Записки Ленинградского ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени горного института им. Г.В.Плеханова,
т. /XX, вып. 2, 1976 г.

УСЛОВИЯ УСТОЙЧИВОСТИ И РЕКУЛЬТИВАЦИИ ГИДРООТВАЛОВ С УЧЕТОМ КОНСОЛИДАЦИИ НАМЫВНЫХ ПОРОД

О.Ю.Крячко, Ю.А.Норватов, Г.И.Годлевская

Производство открытых горных работ в ряде районов сопровождается намывом гидроотвалов, которые часто располагаются на плодородных землях. Возврат территорий в сферу сельского хозяйства связан с продолжительностью консолидации намытых пород до состояния, обеспечивающего передвижение по ним оборудования. В естественных условиях этот период в зависимости от параметров сооружения и свойств намытых в гидроотвал пород может продолжаться десятилетия. В связи с этим большое практическое и научное значение имеет задача ускорения консолидации намытых пород и обеспечения доступа людей и оборудования на пляж намыва и в зону пруда-отстойника.

В условиях горного производства наиболее рациональный путь ускорения консолидации намытой толщи гидроотвала – загружение его поверхности сухими породами отвалов. При этом дополнительно сокращаются площади, занимаемые отвалами, и, как правило, уменьшается расстояние транспортировки пустых пород. Однако размещение пород на пляже намыва, а тем более в районе пруда-отстойника, неизбежно сопровождается оползневыми деформациями отсыпаемых откосов вследствие крайне низкой несущей способности намытых пород. Так, высота устойчивого отвала, отсыпанного под углом естественного откоса, где в процессе намыва отлагались преимущественно песчаные и пылеватые частицы (предполагается, что намыв ведется от обвалования), составляет обычно 5-7 м, а в зоне пруда-отстойника она не достигает I м. Для эффективного использования территории гидроотвала необходимо разработать технологию отсыпки пород в условиях непрерывной деформации откосов, при которой обеспечивалась бы безопасность людей и оборудования.

При заполнении территории гидроотвала пустыми породами прежде всего должна сохраняться устойчивость его откосов. В намываемых из суглинков

гидроотвалах высотой 30–40 м в зоне пруда-отстойника располагаются породы текучей и мягкопластичной консистенции, объем которых исчисляется миллионами кубических метров. Оползни внешних откосов могут обусловить прорыв неконсолидированной горной массы, который, как показывает практика эксплуатации отечественных и зарубежных гидротехнических сооружений, может привести к катастрофическим последствиям. Оползни внешних откосов гидроотвала занимают подчас значительные земельные площади.

ВНИМИ проведен комплекс исследований, связанных с оценкой и прогнозом, главным образом, прочностных и фильтрационных свойств пород гидроотвалов и их основания, с привлечением полевых и лабораторных методов. Получены данные о сопротивлении этих пород сдвигу при различных уплотняющих нагрузках, а также зависимости коэффициентов сжимаемости, пористости и фильтрации от эффективных напряжений. Эти результаты получены с помощью фильтрационно-компрессионного прибора, позволяющего испытывать образцы пород с большой фильтрующей поверхностью под различными уплотняющими нагрузками.

Полученные данные послужили основой для прогноза степени консолидации пород гидроотвала и его основания в процессе намыва и на момент завершения строительства сооружений, для расчета коэффициента запаса устойчивости гидроотвалов при существующих параметрах с учетом последующего их нагружения вскрышными породами и разработки рекомендаций по способам и интенсивности нагружения намывных сооружений. Расчеты консолидации намывной толщи сопоставлялись с измерениями избыточного порового давления непосредственно в гидроотвале. Наряду с аналитическими расчетами, для прогноза фильтрационной консолидации (с учетом ее нелинейности) применялось аналоговое (электрическое) моделирование. Данные исследований позволили сделать следующие основные выводы:

I. Намыв от обвалования обеспечивает благоприятные условия устойчивости намывных сооружений, так как в районе выпусков откладываются наиболее крупные частицы, что обуславливает образование упорных призм с высокими характеристиками сопротивления сдвигу. При всестороннем обваловании со стороны пруда-отстойника требуется возведение массивной дамбы из прочных пород.

2. При интенсивности намыва менее 5 м/год скорость рассеивания избыточного порового давления в упорных призмах гидроотвала (коэффициент фильтрации пород этой зоны составляет около 10^{-3}–10^{-4} м/сутки) практически совпадает со скоростью роста сооружения по высоте. В отложениях пруда-отстойника, где проницаемость пород существенно ниже, величина избыточного порового давления может достигать 0,7–0,8 от веса пород с учетом гидростатического взвешивания.

3. Аналитические методы определения степени консолидации водонасыщенных горных пород и величины избыточного порового давления используют средние значения для всего диапазона действующих в сооружении напряжений, коэффициентов фильтрации, пористости, сжимаемости. Это упрощение значительно влияет на результаты расчетов и особенно заметно в первый период после приложения нагрузки. Более точно избыточное поровое давле-

ние можно определять с помощью электромоделирования. Фактические величины избыточного порового давления в гидроотвале и его основании должны определяться датчиками избыточного порового давления, что позволяет контролировать устойчивость сооружения на любой момент времени и намечать при необходимости противооползневые мероприятия (пригрузка внешнего откоса, уменьшение угла откоса гидроотвала в верхней части, снижение интенсивности намыва или отсыпки „сухих" пород и др.). Результаты этих наблюдений могут быть использованы также для уточнения данных о физико-механических свойствах пород.

4. Размещение пород на территории гидроотвала неизбежно сопровождается оползневыми деформациями. Существующие рекомендации по заполнению территорий гидроотвалов слоями мощностью от I м технически трудно осуществимы и нерациональны по ряду очевидных причин, в частности, вследствие недостаточной несущей способности слоя, о чем свидетельствует опыт отвалообразования некоторых разрезов. Технологические схемы отсыпки отвалов должны учитывать необходимость ведения работ при постоянно деформирующихся откосах.

5. Предложенные ВНИМИ технологические схемы отвалообразования на участках, где породы основания имеют низкую несущую способность, основываются на следующих предпосылках: а) характер деформирования откоса при развитии оползня позволяет при наличии инструментального контроля своевременно выявить активную стадию деформирования и перенести работы на участок, не подверженный в данный момент оползанию; б) современное техническое оснащение открытых горных работ включает механизмы, способные вести отвалообразование, располагаясь вне призмы возможного оползания (шагающие экскаваторы, отвалообразователи), а также оборудование, отличающееся высокой мобильностью и способное производить отсыпку отвала непосредственно в зоне деформирования (автосамосвалы, бульдозеры).

6. Одним из основных моментов при нагружении гидроотвалов является организация действенного инструментального контроля за устойчивостью как всего сооружения, так и отсыпаемых ярусов, от чего зависит безопасность и эффективность работ. Инструментальный контроль сводится, главным образом, к заложению наблюдательных станций на отвале и регулярным наблюдениям, частота которых зависит от скорости деформирования откоса; кроме того, необходим постоянный контроль за степенью консолидации намытых масс, производящийся в полевых условиях с помощью датчиков порового давления. По результатам наблюдений могут осуществляться мероприятия, рекомендованные ВНИМИ. Рекультивация территории гидроотвала после ее заполнения породами „сухих" отвалов не представляет технических трудностей.

Предложенный способ использования площадей, занятых гидроотвалами, позволяет сокращать время их возвращения в сферу сельскохозяйственного производства, уменьшать непроизводительные потери плодородных земель, а в некоторых случаях и расстояние транспортировки пустых пород в отвалы, так как территории гидроотвалов располагаются в непосредственной близости от разрезов.