

УДК 622.2.022



А.И. Косолапов Ю.П. Пташник А.И. Пташник

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ФОРМЫ БОРТА КАРЬЕРА В ПЛАНЕ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА И ПОСЛЕДУЮЩЕГО ОСВОЕНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК**

*Рассмотрены вопросы формирования техногенных горных выработок в условиях урбанизации современного общества. Выполнены исследования изменения объёмов и трудоёмкости горных работ по технологическим процессам, в зависимости от формы борта карьера в плане в его предельном положении.*

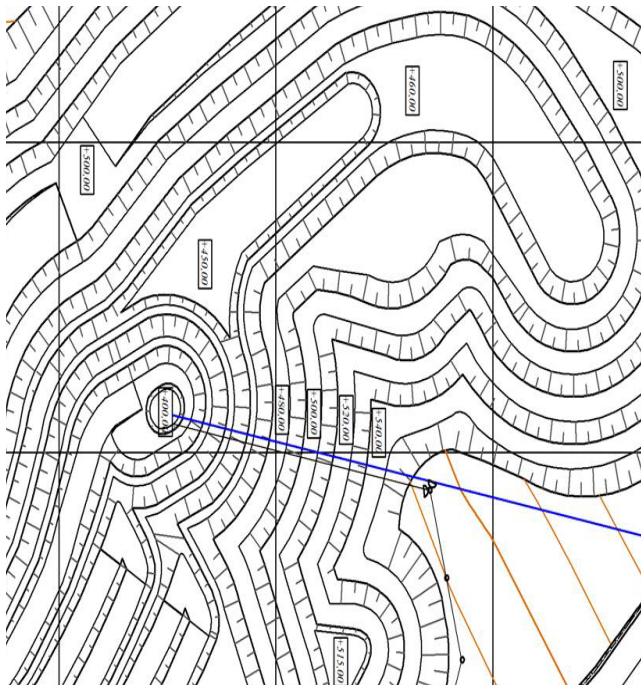
*Ключевые слова: борт карьера в предельном положении, освоение горных выработок.*

---

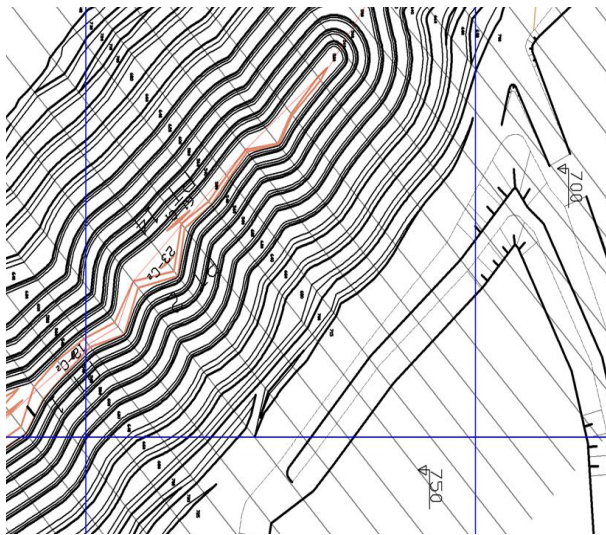
**В** настоящее время, крупные города, увеличивая темпы строительства с каждым последующим годом, все острее нуждаются в территориях для размещения новых объектов инфраструктуры. При этом, стоимость земли вблизи центров агломерации, имеет тенденцию положительного роста во времени. Вместе с тем, периферийные зоны селитебных территорий, как правило, имеют достаточно большое количество техногенных горных выработок как открытого, так и подземного типа. Данные выработки при цивилизованном подходе к планировочным работам при строительстве городов могут быть потенциально использованы под различные объекты. Как показывает ми-

ровой опыт использования выработанного пространства карьеров и шахт, в них эффективно создавать промышленные цеха, магазины, объекты культурного назначения, спортивные объекты, нефтехранилища, водохранилища, склады, убежища гражданской обороны, складировать радиоактивные отходы атомных электростанций и многое другое [1].

В этой связи, использование выработанного пространства горных предприятий расположенных вблизи селитебных территорий, в значительной степени улучшит среду обитания человека, позволит сохранить природный ландшафт и архитектурно-исторический облик городов, сгладит экологически обостренную обстановку в регионах.



**Рис. 1. Фрагмент проектного положения Северо-Восточного борта карьера Александрo-Агеевского месторождения**



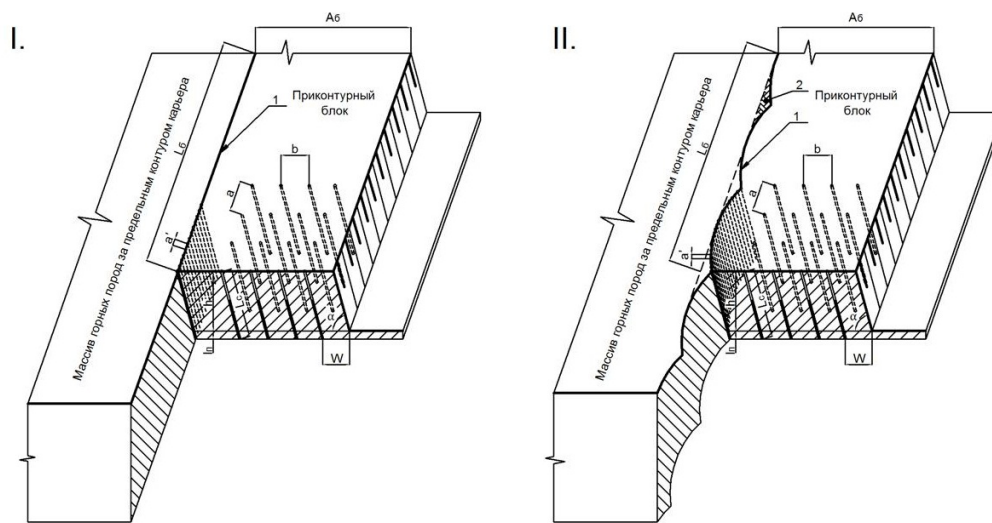
**Рис. 2. Фрагмент проектного положения борта карьера Эльдорадо на северном участке месторождения**

тельствует о низкой степени их пригодности. Именно поэтому, а также ввиду наличия абсолютно конкретных требований, предъявляемых к объектам капитального строительства, целесообразен стратегический подход к освоению недр земли вблизи селитебных территорий. Этот подход должен заключаться в раскрытие месторождений полезных ископаемых с учётом, как условий залегания и морфологии рудных тел, так и последующего использования выработанного пространства под объект конкретного назначения, с заданными размерами. Таким образом, речь идёт об обеспечении максимально возможного соответствия техногенных горных выработок объектам будущего капитального строительства, потенциально размещаемых в них.

Как правило, для размещения объектов инфраструктуры, выработанное пространство должно иметь правильные, близкие к линейным формы. Очевидно, что в ряде случаев, задание форм выработкам при их постановке в предельное положение, неминуемо приведёт к росту коэффициента вскрыши. Однако, делать вывод о меньшей эффективности реализации проекта разработки месторождения, было бы преждевременно.

Однако, оценка существующих техногенных горных выработок, свиде-

Для подтверждения этого выполнены



**Рис. 3. Схемы к расчёту параметров буровых блоков при линейной (I) и криволинейной (II) форме откоса уступа в плане на предельном контуре карьера: 1 — откос линейной (I) и криволинейной (II) формы — циклоидальной, образованной окружностью определённого радиуса; 2 — дополнительно вовлекаемый в разработку объём породы при отработке прямолинейным фронтом;  $A_б$  — ширина бурового блока, м;  $L_б$  — длина бурового блока, м;  $W$  — линия сопротивления по подошве уступа, м;  $h$  — высота уступа, м;  $L_c$  — длина скважины, м;  $l_n$  — высота зоны перебура, м;  $a$  — расстояние между скважинами в ряду, м;  $b$  — расстояние между соседними рядами скважин, м;  $a'$  — расстояние между скважинами в контурном ряду, м**

исследования изменения объёмов и трудоёмкости горных работ по технологическим процессам, в зависимости от формы борта карьера в плане в его предельном положении. Объектом исследования послужили золоторудные месторождения «Эльдорадо» и «Александро-Агеевское», расположенные в Северо-Енисейском районе Красноярского края.

Данные месторождения характеризуются сложным залеганием и пространственной изменчивостью рудных тел, а проектный контур карьера, имеет сложную форму в плане и по глубине, как показано на рис. 1 и 2.

Согласно проектным предельным положениям, борта карьера на отдельных участках в плане имеют форму близкую к циклоиде либо синусоиде. Очевидно, что затраты на их постановку в предельное положение

при его контурном обустройстве, будут выше. Для оценки этого изменения необходимо знать величину линейного приращения длины фронта за счёт его кривизны. Для циклоиды это приращение составит 30 %, что соответствует коэффициенту удлинения 1,3. Вторая кривая описывается эллиптическим интегралом второго рода, который не выражается в элементарных функциях и не имеет аналитического решения. В результате его приведения с заданными параметрами коэффициент удлинения для данного типа кривой составляет от 1,1 до 1,6. Для исследования изменения объёмов и трудоёмкости горных работ по технологическим процессам, в зависимости от формы борта карьера в плане, целесообразно коэффициент удлинения борта в предельном положении принять равным 1,3, как усреднённое

Таблица 1

**Параметры и показатели буровзрывных работ по вариантам приконтурных блоков**

№ п/п	Наименование	Буровой блок I	Буровой блок II
1.	Ширина бурового блока, м	50	50
2.	Длина бурового блока, м	300	300
3.	Высота уступа, м	15	15
4.	Угол откоса уступа, град	75	75
5.	Длина скважины, м	17	17
6.	Угол наклона скважины к горизонту, град	75	75
7.	Высота зоны перебура, м	1,5	1,5
8.	Расстояние между скважинами в ряду, м	6	6
9.	Расстояние между соседними рядами скважин, м	6	6
10.	Расстояние между скважинами в контурном ряду, м	1	1
11.	Линия сопротивления по подошве уступа, м	7	7
12.	Число рядов скважин (без учёта контурного ряда), ед	5	5
13.	Форма откоса уступа в плане	линейная	циклоидальная (образованная окр. R=5 м)
14.	Объём бурового блока, м <sup>3</sup>	225000	213750
15.	Дополнительно вовлекаемый в разработку объём пород при отработке прямолинейным фронтом, м <sup>3</sup>	0	11250
16.	Коэффициент удлинения фронта за счёт кривизны	1	1,3
17.	Количество скважин основного ряда, ед	250	238
18.	Количество скважин контурного ряда, ед	300	390
19.	Выход горной массы с 1 п.м. скважины приконтурного блока, м <sup>3</sup> /м	24,1	20
20.	Объём буровых работ, м	9350	10676

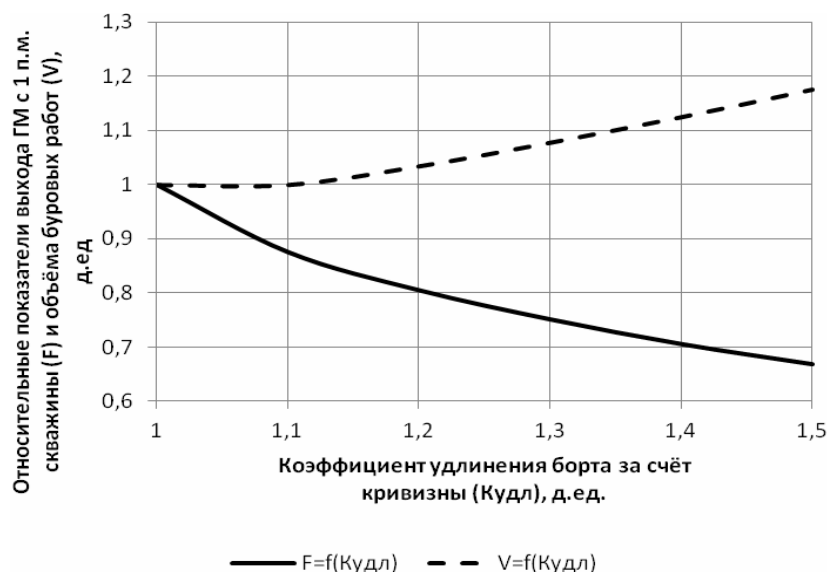
значение, наиболее соответствующее практике, а форму криволинейности борта в плане — описываемую кривой циклоидой.

Количественная оценка изменения объёмов буровых работ выполнена на основе сравнения по двум буровым блокам, которые характеризуются следующими формами (рис. 3), параметрами и расчётными показателями, приведенными в табл. 1.

Как видно из табл. 1, расчётные показатели буровзрывных работ при криволинейном в плане борту хуже, в сравнении с прямолинейным. Кроме того, относительная величина изме-

нения показателей различна. В связи с этим, выполнена количественная оценка влияния на эти показатели коэффициента удлинения борта, результаты которой приведены в относительной форме в виде графиков на рис. 4. Относительные показатели получены путём приведения расчётного показателя, полученного при  $i$ -ом значении  $K_{удл}$  к базовому ( $K_{удл}=1$ ).

Из графиков (см. рис. 4) видно, что полученные зависимости имеют нелинейный характер, однако интенсивность этих изменений по показателю выхода горной массы выше, чем по показателю объёма буровых работ.



**Рис. 4. Зависимость относительных показателей буровзрывных работ от коэффициента удлинения борта в плане за счёт его кривизны**

Так, при увеличении коэффициента удлинения с 1 до 1,5 выход горной массы с 1 метра скважины приконтурного блока сокращается на 33 %, в свою очередь, объём буровых работ возрастает на 18 %.

Очевидным, является влияние кривизны борта в плане на работу выемочно-погрузочного оборудования. Так, согласно [2] в расчёте эффективной производительности экскаваторов, участвует коэффициент управления, учитывающий несоответствие паспортных и фактических параметров забоя, а также квалификацию машиниста. При работе с относительно линейным фронтом и экскаваторной заходкой постоянной ширины, значение этого коэффициента для одноковшовых экскаваторов установлено на уровне 0,85. Элементарные расчёты свидетельствуют, что при снижении этого коэффициента до 0,7, что характерно криволинейному фронту в плане с большим числом передвижек

экскаватора, эффективная производительность, при отработке последней экскаваторной заходки приконтурного блока, снижается примерно на 20 %.

Нельзя не сказать и о влиянии формы борта карьера в предельном положении на устойчивость откосов. Установлено, что устойчивость торцевых участков бортов карьеров вытянутой формы и бортов карьеров круглой или овальной форм в плане существенно возрастает. По сравнению с прямолинейными в плане бортами в перечисленных случаях возникает дополнительное сопротивление смещению призмы обрушения, создаваемое силами бокового распора. Поэтому решения плоской задачи устойчивости откосов в этих случаях корректируются при помощи графиков ВНИМИ, построенных на основе моделирования методом эквивалентных материалов [3]. Однако, участки бортов карьера, имеющие выпуклость в плане в сторону выработанного пространства,

концентрируют в своей подошве избыточные сдвигающие усилия. В этой связи, для обеспечения устойчивости горных выработок, угол наклона борта карьера на таких участках выполаживают, по сравнению с прямолинейным или вогнутым в плане бортами. При этом, увеличение угла наклона борта карьера в предельном положении на 1—2 град., в ряде случаев может полностью компенсировать увеличение объёмов вскрышных пород за счет придания борту прямолинейной формы в плане.

Необходимо также отметить, что существенно усложняется организация горных работ, в части маркшейдерского обеспечения, периодически-

сти его выполнения и контроля, а также согласованности действий рабочих основного производства и инженерно-технического состава.

Подводя итог вышесказанному, стоит отметить необходимость практической реализации нового «цивилизованного» подхода к раскрою месторождений полезных ископаемых вблизи центров агломерации. Нужно подчеркнуть, что в этих условиях целесообразно переходить на интегральный показатель эффективности реализации проекта разработки месторождения, который бы стимулировал недропользователя максимальным образом сохранять природный ландшафт окрестностей крупных городов.

---

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Картозия Б.А., Корчак А.В., Мельникова С.А. Строительная геотехнология. — М.: МГУ, 2003. — 230 с.
2. Ржевский В.В. Открытые горные работы. Ч. 1. Производственные процессы. — М.: Недра, 1985. — 509 с.
3. Гальперин А.М. Геомеханика открытых горных работ. Часть 1. — М.: МГУ, 2003. — 467 с. **ИЛЭ**

---

#### КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Косолапов Александр Иннокентьевич — доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой, Kosolapov1953@mail.ru,

Пташник Александр Игоревич — кандидат технических наук, старший преподаватель, ptashnik@mail.ru,

Пташник Юлия Павловна — аспирант, горный инженер,

Сибирский федеральный университет Институт горного дела, геологии и геотехнологий.



---

#### ГОРНАЯ КНИГА



#### Обогащение углей. Том 1. Процессы и машины

В.М. Авдохин

2012 год

424 с.

ISBN: 978-5-98672-308-2, 978-5-98672-309-9

UDK: 622.7:622.33 (075.3)

Даны основные сведения о составе и свойствах ископаемых углей. Изложены теоретические основы процессов дробления, грохочения, обогащения и обезвоживания углей. Описаны конструкции, принцип действия, технические параметры и предпочтительные области использования применяемого современного оборудования. Приведены технологические схемы компоновки и методы оценки эффективности разделительных процессов.