

The article presents results of the complex iron ore dehydration. The dewaterer used three mechanical methods of dehydration - vibration, vacuum and electroosmosis. Effect of each of the methods was determined. The dependences of residual moisture and dewaterer performance on the following seven factors were formulated: initial moisture content in the iron ore, surface area for dehydration, changed pressure in the vacuum chamber, voltage across the electrodes, frequency of oscillation, angle of the working member inclination, and power of disturbing force.

Basing on the findings, it has become possible to determine the most effective method of the milled iron ore dehydration and to formulate multiple regression equations.

Keywords: vibration, iron ore, electroosmosis, dehydration, complex method, vacuuming.

Статья поступила в редакцию 13.08.2015.

Рекомендовано к печати д-ром техн. наук Б.А. Блюссом

УДК 622.271.4

Слободянюк В.К. , канд.техн.наук, доцент,
Турчин Ю.Ю., аспирант
(Государственное ВУЗ «КНУ»)

**РАЗРАБОТКА РАЦИОНАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ
СТРОИТЕЛЬСТВА ВЪЕЗДНЫХ ТРАНШЕЙ В СЛОЖНЫХ
ГОРНТЕХНИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ГЛУБОКИХ КАРЬЕРОВ**

Слободянюк В.К. , канд.техн.наук, доцент,
Турчин Ю.Ю., аспирант
(Державний ВНЗ «КНУ»)

**РОЗРОБКА РАЦІОНАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ
БУДІВНИЦТВА В'ЇЗНИХ ТРАНШЕЙ В СКЛАДНИХ
ГІРНИЧОТЕХНІЧНИХ УМОВАХ ГЛИБОКИХ КАР'ЄРІВ**

Slobodyanyuk V.K. , Ph.D. (Tech.), Associate Professor,
Turchin Yu.Yu., Doctoral Student
(State HEI «KNU»)

**DEVELOPMENT OF RATIONAL METHODS FOR CONSTRUCTION OF
HAULAGE INCLINES IN A COMPLEX MINING ENVIRONMENT OF THE
DEEP OPEN PITS**

Аннотация. Анализ работы горнодобывающих предприятий показал, что в последние годы с увеличением глубин карьеров и их размеров по дневной поверхности возросло число случаев периодического затопления нижних горизонтов ливневыми и подземными водами. В таких условиях существующие схемы проходки траншей с использованием прямых механических лопат являются не эффективными и небезопасными.

Актуальной является разработка и обоснование новых ресурсосберегающих и безопасных технологий вскрытия глубоких горизонтов, допускающих частичное или полное затопление дна карьера. В статье выполнен анализ факторов, влияющих на скорость вскрытия уступов. Определена скорость проходки траншей в условиях их подтопления карьерными

водами. Разработана комбинированная технологическая схема проходки траншей с использованием обратных гидравлических и прямых механических экскаваторов.

Предложена классификация комбинированных технологических схем строительства траншей.

Ключевые слова: вскрытие уступов, способ строительства траншей

Постановка проблемы и её связь с научными и практическими задачами. Анализ выполнения годовых программ глубоких железорудных карьеров показал, что наиболее существенные отклонения наблюдаются при производстве горных работ на нижних горизонтах карьеров. С одной стороны, в этой зоне карьера, как правило, расположена наиболее качественная руда, запланированная к разработке в течение года, но, с другой стороны, на нижних горизонтах глубоких карьеров наиболее ярко проявляется зависимость открытых горных работ от климатических условий. В данном случае эта особенность проявляется в виде периодических затоплений дна карьера поверхностным стоком паводковых и ливневых вод. В совокупности с существующим притоком в карьере подземных вод это создает горнотехнические условия, в которых вероятно отклонение от годовой программы в силу невозможности электрической механической лопатой выполнить запланированный объем работ. На данном горизонте создаются условия, когда уровень подтопления рабочей площадки водой не позволяет использовать электрические машины.

Технически возможная производительность карьера является функцией площади рудной зоны [1, 3, 4]. При разработке крутопадающих месторождений горные работы последовательно переходят с верхних горизонтов на нижние. При этом в разработке обычно находится несколько рудных горизонтов, но имеется общая тенденция – понижение средневзвешенной глубины разработки. С момента достижения бортом карьера верхнего контура карьера в добыче доля руды, связанной с нижними горизонтами, становится более значительной, достигая 100% при завершении горных работ в карьере [5]. В этих условиях риск невыполнения плановых показателей по добыче руды является функцией степени адаптированности технологической схемы проходки траншей к наличию в ее контуре высокого уровня воды.

Подтопление глубоких горизонтов усложняет ведение горно-подготовительных работ. В технологическом процессе вскрытия горизонтов появляются работы, связанные с созданием безопасных условий для эксплуатации выемочно-погрузочного оборудования. Как следствие, время подготовки уступа к эксплуатации увеличивается, а скорость углубки карьера и его производительность по руде снижаются.

Влияние гидрогеологических и климатических условий на ведение горно-подготовительных работ на глубоких горизонтах карьеров не нашло должного отражения в теории горного дела. В результате уже на стадии принятия предпроектных и проектных решений по разработке месторождения могут быть допущены ошибки в определении скорости углубки карьера и его возможной производительности по руде. Возникает необходимость в усовершенствовании методов определения скорости углубки карьеров с учётом гидрогеологических

и климатических факторов и в разработке новых технологических схем строительства траншей в сложных гидрогеологических условиях.

Цель работы - повышение безопасности и эффективности горных работ по подготовке к эксплуатации новых горизонтов в сложных гидрогеологических и горнотехнических условиях глубоких железорудных карьеров за счет разработки и обоснования новых технологических схем строительства траншей, допускающих периодическое затопление дна траншеи.

Изложение основного материала и результаты. В сухих условиях высокая скорость вскрытия горизонтов обеспечивается применением технологических схем, предполагающих проходку въездных траншей канатной механической лопатой на полную высоту уступа. На практике, при вскрытии обводнённых горизонтов с применением прямой механической лопаты используется послойная схема [8, 9], предполагающая сооружение на каждом слое нескольких временных зумпфов (рис. 1). В этом случае прямая механическая лопата работает по неэффективной и небезопасной технологии, при которой возможно аварийное затопление горного оборудования (рис. 2), расположенного на дне траншеи. В случае затопления оборудования его дальнейшая эксплуатация возможна после ремонта электрической части экскаватора.

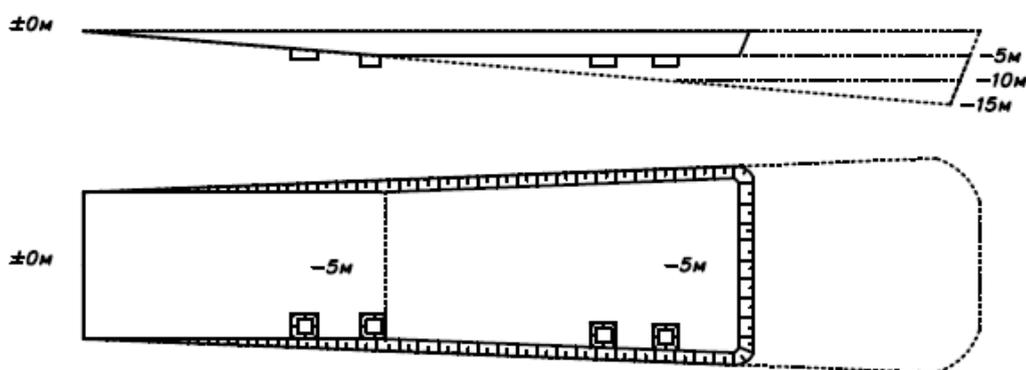


Рисунок 1 – Технологическая схема послойной проходки въездной траншеи с применением прямой механической лопаты

Выполненный анализ [8, 9] степени пригодности для строительства траншей различных типов выемочно-погрузочного оборудования показал, что для сложных гидрогеологических условий наиболее рациональным является использование обратных гидравлических лопат. В то же время сравнение технико-экономических показателей электрических и гидравлических экскаваторов [6, 9, 10], работающих в штатных условиях, показывает, что эксплуатация прямых механических лопат характеризуется меньшей себестоимостью. Но в условиях высокого риска затопления дна траншеи, с учетом вероятных простоев механической лопаты в ожидании осушения дна траншеи или по причине ремонта электрической части в случае подтопления экскаватора, технологические схемы с использованием гидравлических экскаваторов являются принципиально более надежными. Технологической особенностью обратных гидравлических экскаваторов является глубина черпания, не позволяющая осуществить строительст-

во траншеи одним забоем на полную высоту уступа, что обуславливает применение послойных схем проходки траншей.



Рисунок 2 - Примеры строительства траншей в сложных гидрогеологических условиях железорудных карьеров Кривбасса

Схемы вскрытия в сложных гидрогеологических условиях в зависимости от количества видов выемочно-погрузочного оборудования, используемого при строительстве, можно разделить на простые (с одним типом выемочно-погрузочной машины) и комбинированные (предусматривающие использование нескольких типов выемочно-погрузочного оборудования).

В зависимости от порядка выполнения горных работ и последовательности использования разнотипного выемочно-погрузочного оборудования комбинированные схемы проходки траншей в сложных гидрогеологических условиях можно разделить на схемы с параллельным и последовательным использованием разнотипного оборудования.

Схемы с параллельным использованием оборудования характеризуются тем, что при строительстве траншеи одновременно задействованы оба типа экскаваторов. Напротив, схемы с последовательным использованием разнотипного выемочно-погрузочного оборудования не предполагают одновременное использование оборудования (после выполнения заданного объема работ экскаватором

первого типа, оставшийся объем горных работ по строительству траншеи выполняет экскаватор второго типа). Очевидно, что при последовательных схемах минимально необходимый объем работ, который необходимо выполнить для создания условий, благоприятных для эффективной и безопасной эксплуатации электрических механических лопат, равен объему усеченной перевернутой пирамиды высотой, равной высоте уступа с учетом глубины зумпфа. Одна грань пирамиды должна быть представлена поверхностью с углом наклона, обеспечивающим перемещение горнотранспортной техники, используемой при строительстве открытой горной выработки.

В настоящее время и на перспективу на украинских и зарубежных карьерах основным типом выемочно-погрузочной машины для разработки взорванных скальных пород с большим удельным весом являются электрические механические экскаваторы. В разработанных технологических схемах основным объемом горных работ выполняется прямой механической лопатой [8, 9].

Параллельные схемы предполагают следующий порядок работ по вскрытию горизонта. Вдоль проектного борта сооружаемой въездной траншеи обратная гидравлическая лопата строит опережающую водопонижающую траншею. Глубина опережающей траншеи определяется разницей максимальной глубины черпания обратного гидравлического экскаватора и глубиной зумпфа. С достижением забоем обратной лопаты предельной глубины, прямая механическая лопата начинает отработку пород в пределах первого слоя. Обычно траншею по глубине разделяют на три слоя равной высоты. Для оптимизации процесса транспортирования извлеченной горной массы, средства автомобильного транспорта подаются под погрузку за контуром въездной траншеи для обратного гидравлического экскаватора и непосредственно в забой для прямой механической лопаты (рис. 3). После отработки горной массы в пределах первого слоя, обратная гидравлическая лопата приступает к углубке опережающей водопонижающей траншеи на конечную глубину. Средства автомобильного транспорта подаются под погрузку по подошве первого слоя, задним ходом с разворотом в контуре въездной траншеи. По завершению работ обратного гидравлического экскаватора, прямая механическая лопата приступает к отработке оставшихся слоёв с отгрузкой извлеченных пород в средства автомобильного транспорта (рис. 3).

Недостатком параллельных схем является невозможность создания обратной гидравлической лопатой горнотехнических условий, отвечающих требованиям к производительной эксплуатации прямой механической лопаты в пределах всей глубины въездной траншеи. При большом объеме стока в технологическом процессе могут возникать простои оборудования на время, необходимое для понижения уровня вод в пределах слоя. Это приводит к увеличению эксплуатационных затрат на проходку траншеи.

При последовательных схемах простои в работе оборудования отсутствуют – вначале свой объем работ выполняет гидравлический экскаватор, а после создания безопасных горнотехнических условий к работе приступает механический экскаватор.

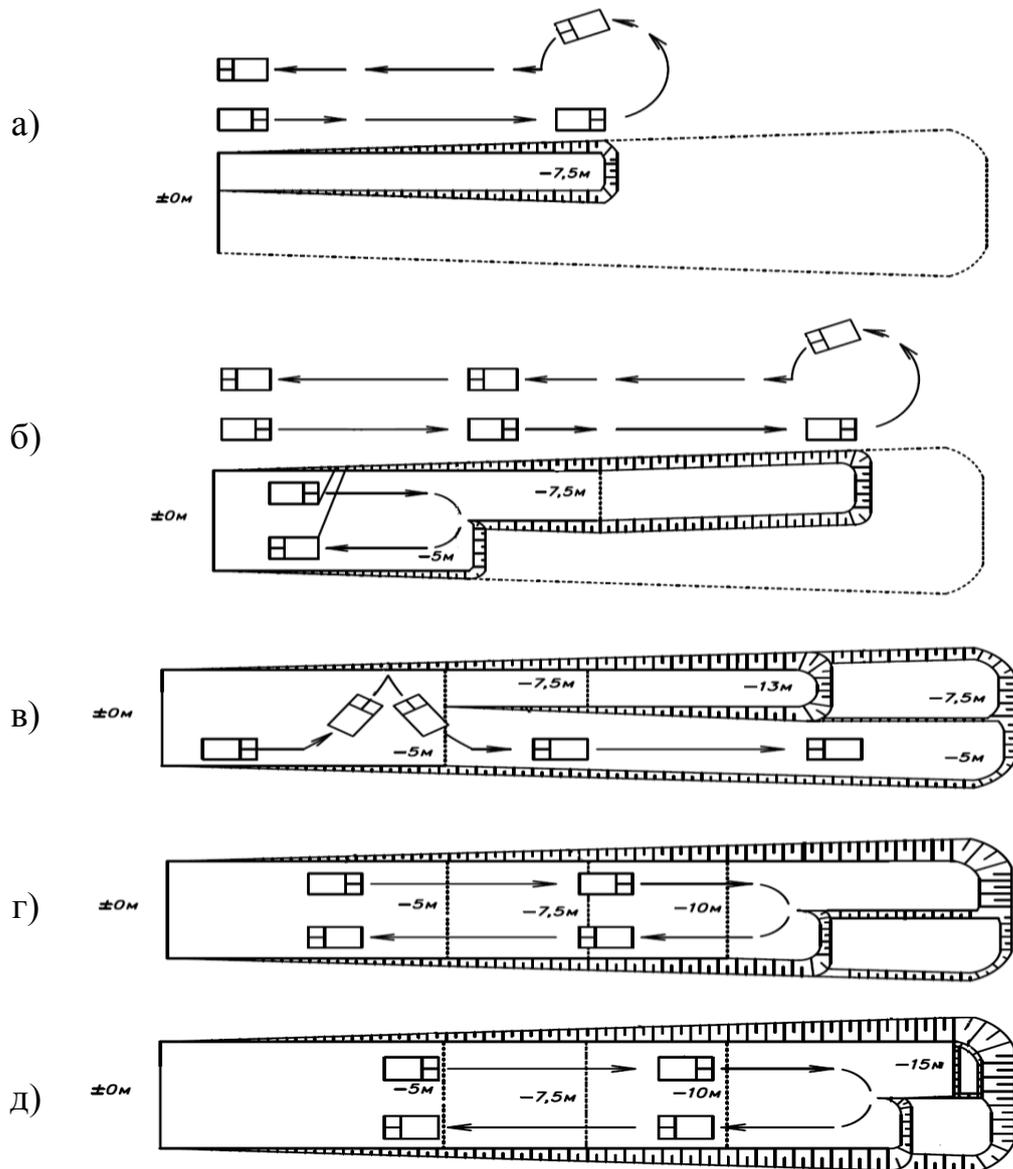
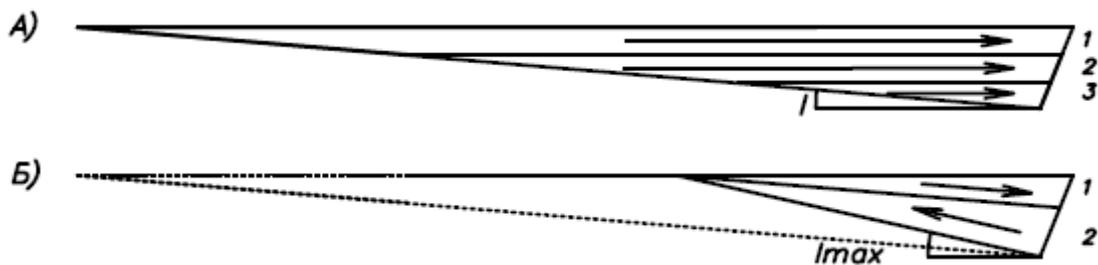


Рисунок 3 – Комбинированная схема вскрытия уступа с параллельной работой прямой механической и обратной гидравлической лопат (а, б, в, г, д — этапы формирования траншеи)

Строительство опережающей водопонижающей траншеи осуществляется послойно. Отработка первого слоя выполняется с перемещением забоя экскаватора в направлении понижения дна въездной траншеи, а отработку второго и последующих слоёв производят с подрезкой вышележащих слоёв в обратном направлении (рис. 4). Для уменьшения длины и объёма опережающей водопонижающей траншеи последний слой обрабатывают с повышенным уклоном, допускающим перемещение гусеничной техники.

В торцевой части сооружаемой въездной траншеи обратная гидравлическая лопата строит наклонную опережающую водопонижающую траншею. Минимальная ширина траншеи понизу должна быть не менее ширины однополосной автодороги с учётом берм безопасности.



1, 2, 3 – соответственно первый, второй и третий слои водопонижающей траншеи; штриховой линией обозначен проектный контур въездной траншеи

Рисунок 4 – Направление перемещения забоя обратной гидравлической лопаты при работе по параллельным (А) и последовательным (Б) схемам

В самой глубокой части опережающей траншеи гидравлический экскаватор формирует зумпф. Минимизация объёма экскавации предполагает, что дальнейшую углубку опережающей водопонижающей траншеи необходимо производить без увеличения её длины (рис. 5).

Углубку следует выполнить таким образом, чтобы на подошве углублённой траншеи можно было разместить выемочно-погрузочное оборудование для окончания работ по созданию безопасных горнотехнических условий для эксплуатации прямой механической лопаты. Для удовлетворения указанных условий, после углубки временного зумпфа, обратный гидравлический экскаватор обратным ходом осуществляет подрезку подошвы опережающей траншеи. При этом часть траншеи по ширине подрезается на глубину, равную максимальной глубине черпания обратной лопаты с уклоном, равным уклону въездной траншеи. Другую же часть подрезают на 2-3 м выше, формируя в торцевой части опережающей траншеи площадку для размещения выемочно-погрузочного оборудования, длина и ширина которой минимально равна двум радиусам поворота кузова экскаватора с учётом ширины зумпфа. Уклон подошвы опережающей траншеи в пределах площадки для размещения выемочно-погрузочного оборудования равен уклону подошвы въездной траншеи. На оставшемся участке подрезку выполняют с повышенным уклоном, допускающим перемещение гусеничной техники. Отгрузка горной массы производится в средства автотранспорта (рис. 5).

По окончании этого этапа работ созданы площадка для размещения экскаватора, съезд с повышенным уклоном, обеспечивающий возможность перемещения обратной гидравлической лопаты на площадку, и дренажная выемка, в которую возможно складирование объёма горной массы при выполнении следующего этапа работ (рис. 5).

Далее, обратная гидравлическая лопата перемещается на площадку в торцевой части углублённой траншеи, для окончания работ по созданию безопасных горнотехнических условий – строительства зумпфа по подошве въездной траншеи. Горная масса, извлекаемая при строительстве зумпфа, отгружается в навал в более глубокой части опережающей траншеи.

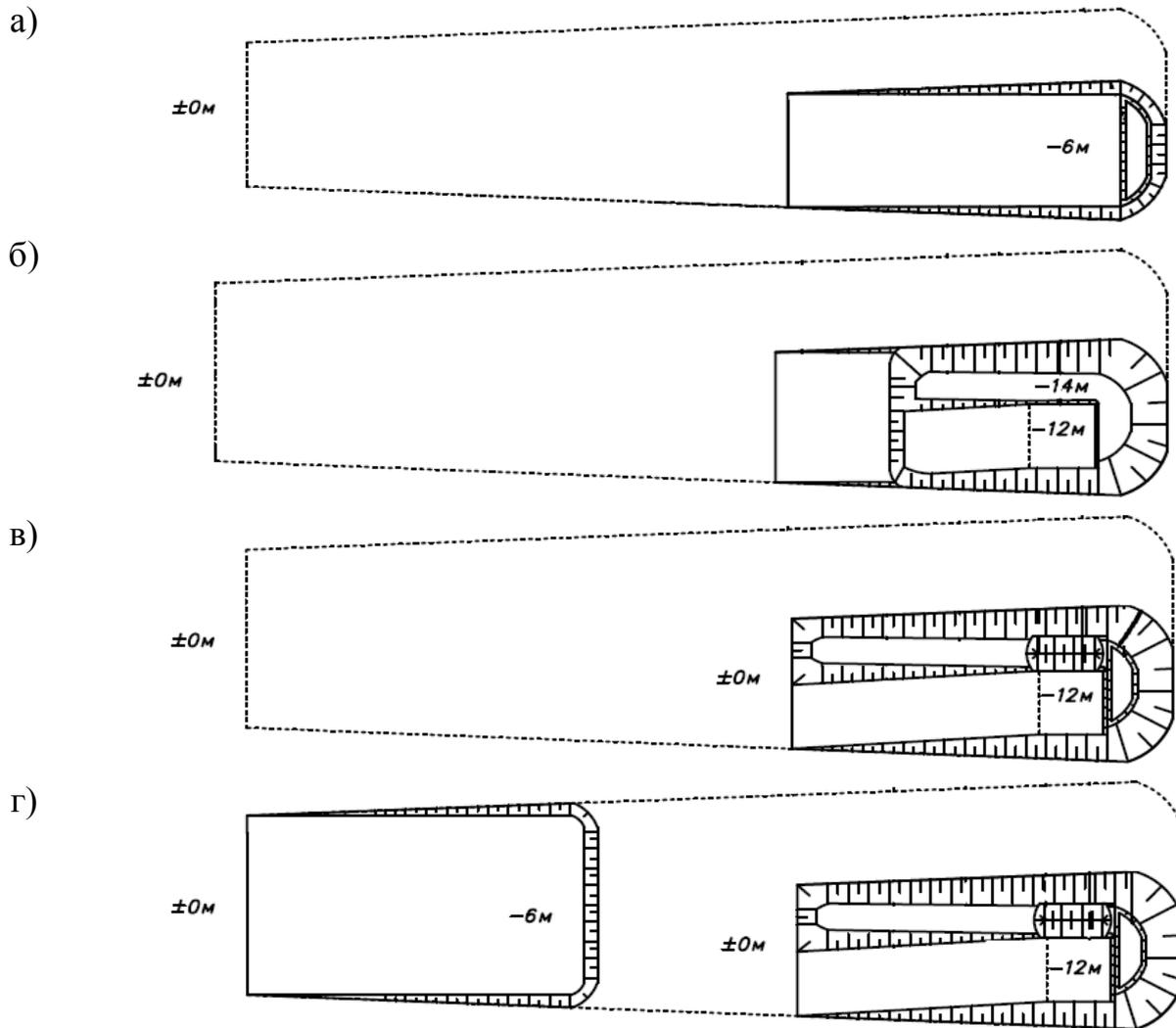


Рисунок 5 – Комбинированная схема вскрытия уступа с последовательной работой прямой механической и обратной гидравлической лопат (а, б, в, г — этапы формирования траншеи)

После окончания работ обратного гидравлического экскаватора и понижения уровня подземных вод в пределах всего контура сооружаемой въездной траншеи, прямая механическая лопата проходит её сплошным забоем (рис. 5).

Последовательные схемы строительства траншей в сравнении с параллельными, гарантированно обеспечат безопасные условия для эксплуатации электрических экскаваторов при минимальном объёме работ, выполняемых обратной гидравлической лопатой.

Для характеристики разработанных схем строительства траншей используется коэффициент технологической схемы, численно равный отношению объема горных пород, экскавируемых обратной гидравлической лопатой, к общему объёму горных работ по строительству траншеи. Так, если значение коэффициента технологической схемы $k_{ТС}$ равно 0,5, это означает, что половину объёма горной массы в контуре траншеи экскавирует обратная гидравлическая лопата; $k_{ТС}=0$ – весь объём разрабатывается механической лопатой; $k_{ТС}=1$ – весь объём разрабатывается гидравлической лопатой [9].

Анализ опыта строительства траншей в сложных гидрогеологических условиях и технологических особенностей разработанных схем показывает, что технологические схемы с параллельным использованием разнотипного оборудования в короткий срок вовлекают в разработку горную породу в пределах всей проекции контура траншеи на горизонтальную плоскость. Это обусловливается необходимостью создания безопасных условий для параллельной работы разнотипного оборудования. Несмотря на относительно большой объем экскавации горных пород гидравлическим экскаватором, проходка траншеи осуществляется послойно, и в целом горнотехнические условия для работы прямой механической лопаты являются неблагоприятными. При последовательных схемах за счет концентрации зоны работы гидравлического экскаватора возможно более интенсивно, в пределах всей высоты уступа, создать пионерную траншею, которая обеспечит развитие депрессионной воронки в контуре сооружаемой въездной траншеи (рис. 3). Отличием последовательных схем является то, что гидравлический экскаватор толщу пород отрабатывает наклонными слоями, а прямая механическая лопата ведет разработку на полную высоту уступа [9].

Для относительной характеристики длины участка работы гидравлического экскаватора применим коэффициент расположения зоны работы гидравлического экскаватора (K_p), который численно равен отношению длины зоны работы гидравлического экскаватора к длине въездной траншеи. При параллельных схемах для обеспечения осушения текущего слоя гидравлический экскаватор в его пределах сооружает опережающую дренажную траншею той или иной ширины, длина которой близка или равна длине въездной траншеи. Коэффициент расположения зоны работы гидравлического экскаватора в этом случае близок или равен 1 (гидравлический экскаватор работает вдоль всей въездной траншеи по длине). При последовательных схемах для обеспечения осушения траншеи в пределах всей высоты уступа гидравлический экскаватор в торцевой, наиболее глубокой части сооружаемой въездной траншеи, строит временную опережающую траншею с уклоном дна, допускающим перемещение гусеничной техники. За счет большого угла наклона дна опережающей траншеи, ее длина меньше, чем длина сооружаемой въездной траншеи. Коэффициент расположения зоны работы гидравлического экскаватора в этом случае существенно меньше 1.

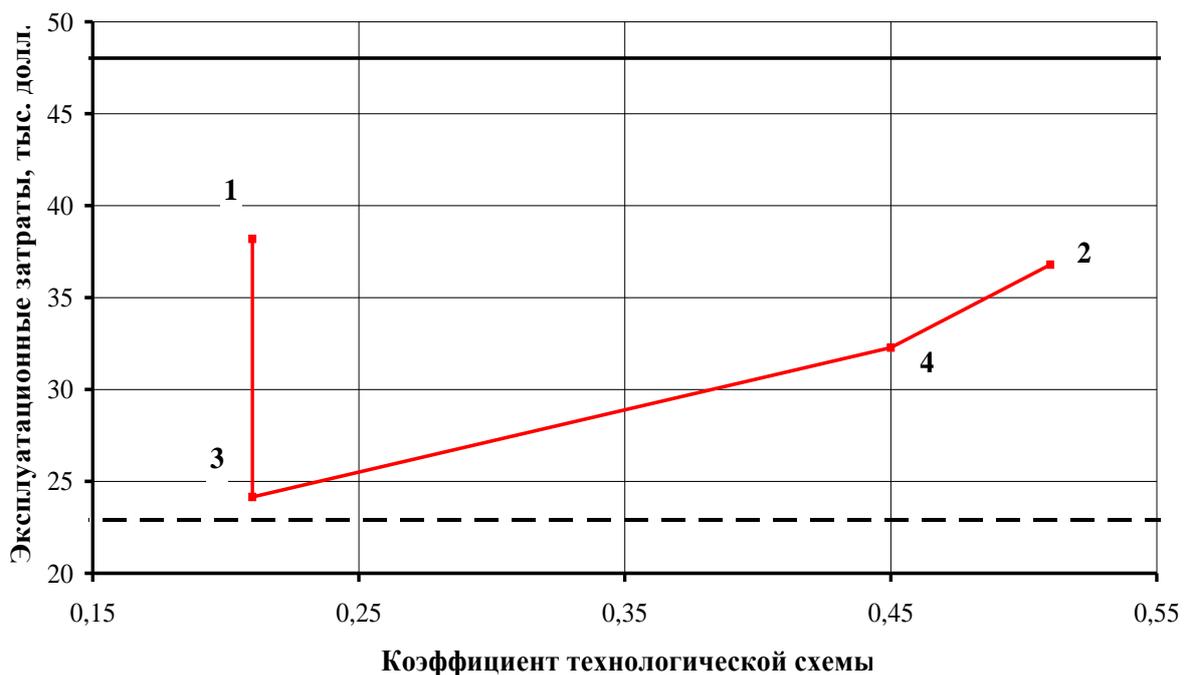
Основной идеей разработанных технологических схем является создание за счет опережающих водопонижающих траншей, сооружаемых обратным гидравлическим экскаватором, безопасных условий для работы электрических механических лопат. В таблице 1 приведены технологические показатели разработанных схем строительства въездных траншей.

На примере механической лопаты и обратного гидравлического экскаватора с емкостями ковшей 10 м^3 и 15 м^3 , соответственно, выполнены технико-экономические расчеты для разработанных комбинированных схем строительства въездных траншей. В качестве исходных данных для экономического расчета принимались показатели, приведенные в каталоге - справочнике «Mine and mill equipment costs».

Таблица 1 — Определение эффективности применения разработанных технологических схем вскрытия новых горизонтов

№ технологической схемы	Схема работы гидравлического и механического экскаваторов	Коэффициент технологической схемы	Коэффициент расположения зоны работы гидравлического экскаватора	v м/сут.
1	параллельная	0,21	1	0,73
2	параллельная	0,51	1	1,04
3	последовательная	0,21	0,4	0,84
4	последовательная	0,45	0,8	0,81

Использование этих данных позволяет адекватно оценить стоимость эксплуатации машины, ведь модели идентифицированы только по спецификации, без указания производителя. Эксплуатационные затраты на использование предложенных технологических схем вскрытия новых горизонтов в условиях пород, характерных для Криворожского железорудного бассейна, приведены на графике (рис. 6).



1,2,3,4 -номер технологической схемы, сплошной и штриховой линиями обозначены эксплуатационные затраты на послынную проходку траншеи прямой механической лопатой в сухих и обводнённых условиях, соответственно

Рисунок 6 – Эксплуатационные затраты на выемочно-погрузочное оборудование

Выводы и направления дальнейших исследований. Предложена классификация технологических схем строительства траншей в сложных гидрогеологических условиях. Установлено, что строительство траншей в сложных гидрогеологических условиях с помощью прямых электрических лопат приводит к

снижению скорости вскрытия уступа на 30-60% и увеличению эксплуатационных затрат на 40-50% в сравнении с работой в сухих условиях.

Разработаны и обоснованы комбинированные технологические схемы вскрытия глубоких горизонтов железорудных карьеров в сложных гидрогеологических условиях. Основной идеей разработанных технологических схем является использование при проходке траншей обратных гидравлических лопат для создания безопасных условий для работы электрических механических лопат и обеспечения высокой скорости строительства траншей. Технико-экономические показатели разработанных технологических схем строительства траншей в сложных гидрогеологических условиях близки к показателям прямых механических лопат в сухих условиях.

Дальнейшие исследования будут направлены на обоснование технологических параметров и области применения разработанных схем строительства траншей. На основе теории движения подземных вод, для карьеров со сложными гидрогеологическими условиями будет уточнена аналитическая зависимость для определения скорости углубки карьера.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арсентьев, А. И. Производительность карьеров / А. И. Арсентьев. – СПб: Санкт-Петербургский горный ин-т, 2002. – 85 с.
2. Дриженко, А. Ю. Открытая разработка железных руд Украины: состояние и пути совершенствования: монография / А.Ю. Дриженко, Г.В. Козенко, А.А. Рыкус; под ред. А. Ю. Дриженка. – Дніпропетровськ: Національний гірничий університет; Полтава: Полтавський літератор, 2009. – 452 с.
3. Арсентьев, А.И. Разработка месторождений твердых полезных ископаемых открытым способом: учебник / А. И. Арсентьев. - СПб.:СПб. гос. горн. ин-т (техн. ун-т), 2010. – 115 с.
4. Бизов, В.Ф. Проектування гірничих підприємств / В.Ф. Бизов. - Кривий Ріг: Мінерал, 2003. - 341 с.
5. Бизов, В. Ф. Відкриті гірничі роботи / В.Ф. Бизов, А.Ю. Дриженко. - Кривий Ріг: Мінерал, 2003.- 341 с.
6. Подэрни, Р.Ю. Горные машины и комплексы для открытых горных работ: в 2-х томах Т.1. / Р.Ю. Подэрни – М.: Изд-во МГГУ, 2001. – 422 с.
7. Проектирование карьеров: Учебник / К.Н. Трубецкой, Г.Л. Краснянский, В.В. Хронин, В.С. Коваленко - 3-е издание, переработанное. - М: Высшая школа, 2009. - 694 с.
8. Слободянюк, В. К. 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.
9. Дослідження та розробка нових технологічних схем розкриття та введення в експлуатацію глибких горизонтів залізрудних кар'єрів: звіт про НДР (закл.) / ДВНЗ «Криворізький національний університет»; кер. В.К. Слободянюк. – ДР 0115U003347; Інв. 0715U004949. – Кривий Ріг, 2015р. – 92 с.
10. Western Mine Engineering. Mine and mill equipment costs. - Inc. Washington: Western Mine Copyright, 1995. – 14 p.

REFERENCES

1. Arsenyev, A.I. (2002), *Proizvoditelnost caryerov* [Pits productivity], Saint Petersburg Mining University, Saint Petersburg, Russia.
2. Drizhenko, A.Yu., Kozenko, G.V. and Rykus, A.A. (2009), *Otcrytaya razrabotka zheleznykh rud Ukrainy: sostoyanie i puty sovershenstvovaniya*. [Open pit of iron ore in Ukraine: state and ways of improvement], National Mining University-Poltavian Literator, Dnipropetrovsk – Poltava, Ukraine.

3. Arsenyev, A.I. (2009), *Razrabotka mestorozhdeniy tverdykh poleznykh iskipaemykh otkrytym sposobom* [The development of solid mineral deposits by open method], Saint Petersburg Mining Institute, Saint Petersburg, Russia.
4. Byzov, V.F. (2003), *Proektuvannya girnychikh pidpnyemstv* [Designing of mining enterprises], Mineral, Kryvyi Rih, Ukraine.
5. Byzov, V.F. and Drizhenko, A.Yu. (2003), *Vidkryti girnychi roboty* [Open pit mining], Mineral, Kryvyi Rih, Ukraine.
6. Poderny, R.Yu. (2001), *Gorniye mashyny i komplekсы dlya otkrytykh gornykh rabot* [Mining machines and systems for open mining operations], vol. 1, MGGU, Moscow, Russia.
7. Trubetskoy, K.N., Krasnyanskiy, G.L., Hronin, V.V. and Kovalenco, V.S. (2009), *Proektirovanie karyerov* [Pits designing], High school, Moscow, Russia.
8. Slobodyanyuk, V.K. and Turchin, Yu.Yu. (2012), "Improvement of technology of the driving of trenches in difficult mining and geological conditions of the deep horizons of iron ore pits." *Geotekhnicheskaya Mekhanika* [Geo-Technical Mechanics], no. 103, pp. 203-210.
9. Slobodyanyuk, V.K., Turchin, Yu.Yu. and Slobodyanyuk, R.V. (2015), *Doslidzhennia ta rozrobka novukh technologichnykh skhem rozkryttia ta vvedennia v ekspluatasiyu glybokyykh goryzontiv zalizorudnykh karyeriv* [Research and development of new process flow charts for opening and putting into operation the deep levels of iron ore open pits], SHEI "KNU", Kryvyi Rih, Ukraine.
10. Western Mine Engineering (1995), "Mine and mill equipment costs", Inc. Washington, Copyright, USA.

Об авторах

Слободянюк Валерий Константинович, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры Открытых горных работ, Государственное высшее учебное заведение «Криворожский национальный университет» (ГБУЗ «КНУ»), Кривой Рог, Украина, slobod_v@i.ua.

Турчин Юрий Юрьевич, аспирант кафедры открытых горных работ Государственное высшее учебное заведение «Криворожский национальный университет» (ГБУЗ «КНУ»), Кривой Рог, Украина, chinasky@ukr.net.

About the authors

Slobodyanyuk Valeriy Konstantinovich, Candidate of Technical Sciences (Ph.D.), Associate Professor, Associate Professor of Open Pit Mining Department, State Higher Educational Institution «Kryviy Rih National University» (SHEI "KNU"), Kryviy Rih, Ukraine, slobod_v@i.ua.

Turchin Yurey Yuryevich, Postgraduate Student of Open Pit Mining Department, State Higher Educational Institution «Kryviy Rih National University» (SHEI "KNU"), Kryviy Rih, Ukraine, chinasky@ukr.net.

Анотація. Аналіз роботи гірничих підприємств показав, що в останні роки зі збільшенням глибин кар'єрів та їх розмірів по денній поверхні збільшилась кількість випадків періодичного затоплення глибоких горизонтів зливовими і підземними водами. В цих умовах, існуючі схеми проходки траншей з використанням прямих механічних лопат є не ефективними і небезпечними.

Актуальним питанням є розробка та впровадження ресурсозберігаючих, безпечних технологій розкриття глибоких горизонтів, що допускають часткове або повне затоплення дна кар'єру.

В статті виконаний аналіз факторів, що впливають на швидкість розкриття уступів. Визначена швидкість проходки траншей в умовах їх підтоплення кар'єрними водами. Розроблено комбіновану технологічну схему проходки траншей з використанням обернених гідравлічних та прямих механічних екскаваторів.

Запропонована класифікація комбінованих технологічних схем будівництва траншей.

Ключові слова: розкриття уступів, спосіб будівництва траншей.

Abstract. Analysis of mining companies work shows that during the last years, due to great deepening of the open pits and increasing their sizes along the daylight surface, periodic flooding of the pit lower horizons with rain and subsoil water have happened more frequently. In this context,

the current approaches to construction of haulage inclines with using a face shovel is inefficient and unsafe. Development and justification of new resource-saving and safe technologies for opening the deep horizons allowing for the partial or full flooding of the pit floor are relevant to date. Factors affecting the rate of opening the benches are analyzed in this article. Rate of the haulage inclines constructing is determined with taking into account waterlogging with the pit waters. A combined method of using a backhoe hydraulic shovel and a face shovel was developed for constructing the haulage inclines. Classification of the combined methods for constructing the haulage inclines is proposed.

Keywords: horizons striping, methods of constructing the haulage inclines.

Статья поступила в редакцию 31.07.2015

Рекомендовано к печати д-ром техн. наук М.С. Четвериком

УДК 622.271:622.013

Швец Д.В., аспирант,
Малеєв Е.В., магістр
(ИГТМ НАН України)

**ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ГОРНЫХ РАБОТ В
ГЛУБОКИХ КАРЬЕРАХ ПРИ ДОРАБОТКЕ ИХ ДО КОНЕЧНОЙ
ГЛУБИНЫ**

Швец Д.В., аспирант,
Малеєв Є.В., магістр
(ИГТМ НАН України)

**ПРИОРИТЕТНІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ ГІРНИЧИХ РОБІТ У
ГЛУБОКИХ КАР'ЄРАХ ПРИ ДОРОБЦІ ЇХ ДО КІНЦЕВОЇ ГЛУБИНИ**

Shvets D.V., Doctoral Student,
Malieiev Ye.V., Master of Sciences
(IGTM NAS of Ukraine)

**PRIORITY AREAS OF THE MINING OPERATION EXPANSION IN THE
DEEP OPEN-PITS UP TO THE TOTAL DEPTH**

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы обеспечения возможностей максимального извлечения и транспортировки запасов железных руд с глубоких горизонтов карьеров при минимизации вскрышных работ.

В работе проанализировано современное состояние действующих глубоких карьеров, на основании чего определены приоритетные направления развития открытых горных работ, а также рассмотрена их доработка до конечной глубины. Снижение высокой себестоимости выпускаемого концентрата отечественными ГОКаами, в сложившейся ситуации падения цен на железорудное сырье, возможно достичь за счет уменьшения объемов законсервированных балансовых запасов железной руды под транспортными коммуникациями, концентрационными горизонтами комплексов ЦПТ и перегрузочными пунктами.

Для обеспечения возможности извлечения запасов в пределах дна карьера, с меньшими затратами на вскрышные работы, разработана технологическая схема для повышения