

Н.Г. Фоменко**ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ОТВАЛЬНЫХ НАСЫПЕЙ,
РАЗМЕЩАЕМЫХ НА ГИДРООТВАЛАХ**

Применительно к условиям разреза «Талдинский» рассмотрены возможности формирования отвальной насыпи высотой 90 м – на намывном основании – намывном массиве гидроотвала глинистых пород вскрыши. Приводятся результаты численного моделирования методом конечных элементов при различных интенсивностях нагружения намывного массива. Даны рекомендации по геометрическим параметрам насыпи на основании расчетов устойчивости нагруженного оборудованием отвала. Ключевые слова: гидроотвал, отвальная насыпь, поровое давление, моделирование.

На вскрышных работах открытой разработки угля в Кузбассе более 60 лет применяется гидромеханизация. За весь период ее использование было удалено более 1 млрд м³ вскрышных пород неоген-четвертичного возраста с размещением в специальные объекты промышленной гидротехники – гидроотвалы, количество которых составляет 57 сооружений, общая площадь более 7000 га. В настоящее время большая их часть заполнена, выведена из технологических циклов горных работ, некоторые – используются для размещения на поверхности отвалов «сухой» вскрыши. Преимущества ведения отвальных работ на намывных основаниях очевидны и заключаются в сокращении площадей земельного отвода, расходов на рекультивацию и сокращения дальности транспортировки вскрышных пород.

Необходимость ликвидации гидромеханизации возникла на разрезе «Талдинский». При этом из основных технологических процессов производства исключается складирование гидро-вскрыши в гидроотвал на реке Елань-Нарык, который является гидротехническим сооружением 1-го класса, имеет высоту в тальвеге лога более 50 м, площадь около 127,5 га и находится в непосредственной близости от горных выработок разреза. Кроме

того, на разрезе для складирования вскрышных пород существует определенный дефицит площадей. Поэтому необходимость размещения отвальных на данном намывном сооружении предопределена сложившимися природно-техническими и экономическими условиями.

Гидроотвалы сложены в основном водонасыщенными слабыми породами, в связи с чем их территории длительное время не доступны для оборудования и выполнения специальных работ. Поэтому решение вопроса использования намывных сооружений под отвалы сухой вскрыши требует разработки рекомендаций по параметрам и технологии отвальных работ, для чего необходимо провести изучение инженерно-геологических условий формирования природно-технических систем (ПТС) «отвал-гидроотвал».

Планом горных работ предприятия предусматривается размещение на гидроотвале значительных объемов (около 90 млн м³) сухих пород за относительно короткий промежуток времени до 10 лет с применением бульдозерно-автомобильной схемы отвалообразования и использованием автосамосвалов грузоподъемностью до 320 т. Следует отметить, что ранее отвалы на гидроотвалах не отсыпались с подобной интенсивностью.

Обоснование параметров ПТС «отвал-гидроотвал» осуществляется с учетом выявленных механизмов, рассматривающих взаимодействие отсыпаемых отвальных насыпей с намывными массивами, на основе разработанных и усовершенствованных методик моделирования изменения формы, строения и напряженно-деформированного состояния (НДС) намывных массивов с учетом различной интенсивности нагружения.

В инженерно-геологическом строении гидроотвала принимают участие техногенные намывные и насыпные отложения, а также породы естественно-го основания. К насыпным отложениям относятся породы дамб первичного и последующего обвалования, экранов и пригрузов, обеспечивающих устойчивость плотин. Они представлены в основном дресвяно-щебенистыми образованиями из вскрышной толщи. Противофильтрационные экраны отсыпаны из четвертичных суглинков эолового и делювиально-пролювиального генезиса.

Породы основания гидроотвала в тальвеге лога представлены субаквальными суглинками и глинами, в них встречаются линзы и прослои галечников, песков и супесей, характерных для долин рек. По бортам лога встречены лессовидные и делювиально-пролювиальные суглинки и глины неоген-четвертичного возраста.

Намывные техногенные отложения – наиболее важный элемент гидроотвала, поэтому их изучение является достаточно серьезным научным вопросом. При его решении для конкретного намывного объекта следует использовать обоснованную проф. Ю.И. и Н.А. Кутеповыми схему технолитогенеза намывных отложений, которая отражает последовательность формирования состава, состояния и свойств техногенных пород гидроотвалов, определяющие природные и технологи-

ческие факторы, их роль и взаимосвязь на различных этапах. Одним из важнейших элементов данной схемы является состав намывных пород, который закономерно изменяется в массиве при развитии процесса фракционирования частиц из потока пульпы по мере ее продвижения по поверхности гидроотвала. Это приводит к закономерной смене в намывном массиве гидроотвала зон песчано-супесчаных, суглинистых и глинистых пород. Установлены для условий гидроотвала на реке Елань Ныры протяженности зон: песчано-супесчаных – $0,1L$, суглинистых – $0,4L$ и глинистых пород – $0,5L$, где L – длина гидроотвала.

Выполнен прогноз напряженно-деформированного состояния намывного массива при его нагружении отвалами сухой вскрыши в зависимости от интенсивности горных работ с применением двумерной схемы консолидации и использованием численного моделирования МКЭ. Получены распределения избыточного порового давления в намывном массиве при различном режиме нагружения. Установлены максимальные его значения в глинистой зоне рядом с плотиной № 2. Данные гидрогеомеханическая информация использовалась в расчетах устойчивости откосов ПТС «отвал-гидроотвал», которые позволили обосновать отсыпку 4-х ярусов: 20, 20, 20, 30 м при результирующих углах 15° .

Формирование ПТС «отвал-гидроотвал» при наличии в его строении равнинных и склоновых участков сопровождается развитием следующих гравитационных геологических процессов и явлений:

- оползней;
- оседаний, вызванных вылавливанием пород основания;
- осадок, связанных с уплотнением пород;
- оплывин.

Каждый из них проявляется при взаимодействии отвалов и гидроотвалов в зависимости от конкретных технологических и инженерно-геологических условий. Выполнен анализ 12-ти случаев нарушения устойчивости откосов гидроотвалов, девять из которых произошли из-за снижения прочности техногенных пород в откосах при их увлажнении и возрастании избыточного порового давления, две других – вызваны уменьшением несущей способности пород основания за счет формирования напорного водоносного горизонта, еще одна – связана с нарушением гидрологического режима гидроотвала и образования прорана.

Произведены наблюдения за опытной отсыпкой отвального яруса на гидроотвале и анализ подобных исследований на других объектах Кузбасса. Установлены основные закономерности деформационного поведения откосов высотой от 7 до 50 м, которые сводятся к следующему:

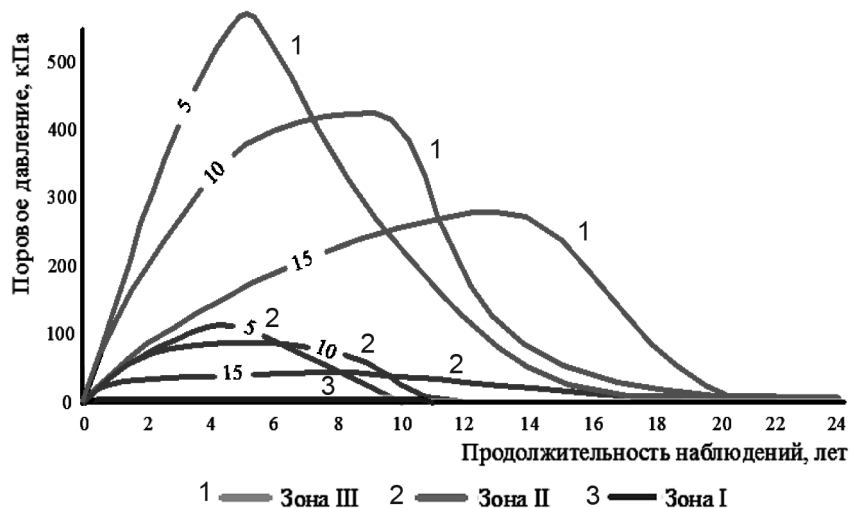
- протяженность оползающего блока по фронту определяется шириной участка, на котором ведутся интенсивные отвальные работы;

- ширина призмы возможного оползания изменялась от 8 до 50 м и зависит при этом от высоты отвала, составляя $1-3H$ (где H – высота отвала), и интенсивности подвигания отвального фронта;

- глубина внедрения насыпных пород в намывной массив определяется прочностью пород основания и составляет для относительно прочных супесчаных и суглинистых разностей величину менее $0,5H$, а для более слабых глинистых осадков более $0,5H$, достигая в отдельных случаях H ;

- скорость деформаций в период активной стадии зависит от прочности намывных пород, высоты отвала и интенсивности подвигания отвального фронта на заходке; в процессе наблюдений за оползневыми смещениями установлены скорости, достигающие в отдельных случаях $0,6-1$ м/сут; получена следующая зависимость: $V = 0,015H$ м/сут, где H – высота отвала, м.

Выполнен прогноз избыточного порового давления в нагружаемом намывном массиве численным моделированием МКЭ в двухмерной (плоской) постановке с использованием прог-



Графики избыточного порового давления

раммного комплекс Abaqus. Определение величин избыточного порового давления в намывных породах производилось для выделенных зон при различных интенсивностях нагружения, а именно: отсыпки 90 метрового отвала за 5, 10, 15 лет. Результаты моделирования приведены на рисунке, из которого видно, что наибольшие значения избыточного порового давления в процессе отсыпки сухого отвала в породах намывного массива возникает в глинистой зоне, а наименьшее в суглинистой зоне. В песчано-супесчаной зоне избыточное поровое давление практически не формируется. Кроме того, моделированием установлено величина максимального значения порового давления при высокой интенсивности отвальных работ.

Полученное в результате моделирования распределение избыточного порового давления в намывном массиве использовалось для оценки устойчивости откосов ПТС «отвал-гидроотвал» на различных этапах формирования. Для геомеханических расчетов применялись методики ВНИМИ и программа «Galena», позволяющие учитывать изменение гидродинамических условий на основных профилях при различных интенсивностях формирования отвала. Установлено, что устойчивость откосов ПТС «отвал+гидроотвал» в районе плотины № 1 обеспечивается с учетом рекомендованных пригрузов и последовательной отсыпки четырех ярусов (отметки +320; +340; +360 и + 390 м) при результирующем угле откоса 15°. Устойчивый результирующий угол откоса ПТС в районе плотины № 2 зависит

от интенсивности отвальных работ и изменяется от 12° при высокой интенсивности и 15° для интенсивности, соответствующей 10 годам отсыпки.

Учитывая специфику намывных пород и особенности их деформационного поведения при отсыпке на них отвалов, обоснована технология отвальных работ на гидроотвале с применения бульдозеров и автосамосвалов повышенной грузоподъемности. Она базируется на принципах обеспечения устойчивости откосов ПТС, но допускает осуществлять формирование первого яруса в режиме деформирования откосов. Предложены высоты и порядок формирования первого и последующих отвальных ярусов.

С использованием стандартных методик и численного моделирования МКЭ нагруженного оборудования отвала с применением плоских и объемных задач определена призма возможного оползания и обосновано безопасное расстояние задних колес автосамосвалов БелАЗ 75306 и БелАЗ 75 600 грузоподъемностью до 320 т в 6,5 м. Оно позволяет производить разгрузку автосамосвалов под откос, находясь у предохранительного вала высотой 2 м.

Обязательным мероприятием обеспечения безопасности формирования и функционирования ПТС «отвал-гидроотвал» – опасного производственного объекта является организация и выполнение мониторинга безопасности на всех этапах ее существования. Определены цели, задачи и виды мониторинга при отсыпке отвалов на гидроотвале.

КОРОТКО ОБ АВТОРЕ

Фоменко Николай Гаврилович – технический директор, e-mail: Fomenko@tld.kru.ru, Разрез «Галдинский» ХК «Кузбассразрезуголь».

PROVIDING PARAMETERS OF DUMP EMBANKMENTS LOCATED AT HYDRAULIC DUMPS

Fomenko N.G., Technical Director, e-mail: Fomenko@tld.kru.ru,
Open-pit «Taldinsky» HK «Kuzbassrazrezugoly», Russia.

As for the conditions of the open-pit «Taldinsky» there were considered the possibilities to form the dump embankment with the height 90 m – on the filling foundation – filling massif of hydraulic dump of clayey soils of overburden. There are presented the results of numeric modelling using the method of final elements under the different bearing capacity of the filling massif. There were given recommendations on the geometrical parameters of dump embankment on the base of calculations stability of the dump loaded by equipment.

Key words: hydraulic dump, dump embankment, porous pressure, modelling.



УМНАЯ КНИГА – ПРЕДМЕТ ПЕРВОЙ НЕОБХОДИМОСТИ

Числом поболее, ценою подешевле.

А.С. Грибоедов



С такими деньгами обойдусь
без издательства

То, что квалифицированное книгоиздание требует немалых средств, специалистам хорошо известно. Тем не менее, у малоимущих людей разум вступает в противоречие с инстинктами. Им кажется, что нужно использовать любую возможность для экономии фонда оплаты труда, бумаги, типографских услуг и т.д. Издатель, работающий ради куска хлеба, приличного учебника не выпустит. Стратегическое, инновационное мышление недоступно людям, лишенным самого необходимого.

Обычно издателями становятся не очень молодые люди, и если они бедны, то, скорее всего, лишены здравомыслия, практической хватки, а может быть, склонны к авантюризму. Недаром Ветхий Завет утверждает: «тот, у кого нет дома, – не человек». Неимущие люди равнодушны к получению

сиюминутной выгоды: мне не раз предлагали издавать сонники, детективы и прочую чепуху, наплевав на стратегические цели нашего издательства. Им, наверное, невдомек, что, зарезав курицу, несущую золотые яйца, внутри никакого золота они не обнаружат.

Бедный издатель никогда не был в шкуре успешного коммерсанта, однако он видит чужую обеспеченную жизнь и инстинктивно тянется к ней. В мешанской среде обожествляются деньги и роскошь ТВ-героев, из-за чего взвешенный и стратегически разумный подход к такой сложной сфере, как научное малотиражное книгоиздание, маловероятен. Успешный издатель вынужден использовать финансы как средство достижения перспективных целей. Впрочем, и разумный подход к формированию управленческой команды университетского издательства еще не гарантирует его эффективной работы.

Опыт свидетельствует: плюшкины в научно-техническом книгоиздании бесперспективны.

Продолжение следует