

УДК 622.831

**Б.Н. Заровняев, Г.В. Шубин, И.Н. Гоголев,
А.Д. Андросов, А.Н. Акишев, А.Г. Журавлев**

**НОВЫЕ СПОСОБЫ И МЕТОДЫ ВЕДЕНИЯ
ГОРНЫХ РАБОТ НА ГЛУБОКИХ
АЛМАЗОДОБЫВАЮЩИХ КАРЬЕРАХ ***

Предложена технология ведения горных работ на нижних горизонтах глубоких карьеров углубочно-горнотранспортным комплексом в составе гусеничного самосвала и специализированного экскаватора. В изменяющихся горно-геологических, технологических и экономических условиях разработки кимберлитовых месторождений становится актуальным поиск новых подходов, нетрадиционных технологических и организационных решений.

Ключевые слова: карьер, глубокие горизонты, углубочный комплекс, откосы уступов, бермы бортов, рабочая зона, внутреннее отвалообразование, прибортовая зона.

В настоящее время большинство рудных карьеров достигли значительных размеров в плане и по глубине, однако возможности их дальнейшей эксплуатации еще не исчерпаны. Следует отметить, что последующие углубления карьеров связаны со значительными затратами, снижение которых возможно на основе совершенствования конструкции и технологии отстройки бортов карьера с постановкой уступов в предельное положение, а также максимального использования карьерного пространства под внутренние отвалы. В изменяющихся горно-геологических, технологических и экономических условиях разработки кимберлитовых месторождений требуются поиск новых подходов, нетрадиционных технологических и организационных решений.

В этом направлении одним из путей снижения затрат на разработку месторождений вредного воздействия на окружающую среду является увеличение угла откоса борта карьера в зоне доработки с применением специальных методов укрепления откосов.

В самом общем виде закономерности увеличения угла наклона борта в зоне доработки $\gamma_{\max\Box}$ можно выразить в виде следующей функции:

$$\gamma_{\max\Box} = f(h_v, \alpha_v, n_\sigma, w_\sigma),$$

где h_v - высота уступа, м; α_v - угол откоса уступа, град; n_σ - количество берм безопасности, шт; w_σ - ширина бермы безопасности, м;

То есть функция $\gamma_{\max\Box}$ является многофакторной и достижение максимального ее значения зависит от

*Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках комплексного проекта № 2010-21801-001 по созданию высокотехнологичного производства, выполняемого с участием российского высшего учебного заведения.

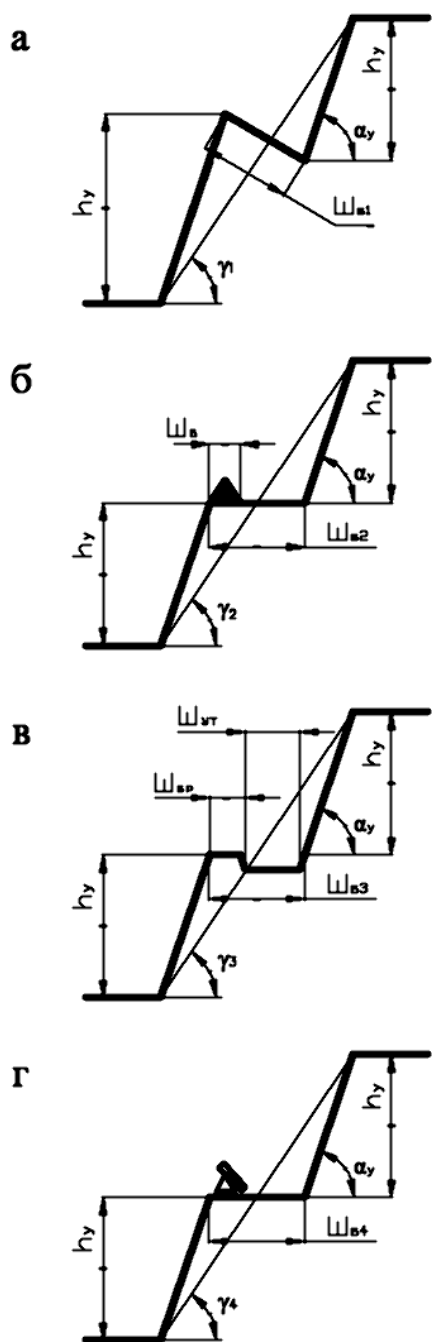


Рис. 1. Варианты конструкций предохранительных берм безопасности: а - наклоненная берма; б - берма с защитным валом; в - берма с бордюрным выступом и улавливающей траншеей; г - искусственная предохранительная берма из передвижных секций

На алмазодобывающих карьерах значительные резервы в повышении углов откосов постоянных бортов можно реализовать путем перехода на вертикальные сдвоенные или строенные уступы [1] и сооружения уступов выпукло-ломаного профиля [2]. Это означает, что сложная задача формирования уступов погашения предполагает разработки и внедрения нетрадиционных технологических решений. В конечном итоге, проблема оптимизации углов наклона бортов карьера направлена на снижение себестоимости добываемой руды и продлении срока эксплуатации месторождения. При этом на передний план выдвигается наиболее трудоемкая задача геомеханического обоснования возможностей реализации резерва запаса устойчивости бортов карьеров в скальных породах на основе изучения иерархически-блочной структуры строения массива.

Устойчивое состояние борта обычно достигается уменьшением высоты и крутизны откоса уступа погашения, укреплением природного массива инженерными методами или искусственным увеличением прочности пород. Укрепление массивов инженерными методами чаще применяют для постановки бортов в предельное положение.

В течение длительного периода для глубоких алмазодобывающих карьеров разрабатывались различные варианты их доработки с применением наклонных стволов и анкерным креплением крутых откосов, льдопо-

комплексного учета перечисленных параметров. Имеются размытые пути технической реализации достигаемой цели.

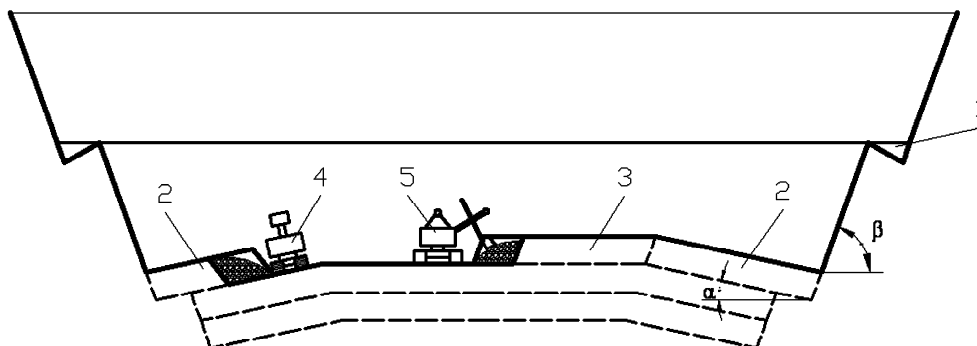


Рис. 2. Схема отработки горизонтов карьера комбинацией горизонтальных и наклонных уступов: 1 - наклонная берма безопасности; 2 - наклонные уступы; 3 - горизонтальные уступы; 4, 5 - экскаваторы, соответственно на наклонной и горизонтальной площадке уступов

родных целиков и внутренним отвалообразованием. При этом использовались различные конструкции предохранительных берм безопасности: наклонные бермы безопасности, бермы с защитным валом, бермы с бордюрным выступом и улавливающей траншеей, искусственные предохранительные бермы в виде отдельных передвижных секций, которые защищают горнотранспортное оборудование и людей от случайно падающих предметов (камней). Передвижные секции сооружают по всему периметру горизонта под откосами высоких уступов. На рис. 1 приведены конструкции различных вариантов предохранительных берм применительно к условиям криолитозоны алмазодобывающих карьеров. На данные новые технологии получены а.с. № 289927 СССР и пат. № 2233982 РФ.

В принципах разработанных технологий (пат. № 2233982) предполагается отработку горизонтов производить уступами с горизонтальными и наклонными площадками, причем центральную часть карьера отрабатывают горизонтальными, а периферийные участки, расположенные в

прибортовой зоне карьера – наклонными площадками. Основными преимуществами такой технологической схемы является безопасность работ под откосами высоких уступов, улучшение условий осушаемости рудных блоков при отработке обводненных участков месторождения и исключение горноподготовительных работ по вскрытию глубоких горизонтов карьера (рис. 2).

Технология и техника добычи алмаза в АК «АПРОСА» совершенствовались в течение длительного периода. В связи с достижением больших глубин открытых работ, усложнением горно-технологических условий разработки и других факторов наибольший интерес вызвали вопросы доработки карьеров с применением новых горнотранспортных комплексов. Авторы предлагают принципиально новый тип углубочно горнотранспортного комплекса в составе гусеничного самосвала и специализированного экскаватора. Такой транспорт позволит преодолеть крутые подъемы на борту карьера при отработке глубоких горизонтов, а применение специализированного экскаватора с по-

вышенным усилением резания значительно уменьшит размеры рабочих площадок в условиях стесненной рабочей зоны.

Для стабильного развития алмазодобывающей промышленности необходимо постоянно восполнять минерально-сырьевые запасы месторождений АК «АПРОСА». В этом направлении возникла необходимость освоения малообъемных кимберлитовых трубок и запасов месторождений алмазов, залегающих под объектами в виде целиков. Разработанные новые способы и техника позволяют эффективно и безопасно осваивать данные труднодоступные запасы в режиме энергосберегающих технологий [3,4].

На сегодня, достижения отечественных ученых в области развития лазерных технологий позволили использовать их для шадящего разрушения кимберлитов. Лазерный нагрев, например, при дроблении негабарита кимберлита исключает разлет кусков, не приводит к термоупругим напряжениям внутри массива негабарита, низкие климатические температуры не только не препятствуют, но даже способствуют обеспечению шадящих режимов для алмазов ювелирного качества, а также становится возможным экспресс-анализ алмазности рассматриваемого участка кимберлитовой трубки. Разработчиками создано уникальное техническое решение по использованию лазерной технологической установки (ЛТУ) в добычной зоне кимберлитового карьера [5]. Выполненные расчеты подтверждают возможность эффективной эксплуатации ЛТУ в экстремальных климатических условиях Севера.

На экологическую ситуацию в регионах ведения горных работ влияют вредные выбросы из карьеров. Одним из основных загрязнителей окружаю-

щей среды являются рассолонасыщенные породы, вывозимые из карьера и складированные во внешних отвалах. Сероводород, содержащийся в породах, загрязняет воздушный бассейн, нанося вред живой природе. Сероводородонасыщенные рассолы стекая с горных пород попадают в водную среду, загрязняя речную сеть, например реку Вилюй. Вредные выбросы также испускают обогатительные фабрики. В настоящее время для захоронения вредных отходов данных производств используются открытые пространства природной среды, нанося огромный вред окружающей природе, растительному и животному миру (людям, рыбе и т.д.). Создано новое техническое решение по утилизации вредных отходов горнодобывающих производств [6]. Экологически безопасный отвал представляет своеобразный могильник, создаваемый по определенной технологии. Для уничтожения вредных запасов в техническом решении использованы природные цеолиты. Отсыпка ярусов отвала выполняется по установленной технологической схеме с покрытием их откосов различными глинистыми породами. Экологически безопасный отвал не выделяет запахи, не загрязняет природную среду, не требует значительных капитальных вложений и отличается простотой в исполнении. Данная разработка также найдет применение при захоронении мусора и городских отходов вредных производств. В целом для эффективной реализации новых технологических решений на алмазодобывающих предприятиях необходимы совместные усилия ученых, проектировщиков и производителей, которые позволяют целенаправленно проводить инновационную политику в АК «АПРОСА» на длительный период ее развития.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Власов В.М., Андросов А.Д.* Технологии открытой добычи алмаза в криолитозоне/Отв. ред. О.Н.Слепцов – Якутск: Изд-во ЯНЦ СО РАН, 2007. – 388 с.
2. *Александров И.Н.* Создание безопасных условий отработки сверхглубоких карьеров Якутии: (на примере доработки карьера трубки «Удачная»)/ И.Н. Александров, А.Н. Шмырко, Г.В. Шубин, Д.И. Кирюшин – Новосибирск: Наука, 2005. – 180 с.
3. *Решение о выдаче патента на изобретение по заявке № 2008116900/03 от 25.02.2011.* Способ разработки малых кимберлитовых трубок/Е.Г. Егоров, А.Д. Андросов, Ю.Г. Данилов, А.А. Андросов.
4. *Тогиллин В.И.* Энергосберегающие технологии разработки малых кимберлитовых трубок//Проблемы и пути эффективной отработки алмазоносных месторождений: Матер. междунар. научно-практ. конф. – Мирный, 2011. – С. 201.
5. Пат. 2387835 РФ, МПК Е 21с 37/16. Способ вторичного дробления кимберлитов/О.Н. Слепцов, А.Д. Андросов, А.Н. Громов, М.П. Лебедев, А.А. Андросов – Оpubл. В БИ – 2010. – № 12.
6. Пат. 2310076 РФ МПК Е 21 с 41/26. Способ экологически безопасного отвалообразования/А.Д. Андросов, Б.С. Ягнышев, М.В. Ганченко, В.Е. Михайлов, А.А. Андросов, Н.В. Матус – Оpubл. В БИ. – 2007. - № 31. **ПАТ**

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Заровняев Борис Николаевич – доктор технических наук, профессор, декан Горного факультета, Северо-Восточный федеральный университет; sekretar@ysu.ru,
Шубин Григорий Владимирович – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой открытых горных работ Горного факультета, Северо-Восточный федеральный университет,
Гоголев И.Н. – инженер, Северо-Восточный федеральный университет,
Андросов А.Д. – доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник, Институт региональной экономики Севера,
Акишев Александр Николаевич – кандидат технических наук, начальник комплексного отдела открытых горных работ, институт «Якунипроалмаз» АК АЛРОСА; info@alrosa.ru,
Журавлев Артем Геннадьевич – кандидат технических наук, заведующий лабораторией открытых горных работ, Институт горного дела УРО РАН, direct@igd.uran.ru



ДИССЕРТАЦИИ ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ

Автор	Название работы	Специальность	Ученая степень
ТВЕРСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ			
МОРОЗИХИНА Ирина Константиновна	Влияние засоренности трансмиссионного масла на износ и долговечность зубчатых колёс силовых передач торфяных машин	05.05.06	к.т.н.