

ОЦЕНКА сорбционной СПОСОБНОСТИ ВЕРХОВОГО ТОРФА

Предложена установка для определения сорбционных характеристик грунтов. На основании проведенных исследований установлено, что торф не сорбирует из фильтрующихся через него растворов фенол и гваякол.



Введение

На территории Архангельской области существует 389 свалок промышленных и бытовых отходов, из которых только 20 % являются санкционированными [1]. Размещение остальных свалок выполнено без какой-либо проектной документации и предварительной подготовки основания. Учитывая тот факт, что болота и заболоченные земли в пределах материковой части Архангельской области занимают около 60 % территории, проблема экологических последствий размещения свалок в регионе является весьма актуальной.

Одним из таких примеров служит болото Конииник, расположенное в Архангельской обл. Общая площадь болота около 4,5 км², мощность торфяных отложений достигает 6÷8 м. С 50-х годов на болоте размещались отходы лесопиления и деревообработки, а также осуществлялся сброс стоков очистных сооружений города и гидролизного завода (рис. 1).

Мониторинг, проводившийся с 2002 по 2011 г. [3], показал, что грунтовые воды болота характеризуются повышенным содержанием аммония солевого, фосфатов, нефтепродуктов, лигнинных веществ, фено-

И.В. Тельминов*, ассистент кафедры инженерной геологии, оснований и фундаментов, ФГАОУ ВПО Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова

Л.А. Вешнякова, ассистент кафедры композиционных материалов и строительной экологии, ФГАОУ ВПО Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова

лов. В частности, содержание фенолов превышает ПДК в несколько десятков раз.

Несмотря на то, что сброс стоков гидролизного завода несколько лет назад прекращен, вынос поллютантов с болота продолжается до сих пор. Для выполнения прогноза интенсивности и продолжительности этого процесса кроме содержания поллютантов в грунтовых водах необходимо знать сорбционную способность торфа.

В работах [4, 5] определялась поглощающая способность торфа по отношению к неорганическим веществам (нитратам, нитритам, азоту, фосфору, хлоридам, сульфатам, аммиаку) и соединениям тяжелых металлов (железа, кадмия, цинка, ртути, кобальта, стронция) [6-9], а также нефти и нефтепродуктов [5, 10-12]. Поглощение торфом фенольных соединений не изучено.

Целью данной работы являлось определение сорбционной способности торфа по отношению к фенолу и гваяколу, как типичным представителям одноатомных фенолов.

Материалы и методы исследования

Испытания проводились на установке, представленной на рис. 2, конструкция которой защищена патентом [13]. Установка включает гильзу 5 диаметром 50 мм, разделенную двумя пористыми дис-

*Адрес для корреспонденции: i.telminov@narfu.ru



Рис. 1. Схема размещения отходов на болоте Конинник.

- 1 — границы болота,
- 2 — свалка древесных отходов,
- 3 — выпуск очистных сооружений,
- 4 — свалка гидролизного лигнина,
- 5 — отвал золы ТЭС,
- 6 — свалка отходов лесопиления (топографическая основа Яндекс Карты [2]).

ками 6 на три камеры — рабочую и две торцевых. Длина рабочей камеры, в которой размещается образец торфа, при перестановке пористых дисков может изменяться от 2 до 15 см. Жидкость к образцу подается из наливного бака 1 объемом 20 л через напорный бак 3 с поплавковым затвором 2 и первую торцевую камеру. Профильтрованная жидкость, пройдя через образец, поступает

А.М. Айзенштадт,
доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой композиционных материалов и строительной экологии, ФГАОУ ВПО Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова

во вторую торцевую камеру и отводится по шлангу 8 в мерный цилиндр 9.

Образцы торфа для испытаний отбирались на участке неосвоенного болота верхового типа под г. Архангельском с глубины 0,4÷0,6 м. Предварительно стандартными методиками нами были определены основные физические свойства торфа: плотность 0,83÷1,03 г/см³, влажность 8,9÷10,4, плотность частиц 1,48÷1,50 г/см³, коэффициент пористости 12,1÷16,8, степень разложения 5÷8 %, зольность 3,5÷4,5%, степень влажности 0,88÷1,00.

Перед проведением сорбционных испытаний образец торфа подвергался специальной пробоподготовке, которая заключалась в возможно полном извлечении растворимых в органическом растворителе соединений. В качестве растворителя (экстрагента) использовали этанол. Это связано с тем, что этиловый спирт является хорошим растворителем фенольных и др. органических соединений [14]. Образец помещали в стеклянную колбу, заливали этанолом из расчета 25 мл на 1 г сухого вещества торфа. Затем содержимое колбы перемешивали на универсальном лабораторном шейкере LIOP LS-120 с частотой колебаний платформы 150 мин⁻¹ в течение 1 ч. Далее торф извлекали из колбы, экстракт отфильтровывали через воронку с бумажным фильтром.

Подготовленный торф нарушенной структуры помещался в рабочую камеру установки. При загрузке торф равномерно уплотняли до значений коэффициента пористости 12,5÷17,0, близких к показателям образцов ненарушенной структуры. Длина образца варьировалась от 2 до 15 см.

Испытания проводили в 3 этапа. Первый этап — фильтрация дистиллированной воды (промывание). Служит для удаления остатков этилового спирта, способного повлиять на значения оптической плотности. Объем воды для промывания составлял 0,8÷1,0 л на 1 г сухого вещества образца.

Второй этап — фильтрация двухкомпонентного модельного раствора фенола и гваякола. Концентрация фенола и гваякола принималась 10 мг/л (в соотношении 50/50 объемных %). Объем раствора составлял 2,5÷4,2 л на 1 г сухого вещества торфа.

Третий этап — фильтрация дистиллированной воды. Служит для вымывания раствора фенола и гваякола из образца.

В течение опыта фиксировали объем профильтровавшейся жидкости и через определенный интервал времени (5÷90 мин) отбирали пробы фильтрата. Расход

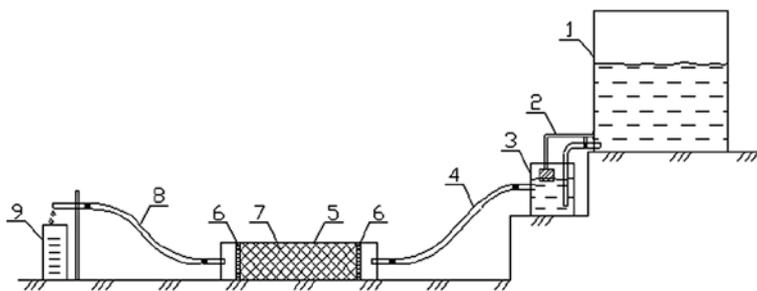


Рис. 2. Схема установки.

- 1 – наливной бак, 2 – поплавковый затвор, 3 – напорный бак,
4 – подающий шланг, 5 – гильза; 6 – пористый диск; 7 –
образец торфа;
8 – отводящий шланг; 9 – мерный цилиндр.

жидкостей при фильтрации на трех этапах поддерживался в интервале $0,7 \div 0,9$ л/ч, общая продолжительность опыта составляла $11 \div 32$ ч. После завершения фильтрации торф извлекали из рабочей камеры, определяли массу и влажность образца.

Для всех отобранных проб фильтрата проводили записи электронных спектров поглощения в ультрафиолетовой области ($200 \div 380$ нм) на спектрофотометре СФ-2000.

Предварительные эксперименты по записи спектров ультрафиолетового поглощения модельными растворами фенола и гваякола показали, что анализируемая жидкость имеет характеристичную полосу поглощения

А.Л. Невзоров,
доктор технических наук,
профессор,
заведующий
кафедрой инженерной геологии,
оснований и фундаментов,
ФГАОУ ВПО Северный (Арктический)
федеральный им. М.В. Ломоносова

при $\lambda = 272,2$ нм, причем при данной длине волны для растворов наблюдается подчинение закону Бугера-Ламберта-Бера.

На рис. 3 в качестве примера представлены зависимости оптической плотности фильтрата D , отобранного на 3 этапе испытаний через определенное время, от длины волны λ при фильтрации дистиллированной воды через образец торфа длиной 2 см.

По полученной для каждой пробы зависимости $D=f(\lambda)$ определяли оптическую плотность проб при длине волны $\lambda = 272,2$ нм, для которой характерен максимум поглощения раствора фенола и гваякола. Вычисляли приведенную оптическую плотность $D_{пр}$ как отношение оптической плотности фильтрата к оптической плотности исходного модельного раствора фенола и гваякола.

Для каждого этапа эксперимента строили графики зависимости приведенной оптической плотности фильтрата $D_{пр}$ от объема удельного фильтрата $V_{уд}$, рассчитанного на 1 г сухого вещества образца торфа. На рис. 4 а показан график для 1 этапа, 4 б – для 2 этапа и 4 в – 3 этапа испытаний.

Результаты и их обсуждение

Зависимость, представленная на рис. 4 а, характеризует процесс промывания образца торфа дистиллированной водой. Начальные значения оптической плотности, превышающие 1, объясняются тем, что из

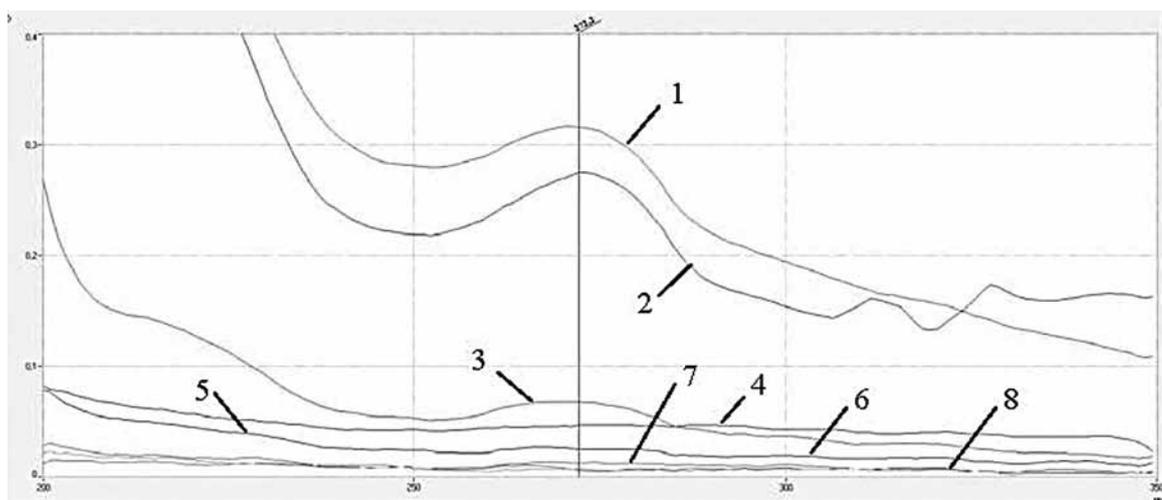


Рис. 3. Зависимости оптической плотности проб фильтрата от длины волны при вторичной фильтрации дистиллированной воды.

(окно диаграммы результатов программы «СФ Сканирование»). Время отбора проб, мин: 1 – 0; 2 – 10; 3 – 25; 4 – 50; 5 – 80; 6 – 115; 7 – 195; 8 – 360.

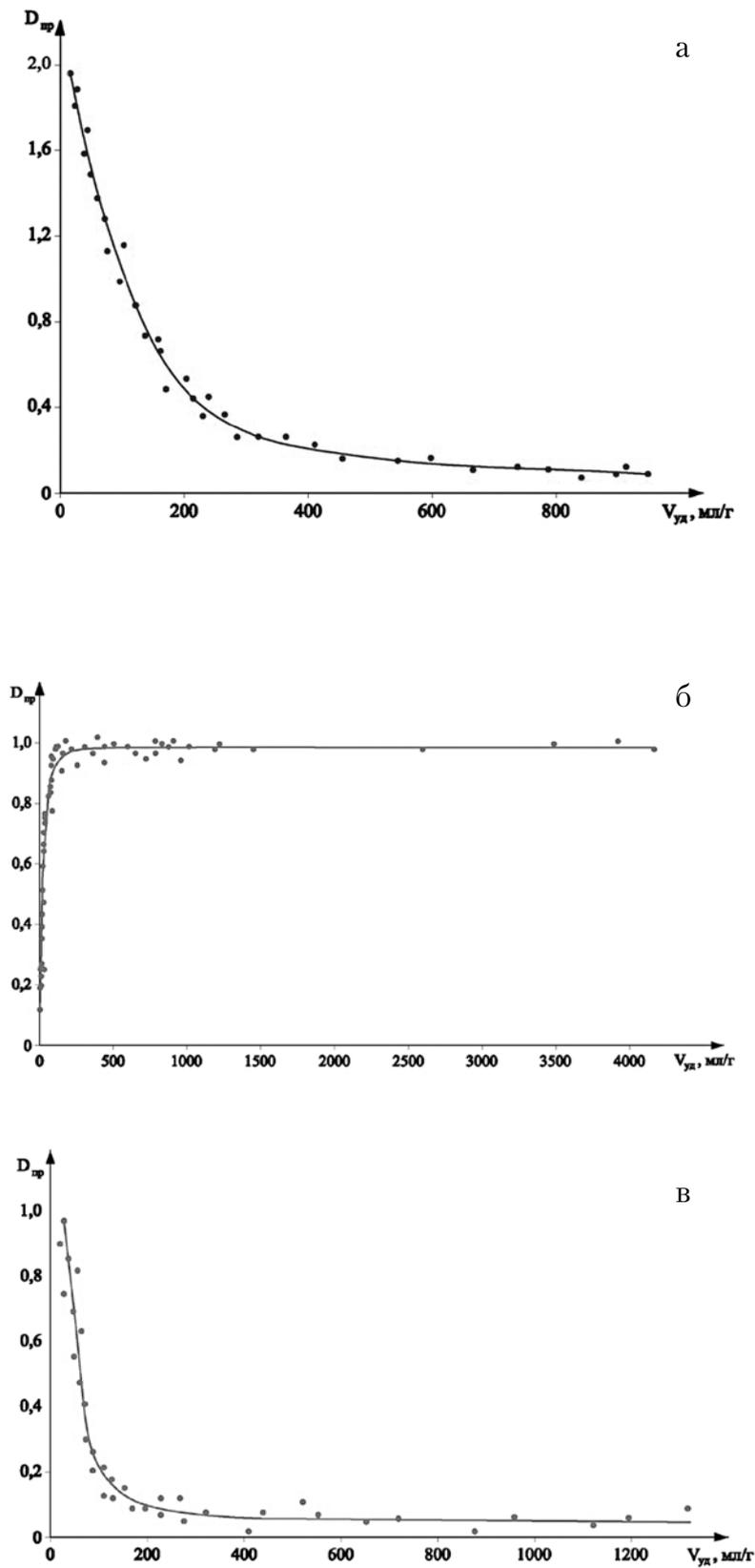


Рис. 4. Зависимости приведенной оптической плотности от объема удельного фильтрата при:

- а — первичном промывании образца дистиллированной водой (этап № 1);
- б — фильтрации через образец раствора фенола и гваякола (этап № 2);
- в — фильтрации дистиллированной воды (этап № 3).

торфа извлекаются остатки этилового экстракта. После фильтрации воды объемом примерно 800 мл на 1 г сухого вещества значения оптической плотности стабилизируются $D_{пр} \approx 0,1$, что свидетельствует о практически полном очищении торфа.

При фильтрации через образец модельного раствора фенола и гваякола (рис. 4 б) на начальном участке (до $V_{уд} = 150$ мл/г) происходит резкое возрастание приведенной оптической плотности до значений $D_{пр} \approx 0,96 \pm 1$, что объясняется вытеснением дистиллированной воды из пор торфа модельным раствором. Приближение графика к значению оптической плотности исходного раствора ($D_{пр} = 1$) свидетельствует о выравнивании концентрации фильтрата и исходного модельного раствора.

При фильтрации дистиллированной воды на 3 этапе (рис. 4 в) происходит быстрое снижение оптической плотности из-за снижения концентрации фенола и гваякола в фильтрате. После фильтрации воды объемом примерно 800 мл/г значения оптической плотности стабилизируются при значении $D_{пр} \approx 0,1$, характерном для фильтрата при промывании образца на 1 этапе. Таким образом, фенол и гваякол полностью вымываются из образца.

Заключение

Проведенные эксперименты показали, что сорбция торфом фенола и гваякола, растворенных в фильтрующей жидкости, при заданных параметрах эксперимента не наблюдается или пренебрежимо мала.

Из этого следует, что подобные загрязнители будут выноситься из болотного массива потоками грунтовых вод. Из-за небольшой скорости движения грунтовых вод через торфяную залежь этот процесс будет весьма продолжительным.

Работа выполнена в рамках федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» по теме государственного контракта № 16.740.11.0436 от 03.10.2010.

Литература

1. Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Архангельской области в 2009 году [Электронный ресурс]: Правительство

Архангельской области: [сайт]. URL: <http://www.dvinaland.ru/ecology/monitoring> (дата обращения 09.12.2011).

2. Поисковая система Яндекс. Электронный ресурс. URL: <http://maps.yandex.ru/?text=e> (дата обращения 11.07.2012)

3. Невзоров А.Л. Экологический мониторинг участков складирования промышленно-бытовых отходов на болоте Конинник в Онеге / А.Л. Невзоров, А.В. Никитин, А.В. Заручевных // Тр. межд. конф. «Геотехнические проблемы мегаполисов». М.: Изд-во ПИ «Геореконструкция», 2010. Т. 5., С. 1989-1994.

4. Ахметьева Н.П. Сорбционные свойства пород зоны аэрации и их роль в защите грунтовых вод от загрязнения (на примере водосбора Ивановского водохранилища) / Н.П. Ахметьева, Е.Е. Лапина, В.В. Кудряшова // Геоэкология. Инженерная геология, гидрогеология, геокриология. 2006. № 4. С. 337-341.

5. Носаль А.П. Оценка самоочищающей способности болот и ее использование при нормировании сброса загрязняющих веществ // География и природные ресурсы. 2003. № 2. С. 123-128.

6. Веретенникова Е.Э. Тяжелые металлы в олиготрофном ландшафте южно-таежной подзоны Западной Сибири // Мат. докл. межд. молодеж. конф. «Экология-2007». Архангельск: ИЭПС, 2007. С. 20-22.

7. Галяс А.В. Экологическая характеристика водно-болотной растительности заболоченной поймы реки Псёл // Мат. VII всерос. научн. школы «Болота и биосфера». Томск: Изд. ТГПУ, 2010. С. 152-155.

8. Карпенко Л.В. Содержание тяжелых металлов и серы в фоновом и техногенно загрязненном бо-

Ключевые слова: торф, фенол, гваякол, сорбционная способность.

лотах // Мат. VII всерос. научн. школы «Болота и биосфера». Томск: Изд-во ТГПУ, 2010. С. 175-179.

9. Ларионов Н.С. Эколого-аналитическая оценка состояния компонентов природной среды в зоне влияния объектов размещения твердых бытовых отходов. Автореф. дис. ... канд. хим. наук. Архангельск, 2009. 22 с.

10. Мисников О.С. Анализ разнообразных подходов к получению и применению сорбентов на основе торфа / О.С. Мисников, А.Е. Тимофеев // Торф и бизнес. 2007. № 3(9). С. 22-27.

11. Сергеева Е.С. Комплексное использование торфа на ТЭС // Автореф. дис. ... канд. техн. наук. Казань, 2008. 16 с.

12. Новиков С.М. Гидролого-экологические аспекты проблемы хозяйственного освоения болот // Мат. межд. симп. «Болотные экосистемы севера Европы: разнообразие, динамика, углеродный баланс, ресурсы и охрана». Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2006. С. 198-210.

13. Пат. 106748 РФ / Тельминов И.В. Клемушина Л.А., Невзоров А.Л., Айзенштадт А.М. Фильтрационно-адсорбционный прибор. Заявлено 29.03.2011. Опубликовано 20.07.2011. Бюл. № 20.

14. Ягодин Г.А. Основы жидкостной экстракции / Г.А. Ягодин, С.З. Каган, В.В. Тарасов и др. М.: Химия, 1981. 400 с.



I.V. Tel'minov, L.A. Veshnyakova, A.M. Aizenshtadt, A.L. Nevzorov

ESTIMATION OF SORPTION CAPACITY OF HIGHBOG PEAT

Testing unit for determination of ground sorption characteristics was engineered. It was revealed that peat does not sorb phenol and guaiacol filtrated through.

Key words: peat, phenol, guaiacol, sorption capacity.