

6. **Бережний М.М.** Вплив внутрішньої поверхні металів на їх поведінку під час деформації / **М.М. Бережний В.А. Чубенко** // Вісник Криворізького технічного університету: Кривий Ріг, 2007. – Вип. 19. – С. 65-68.
7. **Бережний М.М.** Сучасний стан і перспективи металургії України / **М.М. Бережний, В.І. Міхєєва, В.А. Чубенко, В.П. Мовчан** // Вісник Криворізького технічного університету: Кривий Ріг, 2003. - Вип. 1. - С. 44-46.
8. **Бережний М.М.** Дослідження роботи циклонів з використанням параметра часу перебування в них продуктів / **М.М. Бережний, Т.А. Олійник, В.П. Яременко** // Вісник Криворізького технічного університету: Кривий Ріг, 2007. – Вип.19. – С. 61-65
9. **Бережний М.М.** Зменшення густини металу під час стружкоутворення / **М.М. Бережний, Ю.Г. Вілкул, В.А. Чубенко** // Вісник Криворізького технічного університету. Кривий Ріг, 2004. - Вип. 5. - С. 72-76.
10. **Бережний М.М.** Геометрія осередку деформації при поздовжньому прокатуванні / **М.М. Бережний, В.А. Чубенко, А.А. Хіноцька, О.І. Прокопенко** // Вісник Криворізького технічного університету: Кривий Ріг, 2011. - Вип. 27. - С. 155-158.

Рукопись поступила в редакцию 19.03.14

УДК 622.271

А.Е. БИЛЕНКО, В.В. ТЕРЕЩЕНКО, В.Г. ПШЕНИЧНЫЙ, Ю.В. ПЕРЕГУДОВ  
ГП «ГПИ «Кривбасспроект»

## ГОРНОТЕХНИЧЕСКАЯ РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ОТРАБОТАННОГО КАРЬЕРА №2 ПАО «ЦГОК» ВСКРЫШНЫМИ ПОРОДАМИ ГЛЕЕВАТСКОГО КАРЬЕРА С ПРИМЕНЕНИЕМ КОМБИНИРОВАННОГО СПОСОБА ЗАСЫПКИ

Показана актуальность горнотехнической рекультивации для Кривбасса и ПАО «ЦГОК». Предложены технические решения по совместной засыпке карьера №2 вскрышными породами экскаваторным и бульдозерным способами. Для экскаваторного способа засыпки рассмотрена доставка как железнодорожным, так и автомобильным транспортом. Обоснованы безопасные параметры засыпки карьера №2 драглайнами и бульдозером.

**Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.** Проблема рекультивации карьеров остро стоит в современных условиях Кривбасса. Одним из направлений горнотехнической рекультивации отработанных карьеров является засыпка их вскрышными породами действующих карьеров. Близкое расположение отработанного карьера №2 ПАО «ЦГОК» к эксплуатируемому Глееватскому карьере позволяет использовать выработанное пространство карьера №2 для складирования вскрышных пород и одновременно осуществлять его горнотехническую рекультивацию.

В настоящее время засыпка карьера №2 осуществляется драглайнами с доставкой вскрышных пород железнодорожным транспортом, согласно разработанных проектных решений [1]. Постепенное выбытие автомобильных отвалов Глееватского карьера обуславливает необходимость поиска новых земель для формирования бульдозерных отвалов. Поэтому возникает задача разработки технологии засыпки карьера №2 при доставке вскрышных пород как железнодорожным, так и автомобильным транспортом.

**Анализ исследований и публикаций.** Анализ теории и практики складирования вскрышных пород в выработанное пространство карьера показывает, что эффективная технология засыпки отработанных карьеров позволяет существенно улучшить технико-экономические показатели отвалообразования, уменьшить площади земель отчуждаемых под внешние отвалы.

При этом, для упрощения организации производства отвальных работ и обеспечения минимальных затрат на транспортирование вскрышных пород, засыпку предпочтительно осуществлять одним ярусом с дневной поверхностью.

Если устойчивая высота отвального яруса меньше глубины карьера, то формирование внутреннего отвала должно осуществляется ярусами с максимальной высотой по условию устойчивости.

В работе [2] предложен способ засыпки отработанных карьеров (до 300 м) одним ярусом.

Для обеспечения устойчивости отсыпаемого яруса отвала и увеличения его высоты, на дне карьера формируют насыпи в виде полуконусов до сопряжения их боковых откосов, служащих дополнительным упором для отсыпаемых пород.

При заполнении отработанного карьера глинистыми и песчано-глинистыми породами со скальными включениями был предложен способ отдельного их складирования одним ярусом [3].

В работе [4] описан способ засыпки отработанных карьеров, который предусматривает перед отсыпкой вскрышных пород обрушение и взрывание полос в центральной части карьера с формированием выемки и призмы упора.

При засыпке отработанных карьеров и зон обрушения предложен способ, предусматривающий отсыпку каждого вертикального слоя на ширину заходки, верхнюю часть которых выполняют в виде горизонтальных площадок [5].

Засыпка отработанного пространства карьеров осуществлялась на ряде отечественных и зарубежных месторождений [6,7].

В работе [8] приводится информация о засыпке Гологорского карьера вскрышными породами Карагайского магнетитового карьера.

Засыпка производилась автосамосвалами со специальных разгрузочных платформ, установленных на верхней площадке.

Засыпку Богословского и Волчанского угольных месторождений планировалось осуществлять одним ярусом на глубину 156 м.

Однако из-за недостаточной устойчивости отвала и бортов было принято решение осуществлять засыпку двумя ярусами высотой 93 и 63 м [9].

Формирование внутреннего отвала в выработанном пространстве карьера «III Геофизический» рудника им. 20-летия Казахской ССР производилось вскрышными породами карьеров «Южный» и «V Геофизический».

Отсыпка пород осуществлялась одним ярусом высотой 150 м при угле естественного откоса  $36^\circ$ .

Разгрузка автосамосвалов производилась на площадке на расстоянии 5 м от верхней бровки отвального яруса с последующим перемещением пород под откос бульдозером. Общий объем складированных пород составил 9500 тыс. м<sup>3</sup>.

Экономический эффект составил 570 тыс.руб/год.

Анализ исследований показывает, что производительная и безопасная отсыпка вскрышных пород в выработанном пространстве может осуществляться как бульдозерным, так и экскаваторными способами, при этом необходимо рассчитать высоту отвальных ярусов и определить этапность складирования с учетом физико-механических свойств складированных пород и формой выработанного пространства.

**Постановка задачи.** Задачей данной статьи является обоснование технологии складирования вскрышных пород, извлекаемых из Глееватского карьера, в выработанном пространстве карьера №2 при выполнении его горнотехнической рекультивации.

**Изложение материала и результаты.** На данный момент вскрышные породы Глееватского карьера направляются на рекультивацию карьера №2, временный внутренний отвал в южном торце Глееватского карьера и строительство дамб хвостохранилища.

Карьер №2 имеет глубину около 180 м и остаточную емкость около 44,4 млн м<sup>3</sup> (рис. 1).

Ввиду острой необходимости в отвальных площадях для размещения вскрышных пород Глееватского карьера, институтом «ГПИ «Кривбасспроект» совместно с ПАО «ЦГОК» было принято решение максимального использования отвальной емкости карьера №2 под размещение годовых объемов вскрышных пород Глееватского карьера.

На момент проектирования горнотехническая рекультивация карьера №2 производилась вскрышными породами Глееватского карьера.

Засыпка осуществлялась двумя драглайнами ЭШ-10/70 и ЭШ-10/50 с доставкой вскрышных пород железнодорожным транспортом.

Увеличение объемов рекультивации возможно было только за счет применения комбинированного способа засыпки, возможность которого рассмотрена в работе [10], что в свою очередь потребовало привлечения специализированной организации КП «Академический Дом» для обоснования возможности применения бульдозерного способа и обоснования безопасных параметров совместной засыпки карьера №2 экскаваторным и бульдозерным способами.

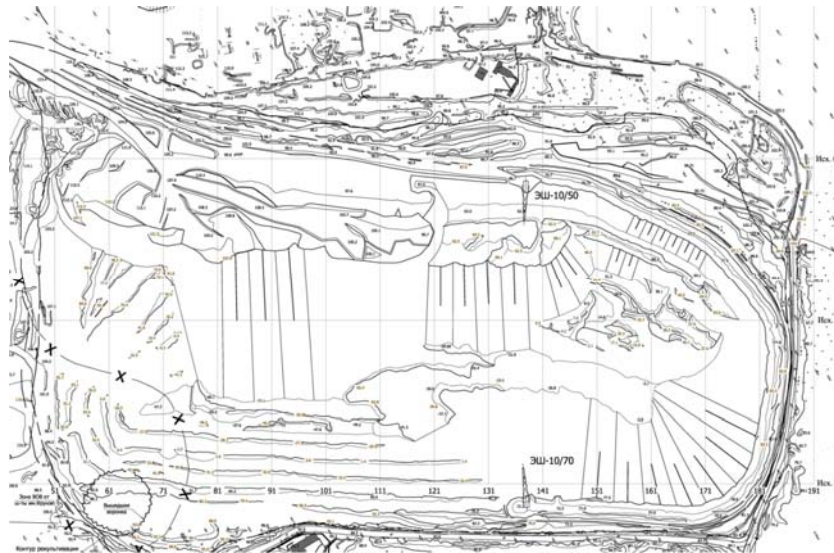


Рис. 1. Фактическое состояние отвальных работ в карьере №2 при его горнотехнической рекультивации

Проектными решениями предусмотрена горнотехническая рекультивация отработанного карьера №2 вскрышными породами Глееватского карьера с применением комбинированного способа засыпки. Рекультивация карьера №2 до уровня дневной поверхности предусматривается выполнить до 2021 г.

При засыпке карьера №2 драглайнами, должна выдерживаться берма безопасности, значения которой при разных группах пород и различной высоте яруса приведена в табл. 1.

Таблица 1

Зависимость ширины бермы безопасности для драглайнов от высоты яруса для разных групп пород

Группы пород	Высота яруса				
	70 м	90 м	110 м	130 м	150 м
I группы	10	12	14	16	18
II группы	15	17	20	25	30

Примечание. В таблице породы I группы – скальные с примесью неустойчивых пород до 25%, породы II группы – смешанные в соотношении до 50/50%. При отсыпке нижней части яруса, призмы упора, необходимо использовать только породы I группы.

При рекультивации карьера №2 бульдозерным способом, согласно рекомендаций специализированной организации по устойчивости КП «Академический дом» [11], разгрузка автосамосвалов должна осуществляться на расстоянии не менее 10 м от верхней бровки откоса, а окончательное планирование поверхности производится бульдозерами путем кратковременного подъезда, не ближе 3 метров к верхней бровке откоса.

При этом максимальная высота яруса, по условию обеспечения безопасности работ, составляет 75 м.

Ввиду того, что глубина карьера составляет 180 м, а максимальная высота яруса 75 м, засыпка карьера №2 по всему фронту бульдозерным способом невозможна.

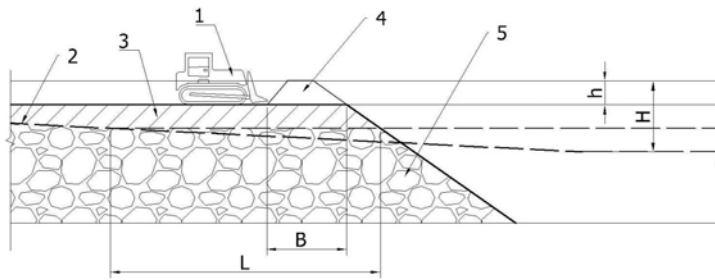
Поэтому специалистами ГПИ «Кривбасспроект» была предложена технология послойной отсыпки вскрышных пород бульдозерным способом, высотой яруса не превышающей допустимую по условию безопасности.

Для этого было проанализировано фактическое положение дна карьера №2 и найдено место начала отсыпки и размещения трассы, позволяющей постепенно понижать отметку яруса безопасной высоты, по мере приближения отвальных работ к дну карьера.

Отсыпаемая трасса включает в себя съезды.

Ширина трассы составляет 60 м для обеспечения фронта для бульдозера и разворотной площадки для автосамосвалов с учетом призм возможного обрушения.

Формирование съездов при рекультивации карьера №2 бульдозерным способом предусматривается осуществлять подслоями высотой  $h=2-2,5$  м (рис. 2).



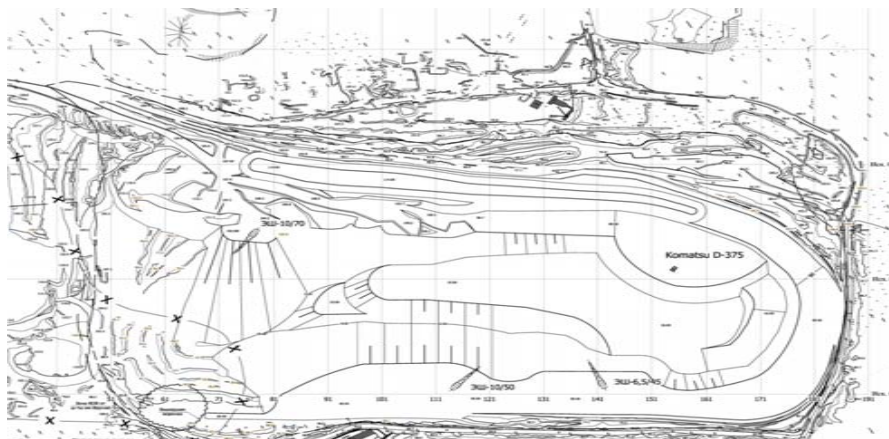
мируемого съезда;  $h$  – высота подслоя

**Рис. 2.** Схема формирования съездов при рекультивации карьера №2 бульдозерным способом: 1 – бульдозер; 2 – формируемый съезд; 3 – перемещаемый объем отсыпанных вскрышных пород; 4 – вскрышные породы защитного вала; 5 – отсыпанные вскрышные породы;  $B$  – берма безопасности при работе бульдозера;  $L$  – минимальная длина горизонтальной площадки для дальнейшей отсыпки вскрышных пород;  $h$  – высота фор-

Каждый подслоя формируется горизонтально, после чего бульдозером, который всегда должен находиться от верхней бровки на расстоянии не меньше  $B$ , формируется участок съезда. При этом после формирования очередного подслоя должна оставаться горизонтальная площадка  $L$ , длиной не менее 50-60 м, для обеспечения возможности дальнейшей отсыпки следующего горизонтального слоя.

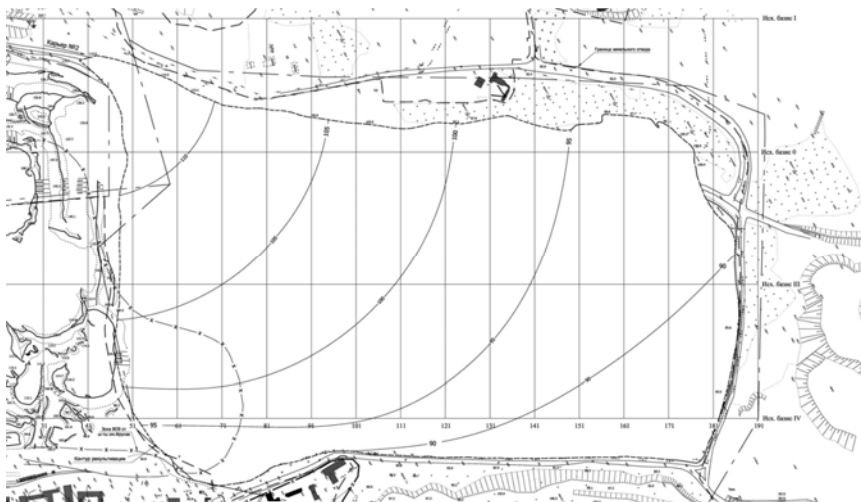
В соответствии с проектными решениями ГПИ «Кривбаспроект», формирование внутреннего одноярусного отвала в отработанном карьере № 2 предусматривается отсыпкой вскрышных пород драглайнами и автомобильным транспортом в следующем порядке.

Засыпка карьера №2 предусматривается драглайнами ЭШ-10/50 и ЭШ 6,5/45 с доставкой пород железнодорожным транспортом и бульдозером Komatsu D-375. С 2016 года также драглайном ЭШ-10/70 с доставкой пород автомобильным транспортом. Состояние отвальных работ и расстановка оборудования показана на рис. 3.



**Рис 3.** Положение отвальных работ в карьере №2 при его горнотехнической рекультивации по состоянию горных работ на 2016 г.

План карьера №2 после завершения его горнотехнической рекультивации приведен на рис. 4.



**Рис. 4.** План карьера №2 после завершения его горнотехнической рекультивации

**Выводы и направления дальнейших исследований.** Применение комбинированного способа засыпки при горнотехнической рекультивации отработанного карьера №2 ПАО «ЦГОК» вскрышными породами Глееватского карьера позволило, с учетом обеспечения безопасной работы драглайнов и бульдозера, снизить дефицит выбывающих отвальных емкостей Глееватского карьера, улучшить технико-экономические показатели ПАО «ЦГОК» и уменьшить срок горнотехнической рекультивации карьера №2.

#### *Список литературы*

1. Рабочий проект с ТЭО промышленного значения магнетитовых и окисленных железистых кварцитов участка №6 карьера №2 и складирования в нем вскрыши. Проект. – Кривой Рог: «ГПИ «Кривбасспроект».
2. Способ отвалообразования при открытой разработке месторождений полезных ископаемых. А.с. 1265329 СССР/ А.М.Михайлов, В.А.Ковалевский и Г.Л.Андриуц – опубл. 23.10.86. Бюл. У 39.
3. Способ заполнения отработанных глубоких карьеров рыхлыми породами со скальными включениями. А.с. 1788250 СССР/ А.Ю. Дриженко, В.И. Симоненко, А.И. Богданец. – опубл. 15.01.93 Бюл. №2.
4. Способ засыпки отработанных карьеров. А.с. 1245705/ А.М. Михайлов, В.А. Ковалевский – опубл. 23.07.86 Бюл. №27.
5. Способ восстановления поверхности площадей отработанных карьеров и зон обрушения. А.с. 3237336/ А.М. Михайлов – опубл. 23.07.82. Бюл. № 27
6. M. Donnadien. Rihabilitation de sites miniers, CoGEMA, 1993.
7. M. Duplet. Le basin de Morquise (Pas de Calis) – Un paysager a 30 ans, Sous Sol, 25, 1998.
8. Поклонский П.С. Высокие отвалы на карьерах. – Горный журнал, 1957. – №10. – С 22-25.
9. Дороненко Е.П. Рекультивация земель, нарушенных открытыми разработками. М., Недра, 1979.
10. Рекомендации по засыпке выработанного пространства карьера №2 ЦГОКа. – Кривой Рог: КГРИ, 1991.
11. Геомеханическое обоснование устойчивости бортов карьера №1 ПАО «ЦГОК». Отчет. – Кривой Рог: КП «Академический дом».

Рукопись поступила в редакцию 19.03.14

УДК 622.27+622.341

Е.В. КИВГИЛА, ПИВНЁВ С.И., ТЕРЕШОНКОВ А.Н., А.Ю. РОМАНОВ  
ГП "ГПИ Кривбасспроект"

### **ОБОСНОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ СОВМЕСТНОЙ ОТРАБОТКИ МАГНЕТИТОВЫХ КВАРЦИТОВ ПЕРВОМАЙСКОГО КАРЬЕРА И ШАХТЫ «ПЕРВОМАЙСКАЯ» СЕВЕРНОГО ГОКа ОТКРЫТО-ПОДЗЕМНЫМ СПОСОБОМ**

Предложены и обоснованы технологические варианты открыто-подземной разработки Первомайского месторождения. По ряду критериев выполнен расчёт и создана технико-экономическая модель, условно описывающая указанную совместную отработку.

**Проблема и её связь с практическими задачами.** При отработке Криворожских железорудных месторождений открытым способом и переходе карьеров на граничный проектный контур остро встал вопрос способа дальнейшего ведения горных работ. Возникла необходимость перехода с открытых на подземные горные работы с промежуточной совместной открыто-подземной разработкой.

Вопросы вскрытия запасов карьерами и шахтами на многих предприятиях решаются еще по независимым схемам без учёта специфических особенностей совместного в будущем ведения открытых и подземных горных работ на одном месторождении.

Комбинированная разработка рудных месторождений получила широкое распространение в отечественной и зарубежной практике. Технология открытых и подземных горных работ в зоне взаимного их влияния достаточно полно изучена и практически освоена. Разработанные мероприятия обеспечивают безопасные условия ведения работ.

В практике комбинированной разработки на некоторых предприятиях используются определенные технологические особенности, в том числе: размещение отвалов в зоне обрушения от ведения подземных работ рудника (ЦГОК, Зыряновский, Бакальский, Западный Каражал, Высокогорский рудники и др.); использование части вскрышных пород для закладки подземных пустот через породоспуски или скважины большого диаметра (Алтын-Топканский, Зырянов-