

УДК 624.131.276

И.П. КОВАЛЕНКО, В.Р. ИВКО

Ивко Вячеслав Ростиславович родился в 1958 г., окончил в 1987 г. Архангельский лесотехнический институт, старший преподаватель кафедры инженерной геологии, оснований и фундаментов Архангельского государственного технического университета. Имеет 25 печатных работ в области экологии и инженерных конструкций.

О ПРОТИВОФИЛЬТРАЦИОННЫХ ЭКРАНАХ ИЗ ТОРФА

Уточнены особенности торфяных отложений Северо-Западного региона. Изучены изменения фильтрационных свойств торфа разного ботанического состава под нагрузкой.

The regional character of peat deposits of North-western region has been revised. The changes of filtering properties of peat of different botanic composition under the load have been studied.

Фильтрационные потери жидкой составляющей накопителей отходов промышленных предприятий происходят через тело ограждающих дамб, их основания и дно чаши накопителя. СНиП 2.06.05–84 [2] для экранов и понуров грунтовых плотин допускает применение торфа с защитным покрытием из минеральных грунтов (термин «плотины из грунтовых материалов» соответствует термину «ограждающие дамбы из грунтовых материалов»). Опыт возведения и эксплуатации подобных сооружений широко освещен в литературе. Известны отдельные случаи возведения таких сооружений в Архангельской области, например участок ограждающей дамбы с торфяным ядром на Соломбальском ЦБК (ныне рекультивируемый участок золоотвала). По ряду объективных причин этот опыт не получил распространения.

Тем не менее использование торфа в качестве естественных противофильтрационных экранов чаши накопителей представляет определенный интерес. Это связано с особенностями Северо-Западного региона. К ним относятся распространенность торфяных отложений, конструктивные особен-

ности эксплуатируемых накопителей (низкий класс капитальности, большая протяженность ограждающих дамб, малая их высота и, как следствие, большие площади), высокий уровень осадков и грунтовых вод. В этих условиях устройство противofильтрационных экранов из малопроницаемых материалов (уплотненные глинистые грунты, асфальтобетон и т. п.) является трудоемким и затратным.

В то же время известен ряд фактов, позволяющих рассматривать торфяную залежь как естественный противofильтрационный экран чаши накопителя. Прежде всего, это снижение фильтрации с увеличением нормального давления, высокая сорбционная способность торфа и наличие переходного водоупорного слоя.

Общеизвестно, что коэффициент фильтрации торфа (K_{ϕ}) при нормальном давлении 0,1 МПа уменьшается в 100 раз и более по сравнению с этим показателем для необжатого торфа, при давлении 0,3 МПа практически равен нулю. С ростом давления K_{ϕ} уменьшается неравномерно, максимально – на уровне малых давлений, что связано с ликвидацией макропор. После их закупорки снижение водопроницаемости замедляется. Фильтрационные свойства торфа зависят от степени его разложения и ботанического состава, а следовательно, от типологической принадлежности. Торф обладает фильтрационной анизотропностью, нестабильностью фильтрационного потока во времени, начальный градиент проявляется при высоких напорах. Водопроницаемость торфа зависит от степени дисперсности, причем эта связь намного теснее, чем между коэффициентом фильтрации и степенью разложения.

Высокая сорбционная способность торфа позволяет использовать его в торфяных фильтрах, сорбирующих ионы тяжелых металлов, компоненты фенолов, нефтепродуктов, органических масел и т. д.

Особенностью торфяной залежи является наличие на границе перехода от торфа к минеральному грунту горизонта небольшой мощности (2...20 см) с низкими фильтрационными свойствами ($K_{\phi} = 1,1 \cdot 10^{-7} \dots 1,1 \cdot 10^{-4}$ см/с), как правило, с ярко выраженным оглеением. Мощность этого горизонта зависит от вида подстилающего грунта. У легких по механическому составу грунтов она ниже, чем у тяжелых.

Для выявления региональных особенностей торфяных отложений были использованы материалы отчетов о детальной разведке ряда торфяников области («Шидровское» Виноградовского района, «Рикасиха» и «Онежский мох» Приморского района и др.), выполненных геологоразведочной экспедицией Северо-Западного территориального управления. Часть исследований проведена нами, в первую очередь на территориях существующих накопителей промышленных отходов целлюлозно-бумажной промышленности.

На основании первоначально проведенного анализа, с учетом литературных данных, было установлено, что болота и болотные массивы



Рис. 1. Карта-схема торфяного месторождения «Онежский мох» Приморского района: 1 – торф верхового типа; 2 – низинного; 3 – переходного; 4 – смешанного

Архангельской области имеют как общеизвестные географические, так и региональные особенности. К региональным особенностям следует отнести распространение низинных жестководногрунтовых болот в местах выхода карбонатных пород на поверхность, а также обилие низинных прирусловых болот, связанное с огромной протяженностью больших и малых рек. При преобладании олиготрофных (верховых) торфяников (до 60 % всех болот) отмечается типологическая пестрота в рамках сравнительно небольших заболоченных территорий. Это проиллюстрировано на рис. 1, где представлена карта-схема торфяного месторождения «Онежский мох» Приморского района. Проведенные полевые исследования подтвердили пестроту подстилающих четвертичных отложений (рис. 2) и, что не менее важно, широкий диапазон изменчивости переходного оглеенного горизонта (от 1,5 до 19,0 см). Минеральное дно имеет уклоны до 6,9 %.

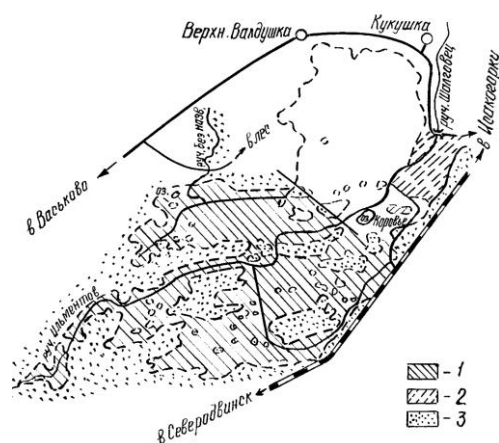
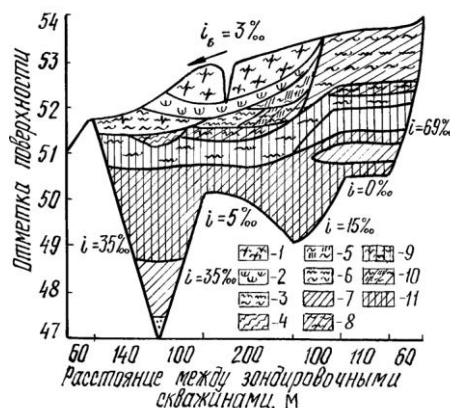


Рис. 2. Карта-схема четвертичных отложений; 1 – озерно-болотные; 2 – озерно-ледниковые; 3 – ледниковые

Рис. 3. Стратиграфический разрез торфяных отложений месторождения «Онежский мох»: 1 – фускум; 2 – ангустифолиум; 3 – комплексный верховой; 4 – пушицево-сфагновый; 5 – шейхцериево-сфагновый; 6 – сфагновый переходный; 7 – осоковый низинный; 8 – осоковый переходный; 9 – древесный переходный; 10 – шейхцериево-переходный; 11 – древесно-осоковый низинный торф



Подобная типологическая пестрота характерна для ряда других мест, в частности участка накопителей промышленных отходов Котласского ЦБК. Накопители Соломбальского ЦБК расположены в основном на низинных торфах по аллювиальным отложениям, отличающихся пестротой подстилающего слоя (аллювиальные глины, суглинки, супеси мощностью от 0,5 до 2,0 м, пески разной зернистости, илы).

Анализ инженерно-геологических условий на площадях возведения накопителей отходов целлюлозно-бумажной промышленности области показал, что они размещались на заболоченных территориях, имеющих холмистое минеральное дно с выходом на поверхность сильнодренирующих аллювиальных и моренных отложений, коэффициент фильтрации которых колебался от $5,7 \cdot 10^{-4}$ до $2,9 \cdot 10^{-2}$ см/с. При выборе секций хранения промышленных отходов эти особенности не учитывались.

Общеизвестна пестрота ботанического состава в стратиграфических разрезах торфяных отложений. Не являются исключением торфяные залежи в Архангельской области. В качестве примера приведен рис. 3. Высокая пестрота ботанического состава торфяных отложений выявлена в районе накопителей Архангельского, Котласского и Соломбальского ЦБК.

При изучении фильтрационных свойств торфяных грунтов мы исследовали влияние на них обжимающей нагрузки, включая фильтрационную анизотропность, а также длительного воздействия (в течение 17 лет) химически активных фильтратов.

Воздействие обжимающей нагрузки на фильтрацию определяли по схеме «двух скважин» Чайдса [1]. Усовершенствованная схема представлена на рис. 4. Она позволяет определять горизонтальную (K_r) и вертикальную (K_v) составляющие коэффициента фильтрации, зависящие от нормального давления в пределах как отдельного торфяного слоя, так и по глубине торфяного массива, а в целом, в первом приближении, моделировать фильтрацию в обжатом торфяном основании накопителя.

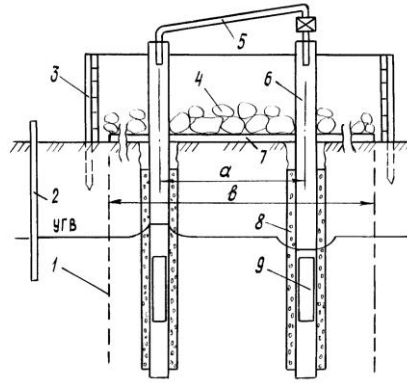


Рис. 4. Схема опыта по определению горизонтальной и вертикальной составляющих коэффициента фильтрации при переменном давлении: 1 – прорезь в торфе; 2 – контрольный пьезометр; 3 – опалубка; 4 – нагрузочный материал; 5 – насос; 6 – фильтрующая поляя труба; 7 – жесткая металлическая плита; 8 – гравийная засыпка; 9 – вкладыш

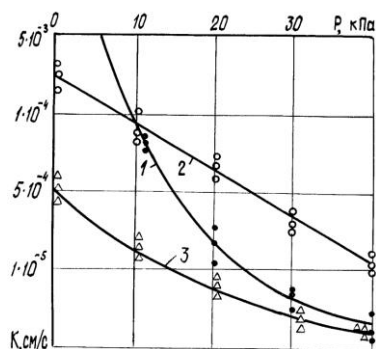
Для проведения опыта выбирали участок торфяной залежи с заранее определенными свойствами. Уровень грунтовых вод на участке должен быть ниже дневной поверхности, что исключало взвешивающее воздействие воды на каменную или другую пригрузку.

В две заранее подготовленные скважины задавливали трубы большого диаметра (d_1), в которые опускали трубы меньшего диаметра (d_2) ($d_1 = 1,1 d_2$). Для предотвращения смятия волокон торфа большие трубы выполняли с острозаточенными кромками. Зазор между стенками труб после центровки заполняли отсевом мелкого гравия. После этого трубу большого диаметра вынимали. На торфяное основание укладывали жесткую металлическую квадратную плиту стороной $b = 3a$. В торфе делали прорезь на максимально допустимую глубину, устанавливали опалубку. Плиту нагружали камнем или другим тяжелым материалом, равномерно распределенным по ее площади. С помощью насоса малой производительности воду откачивали из одной скважины в другую. При этом уровень грунтовых вод приобретал очертания, примерно отображенные на рис. 4. За окончание фильтрации принимали момент выравнивания уровня грунтовых вод. Горизонтальную и вертикальную составляющие коэффициента фильтрации определяли по методике работы [1], при этом значение K_v находили по методу Киркхема, основанному на измерении времени, в течение которого поднимается вода лишь со дна скважины. Для этого трубу меньшего диаметра первоначально устанавливали без боковых фильтрационных отверстий.

Зная экспериментальные значения составляющих фильтрации, характеризующей массив в условиях полевого опыта, находили показатель фильтрационной анизотропности (α) по формуле

$$\alpha = K_r/K_v.$$

Рис. 5. Зависимость коэффициента фильтрации K от давления P в слое торфа мощностью 1 м: 1 – комплексный переходный; 2 – ангустифолиум; 3 – древесно-осоковый низинный



Коэффициент фильтрации в слое торфа мощностью 1 м измеряли для трех видов торфа: комплексного переходного (степень разложения 20...25 %), ангустифолиума (30...35 %) и древесно-осокового низинного (45...50 %). Результаты опыта приведены на рис. 5. Установлено изменение значений анизотропности при возрастании давлений на торфяное основание.

Изменение коэффициента фильтрации торфяной залежи, находившейся длительное время под воздействием химически активного фильтрата шлама зеленого щелока, определяли методом откачек в диапазоне малых нагрузок (0...18 кПа). Коэффициент фильтрации изменялся от $4,6 \cdot 10^{-4}$ до $5,7 \cdot 10^{-6}$ см/с. Нижний предел коэффициента фильтрации близок к показателю для суглинка и глины.

Таким образом, анализ литературных источников и результаты полевых исследований показали, что при увеличении нормального давления до 80 кПа (что соизмеримо с обжатием 2–3-метрового слоя шламовых материалов) водонепроницаемость торфа снижается до значений показателя для пылевато-глинистых грунтов. Следовательно, торф можно рассматривать в качестве естественного экрана чаши накопителей низкотоксичных промышленных отходов. Подобная водонепроницаемость торфов, подвергавшихся длительному воздействию химически активных фильтратов, была достигнута в диапазоне меньших нагрузок.

В целях надежного экранирования чаши накопителей необходимо разработать технологию разволакивания и выравнивания торфяной залежи, последовательность заполнения накопителя или его секций, делая упор на равномерном обжатии экрана, установить оптимальные градиенты напора, с учетом проницаемости трехслойных оснований (торф–переходный слой – минеральное дно), продолжить исследования сорбционных свойств торфа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1.] Винокуров Ф.П., Тетеркин А.Е., Питерман М.А. Строительные свойства торфяных грунтов. - Минск: Изд-во АН БССР, 1962. С. 283. [2.] СНиП 2.06.05–84. Плотины из грунтовых материалов. - М.: Стройиздат, 1984. - 49 с.

Поступила 24 июня 1996 г.