

Ввиду кратковременности взрывов, высокого декремента затухания сейсмической энергии массивом пород на пути распространения сейсмических волн, обусловленное геологическим строением горного массива, а также использования при проектировании взрывов сейсмобезопасных параметров, разработанных на основании результатов многолетних сейсмонаблюдений, воздействие взрывов на строительные конструкции жилых домов не оказывает существенного влияния на их сохранность.

Список литературы

1. Отчет о НИР «Визначення параметрів буровибухових робіт, що забезпечують максимальне збільшення продуктивності шахти «Інгільська» ДП «СхідГЗК» при відпрацюванні Центрального родовища під житловою забудовою м. Кіровограда», Україна, Кривий Ріг, ГП «НИГРИ», 2007. - с.71 с.
2. Семенюк Н.П. Разломно-блоковая структура зоны сочленения Кировоградско-Новоукраинского гранитоидного массива и Корсунь-Новомиргородского Плутона по данным морфоструктурного анализа. Труды института геохимии и физики минералов АН УССР. - К., 1980. - С.27-29.

Рукопись поступила в редакцию 25.12.12

УДК 622.27

В.К. СЛОБОДЯНЮК, канд. техн. наук, доц., Ю.Ю. ТУРЧИН, аспирант
ГВУЗ «Криворожский национальный университет»

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СХЕМ ВСКРЫТИЯ ГЛУБОКИХ ГОРИЗОНТОВ В СЛОЖНЫХ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ КАРЬЕРОВ

Определены параметры карьера, при достижении которых усложняется технология горных работ из-за вероятности периодического затопления глубоких горизонтов. С точки зрения глубоких горизонтов проанализированы основные схемы проходки траншей и параметры выемочно-погрузочного оборудования. Предложено комбинированную технологическую схему проходки траншей с использованием гидравлических и механических экскаваторов.

Постановка проблемы и ее связь с научными и практическими задачами. Анализ работы горнодобывающих предприятий показал, что в последние годы с увеличением глубин карьеров и их размеров по дневной поверхности возросло число случаев периодического затопления глубоких горизонтов. При неблагоприятных метеорологических условиях на откачивание из карьера объема ливневого стока уходит 10-20 рабочих смен, что приводит к отклонениям от разработанных квартально-месячных планов развития горных работ, снижению скорости углубки карьера, уменьшению его производительности по руде. Быстрое затопление дна карьера также может стать причиной выхода из строя электрического оборудования экскаваторов, задействованных во вскрытии новых горизонтов. Решение данной проблемы только за счет увеличения мощности и количества насосов карьерного водоотлива нельзя признать рациональным, вследствие увеличения затрат на разработку месторождения. Таким образом, разработка ресурсосберегающих технологий вскрытия глубоких горизонтов, допускающих частичное или периодическое затопление дна карьера, является важной научно-практической задачей.

Анализ последних исследований и публикаций. Проблеме организации водоотлива посвящены работы [1,2]. В них приведен сравнительный технико-экономический анализ схем размещения карьерных водоотливных установок в глубоких карьерах. В работах [3,4] рассмотрены технологические схемы вскрытия глубоких горизонтов в сложных гидрогеологических и горнотехнических условиях. В этих работах недостаточно исследована зависимость открытых горных работ от метеорологических условий, не установлена зависимость объема ливневого стока, поступающего в карьер, от геометрических параметров карьера, отсутствуют рекомендации по выбору и обоснованию технологии проходки траншей в сложных гидрогеологических условиях.

Постановка задач исследования. Целью данной работы является анализ технологических схем вскрытия глубоких горизонтов и разработка ресурсосберегающей технологической схемы вскрытия и подготовки горизонтов в сложных гидрогеологических и горнотехнических условиях.

Изложение основного материала и результаты. Для решения поставленной задачи на базе формулы В.В. Ржевского была построена математическая модель для расчета в зависимости от главных параметров карьера (длины и ширины нижнего горизонта карьера, угла откоса бор-

та) объема выработанного пространства карьера, площади его верхнего контура и объема ливневого стока при том или ином предположении об интенсивности выпадения осадков [6].

Анализ результатов моделирования показывает, что для карьеров глубиной более 250-300 м существует опасность затопления глубоких горизонтов ливневыми осадками, объема ливневого стока достаточно для полного затопления въездной траншеи на дне карьера (глубина траншеи 15 м, ширина понизу 30 м, уклон 80 ‰). При дальнейшей углубке карьера объемы ливневых вод, поступающих в карьер, будут возрастать.

Использование в глубоких карьерах для вскрытия новых горизонтов только экскаваторов типа ЭКГ уже не является эффективным технологическим решением. Очевидно, что для вскрытия и подготовки глубоких горизонтов в сложных гидрогеологических и горнотехнических условиях необходимо применять технологические схемы и комплексы горнотранспортного оборудования, допускающие полное или частичное затопление дна карьера.

В качестве выемочно-погрузочной машины для ведения работ на глубоких горизонтах могут быть использованы: драглайн, гидравлическая обратная (ЭГО) и прямая лопаты (ЭГП), одноковшовый погрузчик. В нашем исследовании, для получения наиболее достоверных результатов, были рассмотрены и сопоставлены модельные ряды каждого из сравниваемых видов выемочно-погрузочного оборудования. При выборе выемочно-погрузочного оборудования следует учитывать его технические параметры, во многом предопределяющие эффективность применения той или иной технологической схемы вскрытия, а именно: высоту/глубину черпания, радиус поворота кузова, или в случае одноковшового погрузчика – радиус разворота, вес и скорость передвижения. Решение конкретной технологической задачи предполагает одновременное сопоставление основных параметров сравниваемого оборудования, определяющих эффективность применения той или иной машины.

Известен метод [5], который на основе сравнения площадей полигонов, построенных в полярной системе координат по показателям сравниваемых вариантов, позволяет из множества вариантов выбрать лучший. Полигон, очерчивающий меньшую площадь, соответствует лучшему варианту. Количество осей на графике соответствует числу показателей, характеризующих оборудование. Направление отсчета показателя по конкретной оси предполагает, чтобы лучшие, с точки зрения рассматриваемой технологии, варианты располагались ближе к началу координат, а менее выгодные – дальше.

Для повышения эффективности метода [5] использовались не абсолютные значения сравниваемых показателей, а их рейтинговые оценки. Выборка по каждому из показателей оборудования лучших значений позволяет определить рабочие характеристики лучшей идеальной машины. Расчетная рейтинговая оценка каждого параметра идеальной лучшей машины принимается равной нулю (соответственно, площадь полигона ноль). Аналогично отбираются худшие значения и определяются рабочие характеристики худшей идеальной машины. В нашем исследовании рейтинговая оценка каждого из параметров идеальной худшей машины равна 10.

На основе линейных зависимостей, определенных для каждого из параметров по данным лучшей и худшей машин, для каждого показателя сравниваемых выемочно-погрузочных машин были рассчитаны рейтинговые оценки рабочих параметров оборудования.

Однако, рассматриваемый метод [5] имеет существенный недостаток. Так, при изменении последовательности расположения осей (перестановка их местами) площадь полигона изменяется, т.е. на оценку варианта влияет не только значения показателей, но также и порядок расположения осей. Это лишает данный метод строгости и однозначности. Имея один и тот же набор исходных данных, можно дать отличающиеся характеристики показателей.

Для устранения присущей методу [5] неоднозначности нами предложено его модифицировать следующим образом. На круговой диаграмме каждому показателю отводится отдельный сектор с центральным углом, величина которого обратно пропорциональна числу показателей, характеризующих оборудование. Оценка показателя оборудования равна площади равнобедренного треугольника, построенного от центрального угла на линиях, ограничивающих сектор.

Площадь полигона, характеризующего конкретный вариант, определяется как сумма площадей треугольников, построенных в границах секторов, характеризующих соответствующие показатели (табл. 1)

$$S = \frac{1}{2} \sin \gamma \times (K_1^2 + K_2^2 + K_3^2 + K_4^2 + K_5^2 + K_6^2)$$

где γ - центральный угол, град.; K_1, K_2, K_3, \dots - рейтинговая оценка соответствующих рабочих параметров данного выемочно-погрузочного оборудования.

Таблица 1

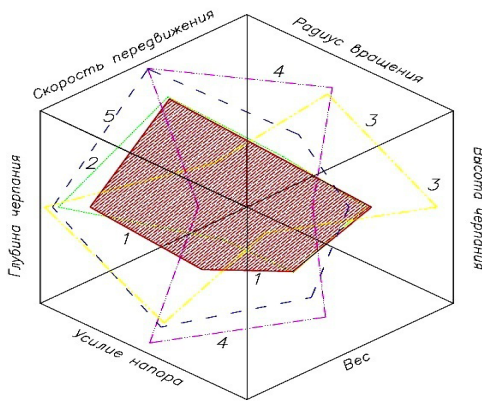
Обобщенная рейтинговая оценка оборудования

Марка оборудования	Глубина черпания	Высота черпания	Усилие напора	Вес	Радиус вращения	Скорость передвижения	Обобщенная рейтинговая оценка
ЭГО	7,59	6,04	4,33	4,46	3,35	7,49	86,68
ЭГП	9,12	5,79	2,26	4,52	3,50	7,63	92,07
Погрузчики	9,79	9,21	8,02	0,80	7,83	3,07	136,98
Драглайны	2,35	3,19	9,41	7,62	8,28	9,61	139,9
Мехлопаты	9,41	4,94	8,31	6,26	5,02	9,57	146,3

Для сохранения простоты визуализации вариантов на диаграмме отстраивается не равнобедренные треугольники, построенные от центрального угла на линиях, ограничивающих сектора, а полигон, соединяющий середины оснований этих треугольников.

При такой модификации метода [5] площадь, характеризующая оборудование, не зависит от порядка следования осей (рис. 1).

Рис. 1. Диаграмма для выбора выемочно-погрузочного оборудования: 1 - обратная лопата; 2 - прямая лопата; 3 - погрузчик; 4 - драглайн; 5 - мехлопата



Лучшую рейтинговую оценку (табл. 1) имеют гидравлические экскаваторы (обратная лопата - 86,68; прямая лопата 92,07) и одноковшовые погрузчики (136,98). Худшая рейтинговая оценка у драглайнов (139,9) и мехлопат (146,3). Работе в условиях возможного подтопления нижнего горизонта наиболее лучшим образом отвечают гидравлические экскаваторы и одноковшовый погрузчик.

В практике открытых горных работ наиболее часто используются две схемы проходки траншей – на полную высоту уступа и послынную проходку. При проходке капитальных траншей на полную высоту уступа имеется высокая вероятность подтопления вскрываемого горизонта поверхностными или подземными водами, что исключает применение одноковшового погрузчика, прямых механических и гидравлических лопат. Область применения обратной гидравлической лопаты ограничивается уступами, имеющими высоту меньше глубины черпания экскаватора. При обводненном нижнем горизонте и условии проходки капитальных траншей на полную высоту можно использовать только экскаватор-драглайн, глубина черпания которого удовлетворяет предъявленным требованиям (обобщенная рейтинговая оценка 139,9), но для их эффективного использования необходимо улучшить качество взрывного дробления горных пород.

При послынной проходке поперечное сечение траншеи по высоте и ширине делят на ряд отдельных заходок, последовательно обрабатываемых экскаватором. Высота каждого слоя определяется рабочими параметрами экскаватора. Важным условием при проходке траншей на глубоких обводненных горизонтах является создание зумпфа, который будет перемещаться по мере понижения горных работ [2].

При послынной проходке траншей механической лопатой особое значение имеет комплекс мероприятий по организации водоотлива и предотвращению подтопления экскаватора. На нижней площадке обрабатываемого слоя сооружается несколько временных зумпфов, расположенных друг от друга на расстоянии 3-5 м. Объем каждого временного зумпфа в среднем составляет 300 м³, глубина до 4 м. Расположенные во взорванной горной массе временные зумпфы работают как единая дренажная система, обеспечивая необходимые условия для работы карьерного водоотлива. При переходе к обработке нижележащего слоя временные зумпфы на

вышележащем слое продолжают использоваться до момента их подработки экскаватором. Скорость строительства траншеи ограничивается интенсивностью поступления карьерных вод.

При повышении объема стока проходческие работы прекращаются на время, необходимое для откачки вод, при этом экскаватор необходимо вывести из траншеи. В случае, когда вывести экскаватор из траншеи невозможно, экскаватор отсыпает для себя насыпь (площадку) высотой 4-5 м. После подъема экскаватора на насыпь его отключают от электрического питания. Насосные агрегаты в траншее продолжают работу вплоть до момента их возможного затопления. При использовании экскаваторов ЭКГ, учитывая кинематическую схему экскаватора и его технические параметры (обобщенная рейтинговая оценка 139,9), мы имеем наиболее сложную, длительную и небезопасную технологию подготовки глубоких горизонтов.

Обратные гидравлические лопаты способны обрабатывать слой горных пород, расположенный на 4-8 м ниже горизонта установки экскаватора, что упрощает организацию работ по созданию временных зумпфов. Технические параметры обратной гидравлической лопаты (обобщенная рейтинговая оценка 86,68) и ее кинематическая схема наиболее полно отвечают требованиям послойной проходки капитальных выработок в сложных гидрогеологических и горнотехнических условиях. Технологические схемы послойной проходки капитальных траншей при вскрытии и вводе в эксплуатацию глубоких горизонтов в условиях риска их затопления намного более эффективны и предпочтительны, нежели схемы проходки капитальных траншей на полную высоту уступа.

Выполненный анализ выемочно-погрузочного оборудования и технологических схем проходки траншей позволяет предложить, как наиболее эффективную, комбинированную послойную схему проходки траншей, предполагающую использование нескольких видов оборудования, а именно обратной гидравлической лопаты в сочетании с базовой выемочно-погрузочной машиной, предусмотренной проектом. Работа обратного гидравлического экскаватора в этом случае направлена на создание безопасных условий ведения горных работ для механических лопат. Предлагается следующая организация работ по проходке капитальной траншеи (рис. 2).

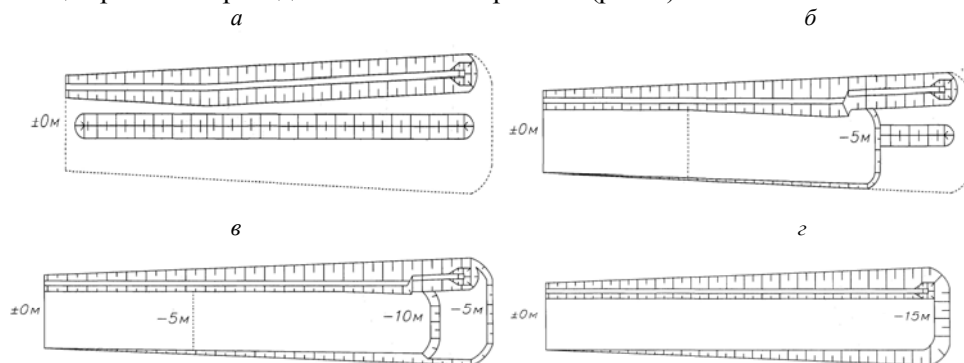


Рис. 2. Комбинированная послойная схема проходки траншей (а, б, в, г - этапы формирования траншеи)

Вдоль проектного борта сооружаемой капитальной траншеи обратная лопата бестранспортным способом проходит опережающую водопонижающую траншею глубиной 6-7 м с шириной по основанию 2-3 м. Горная масса, извлекаемая из опережающей траншеи, укладывается в навал в проектном контуре капитальной траншеи для последующей отгрузки мехлопатай в средства автомобильного транспорта. В самой глубокой части водопонижающей траншеи устраивается временный зумпф (рис. 2а).

После понижения уровня воды, мехлопата начинает отработку горной массы в пределах первого слоя высотой 5 м. По высоте траншея разбивается на три слоя равной высоты. При ширине траншеи по низу 30 м, уклоне 80%, высоте уступа 15 м, в пределах каждого из слоев будут вынуты соответственно 33,8, 18,2 и 5,6 тыс. м³ горной массы.

После формирования по подошве первого слоя площадки с параметрами, допускающими безопасную эксплуатацию второго экскаватора, обратной гидравлической лопатой начинаются работы по углублению водопонижающей траншеи (рис. 2б). Горная масса отгружается экскаватором в средства автотранспорта. Углубленную часть водопонижающей траншеи используют как временный зумпф, обеспечивающий осушение второго слоя. Далее порядок работ повторяется (рис. 2в). При завершении отработки мехлопатай третьего слоя, гидравлический экскава

тор формирует зумпф, который будет эксплуатироваться в ходе подготовки горизонта к сдаче в эксплуатацию (рис. 2з).

Выводы и направления дальнейших исследований. Сравнительный анализ технических параметров оборудования и технологических схем проходки траншей показал, что при использовании в качестве основного выемочно-погрузочного оборудования прямых мехлопат, для эффективного ведения работ по углубке карьера предпочтительно применять гидравлические экскаваторы типа обратная лопата. Для обеспечения безопасных условий производства горных работ на глубоких горизонтах следует использовать комбинированную послойную схему проходки траншей.

Дальнейшие исследования будут направлены на разработку, технико-экономическое и практическое обоснование ресурсосберегающих технологических схем вскрытия и ввода в эксплуатацию глубоких горизонтов карьеров в сложных гидрогеологических и горнотехнических условиях.

Список литературы

1. Методическое обоснование выбора рациональной схемы водоотлива в условиях кимберлитовых карьеров. / Е.Л. Алькова, С.В. Панишев, С.А. Ермаков // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2010. - № 10.- С.192-198.
2. Арсентьев А.И. Устойчивость бортов и осушение карьеров / А. И. Арсентьев, И. Ю. Букин, В.А. Мироненко. - М.: Недра, 1982. – 165 с.
3. Руководство по дренированию карьерных полей / под ред. В.А.Мироненко. – Л.: ВНИМИ, 1968. – 171 с.
4. Организация горных работ при подготовке новых горизонтов на обводненных карьерах / И.И. Дуданов, Д.Н. Лигоцкий, Г.А. Холодняков, В.С. Авраамов // Записки Горного института. 2009. - Том 181.- С. 61-64.
5. Науман Э. Принять решение – но как? – М.:Мир, 1987. – 198 с.
6. Слободянюк В.К., Турчин Ю.Ю. Совершенствование технологии проходки траншей в сложных горно-геологических условиях глубоких горизонтов железорудных карьеров. / В.К. Слободянюк, Ю.Ю. Турчин // Геотехнічна механіка: Міжвід. зб. наукових праць / Ін-т Геотехнічної механіки ім. М. С. Полякова НАН України. – Дніпропетровськ, 2012. – Вип. 103. – С. 203 – 210.

Рукопись поступила в редакцию 20.12.12

УДК 622.271.012.3

Ю. Г. ВИЛКУЛ, Н. И. СТУПНИК` доктора техн. наук, проф.

ГВУЗ «Криворожский национальный университет»

Е.К. БАБЕЦ канд., техн., наук, проф. А. А.СОВА канд., техн., наук, доц.

НИГРИ ГВУЗ «Криворожский национальный университет»

СОЗДАНИЕ РЕГИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ГЕОМЕХАНИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ МАССИВОВ ГОРНЫХ ПОРОД В ЗОНАХ ВЛИЯНИЯ ПУСТОТ

Изложены основные положения программы исследований направленной на создание специализированной геоинформационной системы (ГИС) непрерывного дистанционного мониторинга массивов горных пород в зонах влияния подземных пустот в Кривбассе. Внедрение этой системы позволит своевременно определять во времени и пространстве области запредельного напряженного состояния, информировать о возможном возникновении явлений, которые могут привести к аварийным ситуациям и повысить уровень безопасного ведения горных работ наряду с другими системами прогноза и контроля напряженного состояния в массивах горных пород.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. Разработка железорудных месторождений Криворожского бассейна, которая ведется уже 130 лет, привела к возникновению серьезных проблем, связанных с достижением больших глубин при открытой и подземной разработках. Извлечение из недр огромного объема горной массы (около 9 млрд м³) привело к масштабным нарушениям естественного состояния земных недр.

В настоящее время преобладающий объем горных работ ведется либо в условиях совместной открытой и подземной разработки, либо в условиях открытой отработки в зонах, подработанных подземными горными работами. Процесс сдвижения подработанных шахтами толщ не завершен, а фронты работ в карьерах наступают на зоны возможного образования воронок, террас и трещин, мульды сдвижения продолжают развиваться.

С углублением горных работ подземная отработка оставшихся запасов осуществляется под толщами налегающих пород мощностью свыше 900 м. Значительные по объему подземные полости возникают в результате выемки на больших глубинах запасов «слепых» залежей. Всплытие пустот над выработанными пространствами длится десятилетиями, это чревато не только непрогнозируемым во времени выходом воронок и площадным развитием мульды сдвижения, но и угрозой воздушных ударов в шахтах.

Принудительное обрушение налегающих пород как способ управляемого погашения пустот сложно осуществить как по экономическим, так и техническим соображениям. Это во мно-