

чала скорости падения температуры смеси совпадает по скорости (22,3°C в мин) с охлаждением в проточной воде, а после 2 мин более круто падает, достигая температуры воды в баке в течение 25,5 мин.

Испытания показали также, что емкости (оболочки), изготовленные из бытовой полиэтиленовой пленки, выдерживают температуру 100°C без повреждений.

Таким образом, экспериментально подтверждена возможность использования полиэтиленовых оболочек (рукавов) для обеспечения безопасности взрывания сульфидосодержащих обводненных пород горячельющимися ВВ типа ГЛТ-20, а также снижения потерь этих ВВ в проточной воде.

Надежность полиэтиленовых оболочек может быть повышена при использовании полиэтиленовой пленки толщиной 250 мкм.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Причины разложения и отказов зарядов акватол / В.В. Галкин, В.П. Велдужских, В.М. Павлютенко // Безопасность труда в промышленности. - №10. - 1988. - С.47-49.

УДК 622.271:622.235

А.С. Пригунов

ОЦЕНКА ПОТОЧНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ТЕХНОЛОГИИ ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКИ ВЗОРВАННЫХ СКАЛЬНЫХ ПОРОД

Наведені результати досліджень потоковості різних видів технології відкритої розробки підірваних вибухом скельних порід. Уведено нове поняття ступення безперервності технологічних процесів, гірничо-транспортного устаткування і технологічних схем його використання, кількісно визначаємого коефіцієнтом безперервності. Установлені чисельні їх значення.

Анализ тенденций развития техники и технологии разработки скальных пород показывает, что совершенствование открытых горных работ по мере их развития (увеличение объемов добычи, глубины карьеров и степени механизации) осуществляется путем увеличения единичной мощности горно-транспортного оборудования и перехода от циклической технологии к циклично-поточной и по мере её совершенствования и создания непрерывных видов транспорта к поточной технологии. Проектными проработками показано, что при каждом переходе производительность труда увеличивается в 1,5...2 раза, а транспортные расходы стабилизируются при увеличении глубины карьеров [1]. Наиболее перспективной является поточная технология с применением комплексов машин непрерывного действия, с ленточными конвейерами и конвейерными поездами [2].

В соответствии с органической сущностью в настоящее время сформировалось понятие поточной технологии и комплексов машин непрерывного действия, принятое горнотехнической общественностью и сформулированное в Горной энциклопедии: «Поточная технология - это форма организации производства, отличающаяся полным совмещением во времени рабочих процессов и операций по добыче (извлечению) и непрерывной выдачей полезного ископаемого в течение времени, предусмотренного экономически обоснован-

ным режимом работы... Основным принцип П.т. - **непрерывность** добычи (выемки), достижению которой способствует одновременность выполнения процессов и их единый ритм. Выражаются они в полном совмещении во времени выемки (извлечения) п.и. (горн. породы) со всеми остальными процессами...» [3]. «Комплекс машин непрерывного действия - организационно и технологически связанные специализированные машины, предназначены для создания в карьерах единого потока горной массы от забоя до отвала или пункта перегрузки... Для скальных пород наиболее распространены К.м.н.д. транспортные - одноковшовый с перегружателем или роторный экскаватор - конвейеры - отвалообразователь ...» [4].

В соответствии с классификацией М.В. Васильева виды технологии горных работ определяются видом комплексов для механизации горных работ: циклического, циклично-поточного и непрерывного действия: «Поточная технология осуществляется с помощью комплексов, в которых в качестве основного горно-транспортного оборудования используются комплексы машин непрерывного действия ...» [5].

Как видно из определений, отличительными и определяющими характеристиками поточной технологии являются **н е п р е р ы в н о с т ь** добычи (выемки) и выдачи полезного ископаемого и создание в карьере единого непрерывного потока горной массы от забоя до пункта назначения.

Различные виды технологий открытой разработки взорванных скальных пород представляют собой совокупность технологических процессов выемки, транспортирования и разгрузки (или складирования) горной массы, осуществление которых комплексами горно-транспортных машин формирует в зависимости от вида технологии дискретные или непрерывные грузопотоки в карьере. При этом характер грузопотока и степень его непрерывности в основном определяются видом карьерного транспорта. Взаимосвязь параметров машин, выполняющих смежные процессы, и интенсивность их работы определяются степенью непрерывности, которая существенно влияет на основные технико-экономические показатели работы карьера. Однако, в настоящее время отсутствуют научно обоснованные количественные показатели оценки поточности технологии и исследования ее влияния на технико-экономические показатели. В связи с этим для количественной оценки поточности технологий, технологических процессов и горно-транспортного оборудования введем понятие степени непрерывности, которая характеризуется коэффициентом непрерывности процессов горного производства, представляющем собой отношение величины, характеризующей выполнение отдельной технологической операции процесса (время, производительность, длина трассы и т.д.), к величине, характеризующей полный цикл технологического процесса за определенный повторяющийся интервал времени.

При исследовании поточности технологических процессов, были определены коэффициенты непрерывности определяющих процессов: черпания и разгрузки горной массы экскаваторами, процессов транспортирования и разгрузки различными видами карьерного транспорта.

Коэффициент непрерывности процесса черпания экскаватора

$$K_{н.ч} = \frac{t_{ч}}{t_{ц}}$$

где $t_{ч}$ - время черпания, с; $t_{ц}$ - время рабочего цикла экскаватора, с (для одноковшовых экскаваторов $t_{ц} = t_{ч} + t_{пов} + t_{р}$, для экскаваторов непрерывного действия $t_{ц} = t_{ч} + t_{пр}$).

Коэффициент непрерывности процесса разгрузки экскаватора

$$K_{н.р} = \frac{t_{р}}{t_{ц}}$$

где $t_{р}$ - время разгрузки экскаватора, с.

Для различных типов экскаваторов определены коэффициенты непрерывности, представленные в табл. 1.

Таблица 1 - Значения коэффициентов непрерывности экскаваторов

Технологический процесс	Одноковшовые экскаваторы				Экскаваторы непрерывного действия		
	ЭКГ-5	ЭКГ-8И	ЭКГ-12	ЭКГ-20	ЭРГС-2000	ЭРГС-3330 ЭРГС-4600	ЭРГС-5000
Черпание	0,36	0,35	0,34	0,31	0,72	0,76	0,75
Разгрузка	0,120	0,117	0,112	0,103	1,00	1,00	1,00

Анализ данных таблицы 1 показывает, что коэффициент непрерывности процесса черпания экскаваторов непрерывного действия в 2,0...2,5 раза, а процесса разгрузки до 10 раз выше, чем у одноковшовых экскаваторов.

Коэффициент непрерывности процесса транспортирования горной массы по трассе определяется по выражению

$$K_{н.тр} = \frac{\ell_{зр}}{\ell_{инт} + \ell_{зр}} = \frac{\sum \ell_{зр}}{L_{тр}}$$

где $\ell_{зр}$ - длина участка трассы, занятая транспортным средством с грузом (длина конвейера, автосамосвала или конвейерного поезда), м; $\ell_{инт}$ - интервал между движущимися по трассе транспортными средствами, м; $L_{тр}$ - длина трассы, м.

Коэффициент непрерывности процесса разгрузки горной массы транспортным средством определяется по выражению

$$K_{н.р.т} = \frac{t_{р.т}}{t_{р.т} + t_{пер}}$$

где $t_{р.т}$ - время разгрузки транспортного средства, с; $t_{пер}$ - время перерыва между разгрузкой двух следующих один за другим транспортных средств, которое определяется технологическими требованиями, временем маневров, конструкцией разгрузочной площадки или разгрузочного устройства и др., с.

Для автотранспорта время перерыва определяется временем на маневры для подъезда автосамосвалов от исходной позиции к точке разгрузки на разгрузочном пункте. Для конвейерных поездов время перерыва определяется минимальным безопасным расстоянием между смежными поездами, скоростью движения поезда в процессе разгрузки, конструкцией разгрузочного устройства и другими характеристиками и параметрами процесса разгрузки. Для ленточных конвейеров время перерывов в процессе разгрузки за период его непрерывной работы принимается равным нулю.

По многочисленным опытным данным установлено, что время маневров при разгрузке для всех типов автосамосвалов составляет 2 мин., время разгрузки – 1 мин. [6]. Учитывая, что время на перерывы между разгрузкой двух смежных автосамосвалов определяется в основном временем на маневры, коэффициент непрерывности процесса разгрузки автотранспорта равен 0,33.

Значения коэффициентов непрерывности различных видов транспорта по трассе и при разгрузке представлены в табл. 2.

Таблица 2 - Значения коэффициентов непрерывности различных видов карьерного транспорта

Вид транспорта	Грузоподъемность, т	По трассе (при высоте подъема, м)			При разгрузке
		100	200	300	
Автотранспорт	40	0,090	0,101	0,101	0,33
	80	0,054	0,061	0,060	
	120	0,040	0,047	0,046	
	200	0,029	0,034	0,034	
Конвейерные поезда	100	0,125	0,126	0,126	0,33
	150	0,157	0,162	0,166	0,375
	200	0,167	0,180	0,158	0,400
	250	0,184	0,180	0,197	0,420
Ленточный конвейер		1,0	1,0	1,0	1,0

Анализ данных табл. 2. показывает, что коэффициенты непрерывности различных видов транспорта по трассе и при разгрузке имеют следующие значения: для автотранспорта коэффициент непрерывности по трассе изменяется в диапазоне 0,03...0,1 в зависимости от грузоподъемности автосамосвалов и высоты подъема, а при разгрузке равен 0,33 независимо от указанных параметров; для конвейерных поездов коэффициент непрерывности по трассе изменя-

ется в диапазоне 0,125...0,197 в зависимости от длины поезда и высоты подъема, а при разгрузке в диапазоне 0,33...0,42 в зависимости от длины поезда при длине пути движения по разгрузочному устройству равной 100 м; для ленточных конвейеров коэффициенты непрерывности не зависят от высоты подъема и длины трассы и равны 1,0.

Таким образом, в дальнейшем при определении поточности технологических схем для укрупненных расчетов принимаются следующие значения коэффициентов непрерывности при разгрузке: автотранспорт - 0,33, конвейерные поезда - 0,33...0,42, ленточные конвейеры - 1,0.

На основании полученных значений коэффициентов непрерывности транспорта определена степень непрерывности различных видов технологии (циклическая, циклично-поточная и поточная), характеризующихся коэффициентом непрерывности схемы, учитывающим соотношение различных видов применяемого транспорта

$$K_{н.сх} = \frac{\sum K_{н.р.т.i} \cdot L_{т.р.i}}{\sum L_{т.р.i}},$$

где $K_{н.р.т.i}$ - коэффициент непрерывности разгрузки применяемого на i -ом участке трассы вида транспорта; $L_{т.р.i}$ - длина i -го участка трассы, на котором применяется один вид транспорта.

Сравнение поточности различных видов технологий (циклической, циклично-поточной и поточной) было выполнено при следующих условиях формирования грузопотоков: забойная часть - горизонтальный участок длиной 1000 м; подъем - высотой 100, 200, 300 м; участок на поверхности длиной 1000 м.

Учитывая, что определяющим непрерывность грузопотоков, а следовательно, и технологических схем является вид карьерного транспорта для рассмотрения были приняты наиболее характерные технологические схемы применения различных видов карьерного транспорта.

Циклическая технология: схема 1 - автосамосвалы по всей длине трассы (в забое, на подъеме и на поверхности) (АТ).

Циклично-поточная технология: схема 2 - в забое и на поверхности - автосамосвалы, на подъеме - конвейерные поезда (АТ-КП-АТ); схема 3 - в забое - автотранспорт, на подъеме и на поверхности - конвейерные поезда (АТ-КП); схема 4 - в забое и на поверхности - автосамосвалы, на подъеме - ленточные конвейеры (АТ-ЛК-АТ); схема 5 - в забое - автосамосвалы, на подъеме и на поверхности - ленточные конвейеры (АТ-ЛК).

Поточная технология: схема 6 - по всей длине трассы конвейерные поезда (КП); схема 7 - по всей длине трассы ленточные конвейеры (ЛК).

Значения коэффициентов непрерывности рассматриваемых технологических схем, определенные на основании коэффициентов непрерывности при разгрузке различных видов транспорта, приведены в табл. 3 (рис 1). В качестве ис-

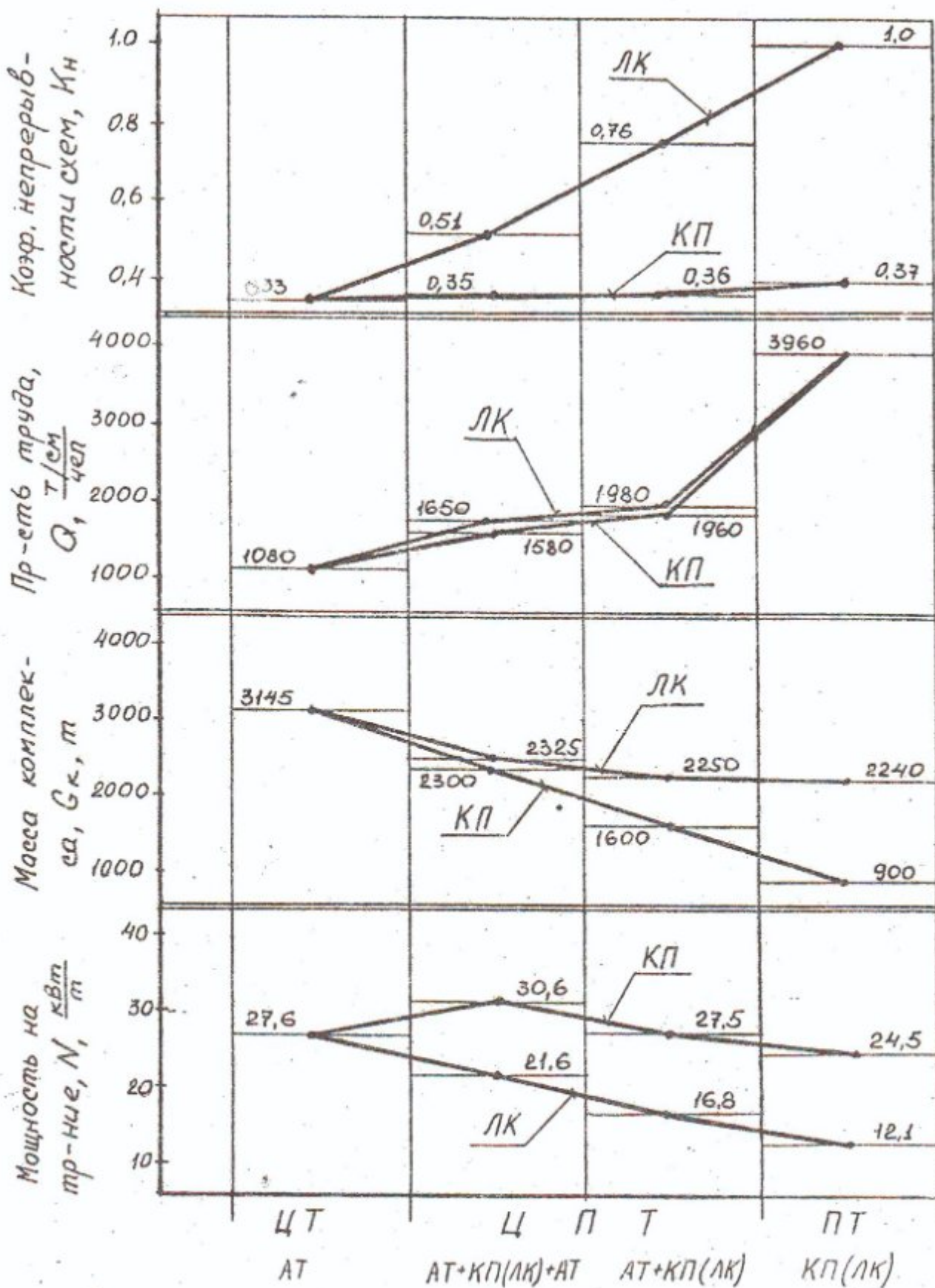


Рис.1 - Коэффициент непрерывности и показатели эффективности технологических схем

ходных данных приняты: высота подъема -100, 200 и 300 м, грузоподъемность автосамосвала -120 т, длина конвейерного поезда 150м.

Таблица 3 - Значения коэффициентов непрерывности технологических схем

Наименование коэффициента непрерывности	ТЕХНОЛОГИЯ						
	циклическая	циклично-поточная				поточная	
		АТ	АТ+КП	АТ+КП+АТ	АТ+ЛК	АТ+ЛК-АТ	КП
по трассе	0,04 -0,046	0,136-0,139	0,128-0,130	0,588-0,702	0,209-0,40	0,141-0,146	1,0
при разгрузке	0,33	0,33-0,39	0,33-0,36	0,72-0,79	0,44-0,58	0,33-0,42	1,0

Примечание: АТ - автомобильный транспорт; КП- конвейерные поезда; ЛК- ленточный конвейер.

Как видно из данных табл. 3, схемы циклической технологии обладают самыми низкими значениями коэффициентов непрерывности - 0,33 (при разгрузке) и 0,04...0,046 (по трассе), что говорит о низкой степени непрерывности процессов транспортирования и разгрузки циклического вида транспорта. Схемы циклично-поточной технологии имеют более высокие значения коэффициентов непрерывности, особенно с ленточными конвейерами, -0,33...0,70 (при разгрузке) и 0,128...0,702 (по трассе). Схемы поточной технологии с ленточными конвейерами имеют максимально возможные значения коэффициента непрерывности, равное 1,0. Схемы поточной технологии с конвейерными поездами имеют значения более высокие, чем схемы циклической и циклично - поточной технологии, но меньше чем схемы циклично-поточной технологии с применением ленточных конвейеров. Для каждой из рассмотренных технологических схем определены значения показателей эффективности работы транспортных комплексов (производительность труда, масса комплекса и мощность на транспортирование), представленные в табл. 4 (рис. 1).

Как видно из анализа данных табл. 4, коэффициент непрерывности технологических схем существенно влияет на основные показатели транспортных комплексов, определяющих эффективность их применения.

С увеличением коэффициента непрерывности схем повышается производительность труда. При этом для конвейерных поездов и ленточных конвейеров производительность труда не зависит от высоты подъема, а при применении автотранспорта производительность труда резко (в 1,6...2,0 раза) уменьшается с увеличением высоты подъема груза от 100 м до 300 м.

Масса комплексов с повышением коэффициента непрерывности уменьшается в различной степени в зависимости от высоты подъема: при высоте подъема 100 м масса снижается только у комплексов с конвейерными поездами в схеме МТ даже при незначительном повышении коэффициента непрерывности. С

увеличением высоты подъема от 100 м до 300 м увеличение коэффициента непрерывности приводит к снижению металлоемкости комплексов в 2,0...3,0 раза.

Таблица 4 - Значения производительности труда, массы комплекса и мощности на транспортирование при различных видах транспорта, технологических схем и высоте подъема

Показатели	Высота подъема Н, м	АТ	КП		ЛК	
		ЦТ	ЦПТ	ПТ	ЦПТ	ПТ
Коэффициент непрерывности схемы	100-300	0,33	0,36	0,38	0,61	1,0
Производительность труда, т/см чел	100 200 300	1730 1080 860	1780	3960	1815	3960
Масса комплекса, т	100 200 300	1950 3150 3910	1800 1950 2025	750 900 1050	2075 2290 2610	1920 2240 2560
Мощность на транспорт 1т груза, кВт	100 200 300	24 28 29	23 29 33	18 24 29	17 19 21	9 12 15

Сопоставительный анализ энергозатрат на транспортирование горной массы различными видами транспорта показал, что применение транспорта с более высокими значениями коэффициента непрерывности приводит к снижению мощности, необходимой для транспортирования 1т груза. Наибольшее энергопотребление при транспортировании автомобилем. При транспортировании по горизонтали и с малыми углами подъема конвейерные поезда потребляют энергии меньше, чем ленточный конвейер; при углах подъема 10...15° ленточный конвейер менее энергоемок, однако при сравнении эффективности конвейерных поездов и ленточных конвейеров следует принимать во внимание дополнительные затраты энергии на дробление скальных пород при транспортировании ленточными конвейерами.

Таким образом, в результате исследования различных технологических схем установлены значения степени их поточности: схемы ЦТ с применением автотранспорта имеют низкую степень поточности ($K_n < 0,33$), схемы ЦПТ имеют среднюю степень поточности ($0,33 < K_n < 0,8$), а схемы ПТ имеют высокую степень поточности ($0,4 < K_n < 1,0$). С повышением степени поточности технологических схем повышаются показатели их эффективности: повышается производительность труда, снижаются масса комплекса и мощность на транспортирование горной массы.

Выполненные исследования показывают, что применение поточной технологии с комплексами машин непрерывного действия, обладающими высокими

показателями непрерывности, позволяет существенно повысить эффективность открытого способа при увеличении объемов добычи полезных ископаемых и глубины разработки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андрущенко А.В. Основные вопросы внедрения циклично-поточной технологии на Ингулецком горно-обогатительном комбинате // Разработка глубоких горизонтов карьеров. Материалы III Всесоюзного научно-технического совещания. – К.: Наук. думка, 1977. – С.45-49.
2. Пригунов А.С. Перспективы внедрения поточной технологии на железорудных карьерах Украины // Проблемы комплексн. освоения недр. Сб. научн. трудов НГАУ. – Днепропетровск: НГАУ, 1998. – С. 336-342.
3. Заведский Ю.И. Поточная технология добычи // Горная энциклопедия. – М.: Сов. энциклопедия, 1989. – Т.4. – С.215.
4. Ефремов Э.И., Шапарь А.Г., Пригунов А.С. Комплекс машин непрерывного действия // Горная энциклопедия. – М.: Сов. энциклопедия, 1987. – Т.3. – С.76-77.
5. Гейман Л.М. Открытая разработка месторождений // Горная энциклопедия. – М.: Сов. энциклопедия, 1989. – Т.4. – С.20-25.
6. Васильев М.В., Яковлев В.Л. Научные основы проектирования карьерного транспорта. – М.: Наука, 1972. – С.47-53.

УДК 622.271:622.693.26-156

М.С. Четверик

РЕЖИМ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТЕХНО-ЭКОСИСТЕМЫ КАРЬЕР-ОТВАЛ-ШЛАМОХРАНИЛИЩЕ

Розглядається режим функціонування техно-екосистеми “карь’єр – відвал – шламосховище” у часі і просторі. Режими: сумісне функціонування об’єктів системи у часі і просторі, послідовне використання просторів об’єктів системи в процесі її функціонування, простори об’єктів системи не взаємовикористовуються. При сумісному функціонуванні об’єктів системи у просторі і часі наноситься найменша шкода навколишньому середовищу.

При открытой добыче и обогащении железных и марганцевых руд, ильменита, других видов полезных ископаемых образуется техно-экосистема карьер – отвал – шламохранилище, которая имеет как внутренние технологические взаимосвязи, так и внешние, оказывающие влияние на окружающую среду. Цель функционирования системы – получение обогащенного полезного ископаемого. Параметры системы, масштабы ее воздействия на окружающую среду определяются технико-экономическими показателями производства, горно-геологическими условиями месторождения.

Проектирование каждого объекта системы осуществляют отдельно, без достаточного учета его функционирования во времени и системы в целом. В большинстве случаев срок службы отвалов шламохранилищ значительно меньше, чем карьера. Поэтому постоянно через 10...15 лет возникает необходимость выделять значительные земельные участки под отвалы и шламохранилища или увеличивать их высоту. Увеличение высоты шламохранилищ приводит к поднятию уровня грунтовых вод, их загрязнению, наносит значительный ущерб окружающей среде. В тоже время при отработке карьера образуется выработанное пространство значительных размеров, что приводит к обезвоживанию территории, и ее загрязнению.

Эта проблема актуальна для всех месторождений полезных ископаемых Украины, где добытую руду подвергают обогащению.