



УДК 552.57

Анализ влияния инженерно-геологических факторов на устойчивость бортов карьеров Татауровского бурогольного месторождения

А. Г. Верхотуров, И. Б. Размахнина, А. И. Чернов

Забайкальский государственный университет

Аннотация. Рассматриваются вопросы обеспечения устойчивости карьерных откосов Татауровского бурогольного месторождения, основанные на результатах инструментальных наблюдений за состоянием бортов карьеров и откосов и инженерно-геологических и гидрогеологических исследованиях. Проанализированы геологические, гидрогеологические, мерзлотные и техногенные условия месторождения. Главной особенностью Татауровского месторождения являются его сложные гидрогеологические условия, высокая гидродинамическая связь с подрусловыми водами р. Ингоды, а также присутствие в поле разреза островной многолетней мерзлоты мощностью от 1 до 80 м. На месторождении выделяют два геолого-генетических комплекса, различных по условиям формирования, составу и инженерно-геологическим свойствам: комплекс четвертичных аллювиальных отложений и комплекс нижнемеловых отложений. Установлено, что причинами активного развития деформаций в бортах карьеров и отвалах является уменьшение углов внутреннего трения и величины сцепления, обусловленное увлажнением пород. Даны рекомендации по достижению устойчивости параметров горных выработок угольного разреза, которые заключаются в соблюдении технологических параметров, размеров предохранительных берм, высоты уступов и ярусов отвалов, а также углов откоса бортов карьеров; в выполнении комплекса дренажных мероприятий с целью исключения влияния обводненности месторождения на устойчивость карьеров и внутренних отвалов; в постоянном наблюдении за состоянием откосов, бортов и ярусов.

Ключевые слова: инженерно-геологические условия, угольные месторождения, обводненность горных пород, многолетнемерзлые породы, трещиноватость.

Введение

Развитие угледобывающей отрасли характеризуется ростом добычи и потребления сырья, увеличением глубины разработки месторождений, возрастанием доли открытого способа добычи, освоением месторождений со сложными инженерно-геологическими условиями. Развитие горных разработок открытым способом сопровождается ростом числа карьеров и увеличением их предельной глубины. Характерной чертой современного этапа развития открытой добычи полезных ископаемых является вовлечение в эксплуатацию месторождений со сложными геолого-горнотехническими условиями. В этих условиях вопрос об определении оптимальных углов откосов

и обеспечении их устойчивости на открытых разработках приобретает первостепенное значение [4; 9]. Под устойчивостью бортов карьеров понимается способность борта сохранять свою конструкцию без сдвига по поверхностям ослабления в массиве с образованием нового более пологого угла откоса. Из большого числа факторов, от которых зависит устойчивость бортов карьеров, определяющими являются геологические, гидрогеологические, технологические, а также климатические условия.

Открытая разработка угольных месторождений Забайкалья отличается рядом особенностей, связанных в первую очередь со сложными гидрогеологическими условиями, наличием сезонной и многолетней мерзлоты, а также активной гидродинамической связью горных выработок с поверхностными водами; высокой трещиноватостью горных пород и отсутствием региональных водоупоров [1; 2]. В результате этого при ведении горных работ открытым способом по поверхности возникает ряд проблем, связанных со снижением устойчивости и несущей способности бортов карьеров, откосов уступов и отвалов.

Объект и методы исследования

Исследование влияния инженерно-геологических факторов на устойчивость бортов карьеров выполнялось на Татауровском бурогольном месторождении, одном из крупных месторождений Забайкалья, расположенном в северо-восточной части Улётовского района Забайкальского края, в 60 км от г. Читы (рис. 1).

Добычу угля на Татауровском месторождении ведет разрез «Восточный» ООО «Читауголь» с 1982 г. Общая площадь горного отвода составляет порядка 2,7 тыс. га, площадь нарушенных земель более 1 тыс. га. В среднем в год на месторождении добывается около 1,3 млн т угля. Отработка месторождения ведется открытым способом по поверхности. Максимальная глубина отработки разреза – 159 м. В принятых границах поля разреза до границ барьерного целика под р. Ингодой залегает четыре угольных пласта (сверху вниз): пласт I, пласт II, пласт III^a, пласт III (рис. 2). Исходя из инженерно-геологических и гидрогеологических особенностей месторождения, контуров его отработки и наличия искусственных сооружений, в границах поля разреза выделено четыре эксплуатационных участка: участок пласта I, Северный, Центральный и Южный. В настоящее время ведется одновременная отработка участка пласта I и Северного участка.

На разрезе «Восточный» применяется комбинированная система разработки с использованием на бестранспортной вскрыше экскаваторов-драглайнов, а на транспортной вскрыше экскаваторов механических. При разработке участков месторождения, где развиты многолетнемерзлые породы, применяются буровзрывные работы. Вскрышные породы автосамосвалами вывозятся в выработанное пространство. Наблюдения за состоянием устойчивости уступов и бортов на разрезе ведутся с момента начала эксплуатации месторождения.



Рис. 1. Схема географического положения месторождения

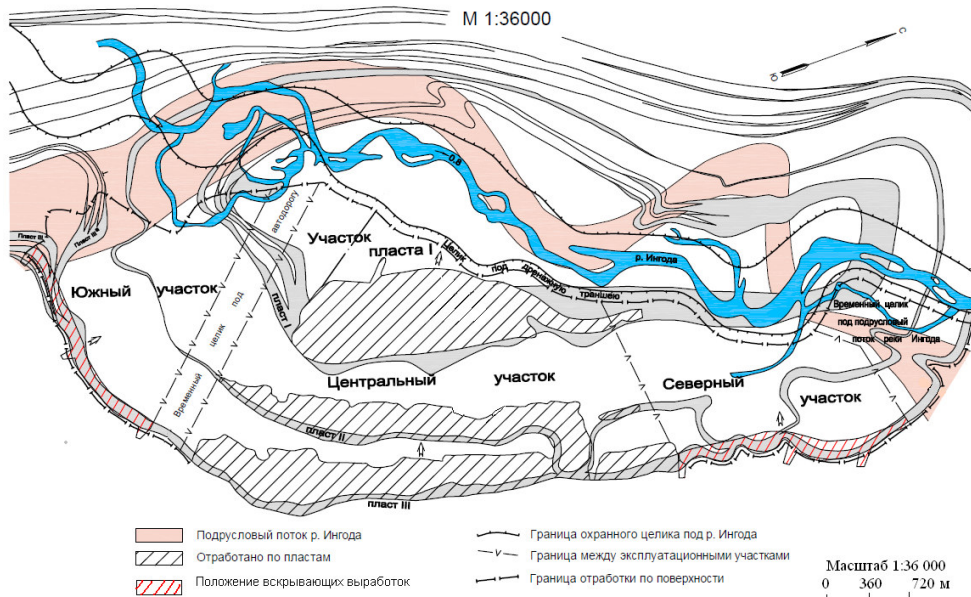


Рис. 2. Схема отработки Татауровского бурогоугольного месторождения

При изучении исследуемого объекта применялись следующие методы: изучение геологической информации, полученной при разведке и разработке месторождений; наблюдения за оползневыми явлениями с применением инженерно-геологических и маркшейдерских методов. Кроме этого, для выявления причин деформирования бортов угольных разрезов производился анализ истории формирования и трансформации геологической среды месторождения в неоген-четвертичное время.

Инженерно-геологическая характеристика месторождения

В структурном отношении месторождение представляет собой замкнутую мульду. Ширина мульды в центральной части составляет 5,4 км, длина – 14 км. Площадь месторождения в контуре нижнего пласта III составляет 50,2 км². Углы падения слоев пород и углей восточного крыла мульды – 3–4°, редко достигая 5–6°. К центру мульды пласты выполаживаются до 1–2°. Западное крыло месторождения почти повсеместно имеет углы падения слоев, равные 7–8°. В юго-восточной части месторождения мульда осложнена антиклинальным перегибом [8].

Вскрышные породы Татауровского бурогоугольного месторождения представлены песчано-гравийно-галечниковыми отложениями, песчаниками, алевролитами и аргиллитами, количественное соотношение которых в геологическом строении месторождения представлено в табл. 1.

Таблица 1

Литологический состав горных пород Татауровского месторождения

Тип грунта	Содержание, %
Песчано-гравийно-галечниковые отложения	16,1
Алевролиты	11,7
Аргиллиты	6,0
Песчаники	45,5
Угли	20,7

Гравийно-галечниковые отложения отличаются неоднородностью состава и представлены разрушенными породами: гнейсами, кристаллическими сланцами, гранитами. В гранулометрическом составе преобладают крупные фракции диаметром более 10 мм (77 %). Объемный вес отложений – 2,07–2,15 т/м³, средний – 2,10 т/м³, пористость – 36 %, влажность насыщенных водой – 20 %, средний угол естественного откоса сухих отложений – 31°, у насыщенных водой – 29°.

Пески в составе гравийно-галечниковой толщи распространены в восточной части участка. Объемный вес – 1,73–1,93 т/м³.

Песчаники слабые развиты повсеместно и залегают между пластами II и III на глубине от 4 до 92 м. Максимальная мощность их 60 м, средняя – 35 м. Преобладающими в составе являются крупные и средние песчаные частицы. Наиболее широко развиты крупнозернистые песчаники. Цемент чаще всего хлоритовый, реже – глинисто-хлоритовый, участками – гидроокисло-железистый. Объемный вес – 1,95 т/м³. Влажность высокая – до

27,8 %, средняя – 20,2 %. Средний угол внутреннего трения – 33,4°, сцепление – 2,23 т/м².

Песчаники среднепрочные встречаются реже, наибольшее развитие имеют в центральной части участка и залегают на глубине 15–85 м в виде линз и слоев. Средняя мощность в центре поля – 15 м, к северу и югу мощность уменьшается до 7,0 м. Объемный вес – 1,96 т/м³.

Песчаники прочные имеют ограниченное распространение в виде линз и слоев мощностью до 5–7 м. Средний объемный вес – 2,03 т/м³. Угол внутреннего трения – 32,2°.

Песчаники и алевролиты тонкопереслаивающиеся имеют широкое развитие. Залегают в виде крупных линз и невыдержанных пластов мощностью от 2 до 20 м. Средние: объемный вес – 1,97 т/м³, угол внутреннего трения – 32°, сцепление – 7,3 т/м².

Алевролиты среднепрочные составляют примерно 3–4 % от всех пород, залегают в виде линз мощностью 3–20 м. Объемный вес – 1,97 т/м³, угол внутреннего трения – 29,4°, сцепление – 6,7 т/м².

Алевролиты прочные имеют ограниченное распространение, залегают чаще между пластами I, II. Средняя мощность – 8–10 м. Средний объемный вес – 2,05 т/м³, угол внутреннего трения – 30°, сцепление – 14,15 т/м².

Аргиллиты слабые углистые имеют ограниченное распространение и залегают в виде мелких линз мощностью до 2,0 м вблизи угольных пластов. Угол внутреннего трения – от 19,3 до 22°, сцепление – от 1,0 до 7,5 т/м².

Аргиллиты среднепрочные составляют 3–5 % от общего объема вскрышных пород и залегают в виде линз мощностью 2–7 м вблизи угольных пластов. Сцепление – 2,5–10,0 т/м³, угол внутреннего трения – 25,7°.

Аргиллиты прочные имеют ограниченное распространение, залегают линзами мощностью 3–7 м на глубинах 30–35 м. Средний объемный вес – 2,07 т/м³, угол внутреннего трения – 26,6°, сцепление – 14,0 т/м².

Уголь бурый. Средний объемный вес – 1,22 т/м³. Средняя влажность – 47 %, угол внутреннего трения – 35,7°, сцепление – 15,0 т/м².

Породы деформирующейся части борта представлены коренными породами, перекрытыми современными четвертичными отложениями. Коренные породы сложены в основном песчаниками и алевролитами нижнемелового возраста слабой и средней прочности. По геологическим данным, до 18 % коренных пород, или 15 % от всего объема вскрыши, сложены прочными и очень прочным образованиями. Количественное соотношение нижнемеловых отложений, слагающих разрез и вскрышные уступы песчаников, алевролитов, аргиллитов и углей, соответственно составляет 4:1:0,2:1.

Песчаники грубо- и среднезернистые пользуются повсеместным распространением на площади месторождения. Преобладают песчаники, цемент которых представлен мелкозернистым глинисто-хлоритовым или карбонатно-хлоритовым агрегатом.

Алевролиты по сравнению с песчаниками встречаются в резко подчинённом количестве. По составу среди них выделяются песчаные, глинистые и углистые разности светло-серого, серого и тёмно-серого цвета. Цемент

алевролитов по составу глинисто-слюдистый, слюдистый и углистый, по типу – базально-контактовый. Мощность алевролитов непостоянная, в породах вскрыши угольного пласта они встречаются в виде тонкопереслаивающихся прослоев мощностью до 5 м в толще песчаника.

Аргиллиты серого, тёмно-серого и чёрного цвета в пределах месторождения являются малораспространёнными породами. Слабые аргиллиты относятся к неустойчивым породам, имеют ограниченное распространение и залегают в виде отдельных линз мощностью до 2,0 м. Углистые аргиллиты с прослойками и линзами высокозольного угля иногда замещают угольные пласты.

Комплекс четвертичных отложений в основном представлен гравийно-галечниковым материалом и очень редко линзами суглинков, супесей и песков. По литогенетическим признакам их можно объединить в три типа: озёрный, аллювиальный и пролювиально-аллювиальный. Мощность рыхлых отложений колеблется от 4,6 до 13,4 и в среднем составляет 8,7 м. На месте древнего вреза русла р. Ингоды в нижнемеловые отложения мощность четвертичных отложений достигает 42,7 м [2].

Гравийно-галечниковые отложения пользуются повсеместным распространением на месторождении и залегают на размытой поверхности угленосных отложений, отличаются неоднородным составом и представлены разрушенными породами горных обрамлений. Заполнителем обычно является крупнозернистый песок кварцево-полевошпатового состава, количество которого составляет 30–50 % породы. Гравийно-галечниковые отложения, как правило, лежат непосредственно под почвенно-растительным слоем, а на пониженных заболоченных участках перекрываются торфяниками. Мощность гравийно-галечниковых отложений довольно выдержана, характеризуется мощностью четвертичных отложений.

Суглинки и супеси встречаются в виде линз непосредственно под почвенно-растительным слоем и имеют светло-серую с желтоватым оттенком окраску. Мощность линз колеблется от 0,2 до 0,5 и очень редко достигает 1,3 м. В количественном отношении суглинки и супеси составляют всего лишь 2,15 % от общего объёма четвертичных отложений.

Характерной чертой месторождения является наличие многолетней мерзлоты, которая имеет островной характер распространения (рис. 3). Мощность многолетнемерзлых пород изменяется от 1 до 80 м, промерзшими являются 16 % вскрышных пород и 13 % угля в контуре разреза [1–3; 7]. На участке пласта I многолетняя мерзлота по вскрыше и углю отсутствует. На Северном участке многолетней мерзлотой охвачено 9 % вскрышных пород и 10 % запасов угля.

Гидрогеологические условия Татауровского бурогоугольного месторождения очень сложные – ввиду наличия водообильных горизонтов во вмещающих продуктивных отложениях и повсеместно перекрывающих их четвертичных аллювиальных отложениях р. Ингоды.

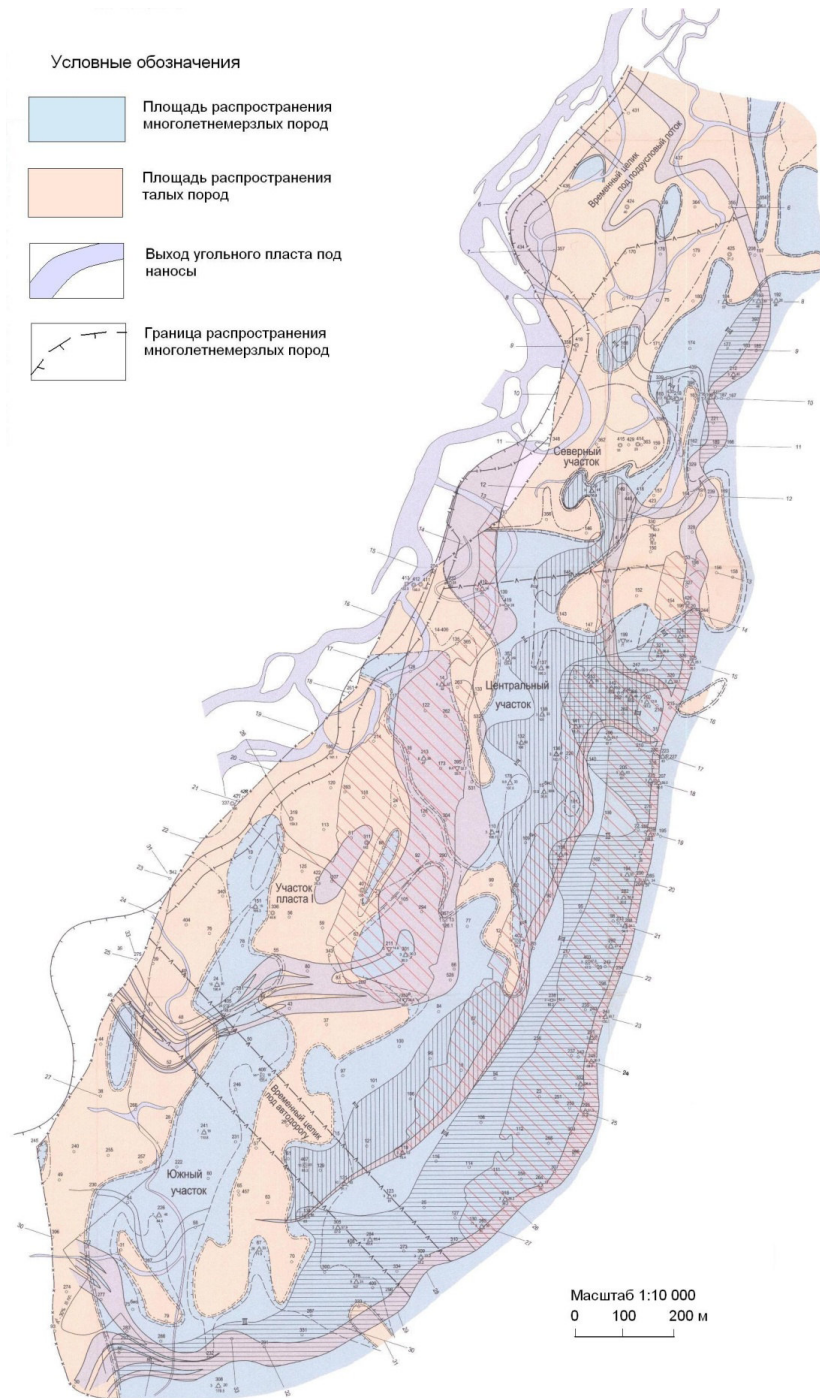


Рис. 3. Схема распространения многолетнемерзлых пород на Татауровском буроугольном месторождении (по Г. П. Герасименко, В. Ф. Королеву, А. Г. Портнову, с изменениями) [6]

Результаты исследований

Состояние устойчивости уступов и бортов в процессе проведения исследований контролировалось визуально с периодичностью не реже одного раза в месяц и с применением инструментальных методов [6]. При обнаружении в результате визуального осмотра процесса деформаций оползневого типа или при выявлении обрушений производились их паспортизация, и устанавливались реперы для инструментальных наблюдений. Режимные наблюдения выполнялись при помощи линейных промеров стальной рулеткой расстояний между парными реперами. Наблюдения за оседанием прибортового массива осуществлялись путем нивелирования рабочих реперов и определения величины вертикального смещения. Инструментальные наблюдения проводились по упрощенной методике [4; 5].

Горные работы на месторождении проводятся согласно техническому проекту. При этом угол откоса рабочего борта при погашении рабочих площадок составляет 33° , угол откоса уступа составляет по породам вскрыши 70° , по углю – 80° .

При определении устойчивости параметров горных выработок угольного разреза на Татауровском месторождении установлены следующие параметры:

- при использовании канатных экскаваторов-мехлопат высота уступа не должна превышать максимальную высоту черпания экскаватора;
- максимальная высота уступа для мехлопат принята – 12 м, фактически высота уступа составляет 10 м;
- высота уступа при работе драглайнов не должна превышать глубину и высоту черпания экскаваторов. Для ЭШ-10/70 проектом принимается отрабатывать среднюю высоту уступа с нижним черпанием 20 м, с верхним черпанием – до 10 м;
- углы откосов вскрышных уступов приняты: для рабочего борта (по наносам – 50° , по коренной вскрыше – 70°), для нерабочего борта (по наносам – 35° , по коренной вскрыше – 60°);
- углы откосов добычных уступов приняты: для рабочего борта – 80° ; для нерабочего борта (угол длительной устойчивости) – 70° ;
- вскрышные работы осуществляются по автотранспортной и бестранспортной системе разработки с размещением пород во внутреннем отвале.

Первый уступ высотой 10 м разрабатывается экскаватором РС-1250, ЭКГ-8И, второй уступ (10 м) разрабатывается экскаватором РС-1250 с транспортировкой пород автосамосвалами БелАЗ-7555 на породный отвал № 1; углы откосов уступов составляли до деформации по наносам 50° , по коренным породам – 70° .

Согласно рекомендациям ВНИМИ [5], при формировании борта разреза на предельном контуре необходимо сдвигать уступы с углом заоткоски 50° , при этом общий угол борта разреза при погашении составляет 33° .

Наблюдения показали, что основным фактором снижения устойчивости рабочего борта являются сложные инженерно-геологические условия. В качестве примера можно привести деформацию рабочего борта разреза на

участке Северный в декабре 2014 г. Участок деформации сложен массой песчаников и тонкопереслаивающихся алевролитов серого цвета, средней прочности, остальная горная масса состоит из песчано-гравийных отложений и, в меньшей степени, аргиллита; породы характеризуются повышенной влажностью; на данном участке имеется многолетняя мерзлота, граничащая с тальми породами; в толще отложений на участке развития обрушения имеется три водоносных горизонта.

Основным фактором, влияющим на образование оползней, как на внешних, так и на внутренних отвалах, является увлажнение горных пород. Оползневые деформации развиваются вследствие отсыпки в отвал увлажненных горных пород, либо из-за отсыпки пород на увлажненную в результате выпадения атмосферных осадков поверхность откоса, или отсыпки пород на слабое основание, представленное глинами или аргиллитами (рис. 4). Это свидетельствует о недопустимости дополнительного увлажнения вскрышных пород в отвалах. Для предупреждения этого необходимо дренирование основания отвалов и зарегулирование стока дождевых и подземных вод с рабочих площадок уступов и поверхности отвалов и, естественно, запрещение отсыпки отвалов на переувлажненные породы. При этом следует учитывать, что схемы экскавации при высоте отвала более 21 м должны исключать размещение слабых пород четвертичных отложений в основании отвала.

Для обеспечения устойчивости отвалов были предложены мероприятия по упорядочению карьерного водоотлива и приняты параметры внутренних отвалов (табл. 2).



Рис. 4. Один из увлажненных бортов карьера на Татауровском буровугольном месторождении (на заднем плане отвалы вскрышных пород)

Таблица 2

Параметры внутренних отвалов по условию устойчивости

Параметр	Значение
Высота первого яруса	25 м
Угол откоса первого яруса	35°
Ширина бермы предотвала	35 м
Высота второго яруса	20–25 м
Угол откоса второго яруса	35°
Общая высота отвалов	45–50 м
Общий угол откоса отвала	25°

Бульдозерные отвалы, отсыпаемые на бестранспортные отвалы, ограничены следующими параметрами: предельная высота яруса – 30 м, угол откоса отвала – 35°.

Отвальные породы содержат в небольших объёмах многолетнемерзлую горную массу, что способствует уменьшению устойчивости бульдозерных отвалов при нагрузке приоткосного участка отвала груженым автосамосвалом БелАЗ-7555В (55 т). В связи с этим разгрузку вскрышных пород автосамосвалами необходимо осуществлять не под откос, а на расстоянии, не ближе 5 м от верхней бровки отвала. При этом породы сталкиваются под откос бульдозером.

В процессе разработки месторождения выполняется комплекс работ по сооружению системы водоотводных канав в почве нижнего пласта, исключая обводнение основания внутренних отвалов. Выполнение комплекса дренажных мероприятий при отработке месторождения позволит исключить влияние обводнённости месторождения на устойчивость бортов карьеров и внутренних отвалов.

В ходе исследований установлено, что, если фиксируемые деформации имеют затухающий характер, то происходит закономерное перераспределение напряжений и не требуется никаких специальных противооползневых мероприятий. В том случае, если наблюдения показывают нарастание деформаций, необходимо провести тщательный их анализ и установить факторы, влияющие на их развитие [10–12].

При превышении допустимых скоростей смещения реперов, появлении трещин и заколов необходимо остановить горные работы и провести противооползневые мероприятия. При этом расчет устойчивости отвалов рациональнее осуществлять по средним характеристикам пород.

Выводы

Анализ имеющихся материалов показывает, что основными факторами снижения устойчивости пород и причинами возникновения деформаций следует считать сложные гидрогеологические условия месторождения и распространение многолетней мерзлоты.

Наиболее опасным участком с низкой степенью устойчивости пород является участок Северный, так как отличительная его особен-

ность заключается в наличии большой мощности обводненных песчано-гравийных отложений в восточной части южного крыла, достигающей 33 м.

Проведенные наблюдения на разрезе «Восточный» Татауровского бурогоугольного месторождения показали, что процессы сдвижения усиливаются в период весеннего оттаивания и летом, когда породы, слагающие вскрышные уступы, переувлажняются. В результате этих процессов происходит ослабление прочностных свойств горных пород. Поэтому необходимо постоянное соблюдение технологических параметров, размеров предохранительных берм, высоты уступов и ярусов отвалов, а также углов откоса бортов карьеров. При этом должны осуществляться постоянные наблюдения за состоянием откосов, бортов и ярусов.

Высокая обводненность и наличие участков многолетней мерзлоты обуславливают при разработке Татауровского бурогоугольного месторождения необходимость четкого выполнения требований системы внутрикарьерного водоотлива и обеспечения её постоянной работоспособности. Также следует соблюдать порядок отработки запасов угля в направлении от поперечной дренажной траншеи к флангам участка для обеспечения стока карьерных вод к водоотливным установкам.

Таким образом, причинами активного развития деформаций в бортах карьеров и отвалах является уменьшение углов внутреннего трения и величины сцепления, обусловленное увлажнением пород, вызванным совокупностью геологических, гидрогеологических и горнотехнических факторов.

В процессе дальнейшей эксплуатации разреза необходимо осуществлять наблюдения и контроль состояния бортов карьеров и отвалов, выполнять корректирующие расчеты устойчивости с учетом особенностей физико-механических характеристик пород в конкретных горно-геологических условиях поля разреза.

Список литературы

1. *Беляков А. Е.* Инженерно-физические методы повышения эффективности открытой разработки месторождений в сложных гидрогеологических условиях юга криолитозоны: На примере угольных месторождений юга Забайкалья : автореф. дис. канд. техн. наук / А. Е. Беляков. – Чита. – 2000. – 25 с.
2. *Верхотуров А. Г.* Инженерно-геологические проблемы освоения угольных месторождений Забайкальского края / А. Г. Верхотуров, И. Б. Размахнина // Вест. Забайкал. гос. ун-та. – 2015. – № 8 – С. 4–11.
3. *Верхотуров А. Г.* Геокриологические условия разработки угольных месторождений Забайкалья / А. Г. Верхотуров, Г. П. Сидорова // Материалы IV междунар. науч.-практ. конф. 8–9 апр. 2010 г. – Чита : ЧитГУ. – 2011. – С. 248–252.
4. *Инструкция* по наблюдениям за деформациями бортов, откосов уступов и отвалов на карьерах и разработке мероприятий по обеспечению их устойчивости. – Ленинград : ВНИМИ, 1971. – 188 с.
5. *Методические указания* по расчету устойчивости и несущей способности отвалов. – Ленинград : ВНИМИ, 1987. – 186 с.
6. *Герасименко Г. П.* Отчет о геологоразведочных работах на Татауровском бурогоугольном месторождении / Г. П. Герасименко, В. Ф. Королев, А. Г. Портнов. – Чита, 1966. – 230 с.

7. *Открытая* разработка угольных и рудных месторождений / П. И. Томаков, В. В. Манкевич : учеб. пособ. – М. : МГТУ, 2000. – 611 с.

8. *Угольная база России* / Т. 4: Угольные бассейны и месторождения Восточной Сибири (Тунгусский, Таймырский бассейны, месторождения Забайкалья). – М. : Геоинформмарк, 2001. – 493 с.

9. *Шестернев Д. М.* Горно-геологическая среда месторождений полезных ископаемых Забайкалья в условиях изменения климата / Д. М. Шестернев, А. Г. Верхотуров. – Чита : ЗабГУ, 2014. – 227 с.

10. *Щадов В. М.* Открытая разработка сложноструктурных угольных месторождений Восточной Сибири и Дальнего Востока / В. М. Щадов. – М. : Изд-во Моск. гор. ун-та, 2004. – 298 с.

11. *Jeffrey L.* The impact of geotechnical factors on the secondary extraction of coal in the Witbank and Northern Highveld Coalfields, specifically related to safety// Final Project Report, 2002 [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.mhsc.org.za>.

12. *Sylvie O.* Implication of the permafrost on hydrogeological conditions and on mine environment controls: case of the Amaan Coking Coal Project in north – eastern Russia [Electroniks recours] / O. Sylvie, B. Tim, S. Jurgen // SRK Consulting, 2013. – URL: <http://www.srk.ru.com>.

Analysis of the Impact of Engineering and Geological Factors on the Stability of Tataurovsky Brown Coal Deposit Pit Walls

A. G. Verkhoturov

Transbaikal State University

I. B. Razmakhnina

Transbaikal State University

A. I. Chernov

Transbaikal State University

Abstract. Issues of the sustainability of career slopes Tataurovsky lignite deposit, based on the organization of instrumental control of pit walls and slopes in conjunction with the engineering-geological and hydrogeological studies are considered. The geological, hydrogeological, permafrost and technological conditions of the deposit are analyzed. The main features of Tataurovsky deposit are its complex hydrogeological conditions, high hydrodynamic connection with the underflow water of Ingoda river, and the presence in the insular permafrost cut with capacity from 1 to 80 m. On the deposit, are two of geological and genetic complex, different in conditions of formation, composition and geotechnical properties: complex of Quaternary alluvium and Cretaceous complex deposition. It was found that the reasons for the development of active deformation in the pit sides and dumps is to reduce the angle of internal friction and cohesion value due to moisture rocks. The recommendations for the achievement of stability of mining parameters of coal pit, which consist in: observance of technological parameters, safety berms sizes, heights and ledges dumps tiers, as well as the angles of the slope of pit walls; performing of complex drainage measures to avoid the deposit water influence on the stability of pits and dumps internal; constant monitoring of the state of the slopes, sides and tiers.

Keywords: engineering and geological conditions, coalfields, water content of rocks, permafrost, fracturing, aquitard, stability of pit walls.

References

1. Belyakov A.E. Inzhenerno-fizicheskie metody povysheniya ehffektivnosti ot-krytoj razrabotki mestorozhdenij v slozhnyh gidrogeologicheskikh usloviyah yuga kriolito-zony: Na primere ugol'nyh mestorozhdenij yuga Zabajkal'ya (Engineering and physical methods to improve the effectiveness of the open mining in complex hydrogeological conditions of the south cryolithozone: On the example, south coal deposits of Trans-baikalia). Chita, 2000. 25 p.
2. Verkhoturov A.G., Razmahnina I.B. Engineering and geological problems of the development of Transbaikalia coal deposits [Inzhenerno-geologicheskije problemy osvoeniya ugol'nyh mestorozhdenij Zabajkal'skogo kraja]. *Transbaikal State University Journal*, 2015, no 8, pp. 4-11.
3. Verkhoturov A.G., Sidorova G.P. Permafrost conditions of coal mining of Trans-baikalia [Geokriologicheskie usloviya razrabotki ugol'nyh mestorozhdenij Zabajkal'ya]. *Materialy IV mezhdunar. nauch.-prakt. konf. 8–9 aprelya 2010*. Chita, 2011, pp. 248-252.
4. Instrukcija po nablyudeniyam za deformacijami bortov, otkosov ustupov i ot-valov na kar'erah i razrabotke meropriyatij po obespecheniyu ih ustojchivosti (Instruction for observations over deformations boards, benches and slopes of dumps in the quarries and the development of measures to ensure their sustainability). *Research Institute of Mining Geomechanics and Mine Surveying*, 1971. 188 p.
5. Metodicheskie ukazaniya po raschetu ustojchivosti i nesushchej sposobnosti ot-valov (Guidelines for the calculation of the stability and the bearing capacity of piles). *Research Institute of Mining Geomechanics and Mine Surveying*, 1987. 186 p.
6. Gerasimenko G.P., Korolev V.F., Portnov A.G. *Otchet o geologorazvedochnyh rabotah na Tataurovskom burougol'nom mestorozhdenii* (Report of the exploration work on the Tataurovsky brown coal deposit). Chita, 1966. 230 p.
7. Tomakov P.I., Mankevich V.V. *Otkrytaya razrabotka ugol'nyh i rudnyh mes-torozhdenij* (Open development of coal and ore deposits). *MSMU*, 2000. 611 p.
8. *Ugol'naya baza Rossii. Tom IV: Ugol'nye bassejny i mestorozhdeniya Vostochnoj Sibiri (Tunguskij, Tajmyrskij bassejny, mestorozhdeniya Zabajkal'ya)* (Coal Russian base. Vol IV: The coal basins and deposits in Eastern Siberia (Tunguska, Taimyr coal basins, mine Transbaikal). *CJSC «Geoinformmark»*, 2001. 493 p.
9. Shesternev D. M., Verkhoturov A. G. *Gorno-geologicheskaya sreda mestorozh-denij poleznyh iskopaemyh Zabajkal'ya v usloviyah izmeneniya klimata* (Mining and geo-logical environment of mineral deposits of Transbaikalia in a changing climate). Chita, 2014. 227 p.
10. Shchadov V.M. *Otkrytaya razrabotka slozhnostrukturnyh ugol'nyh mestorozh-denij Vostochnoj Sibiri i Dal'nego Vostoka* (The open development of complex coal de-posits in the Eastern Siberia and the Far East). *Publishing house of the Moscow Mining University*, 2004. 298 p.
11. Jeffrey L. The impact of geotechnical factors on the secondary extraction of coal in the Witbank and Northern Highveld Coalfields, specifically related to safety. Final Project Report, 2002. Available: // <http://www.mhsc.org.za/>.
12. Sylvie O., Tim B., Jurgen S. Implication of the permafrost on hydrogeological conditions and on mine environment controls: case of the Amaan Coking Coal Project in north – eastern Russia. SRK Consulting, 2013. Available // <http://www.srk.ru.com/>.

Верхотуров Алексей Геннадьевич
 кандидат геолого-минералогических
 наук, доцент, заведующий кафедрой
 Забайкальский государственный
 университет
 672039, г. Чита, ул. Александро-
 Заводская, 30
 тел.: (3022) 26-18-26
 e-mail: weral0606@yandex.ru

Verkhoturov Alexey Gennadjevich
 Candidate of Science (Geology and
 Mineralogy), Associate Professor,
 Head of Department Hydrogeology and
 Engineering Geology
 Transbaikal State University
 30, Alexandro-Zavodskaya st., Chita,
 672039
 tel.: (3022) 26-18-26
 e-mail: weral0606@yandex.ru

Размахнина Ирина Борисовна
 аспирант
 Забайкальский государственный
 университет
 672039, г. Чита, ул. Александро-
 Заводская, 30
 тел.: (3022) 26-18-26
 e-mail: razmakhnina.irina@mail.ru

Razmakhnina Irina Borisovna
 Postgraduate
 Transbaikal State University,
 30, Alexandro-Zavodskaya st., Chita,
 672039
 tel.: (3022) 26-18-26
 e-mail: razmakhnina.irina@mail.ru

Чернов Александр Игоревич
 первый заместитель исполнительного
 директора ООО «Читауголь»
 Забайкальский государственный
 университет
 672039, г. Чита, ул. Александро-
 Заводская, 30
 тел.: (3022) 26-18-26
 e-mail: chernovai@suek.ru

Chernov Alexander Igorevich
 First Deputy Executive Manager LLC
 «Chitaugol»
 Transbaikal State University
 30, Alexandro-Zavodskaya st., Chita,
 672039
 Head of Department Hydrogeology and
 Engineering Geology
 tel.: (3022) 26-18-26
 e-mail: chernovai@suek.ru