

получение электронного изображения объекта, т.к. исключают из этого процесса процедуры ручного фотографирования и его сканирования при вводе в компьютер алгоритмы и программы. Алгоритмы и программы дальнейшей автомати-

зированной обработки электронного изображения, разработанные авторами работы [2], могут быть применены в данной системе для прогнозирования устойчивости борта карьера по локальным смещениям его откоса. Для этих же целей можно

использовать пакеты прикладных программ, применяемые для цифровой обработки изображений при создании географических информационных систем [6].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Галустян Э.Л. Исследования в области устойчивости бортов карьеров // Горный журнал. – 1997. – №1. – С. 25-27.
2. Демин А.М. Проблемы контроля устойчивости приоткосных массивов и пути ее решения//Горный журнал. – 1997. – №1. – С. 21-24.
3. Львов А.Д. Автоматизированное определение степени трещиноватости откоса уступа карьера/А.Д. Львов, Д.М. Потресов, Л.А. Бахвалов // Горный информационно-аналитический бюллетень. – М.: Изд-во МГГУ. – 2002. – №12. – С. 20-24.
4. Демьянов В.В. Методологические основы создания автоматизированной системы комплексного геоконтроля устойчивости бортов карьеров / В.В. Демьянов, С.М. Простов, Р.Ю. Сорокин // Горный информационно-аналитический бюллетень. – М.: Изд-во МГГУ. – 2003. – №7. – С. 109-110.
5. Демьянов В.В. Система автоматизированного геоконтроля и прогноза физических процессов в техногенных массивах карьеров / В.В. Демьянов, С.М. Простов, С.В. Сидельцев, Р.Ю. Сорокин // Горный информационно-аналитический бюллетень. – М.: Изд-во МГГУ. – 2004. – №10. – С. 156-158.
6. Лурье И.К., Косиков А.Г. Теория и практика цифровой обработки изображений. – М.: Научный мир, 2003. – 168 с.

□ Авторы статьи:

Демьянов
Владимир Васильевич
– канд. физ.-мат. наук, доц.
каф.электропривода и автоматизации

Простов
Сергей Михайлович
– докт. техн. наук, проф. каф. теоретической и геотехнической механики

Сидельцев
Сергей Владимирович
– ст. преп. каф. электропривода и
автоматизации

УДК 622.271.333:626:550.372

С.П.Бахаева, С.И.Протасов, Е.В.Костюков, А.И.Федосеев, С.В.Практика

ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОГЕОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ТЕХНОГЕННЫХ МАССИВОВ

Гидроотвалы после заполнения их до проектной отметки представляют собой техногенный намывной массив, сложенный пылевато-глинистыми грунтами. Отличительной особенностью этих грунтов является низкая степень их литификации, которая характеризуется преобладанием водно-коллоидных структурных связей. Отсутствие свободного оттока воды из пор глинистых грунтов вследствие их низкой проницаемости, предопределяет возникновение избыточного порового давления, которое при достижении критических величин приводит к снижению прочностных характеристик грунтов и возникновению деформаций массива в виде сплыва, выпора,

оползня и т.д. Поэтому для предотвращения аварийных ситуаций эксплуатацию, консервацию, рекультивацию либо ликвидацию таких сооружений следует сопровождать гидрогеомеханическим контролем состояния техногенного намывного массива. В течение двух десятилетий на гидроотвалах Кузбасса проводится гидрогеомеханический контроль намывного массива с использованием датчиков-пьезодинамометров. Этот вид контроля в совокупности с маркшейдерско-геодезическим позволил обеспечить безопасные условия эксплуатации гидроотвалов при высоте дамб до 75 м (Бековский гидроотвал), консервацию с последующей отсыпкой сухих

отвалов поверх намывных отложений (Сагарлыкский гидроотвал). В 2000 году в связи с целесообразностью отработки запасов угля, замытых ранее гидроотвалом №3 Филиала "Кедровский угольный разрез" ОАО "УК "Кузбассразрезуголь", начаты работы по ликвидации этого гидроотвала посредством смыва намывных отложений гидромеханизированным способом [3].

Для исследования напряженного состояния намывного массива в период ликвидации гидроотвала оборудована станция гидрогеомеханического контроля (рис. 1), которая включает три наблюдательных пункта, размещенных в грунтах различной консистенции. Кажд-

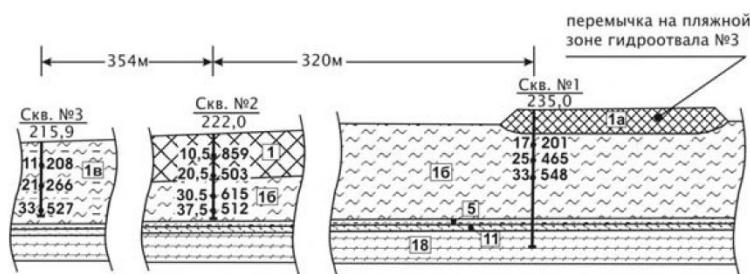


Рис. 1. Продольный разрез по створу станции гидрогеомеханического контроля:

1 – техногенный грунт, представлен суглинком дресвянистым, твердым; 1^a – насыпной грунт, представлен глыбовым и дресвяно-щебенистым грунтом (разделительная перемычка); 1^b – намывной грунт, представлен суглинком мягко и текучепластичной консистенции, насыщен водой; 1^c – намывной грунт, представлен суглинком текучей и текучепластичной консистенции, насыщен водой; 5 – суглины серого цвета, аллювиальный, полутвердой консистенции, насыщенный водой; 18 – аргиллит серый, выветрелый до глины твердой, очень плотный, маловлажный; 18 – скальный грунт, представлен аргиллитом прочным, трещиноватым.

дый из пунктов создавался посредством бурения скважины с последующей установкой в нее нескольких датчиков порового давления типа ПДС конструкции «Спецэнергоавтоматика». Измерительная аппаратура в скважинах помещалась в виде гирлянды датчиков, смонтированных на одном многожильном кабеле со стальным несущим тросом.

Период рассеивания порового давления, вызванного уплотнением грунтов при контурной области скважины в период ее бурения (выход датчиков на рабочий режим), в грунтах мягко и текучепластичной консистенции (скважины №1 и №3) составил две недели, в грунтах твердой консистенции (скважина №2) – более трех недель.

Анализ результатов гидрогеомеханического контроля показал, что интенсивность прращения порового давления связана, прежде всего, с величиной внешней нагрузки, оказываемой на поверхность намывного массива и мощностью намывного слоя.

Например, в скважине №1 (рис. 2) мощность насыпного слоя скальных пород (элемент 1^a) составляет 15 м, слой намывных грунтов (элемент 1^b) 40 м, здесь избыточное поровое

давление появляется на границе насыпных грунтов с намывными

мягкопластичными суглинками и нарастает постепенно к основанию намывных отложений.

Скважина №2 располагается вблизи Пихтовского железнодорожного отвала скальных пород, который отсыпался поверх текучепластичных суглинистых отложений. В результате формирования подподошвенного оползня отвала скальных пород, произошло замещение слоя текучепластичных суглинов скальными породами. В верхней части гидроотвала сформировался 20 метровый слой суглинка дресвянистого, твердого (слой 1), в нижней – примерно такой же мощности слой мягкопластичного суглинка. Избыточное поровое давление появ-

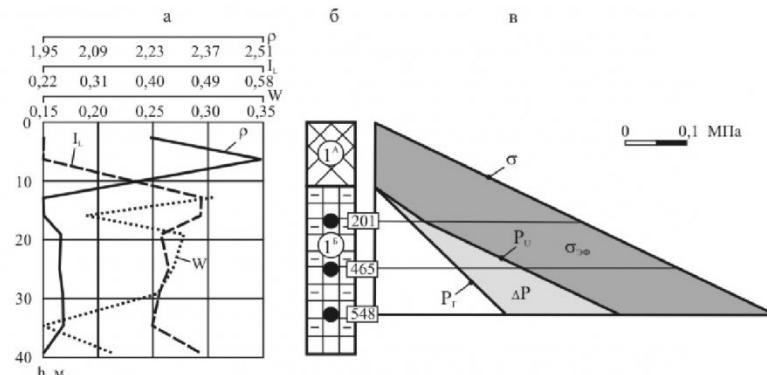


Рис. 2. График изменения физико-механических свойств грунтов (а), инженерно-геологическая колонка (б) и эпюра распределения структурных напряжений в массиве (в) по скважине №1:
 σ – полные напряжения; σ_{eff} – эффективные напряжения; P_u – поровое давление; ΔP – избыточное поровое давление; P_T – гидростатическое давление

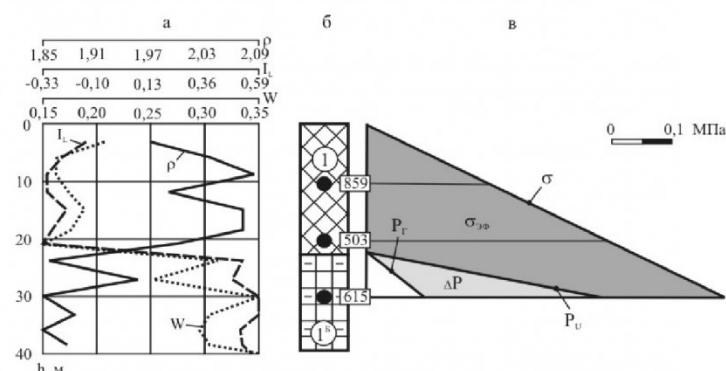


Рис. 3. График изменения физико-механических свойств грунтов (а), инженерно-геологическая колонка (б) и эпюра распределения структурных напряжений в массиве (в) по скважине №2

давление появляется на границе насыпных грунтов с намывны-

ми на границе твердого суглинка с мягким пластичным и

резко нарастает с глубиной (рис. 3).

Такой характер развития порового давления (увеличение абсолютных значений с глубиной) свидетельствует о наличии восходящей фильтрации к поверхности гидроотвала. Однако, принимая в расчет результаты измерений избыточного порового давления по скважине №3, можно предположить также наличие фильтрации воды в сторону естественного основания, представленного мало мощным слоем суглинков.

Следовательно, по значениям избыточного порового давления можно судить о напряженности намывного массива. Так, в районе скважины №1 на глубине 33 м избыточное поровое давление составило 0,19 МПа, а в районе скважины №2 - 0,32 МПа. Такая значительная разница порового давления на одной и той же глубине объясняется различным соотношением мощности намывного и насыпного слоев в районе скважин. При увеличении относительной мощности насыпного слоя с 22 % (скважина №1) до 51% (скважина №2), т.е. на 30 %, поровое давление увеличилось на 40 %.

Скважина №3 расположена на расстоянии 354 метров (рис. 1) от скважины № 2 вниз по тальвергу лога, замытого гид-

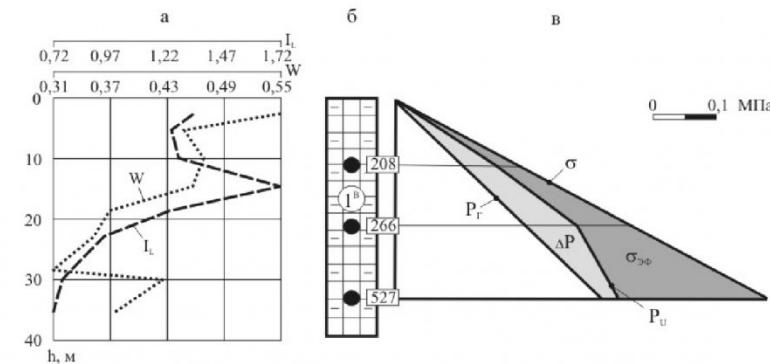


Рис. 4. График изменения физико-механических свойств грунтов (а), инженерно-геологическая колонка (б) и эпюра распределения структурных напряжений в массиве (в) по скважине №3

роотвалом. Эта скважина по всей глубине проходит в суглинках текучей и текучепластичной консистенции, находится на значительном расстоянии от отвальных сооружений, внешняя нагрузка не оказывает влияния на поверхность намывного массива.

Напряженно-деформированное состояние намывных пород в районе скважины №3 определяется условиями намыва и «отдыха» гидроотвала после завершения эксплуатационного периода. В скважине №3 (рис. 4) абсолютные значения и характер изменения избыточного порового давления (сначала увеличивающееся, а затем уменьшающееся по глубине, с максимальным значением в центре слоя) свидетельствуют о развитии процесса фильтрационной консолидации по одно-

мерной схеме при наличии дренажа одновременно к поверхности и основанию гидроотвала.

Анализ результатов гидро-геомеханического мониторинга намывного массива показывает, что поровое давление возникает в грунтах мягко- и текучепластичной консистенции, а его изменение прямо пропорционально величине внешней нагрузки, воздействующей на этот массив. Таким образом, гидро-геомеханический мониторинг позволяет контролировать напряженное состояние намывного массива, выявлять наступление периода разрыва структурных связей между частицами грунта и на основе этой информации предпринимать своевременные меры по обеспечению безопасных условий ведения гидромеханизации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Гальперин А. М. Геомеханика открытых горных работ: Учебник для вузов. – М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2003. – 473 с.
- Указания по методам геомеханического обоснования оптимальных параметров гидроотвалов и отвалов на слабых основаниях. Ч. I. и Ч. II / М-во угольной пром-ти СССР. Всесоюзн. ордена Трудового Красного Знамени науч.-исслед. ин-т горн. геомех. и маркшейд. дела.– Л.: 1989, 1990.
- Федосеев А.И. Опыт отработки намывных четвертичных пород с площади бывшего гидроотвала №3 ОАО «Разрез Кедровский» / А.И. Федосеев, В.Р. Вегнер, С.И. Протасов, С.П. Бахаева // Горный информационно-аналитический бюллетень №3. - 2004г. - С.268-273.

Авторы статьи:

Бахаева Светлана Петровна – канд. техн. наук, доц. каф. маркшей- дерского дела, зам.дир. НФ "КУЗ- БАСС-НИИОГР"	Протасов Сергей Иванович – канд. техн. наук, директор НФ "КУЗ- БАСС-НИИОГР"	Костюков Евгений Владимирович – аспирант каф. тео- ретической и геотех- нической механики	Федосеев Алексей Иванович – технический дир. филиала ОАО «УК «Кузбассразрез- уголь» «Кедровский угольный разрез»	Практика Станислав Валерьевич – инженер- гидрогеолог ВНИМИ (г. Санкт-Петербург)
---	--	--	---	---