© В.П. Жариков, 2014

УДК 624.131.1

В.П. Жариков

ГЕОЛОГО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ГИДРООТВАЛОВ ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКИ УГЛЯ В КУЗБАССЕ

Рассмотрены инженерно-геологические условия гидроотвалов вскрышных пород Кузбасса, приведены агрохимические свойства техногенных насыпных и намывных пород, предложено для рекультивации гидроотвалов использовать размещение на поверхностинамывного массива насыпи в виде «сухого» отвала определенной высоты, изучено влияниегидроотвала на работу водозабора питьевой воды г. Белово.

Ключевые слова: инженерно-геологические условия, агрохимические свойства, гидроотвал, намывные и насыпные техногенные породы, отвалообразование, водозабор питьевой воды, питание водоносного горизонта.

Добыча угля в Кузбассе сопровождается изъятием из сфер лесного и сельскохозяйственного производства значительных территорий, при этом надолю открытой разработки приходится около 80% нарушенных площадей, из которых большая часть занята открытыми горными выработками-разрезами и отвалами вскрышных пород. Отвально-разрезные комплексы простираются на многие километры, занимают площади от десятков до тысяч гектаров. За более чем полувековой период применения гидромеханизации в Кузбассе данным способом удалено около 1 млрд м^3 вскрыши с размещением ее в специальные гидротехнические сооружения – гидроотвалы. Для этих целей построено более 50-ти объектов различной площади, высоты и емкости. Многие из них в настоящее время выведены из эксплуатации и требуют выполнения рекультивационных работ. Одной из важнейших научно-технических задач при этом является обоснование рекомендаций по рациональному ведению рекультивационных и горных работ для создания комплексных горнотехнических сооружений, например, гидроотвалов в горных выработках, отвалов на гидроотвалах, а также отвалов, отсыпанных на гидроотвалах, намытых в горных выработках.

Подобные комбинации позволяют не только разместить на изъятых для нужд горного производства территориях дополнительные объемы вскрышных пород, но и выполнить их горнотехническую рекультивацию. Это особенно важно при решении вопроса рекультивации гидроотвалов вскрышных работ, которые длительное время из-за низкой несущей способности намывных пород не доступны для производства специальных работ с применением сельскохозяйственного и рекультивационного оборудования. Одним из путей его решения является отсыпка на поверхности намывного массива слоя издостаточно прочных пород в виде «сухого» отвала, поверхность которого обеспечит доступ оборудования для выполнения рекультивации.

Гидроотвалы вскрышных пород представляют собой достаточно сложные инженерно-геологические системы. Их формирование производится из покровных суглинков и глин, определятся процессами фракционирования и гравитационного уплотнения,

что делает их неоднородными не только в плане и разрезе, но и времени. Гидроотвалы по составу целесообразно разделить на зоны песчано-супесчаных, суглинистых и глинистых пород, в пределах каждой из которых можно выделить по консистенции подзоны текучих, мягкопластичных, тугопластичных, а иногда и полутвердых пород. Породы выделенных зон характеризуются различными агрохимическими свойствами (табл. 1). Проведенный анализ почвенной обстановки на гидроотвале позволяет отметить, что намывные породы гидроотвала ни по одному из определенных параметров не являются токсичными. Неоднородность массива по гранулометрическому составу и низкая водопроницаемость пород обусловливает их значительное увлажнение, поэтому условия для роста и развития древесных пород на поверхности гидроотвала могут быть удовлетворительны только при проведении мероприятий по гидромелиорации, которые весьма трудоемки и требуют значительных затрат.

Одним из направлений рекультивации гидроотвалов является нанесение на их поверхностях слоя пород, обеспечивающих проходимость горно-транспортного и сельскохозяйственного оборудования, а также создание благоприятных гидрогеологических и агрохимических условий для произрастания определенных видов растительности. Для этих целей обычно используются вскрышные породы. На разрезах Центрального Кузбасса, разрабатывающих угольные пласты кольчугинской серии верхней перми, вскрышная толща представлена покровными отложениями (суглинками и глинами) неоген-четвертичного возраста и углевмещающими породами: песчаниками, алевролитами, аргиллитами. Инженерно-геологические и экологические условия насыпных техногенных массивов определяются процентным соотношением материалов, поступающих в отвал, их составом, временем существования и интенсивностью процесса биохимического выветривания.

Изучение агрохимических свойств пород «сухой» вскрыши показало достаточно хорошее плодородие, что связано в большей степени с включениями во вскрышных породах частиц угля разной степени окисленности. Известно, что присутствие угля в породах повышает процент органического вещества в них и увеличивает потенциальное плодородие техногенного элювия, мобилизуясь современной растительностью не сразу, а постепенно и медленно. Другие химические свойства техногенного элювия приведены в табл. 2 в сравнении со свойствами естественных почв, характерных для данного района. Можно отметить, что на отвалах вскрыш-

Таблица 1

Агрохимические свойства намывных пород

Наименование пород	**Гумус по Тюрину, %**	**pH**	**Поглощение основания, мг-экв на 100 г**	**K_20**	**P_20_5**	**$C0_2$**	**$CaC0_3$**
				Мг на 100 г почвы		**%**	
Супесь	1,02	8,1–8,7	17,6–23,4	3,7–4,9	5,0–7,5	3,7–5,7	8,4–13,0
Суглинок	0,84	8,5–8,8	21,2–24,2	8,0–9,6	1,8–2,5	5,5–6,4	12,4–14,6
Глина	0,34–0,63	8,7–8,8	22,6–29,0	0,2–0,46	0,85–1,45	4,4–7,2	8,95–14,8

Таблица 2

Агрохимические свойства пород Центрального Кузбасса

Глубина отбора образца, см	Гумус (по Тюрину), %	Азот общий (по Кьельдалю), %,	Сумма поглощенных оснований, Мг-экв на 100 г	Гидролитическая кислотность, Мг-экв На 100 г	pH	P_2O5 (по Чирикову), Мг/100 г почвы	K_2O (по Чирикову), Мг/100 г почвы
Чернозем выщелоченный							
0–30	7,9	0,54	48,0	3,6	6,0	11	18
30–45	6,0	0,30	40,2	3,7	6,0	10	14,5
Техногенный элювий вскрышных пород							
0–20	4,0	0,25	25,6	2,3	7,0	10	15
20–45	2,9	0,20	22,1	2,2	7,6	9	12

ных пород формируются почвы и создаются условия для выращивания многолетних трав и различных видов деревьев.

Обоснование параметров отвала «сухой» вскрыши на гидроотвале и, в частности, его высоты или мощности рекультивационного слоя следует осуществлять с учетом целевого назначения объекта, инженерно- геологических и экологических условий гидроотвала, а также наличия пригодного для этих целей породного материала. Если таковой на объекте присутствует в неограниченном количестве, то гидроотвал целесообразно предварительно использовать для размещения отвала с максимальными параметрами и в последующем подвергнуть его рекультивации. Параметры отвалов и нового сооружения «отвал+гидроотвал» в данном случае определяются на основании расчетов устойчивости с использованием гидрогеомеханических моделей, разработанных на базе инженерно-геологического изучения [1, 2]. Ограниченное количество вскрышного материала или большая дальность его транспортировки до объекта предопределяет определение минимальной мощности рекультивационного слоя, выполняемого на основе геомеханических расчетов устойчивости формируемых откосов, несущей способности пород, проходимости транспорта и оборудования.

Отсыпка отвалов на гидроотвалах сопровождается развитием гидрогеомеханических процессов и геодинамических явлений. К первой группе относится изменения напряженно-деформированного состояния пород намывных массивов при нагружении отвалом, а ко второй – оползни, осадки, оседания, оплывания (рис. 1). Изменение напряженного состояния намывных пород происходит за счет развития и рассеивания избыточного порового давления, причем отмечается особенность его формирования в основании отвала, заключающаяся в его увеличении не только под контуром нагружения, но и в некоторой области, примыкающей к отвалу. Наиболее важными геодинамическими процессами с точки зрения безопасности ведения отвальных работ являются подподошвенные оползни и оседания. Изучение процессов замещения намывных пород насыпными показало, что при развитии оползней величина внедрения отвала составила около 0,5 Н, где Н – высота от-

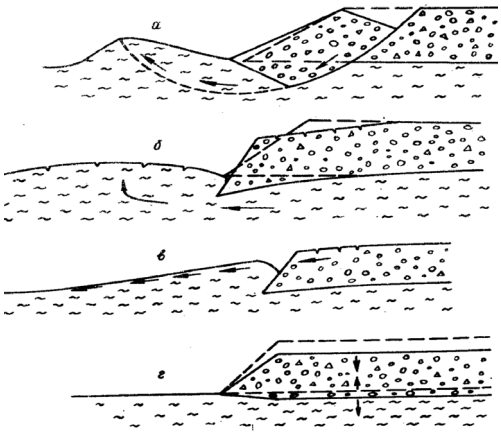

Рис. 1. Геодинамические процессы при отсыпке отвалов на гидроотвалах: а – оползни; б – оседания с выдавливанием основания; в – оплывания откосов; г – осадки

вала, тогда как в процессе оседания данный параметр увеличивается до величины Н и зависит от многих факторов, главным среди которых является прочность и мощность намывных пород. При изучении условий отвалообразования на гидроотвалах установлены скорости смещения оползней в период активной стадии, зависящие от высоты отвала (V=0,01H м/час), и величины призм возможного оползания от (0,4–0,6)Н в случаях отсыпки параллельными заходками до (1–3)Н при фронтальной отсыпке отвала.

На гидроотвалах разрезов Кузбасса отсыпка отвалов «сухих» пород производится с применением двух обоснованных технологических схем отвалообразования, предполагающих работу следующего технологического оборудования: 1) автомобилей и бульдозеров; 2) экскаваторов (как драглайнов, так и мехлопат) и железнодорожного транспорта. Первая схема, в частности, использовалась при формировании отвала на гидроотвале, намытого в выработках пластов № 1 и 2. Он относится к сооружениям котлованного типа с двухсторонним обвалованием; характеризуется: емкостью 15 млн м^3, максимальной высотой дамб – 25 м, максимальной мощностью намывных пород – 90 м, площадью – 100 га. После завершения намыва на нем производится отсыпка отвала высотой 5–10 м с использованием блоковой последовательности развития.

Технологическая схема экскаваторного отвалообразования применялась на гидроотвале «Южный», при этом использовалась железнодорожная доставка пород на отвал и перемещение их как драглайном, так и мехлопатой. При драглайновом отвалообразовании отвальный механизм и железнодорожный транспорт всегда находились вне зоны развития дефор-

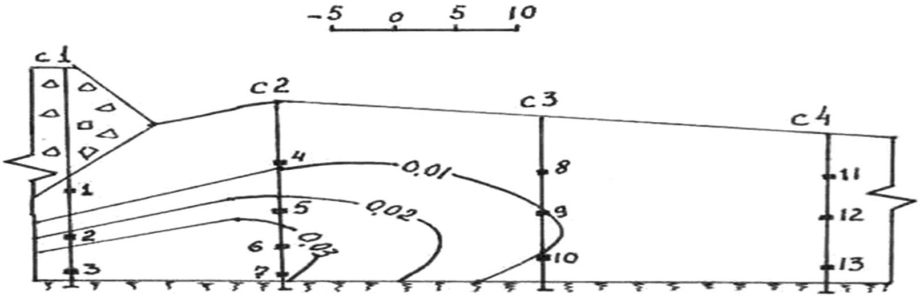

Рис. 2. Формирование избыточного порового давления в намывном массиве при отсыпке отвальной насыпи: *с1- скважины с датчиками порового давления; -0,03- – изолинии избыточного порового давления, МПа.*

Рис. 3. Среднегодовой дебит Уропского водозабора

маций, тогда как в случае использования мехлопаты, радиусы черпанья и разгрузки которого не достаточно большие, появлялись условия работы механизма в режиме управляемого деформирования при кратковременном нахождении в призме возможного оползания. Работы на отвале были организованы в направлении от периферии к центру, чтобы предотвратить растекания материала за пределы сооружения. Отсыпка отвалов драглайнами производилась в Западной части намывного сооружения при высоте отвала 10–15 м, во всех других частях применялась схема с использованием мехлопаты.

Одной из важнейших проблем при разработке рекомендаций по обеспечению экологической безопасности функционирования гидроотвалов является оценка их влияния на гидрогеологический режим территорий, особенно, на расположенные здесь водохозяйственные объекты и, в частности, на работу водозабора. На реке Черновой Уроп ниже гидроотвала расположен водозабор питьевого водоснабжения г. Белово, введенный в эксплуатацию в 1969 г. со среднесуточным дебитом от 10 до 17 тыс. м^3, отбирающий часть подземного стока в пределах развития юрского водоносного комплекса, где создает локальную депрессионную воронку радиусом 4–5 км. Почти одновременно с водозабором началась эксплуатация гидроотвала на реке Черновой Уроп, перекрывающего долину выше по течению.

Гидрогеологические исследования показали, что гидроотвал несомненно оказывает существенное влияние на работу водозабора в эксплуатационный период, так как вода, поступающая в него в составе пульпы, здесь осветляется и затем через намывной массив и четвертичные породы фильтруется в юрский водоносный комплекс. Одним из ключевых вопросов рассматриваемой проблемы является оценка формирования стока подземных вод к водозабору. Анализ полученной гидрогеологической информации свидетельствует о том, что в общем балансе водоотбора из скважин водозабора (Q=1400 м^3/час) около 60% обеспечены естественным подземным стоком, а остальная часть (Q= 560 м^3/час) это инфильтрация из гидроотвала, причем летом она идет за счет оборотной воды с пляжа намыва и пруда-отстойника, а зимой – за счет осушения верхней части намыв-

ного массива и пруда – отстойника (рис. 3). Таким образом, совместная эксплуатация гидроотвала и водозабора осуществлялась к взаимной пользе, поскольку первый создавал дополнительные ресурсы питания, а второй ограничивал подтопление склонов и участка долины у дамбы гидроотвала.

Подтверждением первого обстоятельства является график дебита Уропского водозабора по годам, на котором отмечается его падение после прекращения эксплуатации гидроотвала в 1997 г. практически до нуля и его частичное восстановление до значений 900 м^3/ час.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Указания* по методам гидрогеомеханического обоснования оптимальных параметров гидроотвалов и отвалов на слабых основаниях. Часть I. Изучение гидрогеомеханических условий строительства и рекультивации отвальных сооружений. Л.: Издательство ВНИМИ, 1989, 55 с.

2. *Указания* по методам гидрогеомеханического обоснования оптимальных параметров гидроотвалов и отвалов на слабых основаниях. Часть II. Обоснование оптимальных параметров отвальных сооружений. Л.: Издательство ВНИМИ, 1990, 51 с. ГИАБ

КОРОТКО ОБ АВТОРЕ

Жариков Вениамин Петрович – ОАО «Сибирский деловой союз», e-mail: pr@hcsds.ru.

UDC 624.131.1

GEOLOGICAL-AND-ECOLOGICAL BASIS FOR RECLAMATION OF SLURRY DUMP AREAS AT OPEN PIT COAL MINES IN KUZBASS

Zharikov V.P., Siberian Business Union Holding Company, e-mail: pr@hcsds.ru.

The article describes geotechnical conditions in slurry dumps, reviews agrochemical properties of waste accumulated in dry-dumps and hydraulic fills, suggests reclamation of slurry dumping areas by dry rock dumping for a certain height on the surface of hydraulic frill dump and studies effect of a slurry dump on the drink water intake in the town of Belovo.

Key words: *geotechnical conditions, agrochemical properties, slurry dump, hydraulic fill and dry-dump waste rocks, dumping, drink water intake, aquifer recharge.*

REFERENCES

1. Guidelines for Hydro-Geomechanical Basis of Optimized Slurry Dumping and Dry Rock Dumping on Weak Foundations. Part I: Analysis of Hydro-Geomechanical Conditions of Dumping and Dump Area Reclamation. Leningrad: VNIMI, 1985. 55 p.

2. Guidelines for Hydro-Geomechanical Basis of Optimized Slurry Dumping and Dry Rock Dumping on Weak Foundations. Part II: Validation of Optimized Parameters for Dumps. Leningrad: VNIMI, 1990. 51 p.