

гидродинамической структуры (Таблицы 1 и 2) допустимо использовать на стадии формирования концептуальной модели месторождения угольного метана. Актуальные параметры должны быть определены в процессе калибровки модели на основании данных фактических наблюдений за режимом подземных вод на моделируемом объекте.

Результаты данной работы будут использованы при разработке гидрогеологических моделей для обоснования прогноза изменения гидрогеологических условий в процессе добычи угольного метана на осваиваемых площадях Кузнецкого бассейна.

Литература

1. Гавич И.К. Теория и практика применения моделирования в гидрогеологии. – Москва, Недра, 1980. – 357 с.
2. Гридасов А.Г. Гидрогеологические условия Подобасско-Тутуяской депрессии в связи с перспективой добычи метана из угольных пластов (Южный Кузбасс) // Проблемы геологии и освоения недр: Труды XIX Международного симпозиума студ., аспирантов и молодых ученых. – Томск, 2015. – С.372-374.
3. Калинин А.В., Новиков В.И. и др. Результаты и перспективы реализации инновационного проекта по добыче метана из угольных пластов в Кузбассе // Газовая промышленность, 2012. – №672. – С.6–8.
4. Кузеванов К.И., Савичев О.Г., Решетько М.В. Математическое моделирование процессов в компонентах природы. – Томск: Изд-во ТПУ, 2012. – 144 с.
5. Кузнецова М.А. Гидрогеология СССР. Том XVII. – М., Недра, 1972. – 302 с.
6. Мелехин Е.С., Кошелец А.В. Добыча метана из угольных пластов как основа повышения безопасности и эффективности добычи угля // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление № 2, 2012. – с. 51-55.
7. Рогов Г.М., Попов В.Г. Гидрогеология и катагенез пород Кузбасса. – Томск: Изд-во Томского ун-та, 1985. – 191с.
8. Шварцев С.Л. и др. Гидрогеология Ерунаковского района Кузбасса в связи с проблемой образования ресурсов и добычи угольного метана // Геология и геофизика. – Новосибирск, 2006. – №7. – 884 с.

ОЦЕНКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СКАЛЬНЫХ И ПОЛУСКАЛЬНЫХ ГРУНТОВ НА БАКЧАРСКОМ ЖЕЛЕЗОРУДНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ

Р.А. Гришаев, А.В. Огарков

Научный руководитель доцент В.В. Крамаренко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Цель: Определение прочностных характеристик скальных и полускальных грунтов при помощи установки нагружения сферическими инденторами, полученные результаты которого можно будет использовать для расчетов устойчивости бортов карьеров.

Задачи:

1. Обзор инженерно-геологических условий района;
2. Подготовка образцов и проведение лабораторных испытаний грунтов естественного сложения методами одноосного сжатия и растяжения;
3. Статистическая обработка и выявление взаимосвязей между показателями физических и прочностных свойств;
4. Прослеживание изменения прочностных характеристик с глубиной.

Бакчарское месторождение является одним из крупнейших осадочных месторождений железной руды в России и мире, находится на территории Томской области в междуречье рек Андарма и Икса.

На Бакчарском месторождении, выделяется три железорудных горизонта (нарымский, колпашевский и бакчарский):

- 1) нарымский горизонт, входящий в состав ипатовской свиты (K_2ip);
- 2) колпашевский горизонт, входящий в состав славгородской свиты (K_2sl);
- 3) бакчарский горизонт, входящий в состав ганькинской свиты ($K_2 - P_1gn$).

Перекрывающие породы представлены отложениями люлинворской (P_{1-2ll}), юрковской (P_2jr), новомихайловской (P_3nm), лагернотомской (P_3lt), абросимовской (N_{1ab}), смирновской ($Q_{E,sm}$), сузгунской свиты (lQ_{nsz}) и болотных отложений голоцена (bQ_n).

По составу, строению и условиям формирования железных руд и железосодержащих горизонтов Бакчарского месторождения, предшественниками его рудоносная толща отнесена к единой трансгрессивной стратифицированной серии мелководного шельфа глауконитовой формации (Николаева, 1967). Для нее характерно бимодальное строение элементарного цикла продуктивного осадконакопления: железоносные оолитовые и глинисто-глауконитовые отложения. По уточненным данным, начало и окончание формирования рудоносного комплекса ограничивается цифрами в 92 и 46 млн. лет (Гринев, 2007 и др.). По времени накопления рудные горизонты отделены друг от друга промежутками в 12-15 млн. лет.

Железорудные горизонты выделяются следующие.

Нарымский горизонт лежит на глубине 200-220 м. Его средняя мощность равна 2,3 м, среднее содержание железа составляет 20-25%, редко до 36%. В составе нарымского горизонта кондиционных руд почти нет, а имеющиеся не выдержаны по мощности и по горизонтальности. Таким образом, горизонт для настоящего времени практического значения не имеет.

Колпашевский рудный горизонт лежит на 50 м выше нарымского. Его средняя мощность равна 2,4 м, среднее содержание железа составляет 25-32%, реже до 39%. На восточном участке Бакчарского месторождения руды этого горизонта, имеют значительную мощность, сближены с бакчарским и отделяются от него прослоем железистого песчаника. Таким образом, руды колпашевского горизонта могут эксплуатироваться одновременно с рудами бакчарского и иметь большое практическое значение.

Бакчарский рудный горизонт лежит на 20 м выше колпашевского. Его средняя мощность равна 12,8 м, среднее содержание железа составляет 31-33%, до 44%. Руды бакчарского горизонта по своему качеству, запасам, технологическим свойствам и условиям залегания могут иметь большое практическое значение.

Особенностью руд Бакчарского месторождения является постоянное присутствие в их составе ванадия, количество которого колеблется в пределах 0,20-0,25%, и кобальта (тысячные доли процента), что существенно увеличивает их ценность, а также Ti, Mn, P. Как правило, в рудах всех горизонтов встречаются сцементированные или рыхлые разности. Средняя часть рудных горизонтов обычно представлена рыхлыми, а верхняя и нижняя сцементированными рудами.

Наибольшим распространением пользуются лептохлорит-гидрогётитовые, гётит-гидрогётитовые, глауконит-хлоритовые, реже гидрогёто-лептохлорито-сидеритовые руды. По простиранию и по вертикали иногда отмечается замещение руд железистыми песчаниками. Рудные горизонты разделены между собой прослоями кварцево-глауконитовых и глинистых песчаников и алевролитов. Оолиты состоят из концентрических оболочек гётита и гидрогётита, иногда лептохлорита и размер их обычно равен 0,2-0,3 мм, иногда до 1-2 мм. Лучшими по содержанию железа считаются плотные желто-бурые гётит-гидрогётитовые руды оолитового сложения и темно-бурые, почти черные, оолитовые рыхлые руды. Содержание железа в них обычно около 40% и больше. В сидеритовых и глауконитовых рудах содержание железа не превышает соответственно 32-34 и 27-32%.

Сущность испытания на деформируемость заключается в ступенчатом нагружении и разгрузении образца с измерением приложенных через инденторы нагрузок и соответствующих им сближений инденторов.

Образцы, на которых проводились испытания на прочность были отобраны с глубин 160–230 м, т.е. из Нарымского горизонта.

Испытания проводились в три этапа:

- 1) Подготовка образцов правильной и неправильной формы;
- 2) Проведение испытаний с помощью установки нагружения сферическими инденторами;
- 3) Обработка результатов испытаний.

Применяемые методики в ходе исследования, согласно:

1. ГОСТ 24941-81 Породы горные. Методы определения механических свойств нагружением сферическими инденторами.
2. ГОСТ 21153.3-85 Породы горные. Методы определения предела прочности при одноосном растяжении.
3. ГОСТ 5180-84 Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик.
4. ГОСТ 21153.3-85 Породы горные. Методы определения предела прочности при одноосном растяжении.

Подготовка образцов заключалась в следующем. Вырезаем образцы правильной и неправильной формы из кернов, при том, чтобы площадь поверхности разрушения была не менее 3 см² и не более 100 см². Количество образцов при испытании на прочность должно быть не менее десяти.

Испытания грунтов проводятся в сухом и во влажном состоянии. Первоначально были проведены испытания в сухом состоянии – это порядка 10 образцов для каждого из которых выполнялось по 10 промежуточных испытаний.

Перед тем как загрузить образец в прибор, необходимо измерить высоту образца и внести данные в программу АСИС. Затем устанавливаем образец так, чтобы нагрузка распределялась по центру и накрываем защитным чехлом. Устанавливаем прибор и запускаем программу, введя все необходимые параметры.

Ожидаем, пока образец не разрушится. После этого зарисовываем часть образца, считаем его площадь и заносим в компьютер.

Аналогично проводим испытания для остальных образцов, а так же для образцов во влажном состоянии. Для проведения испытаний образцов во влажном состоянии необходимо предварительно образцы замочить на сутки.

Лабораторные испытания методом одноосного сжатия были взяты у Кафедры ТХНГ.

Далее провели обработку результатов испытаний воспользовались программным обеспечением STATISTICA.

Чтобы выявить связи одних характеристик от других построили корреляционную матрицу. На основании выявленных значений были построены графики зависимостей.

Для влажных грунтов построили график зависимости коэффициента размягчаемости от коэффициента водонасыщения из которого следует, что с ростом коэффициента водонасыщения уменьшается коэффициент размягчаемости.

Также была построена зависимость сопротивления одноосного растяжения от коэффициента водонасыщения, из графика следовало, что с ростом водонасыщения пропорционально увеличивается сопротивление одноосному растяжению. Связано это с тем, что коэффициент водонасыщения у скальных грунтов более высокий.

Еще из одного графика выявили, что с ростом глубины уменьшается сопротивление одноосному растяжению, что характерно для полускальных пород.

В результате проделанной работы были получены новые данные по прочностным характеристикам. Выявлены наиболее тесные взаимосвязи между показателями физических и прочностных свойств. Получены следующие зависимости:

- $R_c = 4,8565 + 1,1779 \cdot \lg(R_p)$, МПа;
- $K_{sof} = 2,102 - 1,6407 \cdot S_r$, д.ед.;
- $R_p = -0,4269 + 1,1488 \cdot S_r$, МПа;
- $R_p = 3,0941 - 0,0116 \cdot H$, МПа;
- $R_p = -1,2196 + 0,869 \cdot \rho$, МПа;
- $R_{cw} = -0,11 + 0,93 \cdot R_c$, МПа ($r = 0,88$).

Полученные данные могут быть использованы для прогнозирования, а также для расчета устойчивости бортов карьеров. Результаты подтвердили предположение о снижении прочности грунта скальных и полускальных грунтов меловых и палеогеновых отложений при их водонасыщении. Эти особенности необходимо учитывать при отработке месторождения карьерным способом, когда будет снята нагрузка вышележащих толщ, произойдет изменение напряженного состояния и физических свойств, а также поступление притоков воды в карьеры.

Литература

1. А.Я. Пшеничкин, В.А. Домаренко. Петрографо-геохимические особенности руд Бакчарского месторождения. / Томский политехнический университет.
2. А.К. Мазуров и др. Перспективы освоения железорудных месторождений Томской области / Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. – 2005. – № 5. – С. 16-20.
3. Е.А. Булаева, Е.А. Григорьева. Геология и особенности формирования железных руд Польшанского участка Бакчарского месторождения. / Томский государственный университет.
4. ГОСТ 24941-81 Породы горные. Методы определения механических свойств нагружением сферическими инденторами
5. ГОСТ 21153.3-2012 Породы горные. Методы определения предела прочности при одноосном растяжении
6. ГОСТ 5180-2012 Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик
7. ГОСТ 21153.3-2012 Породы горные. Методы определения предела прочности при одноосном растяжении

ЦИФРОВАЯ МОДЕЛЬ РЕЛЬЕФА СКЛОНА ЛАГЕРНОГО САДА В ГОРОДЕ ТОМСКЕ

Ю.А. Деева

Научный руководитель доцент К.И. Кузеванов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия

Целью работы является создание цифровой модели рельефа оползневого склона Лагерного сада, необходимая для выполнения прогнозных гидродинамических расчетов дальнейшей эксплуатации дренажной штольни, работающей с целью осушения склона и увеличения его устойчивости.

Исходным материалом исследований послужила фильтрационная схема неоген-палеогенового водоносного горизонта, созданная на этапе проектирования дренажной штольни на правом берегу реки Томи. Она имеет изображение рельефа в изолиниях, которое требует дополнительной обработки для использования этой информации при выполнении количественной оценки фильтрационных потоков. Проведение дополнительных гидродинамических расчетов продиктовано необходимостью уточнения изменения гидрогеологических условий под влиянием защитных мероприятий. Аналогичные расчеты были выполнены ранее на этапе проектирования штольни. Однако реальные горные выработки пройдены со значительными отступлениями от первоначального проекта, который значительно изменён на этапе реализации.

Территория города Томска характеризуется сложными гидрогеологическими условиями [1, 4-7]. Их своеобразие проявляется в наличии многочисленных участков разгрузки подземных вод на территории города, что в сочетании с особенностями рельефа приводит в отдельных случаях к развитию опасных склоновых процессов [7]. Один из таких проблемных участков, связанный с развитием крупного оползневого массива расположен на южной окраине города в районе Лагерного сада.

В этой части города располагается широкий комплекс противооползневых мероприятий. Основу составляет дренажная горная выработка представленная штольней. Согласно первоначальному проекту она проходит на глубине 60 м и имеет два крыла. Протяженность западного крыла от берега к мемориалу составляет около 539 м, а восточного 1 281 м. Дренажная штольня протягивается по правому берегу реки Томи, вдоль всего склона Лагерного сада до стадиона «Буревестник». Конструкция штольни предполагает, что грунтовые воды поступают в штольню через сквозные фильтры, пройденные с поверхности до штольни, а затем выводятся в русло р. Томи. Расход дренажных вод, измеренный в специальном водовыпуске, достигает тысячи кубометров в сутки. Система позволяет противодействовать выходу грунтовых вод на склон и способствует его укреплению, предотвращая развитие оползневых процессов [9].