

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].

Необходимость создания дренажной системы вызвана в первую очередь большой ролью подземных вод

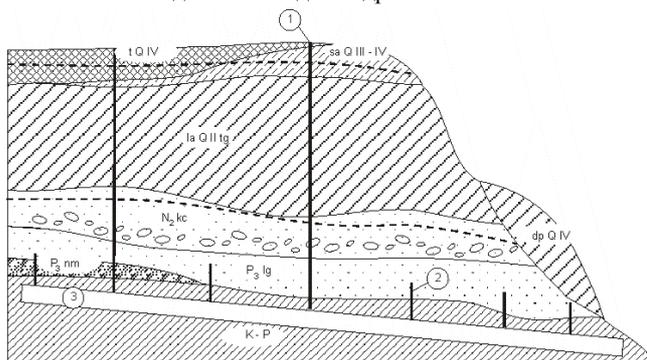


Рис. 1. Гидрогеологический разрез склона Лагерного сада:
 1- сквозные фильтры; 2- восстающие скважины; 3- дренажная штольня [1]

в активизации оползневых процессов, а также особенностью геологического строения данной территории [8]. В строении разреза Лагерного сада выделяется два структурных этажа (рис. 1). Рыхлая, песчаная обводненная толща верхнего структурного этажа опирается на фундамент, представленный комплексом преимущественно глинистых пород в виде осветленной каолинизированной коры выветривания переменной мощности. Таким образом, при достаточном увлажнении формируется идеальная поверхность скольжения рыхлой толщи по породам фундамента. Многочисленные попытки осушить язык оползня путем скважинного понижения уровня грунтовых вод верхнего структурного этажа не дали ожидаемого эффекта. Исходя из этого,

было принято решение о сооружении дренажной штольни, способной обеспечить отвод фильтрационного потока подземных вод в р. Томь [3].

В зависимости от условий залегания подземных вод, характера и интенсивности дополнительного питания, особенностей движения и разгрузки в пределах склона выделяются три водоносных горизонта: в верхней части разреза – техногенный; в основании оползневого массива – приуроченный к отложениям неоген-палеогенового возраста; в основании разреза – воды трещиноватой зоны палеозойских образований.

Подземные воды неоген-палеогенового водоносного горизонта оказывают наибольшее влияние на ослабление устойчивости склона, их разгрузка происходит по контакту коры выветривания, представленной водоупорными глинами. Поэтому данная работа посвящена подготовке материала для количественной оценки гидродинамической схемы именно этого водоносного горизонта. Так как анализ режима водоносных горизонтов верхней части геологического разреза свидетельствует о том, что неоген-палеогеновый водоносный горизонт также является источником дополнительного питания для водоносных отложений более низкого уровня, он в первую очередь включен в комплексную систему осушения склона. На рис. 2 показана схема размещения основных дренажных сооружений [1].

Работа по созданию цифровой модели рельефа была выполнена в несколько этапов. На первом этапе была отсканирована картографическая основа. Большой размер бумажного оригинала потребовал сканирования его отдельных фрагментов.

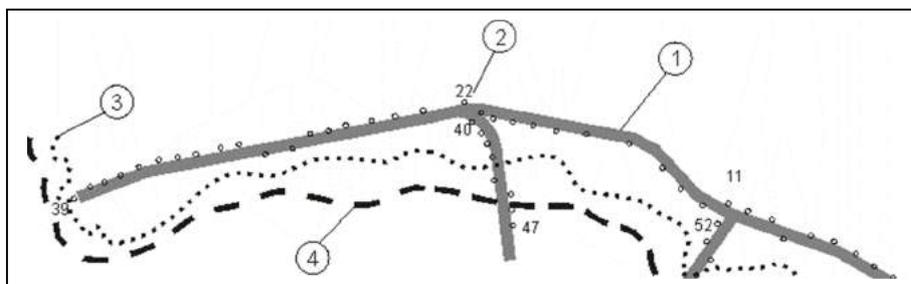


Рис. 2. Схема размещения основных проектных дренажных сооружений:
 1-дренажная штольня; 2-сквозной фильтр и его номер; 3-бровка склона; 4- граница выклинивания водоносного горизонта неоген-палеогеновых отложений [1]

Полученные файлы отдельных участков совмещались и «сшивались» между собой в единое растровое изображение с помощью графического редактора CorelDRAW. Наилучшее совмещение достигалось с использованием инструмента интерактивной прозрачности, который позволяет соединить линию контакта соседних фрагментов при полном визуальном контроле точности совмещения. На втором этапе растр регистрировался в системе условных координат в среде программного комплекса Surfer. На завершающем этапе выполнялась оцифровка пунктов геодезической привязки и изолиний рельефа. Результаты оцифровки сохранялись на диске ПЭВМ в виде текстового файла триады X, Y, Z. Такой вариант хранения данных позволяет не только их визуализацию средствами ПК Surfer, но и позволяет экспортировать их для использования при разработке численной гидродинамической модели.

Дренажная штольня осуществляет осушение техногенного и неоген-палеогенового водоносных горизонтов склона и обеспечивает самотечный водоотлив. Сквозные фильтры в совокупности с восстающими скважинами обеспечивают достаточно высокую эффективность осушения, перехватывая значительную часть естественного расхода [1], но требуют уточнения прогноза поведения уровней подземных вод в связи с изменением проекта. Разработанная цифровая модель рельефа является важной частью гидродинамической модели.

Литература

1. Кузеванов К.И. Гидрогеологическая основа экологических исследований города Томска. // Обской вестник. – 1999. – № 1–2. – С. 53–58.
2. Кузеванов К.И. Гидрогеологическое обоснование осушения оползневого массива. // Горный журнал. – 2006. – №4. – С. 35-37
3. Кузьмичев И.А., Попов Ю.Н. Опыт проходки дренажной горной выработки в рыхлом обводненном массиве. // Горный журнал. – 2006. – №4. – С. 40-41
4. Макушин Ю.В., Кузеванов К.И. Гидрогеологическое обоснование горизонтального дренажа оползневого склона // Межвузов. сб. научн. тр. – Тюмень: ТИИ, 1991. – 28–34.
5. Покровский Д.С., Кузеванов К.И. Гидрогеология и подтопление территории г. Томска // Подземные воды юга Западной Сибири. Формирование и проблемы рационального использования: Сб. научн. тр. / Институт геологии и геофизики СО АН СССР / Отв. ред. В.А. Николаев. – Новосибирск: Наука, 1987. – Вып. 683. – С. 146–153.
6. Покровский Д.С., Кузеванов К.И. Типовые фильтрационные разрезы как основа геоэкологического картирования урбанизированных территорий // Геоэкологическое картирование: Тез. докл. Всерос. конф. – М., 1998. – С. 60–63.
7. Покровский Д.С., Кузеванов К.И. Гидрогеологические проблемы строительного освоения территории г. Томска // Обской вестник. – 1999. – № 1–2. – С. 96–101.
8. Покровский Д.С., Кузеванов К.И. Формирование структуры фильтрационных потоков урбанизированных территорий (на примере г. Томска) // Три века горно-геологической службы России: Матер. регион. конф. геологов Сибири, Дальнего Востока и Северо-Востока России. – Томск, 2000. – Т. 1. – С. 323–326.
9. Для предотвращения оползня в Лагерном саду Томска необходимо отремонтировать штольню. [Электронный ресурс]. – URL: <http://tomsk.sibnovosti.ru/>

АНАЛИЗ ПРИЧИН ФОРМИРОВАНИЯ СЕЛЕВЫХ ПОТОКОВ В ГОРНОМ ОБРАМЛЕНИИ ТУНКИНСКОЙ ВПАДИНЫ, РЕСПУБЛИКА БУРЯТИЯ

И.А. Денисенко, А.Н. Горбунов, Л.И. Аузина

Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Россия

Территория исследований находится в районе пос. Аршан, респ. Бурятия. Она включает Тункино-Мондинскую ветвь впадин Байкальского типа, которые притягиваются от южной оконечности оз. Байкал до границы с Республикой Монголия.

Контрастность орографических характеристик обусловила резкие различия климатических показателей. Среднегодовая температура воздуха -1.4°C в пониженных частях рельефа (пос. Аршан, Тунка). Самый холодный месяц - январь (до -50°C), самый тёплый - июль (до $+36^{\circ}\text{C}$). Осадки распределяются соответственно орографическому плану. Годовая сумма осадков на склонах Тункинского хребта составляет 500-600мм, в котловине она снижается до 300мм и менее [1]. При этом более 70% осадков выпадает в летние месяцы (июнь-август), минимальное количество (до 3-5%) соответствует зимнему периоду.

Работа базируется на полевых наблюдениях, проведённых летом 2014 и 2015 г. и последующей обработке полученных результатов, а также материалах предыдущих исследователей [2].

Ведущими факторами, предопределившими морфологические особенности рельефа территории, явились неотектоника, различные этапы оледенения, экзогенные геологические процессы. Район исследований характеризуется резко расчленённым рельефом с абсолютными отметками от 800м (южная часть пос. Аршан) до 2544м (пик Аршан, Тункинский хребет), таким образом, наименьшие значения соответствуют северной окраине Тункинской долины, максимальные - вершинам Тункинских Гольцов.

Гидрографическая сеть территории принадлежит бассейну р. Иркут, имеющему ассиметричную форму долины, что обусловлено тектонической нестабильностью левого борта, представленного Тункинским хребтом с небольшими по длине, площади водосбора и расходами рек, заложёнными по тектоническим нарушениям, а правый борт - это хребет Хамар-Дабан с развитыми речными бассейнами.

В стратиграфическом разрезе территории выделяется ряд комплексов коренных образований, верхний ярус сложен мраморами, ниже которых залегает толща гнейсов и кристаллических сланцев, имеющих падение на юг под углами 30° - 70° и определяющих развитие оползней-обвалов по напластованию коренных пород. Гольцовая зона хребтов сложена плагиогранитами и гнейсогранитами, рассматривающихся как единый генетический комплекс, физико-механические свойства пород которого в значительной мере обусловлены особенностями залегания и тектонической раздробленностью.

По данным многолетних наблюдений установлено, что в зонах повышенной тектонической трещиноватости выветривание пород происходит в 2.0-2.5 раза быстрее по сравнению с такими же образованиями, находящимися вне зон разломов [2]. В 4.7 раза увеличивается скорость разрушения рассланцованных пород, поставленных на "ребро", в отличие от их горизонтально залегающих аналогов. От разницы в скорости разрушения пород зависит мощность накопления продуктов выветривания и их гранулометрический состав, определяющих развитие гравитационных процессов, их интенсивность и объёмы.

Предыдущими исследованиями было выявлено, что в сейсмоопасных зонах даже незначительное землетрясение может вывести из равновесия рыхлые массы пород, и достаточно обычного избыточного увлажнения, чтобы они пришли в движение [3]. На изучаемой территории этот процесс фиксируется в зонах крупных тектонических нарушений, которыми являются Тункинский и оперяющий его Кынгаргинский разломы. Ранние этапы неотектоники, неоднократно происходившие на исследуемой территории, фиксируются в виде