

Криворожский горнорудный институт

На правах рукописи

КРИВОШЕЕВ Александр Васильевич

УДК 622.271

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПЕРЕГРУЗОЧНЫХ ПУНКТОВ  
ЦИКЛИЧНО-ПОТОЧНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ПЕРЕХОДЕ  
К ОТРАБОТКЕ ГЛУБОКИХ ГОРИЗОНТОВ КАРЬЕРОВ

05.15.03 - "Открытая разработка  
месторождений полезных ископаемых"

А в т о р е ф е р а т  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Кривой Рог - 1993

070 26.000

Работа выполнена в Институте геотехнической механики  
АН Украины

НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ:

доктор технических наук

М.С.Четверик

ОФИЦИАЛЬНЫЕ ОПОНЕНТЫ:

чл.-корр. АН Украины,  
доктор технических наук,  
профессор

А.Ю.Дрищенко

кандидат технических наук

Н.В.Хильченко

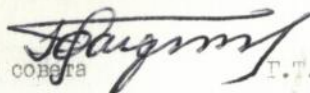
Ведущее предприятие - Северный горно-обогатительный комбинат

Защита диссертации состоится "24" марта 1993 г.  
в 13 часов на заседании специализированного Ученого совета  
Д.068.П.01 при Криворожском горнорудном институте по адресу:  
324027, г.Кривой Рог, ул.ХХІІ партсъезда, П, КРПИ.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

Автореферат разослан "20" февраля 1993 г.

Ученый секретарь  
Специализированного Ученого совета



Г.Т.Баустов

ЛННБ України ім.В.Стефаніка



00825798 (\$)

ЛННБ ім. В. Стефаніка  
АН України

AB-26.820

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность. Криворожский бассейн является одним из наиболее крупных по добыче железных руд. На карьерах применяется прогрессивная технология с комбинированным транспортом, включающим конвейерный и автомобильный. Вскрытие железорудных горизонтов осуществлено преимущественно наклонными стволами, а перегрузочные пункты оборудованы мощными конусными дробилками. Понижение горных работ интенсивное. Углубка стволов и строительство перегрузочных пунктов на нижележащих горизонтах сопряжены с большими капитальными затратами. Перенос перегрузочных пунктов на нижние горизонты и углубка наклонных стволов задерживаются, в результате чего увеличиваются расстояния перевозок горной массы автотранспортом с нижних и верхних горизонтов. В этот переходный период целесообразно использовать положительный опыт работы по доставке горной массы с нижних горизонтов конвейерами, а с верхних – гравитационно по рудоскатам. Применяемые при этом технологические схемы перегрузочных пунктов имеют существенные недостатки.

Так, технологические схемы грохотильных перегрузочных пунктов с отгрузкой надрешетного продукта экскавационным оборудованием не обеспечивают отгрузку при работающем грохоте. Технологические схемы не обеспечивают регулирования времени прохождения горной массы по грохоту при использовании автосамосвалов большой грузоподъемности, что снижает эффективность грохочения.

На перегрузочных пунктах с гравитационным перемещением горной массы по откосу не обеспечивается управление шириной ее развала в аккумулирующих емкостях. До настоящего времени не разработаны технологические схемы перегрузочных пунктов, лишенные изложенных недостатков. Не установлены взаимосвязи их основных технологических параметров. Поэтому актуальной является научная задача совершенствования технологических схем перегрузочных пунктов циклично-поточной технологии и обоснования их рациональных параметров.

Основная идея работы заключается в повышении эффективности перегрузочных пунктов за счет разработки новых технических решений, обеспечивающих рациональное распределение времени на технологические операции.

Целью настоящей работы является установление закономерностей взаимосвязей параметров перегрузочных пунктов при целенаправленном соизменении технологических операций и на этой основе разработка рекомендаций по совершенствованию их технологических схем. В качестве объекта исследований принята комбинированная технологическая схема транспортирования горной массы в условиях карьеров Кривбасса, типичным представителем которых является карьер ИГЮКа.

Автором защищаются усовершенствованные технологические схемы перегрузочных пунктов и алгоритмы определения взаимосвязей их основных параметров.

Они базируются на следующих основных научных положениях:

1. Эффективная работа грохота при отгрузке надгрохотного продукта экскавационным оборудованием обеспечивается сооружением подпорной стенки с проемом на расстоянии от опоры грохота, равном половине разности между максимальной шириной развала горной массы при отсутствии подпорной стенки и шириной развала после перемещения ее через проем.

2. Управление шириной развала в аккумулирующей емкости разгружаемой на откос горной массы достигается изменением заложения этого откоса; необходимая величина заложения равна разности между заложением при угле, равном углу естественного откоса перегружаемой горной массы, и заданной шириной развала.

3. Управление временем перемещения горной массы по грохоту достигается задержанием на приемной плите расчетного ее объема, являющегося функцией интервала времени между двумя последующими заездами автосамосвалов на разгрузочную площадку.

Обоснованность и достоверность научных положений и результатов подтверждаются: принятыми теоретическими предпосылками, базирующимися на результатах известных исследований, применением современных методов исследования, сопоставимостью результатов теоретических исследований и практических разработок, технико-экономическим анализом разработанных схем в условиях действующего карьера.

Значение работы. Научное значение диссертации заключается в установлении закономерностей взаимосвязей параметров перегрузочных пунктов, отличающихся использованием новых технических решений по рациональному распределению времени на технологические операции, а также взаимосвязей параметров аккумулирующих

емкостей и технологии формирования откосов на перегрузочных пунктах с гравитационным перемещением горной массы; разработке методик выбора рациональных параметров технологических схем перегрузочных пунктов.

**Практическое значение работы.** Разработанные рекомендации позволят обоснованно определять параметры перегрузочных пунктов с рациональным распределением времени на технологические операции на грохотильных перегрузочных пунктах и с гравитационным перемещением горной массы по откосам. Это позволит повысить эффективность схем циклично-поточной технологии при переходе к отработке глубоких горизонтов карьеров.

Использование рекомендаций позволяет:

- повысить эффективность грохочения за счет увеличения времени прохождения горной массы по грохоту в 2 и более раз;
- повысить производительность грохотильных перегрузочных пунктов на 10% за счет совмещения работы грохота с отгрузкой надрешетного продукта экскавационным оборудованием;
- повысить производительность перегрузочных пунктов с автомобильного на железнодорожный транспорт на 47% за счет применения безэкскаваторных средств отгрузки;

сократить расстояние перевозок горной массы автосамосвалами, за счет гравитационного ее перемещения и использования наклонных конвейеров, на 0,4-1,2 км.

**Методы исследования.** Использован комплекс современных методов исследования, включающий обобщение передовых достижений науки и техники, технико-экономический анализ, аналитический, графоаналитический, математического моделирования.

**Реализация результатов работы.** Рекомендации по совершенствованию технологических схем перегрузочных пунктов переданы институту "Кривбасспроект", одобрены и рекомендованы к использованию. Рекомендуемый перегрузочный пункт с управляемой шириной развала горной массы при гравитационном перемещении ее по откосам внедряется в 1992-1993 гг. на карьере ИнГОКа. Планируются к внедрению на карьере ИнГОКа разработанные с учетом результатов исследования технологические схемы: а) доставки руды с глубоких горизонтов; б) доставки на дневную поверхность окисленных руд; в) с перемещением по откосам нескольких смежных уступов горной массы при перегрузке пород с автомобильного на железнодорожный

транспорт. Расчетный экономический эффект составил 1898 тыс. руб: за счет применения в технологических схемах рекомендуемых перегрузочных пунктов и частичной замены автомобильного транспорта гравитационным и конвейерным.

Апробация работы. Отдельные разделы и работа в целом докладывались и одобрены на Международном симпозиуме по проблемам разработки глубоких карьеров (г. Мирный, 1991), НТС НИТРИ, института "Кривбасспроект", ИнГОКа, научных семинарах отделов ИГТМ АН Украины (г. Днепропетровск, 1991 г., 1992 г.), КТРИ (г. Кривой Рог, 1992 г.).

Публикация. По теме диссертации опубликовано 10 работ.

Диссертационная работа изложена на 45 страницах машинописного текста и включает введение, 4 раздела, заключение, список использованной литературы из 81 наименований, 36 рисунков, 20 таблиц.

#### ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Состояние вопроса и задачи исследования. Практика разработки железорудных карьеров базируется на трудах академиков Ржевского В.В., Мельникова Н.В., Бызова В.Ф., чл.-корр. АН Трубенского К.П., Ефремова Э.И., д-ров техн. наук Ближнюкова В.В., Арсентьева А.И., Васильева М.В., Виницкого К.В., Дризенко А.Ю., Новожилова М.Г., Потапова М.Г., Полищука А.К., Симкина Б.А., Тартаковского Б.Н., Томакова П.И., Шапаря А.Г., Четверика М.С. и др. ученых.

Научные разработки ИГТМ АН Украины, ДТИ, КТРИ, НИТРИ и др. позволили внедрить на карьерах Кривбасса высокопроизводительную циклично-поточную технологию с применением перегрузочных пунктов с конусными дробилками. При переходе к обработке глубоких горизонтов целесообразно использовать существующие транспортные системы. Но это предопределяет необходимость строительства дополнительных перегрузочных пунктов, в том числе с грохочением — при транспортировании горной массы с нижних горизонтов, с гравитационным перемещением горной массы по откосам — при транспортировании горной массы с верхних горизонтов на нижние.

При доставке руды конвейерами с глубоких горизонтов производительность перегрузочных пунктов составляет несколько млн. тонн. Объем надгрохотного продукта достигает 10-20% от перегружаемой горной массы.

Исследованиями под руководством проф. Тартаковского Б.И. установлено, что перегрузочные пункты с грохочением и дроблением целесообразно применять при выходе надрешетного продукта свыше 12%. Применение грохотильно-дробильных перегрузочных пунктов сопряжено с большими капитальными затратами, и их рационально применять при больших сроках эксплуатации.

В переходный период можно использовать существующие конвейерные подъемники и перегрузочные пункты с конусными дробилками. При грохотильных перегрузочных пунктах с разгрузкой надрешетного продукта в автосамосвалы можно использовать промежуточные бункеры, однако при этом возрастает габариты перегрузочного пункта до размеров, превышающих высоту одного уступа, что приводит к значительным капитальным затратам.

Наиболее проста технологическая схема грохотильного перегрузочного пункта с поступлением надгрохотного продукта на промежуточный склад с последующей отгрузкой его экскавационным оборудованием. Однако при этом известные технологические схемы не обеспечивают сомащение технологических операций по грохочению и отгрузке надрешетного продукта.

Ранее выполненными исследованиями ИГТМ установлено, что на грохотильных перегрузочных пунктах часть подгрохотного продукта (до 5%) поступает в надгрохотный продукт. Для повышения эффективности грохочения при использовании автосамосвалов большой грузоподъемности целесообразно управлять временем прохождения горной массы по грохоту.

Известные технологические схемы перегрузочных пунктов не обеспечивают регулирования времени прохождения горной массы по грохоту.

Перегрузочные пункты с гравитационным перемещением горной массы по откосам рассмотрены в работах МИ, ИГТМ, ШГРИ и др. При гравитационном перемещении горной массы по откосам обеспечивается управление шириной ее развала в аккумулялирующих емкостях; невозможна разгрузка аккумулялирующих емкостей с одновременной подачи в нее горной массы.

Проведенный анализ литературы, проектных решений, опыта работы перегрузочных пунктов и транспортных систем позволил сделать следующие основные выводы:

1. При переходе к отработке глубоких горизонтов карьеров Кривбасса можно использовать существующие транспортные системы, а это предопределяет необходимость строительства дополнительных перегрузочных пунктов, в том числе: грохотильных - для транспортирования горной массы с нижних горизонтов; с гравитационным перемещением горной массы по откосам и для транспортирования ее с верхних горизонтов на нижние.

2. На грохотильных перегрузочных пунктах не обеспечивается рациональное распределение времени на выполнение технологических операций, а именно: не обеспечивается совмещение технологических операций по грохочению и отгрузке надгрохотного продукта с промежуточного склада экскавационным оборудованием, не обеспечивается регулирование времени прохождения по грохоту выгруженной из автосамосвала горной массы.

3. При гравитационном перемещении горной массы по откосам не обеспечивается управление шириной ее развала в аккумулирующих емкостях, невозможна разгрузка аккумулирующих емкостей с одновременной подачей в нее горной массы по откосам.

С учетом изложенного в соответствии с идеей и целью основными задачами исследования являются:

1. Разработать и исследовать технологические схемы грохотильных перегрузочных пунктов с рациональным распределением времени на технологические операции.

2. Разработать и исследовать рациональные технологические схемы перегрузочных пунктов с гравитационным перемещением горной массы по откосам.

3. Разработать рекомендации по совершенствованию технологических схем транспортирования горной массы.

Разработка и исследование технологических схем грохотильных перегрузочных пунктов с рациональным распределением времени на выполнение технологических операций. Предложено для совмещений на перегрузочном пункте технологических операций по грохочению и отгрузке экскаватором надрешетного продукта между временным складом (аккумулирующей емкостью) 1 и погрузочной площадкой 2 выполнить подпорную стенку 3 с проемом 4 (рис. 1, а) и отгружать надгрохотный продукт, поступивший через проем на погрузочную площадку.

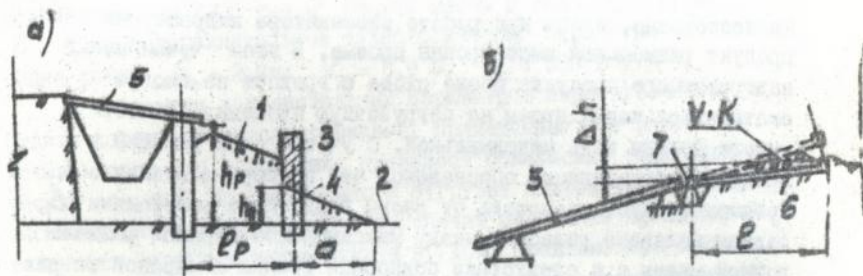


Рис.1. Технологические схемы проходов для перегрузочных пунктов с подпорной стенкой (а); с приемной поворотной плитой (б): 1 - аккумулялирующая емкость; 2 - погружная площадка; 3 - подпорная стенка; 4 - проем в подпорной стенке; 5 - проход; 6 - поворотная приемная плита; 7 - шарнирное соединение.

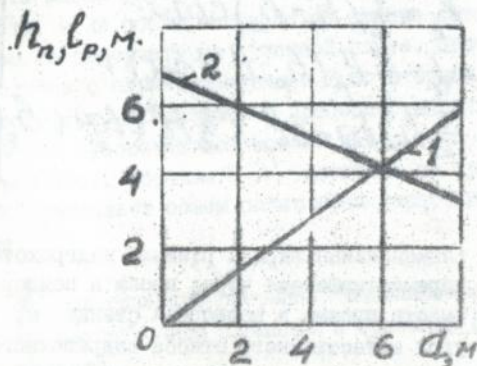


Рис.2. Графики зависимости параметров прохотильного перегрузочного пункта от ширины развала  $\Delta$  надпрохотного продукта на погружной площадке: 1 - высота проема  $h_n$  в подпорной стенке, м; 2 - рациональное расстояние  $l_p$  между опорой прохода и подпорной стенкой, м.

Целесообразно, чтобы при работе экскаватора надрешетный продукт размещался выше уровня проема. В этом случае куски надгрохотного продукта после схода с грохота не смогут скатываться через проем на погрузочную площадку. Емкость склада должна быть максимальной. С учетом этих условий в процессе исследования обосновано, что подпорную стенку с проемом следует размещать от опоры грохота на расстоянии  $l_p$ , равном половине разности между максимальной шириной развала горной массы при отсутствии подпорной стенки и шириной ее развала после перемещения через проем. Основные параметры перегрузочного пункта выбирают с учетом известных методик. Выявленные закономерности взаимосвязей дополнительных параметров перегрузочного пункта с подпорной стенкой позволяют рекомендовать их выбор в следующей последовательности:

$$\left. \begin{aligned} a &\leq R_{max} - R_{min}; \\ h_n &= a \operatorname{tg} \alpha; \\ l_p &= \frac{1}{2}(h_p - h_n) \operatorname{ctg} \alpha; \\ V_1 &= b l_p (h_p - l_p \operatorname{tg} \alpha) + \\ &+ \frac{1}{2} h_p^2 \operatorname{tg} \alpha l_p + \frac{1}{2} h_n^2 \operatorname{ctg} \alpha b, \end{aligned} \right\} \quad (I)$$

- где  $a$  - рациональная ширина развала надгрохотного продукта, м;  
 $h_n$  - переместившегося через проем в подпорной стенке, м;  
 $h_m$  - высота проема в подпорной стенке, м;  
 $\alpha$  - угол естественного откоса надрешетного продукта, град;  
 $l_p$  - рациональное расстояние между опорой грохота и подпорной стенкой с проемом, м;  
 $h_p$  - высота опоры грохота, м;  
 $b$  - ширина грохота, м;  
 $V_1$  - максимальный объем надгрохотного продукта, который можно отгрузить через проем в подпорной стенке, м<sup>3</sup>.

Выполненными расчетами установлено, что для перегрузочного пункта с автомобильного на конвейерный транспорт производительностью 2500 тыс. м<sup>3</sup> горной массы в год  $h_p = 11$  м,  $b = 7$  м, а дополнительные технологические параметры соответственно равны  $h_n = 2,6$  м;  $l_p = 5,9$  м;  $V_1 = 330$  м<sup>3</sup>.

В взаимосвязи дополнительных параметров перегрузочного пункта характеризуются графиками, приведенными на рис. 2. Установлено, что в условиях Кривбасса совмещение технологических операций по грохочению и отгрузке надрешетного продукта экскавационным оборудованием обеспечит повышение производительности перегрузочного пункта на 10%. Предложенную технологическую схему рационально применять, если в рассматриваемых условиях сумма удельных приведенных затрат на экскавацию ( $C_3$ ) и разности между удельными приведенными затратами на транспортирование автомобилями и конвейерами ( $C_a - C_k$ ) меньше удельных приведенных затрат на дробление надгрохотного продукта, т.е.

$$C_3 + (C_a - C_k) \leq C_{gp} \quad (2)$$

Для условий карьера ИнГОКа рекомендуемую технологическую схему рационально применять при условии  $C_{gp} = 2,28$  руб.

Установлено, что можно управлять временем перемещения горной массы по грохоту, если после выгрузки из кузова автосамосвала расчетный объем ее задержать на приемной плите. Приемная плита 6 (рис. 1, б) выполнена с шарнирной связью 7 со стороны грохота и снабжена поворотным механизмом. В процессе разгрузки горной массы объемом  $V$  из кузова автосамосвала часть ее поступает на грохот, а вторая часть объемом  $V \cdot k$  остается на приемной плите. Коэффициент "k" учитывает объем оставшейся горной массы на приемной плите.

Технологические операции, выполняемые на разгрузочной площадке и приемной плите грохота

Технологические операции на разгрузочной площадке	Время, с.	Технологические операции на приемной плите
Подъем кузова автосамосвала и разгрузка горной массы	$t_1$	Перемещение на грохот горной массы объемом $V - V \cdot k$
Опускание кузова автосамосвала	$t_2$	Подъем приемной плиты и перемещение горной массы объемом $V \cdot k$

Технологические операции на разгрузочной площадке	Время, с.	Технологические операции на приемной плите
Отъезд автосамосвала с разгрузочной площадки	$t_3$	То же
Интервал между двумя последующими заездами автосамосвала на разгрузочную площадку	$\Delta t$	То же
Заезд автосамосвала на разгрузочную площадку	$t_4$	Опускание приемной плиты

Можно совместить некоторые технологические операции, выполняемые на разгрузочной площадке и приемной плите грохота (Таблица ). Это позволяет время прохождения горной массы по грохоту увеличить на величину  $t_n$ , равную  $t_n = t_2 + t_3 + \Delta t$ , (3)

где  $t_2$  - время опускания кузова автосамосвала, с;

$t_3$  - время на отъезд автосамосвала с разгрузочной площадки, с;

$\Delta t$  - интервал между двумя последующими заездами автосамосвала на разгрузочную площадку, с.

Коэффициент  $K$  является функцией интервала времени между двумя последующими заездами автосамосвалов на разгрузочную площадку:

$$K = \frac{t_2 + t_3 + \Delta t}{t_1 + t_2 + t_3 + \Delta t} \quad (4)$$

Взаимосвязи параметров приемной плиты грохота и применяемого автосамосвала характеризуются следующими зависимостями:

$$\Delta h = \frac{K V - b_2^2 b_1 t q \alpha}{b_2 b_1}; \quad (5)$$

$$l = 2 b_2 + \Delta h c t q \alpha, \quad (6)$$

где  $\Delta h$  - уровень нижнего конца приемной плиты относительно разгрузочной площадки; м;

$b_2$  - расстояние между разгрузочной площадкой и гребнем горной массы после ее выгрузки; м;

$b_1$  - ширина кузова автосамосвала; м;

$l$  - длина приемной плиты в проекции на горизонтальную плоскость; м.

При  $K < 0,5$  не обеспечивается равномерность поступления горной массы на грохот. При  $K > 0,5$  размеры приемной плиты резко возрастают, трудно обеспечить равномерность подачи горной массы на грохот, поскольку для этого необходимо применение специального устройства регулирующего объем горной массы разгружаемой с приемной плиты в единицу времени. При  $K=0,5$  можно обеспечить подачу горной массы на грохот двумя равными порциями. Считаем рациональной работу перегрузочного пункта с поворотной плитой при  $K=0,5$ . Для этих условий длина приемной плиты в проекции на горизонтальную плоскость для автосамосвалов грузоподъемностью 40; 75 и 110 тонн соответственно равна 3,7; 3,90 и 4,10 м.

Установлено, что технологическую схему перегрузочного пункта с регулированием времени прохождения горной массы по грохоту целесообразно применять при соблюдении условия

$$K' \geq \frac{3}{Q(C_a - C_k + C_b)}, \quad (7)$$

где  $K'$  - коэффициент, учитывающий наличие подрешетного продукта в надрешетном после схода последнего с грохота; 3 - годовые приведенные затраты на содержание поворотной приемной плиты грохота, руб;  $Q$  - годовая производительность перегрузочного пункта, м<sup>3</sup>;  $C_a, C_k, C_b$  - удельные приведенные затраты в рассматриваемых условиях соответственно на транспортирование надрешетного продукта автотранспортом, конвейерным транспортом и его экскавацию, руб.

Установлено, что для условий Кривбасса рекомендуемую технологическую схему рационально применять при  $K' \geq 0,023$ , т.е. при эффективности грохочения меньше 0,977. Технологическая схема позволяет повысить эффективность грохочения за счет увеличения времени прохождения горной массы по грохоту в два раза.

Разработка и исследование рациональных технологических схем и перегрузочных пунктов с гравитационным перемещением горной массы по откосам. В процессе исследования установлено, что в зоне перегрузочного пункта управлять шириной развала горной массы, разгружаемой на откос, можно путем изменения угла этого откоса. Заложение откоса в зоне перегрузочного пункта равно (рис.3,а)

$$e_c = h_3 \operatorname{ctg} \alpha - a$$

где  $h_3$  - высота перегрузки горной массы, м;  $\alpha$  - угол естественного откоса перегружаемой горной массы, град.;  $a$  - технологически обоснованная ширина развала горной массы, м.

Управляя углом откоса в зоне перегрузочного пункта с автомобильного в железнодорожный транспорт (рис.3,б), можно при постоянной ширине внутрикарьерного склада (аккумулирующей емкости) понизу ( $A'$ ) увеличить его объем или уменьшить длину без уменьшения объема. Эти изменения пропорциональны коэффициенту  $K_1$ , который равен отношению приращения объема склада за счет выполаживания угла  $\beta$  откоса в зоне перегрузочного пункта до величины  $\alpha'$  к объему этого склада до выполаживания откоса

$$K_1 = \frac{h_3(\operatorname{ctg}\alpha' - \operatorname{ctg}\beta)}{2A - h_3(\operatorname{ctg}\alpha - \operatorname{ctg}\beta)} \quad (9)$$

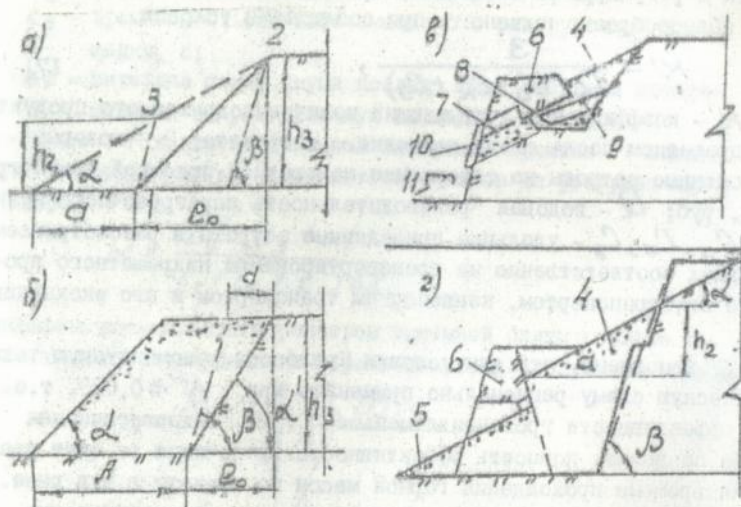


Рис.3 Технологические схемы перегрузочных пунктов с гравитационным перемещением горной массы по откосам: 1-2 и 1-3-2 - профили откоса; 4 - аккумулярующая емкость; 5 - погрузочная площадка; 6 - предохранительный щит; 7 - наклонная выработка; 8 - выступ на потолочине наклонной выработки; 9 - прерыватель грузопотока; 10 - затвор; II - транспортный сосуд.

Так, если уменьшить угол откоса в зоне перегрузочного пункта до  $\alpha' = 50^\circ$ , то при ширине аккумулирующей емкости  $A = 18$  м можно увеличить объем размещаемой горной массы во внутрикарьерном овраге (аккумулирующей емкости) на коэффициент  $K=0,38$ , т.е. на 38%. В зоне перегрузочного пункта можно формировать профиль откоса по прямой 1-2 (рис.3,а) или выпуклый профиль 1-3-2. При этом объем горной массы в аккумулирующей емкости максимальный, если откос выполнен плоским, и минимальный, если откос сформирован с выпуклым профилем. Во втором случае объем горнокапитальных работ минимальный. Такой профиль откоса целесообразно формировать при высоте перегрузки, достигающей суммы высот нескольких уступов.

При высоте перегрузки, равной сумме высот нескольких уступов, откос, расположенный на сопряжении с разгрузочной площадкой, выколачивают до угла естественного откоса перегружаемой горной массы, начиная с высоты  $h_2$  относительно уровня приемной площадки (рис.3,а; 3,г)

$$h_2 = \frac{a}{\operatorname{ctg} \alpha - \operatorname{ctg} \beta} \quad (10)$$

Рассмотренные способы формирования профиля откоса в зоне перегрузочного пункта обеспечивают поступление горной массы с высоты одного или нескольких уступов в аккумулирующие емкости с регулированием ширины развала. При перегрузке горной массы с высоты, равной сумме высот нескольких уступов, трудно обеспечить формирование аккумулирующей емкости, параметры которой обеспечивают работу экскавационного оборудования без простоев. Установлено, что при перегрузке с высоты, равной сумме высот нескольких уступов, можно совместить технологические операции по разгрузке горной массы на откосы и отгрузке ее экскавационным оборудованием из аккумулирующей емкости 4 (рис.3,г), или между ней и погрузочной площадкой 5 сформировать предохранительный целик 6 с приемом, который обеспечивает перемещение горной массы из аккумулирующей емкости на погрузочную площадку.

При безэкскаваторных перегрузочных пунктах для обеспечения технологических операций поступления горной массы в аккумулирующую емкость и погрузки ее в транспортные сосуды может быть использован опыт подземных разработок месторождений: из аккумулирующих емкостей загрузка транспортных средств производится по наклонным выработкам. Такой способ выпуска горной

мисси основан на принципе истечения материала через отверстия. Известно, что при использовании дозаторов сокращается время загрузки транспортных средств. Целесообразно обеспечить впуск горной массы из наклонной выработки способом перемещения по наклонной плоскости (желобу) и одновременно ее использовать в качестве дозатора (рис. 3, в). Установлено, что это достигается путем формирования на потолочине наклонной выработки 7 выступа 8 высотой, не менее максимального размера фракции перегружаемого материала, при расположении выступа и прерывателя грузопотока 9 на одинаковом расстоянии от выпускного проема. Причем это расстояние равно отношению вместимости транспортного сосуда к площади сечения наклонной выработки под выступом, а потолочина выполнена с уклоном, не превышающим угол естественного откоса перегружаемого материала. В дозатор горная масса может подаваться механическим устройством (например, питателем) или поступать под действием сил гравитации. В первом случае и механическое устройство одновременно является и прерывателем грузопотока. Во втором случае могут быть использованы прерыватели грузопотока, основанные на следующих принципах действия: перекрытие сечения механическим устройством; увеличение связей между частицами горной массы до невозможности их перемещения. Установлено, что длина дозатора находится в гиперболической зависимости от размера среднего куска  $d_k$  перегружаемой горной массы, а величина зазора  $\Delta h$  между потолочиной дозатора и размещаемой в нем горной массой пропорциональна размеру максимального его куска  $d_{k \max}$ :

$$\rho = \frac{4V}{\pi K_n^2 d_k^2}, \quad (II)$$

где  $V$  — объем горной массы, загружаемой в транспортный сосуд,  $m^3$ ;  $K_n$  — коэффициент пропорциональности между диаметром выпускного отверстия из аккумулялирующей выработки и размерами среднего куска перегружаемой горной массы.

Уменьшить величину зазора  $\Delta h$ , а следовательно, и габариты наклонной подземной выработки, можно за счет уменьшения размеров максимальных кусков, что достигается улучшением качества дробления при БВР. При участии автора разработаны технические

решения, направленные на улучшение качества подготовки горной массы взрывом, отличающиеся применением каскадного взрывания на смежных горизонтах, формированием ВВ с осевой полостью.

Внедрение их на карьере ИнГОКа позволило снизить выход негабарита с 0,621 до 0,244%.

Сменная производительность перегрузочных пунктов с дозаторами ( $Q_q$ ) равна

$$Q_q = \frac{TVK_{из}}{\frac{V}{q} + t_2}, \quad (12)$$

где  $T$  - продолжительность смены, с;  $V$  - объем горной массы в транспортном сосуде, м<sup>3</sup>;  $K_{из}$  - коэффициент использования рабочего времени;  $q$  - интенсивность грузопотока горной массы, м<sup>3</sup>/с;  $t_2$  - продолжительность времени на разгрузку дозатора (загрузку транспортного сосуда), с.

В процессе исследования установлено, что рассмотренные перегрузочные пункты с дозаторами целесообразно применять при следующем условии: время на разгрузку дозатора меньше или равно времени на маневры автосамосвала на погрузочной площадке, а грузоподъемность автосамосвала не превышает 40 т. При несоблюдении этого условия применяют рекомендуемые (рис. 3, в) перегрузочные пункты без дозаторов.

Таким образом, разработаны технологические схемы перегрузочных пунктов с рациональным распределением времени на технологические операции и установлены взаимосвязи основных параметров, определены рациональные области их применения.

Это послужило основанием для разработки рекомендаций по совершенствованию технологических схем перегрузочных пунктов на карьерах Кривбасса при переходе на отработку глубоких горизонтов. Рекомендации переданы институту „Кривбасспроект“.

Они апробированы при совершенствовании в условиях карьера ИнГОКа технологических схем: доставки руды с глубоких горизонтов к карьерному подъемнику в наклонном стволе (рис. 4, а); доставки окисленных руд и пород на дневную поверхность (рис. 4, б); перегрузки пород с автомобильного на железнодорожный транспорт (рис. 4, в). Эти технологические схемы обеспечивают годовую производительность по горной массе соответственно 2500, 5040 и 3200 т.с.г<sup>3</sup>

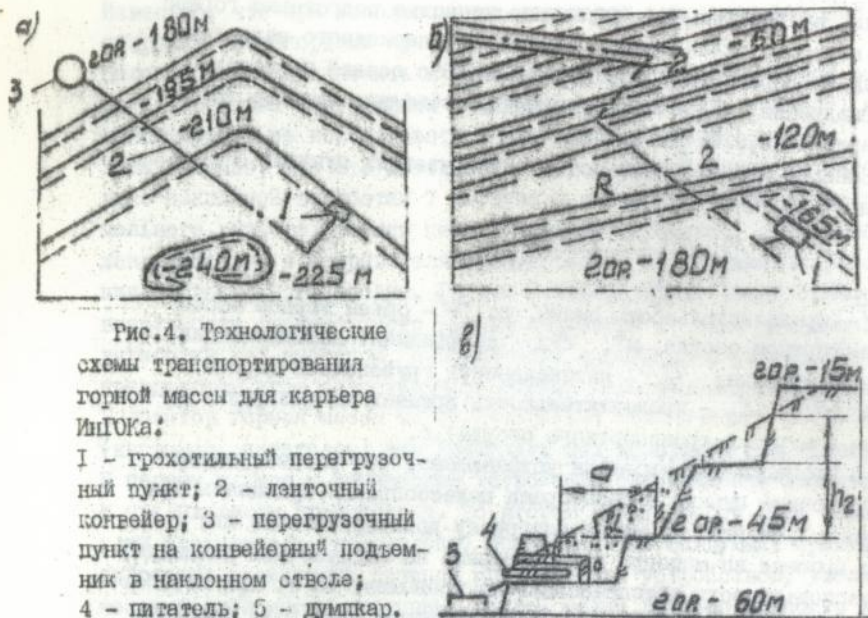


Рис.4. Технологические схемы транспортирования горной массы для карьера ИнГОКа:

1 - грохотильный перегрузочный пункт; 2 - ленточный конвейер; 3 - перегрузочный пункт на конвейерной подъемник в наклонном стволе; 4 - питатель; 5 - думпкары.

При разработке технологических схем транспортирования горной массы для конкретных условий карьера ИнГОКа подтверждено, что использование рекомендаций позволяет: повысить эффективность грохочения за счет увеличения времени прохождения горной массы по грохоту в 2 и более раз; повысить производительность грохотильных перегрузочных пунктов на 10% за счет совмещения работы грохота с отгрузкой надрешетного продукта экскавационным оборудованием; повысить производительность перегрузочных пунктов с автомобильного на железнодорожный транспорт на 47% за счет применения безэкскаваторных средств отгрузки; сократить расстояние перевозок горной массы автосамосвалами за счет гравитационного ее перемещения и использования наклонных конвейеров на 0,4-1,2 км.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертационной работе осуществлено новое решение актуальной научной задачи по совершенствованию перегрузочных пунктов циклично-поточной технологии и обоснованию их рациональных параметров, отличающееся применением новых технических решений по рациональному распределению времени на технологические операции.

Установлены закономерности взаимосвязей параметров перегрузочных пунктов с новыми техническими решениями по рациональному распределению времени на технологические операции, а также параметров аккумулялирующих емкостей и технологии формирования откосов из перегрузочных пунктов с гравитационным перемещением горной массы, и на их основе разработаны рекомендации по совершенствованию транспортных систем.

Основные научные и практические результаты исследования следующие:

1. Установлено, что на экскаваторных перегрузочных пунктах можно увеличить объем складываемой горной массы без изменения длины склада и ширины развала горной массы, если при формировании откоса в зоне перегрузочного пункта уменьшить его угол до значений, ограниченных углом естественного откоса перегружаемой горной массы; при этом относительное увеличение объема обратно пропорционально принятой ширине развала горной массы.

Так, при вылаживании откоса уступа в зоне перегрузочного пункта до  $50^\circ$  и ширине развала горной массы на рабочей площадке 18 м, объем склада увеличивается на 36%.

2. Предложена новая схема компоновки перегрузочных пунктов, с дозаторами, отличающаяся выделением прерывателя грузопотока в отдельный объект. Присведено группирование прерывателей грузопотока по принципу их действия, что позволило рассмотреть возможность применения устройств, базирующихся на увеличении связей между частицами перемещаемого материала.

3. Обоснована возможность выпуска горной массы из наклонной подземной выработки не способом истечения материала из отверстия, а способом перемещения его по наклонной плоскости, что впервые позволило использовать наклонные выработки в качестве дозаторов. Это достигается за счет формирования на потолочине наклонной выработки специального выступа высотой не менее максимального

размера фракции перегружаемого материала, при расположении выступа и прерывателя грузопотока на одинаковом расстоянии от выпускного проема. Причем, это расстояние равно отношению вместимости транспортного сосуда к площади сечения наклонной выработки под специальным выступом, а потолочина выполнена с уклоном, не превышающим угол естественного откоса перегружаемого материала.

4. Установлено, что длина дозатора находится в гиперболической зависимости от размера среднего куска перегружаемой горной массы, а величина зазора между потолочиной дозатора и размещаемым в ней материалом пропорциональна размеру максимального его куска. Уменьшить величину зазора и габариты дозатора можно за счет уменьшения размеров максимальных кусков в горной массе, что можно проконтролировать учетом объема выхода негабарита при БВР. Разработаны технические решения, направленные на улучшение качества подготовки горной массы взрывом, отличающиеся применением каскадного взрывания на смежных горизонтах, формированием зарядов ВВ с осевой полостью. Внедрение их на карьере ИИГОКа позволило снизить выход негабарита с 0,621 до 0,244%.

5. Перегрузочные пункты с выпуском горной массы из аккумулярующих емкостей по подземным наклонным выработкам, переоборудованным в дозаторы, целесообразно применять при условии: время на разгрузку дозатора меньше или равно времени на маневры автосамосвала на погрузочной площадке, а грузоподъемность автосамосвала не превышает 40 т. При несоблюдении этого условия применяют такие же перегрузочные пункты без дозаторов.

6. Управление временем перемещения горной массы по грохоту достигается задерживанием на приемной плите расчетного объема горной массы. Рационально задерживать на плите 0,5 объема выгружаемой из автосамосвала горной массы. Такую технологическую схему целесообразно применять при условии, что при грохочении свыше 2,2% подгрохотного продукта сходит с грохота с надрешетным продуктом.

7. Совмещение технологических операций по грохочению и отгрузке надгрохотного продукта экскаватором в условиях Кривбасса может обеспечить повышение производительности перегрузочного пункта на 10%. Такая технологическая схема эффективна, если сумма удельных приведенных затрат на экскавацию и транспор-

тирование автотранспортом продукта меньше или равно сумме удельных приведенных затрат на транспортирование конвейерным транспортом и на дробление надгробного продукта. Рекомендации по совершенствованию технологических схем перегрузочных пунктов переданы институту "Кривбасспроект", одобрены им и рекомендуются к использованию. Рекомендуемый перегрузочный пункт с управляемой шириной развала при гравитационном перемещении ее по откосам внедряется в 1992-1993 гг. на карьере ИнГОКа. Планируется к внедрению на карьере ИнГОКа разработанные с учетом результатов исследования технологические схемы: а) доставки руды с глубоких горизонтов; б) доставки на дневную поверхность окисленных руд и пород; в) с использованием рудоскатов при перегрузке пород с автомобильного на железнодорожный транспорт. Расчетный экономический эффект составил 1898 тыс. руб. в ценах 1990 г. Разработка технологических схем для конкретных условий действующего карьера подтвердила достоверность научных положений и результатов исследования, а также их эффективность. Новизна технических решений защищена 2 авторскими свидетельствами и 4 патентами на изобретения.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Пути повышения эффективности разработки глубоких горизонтов карьера Ингулецкого ГОКа. - *Металлургическая и горно-рудная промышленность*, № 4, 1991, с.10-12.

2. Циклично-поточная технология с гравитационным перемещением горной массы в рабочей зоне карьера. - В кн.: *Проблемы открытой разработки глубоких карьеров*. - Удачный, 1991, с.499-500 (соавторы Карпухин В.В., Четверик М.С., Шпортько В.П.).

3. Опыт ведения открытых горных работ на глубоких горизонтах карьера. - *Горный журнал*, 1990, №5, с.7-10 (соавторы Мельник В.С., Голоднов А.С.).

4. А.с.1454520 (СССР). Грохот. - *Опубл.в Б.И.*, 1987, №4 (соавторы Андрищенко А.В., Корчагин Н.В. и др.).

5. Способ погашения рудоската - Решение ВНИИЭ от 30.07.91 г. о выдаче патента по заявке № 4780482 (соавторы Шпортько В.П., Четверик М.С.)

6. Перегрузочный пункт в карьере. - Решение ВНИИПЗ от 27.06.91 г. о выдаче патента по заявке № 4876000 (соавторы Шпортько В.П., Четверик М.С., Карпухин В.В. и др.).

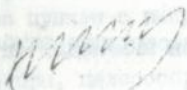
7. А.с. 1724876 (СССР). Перегрузочный пункт. - Оpubл. в Б.И., 1992, № 13 (соавторы Шпортько В.П., Четверик М.С.).

8. Перегрузочный пункт. - Решение ВНИИПЗ от 19.12.91 г. о выдаче патента по заявке № 4828346 (соавторы Шпортько В.П., Четверик М.С.).

9. Перегрузочный пункт. - Решение ВНИИПЗ от 03.03.1992 г. о выдаче патента по заявке № 4939651 (соавторы Шпортько В.П., Четверик М.С., Карпухин В.В. и др.).

10. Совершенствование буровзрывных работ в карьере ИнГОКа. - Горный журнал, № 6, 1985, С.18-21 (соавторы Стецук В.А., Олейник А.И.).

Соискатель



А.В.Кривошеев

---

г. Кривой Рог, ул. XXII партсъезда, 11  
 РТИ ИГРИ вак. № 21. тираж 100 экз.  
 подписано и печати 4.02.1993 г., объем 1 п.л.

150261

AB 26.820

**AB 26.820**