

ГЕОМЕХАНИКА

УДК 622.833.3

С. П. Бахаева, М.А.Кузнецов , Е.В. Костюков

ГЕОМЕХАНИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТ В КУЗБАССЕ

Повышенная интенсивность добычи полезного ископаемого открытым способом значительно увеличила глубину горных выработок, которая достигла на многих предприятиях Кузбасса предельных размеров, а также к разработке месторождений со сложными инженерно-геологическими и гидрогеологическими условиями¹.

Возросшие в последнее время требования к сохранности территорий, прилегающих к горным выработкам, а также рост цен земельных площадей, отторгаемых горными отводами, поставили многие предприятия Кузнецкого бассейна перед острой необходимостью экономии земельных ресурсов. Постоянный рост затрат на грузоперевозки привел предприятия к стремлению постоянно уменьшать протяженность транспортных путей и объемы вскрышных работ (основные факторы, определяющие себестоимость добычи угля). При недостаточном и несвоевременном обновлении горно-транспортного оборудования и значительной изношенности существующей техники, выходом из сложившейся ситуации для многих разрезов Кузбасса стало уменьшение объема вскрышных работ за счет увеличения крутизны наклона бортов и откосов уступов, а также образование внутренних породных отвалов значительных объемов в неблагоприятных для этого условиях.

В обстановке более осложненных горнотехнических факторов, предприятия уделяют недостаточное внимание геомеханическим процессам, происходящим в техногенных и природных массивах. Как следствие, участились случаи оползневых явлений изотропных и анизотропных массивов.

На данный момент, из-за значительной стоимости геологоразведочных работ инженерно-геологические изыскания на территории Кузнецкого каменноугольного месторождения производятся в урезанном объеме. Детальная доразведка отрабатываемых участков выполняется, в основном, по данным эксплуатации. Проектные решения и параметры бортов (уступов) базируются на физико-механических характеристиках горных пород, полученных на стадии строительства разрезов или разведки участка. Необходимо отметить, что эксплуатация некоторых разрезов осуществляется уже более 50 лет.

В этой связи оценка устойчивости бортов и отвалов на большинстве угольных карьеров производилась только на стадии строительства. На некоторых предприятиях параметры устойчивых бортов и уступов приняты методом аналогий по схожим горно-геологическим условиям соседних участков. Однако, в условиях современных рыночных отношений и конкурентной борьбы между обособленными предприятиями, обмен опытом отработки запасов на схожих по условиям эксплуатации участках практически от-

сутствует.

Между тем, использование высокопроизводительной техники и новых технологий ведения открытых горных работ, требует более тщательного изучения условий залегания и физико-механических свойств пород.

Экономическая эффективность отработки запасов также подразумевает разработку оптимальных параметров и схем ведения горных работ на каждом локальном участке (районе) в пределах отдельного предприятия или даже его участка. Выходом из сложившейся ситуации, по мнению авторов, является выполнение комплекса работ по оценке устойчивости бортов и уступов на каждом эксплуатационном участке. Под комплексом работ в данном случае понимаются:

- инженерно-геологические изыскания по уточнению условий залегания и литологического строения массива горных пород с изучением их физико-механических свойств;
- ретроспективный анализ опыта эксплуатации участков с подобными условиями;
- районирование исследуемого участка в пределах выявленных интервалов изменчивости показателей, определяющих поведение пород в массиве;
- прогнозирование для каждого района оптимальных параметров бортов и уступов, удовлетворяющих условию устойчивости;
- составление рекомендаций по планированию горных работ на разных стадиях эксплуатации.

¹ Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ по проекту № 05-05-64100.

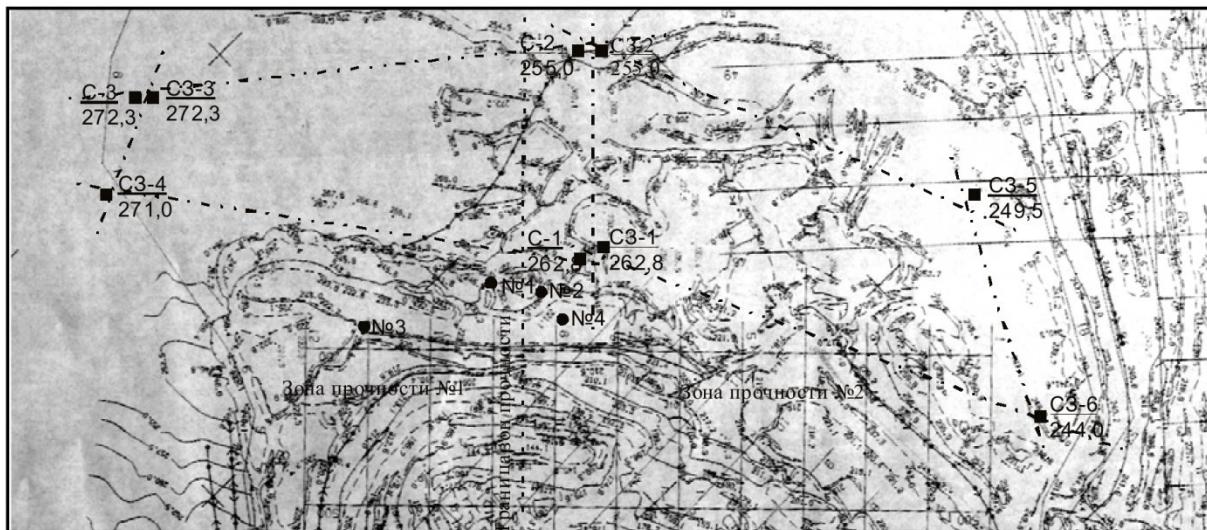


Рис. 1. Положение геологоразведочных выработок на участке гидромеханизации:

- С-1 – инженерно-геологические скважины; • №1 – закопушки (глубиной до 0,6 м);
- С3-1 – точки статического зондирования

ции, учитывающих горно-транспортное оборудование предприятия.

Приведем как пример реализации такого комплексного подхода при определении параметров гидровскрышного борта для Сартакинского угольного разреза, где в 2003 г. произошёл значительный по последствиям оползень борта рыхлых четвертичных отложений [1]. На участке гидромеханизации площадью около 60 га были проведены детальные инженерно-геологические изыскания по изучению свойств рыхлых четвертичных отложений (рис. 1).

Пробурено три геологические скважины (С-1, С-2 и С-3) на полную мощность рыхлых отложений с заглублением на 2

м в коренные породы, в шести точках проведено статическое зондирование (С3-1÷С3-6) на глубину до 20 м и пройдено четыре закопушки (№1÷№4).

Лабораторными исследованиями грунтов, отобранных при изысканиях, установили, что в пределах такого незначительного по площади участка показатель удельного сцепления изменяется в широком диапазоне от 0,3 т/м² до 7,2 т/м² (табл. 1). Изменчивость свойств отмечается как по площади, так и по глубине. Поэтому для выделения участков с выдержаным литологическим строением и однородными гидрогеологическими условиями выполнено районирование участка. С учетом изменчивости свойств по глубине

толщу грунтов разделили на два уступа (верхний и нижний). По верхнему уступу в силу значительного изменения характеристик сцепления инженерно-геологических слоев грунта дополнительно проведено площадное районирование с выделением двух зон, условно названных зонами прочности №1 и №2 (рис. 1). В пределах каждой зоны изменчивость свойств грунтов составляла не более 5 %.

С учетом районирования участка определены углы устойчивых уступов при различной их высоте (табл. 2). Результаты расчета показали следующее:

- при естественном со-
стоянии рыхлых четвертичных

Физико-механические свойства пород участка гидромеханизации

Таблица 2

Параметры устойчивых уступов на участке гидромеханизации

Высота уступа, <i>m</i>	фактиче- ские зна- чения ¹	Угол откоса уступа (<i>град</i>) при различных значениях коэффициента запаса устойчивости и состояния грунтов					
		n=1,2 (в сезоне)		n=1,3 (зимний период)		n=1,5 (погашение запасов)	
		есте- ствен- ное	водонасыщен- ное	есте- ствен- ное	водонасы- щенное	есте- ствен- ное	водонасы- щенное
Нижний уступ							
10	-	66		56		47	
20	61	44		35		30	
30	-	35		28		24	
Верхний уступ							
10	-	55	44	32	53	42	29
20	40	36	29	23	33	26	22
30	-	29	27	20	27	23	19

Примечания:

1. Приведены максимальные значения, определенные по данным аэрофотосъемки.

2. №1 и №2 обозначены зоны районирования участка по прочностным характеристикам грунтов.

отложений расчетные углы откоса верхнего и нижнего уступов различаются между собой незначительно - 1-3°;

- при водонасыщенном состоянии грунтов верхнего уступа расчетные значения угла откоса для одной и той же высоты в разных зонах изменяются от 3° до 13°;
- при высоте уступа 20 м

фактические значения углов откоса (40 – 50°) повсеместно превышают расчетные (44° и 36° соответственно для нижнего и верхнего уступов).

На основании проведенных изысканий, районирования и расчетов разработаны технологические схемы ведения гидровскрышных работ, позволяющие реализовать расчетные

параметры уступов.

Проиллюстрируем использование расчетных параметров (табл.2) для составления технологических схем размыва грунтов.

Для отработки верхнего уступа высотой 30 м (рис. 2) установка гидромонитора в забое производится торцевым способом, а размыв – боковым (ком-

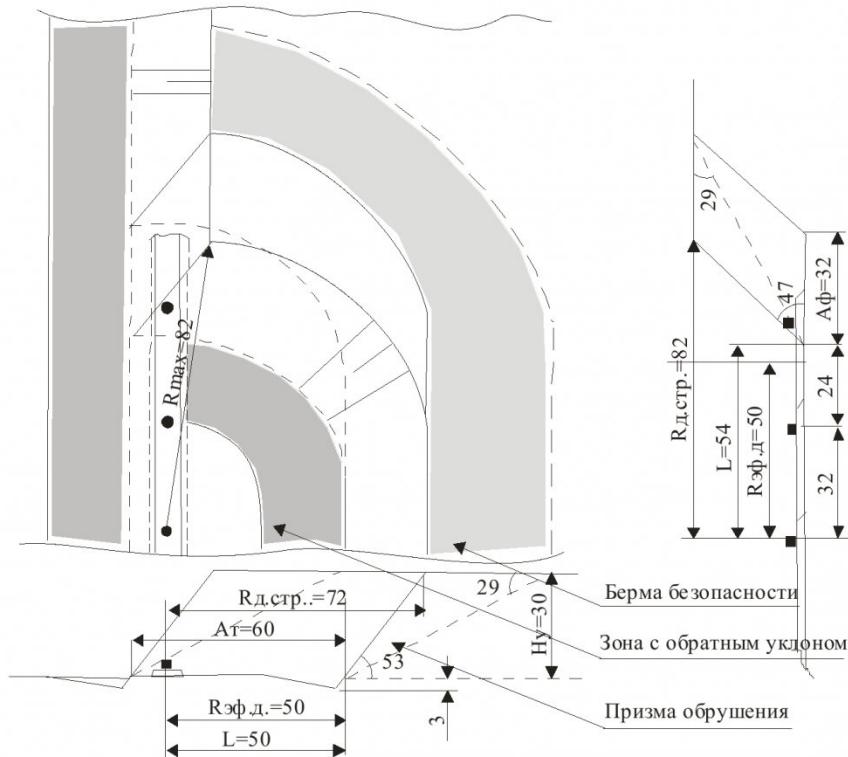


Рис. 2. Технологическая схема размыва комбинированным забоем

бинированный забой). В связи с тем, что ведение гидровскрышных работ по расчетным значениям углов технологически невозможно, углы откоса уступа приняты исходя из технологии и практики ведения гидровскрышных работ (для торцевого участка забоя - 47° , а для бокового - 53°). Для предотвращения опасных деформаций из-за несоответствия принятых и расчетных значений углов откоса уступа, предусмотрены следующие мероприятия по обеспечению безопасных условий работы:

- на верхней площадке уступа в натуре обозначают берму безопасности, ширину которой

определяют из построения призмы возможного обрушения (рис. 2);

- на нижней площадке уступа формируют зону с обратным уклоном, ширину которой определяют как расстояние от гидромонитора до нижней бровки уступа[2].

В рассматриваемом примере при шаге передвижки монитора 32 м параметры заходки составят по фронту $A_\phi=42$ м, в торце – $A_t=60$ м, что позволит эффективно вести гидровскрышные работы, не превышая параметры устойчивых уступов. При этом максимальный радиус действия струи гидромонитора R_{max} не превысит 82 м при эффектив-

ном значении $R_{\phi,д}=50$ м. Повышение безопасности работ в условиях превышения расчетных значений устойчивых уступов обеспечивается установкой гидромонитора на насыпной подушке высотой около 1÷3,5 м.

К настоящему времени, авторам, в ходе экспертизы промышленной безопасности, удалось выполнить ряд работ по данной методике на предприятиях Кузбасса. Результаты эксплуатации участков открытых горных работ с учетом составленных рекомендаций, в данное время, анализируются и обобщаются.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. С.П. Бахаева, М.А. Кузнецов, Е.В. Костюков. Условия и причины оползней изотропных массивов на угольных разрезах Кузбасса // Маркшейдерский вестник. – 2004. - №1. – С. 43-47.
2. Правила безопасности при разработке угольных месторождений открытым способом. ПБ 05-619-03. / Утверждены постановлением Госгортехнадзора России от 30.05.03. №45.

□ Авторы статьи:

Бахаева
Светлана Петровна
- канд. техн. наук, доц. каф. маркшейдерского дела, зам. директора НФ «КУЗБАСС-НИИОГР» по геолого-маркшейдерским исследованиям и экспертизе

Кузнецов
Максим Аркадьевич
- руководитель группы
геомеханических исследований
НФ «КУЗБАСС-НИИОГР»

Костюков
Евгений Владимирович
- аспирант каф. теоретической и
геотехнической механики