

**МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«УРАЛЬСКАЯ ГОРНАЯ ШКОЛА – РЕГИОНАМ»**

13–22 апреля 2015 года

**ГИДРОГЕОЛОГИЯ. ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ,
МЕРЗЛОТОВЕДЕНИЕ И ГРУНТОВЕДЕНИЕ**

УДК 624.131.3

**ИЗУЧЕНИЕ ДЕФОРМАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ГРУНТА
МЕТОДОМ ИСПЫТАНИЯ ПРЕССИОМЕТРАМИ**

ЗЮЗИНА А. А., ГУМАН О. М.
ЗАО «Геотест»

Расчет оснований должен производиться с учетом деформаций для всех зданий и сооружений, если основание сложено нескальными грунтами. Таким образом значение различных методов определения модуля деформации велико.

Модуль деформации E является параметром, который в физическом отношении определяет «жёсткость» грунтов, а в математическом смысле является коэффициентом пропорциональности в зависимости «деформация–напряжение». Грунты имеют различную жёсткость (в зависимости от их происхождения), а, следовательно, и разную сжимаемость. Модель деформации как параметр используется при проектировании оснований и сооружений по второй группе предельных состояний – по деформациям. Определяющим здесь является расчет осадки фундамента, неравномерности осадки отдельных частей фундамента здания и крена здания в целом [1].

При определении осадок сооружений используют значения модуля деформации грунта, определенные в лаборатории в компрессионных приборах (ГОСТ 12248-2010). Однако значения модуля деформации, принятые по результатам испытаний грунта в компрессионном приборе в 2–5 раз меньше значений, определенных полевыми испытаниями – штампами и прессиометрией. Использование в расчетах при проектировании значений модулей деформаций, определенных в лаборатории, приводит к удорожанию стоимости фундаментов [2]. Это происходит потому, что по результатам, полученным в лабораторных условиях, проектировщиками применяются заниженные коэффициенты перехода и, как следствие, выбирается свайный вариант фундамента, что в итоге увеличивает стоимость, по сравнению с фундаментом мелкого заложения [1].

Метод определения модуля деформации грунта штампом (площадью 600, 2500 и 5000 см²) в шурфах считается наиболее достоверным, однако штамповое оборудование громоздкое, кроме того требуется выполнение трудоёмких земляных работ при проходке шурфов. Прессиометрический метод испытания грунтов отличается от штампового метода за счёт удобства и простоты использования, поскольку данное оборудование не требует никаких анкерных устройств, скважина проходится с помощью буровой установки, а сам комплект имеет компактные размеры и небольшой вес.

Испытания грунта в полевых условиях прессиометром имеет ряд бесспорных преимуществ по сравнению с испытаниями штампом. При проведении испытаний прессиометром отпадает необходимость в трудоёмких работах по проходке шурфов и скважин

большого диаметра и монтаже громоздкого оборудования. В связи с этим затраты труда и времени сокращаются примерно в 10 раз [2] по сравнению с затратами труда при проведении испытаний в шурфах. Это позволяет провести на исследуемой площадке значительное количество испытаний грунта прессиометром в различных точках площадки и на различных глубинах, что дает возможность надёжно оценить вероятные пределы значений модуля деформации грунта на данной площадке. Также принципиальным преимуществом прессиометрической аппаратуры является самопогашение реактивных усилий, возникающих при нагружении грунта, что исключает применение специальных анкерных устройств и позволяет изготавливать компактные прессиометрические установки. Благодаря этому прессиометрический метод испытаний получил широкое распространение как в России, так и за рубежом.

К недостаткам испытания грунта прессиометром относятся следующие:

- модуль деформации грунта измеряется в направлении, перпендикулярном обычному направлению действия нагрузки; хотя для многих видов грунтов разница значений модуля деформации в этих двух взаимно перпендикулярных направлениях незначительна, однако этот вопрос требует дальнейшего исследования для различных грунтовых условий;

- прессиометром нельзя испытывать отдельные тонкие прослойки грунта;

- практически весьма трудно проводить испытания прессиометром слабых глинистых и водонасыщенных песчаных грунтов, в которых стенки буровых скважин требуют обсадки;

- ниже уровня подземных вод, когда ствол скважины наполняется водой, исследования прессиометром дают заниженные значения показателя модуля деформации.

Модуль деформации, полученный по данным прессиометрических испытаний, является результатом решения плоской упругопластической осесимметричной задачи механики грунтов. Сущность метода состоит в радиальном нагружении участка скважины равномерным давлением и измерении деформаций грунта. Испытания прессиометрами проводят в песчаных, глинистых, органо-минеральных и органических грунтах.

Определение деформационных характеристик грунтов следует осуществлять испытаниями статическими нагрузками – штампами и (или) прессиометрами по ГОСТ 20276-2012, а также методами статического зондирования по ГОСТ 19912-2012. Для зданий II и III уровней ответственности значения данные, полученные по результатам статического зондирования, должны уточняться на основе их сопоставления с результатами параллельно проводимых испытаний того же грунта штампами или прессиометром (п. 5.3.3, 5.3.4 СП 50-101-2004). Для зданий и сооружений III уровня ответственности допускается определение модуля деформации только по результатам зондирования с использованием таблиц, приведенных в части I СП 11-105-97, или региональные таблицы, приведенные в территориальных нормах, а также с помощью переходных коэффициентов от лабораторных к полевым исследованиям. Однако надо помнить, что переходные коэффициенты, рекомендованные в СП 22.13330.2011 (таблица 5.1), предложены для диапазона нагрузок 0,1–0,2 МПа.

Прессиометрические испытания грунтов в скважинах радиальными прессиометрами следует выполнять в случаях, когда грунты не обладают резко выраженной анизотропией свойств (в горизонтальном и вертикальном направлениях), что характерно для тонкослоистых грунтов, залегающих практически горизонтально. Для остальных грунтов можно вводить поправочные коэффициенты, полученные в лабораторных условиях при испытаниях образцов вдоль направления бурения скважины и вкрест этого направления.

Испытания могут проводиться по методикам «быстрого» или «медленного» режимов согласно п. 6.4.3 ГОСТ 20276-2012. Схема медленного нагружения рекомендуется при испытаниях в слабых водонасыщенных грунтах, в которых в процессе быстрого нагружения поровое давление может достичь значительной величины. В этом случае при проведении испытаний по медленной схеме нагружения поровое давление успеет в значительной мере рассеяться, что позволяет не учитывать его. В плотных грунтах, в которых поровое давление проявляется слабо, целесообразно проводить испытания по более экономичной схеме быстрого нагружения. Модуль деформации грунта, определенный по результатам испытания в «быстром» режиме, может использоваться при проектировании оснований и фундаментов

сооружений II и III уровней ответственности, для сооружений I уровня рекомендуется проводить испытание по «медленному» режиму (п. 6.4.3 ГОСТ 20276-2012).

Испытания грунтов проводят на глубинах, определяемых рабочей программой испытаний в зависимости от цели исследования и геологических условий. Испытания проводятся в буровых скважинах, подготовленных согласно п. 4.4, п. 6.1.3 ГОСТ 20276-2012. Испытаниям подвергаются литологически однородные слои грунта мощностью не менее 1 м, причём характер залегания, мощность и степень однородности грунтов, подлежащих испытаниям, устанавливается по результатам проходки скважин, непосредственно предназначенных для проведения опытных работ.

Производителями радиальных прессиометров в СССР и России в разное время были «Фундаментпроект», НИИОСП, ВСЕГИНГЕО, УПИ им. Кирова, ЗАО «Геотест».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Болдырев Г. Г. О влиянии метода определения модуля деформации на его значение // Геотехника. 2010. № 3. С. 36–43.
2. Трофименков Ю. Г., Воробков Л. Н. Полевые методы исследования строительных свойств грунтов. М.: Стройиздат, 1974. 176 с.

РЕЛЬЕФ КАК ФАКТОР ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ПРИ РЕКУЛЬТИВАЦИИ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

КОТОВИЧ А. А., ГУМАН О. М.

Уральский государственный горный университет

Урал – регион с большим количеством нарушенных земель, образовавшихся за более чем трёхсотлетний срок развития промышленности. На современном этапе развития территории происходит как основание новых, так и реконструкция существующих производств. Нарушенные земли, как правило, характеризуются изменённым рельефом, требуя к себе повышенного внимания.

Изучению рельефа издавна придают большое значение¹. Рельеф определяет ландшафты, и с их совместного изучения начинаются инженерно-геологические изыскания, а по их завершении выдается прогноз об их возможных изменениях. Изменения в рельефе местности влияют на множество параметров, определяющих условия территории.

В настоящее время при рекультивации нарушенных земель рельеф изучается в основном в его природном состоянии, т. е. как основание для рекультивационных работ.

При любых рекультивационных работах планировка рельефа является обязательной, она проводится в соответствии с нормативными документами для того, чтобы исключить возникновение эрозионных процессов. Однако при проведении мониторинга практически при всех рекультивационных работах наблюдаются эрозионные процессы. Зачастую борьба с ними значительно оттягивает завершение рекультивационных работ либо приводит к их корректированию. При проектировании весьма сложно учесть все факторы воздействия на вновь созданный рельеф, что приводит к негативным последствиям, выявляемым непосредственно на практике. Дополнительную трудность составляет отсутствие детального изучения техногенного или вновь сформированного рельефа.

На Урале за триста лет промышленной экспансии образовалось огромное количество отходов производств, которые за счет несовершенства технологии извлечения полезных компонентов (ПК) всё ещё содержат их довольно высокий процент и могут в дальнейшем использоваться как сырьё для повторной переработки. Плюсами такого сырья является доступность (сырьё уже извлечено из недр), скученность, наличие инфраструктуры. На открытом воздухе под воздействием атмосферных осадков и кислорода, при перепадах температур и прочих воздействиях происходит окисление и выветривание сырья, что приводит к его потере. Кроме того, что в процессе окисления, выветривания и вымывания снижается ценность сырья, окружающая среда загрязняется этими компонентами, часто представленными тяжёлыми металлами. Рекультивация подобных объектов способна предотвратить вышеперечисленные процессы, она способствует «изоляции» промышленных отходов от окружающей среды.

Одним из перспективных способов консервации промышленных отходов является их захоронение в отработанных горных выработках с изоляцией глинистыми грунтами, препятствующими проникновению атмосферных осадков и фильтрата. Плюсами такого размещения являются изоляция отходов, их сконцентрированность и доступность для будущих отработок. Авторами был рассмотрен пример рекультивации отработанного карьера глинистыми песками медеплавильного производства, не пригодными для произрастания растений.

На исследуемом участке наблюдается довольно сложная гидрогеологическая ситуация: атмосферные осадки и талая вода накапливаются на западной части участка, вдоль дороги, перетекая через трубу под дорогой, стекая вниз по склону. При проектировании были приняты следующие решения для защиты участка от эрозии: планировка рельефа, укладка геотекстиля

¹ Трофимов В. Т., Красилова Н. С., Герасимова А. С. Эволюция взглядов на изучение особенностей рельефа как фактора инженерно-геологических условий на разных этапах развития инженерной геологии // Инженерная геология. 2014. № 4.

по направлению потока, создание дренажных канав по краям участка для перехвата воды, спускающейся со склонов. Участок был покрыт почвенным слоем и засеян смесью трав.

Однако при реализации проекта геотекстиль не был использован, что, вкупе с неудачным проектным решением по созданию рельефа с уклоном к середине участка (рисунок 1, а), вызвало прорыв вод с размывом изолирующего слоя и вымыванием песка. Одновременно с этим шел процесс проседания участка в средней части по месту прохождения потока перетекающих вод. Как следствие, склоны площадки стали круче (рисунок 1, б), что, в свою очередь, привело к развитию гидроэрозии на них.

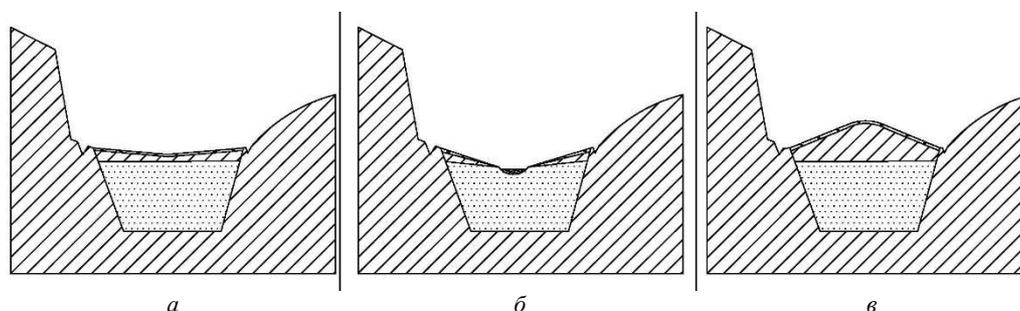


Рисунок 1 – Формы рельефа рекультивируемого участка:

▭ – почвы; ▨ – суглинистый грунт; ▩ – отходы, представленные песками

После выявления нарушений были приняты меры по их устранению. В настоящее время по дну участка протекает более или менее постоянный водоток, к которому со склонов стекают ручьи, образованные за счёт атмосферных осадков. Также наблюдается некоторое «сползание» почв к середине участка вниз по склону. Ситуация осложняется тем, что в юго-западной части участка рельеф практически не имеет уклона, основание сложено глинистыми грунтами – и, как результат, атмосферные осадки застаиваются, заболачивая местность, что приводит к отмиранию растительности.

Изменения рельефа прослеживаются также и по видам растительности. Изначально вся территория была засеяна одинаковой травяной смесью, но постепенно на разных участках стали выживать только те виды, которым было более «комфортно» в тех или иных условиях. На участке была выявлена закономерность: чем больше мощность почвенного слоя, тем более разнообразен видовой состав растений, лучше развита их корневая система.

Как видно из системных наблюдений за участком, обстановка на нём регулярно дестабилизируется, требуя принятия новых мер и вложений. В случае игнорирования процессов, проходящих на рекультивированном участке, возможно разрушение сформированного рельефа с последующим выносом промышленных отходов, возникновением провалов и промоин, деградацией растений. Цель рекультивации в таком случае не будет достигнута.

Локальные меры, принимаемые при попытках стабилизации обстановки на участке, не принесли должного результата, решение проблемы видится в его перепланировке и создании выгнутой формы рельефа (рисунок 1, в). Также авторы предлагают провести планировку территории к западу от участка, с другой стороны дороги, предотвращая накопление вод и стабилизируя гидрогеологическую ситуацию.

Необходимо подчеркнуть, что крайне важно изучение рельефа до рекультивационных работ, т. е. рельефа как основания, а также после проведения рекультивации для выявления возможных изменений в рельефе на начальном этапе их образования, для определения причин образования и принятия мер для ликвидации последствий. Накопление опыта изучения вторично сформированного рельефа в дальнейшем позволит учитывать возможные ошибки, корректируя формы рельефа на стадии проектирования, а не практики.

ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ ВОКРУГ ПОЛИГОНА ТВЁРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ «ШИРОКОРЕЧЕНСКИЙ»

ЛИ Т. И., ГУМАН О. М.

Уральский государственный горный университет

Развитие всех городов, особенно крупных, сопровождается наличием полигонов твёрдых бытовых отходов (ТБО). Как правило, их размещают на границе с селитебной зоной, соблюдая санитарно-защитные зоны – на сегодня это 500 м от жилой застройки до границ полигона (СанПиН 2.1.7.722-98). Проблема оценки загрязнения всех сред вокруг полигона актуальна на сегодняшний день; размер зоны загрязнения зависит от объемов отходов, крупности полигона, технологии размещения отходов, от преобладающих ветров, количества атмосферных осадков, геологического строения основания полигона и т. п.

Цель нашей работы – оценить зону загрязнения почв вокруг крупного полигона в условиях горноскладчатых сооружений Среднего Урала.

Для изучения был выбран Ширококореченский полигон ТБО – один из самых крупных полигонов Свердловской области. На полигон вывозятся бытовые отходы от населения Ленинского, Верх-Исетского, Октябрьского и Чкаловского районов города Екатеринбурга и промышленные отходы 4 и 5 классов опасности. В эксплуатацию введены биотермические ямы, в которых осуществляется обезвреживание и обеззараживание трупов павших животных и биологических отходов животного происхождения. Начата работа установки по утилизации опасных медицинских отходов. Инсинераторный комплекс обеспечивает сжигание биологических и медицинских отходов и предотвращает возможность загрязнения окружающей среды инфицированными отходами.

Нами изучены лесные почвы вокруг полигона ТБО «Ширококореченский» за период с 1993 по 2013 гг. Опробование выполнялось методом «конверта» по одним и тем же профилям радиально от полигона на расстояниях до 1000 м. Произведен спектральный полуколичественный анализ, который дает возможность приблизительно оценить содержание тяжёлых металлов в горизонте A_0 почвенного профиля. По результатам спектрального анализа был рассчитан суммарный показатель загрязнения Z_c :

$$Z_c = \sum K_{ci} - (n - 1),$$

где n – число загрязняющих веществ; K_c – коэффициент концентрации химического вещества, равный отношению реального содержания вредного вещества C_i к фоновому C_ϕ или ПДК:

$$K_c = \frac{C_i}{C_\phi}.$$

Для различных категорий загрязнения почв суммарный показатель имеет следующие значения:

- допустимая категория – при Z_c менее 16;
- умеренно опасная – при 16...32;
- опасная – при 32...128;
- чрезвычайно опасная – при значении Z_c более 128.

В 1993 году преобладали почвы с категорией загрязнения 8–16 баллов (допустимая), и только на локальном участке на расстоянии 300–500 м от полигона выделен участок с категорией 16–32 балла (умеренно опасная). В 1999 году вся территория находится в категории загрязнения 16–32 балла (умеренно опасная), и только вблизи полигона – небольшой участок с категорией 32–128 (опасная). А в 2013 г. загрязнение A_0 горизонта почвенного профиля уменьшилось до категории < 8 баллов, и только на локальном участке загрязнение достигает категории 32–128 (опасная). Карты загрязнения по показателю Z_c показаны на рисунке 1.

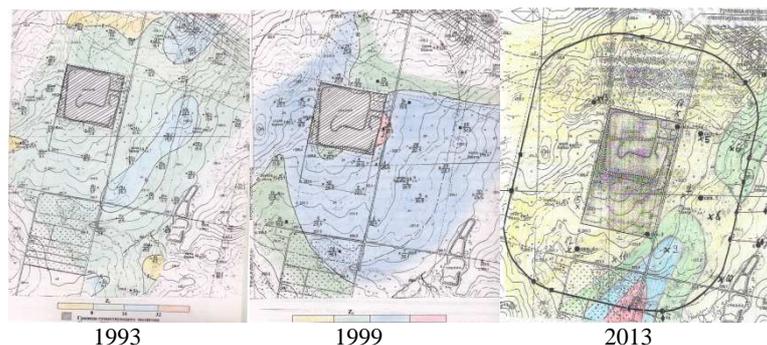


Рисунок 1 – Изменение ореола загрязнения почв вокруг полигона ТБО «Широкореченский» за 1993–2013 гг.

Помимо Z_c был рассчитан модуль техногенного геохимического загрязнения M_r по двум элементам (Cr и Ni) за 1999 и 2013 гг. Для этого были построены карты, где были выделены участки с превышением ПДК по данным элементам в 2 раза и более. Модуль рассчитывается по формуле:

$$M_r = \frac{(K_o \cdot s)}{S},$$

где s – площадь ореола загрязнения (с превышением ПДК в два раза и более); S – общая площадь территории; K_o – общий показатель техногенной геохимической нагрузки,

$$K_o = \sum K_i,$$

где K_i – коэффициент техногенной геохимической нагрузки, $K_i = C_i/\text{ПДК}$.

В результате расчетов мы получили, что в 1999 году для хрома $M_r \approx 42$, а для никеля $M_r \approx 47$. В 2013 году показатель значительно снизился, для хрома он составил 16, а для никеля – 27. На рисунке 2 представлены схематичные карты с изменением модуля техногенного загрязнения с годами, где цветом выделены участки с загрязнением по соответствующим элементам, превышающим ПДК в 2 и более раз.

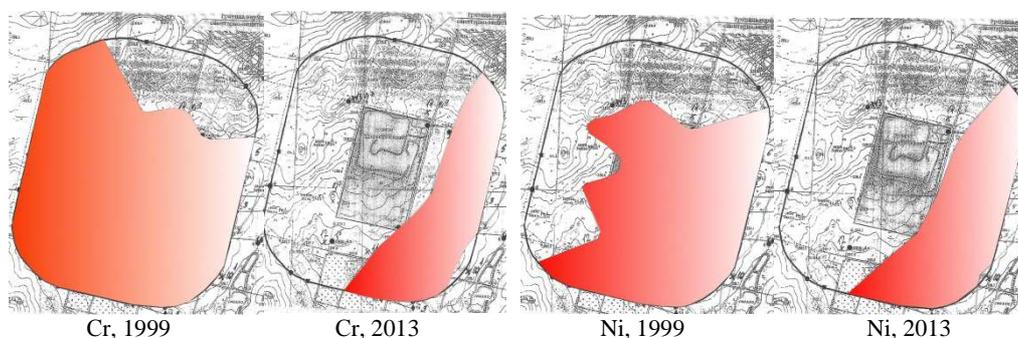


Рисунок 2 – Схематичные карты с изменением модуля техногенного загрязнения

Такое уменьшение загрязнения можно связать с тем, что в последние годы (примерно с 2005 г.) было принято решение о размещении осадков водоочистки на поверхности полигона. Они имеют повышенную влажность (более 90 %) и способствуют уменьшению процессов горения на полигоне, а также создают анаэробные условия разложения отходов, что влияет на увеличение скорости их разложения. Это позволило значительно замедлить фильтрацию загрязняющих компонентов с глубиной. А также при промывании почв дождем происходит вынос и вымывание загрязняющих компонентов в зону аэрации и с поверхностным стоком.

Таким образом, при проведении мероприятий по санации территории загрязнение аэрогенным путем и с поверхностным стоком может уменьшиться, что достигается при изоляции бытовых отходов пастообразными осадками водоподготовки и водоочистки.

ИССЛЕДОВАНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА АНИЗОТРОПИИ ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ УРАЛЬСКОГО РЕГИОНА

МАСЛОВ И. В., ГУМАН О. М.

Уральский государственный горный университет

При исследованиях механических свойств грунта методом прессиометрии большую роль играет изменение деформационных свойств в зависимости от направления приложения нагрузки. Стоит отметить, что весомая часть глинистых грунтов обладает анизотропией физико-механических свойств. Для грунтов с выраженными анизотропными свойствами коэффициент анизотропии обязателен для учёта при расчете модуля деформации прессиометрическим способом:

$$E = K_a K_r R_0 \frac{\Delta p}{\Delta r},$$

где K_r – корректирующий коэффициент; r_0 – начальный радиус скважины, соответствующий значениям p_0 и Δr_0 ; Δp – приращение давления на стенку скважины между двумя точками, взятыми на осредняющей прямой, МПа; Δr – приращение перемещения стенки скважины (по радиусу), соответствующее Δp ; K_a – коэффициент анизотропии.

Для определения коэффициента анизотропии сравнивают модули деформации грунта по взаимно-перпендикулярным направлениям, для этого из монолита грунта определяют модуль вдоль оси керн и поперек, коэффициентом анизотропии является их отношение:

$$K_a = \frac{E_{oed}}{E_{oedH}},$$

где E_{oed} – одометрический модуль деформации грунта, определяемый по результатам испытания образца, вырезанного в вертикальном направлении, МПа; E_{oedH} – одометрический модуль деформации, определяемый по результатам испытания образца, вырезанного в горизонтальном направлении, МПа².

В качестве объектов исследований выбрали грунты делювиального, элювиального и делювиально-элювиального генезисов, территориально расположенных на Среднем и Южном Урале. Коэффициенты анизотропии определялись по результатам компрессионных испытаний, выполненных в лабораторных условиях. Исследованиями охвачены грунты с глубин от 2 до 12 м. Поскольку модуль деформации меняется по мере увеличения нагрузки, коэффициенты анизотропии были определены для разных интервалов нагрузок: 0,1–0,2 МПа, 0,2–0,3 МПа и 0,3–0,4 МПа.

Делювиальные грунты отобраны в пределах Центрально-Уральского поднятия и Тагило-Магнитогорского прогиба. Делювиальные суглинки Центрально-Уральского поднятия отобраны вблизи гор. Ревды, полученные значения коэффициента анизотропии составили от 1,2 до 1,6, что свидетельствует о превышении горизонтальной деформации над вертикальной, а также – что модуль деформации $E_{пресс}$ должен быть увеличен на 20–60 %. В пределах Тагило-Магнитогорского прогиба делювиальные суглинки были отобраны в районе пос. Томино в 40 км на юго-запад от Челябинска. Коэффициент анизотропии меняется от 1,0 до 1,3, следовательно, для корректировки прессиометрических исследований требуется увеличение полученных модулей деформации на 10–30 %. Результаты исследования представлены на рисунке 1. Из сравнительных графиков видно, что характер изменения коэффициента анизотропии в зависимости от нагрузки для делювиальных суглинков разных регионов одинаковый. Однако в пределах Центрально-Уральского поднятия значения коэффициента анизотропии делювиальных суглинков выше, чем аналогичные значения для Тагило-Магнитогорского прогиба.

² ГОСТ 20276-2013. Грунты. Методы полевого определения характеристик прочности и деформируемости. М.: Стандартинформ, 2013.

Элювиально-делювиальные суглинки отобраны в пределах Центрально-Уральского поднятия вблизи Ревды. Коэффициент анизотропии меняется в пределах от 0,5 до 1,25. Следовательно, проводимые pressiометрические исследования должны быть откорректированы для каждого проводимого опыта. Из полученных графиков видно, что изменение коэффициентов анизотропии для разных интервалов нагрузок незначительно, а если сравнивать с полученными коэффициентами анизотропии делювиальных суглинков, то они меньше.

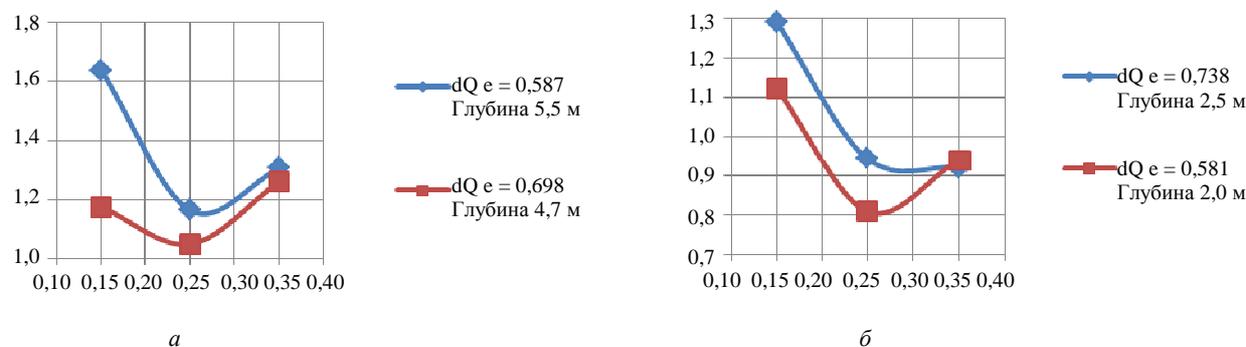


Рисунок 1 – Графики изменения коэффициента анизотропии делювиального грунта:
а – Ревда; б – пос. Томино

Для элювиальных грунтов исследования проводились в трёх районах работ. Первый – Центрально-Уральское поднятие вблизи Ревды. Первичные породы – метаморфические высокой степени метаморфизма (углисто-серицито-кварцевые сланцы (PR₂st¹)). Коэффициент анизотропии элювиальных суглинков близок к единице (рисунок 2), что объясняется наклонным залеганием сланцев и сохранением элювиальными суглинками текстуры материнской породы. Полученные pressiометрическими исследованиями модули деформации не требуют поправки на коэффициент анизотропии.

Второй исследуемый район находится в пределах Тагило-Магнитогорского прогиба, в районе Уралмаш гор. Екатеринбурга. Элювиальные суглинки образованы путем выветривания метаморфической породы низкой степени метаморфизации («зеленых» сланцев). Полученный коэффициент анизотропии для данных элювиальных грунтов меняется в пределах от 1,1 до 2,0 (рисунок 2), что говорит о более высокой анизотропии свойств массива метаморфических пород низкой степени метаморфизма в сравнении с метаморфическими породами высокой степени.

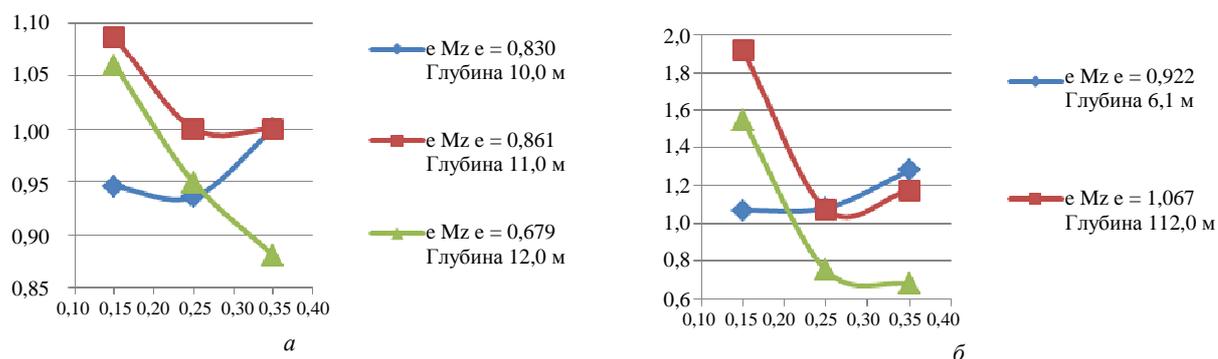


Рисунок 3 – Графики изменения коэффициента анизотропии элювиального грунта:
а – Ревда; б – Екатеринбург

Третий участок находится в пределах Тагило-Магнитогорского прогиба, грунты были отобраны в районе пос. Томино в 40 км на юго-запад от гор. Челябинска. Исследуемый район представлен массивом интрузивных пород. Элювиальные суглинки, сформированные в данной области, обладают разной степенью деформационной анизотропии, коэффициент анизотропии варьируется от 0,8 до 1,7. Из-за большого разброса значений требуется уточнение pressiометрических испытаний для каждого опыта.

ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ЗАКАРСТОВАННОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ ПРОЕКТИРУЕМОЙ ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ «СЕВЕРНАЯ» В ИВДЕЛЬСКОМ РАЙОНЕ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

КЛЕКОВКИНА Д. Д., ГУМАН О. М.

Уральский государственный горный университет

Оценка степени закарстованности участка проектируемой фабрики «Северная» производится с целью выбора типов фундаментов для проектируемых сооружений и мероприятий по обеспечению их устойчивости.

Цель данного исследования заключается в определении степени закарстованности территории по поверхностным формам карста.

Для этого были поставлены следующие задачи:

- 1) анализ рельефа территории;
- 2) анализ геологического строения участка работ;
- 3) анализ гидрогеологических условий района работ;
- 4) обследование участка работ;
- 5) документация поверхностных форм карста территории;
- 6) оценка степени закарстованности района.

Дополнительно были выполнены геофизические работы (ВЭЗ и сейсморазведка), бурение гидрогеологических и инженерно-геологических скважин для изучения подземной закарстованности и определения границы залегания закарстованной толщи пород.

Анализ топографической карты масштаба 1:25000 позволил разделить изучаемую территорию на 3 части:

- логообразные понижения в северной части территории;
- восточная часть территории, которая характеризуется более пологим рельефом с уклоном 0,018;
- западная часть района, где рельеф меняется с равнинного на переходный с уклонами от 0,039 до 0,0475.

Территория расположена в западной части Горноалтайско-Лаксийской брахисинклинали в зоне контакта закарстованных известняков (D2ef1) с подстилающими вулканогенно-осадочными породами ($\mu D2e2$), перекрытых почти по всей площади мезокайнозойскими отложениями небольшой мощности. Анализ геологических и гидрогеологических условий производился по карте масштаба 1:200000 в пределах западной половины листов Р-41-XXУ и Р-41-XXX1 УКСЭ, гор. Свердловск, 1977 г. [1].

В гидрогеологическом отношении участок находится в пределах области накопления поверхностных вод, на водоразделе; зона разгрузки – р. Лаксия, расположенная на расстоянии 2,5 км от участка работ. Участки поглощения поверхностного стока расположены в долине реки. В центральной части участок сложен толщей известняков, для которых характерна высокая закарстованность, вследствие чего на территории образуются своеобразные бассейны, аккумулирующие поверхностный сток.

При обследовании территории выявлено, что с поверхности залегают закарстованные известняки, и преобладающими формами карста являются воронки изометричной и удлиненной формы. На дне воронок наблюдается поглощение поверхностного стока. Все поверхностные формы карста были задокументированы по показателям: диаметр, длина, высота, ширина и форма, привязаны с помощью инструментальных методов на местности и вынесены на карту масштаба 1:1000.

Оценка степени закарстованности производилась по двум показателям.

1. Площадной показатель закарстованности, %:

$$K_s = \frac{\sum_{i=1}^n S_{\phi}}{S} \cdot 100 \%,$$

где $\sum_1^n S_{\phi}$ – сумма площадей карстовых форм, м²; S – площадь расчетного участка (100 × 100 м), так как вся территория была разбита на небольшие области для точности расчета; n – количество карстовых пустот.

2. Показатель карстовой пораженности (количество воронок, приходящееся в среднем на единицу площади), шт./км²:

$$K_n = \frac{N_{\phi}}{S},$$

где N_{ϕ} – количество карстовых форм на расчетном участке; S – площадь расчетного участка, км² (0,01 км²).

По результатам расчетов были построены две карты, которые подтверждают правильное деление территории на 3 участка:

1. Для первого участка характерны: K_s от 0,79 до 7,06 и $K_n = 1$.
2. Второй участок характеризуется значениями показателей K_s от 0,15 до 0,5 и K_n от 1 до 4.
3. Для третьего участка характерны значения K_s от 0 до 0,3 и $K_n = 2$.

Расчет среднего и максимального диаметров и средней глубины карстовых воронок [2] производился по методике I. Lerche и C. Lempp [3] отдельно для каждой части изучаемой территории.

Результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Данные расчетов карстовых воронок по методике I. Lerche и C. Lempp

Номер района	$d_{\text{ср}}$, м	d_{max} , м	$h_{\text{ср}}$, м
I	18,86	24,6	2,22
II	4,16	9,38	1,72
III	2,18	4,03	0,98

Из таблицы видно, что наиболее благоприятным участком для размещения обогатительной фабрики является участок № III.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Отчет по комплексным изысканиям (I этап). ОАО «Святогор». Второй этап расширения СМРЦ. Строительство обогатительной фабрики «Северная» для переработки медных и медно-цинковых руд Ново-Шемурского месторождения с линейными объектами. Проектная документация. Рабочая документация. Т. 2. Екатеринбург: ОАО «Уралгеопроект», 2013.
2. СП 22.13330.2011. Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНИП 2.02.01-83*.
3. Lerche I., Lempp C. Methods for estimating associated risks of sinkhole occurrences: a demonstration using available data from the Ruhr Valley region of Germany // Environmental Geosciences. № 9. Issue 4. 2002. P. 173–183.

ОСОБЕННОСТИ ОБРАБОТКИ ОПЫТНО-ФИЛЬТРАЦИОННЫХ РАБОТ В АЛЛЮВИАЛЬНЫХ РЕЧНЫХ ДОЛИНАХ ЮЖНОГО УРАЛА

ШАРАЕВ Р. Н., ТАГИЛЬЦЕВ С. Н.
ООО НПГ «Тектоника»

Целью данной работы является изучение особенностей обработки опытно-фильтрационных работ в речных долинах Южного Урала на примере водозаборного участка ОАО «Южно-Уральский криолитовый завод». Водозаборный участок расположен в гор. Кувандык Оренбургской области. Водозабор состоит из трёх действующих скважин, расположенных вблизи промплощадки завода, в пойме р. Кураганка, левого притока р. Сакмара.

В исследуемом районе выделяются следующие горизонты и комплексы: четвертичный аллювиальный горизонт (аQ); трещинные воды эффузивных и вулканогенно-осадочных образований среднего-верхнего девона (D_{2-3}); трещинные воды эффузивных и вулканогенно-осадочных образований силура-нижнего ордовика (O_1-S); трещинные воды верхнедевонских интрузивных образований основного и ультраосновного состава ($\square D_3-vD_3$).

Четвертичный аллювиальный водоносный горизонт является основным источником водоснабжения изучаемой территории и эксплуатируется на большинстве ближайших крупных месторождений (Кувандыкское МППВ и Рамазановское МППВ с утвержденными запасами в количестве 17,6 тыс. м³/сут. и 33,25 м³/сут. соответственно).

Рассматриваемый водозаборный участок характеризуется нижеследующими гидрогеологическими условиями.

1. Аллювиальный водоносный горизонт имеет двухслойное строение и напорно-безнапорный характер. На некоторых участках уровень подземных вод находится в водоупорных отложениях, и пласт следует рассматривать как напорный; на других участках, где уровень находится ниже водоупорной кровли, водоносный горизонт можно рассматривать как безнапорный. Верхний слой аллювия имеет суглинистый заполнитель, средняя мощность этого слоя составляет 5–7 м. Верхний слой с гидродинамических позиций является водоупором. Ниже водоупорного слоя располагается гравийно-галечниковый слой аллювия. Средняя мощность этого слоя составляет около 15 м.

2. Средний коэффициент фильтрации гравийно-галечниковых отложений оценивается величиной около 100 м/сут. Высокие фильтрационные и ёмкостные свойства аллювиальных образований определяют значительный гидрогеологический потенциал этого водоносного слоя.

3. По аллювиальным образованиям долины р. Кураганки, в сторону р. Сакмары, движется поток подземных вод. Расход потока оценивается величиной 4500 м³/сут. На участке расположения водозабора прямая связь подземных и речных вод отсутствует, река имеет подвешенный характер.

Опытно-фильтрационные работы выполнялись из скважин № 3, 5, 12 с целью определения гидродинамических параметров пласта.

Четвертичный аллювиальный водоносный горизонт для условий проведения опытно-фильтрационных работ схематизируется как напорный, изолированный безграничный пласт. Развитие депрессионной воронки описывается уравнением Тэйса. При наступлении квазистационарного режима уравнение Тэйса упрощается. Эта зависимость обычно называется уравнением Джейкоба:

$$S = 0,183 \frac{Q}{T} \lg \frac{2,25at}{r^2}, \quad (1)$$

где S – понижение (возмущение) уровня в скважине; Q – расход воды; T – коэффициент водопроницаемости; a – коэффициент пьезопроводности; t – время от начала опыта; r – расстояние от оси центральной скважины до точки, где измеряется понижение (расстояние до наблюдательной скважины).

Основные фильтрационные параметры (T и a) рассчитываются на основании зависимостей:

$$T = 0,183 \frac{Q}{C_p}, \quad (2)$$

$$\lg \frac{a}{r^2} = \frac{A}{C_p} - 0,35, \quad (3)$$

$$\lg a = \frac{A}{C_p} - 0,35 + 2 \lg r, \quad (4)$$

где C_p – тангенс угла наклона расчётного участка графика; A – ордината точки пересечения расчетной прямой с осью ординат.

Обработка данных откачки в напорных пластах достаточно детально рассмотрена в специальной литературе. Чаще всего используется графоаналитический метод обработки, который заключается в интерпретации графиков понижения уровня от логарифма времени откачки ($S \div \lg t$).

Расчет коэффициента водопроницаемости выполнялся по данным наблюдений в центральной скважине, а расчет коэффициента пьезопроводности – по данным наблюдательных скважин. Результаты определения расчетных характеристик представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты определения характеристик откачки по скважинам № 3, 5, 12

Номер скважины	$T, \text{ м}^2/\text{сут.}$	$a, \text{ м}^2/\text{сут.}$	μ	$r_c', \text{ м}$	$R, \text{ м}$
3	917	$2,97 \times 10^5$	$3,1 \times 10^{-3}$	0,27	160
5	1682	$4,55 \times 10^5$	$3,7 \times 10^{-3}$	0,023	216
12	2021	$1,85 \times 10^6$	$1,1 \times 10^{-3}$	1,17	417

Выводы.

1. На участке водозабора водоносный аллювиальный горизонт следует схематизировать как напорный изолированный пласт. При проведении откачек депрессионная воронка не достигает бортов долины и при дебитах менее $3000 \text{ м}^3/\text{сут.}$ реализуется гидродинамическая схема напорного безграничного пласта.

2. Стабилизация уровня при откачках обеспечивается перехватом части естественного потока подземных вод, который движется по аллювиальной долине. При откачках с дебитом от 1800 до $2600 \text{ м}^3/\text{сут.}$ перехватывается примерно половина расхода естественного потока подземных вод.

3. Аллювиальный водоносный горизонт сложен гравийно-галечниковыми отложениями с высокими фильтрационными свойствами. Значения параметра водопроницаемости варьируют от 900 до $2000 \text{ м}^2/\text{сут.}$

4. Напорный характер водоносного горизонта надежно подтверждается значениями коэффициента пьезопроводности, которые составляют от 3×10^5 до $2 \times 10^6 \text{ м}^2/\text{сут.}$, а также подтверждается характерным значением упругой водоотдачи. Более высокие значения коэффициента пьезопроводности фиксируются в районе 12-й скважины, что определяется повышенными фильтрационными свойствами аллювиальных отложений в центральной части долины.

ПРОБЛЕМЫ ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ГОРОДА ТАЛИЦА СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

ЖИДКОВ К. Е., ТАГИЛЬЦЕВ С. Н.

Уральский государственный горный университет

В настоящее время Талица не обеспечена запасами подземных вод, пригодными для питьевого водоснабжения. Данная проблема имеет длительную историю и требует скорейшего решения. Исследования, направленные на улучшение состояния питьевого водоснабжения, выполняет ООО «НПФ ММПИ». Основная идея этих работ состоит в использовании речных вод для пополнения ресурсов подземных вод и улучшения их качества. В ходе гидрогеологических работ должны последовательно решаться вопросы, связанные с химическим составом поверхностных и подземных вод, изучаться фильтрационные и ёмкостные свойства водоносных горизонтов.

Питьевое водоснабжение Талицы базируется на использовании подземных вод нижнеэоценового горизонта. Оценка возможности магасинирования поверхностных вод в нижнеэоценовом водоносном горизонте проводилась на Талицком участке. Сложившаяся величина фактической добычи из водоносного горизонта составляет 4,27 тыс. м³/сут., среднее значение сухого остатка в подземных водах достигает 1,7 г/дм³. Подземные воды Талицкого участка не соответствуют питьевым нормативам по величине сухого остатка, содержанию хлоридов, натрия, бора, брома и лития. В таблице 1 представлены показатели качества подземных вод Талицкого участка.

Таблица 1 – Показатели качества питьевых подземных вод Талицкого участка

Показатели	Единицы измерения	ПДК	Содержание	
			от	до
Сухой остаток	мг/дм ³	1000	862	2601,3
Жёсткость общая	мг-экв	7	1,1	7,6
Железо (Fe)	мг/дм ³	0,3	0	2,28
Магний (Mg)	мг/дм ³	50	4,7	48,6
Натрий (Na+K)	мг/дм ³	200	314,9	1117,3
Сульфаты (SO ₄ ²⁻)	мг/дм ³	500	0	132,9
Хлориды (Cl)	мг/дм ³	350	212,7	1754,9
Гидрокарбонаты (HCO ₃ ⁻)	мг/дм ³	не норм.	221,4	1220,0
Кальций (Ca ²⁺)	мг/дм ³	не норм.	14,8	72,2
Бор (B)	мг/дм ³	0,5	2,1	2,8
Бром (Br)	мг/дм ³	0,2	2,1	5,1
Литий (Li)	мг/дм ³	0,03	0,04	0,15

Наиболее перспективным способом обеспечения Талицы питьевой водой надлежащего качества является использование поверхностного стока р. Урги путем его магасинирования в основном водоносном горизонте. Показатели качества воды, которая содержится в водохранилище (р. Урга), соответствуют требованиям к питьевым водам. В таблице 2 представлены показатели качества поверхностных вод в Ургинском водохранилище.

Взаимное расположение Ургинского водохранилища и существующего питьевого водозабора является удобным по экономическим и гидрогеологическим позициям. В настоящее время большинство скважин водозабора располагаются в долине р. Урги ниже плотины водохранилища. Данная ситуация позволяет избежать строительства длинных водоводов и мощных насосных станций.

Возможность направления поверхностных вод в целевой водоносный горизонт не связана с сезонами и уровнем водности года. Если подачу в водоносный горизонт поверхностных вод ограничить лишь их паводковыми ресурсами, то этого количества воды

будет достаточно для обеспечения эксплуатационных запасов водозабора подземных вод. Расчёты показывают, что для пополнения запасов подземных вод потребуется 10 поглощающих скважин глубиной до 150 м. Эти скважины могут обеспечить подачу в водоносный горизонт 4,0 тыс. м³/сут. Предположительно планируется применение самотечной схемы путем сообщающихся сосудов.

Таблица 2 – Показатели качества поверхностных вод в Ургинском водохранилище

Показатели	Единицы измерения	ПДК	Содержание	
			от	до
Сухой остаток	мг/дм ³	1000	245	
Жёсткость общая	мг-экв	7	3,3	
Железо (Fe)	мг/дм ³	0,3	0,18	
Магний (Mg)	мг/дм ³	50	11,6	
Натрий (Na+K)	мг/дм ³	200	3,6	23,1
Сульфаты (SO ₄ ²⁻)	мг/дм ³	500	< 2	3,59
Хлориды (Cl)	мг/дм ³	350	5,36	< 10
Гидрокарбонаты (HCO ₃ ⁻)	мг/дм ³	не норм.	189,1	195,3
Кальций (Ca ²⁺)	мг/дм ³	не норм.	47,1	
Бор (B)	мг/дм ³	0,5	0,054	
Бром (Br)	мг/дм ³	0,2	0,036	
Литий (Li)	мг/дм ³	0,03	0,015	

Таким образом, использование речных вод для пополнения ресурсов и улучшения качества подземных вод позволяет кардинально улучшить водоснабжение Талицы питьевой водой. Для доведения этого варианта водоснабжения до практической реализации планируется постановка натурных испытаний по оценке фильтрационных и миграционных характеристик целевого водоносного горизонта. Анализ ситуации и просчёт оптимальных решений будет производиться на численной (математической) модели.

КОРА ВЫВЕТРИВАНИЯ ГРАНИТОИДОВ ВЕРХ-ИСЕТСКОГО МАССИВАЧЕРКАСОВ С. А.¹, ГРЯЗНОВ О. Н.²¹ООО «ПРО-Изыскания»²Уральский государственный горный университет

В окрестностях города Екатеринбурга одно из наиболее крупных тел гранитоидов биотитовых гранитов представлено Верх-Исетским батолитом, его визовским сателлитом [1], в дальнейшем именуемым Верх-Исетским массивом гранитоидов. Он расположен к западу и северо-западу от города в полосе восточных предгорий Уральских гор. Современный рельеф земной поверхности Урала и рассматриваемой территории сформировался преимущественно за мезо-кайнозойское время (за последние 300 млн лет) и является результатом совместного действия тектонических и денудационных процессов.

Выветривание – многофакторный процесс, активно протекающий повсеместно на территории Екатеринбурга. Проявляется как процесс физического и химического выветривания. Дезинтеграция горных пород и минеральные замещения являются основой образования рыхлых отложений всех генетических типов. На горно-складчатом Урале коры химического выветривания, согласно А. П. Сигову и Л. А. Гузовскому [2], формировались в три тектоно-климатических этапа: ранний нижнемезозойский (Т- J_1), средний верхнемезозойский – палеогенный (средняя юра – нижний олигоцен (J_2 - P_1)) и поздний верхнепалеогеновый (средний – верхний олигоцен, $P_{2,3}$). В начальный этап формировались маломощные каолиновые коры выветривания. Средний этап характеризовался на Среднем Урале развитием мощных кор выветривания каолинового профиля. Позднему этапу свойственны маломощные коры выветривания каолинового – гидрослюдистого состава. Плиоцен-четвертичный (N_2 - Q_3) этап геологического развития Урала отличается повсеместным проявлением физического выветривания. При эрозионном вскрытии кор химического выветривания происходило наложение более поздних процессов. В этой связи коры выветривания на современном эрозионном срезе, по сути, представляют собой полигенетические образования [3].

Состав коры постепенно изменяется снизу вверх от материнской породы до продуктов наиболее глубокого преобразования. В пределах Верх-Исетского массива гранитоидов можно выделить следующие инженерно-геологические элементы (снизу вверх): щебенистый грунт, дресвяный грунт, супесь, суглинок. На поверхности широко распространены торфяные болота.

Щебенистый грунт гранитов представляет собой не окатанные остроугольные обломки горной породы с преобладанием частиц размером более 10 мм (60 %). Обломочный материал от сильновыветрелого до слабовыветрелого.

Дресвяный грунт гранитов представляет собой обломочную зону коры выветривания и является несущим слоем с высокими показателями прочностных свойств. Распространение обломочной зоны можно охарактеризовать как повсеместное развитие коры выветривания. Порода имеет прочноструктурный облик, сохранивший структуру материнских пород. По гранулометрическому составу преобладают частицы размером 0,1–2 мм (30 %) и 2–10 мм (34 %) с твердым супесчаным заполнителем.

Дисперсная зона, характеризующаяся глубокими химико-минералогическими преобразованиями исходных пород до конечной стадии разложения, представлена супесчаными и суглинистыми грунтами, чаще всего с обломочными включениями.

Физико-механические характеристики грунтов коры выветривания Верх-Исетского массива гранитов представлены в таблице 1.

В пределах Верх-Исетского массива гранитоидов нередко можно встретить выход на поверхность материнской породы, подверженной воздействию физического выветривания. Сюда можно отнести скалы Соколиный камень, Семь братьев, Писаница и др. Последняя получила название благодаря древним изображениям, сохранившимся до наших дней.

Таблица 1 – Физико-механические характеристики грунтов коры выветривания Верх-Исетского массива гранитов

Показатели свойств	Граниты											
	Суглинок			Супесь			Дресвяный грунт			Щебенистый грунт		
	<i>n</i>	<i>x</i> _{ср}	<i>V</i>	<i>n</i>	<i>x</i> _{ср}	<i>V</i>	<i>n</i>	<i>x</i> _{ср}	<i>V</i>	<i>n</i>	<i>x</i> _{ср}	<i>V</i>
<i>p</i> , г/см ³	12	2,03	0,04	32	1,97	0,05	33	2,11	0,08	3	2,28	2,83
<i>pd</i> , г/см ³	12	1,66	–	24	1,66	–	18	1,87	–	–	–	–
<i>ps</i> , г/см ³	12	2,86	–	32	2,75	–	11	2,68	–	–	–	–
<i>W</i> , д. е.	12	0,22	0,08	34	0,19	0,03	30	0,10	–	–	–	–
<i>WL</i> , д. е.	12	0,35	–	37	0,30	–	32	0,27	–	–	–	–
<i>Wp</i> , д. е.	12	0,26	–	37	0,24	–	32	0,22	–	–	–	–
<i>Ip</i> , д. е.	12	0,08	–	37	0,06	–	36	0,04	–	–	–	–
<i>n</i> , %	12	42	–	32	40	–	10	35	–	–	–	–
<i>e</i> , д. е.	12	0,73	–	32	0,67	–	10	0,55	–	–	–	–
<i>φ</i> , град	5	25	0,17	23	30	0,11	3	35	0,12	–	–	–
<i>C</i> , МПа	5	0,036	0,23	23	0,035	0,36	3	0,030	0,22	–	–	–
<i>E</i> , МПа	6	4,5	0,32	20	4,8	0,28	5	4,9	0,30	–	–	–
Грануло-метрический состав, мм	< 0,005	4	27	17	14	61	5	5	1			
	0,005–0,1		0		26		6		4			
	0,1–2		22		29		30		15			
	2–10		33		28		34		20			
	> 10		18		3		25		60			

p – плотность грунта; *pd* – плотность сухого грунта; *ps* – плотность минеральной части; *W* – влажность, *WL* – влажность на границе текучести, *Wp* – влажность на границе раскатывания; *Ip* – число пластичности; *n* – пористость; *e* – коэффициент пористости; *φ* – угол внутреннего трения; *E* – модуль деформации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Геология СССР. Т. XII. Ч. 1. Кн. 2. М.: Недра, 1969. 304 с.
2. Комплексное геолого-геоморфологическое картирование Урала с целью поисков гипергенных полезных ископаемых / А. П. Сигов [и др.]. Свердловск: Изд-во Саратовского ун-та, 1968.
3. Грязнов О. Н. Факторы инженерно-геологических условий Урала. Региональные геологические факторы // Изв. УГГУ. Вып. 3(35). 2014. С. 30–50.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА И СПОСОБА ПРИМЕНЕНИЯ УНИВЕРСАЛЬНОГО РЕАГЕНТА «TURBA-NF» ДЛЯ ЛИКВИДАЦИИ АВАРИЙНЫХ РАЗЛИВОВ НЕФТИ

УСОВ Г. А., ЭЙНГОРН С. Г., ГРЕБЕНЮКОВ В. С., ГОРДЕЕВ Е. Н., ДРАГУН В. А.
Уральский государственный горный университет

В связи с резким ухудшением экологической обстановки в масштабе всей планеты решение проблем защиты растительного и животного мира от техногенного воздействия становится настоящей необходимостью. Немаловажной составляющей этой большой проблемы является ликвидация последствий разливов нефти в результате аварийных ситуаций различного масштаба и попадания нефти и нефтепродуктов в водную среду. Мировой и отечественный опыт показывают, что в настоящее время одним из перспективных способов удаления нефти с водных поверхностей является использование сорбционных и биосорбционных технологий, предусматривающих применение специальных нефтепоглощающих материалов (сорбентов).

В комплексном критерии эффективности использования сорбционных материалов необходимо учитывать их сорбционные характеристики, стоимость, транспортные издержки, сложность нанесения на загрязнённые поверхности с учетом особенностей загрязненных участков, особенности применения в различных климатических условиях, технические решения утилизации нефтенасыщенных сорбентов. В критерии биосферной совместимости проведения природоохранных мероприятий должны рассматриваться подходы, использование которых при производстве, транспортировке, применении и утилизации нефтепоглощающих материалов не приведёт к повторному загрязнению природных объектов.

Большинство используемых в настоящее время сорбционных материалов для ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов получают на основе синтетических и природных органических полимеров. Типичными представителями нефтепоглощающих материалов, полученными на основе синтетических полимеров и изделий из них, являются сорбенты на основе полипропиленовых волокон, пенографита, пенопластов (пенополиуретаны), изделия из поливинилхлорида, фенолальдегидных смол, резиновой крошки и др.

К недостаткам использования синтетических сорбентов можно отнести экологическую опасность, сложность утилизации, высокую стоимость. Для синтетических сорбентов характерно, что, несмотря на гидрофобность, они обладают низкой селективностью и с одинаковой интенсивностью поглощают нефть и воду. Применение сорбентов в диспергированной форме (каучуковая крошка, порошок фенолформальдегидной смолы, гранулы полистирольного пенопласта) может привести к вторичному загрязнению окружающей среды уже этим сорбентом, слабо разлагающимся в природных условиях.

При комплексном подходе с учетом требований высокой эффективности, невысокой стоимости и экологичности при создании нефтепоглощающих материалов специалисты Финляндии, Канады, США и России отдают приоритет природному материалу – торфу. Финской фирмой «Varo» на основе торфа создан и применяется материал «Ripotin», обладающий нефтеёмкостью до 3 г/г (ориентировочная стоимость 3000 \$). Канадская фирма «Klop Inc.» на основе канадского торфяного мха предлагает экологически чистый сорбент «Peatsorb», который позволяет эффективно удалять последствия разливов сырой нефти, нефтепродуктов и более 50 наименований углеводородсодержащих веществ (стоимость сорбента доходит до 8000 \$).

Российская компания «Ренари» предлагает экологически безопасный сорбент на основе продуктов термической переработки отходов сельского хозяйства для сбора и удаления нефти и нефтепродуктов с поверхности воды с сорбционной ёмкостью по нефти от 2 до 4 г/г и стоимостью за одну тонну сорбента 2750 \$. Другая российская компания – «Лессорб» – разработала серию препаратов на основе сфагновых мхов. Предлагаемые препараты обладают нефтеёмкостью в пределах 2,5–4,0 г/г и стоимостью 2500–5000 \$ за тонну.

Совместные предварительные исследования, проведенные кафедрами технологии и техники разведки МПИ и гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии Уральского государственного горного университета, позволяют утверждать, что перспективность использования торфа и композиций на его основе в качестве сорбентов нефти и продуктов её переработки позволяет создать недорогой высокоэффективный сорбционный препарат, по своим эксплуатационным характеристикам не уступающий зарубежным аналогам, разработать новый способ его использования (рисунок 1) и найти рациональное применение нефтенасыщенного реагента «Turba-HF» при полном соблюдении экологичности.

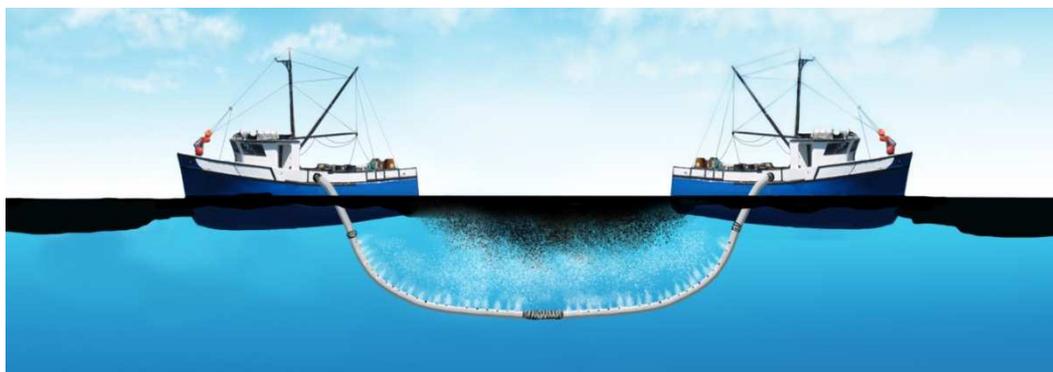


Рисунок 1 – Способ применения реагента «Turba-HF»

В качестве эффективного и дешёвого сорбента на современном рынке представлены различные виды торфореагентов для сбора нефти с водной поверхности. Все они производятся на основе крупнодисперсного (частицы размером от 0,5 до 10 мм) фрезерного торфа с заранее повышенной влажностью (до 20 %) при полном отсутствии сорбционной избирательности к нефтепродуктам и воде. Кроме того отсутствуют предложения по дальнейшему рациональному использованию торфа насыщенного нефтью и водой (только захоронение или сжигание).

К внедрению на промышленном уровне авторами предлагается технология и техника для производства торфореагента «Turba-HF», обладающего совершенно новыми уникальными свойствами:

- торфореагент имеет влажность не более 10 %;
- размер всех частиц торфопорошка меньше 150 мк;
- сорбционная способность увеличена в 1,5 раза;
- частицы порошка покрыты гидрофобным слоем, обеспечивающим избирательность сорбционной способности в пользу нефтепродуктов 95 %;
- гидрофобизованный торфопорошок возможно подавать под нефтяную пленку, что полностью исключит потери реагента;
- торфопорошок, пропитанный нефтью, может использоваться в качестве пластифицирующей добавки в дорожные покрытия, увеличивающей срок службы асфальта в несколько раз;
- за счет высокой дисперсности увеличена насыпная плотность торфореагента до 0,5 т/м³, что существенно упрощает его транспортировку;
- себестоимость производства торфореагента по предварительным подсчетам не превысит 38–40 руб. за килограмм.

Разработанная авторами технология и техника позволит организовать стационарное и очень компактное производство по переработке торфа в различные виды сорбентов с повышенной сорбционной способностью, востребованные и конкурентные на современном, в том числе международном рынке. По другому варианту возможны изготовление и продажа малогабаритных мобильных установок по производству торфореагентов непосредственно в районы нефтепромыслов, имеющих исходное сырье.