средств и лицензионного программного обеспечения. В статье рассматриваются программы обслуживания многофункциональных счетчиков электроэнергии CETOOLS и AdminTools, разработанные в Концерне «Энергомера».

Автоматизированные системы контроля и учета электроэнергии (АСКУЭ) выполняются на базе технических средств и лицензионного программного обеспечения.

Рассмотрим две программы для обслуживания счетчиков в составе АСКУЭ: CETOOLS и AdminTools.



CETOOLS – программа обслуживания многофункциональных счетчиков электроэнергии, которая предназначена для чтения и программирования счетчиков электроэнергии. Ее основное назначение – продемонстрировать функциональные возможности счетчиков электроэнергии, а также позволить запрограммировать счетчик перед его эксплуатацией.

Главное окно программы CETOOLS состоит из нескольких частей, как показано на рисунке 1.

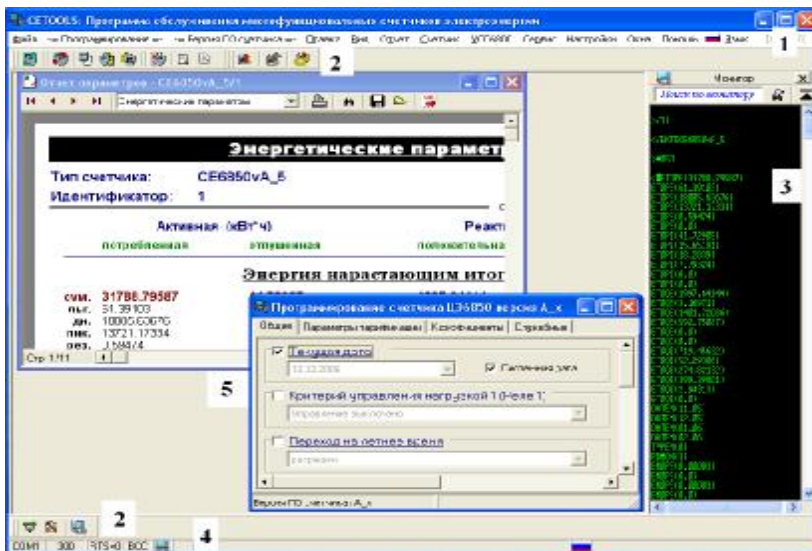


Рис. 1. Главное окно программы CETOOLS

1 – главное меню программы; 2 – основная и дополнительная секции панели управления; 3 – монитор обмена; 4 – панель состояния; 5 – рабочая область программы

Главное меню программы содержит вкладки Файл, Вид, Отчет, Счетчик, Сервис, Настройки, Настройка модема.

Панель управления содержит несколько панелей инструментов. Выбор необходимых панелей инструментов происходит с помощью команды Панели инструментов меню Вид.

Панель управления содержит две секции: основная (в верхней части главного окна программы – под главным меню) и дополнительная (в нижней части окна программы – над панелью состояния).

Монитор обмена предназначен для слежения за процессом об-

мена данными между Программой и подключенным устройством. Монитор отображает все данные, проходящие через порт. Начало передачи данных от программы обозначается знаком >, а начало приема данных от устройства – знаком <.

Монитор обмена вызывается командой Монитор меню Вид. При этом значок монитора на панели состояния будет отображаться цветным.

Панель состояния отображает состояние программы, а также позволяет изменить некоторые настройки, рисунок 2.

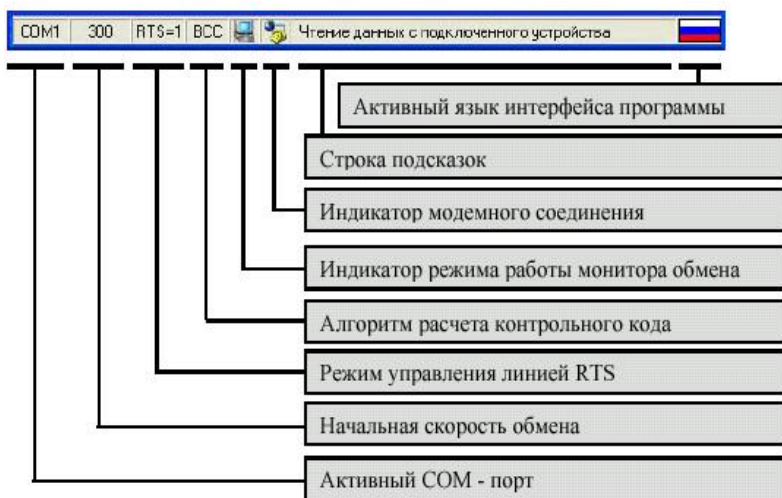


Рис. 2. Панель состояния

Каждая секция панели состояния предоставляет доступ к соответствующей настройке программы. Например, для того, чтобы изменить активный СОМ-порт, достаточно нажать правой кнопкой мыши на секции, отображающей имя порта связи и в появившемся меню выбрать необходимый порт.

Функциональные возможности программы следующие:

- Чтение данных с подключенного электросчетчика. Чтение выборочных параметров электросчетчика (при поддержке электросчетчиком такой возможности).
- Отображение считанных данных в виде отформатированного отчета.
- Сохранение отчета в файл с последующей загрузкой, распечатка отчета, экспорт отчета в программы Microsoft Office.



- Программирование электросчетчика.
- Чтение и отображение в графическом и табличном видах профиля нагрузки. Использование широковещательных команд. Получение служебной информации о подключенном электросчетчике.
- Работа с устройством считывания и программирования электросчетчиков УСП6800. Работа с электросчетчиками с использованием современного соединения (аналогового или GSM).
- Защита «Программы» паролями с разными уровнями доступа. Возможность беспарольного выборочного чтения. Поддержка англоязычного интерфейса программы.

Так же, компанией «Энергомера» реализована новая версия программы SETTOOLS для электросчетчиков ЦЭ6850, ЦЭ6850М, ЦЭ6823М и ЦЭ6828. Включена поддержка электросчетчиков ЦЭ6850М версии 2.2.

AdminTools – это единое технологическое программное обеспечение для устройств производства ОАО «Концерн Энергомера».

Технологическое программное обеспечение AdminTools предназначено для конфигурирования, наладки и контроля счетчиков электроэнергии.

Обеспечивает настройку необходимых параметров подключенных устройств и просмотр информации с каналов измерения за различные периоды. Обеспечивает одновременную работу с группой подключенных устройств:

- COM – порт;
- локальная сеть Ethernet;
- адаптер RS232 - RS485;
- оптическая головка;
- радио – модем;
- инфракрасный порт IrDa;
- PLC - модем.

Функциональные возможности программы следующие. Разграничение прав по типу пользователей. Одновременная работа с группой однотипных устройств. Поиск подключенных устройств в сети. Считывание/запись даты и времени подключенных устройств. Получение информации о подключенных устройствах. Выполнение команд на подключенных устройствах. Изменение параметров конфигурации подключенных устройств (считать/записать в зависимости от типа пользователя). Считывание текущего состояния подключенных устройств. Считывание данных измерений хранящихся в подключенных устройствах. Считывание журнала событий подключенных устройств.

В новой версии технологического программного обеспечения AdminTools v3.2b, предназначенного для конфигурирования, наладки и контроля счетчиков электроэнергии реализованы следующие функции:

- Корректировка алгоритма чтения данных измерений со счетчика ЦЭ6823М.
- Исправление ошибки при записи коэффициента коррекции хода часов в счетчики СЕ301 v6.4 и СЕ303 v6.4.
- Исправление ошибки чтения информации о каналах измерения в разделе «Данные измерений» УСПД164-01 v1.37.
- Исправление критической ошибки в модуле визуализации при отображении формы настроек устройства сети.
- Увеличение количества шаблонов маршрутов опроса через PLC-модем СЕ832 до 255 для УСПД 164-01М К1 v2.51.0b.
- Устранение ошибки в хранилище данных «Экспорт в MS Excel», связанных с некорректным отображением информации на форме настроек при крупном шрифте в Windows.
- Устранение ошибки в хранилище данных «Экспорт в MS Excel», связанных с некорректным экспортом даты и времени данных измерений с периодом усреднения 60 минут.
- Исправление ошибки чтения массива дат профилей нагрузки для счетчика ЦЭ6850.
- Исправление ошибки неправильной расшифровки кода события при чтении журнала состояния счетчика ЦЭ6850.
- Добавлена поддержка счётчиков СЕ102 (S6,R5) (v4) , СЕ102 (S6 AKV, R5 AK) (v4), СЕ102 R8 (v6), СЕ102 S7 (v6), СЕ201 (v06), СЕ301 (v7), СЕ301М (v1), СЕ303 (v7), СЕ304 (v4).
- Возможность непрерывного выполнения задач без вывода сообщений об ошибках работы с устройствами.

Рассмотренные программы позволяют достаточно полно продемонстрировать все функциональные возможности счётчиков и запрограммировать его перед эксплуатацией.

Библиографический список:

1. Материалы, проспекты и каталоги Концерн «Энергомера», сайт - www.energomera.ru.
2. Метрология, стандартизация и сертификация. Методические указания и задания для выполнения лабораторных работ/ М. С. Жаворонкова, Е. И. Папанцева. – Ставрополь: Сервисикола, 2011.





УДК 621.3.084.2

ИЗУЧЕНИЕ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ АСКУЭ РАЗЛИЧНЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

Гудевич А. А., Шаламова Е.В., Шаламова Е.В.,
научный руководитель Жаворонкова М.С.,
Ставропольский государственный аграрный университет,
г.Ставрополь, Россия

В статье рассматриваются вопросы организации автоматизированных средств контроля и учёта электрической энергии различных потребителей. Проведён анализ применяемых технических средств, устройство, принцип действия электронного счётчика.

В настоящее время, индукционные счетчики электроэнергии, значительно уступая электронным по точности, метрологической надёжности, собственному энергопотреблению, подверженности хищениям, активно заменяются на электронные. Сейчас это особенно актуально в жилищно-коммунальном хозяйстве. Осуществляется создание комплексов технических средств, для построения на их основе автоматизированных систем контроля и учета электроэнергии (АСКУЭ) в энергосистемах. В состав таких комплексов входят технические средства (счетчики электрической энергии, устройства сбора и передачи данных, пульт управления) и специализированное программное обеспечение центра обработки данных.

Автоматизированная система контроля и учет электроэнергии (АСКУЭ) выполняется на базе технических средств и лицензионного программного обеспечения.

В состав технических средств АСКУЭ входят:

1. Счетчики электрической энергии. Минимальные требования к счетчикам, применяющимся в современных АСКУЭ, следующие:

- встроенный цифровой интерфейс;
- встроенный тарификатор;
- класс точности не ниже чем 1,0;
- контроль значений мощности.

Перечисленным выше набором характеристик в совокупности обладают только электронные приборы. Поэтому создание АСКУЭ возможно только при отказе от индукционных счетчиков. В связи с этим, назрела необходимость замены индукционных счетчиков электронными, которые имеют ряд преимуществ перед последними.

2. Устройства сбора и передачи данных (УСПД), обеспечивающие сбор информации от счетчиков и передачу ее по коммуникационным каналам в центры сбора и обработки информации.

УСПД – это концентратор, который собирает, обрабатывает и передает на верхний уровень АСКУЭ информацию по заданным параметрам энергопотребления. УСПД имеет более емкую память по сравнению даже с микропроцессорным электросчетчиком и способен хранить суточные графики нагрузок по каждому электросчетчику с дискретностью 30 минут в течение 3-х месяцев и значений энергии за месяц в течение 3-х лет.

3. Каналы связи с соответствующей каналообразующей аппаратурой (модемы) для передачи измерительной информации. В настоящее время доступны следующие каналы:

- коммутируемый канал – это линия телефонной связи;
- выделенная линия – используется модем;
- радиоканал – используется радиомодем;
- сотовая связь – используется GSM-модем;
- спутниковая связь;

• силовая сеть 0,4 кВ – используется PLC-модем. Эта новая среда имеет огромные преимущества перед другими своей низкой стоимостью, так как не требует прокладывать специальных проводных линий связи и позволяет использовать имеющееся оборудование.

4. Средства обработки информации (персональные ЭВМ, выступающие в роли сервера АСКУЭ или АРМов – автоматизированных рабочих мест).

В качестве дополнительного оборудования применяются:

- измерительные трансформаторы напряжения и тока;
- источники бесперебойного питания;
- устройство синхронизации системного времени;
- блок питания – предназначен для питания комплекса технических средств от сети переменного или постоянного тока, обеспечивая напряжение на своем выходе $24 \pm 1,2$ В.

Структурная схема электронного счетчика ЦЭ6850 показана на рисунке 1. Принцип действия электронных счетчиков основан на измерении мгновенных значений входных сигналов тока и напряжения шестиканальным аналого-цифровым преобразователем (АЦП), с последующим вычислением среднеквадратических значений токов и напряжений, активной, реактивной и полной мощности и энергии, углов сдвига фазы и частоты цифровым сигнальным процессором (ЦСП). Напряжения от каждой из фаз поступают на делители, где понижаются до значений уровня пригодного для измерения. Токковые сигналы



преобразуются с помощью трансформаторов тока и резисторов в сигналы напряжения. Эти сигналы подаются на входы АЦП, где преобразуются в цифровой код. Затем они поступают на последовательный синхронный порт (ПСП) цифрового сигнального процессора (ЦСП). ЦСП производит расчет среднеквадратических значений токов и напряжений, полной, активной, реактивной мощностей и энергий, а также углов сдвига фаз и частоты основной гармоники сигналов напряжения.

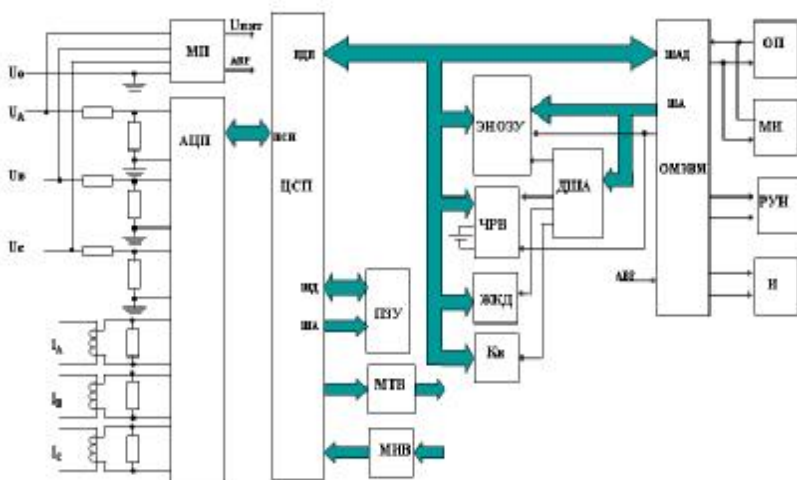


Рис. 1. Структурная схема электронного счетчика ЦЭ6850

Однокристалльная микро-ЭВМ (ОМЭВМ) по шине адрес/данные (ШАД) считывает данные об энергопотреблении и параметрах сети через порт прямого доступа к памяти (ПДП) ЦСП.

ОМЭВМ сразу же сохраняет энергетические параметры в энергонезависимом ОЗУ (ЭНОЗУ).

Отсчет времени и ведение календаря осуществляют часы реального времени (ЧРВ).

Адресация узлов счетчика осуществляется через дешифратор адреса (ДША) в соответствии с заданной программой ОМЭВМ.

В счетчике имеется оптический порт (ОП) и модуль интерфейса (МИ), для считывания информации и программирования параметров пользователя.

Информация о параметрах сети, энергопотреблении и параметрах пользователя выводится на ЖК-дисплей (ЖКД).

Просмотр осуществляется пользователем с помощью клавиатуры (Кл), включающей пломбируемую госповерителем кнопку «Доступ».

Два светодиодных индикатора (И) информируют о работоспособности счетчика при накоплении активной и реактивной энергии, а так же об обрыве или неправильном соединении подводящих проводов.

С помощью двух реле управления нагрузками (РУН) осуществляется включение или отключение нагрузок фидера.

Для питания счетчика используется модуль питания, который формирует сигнал аварии питания (АВР) и сигнализирует о недопустимом снижении напряжения питания. По сигналу АВР, ОМЭВМ завершает работу и заносит все имеющиеся данные в ЭНОЗУ.

По типу выходных каналов все электронные счетчики электрической энергии можно разделить на две группы:

- с цифровыми выходами по интерфейсу RS485
- с телеметрическими импульсными выходами.

Все электронные счетчики имеют стандартный телеметрический выход, но не все имеют цифровые выходы по интерфейсу RS485. Следует различать между собой счетчики с телеметрическими и цифровыми выходами.

Счетчики с телеметрическим импульсным каналом передают информацию о значении измеренной счетчиком мощности в числоимпульсном коде (в виде последовательности импульсов). Количество импульсов, соответствующее 1 кВт·ч измеряемой энергии, является постоянной для каждого типа и модификации счетчика и называется передаточным числом, его значение указано на лицевой панели счетчика и в паспорте.

В случае передачи измерительной информации в цифровой форме от счетчика электрической энергии с цифровым выходом, эта информация кодируется двоичным кодом. В передаваемом сообщении каждый бит информации представлен соответствующим сигналом. Приемник измерительной информации регистрирует наличие или отсутствие сигнала и тем самым – каждый передаваемый бит сообщения.

Использование счетчиков с телеметрическими (числоимпульсными) выходами обеспечивает минимальную скорость и не исключает риск потери данных при разрыве связи счетчик – УСПД.

А использование счетчиков с цифровым интерфейсом обеспечивает большую достоверность при относительно высокой стоимости затрат. Для того чтобы можно было легко получить необходимую и



достаточную информацию о назначении, способе подключения, виде счетчика, используют систему маркировки с помощью условно-графических обозначений.

Библиографический список:

1. Папанцева Е.И., Бондарь М.С. Изучение особенностей применения и обслуживания АСКУЭ на базе комплекса технических средств ОАО «Концерн Энергомера» // Физико-технические проблемы создания новых экологически чистых технологий в агропромышленном комплексе: сборник научных трудов по материалам 5 Российской научно-практической конференции – Ставрополь, 2009. – С. 33-35.
2. Каталоги, методические и справочные материалы, официальный сайт ОАО «Концерн Энергомера» - www.energomer.ru.
3. Папанцева Е.И., Жаворонкова М.С. Метрология, стандартизация и сертификация // Методические указания и задания для выполнения лабораторных работ – Ставрополь, Сервисшкола, 2011.- 152с.



УДК 621.3.084.2

КОМПЛЕКС СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ АСКУЭ НА БАЗЕ ПРОДУКЦИИ ОАО "КОНЦЕРН ЭНЕРГОМЕРА"

**Юдина Н.Н., Бондаренко А.В.,
научный руководитель Папанцева Е.И.**

*Ставропольский государственный аграрный университет,
г.Ставрополь, Россия*

В статье рассматриваются вопросы построения и работы Автоматизированных систем контроля и учета электрической энергии (АСКУЭ) на базе комплекса технических средств нового поколения, производимых Концерном «Энергомера». Рассмотрена необходимость внедрения АСКУЭ в бытовом и промышленном секторе и ожидаемый экономический эффект.

На кафедре автоматики, метрологии и электроники Ставропольского государственного аграрного университета в лаборатории АСКУЭ, подаренной Концерном «Энергомера», работает студенческий научный кружок. Члены этого кружка углубляют свои знания по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация», знакомятся с новинками продукции Концерна и приобретают навыки исследовательской работы.

Переход на рыночные механизмы функционирования электроэнергетики обусловил в последние годы кардинальное изменение отношения к организации энергоучета. Электроэнергия стала дорогим товаром. В связи с этим как энергоснабжающие организации, так и потребители создают на своих объектах автоматизированные системы контроля и учета электроэнергии – АСКУЭ, рисунок 1.

В стороне от решения проблемы автоматизации не остался и ведущий в России производитель средств учета электроэнергии – Концерн «Энергомера».

Основными направлениями деятельности Концерна в этой сфере являются:

- разработка и производство средств учета электроэнергии для всех секторов рынка электроэнергии;
- проектирование, монтаж, пуско-наладка и последующее обслуживание АСКУЭ.

Концерном разработан комплекс технических средств (КТС) нового поколения, который имеет универсальные показатели назначения, что обеспечивает решение проблемы автоматизации учета электрической энергии и мощности на энергоснабжающих и промышленных предприятиях, в мелкомоторном и бытовом секторе.



Рис. 1. Счетчик АСКУЭ

КТС состоит из счетчиков электроэнергии, устройства сбора и передачи данных (УСПД), программного обеспечения. Технические



средства разработаны на базе современных схмотехнических решений, строятся по модульному принципу, обеспечивают возможность оптимальной конфигурации в конкретных проектных решениях. КТС позволяет создавать недорогие универсальные автоматизированные системы в бытовом и промышленном секторе.

На каждом уровне АСКУЭ обеспечивается хранение и обработка собранной информации. Создается база данных с надежной защитой от несанкционированного доступа и потерь, привязкой хранимых данных ко времени их получения.

Преимущества построения АСКУЭ на базе оборудования Концерна:

1. Системы и средства учета могут использоваться во всех секторах рынка электроэнергии, от этапа генерации и транспортировки до этапа реализации потребителям всех видов.

2. КТС позволяет строить системы учета любой структуры с использованием счетчиков электроэнергии, УСПД, программного обеспечения центра обработки информации. В перспективе планируется создавать систему на основе первичных датчиков, подключаемых к промышленным контроллерам, составляющим нижний уровень программного обеспечения.

3. Оборудование позволяет производить как коммерческий учет, так и технический в соответствии с требованиями конкретных потребителей.

4. В дополнение к классическим функциям АСКУЭ в КТС имеются функции измерения технологических параметров электрической энергии (ток, напряжение в фазах, частота и др.) и телесигнализации, позволяющей контролировать положение коммутационной аппаратуры и состояния различных датчиков. Ведутся работы по внедрению дополнительных функциональных возможностей, которые потребитель может заказать по собственному усмотрению: управление нагрузкой, адресное отключение, учет других видов энергоресурсов (вода, газ, тепло), интеграция со SCADA-системами.

5. Довольно много внимания уделяется решению проблемы обеспечения связи между устройствами, составляющими систему учета. Зачастую под каждый конкретный проект предлагается структура построения связи со своими особенностями. Основными средствами связи, развиваемыми в настоящее время, являются следующие:

- ставшие уже традиционными проводные каналы связи RS485, RS232, CAN;
- каналы сотовой связи GSM, GPRS, CDMA;
- связь по силовым сетям;

- связь по радиоканалу;
- каналы с использованием локальных вычислительных сетей.

6. Применение единого протокола обмена между устройствами, входящими в состав системы учета и средств связи. Активно развиваются такие направления, как унификация протоколов и процедур информационного обмена. Сеть передачи данных представляет собой систему узлов (устройств, компонентов), взаимодействующих между собой через каналы передачи данных, используемые для обмена информацией. Для обеспечения безошибочной и максимально удобной передачи информации сетевые операции должны регулироваться сетевым протоколом. Важной задачей при передаче информации является выбор алгоритма маршрутизации, в соответствии с которым в каждом узле сети передачи данных осуществляется выбор линии связи. Можно привести следующую классификацию алгоритмов маршрутизации:

- фиксированная, при которой для передачи данных от источника к приемнику используется единственный маршрут;
- альтернативная, при которой в процедуре выбора маршрутов разрешается использовать более одного пути.

7. Предлагаемые решения КТС Энергомера позволяют создавать любые АСКУЭ по географическому размещению – локальные, региональные, глобальные.

8. Концерн предлагает, с одной стороны, недорогое, а с другой стороны, достаточно функциональное оборудование.

Системы учета, построенные на основе КТС Энергомера, обеспечивают оптимальное соотношение следующих критериев оценки эффективности функционирования АСКУЭ:

- минимизация стоимости системы и ее компонентов;
- масштабирование, то есть способность к плавному увеличению мощности с постепенными материальными вложениями;
- вычислительная производительность в компонентах системы;
- качество функционирования;
- точность работы вычислительных устройств;
- полнота информации;
- быстрота доступа к информации.

Необходимость перехода на системный автоматизированный учет несомненна. Но полной оптимизации энергопотребления можно достичь только поэтапным внедрением систем на всех уровнях энергоучета, на электростанциях, в федеральной и региональных сетевых компаниях, в коммунальных сетях, у различных групп потребителей, что обеспечит прозрачность баланса между всеми участниками рынка.



В этом случае экономический эффект от внедрения АСКУЭ гарантирован каждому субъекту рынка электроэнергии.

Библиографический список:

1. Каталоги, методические и справочные материалы, официальный сайт ОАО «Концерн Энергомера» - www.energomer.ru.
2. Папанцева Е.И., Жаворонкова М.С. Метрология, стандартизация и сертификация // Методические указания и задания для выполнения лабораторных работ – Ставрополь, Сервисшкола, 2011.- 152с.



УДК 621.3.084.2

ДОСТОВЕРНЫЙ И ОПЕРАТИВНЫЙ УЧЁТ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ С АСКУЭ

Юдина Н.Н., Киришанов С.В.,
научный руководитель Габриелян Ш.Ж.,
Ставропольский государственный аграрный университет,
г.Ставрополь, Россия

В статье рассмотрены принципы построения и работы АСКУЭ, задачи автоматизированных систем, как измерительных систем, концепции создания АСКУЭ и технические требования к ним. Проведен анализ технических средств входящих в АСКУЭ.

Переход экономики России на рыночные методы хозяйствования предъявляет жесткие требования к достоверности и оперативности учета электрической энергии. Эти требования могут быть удовлетворены только путем создания автоматизированных систем контроля и учета электроэнергии (АСКУЭ), оснащенных современной вычислительной техникой.

Использование в составе АСКУЭ персональных ЭВМ со специализированным программным обеспечением (ПО) придает этим системам дополнительную гибкость. Помимо решения основной задачи по обеспечению функционирования АСКУЭ, эти ЭВМ могут обеспечивать решение ряда прикладных задач по оценке состояния электроэнергетических систем и достоверизации измерений, например, выявление потерь энергии и локализацию мест этих потерь.

Основной целью учета электрической энергии является получение достоверной информации о количестве произведенной, передан-

ной, распределенной и потребленной электрической энергии и мощности на оптовом и розничном рынке.

Эта информация позволяет:

- производить финансовые расчеты между участниками рынка;
- управлять режимами энергопотребления;
- определять и прогнозировать все составляющие баланса электроэнергетики (выработка, отпуск с шин, потери и так далее);
- определять и прогнозировать удельный расход топлива на электростанциях;
- выполнять финансовые оценки процессов производства, передачи и распределения электроэнергии и мощности;
- контролировать техническое состояние систем учета электроэнергии в электроустановках и соответствие их требованиям нормативно-технических документов.

Внедрение АСКУЭ дает возможность:

- оперативно контролировать и анализировать режим потребления электроэнергии и мощности основными потребителями;
- осуществлять оптимальное управление нагрузкой потребителей;
- собирать и формировать данные на энергообъектах;
- собирать и передавать на верхний уровень управления информацию и формировать на этой основе данные для проведения коммерческих расчетов между поставщиками и потребителями электрической энергии;
- автоматизировать финансово-банковские операции и расчеты с потребителями.

АСКУЭ должны выполняться на базе серийно выпускаемых технических средств и программного обеспечения. В состав технических средств АСКУЭ должны входить:

- счетчики электрической энергии, оснащенные датчиками-преобразователями, преобразующими измеряемую энергию в пропорциональное количество выходных импульсов или цифровой код (при использовании электронных реверсивных счетчиков – раздельно на каждое направление);
- устройства сбора и передачи данных (УСПД), обеспечивающие сбор информации от счетчиков и передачу ее на верхние уровни управления;
- каналы связи с соответствующей каналообразующей аппаратурой для передачи измерительной информации;



- средства обработки информации (как правило, персональные ЭВМ).

С метрологической точки зрения АСКУЭ представляет собой специфический тип измерительной системы, которая реализует процесс измерения и обеспечивает автоматическое (автоматизированное) получение результатов измерений. Метрологическое обеспечение АСКУЭ должно проводиться в соответствии с общими правилами, распространяющимися на измерительные системы.

С целью ускорения работ по автоматизации коммерческого учета перетоков электроэнергии РАО «ЕЭС России» разработало концепцию создания АСКУЭ. Эта концепция должна стать методологической и организационно-технической основой для создания АСКУЭ не только в РАО «ЕЭС России», но и на промышленных предприятиях, у потребителей электрической энергии. В соответствии с этой концепцией структура и иерархия АСКУЭ должны соответствовать современной структуре управления в электроэнергетике и включать в себя несколько уровней:

- РАО «ЕЭС России» (верхний уровень управления);
- региональные отделения РАО «ЕЭС России»;
- субъекты оптового рынка – энергосистемы (региональные АО-энерго, электростанции, АЭС и электрические сети 330-1150 кВ РАО «ЕЭС России»);
- структурные подразделения АО-энерго (сетевые предприятия, электростанции) и промышленные предприятия.

На каждом уровне АСКУЭ решаются свои технологические и коммерческие задачи, происходит обмен измерительной информацией с выше- и нижестоящими уровнями системы, создается база данных, в которой производится хранение и обработка собранной информации.

По принципу организации существующие АСКУЭ можно разделить на два типа: локальные (для отдельных предприятий) и региональные (многоуровневые).

Локальная АСКУЭ (ЛАСКУЭ), расположенная на одном предприятии (например, на подстанции или заводе), имеет следующую структуру (рисунок 1):

- счетчики электрической энергии и мощности;
- устройства сбора и передачи данных (УСПД), мультиплексоры и другие;
- сервер опроса УСПД – ЭВМ, соединенная с УСПД или счетчиками электрической энергии (если они имеют соответствующий интерфейс); на ЭВМ устанавливается специализированное ПО, способ-

ное принимать данные от УСПД и сохранять их в базе данных результатов измерений;

- рабочие места технологов – ЭВМ, подключенные к локальной вычислительной сети (ЛВС) предприятия, в которой находится сервер опроса УСПД и сервер баз данных (БД). В этом случае сервер опроса УСПД и сервер БД определяются как узел локальной АСКУЭ. Как вариант, возможна организация удаленных рабочих мест. ЛВС АСКУЭ, как правило, имеет топологию «звезда» или "общая шина" и строится с использованием стандартных технических и программных средств.

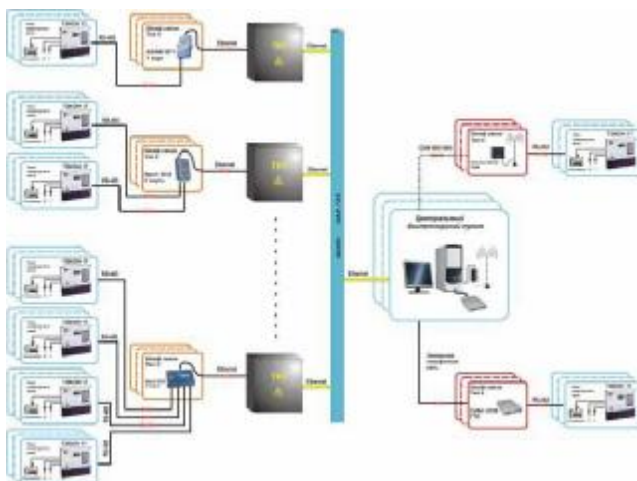


Рис. 1. Локальная АСКУЭ

Выбор технических средств для построения ЛАСКУЭ определяется, в первую очередь, количеством измерительных каналов системы. При построении ЛАСКУЭ с числом измерительных каналов до нескольких сотен более дешевыми оказываются системы, построенные на базе счетчиков, оснащенных числоимпульсным телеметрическим выходом, и стандартных УСПД.

В ситуации, когда необходимо организовать сбор и обработку данных от нескольких локальных АСКУЭ, создается региональная АСКУЭ (РАСКУЭ) (рисунки 2), представляющая собой многоуровневую систему. Верхние уровни этой системы образованы узлами, соединенными между собой линиями связи, содержащими соответствующую каналообразующую аппаратуру. Обычно РАСКУЭ строится на принципах организации сетей Интернет и Интранет. К нижнему



уровню РАСКУЭ относятся ЛАСКУЭ, от которых поступает информация о потреблении электрической энергии.



Рис. 2. Региональная АСКУЭ

Основным источником измерительной информации в любой АСКУЭ является ее нижний уровень - ЛАСКУЭ. Поэтому точность и достоверность результатов измерений обеспечиваются, в первую очередь, показателями качества и точностными характеристиками средств, используемых в составе ЛАСКУЭ.

Существует и другой весьма важный для АСКУЭ показатель - погрешность передачи информации по линиям связи АСКУЭ.

При использовании в составе АСКУЭ счетчика электрической энергии, оснащенного телеметрическим выходом, информация об измеряемой электрической энергии передается по линии связи в виде последовательности импульсов, частота следования которых пропорциональна измеряемой электрической мощности. Погрешность передачи информации проявляется в этом случае как погрешность счета импульсов вследствие наличия помех и тепловых шумов в линии связи.

Библиографический список:

1. Каталоги, методические и справочные материалы, официальный сайт ОАО «Концерн Энергомера» - www.energomera.ru.

2. Папанцева Е.И., Жаворонкова М.С. Метрология, стандартизация и сертификация // Методические указания и задания для выполнения лабораторных работ – Ставрополь, Сервисшкола, 2011.- 152с.
3. www.rao-ees.ru



УДК-683.561.24

ЭГ-ДРОБЕМЕТ

Васильева А. Н.
научный руководитель Баталов А.П.,
Санкт-Петербургский государственный горный университет
г. Санкт-Петербургский, Россия

В докладе рассмотрена возможность применения электрогидравлического эффекта в разгонном устройстве дробеметного аппарата. Проанализированы необходимость применения данного эффекта, принципиальные схемы и модели реализации данного эффекта. Указаны возможные преимущества и недостатки рассмотренных схем.

В машиностроении широко распространена абразивная обработка поверхности различных материалов. Одним из видов абразивной обработки является дробеструйная (дробеметная) обработка. Данный вид обработки позволяет обеспечить необходимую величину и форму шероховатости поверхности детали и значительно улучшить механические свойства металлов с помощью наклепа аналогично принципу холоднойковки. Этот процесс создает остаточное напряжение сжатия на обрабатываемой поверхности для повышения сопротивляемости детали против: усталости, коррозии под нагрузкой, износа. Также данная процедура, повышая усталостное сопротивление, позволяет создавать изгибы на тонкостенных деталях.

Технологически дробеструйная обработка осуществляется путем обстрела поверхности обрабатываемого изделия потоком сферических частиц, подаваемых с большой скоростью из специальной установки, которая имеет ряд недостатков.

Данные недостатки требуют решения с помощью более современных технических предложений. Одним из них может стать электрогидравлический эффект (ЭГЭ).

Сущность ЭГЭ в том, что при осуществлении внутри объема жидкости, находящейся в открытом или закрытом сосуде, специально



сформированного импульсного электрического разряда, вокруг зоны его образования возникают сверхвысокие гидравлические давления, способные совершать полезную механическую работу.

Принципиальная электрическая схема с одним формирующими промежутком представлена на рис. 1.

Разряд может быть как тепловой, так и лидерный. Границы определяются соотношением размера межэлектродного промежутка, напряжения разряда и суммарной электрической емкости батареи конденсаторов. Нижняя граница теплового пробоя принята в 1 кВ/мм; электрический лидерный разряд в технической воде эффективен при $U_0 \geq 3,6 \text{ кВ/мм}$. Лидерный пробой формируется за очень короткий срок (10^{-4} – 10^{-5} с). При тепловой форме пробоя длительность разряда больше, а эффективность преобразования электрической энергии в механическую несколько меньше. В связи с этим технологию электро-разряда строят таким образом, чтобы его форма соответствовала лидерному [1, 2].

ЭГЭ эффективно используется в машиностроении – листовая штамповка, формовка цилиндрической заготовки, калибровка, пресовка, т. д. [3]. В настоящее время наиболее актуальными становятся идеи по использованию ЭГЭ в области проектирования и конструирования экономичных и экологически чистых механизмов [4].

Также имеет смысл рассмотреть возможность применения ЭГЭ в дробебетном оборудовании.

Принципиальная схема дробебетного аппарата представлена на рис. 2.

Принцип действия представленной модели можно рассмотреть на примере работы цилиндра и поршня (рис. 3). За счет разряда между электродами 2 и 3 повышается давление в рабочей камере цилиндра 1 в результате образования кавитационной полости и парогазовой смеси. Вследствие этого происходит перемещение поршня 4, который передает энергию удара дробин находящейся в удерживающей магнитной вставке 5. Эта энергия создает необходимое ускорение перемещения по стволу 6. Подача дробин осуществляется питателем через отверстие 7. Возврат поршня в начальное положение происходит за счет схлопывания кавитационной полости и конденсации смеси. Далее цикл повторяется.

За счет энергии разряда в рабочей камере достигается высокое давление, что позволяет осуществлять быстрое перемещение поршня, в следствие чего передача энергии разгоняемому материалу происходит за короткий промежуток времени, что позволяет сократить ход поршня.

Рассмотренный вариант дробеметного аппарата возможно применять для очистки поверхности деталей, а также для упрочнения поверхностей деталей путем наклепа. Это достигается путем регулирования скорости разгона дроби, что выполняется изменением напряжения установки.

Однако у данной конструкции существует недостаток в виде уплотнительных колец в конструкции поршня. Даже при надежном уплотнении существует возможность утечек, тем самым возникает возможность контакта разгоняемого материала с жидкостью, что неприемлемо в виду низкой коррозионностойкости материала дроби.

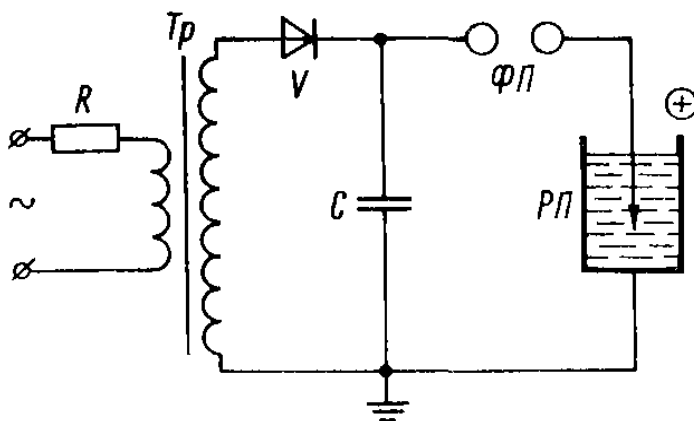


Рис. 1. Электрическая схема для воспроизведения ЭГЭ с одним формирующим промежуток

R – зарядное сопротивление; Tr – трансформатор; V – выпрямитель; ФП – формирующий искровой промежуток; РП – рабочий и искровой промежуток в жидкости; C – рабочая емкость – конденсатор

Для устранения данного недостатка необходимо более надежная изоляция резервуара с жидкостью. Таким образом, целесообразно передача энергии ударной волны посредством жестко закрепленной пластины – мембраны.

Принцип работы аналогичен предыдущему. Различие заключается в том, что в предыдущей схеме электрогидравлическая энергия передается непосредственно поршню. В альтернативной схеме энергия передается поршню с помощью колебания мембраны (рис.4).

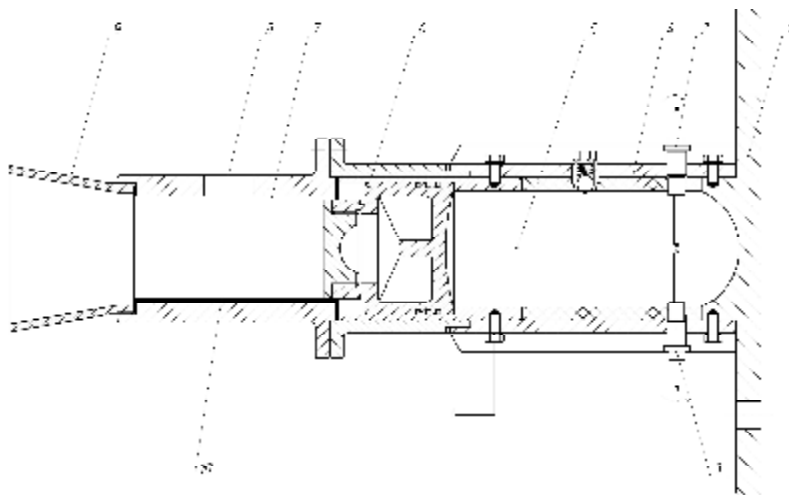


Рис. 2. Принципиальная схема ЭГ-дробемета

1 – кронштейн для крепления устройства; 2, 3 – электроды; 4 – гидроцилиндр; 5 – рабочая полость; 6 – поршень; 7 – ствол; 8 – подача дробы; 9 – диффузор; 10 – магнитная вставка

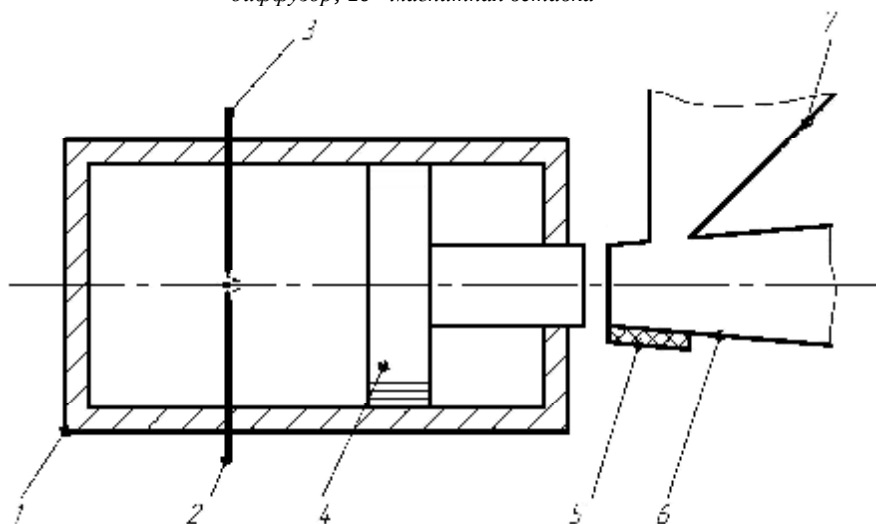


Рис. 3 Принципиальная схема дробеметного аппарата.

1 – камера цилиндра; 2, 3 – электроды; 4 – поршень; 5 – удерживающее дробь магнитное кольцо; 6 – ствол; 7 – питатель

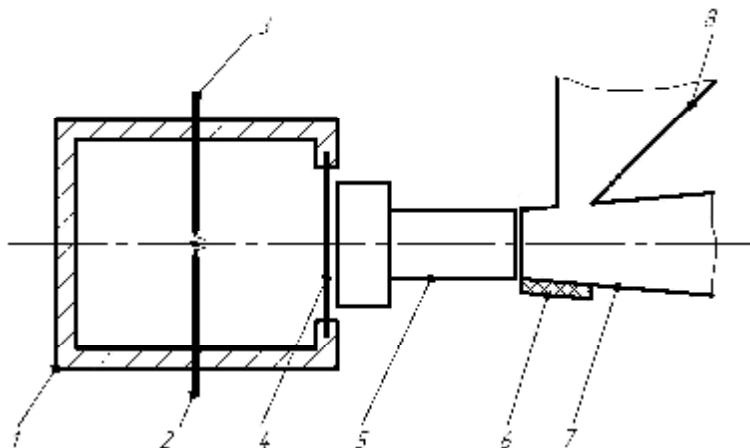


Рис. 4. Принципиальная схема дробетного аппарата.

1 – камера цилиндра; 2, 3 – электроды; 4 – мембрана; 5 – поршень; 6 – ударяющее дробь магнитное кольцо; 7 – ствол; 8 – питатель

Недостаток данной схемы – необходимость частой замены мембраны, так как при часто повторяющихся нагрузках неизбежно ее разрушение. А также, ход поршня при данной схеме работы значительно меньше, чем при непосредственном воздействии давления жидкости на поршень, поэтому необходимо, чтобы мощность разряда была больше относительно необходимой мощности для реализации предыдущей схемы.

Таким образом, внедрением рассмотренного ЭГЭ можно достичь значительных преимуществ таких, как простота конструкции, а следовательно обслуживание и эксплуатация; возможность регулирования силы и частоты ударов, тем самым добиваясь необходимой производительности установки и скорости разгона дробы.

Библиографический список:

1. Юткин Л. А. Электро-гидравлический эффект и его применение в промышленности. Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ие, 1986. – 253 с.
2. Л.А. Юткин, Л.И. Гольцова. Способ поверхностного воздействия на материалы – Заявл. 22.03.51, №605989/25; Опубл. в Б. И., 1964, №18.
3. Емелин М. А., Морозов В. Н. и др. Новые методы разрушения горных пород: Учеб. пособие для вузов. – М.: Недра, 1990. – 240 с.
4. Бекаев А. А., Соколов В. К. и др. Электро-гидравлический отбойный молоток (ЭГЭ-перфоратор), МГТУ «МАМИ» - известия МГТУ МАМИ, 2010, 58-92.





УДК 621.314

ВЫЯВЛЕНИЕ ДЕФЕКТОВ СИЛОВЫХ КОНТАКТОВ МАГНИТНЫХ ПУСКАТЕЛЕЙ

Захаров Г.В.

Научный руководитель Логачева Е.А.

Ставропольский государственный аграрный университет,
г.Ставрополь, Россия

В статье рассмотрены простые и дешевые способы контроля силовых контактов магнитных пускателей. Данные способы позволят экономить время при определении неисправностей в системах энергоснабжения некоторых электрических машин.

В ходе эксплуатации контакторов и магнитных пускателей, приходится сталкиваться с проблемами, связанными с контактной системой аппаратов. Это подгорания, образование раковин, брызг металла, других дефектов, приводящих к повышению переходного сопротивления контакта. Также сложности вызывает залипание контактов. Силовой контакт аппарата можно рассматривать как активное сопротивление, подключенное к источнику тока (рисунок 1).

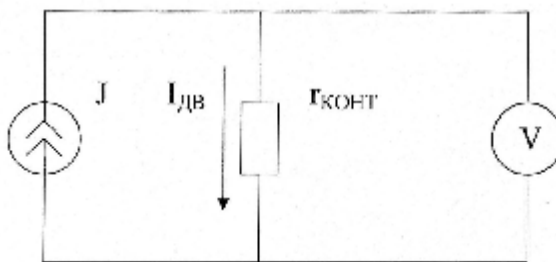


Рис. 1. Схема замещения силового контакта

Через контакт протекает ток электродвигателя:

$$I_{ДВ} = \frac{P_{ДВ}}{\sqrt{3} \cdot U_{МФ} \cdot \cos \varphi},$$

где $P_{ДВ}$ – мощность электродвигателя;

$U_{МФ}$ – межфазное напряжение сети;

$\cos \varphi$ – коэффициент активной мощности.

При увеличении сопротивления контакта увеличивается и напряжение на нем:

$$U_{\text{КОНТ}} = I_{\text{ДВ}} \cdot r_{\text{КОНТ}}.$$

Увеличение переходного сопротивления контакта приводит к потере части энергии в виде тепла. Для контроля состояния контакта возможно подключить к нему сигнальный светодиод или лампу накаливания (рисунок 2), выведенную на пульт дежурного, при этом:

$$U_{\text{EL}} = U_{\text{КОНТ}}.$$

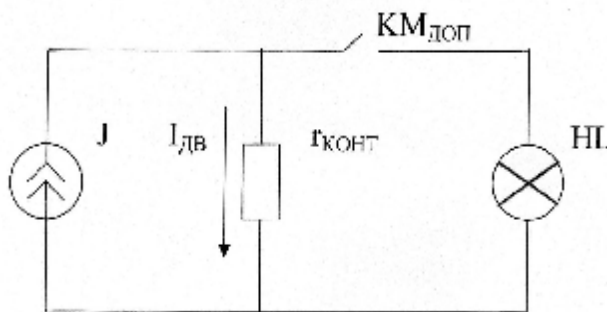


Рис.2. Включение сигнальной лампы

Лампа включается через дополнительный размыкающий контакт магнитного пускателя $KM_{\text{Доп}}$. Нередки случаи залипания контактов электрических аппаратов. При залипании двух фаз двигатель входит в опасный режим, рассматриваемый как однофазный. При этом полезная мощность машины:

$$P = U_{\text{Мф}} \cdot I \cdot \cos \varphi \cdot i,$$

где i – КПД машины.

Скорость вращения вала практически не меняется. Если бы КПД и коэффициент мощности оставались бы постоянными, то ток увеличился бы в $\sqrt{3}$ раз. Реально i и $\cos \varphi$ уменьшаются, а значит, увеличение тока будет более чем в $\sqrt{3}$ раз. При этом вероятность отключения автоматического выключателя высока. Для определения состояния залипания контактов возможно использовать схему, изображенную на рисунке 3.

В случае, если статорные обмотки соединены в треугольник, питание (+) необходимо подавать на одну из вершин треугольника. Светодиоды VD 1...3 - сигнальные: свет-наличие залипания. VD 0



– контрольный светодиод, указывающий на наличие напряжения питания.

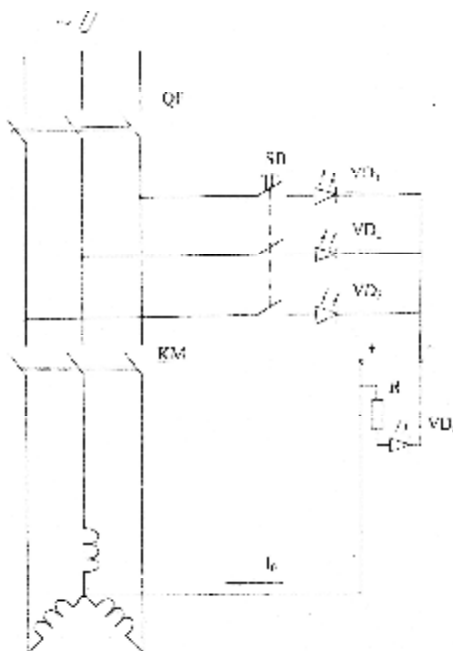


Рис. 3. Схема тестирования силовых контактов

Предложенные схемы тестирования довольно просты в конструктивном исполнении, потребляют мало энергии, относительно дешевы. Их возможно использовать в случаях, когда контакторы (или другие электрические аппараты) расположены в сложных для контроля и обслуживания местах (чердачные помещения, подвалы, проходы, помещения с повышенной влажностью или агрессивной средой и т.п.). Позволят сэкономить время и силы при определении неисправностей в системах энергоснабжения двигателей.

Библиографический список:

1. Алиев И.И. Электрические аппараты. Справочник / И.И. Алиев, М.Б. Абрамов. – Радио софт, 2004. – 256с.



УДК 697.1

РАСЧЕТ РЕЖИМА РАБОТЫ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ОТОПЛЕНИЯ

Черкасов А.С.

Научный руководитель Солодков С.А.,

Тулский государственный университет, г.Тула, Россия

В статье предлагается методика расчета режима работы системы периодического отопления

В производственных и общественных зданиях целесообразно применять системы периодического отопления с программным отпуском теплоты. При проектировании таких систем необходимо рассчитывать режимы отпуска теплоты при различной температуре наружного воздуха.

Снижение температуры помещений достигается полным прекращением подачи тепла в систему отопления здания по окончании рабочего периода. После снижения температуры до допустимого значения в систему отопления необходимо подавать сокращенный расход тепла для компенсации теплопотерь в новом стационарном режиме.

Для быстрого повышения температуры помещения до требуемой величины перед началом рабочего периода необходимо максимально увеличить отпуск тепла. Система отопления в здании с переменным тепловым режимом должна иметь тепловую мощность больше по сравнению с мощностью постоянно действующей системы.

Экономическая эффективность программного отпуска теплоты зависит от продолжительности режимов пропуска, сниженной подачи тепла и натопа.

Переходные тепловые процессы в помещении подчиняются закономерности регулярного теплового режима, согласно которой скорость изменения логарифма избыточной температуры является постоянной величиной. Тогда ожидаемая внутренняя температура в отапливаемых зданиях с учетом их аккумулирующей способности при режимах, когда подвод теплоты не равен теплопотерям может быть определена по формуле Е.Я.Соколова [1]:

$$t_v = t_n + Q/q + (t'_v - t_n - Q/q) e^{-z/\beta}, \quad (1)$$

где t_v - внутренняя температура, которая установится в помещении через z , ч, после нарушения нормального температурного режима; t'_v - внутренняя температура, которая была в помещении в момент нарушения температурного режима; t_n - средняя температура наружного

воздуха за период нарушения, т.е. за z , ч; Q - подача теплоты в помещение, Дж/ч; q - тепловая характеристика здания, Дж/(ч·°C); β - коэффициент аккумуляции, ч.

При полном прекращении отопления и отсутствии внутренних тепловыделений, т.е. при $Q=0$, формула (1) принимает вид:

$$t_b = t_n + (t'_b - t_n) e^{-z/\beta}. \quad (2)$$

Коэффициент аккумуляции характеризует аккумулирующую способность здания. Он может быть определен на основе результатов испытаний по формуле

$$\beta = \frac{z}{\ln \frac{t'_b - t_n - Q/q}{t_b - t_n - Q/q}}. \quad (3)$$

При отсутствии экспериментальных данных коэффициент аккумуляции может быть определен по формуле [2]

$$\beta = \frac{(срА\delta)_{н.с}}{2} \frac{1}{q}, \quad (4)$$

где $ср$, A , δ - объемная теплоемкость, Дж/(м³·°C), площадь, м², и толщина, м, наружного ограждения.

Решая уравнение (2) относительно z получим формулу для определения времени снижения температуры помещения от расчетной $t_{в,р}$ до допустимой в нерабочий период $t_{в,доп}$

$$z_{пр} = \beta \ln \frac{t_{в,р} - t_n}{t_{в,доп} - t_n}. \quad (5)$$

Приняв обозначение коэффициента отпуска теплоты

$$y = Q/Q_0,$$

где Q - фактический отпуск теплоты, Дж/ч, Q_0 - теоретический отпуск теплоты при текущем значении температуры наружного воздуха, Дж/ч, и решив уравнение (1) относительно z получим формулу для определения времени повышения температуры помещения от $t_{в,доп}$ до $t_{в,р}$ (период натопа)

$$z_n = \beta \ln \frac{t_{в,доп} - t_n - y(t_{в,р} - t_n)}{t_{в,р} - t_n - y(t_{в,р} - t_n)}. \quad (6)$$

Если суммарное время пропуска $z_{пр}$ и натопа z_n меньше времени нерабочего периода $z_{н,р}$, то в промежутке между пропуском и натопом на протяжении времени $z_{сн} = z_{н,р} - z_{пр} - z_n$ необходимо обеспечить сниженный отпуск теплоты для поддержания температуры помещения на уровне $t_{в,доп}$.

Если суммарное время пропуска $z_{\text{пр}}$ и натопа $z_{\text{н}}$ (по формулам (5) и (6)) превышает время нерабочего периода $z_{\text{н.р}}$, т.е. температура помещения не понижается до $t_{\text{в,доп}}$, то продолжительность пропуска и натопа определяется по формулам

$$z_{\text{пр}} = \beta \ln \frac{y - 1 + e^{-z_{\text{н.р}}/\beta}}{ye^{-z_{\text{н.р}}/\beta}}, \quad (7)$$

$$z_{\text{н}} = z_{\text{н.р}} - z_{\text{пр}}. \quad (8)$$

Предлагаемая методика позволяет определять основные режимные параметры систем периодического отопления.

Библиографический список:

1. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети. -М.: Энергоиздат, 1982. -360 с.
2. Богословский В.Н., Сканави А.Н. Отопление. - М.: Стройиздат, 1991. -735 с.



КАДАСТР И ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 332.21

ОБОРОТ ЗЕМЕЛЬНЫХ ДОЛЕЙ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ РАЗВИТИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ ОТНОШЕНИЙ

Быкова Е.Н., Гарбацевич А.С.,
*Санкт-Петербургский государственный горный университет,
г. Санкт-Петербург, Россия*

В данной статье проведен анализ ситуации с земельными долями в Российской Федерации с выделением наиболее острых проблем, существующих в данной области на современном этапе развития земельных отношений. Кроме того, описаны основные недостатки государственной системы регулирования оборота земельных долей. Значительное внимание уделено анализу развития земельного законодательства, регламентирующего вопросы возникновения прав на земельные доли и дальнейшего распоряжения ими.

В настоящее время особо актуально стоит вопрос с оборотом земельных долей в РФ. 7,3% (124 273,7 тыс. га) земель РФ находится в собственности граждан, из них более 60% (80 991,1 тыс. га) относятся к общей долевой собственности, а 19,3% (25 589,3 тыс. га) приватизированных земель к категории невостребованных земельных долей. Таким образом, непосредственное использование 80% земель, находящихся в собственности физических лиц, возможно только для целей ведения сельского хозяйства, а распоряжение ими частично ограничено действующим законодательством. [3]

Казалось бы, такой вид разрешенного использования данных земель должен был бы способствовать развитию аграрного сектора экономики и формированию класса мелких и средних фермеров, однако, число фермерских (крестьянских) хозяйств в стране в период с 1996 г. по 2000 г. сократилось с 280,1 тыс. до 261,7 тыс., а с 2001 г. по

2006 г. снизилось до 253,1 тыс. При этом основная масса хозяйств (83%) возникла до 1995 г. включительно. [1, 4] Доля импортной продукции сельскохозяйственного производства на российском рынке составляет 20 % и продолжает увеличиваться. [5] Этот, а также ряд других факторов, которые будут рассмотрены ниже, указывают на достаточно сложную ситуацию с земельными долями, сформировавшуюся на сегодняшний день, и на определенные недостатки системы государственного регулирования земельных отношений применительно к данной области.

Понятие земельной доли возникло на начальном этапе земельной реформы 1990-х годов. Необходимо отметить, что ни один из законодательных актов этого периода, так или иначе затрагивавший вопрос возникновения прав на земельные доли, не содержит четкого определения данного термина.

Впервые термин «земельная доля» прозвучал в тексте Постановления Правительства РФ № 86 от 29 декабря 1991 г, вышедшим вслед за УП РФ № 323 от 27 декабря 1991 г., в котором в качестве одного из основных направлений реформы была указана приватизация земель колхозов и совхозов. Тогда под земельной долей (паем) понималась часть общей долевой собственности членов колхоза или работников совхоза, которую имел право бесплатно получить каждый член или работник соответствующего предприятия. Следует подчеркнуть, что данный законодательный акт не содержал в себе четкого описания ни методик расчета размеров земельных долей, ни порядка выдачи правоустанавливающих документов. Оставлял он без внимания и вопрос сроков проведения работ по реорганизации предприятия, хотя в целом по стране этот процесс должен был завершиться к 1 января 1993 года. [2] Многие организационные вопросы были оставлены на усмотрение, а в большей степени на совесть внутрихозяйственных комиссий, что также отрицательно сказалось на ходе реформы. Неслучайно в ПП РФ № 138 от 6 марта 1992 г. уже говорилось о формальности проводимых мероприятий в ряде областей.

Таким образом, возникла острая необходимость в более подробном нормативном документе, где были бы детально проработаны все спорные вопросы. 4 сентября 1992 года вступило в силу ПП РФ № 708, содержащее основные положения предшествующих нормативно-правовых актов, существенно дополненные и расширенные.

Единственным законодательным актом, который полностью регламентировал процедуру проведения реорганизации предприятия и приватизации земли на местах, являлось ПП РФ № 874 от 27 июля 1994 г. В нем четко описывались полномочия и обязанности комиссий

по реорганизации, порядок выдачи правоустанавливающих документов на земельные доли и имущественные пай, а также устанавливались сроки проведения основных этапов реформирования. Однако носило оно рекомендательный характер и, как следствие, редко применялось на практике.

Наиболее значимым и емким нормативным документом, регламентирующим не только процедуру наделения правами на земельные доли, но и порядок распоряжения ими, стало ПП РФ № 96 от 1 февраля 1995 г., действовавшее почти 8 лет. В нем было законодательно определено понятие невостребованной земельной доли и порядок ее дальнейшего использования.

Таким образом, можно выделить ряд тенденций, которые прослеживаются не только в законодательных актах 1991-1995 годов, но частично отражены и в действующих ныне нормативно-правовых документах:

1. Расширение группы лиц, имеющих право на земельную долю;
2. Уточнение порядка оформления документов;
3. Конкретизация деятельности внутрихозяйственных комиссий и увеличение личной ответственности ее членов;
4. Унификация методик расчета размеров земельных долей;
5. Расширение возможностей использования земельных долей;
6. Формирование и конкретизация понятия невостребованной земельной доли, установление порядка ее использования.

На сегодняшний день Земельный кодекс РФ и Федеральный закон № 101-ФЗ регламентируют все вопросы, возникающие в связи с наличием прав на земельные доли. В соответствии с этими документами земельной долей признается доля в праве общей собственности на земельные участки из земель сельскохозяйственного назначения. Земельные доли, собственники которых не распоряжались ими в течение трех и более лет с момента приобретения прав на земельную долю, считаются невостребованными земельными долями.

На данном этапе развития земельных отношений в России сложилась достаточно непростая ситуация с земельными долями. Прежде всего, следует учесть, что кадастровая стоимость земли в различных регионах РФ значительно колеблется. Таким образом, в тех районах, где она дороже, большинство собственников распоряжаются полученными в ходе приватизации земельными долями. Но большая часть земель расположена в зоне рискованного земледелия в районах с низкой плотностью населения. Именно там сейчас имеются значительные массивы пустующих земель, находящихся в общей долевой собственности граждан.

Так как земельные доли выдавались гражданам в период становления новой политической системы в России в условиях непростой экономической ситуации, вновь обретенное право собственности на землю не представляло собой реальной ценности. Территорию крупных хозяйств, многие из которых либо обанкротились, либо были откровенно разграблены, при отсутствии у населения как реальных денег, так и малейшего представления о ведении хозяйства в новых экономических условиях, крайне сложно было обрабатывать. Общий упадок сельскохозяйственной отрасли вызвал обесценивание земли в тех районах, где для получения продукции требовались значительные вложения средств и труда. На данный момент значительный процент владельцев земельных долей либо не знает о своих правах (часто это граждане, вступившие в права наследования), либо не придает им никакого значения. При этом земля не возделывается, теряет свою биологическую продуктивность и экономическое плодородие.

Следует отметить, что существует категория собственников, которым до сих пор не выданы свидетельства о праве на земельные доли и которые не знают о своих правах, что является следствием как низкого уровня правовой грамотности населения, так и нарушения законодательства, действовавшего на момент приватизации земель колхозов и совхозов. Ситуацию в целом усугубляет отсутствие точных сведений о собственниках земельных долей в государственном кадастре недвижимости (ГКН), где территории больших аграрных предприятий числятся единым землепользованием, а в качестве правообладателей указаны все лица, получившие земельные доли, без учета произошедших впоследствии изменений. Естественно, что за это время люди меняли место жительства, передавали земельные доли по наследству, дарили их и продавали. Но эти сведения не отражены ни в ГКН, ни в Едином государственном реестре прав на недвижимое имущество и сделок с ним (ЕГРП). Отсутствие достоверной информации о собственниках затрудняет или делает невозможным созыв общего собрания участников долевой собственности. Это в свою очередь усложняет процедуру выдела в натуре земельных долей, чьи собственники хотели бы распоряжаться ими по своему усмотрению.

Крайне затруднительной становится процедура земельного отвода под строительство линейных объектов связи и транспорта (закладка кабелей связи, трубопроводов и пр.). Решение об аренде земель, находящихся в общей долевой собственности, также уполномочено принять только общее собрание. С такой проблемой неоднократно сталкивалось ООО «Газпром инвест Запад» при строительстве газопровода «Северный поток» («Nord stream»).

Ситуация с земельными долями также усугубляется тем, что на пустующих массивах начинают появляться огороды и дачи, не имеющие под собой юридического обоснования. Самовольный захват земель становится очень распространенным явлением в современной России. В сознании значительной части населения работать на земле – уже иметь на нее неоспоримое право. И в регионах неслучайно начинает расти число земельных споров. Важен и тот факт, что ни официальные собственники земельных долей, ни непосредственные землепользователи в большинстве своем не платят земельный налог, который в первую очередь пополняется бюджеты субъектов РФ.

Подводя итоги, можно выделить ряд задач, стоящих сегодня перед государством. В начале следует определить дальнейшую судьбу и хозяйственное использование невостребованных земельных долей путем:

1) проведения информационной кампании с целью поиска лиц, имевших права на невостребованные доли, и повышения правовой грамотности населения с привлечением СМИ;

2) определить на местах фактическое состояние невостребованных земельных долей, рассмотреть возможность передачи их с соблюдением всех установленных законом процедур в собственность фактических пользователей;

3) в судебном порядке установить право собственности субъекта РФ или муниципального образования на невостребованные земельные доли с последующим выделением и использованием соответствующих им земельных участков.

Необходимо также провести проверку законности приватизации земель колхоза или совхоза, а в случае выявления нарушений устранить или компенсировать их последствия.

Наличие невозделываемой земли, не имеющей собственника, – проблема государственного масштаба. Едва ли возможны возрождение сельского хозяйства, продовольственная независимость страны, подъем села среди пустующих полей, год за годом теряющих эффективное плодородие. Возможно, именно сейчас институт общей долевой собственности и механизм регулирования оборота земельных долей как никогда сильно нуждаются в обновлении и реформировании.

Библиографический список

1. Кара-Мурза С. Г. Белая книга. Экономические реформы в России 1991-2001. – Б. м.: РГГУ, 2002.
2. О порядке реорганизации колхозов и совхозов: Постановление Правительства РФ от 29 декабря 1991 г. № 86 [Электронный ресурс] - Электрон. дан. – М.: НИП «Гарант-сервис», 2010. – Режим доступа: <http://base.garant.ru/10104699/>

3. Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии. Росреестр [Электронный ресурс]: Распределение приватизированных земель по формам собственности и собственникам. – Электрон. дан. – 2010. - Режим доступа: http://rosreestr.ru/upload/www/files/11_rf_%20%20privat.JPG
4. Федеральная служба государственной статистики Российской Федерации: Итоги всероссийской сельскохозяйственной переписи 2006 г. Т. 2. Число объектов всероссийской сельскохозяйственной переписи 2006 г. Трудовые ресурсы и их характеристика: Официальное издание. – М.: ИИЦ «Статистика России», 2008.
5. Федеральная служба государственной статистики Российской Федерации: Торговля в России. – М.: ИИЦ «Статистика России», 2009.



УДК 004.652.8

ПРОЕКТИРОВАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ «ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫМИ РЕСУРСАМИ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ»

Боголюбова А.А.

*Санкт-Петербургский государственный горный университет,
г. Санкт-Петербург, Россия*

В работе поэтапно рассмотрен процесс проектирования базы данных «Информационная модель управления земельными ресурсами особо охраняемых природных территорий», при создании которой использовалась модель «сущность-связь». Проведено определение сущностей предметной области и реальных связей, которые присутствуют между описываемыми объектами. Представлены полученные результаты проектирования.

База данных (БД) «Информационная модель управления земельными ресурсами особо охраняемых природных территорий» («ИМУ земельными ресурсами ООПТ») является основным автоматизированным хранилищем информации, с помощью которого можно в короткие сроки получать интересующую информацию об ООПТ Санкт-Петербурга посредством составления запросов и отчетов к БД.

Существуют различные подходы к моделированию в области информационных систем и баз данных. В данной работе была использована модель «сущность-связь». Поэтапно изложим процесс проектирования БД «ИМУ земельные ресурсы ООПТ».

Проектирование концептуальной БД проходило в рамках системного анализа. Проведено определение сущностей предметной об-

ласти и реальных связей, которые присутствуют между описываемыми объектами (создание концептуальной модели).

Перед непосредственным проектированием концептуальной модели БД был проведен анализ предметной (проблемной) области. Представленная проблемная область связана с управлением ООПТ Санкт-Петербурга, учетом земельных участков (ЗУ), на которых они располагаются, а также учетом землепользователей (балансодержателей), осуществляющих управление данными территориями. Проблемная область описывается следующими основными группами:

1. ООПТ СПб: это определенное количество объектов учета на территории Санкт-Петербурга, которые имеют уникальные имена, местоположение и другие характеристики.

2. Сведения об управляющей компании (балансодержателе): все ООПТ находятся на балансе у конкретного предприятия, которое осуществляет там деятельность в соответствии с законодательством. В Санкт-Петербурге это Государственное учреждение (ГУ) «Дирекция особо охраняемых природных территорий Санкт-Петербурга», а также собственники, пользователи и арендаторы ЗУ на территориях ООПТ.

3. Сведения о земельных участках: территории ООПТ неразрывно связаны с определенными ЗУ, непосредственно на которых они и располагаются.

4. Сведения о лесоустройстве: на территории ООПТ располагаются массивы леса – лиственных, хвойных деревьев, а также смешанных пород, которые отнесены к определенному лесничеству и имеют собственное внутреннее деление.

5. Объекты малой архитектурной формы (МАФы): на территории ООПТ располагаются административные корпуса, урны, скамейки, аншлаги, информационные щиты, шлагбаумы, орнитологические вышки и т.д. МАФы также должны подлежать учету.

6. Обременения (ограничения): на ЗУ, на которых расположены ООПТ, накладываются определенные ограничения в использовании, связанные с особой ценностью природных объектов, находящихся в границах ООПТ.

7. Гидрология: на территории ООПТ расположены водные объекты, которые имеют характеристики, такие как, протяженность в границах ООПТ, средняя ширина и глубина, площадь водного зеркала замкнутых объектов и т.д. На водные объекты накладываются ограничения в использовании их прибрежных полос. Эти ограничения накладывают обременения и на соответствующие ЗУ, на которых они расположены.

8. Почвенные условия: каждый ЗУ характеризуется конкретными почвенными условиями, которые влияют на рост и развитие насаждений ООПТ, их количественные и качественные характеристики.

9. Климатические условия: каждая ООПТ расположена по-разному относительно больших по площади водных объектов и акватории Финского залива, имеет разный перепад высот, среднюю годовую температуру, относительную влажность воздуха, а также скорость и направление ветра. Эти особенности влияют на биоразнообразие ООПТ и должны учитываться экологами с целью сохранения и поддержания биоразнообразия и природных ландшафтов на территории ООПТ.

10. Геологическое строение и рельеф: ООПТ имеют разное геологическое строение и рельеф, что обусловлено разными типами местоположений.

Стоит отметить, что в процессе анализа предметной области нами были выделены выделы вспомогательные группы:

1. Категория земель: каждый земельный участок относится к конкретной категории земель, которые определены Земельным кодексом Российской Федерации (РФ).

2. ОКАТО: ООПТ располагаются в муниципальных образованиях соответствующего района города. Эта сущность представляет собой фактически классификатор по административно-территориальному делению Санкт-Петербурга.

3. Отделы: основным органом управления ООПТ Санкт-Петербурга является ГУ «Дирекция ООПТ Санкт-Петербурга», которая состоит из отделов, имеющих отличные друг от друга функции.

Концептуальная модель разработанной БД «ИМУ земельными ресурсами ООПТ» приведена на рис.1.

После построения информационно-логической модели проектируемая БД была проанализирована с точки зрения правил нормализации. Анализ показал, что несколько атрибутов имеют составной характер. Поэтому они были выделены как отдельные сущности (ОКАТО, Отделы).

Для физического проектирования БД был выбран программный продукт Microsoft Access 2007, т.к. это наиболее популярная система управления базами данных (СУБД) для персональных компьютеров, которая входит в состав программного пакета Microsoft Office 2007, и представляет собой мощную систему, обеспечивающую эффективную разработку и сопровождение БД. Программа является общедоступной, простой в использовании, ее интерфейс визуально более понятен пользователю, а процесс обучения работы с ней не занимает много време-

ни. Возможности программы: импорт-экспорт информации из Microsoft Word, Excel; работа с источниками SQL-данных; обеспечение безопасности (назначение паролей); язык программирования Access Basic совместим с языком программирования ГИС MapInfo (MapBasic).

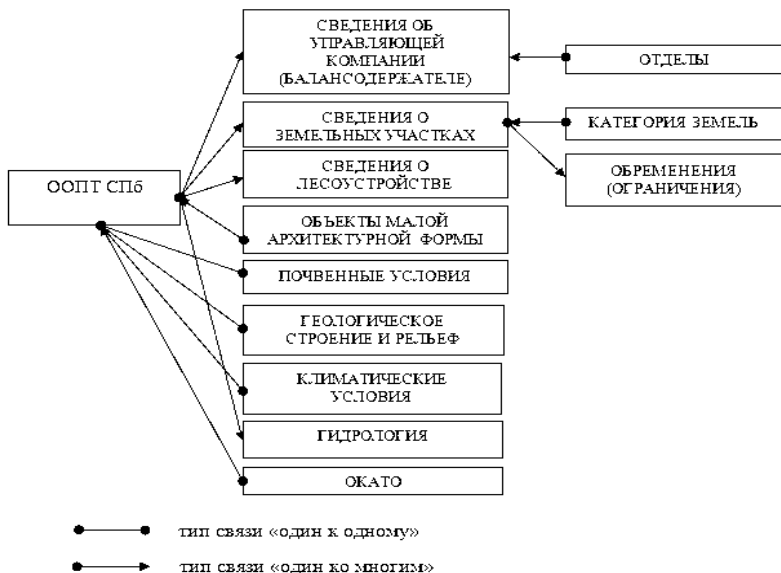


Рис. 1. Концептуальная модель БД «ИМУ земельными ресурсами ООПТ»

Разработанная информационная модель содержит земельно-кадастровую информацию на каждую ООПТ, т.е. на каждый объект учета, и включает в себя блоки (сущности), которые были выделены нами при разработки концептуальной модели БД. Для примера на рис. 2 приведен блок (форма) «ООПТ СПб», позволяющая наглядно визуализировать составную часть БД и хранящуюся в ней информацию.

В блок «Сведения о земельных участках» включен блок-раздел «Обременения (ограничения)», который при необходимости (если обременений в использовании земли нет) можно отключать. Выделенные блоки содержат сведения о ЗУ, расположенных на территории ООПТ и прошедших кадастровый учет; об обременениях (ограничениях) на эти ЗУ, связанные с установленными режимами охраны природных объектов. Стоит отметить, что рассматриваемая БД позволяет вводить информацию по нескольким обременениям и по нескольким земельным участкам, относящимся к конкретной ООПТ.

УДК 711.142

О СОСТАВЕ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ПРИ КАДАСТРОВОЙ ОЦЕНКЕ ЗЕМЕЛЬ НАСЕЛЁННЫХ ПУНКТОВ

Трибуц О.А.

*Санкт-Петербургского государственного горного университета,
г. Санкт-Петербургского, Россия*

В статье рассматриваются инженерно-геологические факторы, учитываемы в настоящее время при кадастровой оценке земель населённых пунктов. Приведены примеры их влияния на состояние объектов недвижимости и условия их эксплуатации. Показана необходимость включения зон геодинамически активных разломов в состав инженерно-геологических факторов, используемых при кадастровой оценке земель населённых пунктов.

Эффективное управление земельными ресурсами предполагает знание стоимости земель. Она определяется как рыночная стоимость, а в её отсутствие как кадастровая стоимость.

Кадастровая стоимость земельного участка – это количественное выражение ценности (полезности) участка при существующем его использовании. Полезность означает способность объекта недвижимости удовлетворить потребности собственника в конкретном месте и периоде времени и выступает ключевым критерием для оценки любого недвижимого имущества. Она обусловлена совокупностью характеристик земельного участка, которые определяют целевое назначение, возможность и способы его эксплуатации, а в результате — величину и сроки получения доходов или других выгод от использования земли. Для городских земель особое значение имеет местоположение, внешнее окружение и потенциал повышения стоимости конкретного участка.

Кадастровая оценка земель – является многоаспектной, многофакторной задачей. В ряду учитываемых групп факторов имеются: физические характеристики земельного участка, характеристики его местоположения, окружения, социальная и коммунальная инфраструктура, состояние окружающей среды, градостроительная информация, социально-экономические показатели. Одним из факторов, существенно влияющих на результат оценки, является инженерно-геологический фактор, характеризующий геологические условия, сложившиеся на земельном участке.

Важность учета инженерно-геологических факторов (карстов, грунтов, подземных вод, тектоники) подтверждается многочисленны-

ми исследованиями, посвященными рассмотрению вопроса влияния указанных факторов на здоровье людей и эксплуатацию объектов недвижимости. Рассмотрим далее примеры влияния некоторых из указанных факторов на условия жизни и эксплуатации объектов недвижимости.

Карст – это совокупность явлений, связанных с деятельностью воды (поверхностной и подземной) и выражающихся в растворении горных пород и образовании в них пустот разного размера и формы. Приблизительно третья часть поверхности суши сложена горными породами, подверженными карстообразованию. Фактически площади с проявлением карста занимают 15% земной поверхности. В России карстовые процессы в большей степени характерны для Европейской части, и в общей сложности более, чем в 300 городах наблюдаются подобные явления. Карст существенным образом влияет на ландшафт. Последствиями могут быть как небольшие проседания со скоростью до нескольких миллиметров в год, так и гигантские воронки, достигающие сотен метров в глубину и в диаметре. Карстовые явления негативно влияют на транспортные коммуникации, гидросооружения, промышленные и гражданские объекты.

Так, например, в северо-западной части Москвы в 1975-2000 гг. зафиксировано 42 провальные воронки диаметром от нескольких метров до 40 м и глубиной от 1,5 до 8 м. В районе Хорошевских улиц в 1969 и 1977 гг. полностью разрушились 3 дома. В г. Дзержинске Нижегородской области в июле 1992 г. произошел провал пола в цехе N 19 ПО «Дзержинскиммаш». В Туле в апреле 2005 года в результате карстового провала серьёзно пострадало девятиэтажное здание Конструкторского бюро приборостроения. А всего в Тульской области в 1999-2001 гг. случилось 10 провалов и 12 оползней.

Аварии, связанные с карстовыми явлениями не редки и на железнодорожных магистралях: Горьковской, Куйбышевской, Свердловской, Приволжской, Северной, Московской, Восточно- Сибирской. В 1949 году в районе станции Кишерт за несколько часов произошло три провала с образованием воронок диаметром 30 метров и глубиной 10 метров. Здесь еще в начале XX века в 65 метрах от железнодорожного полотна образовался провал, где сейчас раскинулось озеро Молебное диаметром 120 метров и глубиной 19 метров. К катастрофическим последствиям привел карстовый провал в 1986 году на Березниковском калийном руднике №3. В настоящее время этот провал глубиной 40 метров заполнен водой. Причиной крушения грузового поезда в 1993 году на Горьковской дороге опять-таки стал карстовый провал.

Грунты с пониженной несущей способностью также представляют собой большую опасность. В качестве примера приведём здание, расположенное в Санкт-Петербурге по адресу Шипкинский переулок д.3а. Возведение двухсекционного 17-этажного дома со встроенными гаражами началось в 1995 году. Здание, выстроенное на монолитной фундаментной плите, было сдано в эксплуатацию в 2001 г с наклоном 60 см на северо-восток, через два года наклон увеличился до 78 см. После проведённых на объекте исследований, специалисты выяснили, что вся северо-восточная часть дома находится в зоне с пониженной несущей способностью грунта, причем северо-восточный угол здания – в месте пересечения двух зон с пониженной несущей способностью грунта.

Таким образом, очевидно, что рассмотренные факторы объективно включены в методики кадастровой оценки земель населённых пунктов. Однако среди инженерно-геологических факторов особо выделяются зоны геодинамически активных разломов (ГДАР). Они представляют собой зоны повышенной проницаемости и напряженности земной коры. В пределах ГДАР развита совокупность подчас одновременно действующих геофизических, геохимических, энергетических явлений. Причём их влияние неблагоприятно сказывается не только на функционировании объектов недвижимости, но и на здоровье человека. Тем не менее, при кадастровой оценке земель они не учитываются.

Исследования учёных Мельникова Е.К., Шабарова А.Н., Рудника В.А., Кондрич М.Ф. и других доказывают, что негативное влияние таких зон на здоровье человека в несколько раз превосходит отрицательное воздействие загрязнённости территорий выбросами промышленных предприятий и автотранспорта. Кроме того, нахождение жилых домов над ГДАР способствует развитию раковых, сердечно-сосудистых заболеваний, врождённых пороков.

Более того, в пределах зон ГДАР повышается вероятность возникновения природно-техногенных, транспортных и экологических рисков. В местах пересечений дорогами зон активных разломов в 4-5 раз, а узлов их сопряжения в 10-20 раз увеличивается число дорожно-транспортных происшествий. Около 90% аварий на трубопроводах происходят в местах влияния ГДАР. В пределах активных разломов возникают нарушения герметичности тоннелей метрополитена. В качестве примера можно привести прорыв в 1974 г. обводненных песков в тоннеле возле станции метро "Площадь Мужества". При этом обрушилось здание, построенное над сооружениями метрополитена. Аварийная ситуация повторилась в 1995 г., был затоплен значительный участок тоннелей. На месте, где в настоящее время стоит дом № 50 по

проспекту Металлистов, в начале 60-х годов обрушилось пятиэтажное здание. Разрушающиеся вследствие влияния зон активных разломов дома есть в Красном селе и на Ленинском проспекте Санкт-Петербурга.

Таким образом, ГДАР являются неотъемлемой частью земельного участка, которая влияет на здоровье и поведенческие особенности человека, на состояние транспортных, инженерных, подземных коммуникаций, здания и сооружения, и соответственно на кадастровую стоимость земли. Особенно существенно это влияние проявляется на урбанизированных территориях. На основании вышеизложенного автор считает актуальным и необходимым дальнейшее всестороннее изучение данного явления, а также включение такого инженерно-геологического фактора как геодинамически активный разлом в состав инженерно-геологических факторов при кадастровой оценке земель населённых пунктов.

Библиографический список

1. Влияние геодинамически активных зон разломов на здоровье населения города Санкт-Петербурга и Ленинградской области / Мельников Е.К., Шабаров А.Н., Петров Е.И., Сиващенко П.П. // *Город и геологические опасности: Матер. междунар. конф. - СПб., 2006. – Том 2. -С. 236-247.*
2. Говорушко С. М. Влияние карста на человеческую деятельность // *Проблемы окружающей среды и природных ресурсов. - 2008. - № 6. - С. 132-142.*
3. Рудник В. А. Влияние зон геологической неоднородности земли на среду обитания // *Вест.РАН. – 1996. - Том 66; №8. -С. 713-719.*
4. Мельников Е.К., Кондрич М.Ф. Влияние геопатогенных зон на здоровье населения Санкт-Петербурга и Ленобласти [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.chizhevski.ru/vestnik/9-ecology/122-vliianie-son/>; свободный. – Загл. с экрана.



УДК 622-047.36

МОНИТОРИНГ В РАЙОНАХ РАЗВИТИЯ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ И ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Козлова О.А., Лобанова Н. А.

научный руководитель Струков В. Б.

Тульский государственный университет, г.Тула, Россия

Из всех видов хозяйственной деятельности горнодобывающая промышленность оказывает наиболее существенное техногенное воз-

действие на геологическую среду, вследствие чего организация мониторинга в районах развития этого производства является актуальной и важной задачей.

Для правильной организации мониторинга геологической среды в таких районах необходимо учитывать различные особенности горнодобывающих предприятий, которые обуславливают характерные черты их техногенного воздействия.

Влияние горнодобывающих предприятий на геологическую среду, согласно Г.А. Голодковской (1989), определяется двумя группами факторов: собственно природными условиями данного месторождения (строением геологической среды) и способом разработки месторождения. Обе группы факторов изменений геологической среды должны непременно учитываться при организации мониторинга в районах горнодобывающих предприятий.

В первую группу факторов входят основные компоненты геологической среды: геолого-структурный, гидрогеологический, геоморфологический, геодинамический. Вторая группа факторов связана со способом разработки месторождений, среди которых основными являются: открытые горные работы, подземные горные работы, извлечение полезных ископаемых скважинами, геотехнологические способы добычи (подземна) переработка полезных ископаемых).

Открытые горные работы являются наиболее экологически напряженным способом добычи, в наибольшей мере влияющим на компоненты геологической среды. Отсюда следует, что при организации мониторинга геологической среды в районах открытых разработок наблюдательная сеть должна быть направлена на мониторинг подземных вод (гидродинамический режим и химический состав вод), на наблюдения за устойчивостью бортов карьеров и отвалов пород, на наблюдения за различными возможными видами загрязнения горных пород, почв и ландшафта в целом.

Подземный (шахтный) способ разработки полезных ископаемых также влечет за собой ряд негативных в экологическом и инженерно геологическом отношении процессов. К ним относятся: изменение гидрогеологических условий (режим, химический состав, температура), захватывающие глубокие водоносные горизонты; вовлечение в оборот агрессивных и минерализованных сбросных подземных вод, изменение напряженного состояния горных пород в глубине массивов (формирование горных ударов, вывалов, обрушений кровли, проседания); изменение ландшафта, связанное с отвалами и хранением добытого полезного ископаемого; изменение температурного полумассива.

По характеру добываемых полезных ископаемых и интенсивности техногенной нагрузки на геологическую среду в общей структуре горнодобывающей промышленности выделяются три отрасли:

- 1) горнорудная и угольная промышленность;
- 2) промышленность горно-химического сырья;
- 3) нефтяная и газовая промышленность.

Каждая из них имеет свои специфические особенности в технологии добычи полезных ископаемых, глубине проникновения в недра, воздействии на геологическую среду, что также необходимо учитывать при организации мониторинга.

Извлечение полезных ископаемых скважинами (в основном нефти и газа) влечет за собой: изменение гидрогеологических условий (режим, химический состав) территории, включая глубокие водоносные горизонты; изменение напряженного состояния пород; поверхностно химическое загрязнение ландшафта и его изменение.

Наименьшие экологические последствия связаны с геотехнологическим извлечением полезных ископаемых. Тем не менее, при этом способе добычи возникает: изменение напряженного состояния пород (формирование мульд проседания, карста и т.д.); изменение термического режима массивов пород; изменение гидрогеологических условий (в зависимости от способа добычи); изменение ландшафта и его химическое загрязнение.

При разработке месторождений полезных ископаемых с использованием средств гидромеханизации формируются специфические техногенные массивы из намывных грунтов, образующих упорные призм, а также гидроотвалы и хвостохранилища. Намывной массив представляет собой сложную изменяющуюся во времени систему, для обеспечения устойчивости которого, установления закономерностей изменения его состояния к разработке управляющих решений и рекомендаций по рациональной технологии его формирования, организуется локальный и детальный мониторинг намывного массива. Его организация проводится аналогично организации литомониторинга горнодобывающего комплекса.

Библиографический список

1. Королев В.А. Мониторинг геологической среды. М.: Изд-во МГУ, 1995. — 272 с.
2. Голодковская Г.А., Елисеев Ю.Б. Геологическая среда промышленных регионов. М.: Недра, 1989. — 220 с.



УДК 502.521

УСТОЙЧИВОСТЬ ПОЧВ К АНТРОПОГЕННЫМ ВОЗДЕЙСТВИЯМ

Томах Н.С., Астафьев М.В.

научный руководитель Струков В. Б.

Тульский государственный университет, г.Тула, Россия

Почва - один из важнейших компонентов окружающей природной среды. Все основные ее экологические функции замыкаются на одном обобщающем показателе - почвенном плодородии. Отчуждая с полей основной (зерно, корнеплоды, овощи и др.) и побочный урожай (солома, листья, ботва и др.), человек размыкает частично или полностью биологический круговорот веществ, нарушает способность почвы к саморегуляции и снижает ее плодородие. Даже частичная потеря гумуса и, как следствие, снижение плодородия, не дает почве возможность выполнять в полной мере свои экологические функции, и она начинает деградировать, т. е. ухудшать свои свойства. К деградации почв (земель) ведут и другие причины, преимущественно антропогенного характера.

Основные виды антропогенного воздействия на почвы следующие:

1. эрозия (ветровая и водная);
2. загрязнение;
3. вторичное засоление и заболачивание;
4. опустынивание;
5. отчуждение земель для промышленного и коммунального строительства.

Слово "эрозия" происходит от латинского *erosio*, что означает "разъедать", "выглаживать" или "выгрызать". В зависимости от факторов, обуславливающих развитие эрозии, выделяют два основных ее типа - водную и ветровую. В свою очередь, водная эрозия подразделяется на поверхностную (плоскостную) и линейную (овражную) - размыв почвы и подпочвы.

К эрозионным процессам относят также промышленную эрозию (разрушение сельскохозяйственных земель при строительстве и разработке карьеров), военную эрозию (воронки, траншеи), пастбищную эрозию (при интенсивной пастьбе скота), ирригационную (разрушение почв при прокладке каналов и нарушении норм поливов) и др.

Поверхностные слои почв легко загрязняются. Большие концентрации в почве различных химических соединений - токсикантов пагубно влияют на жизнедеятельность почвенных организмов. При этом

теряется способность почвы к самоочищению от болезнетворных и других нежелательных микроорганизмов, что чревато тяжелыми последствиями для человека, растительного и животного мира. Например, в сильно загрязненных почвах возбудители тифа и паратифа могут сохраняться до полутора лет, тогда как в незагрязненных - лишь в течение двух-трех суток.

Основные загрязнители почвы:

1. пестициды (ядохимикаты);
2. минеральные удобрения;
3. отходы и отбросы производства;
4. газодымовые выбросы загрязняющих веществ в атмосферу;
5. нефть и нефтепродукты.

В процессе хозяйственной деятельности человек может усиливать природное засоление почв. Такое явление носит название вторичного засоления и развивается оно при неумеренном поливе орошаемых земель в засушливых районах.

Заболачивание почв наблюдается в сильно переувлажненных районах, например, в Нечерноземной зоне России, на Западно-Сибирской низменности, в зонах вечной мерзлоты. Заболачивание почв сопровождается деградационными процессами в биоценозах, появлением признаков оглеения и накоплением на поверхности неразложившихся остатков. Заболачивание ухудшает агрономические свойства почв и снижает производительность лесов.

Одним из глобальных проявлений деградации почв, да и всей окружающей природной среды в целом, является опустынивание. Опустынивание - это процесс необратимого изменения почвы и растительности и снижения биологической продуктивности, который в экстремальных случаях может привести к полному разрушению биосферного потенциала и превращению территории в пустыню.

Всего в мире подвержено опустыниванию более 1 млрд. га практически на всех континентах. Причины и основные факторы опустынивания различны. Как правило, к опустыниванию приводит сочетание нескольких факторов, совместное действие которых резко ухудшает экологическую ситуацию.

Почвенный покров агроэкосистем необратимо нарушается при отчуждении земель для нужд несельскохозяйственного пользования: строительства промышленных объектов, городов, поселков, для прокладки линейно-протяженных систем (дорог, трубопроводов, линий связи), при открытой разработке месторождений полезных ископаемых и т. д. По данным ООН, в мире только при строительстве городов и дорог ежегодно безвозвратно теряется более 300 тыс. га пахотных

земель. Конечно, эти потери в связи с развитием цивилизации неизбежны, однако они должны быть сокращены до минимума.

Воздействие человеческого общества на почвенный покров представляет собой одну из сторон общего влияния человека на окружающую среду.

Серьезную проблему создает антропогенное загрязнение почв. Бесконтрольно нарастающее количество выбросов промышленных и бытовых отходов в окружающую среду во второй половине 20 в. достигло опасного уровня. Химические соединения, загрязняющие природные воды, воздух и почву, по трофическим цепям поступают в растительные и животные организмы, вызывая этим последовательное повышение в них концентрации токсикантов.

Почву необходимо оградить от влияния процессов, разрушающих ее ценные свойства – структуру, содержание почвенного гумуса, микробного населения, и в то же время от поступления и накопления вредных и токсичных веществ.

Устойчивость - это способность возвращаться после возмущения в исходное состояние и сохранять производительную функцию в социально-экономической системе.

Для геосистем предложено выделять различные типы устойчивости: геохимическая устойчивость - способность к самоочищению от продуктов загрязнения; биологическая устойчивость - оценка восстановительных и защитных свойств растительности; физическая устойчивость литогенной основы (для почв - противозерозивная устойчивость).

Следует различать два типа устойчивости морфологической организации почвы.

Пассивная устойчивость связана с "грубостью" морфологической структуры, т.е. малой ее чувствительностью к изменению функционирования и окружающей среды. Этот тип устойчивости наиболее характерен для низших уровней организации - первичных гранулометрических частиц.

Активная (динамическая) устойчивость почв и почвенного покрова обусловлена постоянным или краткопериодическим воспроизводством морфоструктур. Следует различать два рода механизмов подобной устойчивости.

Почвенный покров Земли играет решающую роль в обеспечении человечества продуктами питания и сырьем для жизненно важных отраслей промышленности. Поэтому непрерывный контроль за состоянием почв и почвенного покрова - обязательное условие получения планируемой продукции сельского и лесного хозяйства.

Библиографический список

1. Федоров А. С. Устойчивость почв к антропогенным воздействиям. Издательство: СПбГУ, 2008
2. Чернова О.В. Проект Красной книги почв России // Почвоведение. - 1995. - № 4. - С.514-519.
3. А.И. Воронцов, Н.Г. Николаевская. Вопросы экологии и охраны окружающей среды, Москва, 1986 г.
4. Валова В.Д. ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ. Издательский дом "Дашиков и Ко". М – 2001.
5. Почвоведение Учебники и учебные пособия для ВУЗов. Издательский центр "Март", 2006, С. 495.



УДК [332.234.4:631.1]-047.36

МОНИТОРИНГ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Трясова Д.С., Тарасов А.С.

научный руководитель Струков В. Б.

Тульский государственный университет, г.Тула, Россия

Мониторинг – это наблюдение за состоянием окружающей среды (атмосферы, гидросферы, почвенно-растительного покрова, а также техногенных систем) с целью ее контроля, прогноза и охраны.

Рассмотрим мониторинг земель с/х назначения.

Как защитить земли сельскохозяйственного назначения от загрязнения? Особое внимание следует уделять охране земель с/х назначения от бактериальных и паразитарных загрязнений, так как многие виды бактерий и паразитов являются возбудителями заразных болезней растений, животных и человека.

Источниками опасных бактериальных и паразитарных загрязнений служат стоки животноводческих ферм и комплексов, сточные воды мясокомбинатов, боен, убойных пунктов, кожевенных, шерстопрядильных и утилизационных заводов, биофабрик, ветеринарных пунктов, медицинских учреждений. В сточных водах обнаружены возбудители туберкулеза, бруцеллеза и других болезней животных и человека.

Возникает необходимость проведения специальных мероприятий по обезвреживанию отходов ветеринарных и медицинских учреждений, мясокомбинатов и других предприятий.

Эффективнее термический метод обеззараживания отходов, но он дорогой и трудоемкий, поэтому его применяют редко. Используют

химический метод обеззараживания сточных вод с помощью применения негашеной извести, хлорной извести, газообразного хлора.

Для очистки загрязненных вод используются механические, физические, химические, биологические методы и т. д.

Механической очистке подвергают воду, загрязненную мусором, частицами грунта, другими грубо- и мелкодисперсными агентами. Грубодисперсные примеси отделяют отстаиванием и флотацией, мелкодисперсные – фильтрованием. Твердые частицы величиной более 5 мм задерживаются решетками, мелкие – ситами. Для улавливания маслянистых веществ используют маслоуловители, нефти – нефтеловушки, смолы – смолоуловители и т.д. С помощью физико-химических методов очистки из сточных вод удаляются растворенные в них органические и неорганические соединения. Загрязняющие воду вещества осаждают с помощью гидролиза, электрогидролиза, ионного обмена, адсорбции, коагуляции, хлорирования, озонирования и т. д.

Разрабатывают очистные сооружения, функционирующие по замкнутому циклу. Очистные сооружения позволяют не только предохранять среду от вредных газообразных соединений, но и улавливать некоторые ценные вещества, ранее выбрасываемые в атмосферу. Так, Д. Арманд отмечал, что на одном алюминиевом заводе были установлены воздухоочистительные фильтры, улавливающие 98 % ранее терявшегося фтора. Это позволило получать ежегодную дополнительную прибыль.

Остается актуальной проблема охраны среды от загрязнений пестицидами. Для профилактики пестицидных отравлений людей и животных необходимо строгое соблюдение утвержденных санитарных правил по технике безопасности при хранении, транспортировке и применении пестицидов в сельском хозяйстве.

При химических обработках сельскохозяйственных угодий следует учитывать необходимость сохранения энтомофагов – естественных врагов насекомых-вредителей.

Следует пользоваться такими пестицидами, которые бы уничтожали вредителей, не нанося вреда другим организмам и не нарушая биологического равновесия в природе. До сих пор, по существу, нет таких пестицидов, которые были бы ядовиты только для определенного вида и не устраняли бы опасности отравления жизни. Поэтому необходимы эффективные нехимические методы борьбы с вредителями сельского хозяйства.

Как защитить земли сельскохозяйственного назначения от деградации? В системе мероприятий, направленных против водной эрозии почв, важное значение приобрела безотвальная глубокая пахота. Скон-

струированные принципиально новые машины не оборачивают пласт почвы, а лишь разрыхляют его. После вспашки почин больше вбирает в себя воды и дольше ее удерживает. Условия для роста и развития растений улучшаются, и они надежнее защищают почву от смыва.

Движение пахотного агрегата по контуру горизонтали легло в основу названия метода – контурная обработка почв, которую проводят с целью предохранения их от эрозии. Этот метод получил широкое распространение во многих странах мира. Для предупреждения водной эрозии, связанной с ирригацией, проводят полив по бороздам, глубина и длительность которых определяются в зависимости от особенностей почв, уклона поверхности полевого участка и других экологических факторов.

Для борьбы с оврагообразованием сооружают водоотводные валы, лотки, перемычки из валежника. В эрозионноопасных местах проводят щелевание почвы. Расположенные поперек склона щели перехватывают значительное количество поверхностного стока. Учитывая особенности эродированности почв, для каждого поля определяется соответствующая технология возделывания сельскохозяйственных культур и кормовых трав. По степени защиты почв от эрозии культуры бывают: слабого смыва – многолетние травы; среднего смыва – яровые зерновые и озимые; сильного смыва – пропашные.

В комплексе мероприятий по предотвращению ветровой эрозии предусматривают защиту полевого участка от действия ветра, охрану почвенного покрова от иссушения, так как влажная почва более прочна и не поддается дефляции. Развитию ветровой эрозии препятствуют леса и лесные полосы, способствующие снижению силы и скорости ветров.

Рекомендуют проводить узкорядные и перекрестные посевы, так как равномерное распределение растений по площади обеспечивает надежную защиту почвы от эрозии. В борьбе с ветровой эрозией существенную роль играют кулисы из высокостебельных растений (подсолнечника, кукурузы, горчицы). Они улучшают процесс задержания снега и тем самым способствуют охране почв от ветровой эрозии. Ветровая эрозия ослабляется при мульчировании почв.

Осушение – комплекс мероприятий по удалению излишней воды из почв и горных пород. Его проводит гидротехническими и фитомелиоративными методами. Осушение земель не должно приводить к переосушению почв с/х назначения и негативным изменениям в природе. В некоторых местах, где влажность земель резко колеблется в период вегетации растений или по годам, проводят осушительно-обводнительную мелиорацию.

Орошение – искусственное увлажнение земель с целью регулирования водно-солевого состава почв и обеспечения потребностей растений во влаге. Его проводят в форме дождевания, по бороздам, сплошного напуска и т. д. Наиболее экономно капельное орошение, при котором вода подается небольшими порциями непосредственно к корневым системам растений.

В качестве вывода, мы можем отметить, что рациональное использование и охрана земель с/х назначения – многогранная комплексная проблема. И подход к решению ее, тоже должен носить неоднозначный комплексный характер.

Можно выделить как механизм три аспекта решения проблемы: экономический или хозяйственный, экологический и юридический или правовой. Первые два очень тесно переплетаются и видимо есть смысл говорить об одном аспекте – эколого-экономическом. Здесь имеет смысл вести поиск прежде всего в плане повышения эффективности использования земель, в первую очередь почв.

В широком смысле это высокоэффективные и малоотходные технологии. В узком конкретном смысле это целый комплекс мероприятий по повышению эффективности использования земель.

Что касается правового аспекта повышения эффективности использования земель и охраны их, главным здесь является дальнейшее совершенствование земельного законодательства, разработка механизма применения законов. Так незамедлительного принятия, на наш взгляд, Земельный кодекс, закон «О почвах».

Принятие и реализация закона «О почвах» позволит затормозить, а потом (в течение 10-15 лет), по мнению специалистов, остановить катастрофический процесс потерь почв, их деградацию и загрязнение. Введение и реализация Закона реально замедлит эти негативные процессы в течение ближайших 5 лет, что определяет экономическую целесообразность его принятия.

С учетом сложившейся ситуации политика земельных отношений должна быть направлена не столько на смену земельной собственности, сколько на создание условий для эффективного экологически безопасного землепользования, повышения плодородия почв и роста сельскохозяйственного производства, современной и качественной рекультивации нарушенных и загрязненных земель.

Библиографический список

1. Варламов А.А., Захаров С.Н. *Мониторинг земель*. – М.: Издательство, 2000. – 356 с.
2. Лапочкин С.Г. *Мониторинг и кадастр природных ресурсов*. – М.: Логос, 2002. – 243 с.
3. Поляков Ю.А. *Земельная реформа: Проблемы регионального мониторинга земель*. – М.: Сатурн, 1999. – 96 с.
4. Панкова Е.И. *Новая книга о мониторинге земель*. – М.: Авантра +, 2006. – 165 с.

5. Пахомова Ю.И. Мониторинг и охрана земель. – М.: Старт, 2001. – 56 с.



УДК 711

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МЕТОДИКИ РЕГИСТРАЦИИ, ХРАНЕНИЯ И ВИЗУАЛИЗАЦИИ АРХИТЕКТУРНО- СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЕКТОВ В РАМКАХ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Скачкова М.Е.

*Санкт-Петербургский государственный горный университет,
г. Санкт-Петербург, Россия*

Представлена усовершенствованная методика регистрации, хранения и визуализации архитектурно-строительных проектов в Управлении информационного обеспечения градостроительной деятельности Комитета по градостроительству и архитектуре Санкт-Петербурга.

С момента внедрения информационной системы обеспечения градостроительной деятельности (ИСОГД) на территории города Санкт-Петербурга в ней накопился огромный массив информации в области градостроительной деятельности, который успешно используется для решения задач территориального управления и регулирования городской застройки, а также играет координирующую роль в организации развития территории, осуществляемой органами власти, инвесторами и застройщиками независимо от их правового статуса и форм собственности. Но ввиду увеличения объема данных возникают трудности в Комитете по градостроительству и архитектуре в оперативном размещении их в ИСОГД, а также в их восприятии и визуализации. Следовательно, необходимо искать пути решения возникших проблем, так как от этого зависит эффективность работы всего Комитета по градостроительству и архитектуре.

Целью работы являлось усовершенствование существующей методики регистрации, хранения и визуализации архитектурно-строительных проектов в рамках информационного обеспечения градостроительной деятельности (ИОГД) в Управлении информационного обеспечения градостроительной деятельности в Комитете по градостроительству и архитектуре города Санкт-Петербурга.

Объекты, на примере которых рассматривалось применение существующей и усовершенствованной методики расположены в Невском районе города Санкт-Петербурга.

В ходе исследований была рассмотрена нормативно-правовая база ИСОГД, существующая методика регистрации, хранения и визуализации архитектурно-строительных проектов, входящих в VI раздел информационной системы, а также были выявлены основные достоинства и недостатки в сложившейся методике и неурегулированные правовыми нормами вопросы.

На основании проведенного комплексного анализа было предложено устранить недостатки:

- в нормативно-правовом обеспечении процесса регистрации электронных версий согласованных архитектурно-строительных проектов;
- в структуре базы данных Microsoft Access, использование которой необходимо в процессе регистрации электронных версий проектов;
- в структуре ГИС MapInfo Professional касательно хранения и визуализации согласованных архитектурно-строительных проектов.

1. Нормативно-правовое обеспечение

Архитектурно-строительные проекты, входящие в состав VI раздела «О застроенных и подлежащих застройке земельных участков» ИСОГД Санкт-Петербурга, пополняют информационную систему новыми данными, при этом темпы их прироста с каждым годом увеличиваются, а, следовательно, сотрудникам УИОГД тяжело справляться с такими объемами работ. Происходит это и вследствие того, что не закреплён нормативно-правовыми документами и не конкретизирован перечень материалов и требования к электронным версиям архитектурно-строительных проектов, предоставляемых при их регистрации в ИСОГД, возникают проблемы при хранении этих проектов в автоматизированной информационной системе MapInfo.

Для решения вышеперечисленных проблем при предоставлении электронной версии согласованного архитектурно-строительного проекта в Управление ИОГД Санкт-Петербурга должны выполняться следующие определенные требования к материалам. Данные требования должны быть включены в Распоряжение Комитета по градостроительству и архитектуре города Санкт-Петербурга и подписаны председателем Комитета. Тогда будет обеспечиваться полный набор необходимых материалов, размещаемых в ИСОГД, регистратор будет иметь основания предъявлять претензии к проектировщикам и отказывать в ре-

гистрации электронной версии проекта в случае несоответствия закрепленным требованиям.

2. Усовершенствование семантической базы данных Microsoft Access ИСОГД

Спроектированная база данных Microsoft Access, которой в настоящее время пользуются сотрудники Управления информационного обеспечения градостроительной деятельности, облегчает и ускоряет процесс регистрации электронных версий архитектурно-строительных проектов, облегчает поиск нужных данных и позволяет получать ответы на некоторые вопросы. Но также включает избыточные таблицы, которые не используются в работе и поля которых не пополняются новыми записями, а также отсутствуют востребованные данные о высоте и кодах видов разрешенного использования объектов капитального строительства и реконструкции.

В результате системного анализа существующей в настоящее время базы данных Access была осуществлена ее доработка и создана усовершенствованная физическая модель (рис.1).

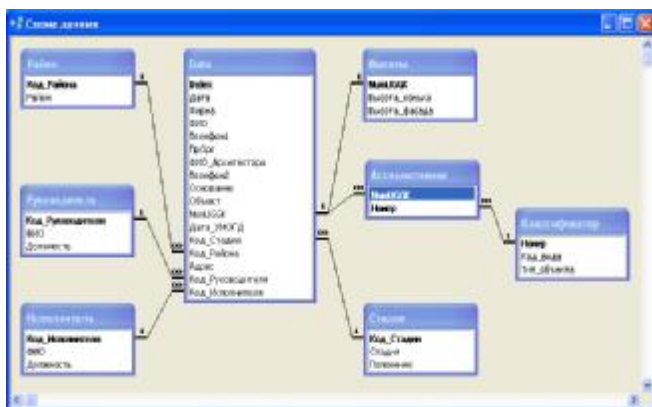


Рис.1. Усовершенствованная физическая модель базы данных ИСОГД, разработанная с использованием средств Microsoft Access

4. Усовершенствование методики хранения и визуализации архитектурно-строительных проектов в среде ГИС MapInfo Profession

Под хранением архитектурно-строительных проектов понимается как непосредственное размещение некоторых данных о них на сервере ИСОГД, так и формирование тематических слоев, используя возможности ГИС MapInfo Professional.

При существующей в настоящее время методике все архитектурно-строительные проекты заносятся в один слой - «Согласования». При предлагаемой – архитектурно-строительные проекты будут заноситься в один из четырех слоев, соответствующих стадии проектирования:

а) «Предпроектные предложения» - слой, в котором хранятся архитектурно-строительные проекты на стадии «Предпроектные предложения»;

б) «Проект» - слой, в котором хранятся архитектурно-строительные проекты на стадии «Проект»;

в) «Рабочий проект» - слой, в котором хранятся архитектурно-строительные проекты на стадии «Рабочий проект»;

г) «Эскизный проект» - слой, в котором хранятся архитектурно-строительные проекты на стадии «Эскизный проект».

На рис.2 изображен фрагмент карты, полученный после занесения 650 архитектурно-строительных проектов в слои «Проект», «Предпроектные предложения», «Рабочий проект» и «Эскизный проект», при этом фиолетовым, синим, зеленым и красным цветом оконтурены соответствующие слои.

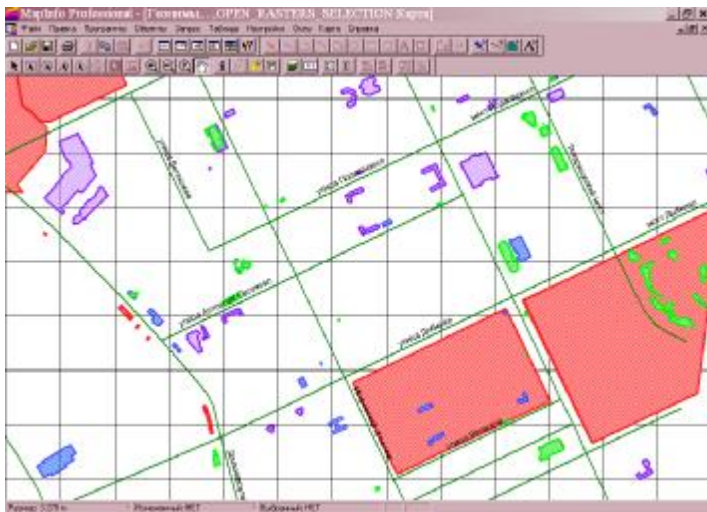


Рис.2. Изображение архитектурно-строительных проектов на разных стадиях проектирования в среде ГИС MapInfo

Наложение одного слоя на другой обусловлено тем, что на один и тот же объект строительства или реконструкции разрабатываются несколько проектов на различных стадиях.

Для наглядности на рис.3 представлен аналогичный фрагмент карты, полученный в условиях существующей методики.

Информация, получаемая в результате визуального просмотра карты при усовершенствовании методики является более объемной, неискаженной по сравнению с информацией, получаемой при существующей в настоящее время методике.

Следует обратить внимание на то, что все нереализованные архитектурно-строительные проекты будут удаляться из соответствующего стадии слоя, как только на данной территории будет появляться новый разработанный проект. Но электронные версии нереализованных проектов будут сохраняться в архив «Нереализованные проекты» на сервере КГА Санкт-Петербурга.

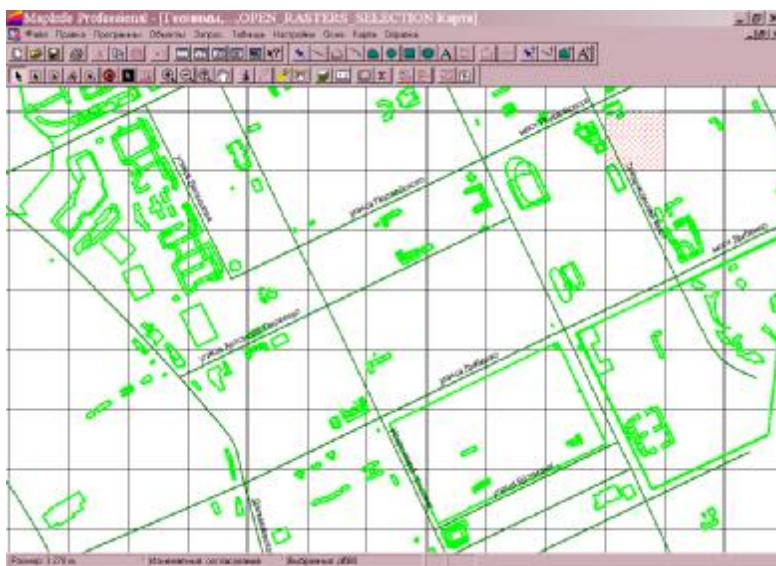


Рис.3. Фрагмент карты слоя «Согласования»

Т.о. были рассмотрены вопросы, касающиеся осуществления процесса регистрации, хранения и визуализации архитектурно-строительных проектов в Управлении информационного обеспечения градостроительной деятельности Комитета по градостроительству и

архитектуры Санкт-Петербурга по усовершенствовании существующей методики. Была спроектирована новая база данных Microsoft Access, которая должна применяться при регистрации электронных версий проектов, усовершенствован процесс хранения и визуализации проектов в ГИС MapInfo Professional.



УДК 528.7:004.9

СОЗДАНИЕ ПАНОРАМНЫХ СНИМКОВ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММЫ PHOTOMOD

Черемисин А.С.

Научный руководитель Устинова Е.А.

Тульский государственный университет, г.Тула, Россия

Рассмотрен порядок создания панорамных снимков с помощью программы Photomod

Программа Photomod [1] предназначена для фотограмметрической обработки данных дистанционного зондирования на ПК.

К ее функциональным возможностям относятся:

обработка снимков центральной проекции и сканерных изображений;

обработка радарных снимков;

блочная фототриангуляция;

построение цифровых моделей рельефа;

создание ортофотопланов, ортофотомозаики;

векторизация в стереорежиме;

векторизация по ортофотоплану;

создание и печать электронных карт;

калибровка планшетных полиграфических сканеров.

Рассмотрим порядок работы в программе Photomod для создания панорамных снимков.

1. Загружаем нужные нам фото и переводим их в удобный формат tiff; с его помощью процесс обработки точек будет более быстрым.

2. После того, как фото загружено в программу, присваиваем ему камеру (вводим параметры той камеры, которой производилась съемка). Это необходимо для достижения необходимой точности сбора и объединения фотографий (рис.1).

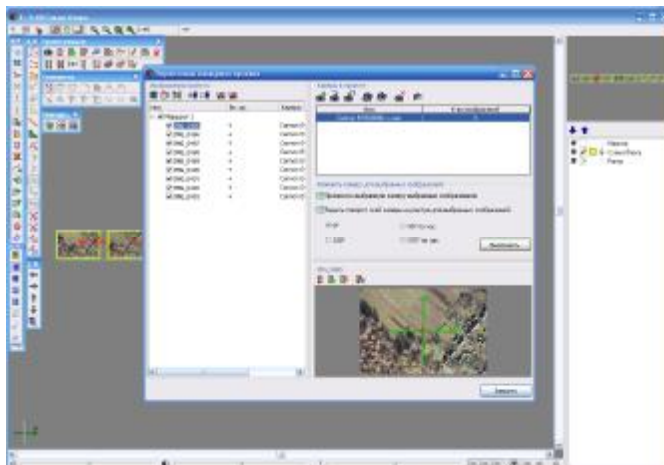


Рис.1. Управление камерами

3. Теперь переходим к параметру “накидной монтаж”. Он позволяет накладывать изображения друг на друга по заданным параметрам, таким как “начальное перекрытие”, “данные ручного и автоматического сопоставления”, “связующие точки”. Так как ручное сопоставление и связующие точки пока не выставлялись, “накидной монтаж” будет сделан по перекрытию (рис.2).

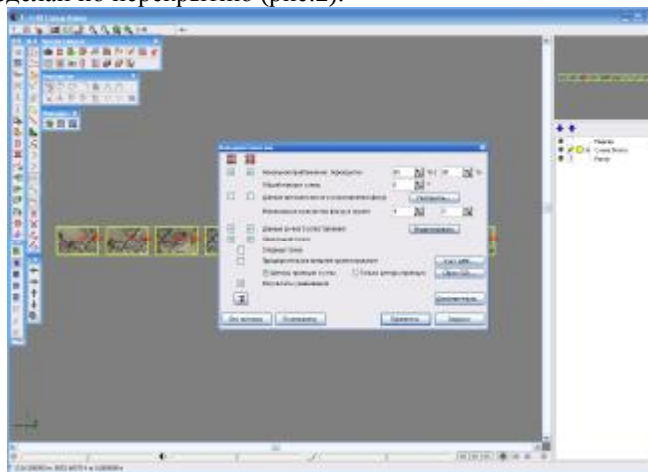


Рис.2. Накидной монтаж

4. Далее переходим к выставлению точек, делаем это через опцию “автоматическое измерение связующих точек”. В этой функции мы задаем количество точек на стереопаре (перекрытие 2-х изображений). Программа автоматически ищет на стереопарах одинаковые участки и ставит на них точки (рис.3).

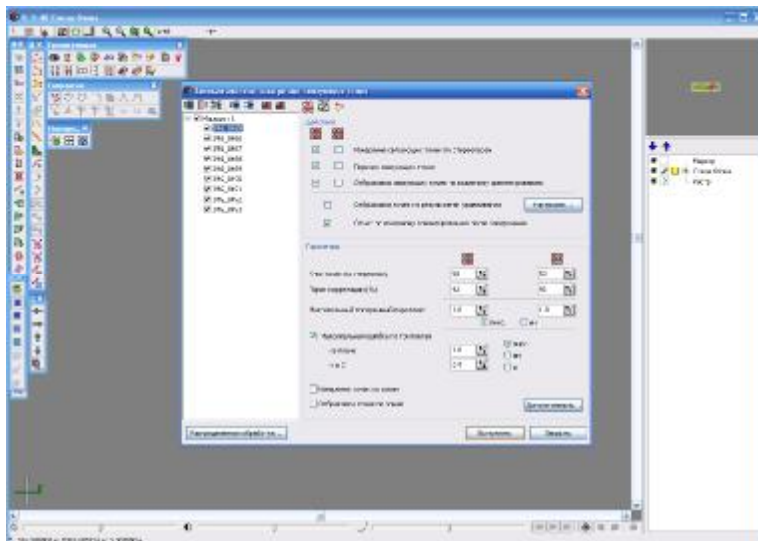


Рис.3. Автоматическое измерение связующих точек

5. После выставления точек будет предоставлен отчет. В нём можно увидеть, на каких стереопарах или триплетях (перекрытие 3-х изображений) возникли проблемы. Устраняем эти ошибки путем добавления большего количества точек или “ручного сопоставления” (рис.4).

6. Следующий этап - устранение ошибок методом “ручного сопоставления” и “ручного выставления точек”. Для этого во вкладке накидного монтажа, где написано “данные ручного сопоставления”, нажимаем на кнопку “редактировать”. На приборной панели с правой стороны появляется новая опция, ставим напротив этой опции маркер. Затем выбираем стереопару, ищем на ней одинаковые области, наводим курсор мыши на эту область и нажимаем правую кнопку мыши, переводим курсор на следующее изображение (где находится та же область), так же нажимаем правую кнопку мыши. Образовалась голубая линия, показывающая, что произошло ручное соединение (рис.5).

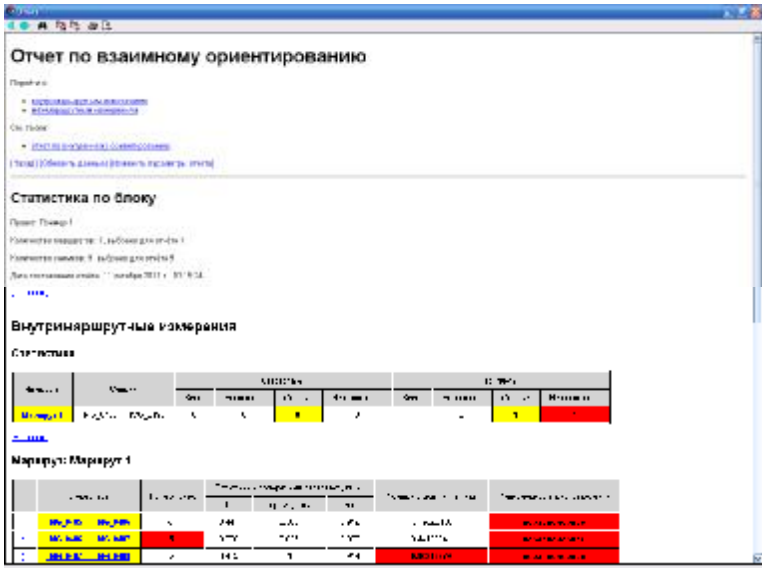


Рис.4. Отчет по взаимному ориентированию

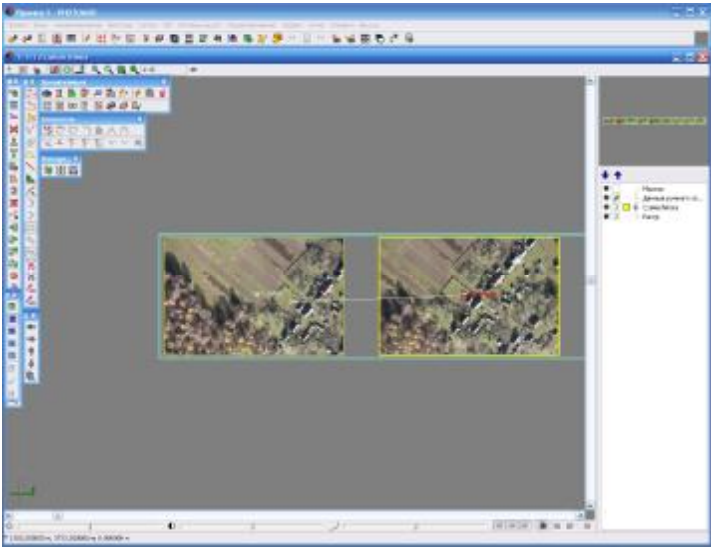


Рис.5. Ручное сопоставление снимков

изображений. В итоге получаем изображение и сохраняем его в нужном нам формате (рис.8).

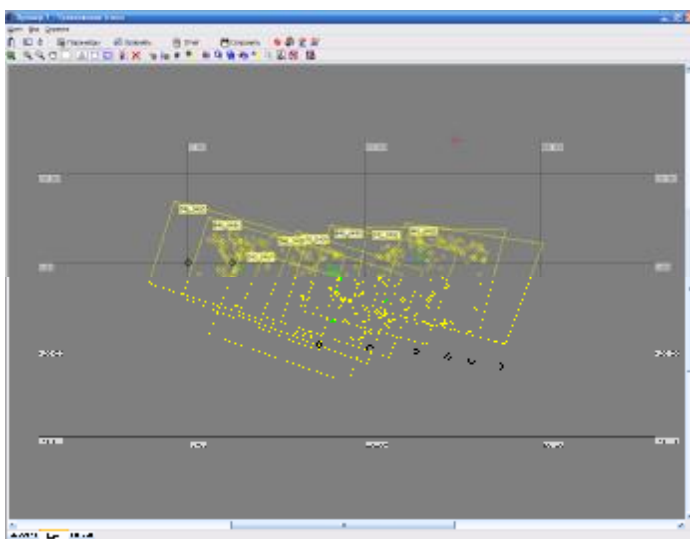


Рис.7. Результат уравнивания блока

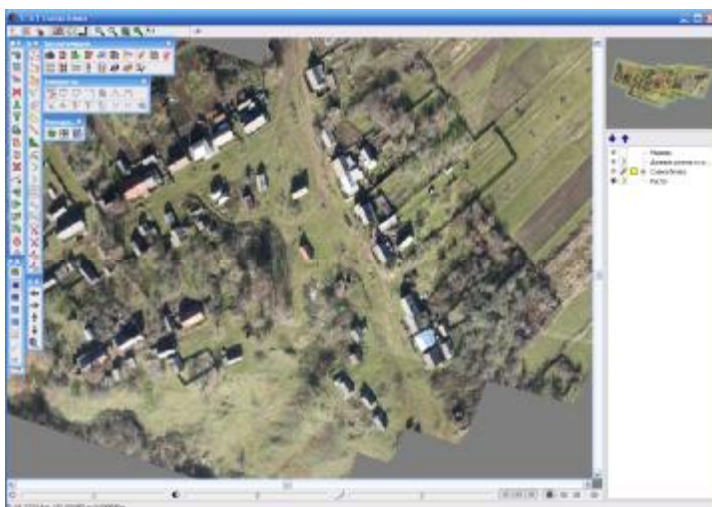


Рис.8 Результат работы функции “мозаика”

В программе для лучшего качества и хорошей сборки можно загружать телеметрию. Телеметрия – данные, которые самолёт записывает при съемке, такие как крен, тангаж, угол наклона, координаты. С помощью телеметрии изображения располагаются относительно севера, процесс обработки идет значительно быстрее и качественнее.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что Photomod -удобная программа, позволяющая соединять отдельные снимки в один, делать подложки с координатами для программ “Credo Топоплан”, “Mapinfo”, делать карты, панорамные снимки.

Библиографический список

<http://www.gisa.ru/>



ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

УДК: 622.33.003 (571.17)

ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ ИНВЕСТИЦИЙ В УГОЛЬНОЙ ОТРАСЛИ КУЗБАССА

Цибаев С.С.

*Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева", г. Кемерово, Россия*

В статье дается анализ эффективности инвестирования в угольную промышленность Кузбасса. Детерминируются причины низкой положительной динамики роста производительности труда, предлагаются способы их решения. Рассматриваются особенности региональной экономики как основные факторы организации эффективного инвестирования.

За последнее десятилетие в Кузбассе произошел значительный экономический рост. Прирост реальных денежных доходов населения превышал 10% в год, а валовой региональный продукт рос ежегодно на 6%. Однако с наступлением мирового финансово-экономического кризиса экономическая модель развития региона серьезно поколебалась, поставив под сомнение достижения последних десяти лет.

Экономический рост последних десяти лет в Кузбассе обеспечивался, главным образом, за счет загрузки свободных производственных мощностей и благоприятных внешних условий. Последние события на мировом рынке энергоносителей заставляют пересматривать тактику и стратегию дальнейшего развития региона. Основными источниками должны стать повышение эффективности использования инвестиций и увеличение производительности труда. Регион должен более рационально распоряжаться капиталом, своими природными, минерально-сырьевыми и трудовыми ресурсами.



По производительности труда Россия значительно отстает от экономически развитых стран. Производительность труда в отечественной электроэнергетике составляет всего 15% от уровня аналогичного показателя в США. В угольной промышленности России производительность труда в разы ниже, чем в США. По показателю ВВП на одного занятого в 2008 году, РФ отстает от стран Европейского Союза и США в 2,2-3 раза! Существенные по объему инвестиции, поступавшие в Кузбасс в период экономического роста, в основном тратились на «загрузку» простаивавших производственных мощностей и увеличение сырьевой обеспеченности производства. В конечном итоге, они не привели к адекватному росту региональной экономики, что наглядно отображено на рис. 1.

При росте объема инвестиций за последние 6 лет более чем в два раза, производительность труда в угольной отрасли выросла всего на 30%. В угольной промышленности Кузбасса, куда идут 2/3 инвестиций в промышленность региона (45% от всех инвестиций региона), масштабные вложения в импортную технику, так и не привели к существенному росту производительности труда.

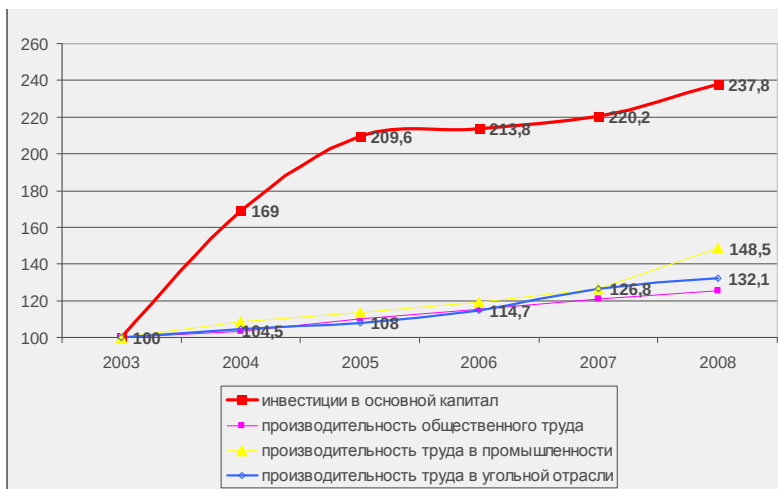


Рис. 1. График зависимости инвестиций в основной капитал и производительности труда в Кемеровской области за 2003-2008 гг. (2003 г. – 100%)

В Кузбассе большинство проблем, связанных с низкой эффективностью труда, можно объединить в три основные группы:

- Неэффективная организация труда

- Использование устаревшего оборудования и неэффективных технологий
- Особенности региональной экономики

Основная причина значительного разрыва между показателями объема инвестиций и производительности труда заключается в отсутствии адекватных инвестиций в организацию производства. Угольные предприятия, вкладывая средства в оборудование, мало инвестируют средства в обучение персонала и развитие автоматизированных систем управления производством. Процессы согласования и проектирования длятся очень долгое время, в то время как в Европе не превышают трех месяцев. Неэффективное управление крупными проектами приводит к увеличению стоимости капитального строительства в России. Например, расходы на строительство угольной электростанции в РФ на 25-40 % выше, чем в США и Европе и в 3 раза выше, чем в Китае. В конечном итоге, неэффективная организация приводит к тому, что затраты на добычу растут (простои, ремонты, вызванные тем, что уровень квалификации рабочих не соответствует уровню новой техники). Важно также отметить, что в Кузбассе до сих пор не создана такая важная отрасль, как сервисное обслуживание угольной техники. Основные экспортеры оборудования для угольной отрасли имеют в Кузбассе лишь диагностические центры, небольшие склады и небольшой штат инженеров. Причины данного явления могут заключаться в следующем: сегодняшние закупки оборудования по своему объему недостаточны для создания в регионе прибыльного бизнеса по его ремонту; у угольного бизнеса нет единой позиции в отношении развития фирменного сервиса; у поставщиков оборудования нет свободных инвестиций для реализации создания фирменного сервиса в Кузбассе. Практически отсутствует в регионе и логистика по доставке запасных частей. Доставка грузов, тяжелых и крупных в особенности, является большой проблемой. В результате в нынешней ситуации угольные предприятия вынуждены создавать огромные фонды запасных частей (приводные и режущие двигатели, редукторы и элементы гидросистем), что создает дополнительную финансовую нагрузку. Государство должно либо создавать инфраструктуру для этого, либо стимулировать частный бизнес, развивающийся в этом направлении.

В Кемеровской области нужно пройти два этапа модернизации системы организации производства. На первом этапе создать объединение (с участием иностранных производителей техники) по ремонту и обслуживанию импортной техники, организовать подготовку специалистов по современным стандартам. На втором - переходить к созданию собственной техники. Причем необходимо отказаться от полити-



ки протекционизма отечественной техники, а создать реальные условия для нормальной конкуренции.

В настоящее время также возникла острая проблема использования устаревшего оборудования и неэффективных технологий. Она характеризуется очень низким вводом новых основных фондов и высоким (до 60-70%) износом основных производственных фондов. В последние несколько лет в Кузбассе обсуждается проблема инновационного развития. Как известно, существуют технологические и управленческие инновации. Первые основаны на внедрении нового оборудования и технологий. В свою очередь, технологии можно подразделить на два типа:

- Инновации прорыва (внедрение принципиально новых технологий и оборудования)
- Адаптационные инновации (использование уже существующих в мире технологий и оборудования)

В последние годы основные отрасли экономики Кузбасса являются объектом внедрения как раз этого типа инноваций.

Второй тип инноваций связан с применением новых бизнес-процессов и управленческих решений. Необходимо понимать, что реальный эффект в росте производительности труда в ближайшие 10 лет можно получить именно от адаптации уже существующих технологий и управленческих решений. Например, поднять производительность труда в угольной отрасли можно путем замены устаревшего оборудования и схем организации производства на более новые, пусть даже и не передовые. Однако, для реализации этих пунктов необходимо обеспечивать со стороны государства программы по развитию малого бизнеса, обеспечить социальную поддержку мобильным трудовым ресурсам (беспроцентные ссуды на строительство или дешевые кредиты на покупку нового жилья), вести последовательную информационную подготовку и обучение людей.

Одним из наиболее важных и сильных факторов, которые необходимо учитывать, являются особенности региональной экономики. Экономика Кузбасса всегда характеризовалась сырьевой направленностью. Зачастую это значит рост отрасли «вширь», а не «вглубь». Например, сегодня обогащается только половина добываемого коксующегося угля и только четверть – энергетического. Стратегической целью является изменение структуры экономики Кемеровской области в пользу развития отраслей и производств с высокой конечной стоимостью. Стратегию развития области разделяют на три этапа структурных изменений.

Первое направление – обеспечение ресурсами базового сектора экономики, развитие системы подготовки кадров, стабилизация рынка труда. Вышеуказанные идеи уже находят поддержку современного бизнеса. Реализация данной программы позволит повысить производительность труда в Кузбассе как минимум в 2 раза за 10-15 лет.

Второе направление – повышение глубины переработки сырья. Для реализации данной программы нужны принципиально новые механизмы. Одним из таких механизмов является наличие новых бизнес – центров, развивающих идею глубокой переработки угля как бизнес – идею. Вопрос не в глубокой переработке угля, а в том, кому она нужна. Имеется ли для нее рынок или его нужно формировать. До тех пор, пока этой идеей не заинтересуются рынки, она так и останется идеей.

Третье направление – появление новых видов экономической деятельности – по своей природе несвязанной напрямую с современным региональным бизнесом. Большинство проектов этого направления строятся на использовании природного, научного и образовательного потенциалов.

Исходя из существующего положения дел, власть и бизнес должны согласовать свои интересы в важнейшем вопросе перспективного развития Кузбасс – эффективному использованию инвестиций – и разделить ответственность за выполнение этой задачи. В конечном итоге, это будет способствовать устойчивости экономического развития Кузбасса в общероссийском и мировом контексте.

Список литературы:

1. Логинова Е. *Логика металла*//Деловой Кузбасс – 2009 №5-6
2. Мазикин В.П.. *Состояние и перспективы развития угольной промышленности Кузбасса*//Уголь – 2008 - №5
3. Мазикин В.П.. *О перспективах развития угольной промышленности Кузбасса*//Уголь – 2009 - №5
4. Пяткин А., Рожков А.. *Уравнение со многими неизвестными*//Деловой Кузбасс – 2009 - №9
5. Фридман Ю., Алексеев Э., Речко Г.. *Кузбасс эффективный: производительность как источник роста*. // Деловой Кузбасс – 2009 - №8.



СОДЕРЖАНИЕ

Михаил Васильевич ЛОМОНОСОВ краткая биография.....	Стр. 5

ГОРНОДОБЫВАЮЩАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ: **ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ**

Иванов В.В. , Фауль А.А.

Обоснование возможности повышения производительности карьеров, использующих мобильные дробильно-сортировочные комплексы.....	9

Антипенко А.В., Бугаёва Н.А.

Особенности распределения отклонений оседаний и деформаций земной поверхности при подземной подработке.....	13

Абдуллаев М.Д.

Зависимость параметров карьера от высоты уступа при отработке крутопадающих рудных месторождений.....	18

Виноградов Ю.А.

Исследование проблемы водопритока в горные выработки на угольных шахтах.....	22

Шевелев В.А.

Определение оптимальной емкости буферно-усреднительных складов с учетом доставки-отгрузки руды.....	27

Иконников Д.А., Кава П.Б.

Потери полезных ископаемых и мероприятия по их сокращению...	31

Холодняков Г.А., Аргимбаев К.Р.

Комплексное освоение железосодержащих хвостохранилищ.....	35

Шишлянников Д.И., Габов В.В.

Стенд для экспериментальных исследований механизма формирования последовательных сколов при разрушении калийной руды перекрёстными резами.....	41

Большаков М.А., Пухова О.В., Титова В.А.

Геотехнология подготовки и ремонта торфяных залежей верхового типа	46

Бурков А.О.

Геомеханические особенности работы анкерных гаек.....	51

Тимофеев И.П., Кузькин А.Ю., Васильева М.А.	
Влияние геометрических параметров механизма нагребавшихлап шахтной погрузочной машины на ее производительность.....	56
Пашкова О.В.	
Количественная и качественная оценка влияния сооружаемой приствольной выработки на напряжения в крепи эксплуатационного ствола.....	60
Пашкова О.В.	
Обоснование решений по усилению крепи эксплуатационного ствола при сооружении приствольных выработок.....	62
Масаев Ю.А., Черкашин А.А.	
Метановыделение при разработке угольных месторождений и промышленное использование метана.....	65
Жигульская А.И., Яконовская Т.Б	
Комплексное использование ресурсов торфяной залежи	68
Жигульский М.А..	
Прогнозирование процесса саморазогревания торфа при влиянии внешних факторов.....	71
Пашкевич М.А., Петрова В.А.	
Формирование техногенных гидрохимических аномалий в зоне воздействия ОАО «Ковдорский ГОК».....	74
Сидоренко В.А.	
Анализ напряженно-деформированного состояния обнажённого вмещающего массива в призабойной зоне вертикального ствола в среде «Plaxis 3D».....	76
Приходченко В.Л., Приходченко С.Д., Слащев А.И.	
Алгоритм выбора вариантов технологий переработки углеотходов.....	80
Масаев Ю.А., Цибаев С.С.	
Рациональные технологии отработки остаточных запасов угольных шахт Кузбасса.....	85
Жигульский Н. А.	
Экспериментальная установка для исследования влияние расстановки режущих элементов рабочего органа торфяного фрезерующего агрегата на момент нагружения.....	92

	Стр.
Фомин Д.С.	
Постановка задачи выбора оптимальных параметров машин по добыче кускового торфа.....	94
Никоноров Д.В., Стрельников А.В.	
Полевые экспериментальные исследования зависимости сопротивления резания торфа от его сопротивления сдвига.....	97
Талеров К.П.	
Выемочный модуль для проведения ниш в механизированных очистных забоях угольных шахт.....	105
Сахно И.Г., Кириллова А.А.	
Изучение причин «вышпуривания» невзрывчатых разрушающих составов при разрушении горных пород.....	109
Мокриенко В.Н.	
Изучение влияния схемы расположения охранных сооружений вдоль подготовительной выработки, на ее устойчивость	113
Прокопенко Е.В.	
Создание хронологической модели породного отвала.....	117
Сахно И.Г., Шуляк Я.О.,	
Лабораторные исследования влияния диаметра шпура на скорость гидратации невзрывчатого разрушающего состава	121
Борщевский С.В., Прокопенко Е.В.,	
Разработка алгоритма для нахождения максимального компонента в составе пород на отвале.....	126
Прохоров Н.И., Монахова Е.Н., Сиротин И.Н	
Влияние способа охраны горных выработок на эффективность использования земельных угодий.....	129
Булычев Н.С., Комаров Д.С.	
Определение начального напряжённого состояния горного массива и параметров крепи.....	135
Рожков В.Ф., Веденкин Д.А.	
Аэродинамические характеристики отвальной массы.....	141
Шмакин И.Г., Рыбаков А.С.	
К исследованию общности закономерности резания различных горных пород.....	143

	Стр.
Пушкарев А.Е., Головин К.А., Москалёв А.С., Хачатурян В.Г.	
Определение физико-механических свойств закрепляемого массива горной породы.....	146
Булычев Н.С., Кононов А. Ю.	
Искусственное замораживание пород как один из способов строительства подземных сооружений в слабых, неустойчивых водоносных породах и устойчивых трещиноватых породах с большой водообильностью.....	149
Яцковец А.И., Куптель Г.А. Головач А.А., Глушакова В.В.,	
К вопросу о прессовании торфо-буроугольных брикетов.....	152
Шваякова Н.С.	
Перспективы разработки и эксплуатации месторождений нефти в Республике Беларусь.....	156
Микула С.В., Казаченко Г.В.	
Повышение производительности камерной системы разработки за счет применения бортовой схемы поворота самоходного вагона...	161
Пушкарев А.Е., Головин К.А., Лукиенко Л.В.,	
Белякова Е.В., Каменский М.Н	
Повышение эффективности машин для бестраншейной прокладки труб за счёт применения зубчато-реечной системы подачи.....	166
Сафронов В.П., Васин В. Н.	
Предложение по созданию выемочно-транспортного комплекса на базе крана.....	173
Жабин А. Б., Суров И.А.	
Обоснование и выбор параметров и резцов планетарно-дискового исполнительного органа комбайна «Урал-20р».....	175
Головин К.А., Гарипов М.В.	
Установление рациональных параметров оборудования для бестраншейной прокладки трубопровода с созданием породобетонной оболочки.....	183
Романов В.А., Кузнецов Н.С.	
Обоснование целесообразности применения метода параметрической стабилизации для регулирования режимов работы выемочных комбайнов.....	185
Басалай Г.А., Язенков А.А.,	
Шнековый профилировщик с комбинированным исполнительным органом.....	190

	Стр.
Басалай Г.А., Володько В.Н. Эффективность работы очистного комплекса с опережающей разгрузкой пласта по забою.....	194
Болобов В.И., Бочков В.С., К возможности повышения износостойкости футеровки шаровой мельницы.....	199
Никоноров Д.В., Стрельников А.В. Зависимость сопротивления резания торфа от его физико- механических свойств.....	204
Басалай Г.А., Волощук С.В., Машина по ремонту осушительной сети на торфяных месторождениях.....	208
Ивановская Е.Н. Причины возникновения аварийных ситуаций на магистральных нефтепроводах.....	212
Лукиенко Л.В., Каменский М.Н., Исследование напряженно-деформированного состояния зубчато- реечного механизма подачи грунтопрокалывающей установки.....	215
Подколзин А.А., Пискунов О.М., Срыволин К.В. Повышение надежности гидромеханических систем кондиционированием рабочей жидкости.....	219
Абрамов А.С. О некоторых закономерностях напряженного состояния крепи горных выработок на базе аналитических методов расчета.....	222
Копылов А.Б., Левин А.Д. Анализ способов и средств бурения шпуров и скважин.....	224
Копылов А.Б., Серегина Е.. Влияние буровзрывных работ на качество окружающей среды при открытых горных работах.....	229
Копылов А.Б., Малахова Д.Д. Технологии разрушения горных пород - историческое развитие....	233

Стр.

ПРОМЫШЛЕННОЕ И ГРАЖДАНСКОЕ
СТРОИТЕЛЬСТВО В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Гуслева Л.А.

Компьютерный анализ напряженного состояния элементов
висячей системы покрытия над трибунами стадиона..... 237

Белоусов Р.О., Сорокин М. Ю.

Оптимизация проектирования системы водоснабжения..... 242

Вялкова Н.С., Корепина Т.В.

Разработка технических решений для повышения эффективности
режимов работы комбинированной системы отопления и
вентиляции..... 243

Пономарева М.А.

Расчет кольцевого напряжения трубопровода с учетом нечетких
параметров..... 247

Шабанов Е.А.

Декоративная отделка потолков..... 250

Дружакина О.П., Гуменникова Е.С.

Перспективы использования полимерных негомогенных отходов
в производстве строительных теплоизоляционных материалов..... 254

Гершкович А.В.

Сравнительный анализ применения деревянных и пластиковых
окон..... 259

Козлачков С.В., Овчинников И.И.

Защитное устройство деформационного шва..... 261

Трещев А.А., Деягин М.Ю.

Вывод разрешающих уравнений связанной термомеханической
задачи об изгибе сферической оболочки из
разносопротивляющихся материалов..... 266

Нежданов К.К., Гарькин И.Н.

Способ замены плит покрытия промышленных зданий..... 271

Нежданов К.К., Гарькин И.Н.

Способ монтажа подкрановых балок в стеснённых условиях..... 274

	Стр.
Салий Р.А., Конструктивные особенности дорожных ограждений и их влияние на аварийность.....	276
Осокин И.А., Пермикин А.С. Улучшение свойств фибробетона.....	281
Сотников М.Б. Облегченные конструкции жесткой армировки вентиляционных стволов	286
Гилязидинова Н.В., Арещенко Е.А., Жихарев А.А., Исследование свойств и области применения керамзитового песка.....	289
Валиев Д. М., Калашников В.И. Технология получения пропариваемых высокопрочных песчаных бетонов на реакционно-порошковой связке.....	292
Ветров К.А. Применение холодногнутых тонкостенных оцинкованных профилей в строительстве и их особенности.....	296
Каргин А.А., Дубенский М.С. Микрокремнезем – добавка для бетона.....	298
Тришина Т.Ю. Актуальность и проблемы исследования деформационной повреждаемости материала изделий с жесткими режимами эксплуатации.....	300
Мигунова К.В. Биоповреждения бетонных элементов стойтельных конструкций, с учётом использования эволюционно-диффузионной модели.....	304
Головин К.А., Пушкарев А.Е., Киреев П.Б., Повышение сопротивляемости металлов к циклическим нагрузкам гидроструйным способом.....	309

ГЕОЭКОЛОГИЯ И
РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ:
ОТ НАУКИ К ПРАКТИКЕ

Богданова Д.А. Особенности рекультивации выработанного пространства карьеров Северных территорий.....	312
Юнусова Л.З., Губчак Е.Г., Кутлыбаева М.В. Экологические проблемы ижевского водохранилища – источника питьевого водоснабжения г. Ижевска.....	316
Ганюков С.П. Использование метода дифференциальной оптической абсорбционной спектроскопии (ДОАС) в исследовании образования нитратных взвешенных частиц в тропосфере	320
Стриженок А.В. Оценка влияния отходов переработки апатит-нефелиновых руд на компоненты окружающей природной среды в высоких широтах...	325
Брынько Ю.В., Трубина М.В. Применение клиноптилолитов для очистки подземных вод Тульского региона от стронция стабильного.....	329
Шапошник Ю.Н., Шапошник С.Н., Матях А., Тринц Т. Экологические проблемы при ведении закладочных работ на горнодобывающих предприятиях.....	332
Коновалов О.В., Качурин А.Н. Аэрогазодинамика тоннелей при их строительстве	337
Сорокина В.В., Сорокин М.Ю. Экспериментальные исследования процесса окисления закисного железа при помощи гидродинамической кавитации в лабораторных условиях.....	340
Сальников Б.Ф., Аленичев Н.В., Рыков Н.В. Применение флотации для очистки бытовых сточных вод.....	343
Юнусова Л.З., Наумова М.Э. Анализ медико-демографических показателей здоровья населения удмуртской республики по водохозяйственным участкам.....	346

	Стр.
Соколов Э.М., Жучкова А.И., Камахина С.А.	
Распределение тяжёлых металлов в почвенном покрове и их миграция в растительных культурах.....	352
Соколов Э.М., Камахина С.А., Жучкова А.И.	
Математическая модель процесса закисления грунтов Подмосковского угольного бассейна.....	355
Смирнякова В.В.	
Социально-экологические проблемы района функционирования карьеров по добыче строительных материалов.....	358
Демичева Ю.Л., Пузырева В.М.,	
Способ регенерации отработанных промышленных масел.....	366
Илюшина Е. В	
Дистанционное зондирование земли в системе экологического мониторинга.....	370
Рожков В.Ф., Лисаконов Е.А.	
Определение аэродинамических характеристик породы-угольной массы отвала.....	373
Корнеева Н.Н., Гладышева О.В., Бобровская В.Н.,	
Васина А.Г., Гмыза Д.А.	
О прогнозировании экологической ситуации при комплексном потреблении природных вод Тульской области.....	376

ЭНЕРГЕТИКА: **ПРОБЛЕМЫ НАСТОЯЩЕГО И ВОЗМОЖНОСТИ** **БУДУЩЕГО**

Батурин С. А., Чернышов А.Н.	
Проблемы энергоэффективности в ЖКХ.....	381
Дюжева И.Г.	
Энергоэффективное строительство. Опыт практического применения инновационных технологий, оборудования, материалов.....	385
Поклад П.М.	
Мехатронные импульсно-цифровые электроприводы универсальных испытательных машин.....	388

	Стр.
Кузнецов П. А., Масло С.В.	
Современные методы защиты людей от поражения электрическим током с помощью УЗО.....	393
Логачева Е.А., Котов А. В. , Морозов Я.В., Бондаренко С.	
Научно - исследовательская работа студентов на базе электротехнической лаборатории	398
Булат А.Ф., Ключев Э.С.	
Учет удельных энергетических затрат при термической переработке отходов обогащения угля.....	401
Панарин В.М., Шейнкман Л.Э. Дабдина О.А., Даниленко А.Г.	
Разработка системы регистрации энерго и теплопотерь	405
Папанцева Е.И.,Жаворонкова М.С., Сычёва О.В., Багликов С.В.	
Особенности программирования электронного счетчика.....	408
Жаворонкова М.С.,Гуцевич А. А., Шаламова Е.В., Шаламова Е.В	
Изучение средств для передачи информации при организации аскуэ различных потребителей.....	413
Папанцева Е.И., Юдина Н.Н., Бондаренко А.В.	
Комплекс современных технических средств аскуэ на базе продукции ОАО "Концерн ЭНЕРГОМЕРА".....	417
Габриелян Ш.Ж. ,Юдина Н.Н., Киршанов С.В.	
Достоверный и оперативный учёт электрической энергии с АСКУЭ.....	421
Баталов А.П., Васильева А. Н.	
ЭГ-дробемер.....	426
Логачева Е.А., Захаров Г.В.	
Выявление дефектов силовых контактов магнитных пускателей...	431
Солодков С.А., Черкасов А.С.	
Расчет режима работы периодического отопления.....	434

КАДАСТР И **ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Быкова Е.Н., Гарбацевич А.С.	
Оборот земельных долей на современном этапе развития земельных отношений.....	437

	Стр.
Боголюбова А.А.	
Проектирование базы данных «Информационная модель управления земельными ресурсами особо охраняемых природных территорий».....	442
Трибуц О.А.	
О составе инженерно-геологических факторов при кадастровой оценке земель населённых пунктов.....	447
Струков В. Б., Козлова О.А., Лобанова Н. А.	
Мониторинг в районах развития горнодобывающей и перерабатывающей промышленности.....	450
Струков В. Б., Томах Н.С., Астафьев М.В.	
Устойчивость почв к антропогенным воздействиям.....	453
Струков В. Б., Трясова Д.С., Тарасов А.С.	
Мониторинг земель сельскохозяйственного назначения.....	456
Скачкова М.Е.	
Усовершенствования методики регистрации, хранения и визуализации архитектурно-строительных проектов в рамках информационного обеспечения градостроительной деятельности..	460
Устинова Е.А., Черемисин А.С.	
Создание панорамных снимков с помощью программы PHOTOMOD.....	465

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

Цибяев С.С.	
Проблемы освоения инвестиций в угольной отрасли Кузбасса.....	472

Научное издание

1 я Международная научно-практическая конференция
молодых ученых и студентов

ОПЫТ ПРОШЛОГО – ВЗГЛЯД В БУДУЩЕЕ

Материалы конференции

Изд.лиц. ЛР №020300 от 12.02.97. Подписано в печать 20.10.11.

Формат бумаги 60х84 1/16. Бумага офсетная.

Усл. печ. л.35. Уч.-изд. л. 32,35. Тираж 100 экз. Заказ

Тульский государственный университет.

300600, г. Тула, просп. Ленина, 92.

Отпечатано в Издательстве

Тульского государственного университета.

300600, г. Тула, просп. Ленина, 95