УДК 622.33:622.271.6

© Коллектив авторов, 2009

ГИДРОМЕХАНИЗАЦИЯ на разрезах Кузбасса

М. И. Щадов,
генеральный директор, проф., д-р техн. наук
(ЗАО «Горный конгресс»)

Е. А. Кононенко,
профессор кафедры ТО, д-р техн. наук
(МГГУ)

В. П. Жариков,
руководитель департамента горных работ, канд. техн. наук
(ОАО «УК «Кузбассразрезуголь»)

А. А. Романов,
главный специалист
(ООО «Мир камня»)

При отработке четвертичных вскрышных пород на разрезах Кузбасса традиционно применяются гидромониторно-землесосные комплексы. В их состав входят насосно-гидромониторная и гидротранспортная установки, которые образуют системы водоснабжения и гидротранспортирования. Структура этих систем и технические средства определяют технологическую схему ведения гидровскрышных работ в целом по разрезу. В 2008 г. при плане 15332 тыс. м^3 фактически средствами гидромеханизации отработано 16223 тыс. м^3 вскрышных пород.

В настоящее время вскрышные породы способом гидромеханизации разрабатывают на шести разрезах ОАО «УК «Кузбассразрезуголь», при этом их суммарная производительность составляет порядка 20 млн м^3 за сезон. Оценивая состояние гидровскрышных работ, следует иметь в виду, что с помощью гидромониторно-землесосных комплексов разрабатываются обводненные, налипающие на стенки транспортных средств четвертичные вскрышные породы, отработка которых по традиционной (экскаваторной) технологии вызывает значительные затруднения. Динамика объемов гидровскрышных работ приведена на рисунке.

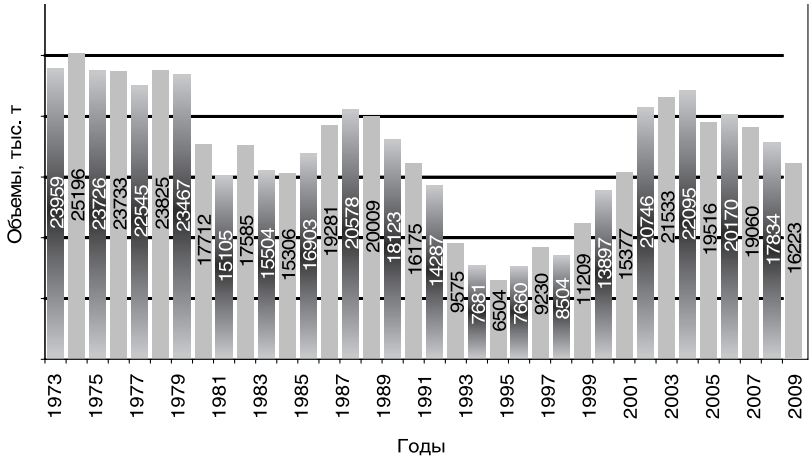
В настоящей статье авторами предпринята попытка проанализировать состояние и перспективы применения гидромеханизации на угольных разрезах ОАО «УК «Кузбассразрезуголь», включая возможность изменения организационно-структурных систем управления.

Кедровский угольный разрез осуществляет смыв ранее намытых в гидроотвал пород гидровскрыши с размещением их в горной выработке. Производственная мощность комплекса 3000 тыс. м^3 в год. Технологическая схема включает:

▲ систему напорного водоснабжения гидромониторов, состоящую из плавучей насосной станции 1-го подъема (шесть насосов марки Д2000-100, расположенных на трех понтонах), и установки 2-го подъема с насосами ЦН3000-197 (4 шт.). При этом подача воды на гидромониторы до установки 2-го подъема осуществляется по трем водоводам диаметром 720 мм и далее до забоев — по двум водоводам диаметром 720 мм. Баланс воды при замкнутом цикле водоснабжения достигается путем подпитки пруда-отстойника с карьерного водоотлива;

▲ систему напорного гидротранспорта пород, включающую три пульповода диаметром 720 мм. С целью сокращения землесосной установки 2-го подъема гидротраспортирование пульпы осуществляют три землесоса WBC 18×20–54.9 производства GIW KSB (Германия), фактическая производительность которых составляет 4550 м^3/ч при напоре 74,5 м.

Для увеличения водопроизводительности гидрокомплекса по техническому заданию ОАО «УК «Кузбассразрезуголь» завод «Гидромаш» (г. Новокузнецк) изготовил гидромонитор ГД-300, параметры которого соответствуют параметрам насоса ЦН3000-197: расход воды — 3000–3600 м^3/ч, допустимый напор — 3 МПа. Опытно-промышленная эксплуатация гидромонитора в 2007 г. подтвердила двукратное увеличение производительности по сравнению с гидромонитором ГМД-250М. Благодаря этому сокращено число гидромониторных забоев — вместо



Динамика объемов гидровскрышных работ на разрезах Кузбасса

четырех в одновременной работе находятся три гидромонитора.

Моховский угольный разрез отрабатывает четвертичные отложения вскрышных пород гидромеханизированным комплексом производительностью 5000 тыс. м^3 в год. Комплекс включает:

▲ систему напорного водоснабжения гидромониторов, которая состоит из двух насосных установок: центральной насосной станции с последовательным соединением трех насосов Д3200-55 и трех насосов ЦН3000-197, работающих на общий коллектор; при этом подача воды на гидромониторы осуществляется по трем водоводам диаметром 720 мм; плавучей насосной установки с насосом Д3200-55, осуществляющей возврат оборотной воды из горной выработки, замываемой породами гидровскрыши с целью рекультивации; данная насосная установка работает с последовательно соединенным насосом ЦН3000-197, который расположен на площадке забойной гидроустановки;

▲ систему гидротранспорта, состоящую из двух забойных и одной перекачной гидротранспортных установок и включающую три магистральных пульповода диаметром 720 мм каждый. По одному из них гидросмесь вскрышных пород поступает в горную выработку, используемую как гидроотвал. В качестве основного гидротранспортного оборудования применяются землесосы 3ГМ-2М, которые работают параллельно по два насоса на один пульповод. При этом система гидротранспорта оборудована 16 землесосами (12 — в работе и 6 — в резерве).

Сартакинский угольный разрез отрабатывает четвертичные отложения вскрышных пород гидромеханизированным комплексом производственной мощностью 4200 тыс. м^3 в сезон. В состав гидрокомплекса входят:

▲ система напорного водоснабжения гидромониторов, состоящая из одной насосной установки 1-го подъема, включающей три насоса Д3200-55 (2 — в работе и 1 — в резерве), и установки 2-го подъема — три насоса ЦН3000-197 (2 — в работе и 1 — в резерве), работающие через общий коллектор на два магистральных водовода диаметром 720 мм каждый;

▲ система гидротранспорта, состоящая из забойной землесосной установки, оборудованной девятью землесосными агрегатами 3ГМ-2М (6 — в работе и 3 — в резерве) на каждый из трех пульповодов диаметром 720 мм.

Разработка борта высотой 40–45 м ведется двумя уступами четырьмя забойными гидромониторами ГДМ-250М. Рабочее давление в напорном водоводе 2,3 МПа. Категория пород по трудности разработки: верхний уступ — III–IV, нижний — IV–V. Гидроотвал внутреннего заложения расположен в горной выработке разреза. Водоснабжение имеет замкнутый цикл, подпитка осуществляется за счет карьерных и паводковых вод.

Краснобродский угольный разрез отрабатывает гидромеханизированным комплексом четвертичные отложения вскрышных пород и навалы бестранспортной вскрыши на Новосергеевском поле. Проектом предусмотрена производственная мощность комплекса 4000 тыс. м^3 за сезон. Комплекс включает:

▲ систему напорного водоснабжения со схемой замкнутого оборотного цикла через пруд-отстойник емкостью 1,85 млн м^3, расположенный за пределами контуров гидроотвала. Система имеет центральную насосную станцию, оборудованную двумя насосами Д6300-80 с электродвигателями с синхронной частотой вращения 500 мин$^{-1}$ и тремя насосами ЦН3000-197. Насосы Д6300-80 между собой соединяются параллельно, а с насосами ЦН3000-197 — последовательно через общий коллектор диаметром 1020 мм. Система работает на магистральный водовод диаметром 1020 мм на два забойных гидромонитора ГМД-250М;

▲ систему напорного гидротранспорта, состоящую из двух гидротранспортных установок, расположенных на одной землесосной станции. Первая оборудована одним грунтовым насосом ГрТ4000/71, работающим на трубопровод диаметром 720 мм; вторая снабжена двумя грунтовыми насосами ГрТ4000/71, которые соединены последовательно и работают на общий трубопровод диаметром 720 мм протяженностью 6100 м. Геодезическая высота подъема для каждой гидротранспортной установки составляет 29 м.

Талдинский угольный разрез в настоящее время завершил гидровскрышные работы в контурах Центрального поля разреза. Остаточная проектная емкость гидроотвала на р. Еланный Нарык и остаточный объем вскрышных четвертичных отложений на участке Восточный-73 (сезон 2008 г.) составляет 600 тыс. м^3.

Технологическая схема системы водоснабжения на данном участке состоит из насосной станции «Весенняя», оборудованной тремя насосами Д6300-85. Станция осуществляет сброс паводковых вод за

Гидромонитор ГД-300

Землесосы WBC 18×20-54.9 производства GIW KSB (Германия)

пределы гидроотвала в р. Еланный Нарык и подачу оборотной воды по водоводу диаметром 720 мм на два насоса ЦН3000-197 для повышения напора, необходимого для размыва пород гидромониторами.

Категория вскрышных пород по трудности разработки на данном поле смыва относится к IV–VI группе. В связи с этим более 50 % объема пород подвергается предварительному рыхлению драглайном ЭШ-20/90 с последующим размывом гидромонитором повышенной производительности Т-521 производства Юргинского машзавода. Система гидротранспорта состоит из одной установки с грунтовыми насосами ГрТ4000/71 (1 — в работе и 1 — в резерве), работающими на пульповод диаметром 720 мм.

Ерунаковский угольный разрез вскрышные породы четвертичных отложений разрабатывает гидромеханизированным комплексом, проектная мощность которого рассчитана на 2,5 млн м^3 в год. Гидровскрышные работы ведутся на блоке № 5, где четвертичные отложения на 80 % состоят из пород V–VI категории по трудности разработки. Поэтому размыв осуществляется с предварительным рыхлением драглайном ЭШ-10/70 всего массива, а плановые объемы вскрыши составляют 1000 тыс. м^3 в год. Сооружения комплекса включают:

▲ систему водоснабжения гидромониторов, состоящую из насосной установки 1-го подъема, оборудованной тремя насосами Д4000-95 (2 — в работе и 1 — в резерве), и последовательно соединенной на удалении 2,6 км насосной установки 2-го подъема с двумя насосами Д4000-95 (рабочий + резервный), подающих воду на два гидромонитора ГМД-250М по водоводу диаметром 1020 мм;

▲ систему напорного гидротранспорта, состоящую из двух гидротранспортных установок в два подъема с разрывом потока пульпы через промежуточный зумпф. Групповые установки расположены на удалении 1940 м. Гидротранспортные установки 1-го и 2-го подъемов оборудованы землесосами 3ГМ-2М, с попарно параллельным соединением и одновременной работой на каждый пульповод диаметром 720 мм. Общая геодезическая высота подъема пульпы составляет 49,2 м, расстояние транспортирования — 4,54 км.

Дополнительной характеристикой условий работы гидрокомплексов может служить разделение разрабатываемых пород по категориям (см. таблицу).

Разделение вскрышных пород четвертичных отложений по трудности разработки средствами гидромеханизации (данные 2007 года)

Филиал (разрез)	Категория пород			
	III	IV	V	VI
«Кедровский»	130/3,8	380/11,2	400/11,8	2490/73,2
«Моховский»	617/12,2	2379/47,1	2047/40,7	_
«Сартакинский»	_	2940/70	1260/30	_
«Краснобродский»	_	_	_	1200/100
«Талдинский»	_	_	282/20	1129/80
«Ерунаковский»	_	_	303/30	707/70

Примечание. В числителе — тыс. м^3, в знаменателе — %.

Анализируя вышеописанные структуры гидротранспортных установок, можно отметить, что в условиях разрезов Кузбасса применяются как одно-, так и двухступенчатые системы гидротранспорта. Одноступенчатые гидротранспортные установки оборудованы одним или двумя грунтовыми насосами, работающими параллельно. Все двухступенчатые гидротранспортные установки работают через промежуточный зумпф. Это позволяет, помимо упрощения обслуживания, выбрать местоположение перекачивающей землесосной станции таким образом, что она прослужит на одном месте без передвижки максимально возможное время, работая при этом в оптимальном режиме без его регулирования. Регулирование режима работы в этом случае потребуется только для грунтовых насосов забойной землесосной станции. Такие гидротранспортные установки в процессе эксплуатационных расчетов можно рассматривать как две одноступенчатые.

Обычно забойные и перекачивающие землесосные станции подобных гидротранспортных установок оборудуются одним или двумя одинаковыми грунтовыми насосами. Однако число грунтовых насосов на землесосных станциях может быть и различным. Например, забойная землесосная установка оборудуется одним грунтовым насосом, а перекачивающая – двумя, работающими параллельно, с суммарной подачей, близкой к подаче головного грунтового насоса, или наоборот. Такие схемы землесосных станций могут применяться в двух случаях:

▲ если напора двух одинаковых грунтовых насосов недостаточно для преодоления сопротивления внешней сети, а суммарный напор двух параллельно работающих насосов больше, чем одного;

▲ как промежуточный этап реконструкции гидротранспортной установки, когда на первом этапе целесообразно частично использовать существующее насосное оборудование.

Гидротранспортные системы характеризуются также наличием резервного насосного оборудования. Опыт эксплуатации гидротранспортных установок на угольных разрезах Кузбасса показывает, что на каждой землесосной станции (забойной или перекачивающей) достаточно иметь один резервный грунтовый насос на один или два рабочих, работающих параллельно. В структурах с параллельной работой используются одинаковые насосы. Для последовательной работы могут применяться как одинаковые, так и разнотипные насосы с близкими по величине подачами, но с разными напорами. В последнем случае насосы с более низкими напорами располагаются на головных станциях, а высоконапорные — на перекачивающих.

Структуры насосно-гидромониторных установок с различным числом насосов на головной и перекачивающей насосных станциях, так же, как и в случае гидротранспортных установок, применяются при реконструкции гидромониторно-землесосных комплексов. Основными в структурах гидротранспортных установок являются грунтовые насосы ГрТ4000/71 и 3ГМ-2М (ГрУ2000-63). Однако грунтовые насосы ГрТ4000/71 могут быть заменены двумя параллельно работающими насосами ГрУ2000-63 или 3ГМ-2М, а вместо грунтовых насосов ГрУ2000-63 или 3ГМ-2М, в свою очередь, могут быть использованы два параллельно соединенных грунтовых насоса ГрТ1250/71. Тип и число грунтовых насосов для забойных землесосных станций определяются необходимой производительностью гидротранспортной уста-

новки по твердому. Число грунтовых насосов в последовательном соединении принимается в зависимости от необходимого напора. При этом следует определить местоположение перекачивающей землесосной станции и при необходимости выбрать способ и параметры регулирования для согласования режимов работы забойных и перекачивающих грунтовых насосов.

Выбор насосного оборудования для системы водоснабжения зависит от структуры гидротранспортной установки. При работе в забое одной установки ГрУ2000/63 (3ГМ-2М) основным оборудованием является насос Д2000-100. Такие же параметры могут быть обеспечены двумя параллельно работающими насосами Д1250-125 или ЦН1000-180. В структурах гидромониторно-землесосных комплексов с одной забойной установкой ГрТ4000-71 водоснабжение может осуществляться одним головным насосом Д4000-95 или ЦН3000-197, либо двумя параллельно работающими насосами Д2000-100. Число насосов при последовательном соединении определяется в зависимости от необходимого напора перед насадкой гидромонитора и характеристики трассы трубопроводов.

После выбора структуры и оборудования гидромониторно-землесосного комплекса необходимо убедиться в соответствии режимов работы насосного оборудования гидротранспортной и насосно-гидромониторной установок. Если такого соответствия нет, то необходимо регулировать работу насосного оборудования или системы водоснабжения, либо системы гидротранспорта, или и той, и другой.

Однако изложенный выше порядок выбора структуры и оборудования основных систем гидромониторно-землесосных комплексов при современном уровне управления и координации работы гидромеханизации на разрезах Кузбасса для большинства предприятий ОАО «УК «Кузбассразрезуголь» можно считать недостижимым. Отсутствие единого управления столь специфичным видом комплексной механизации открытых горных работ, единого и опытного проектировщика, а также нехватка высококвалифицированных специалистов привели к тому, что каждый карьер действует фактически самостоятельно. Одни могут себе позволить приобретение достаточно современных и дорогих импортных установок (WBC18×20), а кто-то ограничивается применением разработанных в первой половине прошлого века (хотя и довольно удачной конструкции) отечественных землесосов 3ГМ-2М. Кстати, практика показывает, что приобретение и эксплуатация дорогостоящего оборудования должны осуществляться опытными специалистами с обязательным выполнением инженерных расчетов.

Давно назрел вопрос об унификации параметров основного оборудования гидромониторно-землесосных комплексов. Необходимо, по мнению авторов, определить типовые параметры гидрокомплексов, взаимоувязав по производительности на определенный диаметр трубопровода величину подачи грунтового насоса, гидромонитора и водяного насоса. При этом можно получить торговую скидку у производителя в зависимости от количества единовременно приобретаемого оборудования, иметь минимум запасных частей на общем складе, наладить сервисное заводское обслуживание и выйти на новый, более высокий уровень технического перевооружения. Кроме того, освоение серии при изготовлении порядка 10 единиц нового оборудования, например, гидромониторов ГД-300 заводом «Гидромаш», приведет к снижению производственных издержек и цены. Можно предположить, что при централизованном заказе водяных или грунтовых насосов произойдет не только уменьшение отпускной цены, но и корректировка, при необходимости, определенных характеристик (параметров) приобретаемого оборудования.

Таким образом, прогресс в гидромеханизации на угольных разрезах Кузбасса может быть достигнут при условии организации в рамках угольной компании специализированного треста «Гидромеханизация». В этом случае могут быть обеспечены:

▲ централизация технического управления и ведение научно обоснованной единой технической политики;

▲ эффективное использование опыта высококвалифицированных специалистов;

▲ техническое перевооружение, типизация параметров основного оборудования гидрокомплексов, централизация заказов, рост производительности труда и снижение издержек;

▲ единое централизованное сервисное обслуживание, сокращение численности ремонтников и количества запчастей.

Вопросы применения гидромеханизации на разрезах Кузбасса, по мнению авторов, тесно связаны с экологической обстановкой в регионе, проблемой нарушения ландшафта и, как следствие, с изменением морфосистем и потерей водных ресурсов. Традиционной рекультивации, которая далеко не всегда проводится в соответствии с требованиями геоморфологии, к сожалению уже недостаточно. Техногенное вмешательство стало столь значительным, что простое восстановление эстетики пейзажа или топографии поверхности уже не обеспечивает ассимиляции антропогенного рельефа природными морфосистемами, и в нем могут наблюдаться эволюционирующие формы. Необходим единый подход к формированию рельефа территорий в районах открытой добычи угля. Возможно изменение форм рельефа и функций морфосистем ради сохранения речной сети и исключения катастрофических процессов рельефообразования. Намыв потенциально плодородных вскрышных пород на полускальные, обеспечивающий быструю задерновку, замыв горных выработок, формирование необходимых уклонов поверхности, капиллярная структура намывного массива, экономичность и экологичность — вот преимущества гидромеханизации. Следовательно, гидромеханизация в регионе, кроме ведения гидровскрышных работ на разрезах, в состоянии выполнить еще более важную функцию — стать инструментом формирования экологически адекватного техногенного рельефа.

Hydraulic mechanization at opencast coal mines in the Kuznetsk Basin

M. I. Shchadov, E. A. Kononenko, V. P. Zharikov, A. A. Romanov.

Based on six case studies the authors present have analyzed the state-of-the art and prospects for the application of hydraulic mechanization at opencast coal mines in the Kuznetsk Basin, including the opportunities for the restructuring of organizational-structure systems of management. It has been proved that in addition to overburden removal the hydraulic technology may become an important tool for the formation of environmentally adequate man-made relief.

Key words: ***Kuznetsk basin, coal opencast mines, hydraulic removal of overburden, hydraulic mechanization structure, man-made relief, formation.***