

УДК 622:531+622.89

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД НА УСТОЙЧИВОСТЬ ОТВАЛА

Б.Б. Имансакипова, Г.Ж. Турсбекова, Н.С. Турсбеков, Ә.Н. Турабаев

Показано влияние подземных вод на устойчивость отвала при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом.

Ключевые слова: вскрыша; породы отвала; нагрузка; напор; подземные воды; инженерно-гидрогеологические изыскания.

EVALUATION OF THE INFLUENCE OF UNDERGROUND WATER ON RESISTANCE BLADE

B.B. Imansakipova, G.Zh. Tursbekova, N.S. Tursbekov, Ә.N. Turabaev

The article shows the influence of underground water on resistance dump when developing mineral deposits by open way.

Keywords: overburden; rock dump; load; pressure; groundwater; engineering and hydrogeological survey.

Известно, что на устойчивость отвала оказывают влияние: рельеф поверхности, на которую отсыпаются вскрышные породы; атмосферные осадки и высота снежного покрова; сезонные колебания температуры; физико-механические свойства пород основания отвалов; состав и свойства, в том числе влажность, складываемых в отвал пород; геометрические параметры отвала.

После отсыпки вскрыши, породы отвала интенсивно уплотняются в первый период под действием собственного веса за счет заполнения воздушных пустот. Эти пустоты заполняются как более мелкой породой, так и выклинивающейся водой и в нижней части отвала развивается поровое давление. В результате более интенсивного оттока воды из приоткосной зоны верхняя бровка отвала имеет большую осадку. Наличие в основании водонасыщенных слабоструктурных связных пород также провоцирует возникновение в них порового давления, которое возникает практически сразу после приложения нагрузки от отвального массива P . При этом внешняя нагрузка частично воспринимается поровой водой, а частично – минеральным скелетом:

$$P = P_s + P_p, \quad (1)$$

где P_s – давление в скелете грунта или эффективное давление, действующее на минеральные частицы, уплотняя и упрочняя породу); P_p – поровое или нейтральное давление, которое создает напор в воде, вызывающий ее фильтрацию.

В нестабилизированном состоянии порода плохо сопротивляется сдвигу, но по мере уплотнения и оттока поровой воды к зонам с пониженным давлением или дренажем сопротивление сдвигу возрастает. Сопротивление сдвигу τ по любой площадке может быть принято равным (рисунок 1):

$$\tau = (\sigma_n - P_p) \operatorname{tg} \varphi + C, \quad (2)$$

где σ_n – полное нормальное напряжение; P_p – поровое давление; φ и C – угол внутреннего трения и сцепление. Деформации отвалов будут свидетельствовать о том, что поровое давление является одной из основных причин возникновения оползней различных типов [1].

В процессе отсыпки рыхлых пород на основании с близким расположением подземных вод, происходит переувлажнение тела отвала за счет капиллярного поднятия воды, что также приводит к снижению прочности отвальных масс и образованию просадок и оползней.

По различным данным до 15 % оползней на отвалах вызвано возникновением порового давления в основании техногенного массива.

На рисунке 1 показана схема водонасыщения пород отвала подземными водами за счет капиллярного поднятия. Данная схема условная и требует уточнения после проведения соответствующих работ по инженерно-гидрогеологическим изысканиям.

Для исключения капиллярного поднятия в теле отвала необходимо изолировать контакт

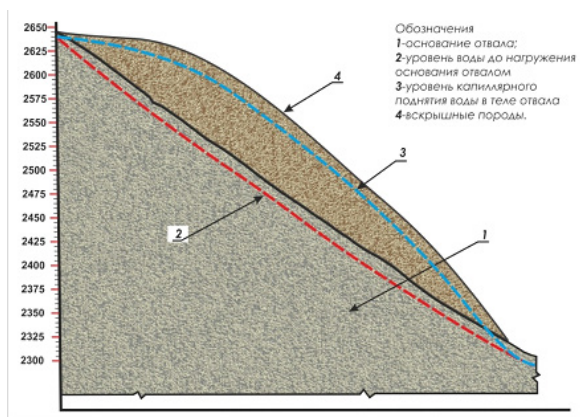


Рисунок 1 – Условная схема возможного уровня подземных вод

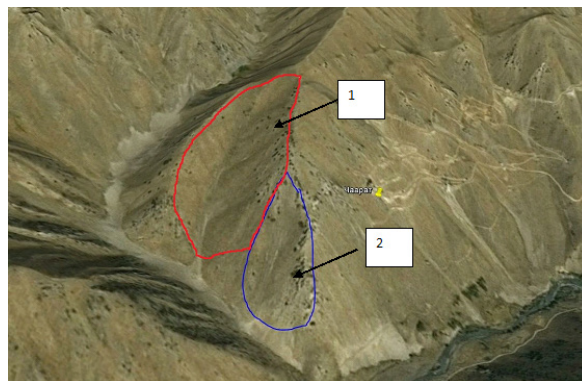


Рисунок 2 – Местоположение складирования вскрышных пород: 1 – основной отвал; 2 – дополнительный

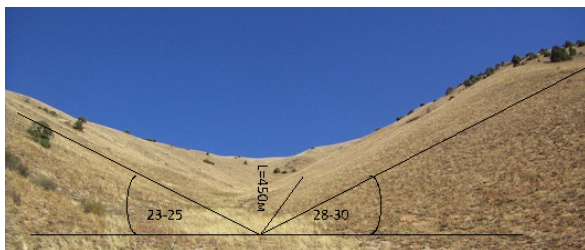


Рисунок 3 – Общий вид основания основного отвала для размещения вскрышных пород

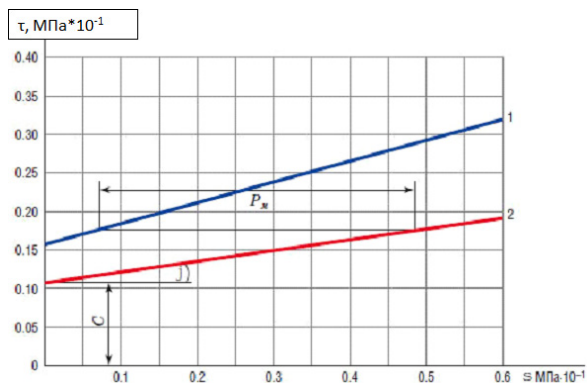


Рисунок 4 – График сопротивление сдвигу пород отвала при различной степени уплотнения: 1 – степень уплотнения 0,4; 2 – без уплотнения

обводненного основания с укладываемыми в отвал породами.

Основные требования по безопасному размещению отвалов на горных склонах

Отвалообразование при открытой разработке нагорных месторождений является одной из сложных проблем при складировании отвалов вскрышных пород на горных склонах.

Основными требованиями, предъявляемыми к отвалам, являются: достаточная вместимость при незначительных размерах занимаемых земельных площадей, минимальное расстояние от мест погрузки породы (вскрышных забоев), расположение на площадях, где отсутствуют полезные ископаемые в промышленных масштабах, отсутствие ограничений развития горных работ. Обязательным условием отвалообразования является обеспечение производственной и экологической безопасности [2].

Отвалообразование сопровождается деформациями отвалов, которые зависят от свойств пород вскрыши, в частности, кусковатости. В целях обеспечения безопасности работ на отвале, отвальные работы условно можно разделить на отвалообразование с обеспечением устойчивости отвальных ярусов на всех этапах формирования массива и отвалообразование в условиях управляемого деформирования.

В последнем случае оборудование должно располагаться вне призмы возможного обрушения или обладать достаточной мобильностью для вывода его за пределы призмы до начала деформаций, допускаемая скорость протекания которых не превышает 250 мм/сут. В общем случае на отвальных массивах различают два основных вида деформации: затухающее во времени оседание (за счет уплотнения пород) и возрастающее сдвижение, часто переходящее в обрушение.

Деформации в отвале зависят от инженерно-геологических особенностей пород отвалов и их оснований, таких как:

- степень дробления пород;
- естественное разделение пород на фракции и самовыполаживание отвальных откосов;
- изменение прочностных характеристик пород в отвале во времени (сопротивление сдвигу увеличивается в связи с уплотнением или снижается при увлажнении пород насыпи и основания);
- возникновение в водонасыщенных породах отвалов и их оснований порового давления, являющегося существенным фактором развития оползней различных типов.

Важным фактором, определяющим параметры отвалов, является рельеф основания и тип породы, залегающей в подошве отвального массива. Устойчивость отвалов, размещаемых на прочном основании, определяется прежде всего сопротивлением сдвигу слагающих их пород (рисунок 2).

Рельефом местности определяется также характер поверхностного стока. В случае скопления атмосферных вод у нижней бровки отвалов, подтапливания дождевыми и паводковыми водами или размещения отвалов во впадинах, не имеющих стока, происходит увлажнение пород отвалов и их оснований, снижение сопротивления пород сдвигу, уменьшение высоты и угла откоса устойчивых отвальных откосов [3].

На устойчивость отвалов наибольшее влияние оказывают атмосферные осадки и колебания температуры воздуха.

Гидрогеологические условия непосредственно склона определяют развитие деформаций отвалов и его основания за счет гидродинамического или гидростатического давления подземных вод. Эти воды могут вызвать гидростатическое взвешивание пород или создание в них ослабленных поверхностей. Давление подземных вод на породы основания отвалов уменьшает эффективные напряжения в них или может вызвать гидравлический разрыв слоя пород покровных образований с прорывами напорных вод или пльвунов (рисунок 3).

Из технологических факторов, влияющих на устойчивость отвалов, важнейшими являются высота и конфигурация отвальных откосов, длина и скорость продвижения отвального фронта, темп отсыпки отвала. Схемами отсыпки (фронтальной или блоковой) предопределяется характер процессов уплотнения породных масс отвалов и их прочностные свойства (рисунок 4).

Литература

1. *Кожогулов К.Ч.* Основы геомеханики при открытой разработке месторождений полезных ископаемых: учеб. пособие / К.Ч. Кожогулов, С.В. Турсбеков, О.В. Никольская и др. Алматы: КазНТУ им. К.И. Сатпаева, 2016. 146 с.
2. *Кожогулов К.Ч.* Геомеханика: учебник для вузов / К.Ч. Кожогулов, О.В. Никольская. Бишкек, 2014. 224 с.
3. *Турсбеков С.В.* Геомеханическое обеспечение устойчивости карьерных откосов / С.В. Турсбеков. Алматы: КазНТУ им. К.И. Сатпаева, 2011. 213 с.