



Рисунок – Прибрежная полоса, выделенная по границам гидроморфных почв на растре, полученном при классификации

УДК 504.5:502.521(476)

М. И. КОЗЫРЕНКО, Т. И. КУХАРЧИК

Беларусь, Минск, Институт природопользования НАН Беларуси
 E-mail: margarita_kozyrenko@tut.by

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВ И ПОДЗЕМНЫХ ВОД ПРИ ПРОПИТКЕ ДРЕВЕСИНЫ, МЕТОДЫ ОЧИСТКИ ТЕРРИТОРИЙ

Масляные антисептики применяются для пропитки древесины с целью защиты деревянных изделий, в том числе шпал, от разрушительного воздействия атмосферных, химических и биологических факторов; они представляют собой продукты переработки каменноугольной (креозот, антраценовое масло) и сланцевой (сланцевое масло) смолы.

Несовершенство технологий пропитки и сушки древесины, аварийные ситуации ведут к поступлению пропиточных составов в окружающую

среду, проникновению их вглубь почвенных горизонтов и аккумуляции в почвенной толще. Примеры загрязненных территорий за рубежом [1] показывают, что глубина проникновения полициклических ароматических углеводородов (далее – ПАУ) и других загрязняющих веществ в почвогрунты и подземные воды на территориях предприятий по пропитке древесины может достигать 10 м и более.

По данным [2], основные количества креозота поступали в почву при сушке пропитанной древесины, а также за счет сброса загрязненных сточных вод в пруды-накопители. Значительные объемы креозота попадали в окружающую среду и вследствие аварийных ситуаций.

Как показал опыт зарубежных стран [2–5], загрязнение почв, грунтовых и поверхностных вод зафиксировано практически на всех предприятиях США и Канады, где осуществлялась пропитка шпал или других видов изделий. По оценкам Европейского центра данных по почвам, примерно 4 % загрязненных территорий – следствие функционирования деревообрабатывающей и бумажной промышленности. В Финляндии 6 % загрязненных территорий (от 20 тыс. потенциально загрязненных) обусловлены загрязнением креозотом в результате пропитки древесины [6].

Имеющаяся к настоящему времени информация свидетельствует о том, что значительное количество предприятий в США закрыто из-за выявленного загрязнения, на многих из них проведены мероприятия по очистке.

Вопросы очистки почв и подземных вод от масляных антисептиков актуальны и для Беларуси. В стране на протяжении более 100 лет действует предприятие по пропитке шпал, на котором в различные годы применялись каменноугольные и сланцевые масла. Согласно данным локального мониторинга [7–8], содержание нефтепродуктов в подземных водах на промышленной территории во многих скважинах превышает 50 мг/дм³. Во всех скважинах, включая фоновую, обнаруживаются фенолы и ПАУ, практически во всех случаях концентрации превышают предельно допустимую концентрацию для питьевых и поверхностных вод. Максимальная концентрация наиболее опасного ПАУ – бензо(а)пирена достигает более 7500 мкг/дм³. Содержание высоких уровней загрязняющих веществ в подземных водах указывает, в свою очередь, на загрязнение почвогрунтов на значительную глубину.

Используемое в Беларуси сланцевое масло схоже по свойствам и поведению в окружающей среде с креозотом, используемым для пропитки древесины в большинстве зарубежных стран. Таким образом, технологии локализации креозотного загрязнения могут быть использованы и для территорий, загрязненных сланцевым маслом.

Наиболее общая схема проведения работ по восстановлению территории включает в себя экскавацию загрязненной почвы и доставку ее на переработку или перекрытие загрязненной территории; откачку загрязненных грунтовых вод, отделение креозота от воды и транспортировку отделенного креозота на переработку. Креозот, как правило, сжигается в подходящей установке для сжигания отходов, кроме того, он может быть использован для получения энергии, необходимой для работы мощных котлов или цементных печей. Согласно [2], даже после проведения работ требуется контроль, ограничение использования и, возможно, повторные меры по снижению воздействия остаточного загрязнения.

В Перечне национального приоритета (NPL) США около 40 участков загрязнены креозотом и каменноугольными смолами [1]. По данным [2], для этих территорий были выбраны и использованы следующие методы очистки и локализации: перекрытие, сжигание, биоремедиация, промывка почвы, термическая десорбция и др.

В таблице приведены основные методы очистки и локализации загрязнений продуктами пропитки шпал.

Таблица – Характеристика основных технологий очистки и локализации загрязнения почв и почвогрунтов продуктами пропитки шпал [2–6; 9]

Технология	Краткое описание
Методы очистки	
Высокотемпературное сжигание	Рекомендовано АООС США, в том числе для очень высоких концентраций ПАУ в почвах; возможность переработки больших объемов загрязненных отходов
Пиролиз	Высокотемпературный бескислородный процесс. Требуемая температура для разложения углеводов – менее 550 °С.
Термическая десорбция	Экстракция летучих соединений при нагревании почвы в стационарном оборудовании. Образующиеся газы могут конденсироваться, собираться или сжигаться. Собранные загрязняющие вещества перерабатываются за пределами загрязненной площадки или сжигаются на месте
Промывка	Механическая очистка почв с использованием водных растворов путем растворения/суспендирования либо концентрирования в меньшем объеме в результате разделения почвенных частиц по размеру. Для улучшения качества промывки используются поверхностно-активные вещества, кислоты, хелатирующие агенты

Продолжение таблицы

Биоремедиация	Использование микроорганизмов (бактерий, грибов), жизнедеятельность которых ведет к разрушению органических соединений. Данный процесс может осуществляться как в аэробных, так и в неаэробных условиях
Методы локализации	
Отверждение/стабилизация	Способ, апробированный на территориях, загрязненных креозотом в США. Стабилизирующие материалы: портландцемент, летучая зола / известняк, летучая зола / клинкерная пыль; они формируют твердую матрицу, которая связывает различные загрязняющие вещества и снижает проницаемость загрязненных пород
Устройство вертикальных барьеров и перехватывающих траншей	Барьеры для предотвращения горизонтальной миграции загрязняющих веществ могут состоять из цементных (глиняных) стен в выкопанных траншеях, грунтовых завес, цементно-бентонитовых стен, формирующихся путем заливки жидкого раствора в полости после извлечения свай, забитых в грунт; шпунтовых металлических стен
Перекрытие загрязненных участков	Используется в США, в частности, для стабилизации загрязнений почв нефтепродуктами, ПАУ, фенольными соединениями чаще в качестве временной меры, сопутствующей проведению работ по очистке территорий. В качестве перекрытий могут выступать грунт/песок, активированный уголь, асфальт и др.

Как правило, при реализации работ по ремедиации не ограничиваются одной технологией. Чаще всего используются комплексные подходы, объединяющие несколько методов и позволяющие провести совместные работы по очистке почвогрунтов и подземных вод [1].

Для очистки вод от продуктов пропитки шпал применимы технологии разложения (химического окисления, биологической очистки), а также сепарации (адсорбции, фильтрации, ионного обмена, осаждения и т. д.) [10].

При планировании работ по очистке территорий важно оценивать не только технологичность того или иного метода, но и экономическую и нормативно-правовую составляющие. Должны также учитываться уровни загрязнения территории, физико-химические свойства соединений и загрязненных субстратов, опасность для населения и окружающей среды.

При отсутствии возможности использования высокотехнологичных методов приемлемо введение ограничений по использованию загрязненных территорий. Для действующих предприятий (как в случае с производством в Беларуси) наряду с проведением регулярной откачки подземных вод из скважин и их очистки возможна реализация на практике

мероприятий по локализации загрязнений, в частности перекрытие отдельных наиболее загрязненных участков, а также устройство вертикальных барьеров и перехватывающих траншей для предотвращения дальнейшей миграции опасных веществ. Такие меры позволят уменьшить техногенную нагрузку на окружающую среду и снизить риски для здоровья населения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Superfund: National Priorities List (NPL) [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.epa.gov/superfund/national-priorities-list-npl-sites-state>. – Date of access: 08.08.2023.
2. Cleaning Up Contaminated Wood-Treating Sites / U.S. Congress, Office of Technology Assessment, Office of technology assessment. Congress of the United States // OTA-BP-ENV-164. – Washington, DC: U.S. Government Printing Office, 1995. – 39 p.
3. Treatment Technology Performance and Cost Data for Remediation of Wood Preserving Sites: EPA/625/R-97/009. – Washington, 1997. – 122 p.
4. Toxicological Profile for Wood Creosote, Coal Tar Creosote, Coal Tar, Coal Tar Pitch, and Coal Tar Pitch Volatiles: Draft / Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). – 2002. – 394 p.
5. Overview of the remediation process at sites with creosote related contamination in soil, groundwater and river sediment / R. Zapf-Gilje [et al.] // Canadian Journal of Civil Engineering. – 2011. – Vol. 28. – P. 141–154.
6. Bioremediation of creosote contaminated soil in both laboratory and field scale: Investigating the ability of methyl- β -cyclodextrin to enhance biostimulation / S. Simpanen [et al.] // International Biodeterioration & Biodegradation. – 2016. – Vol. 106. – P. 117–126.
7. Локальный мониторинг окружающей среды, 2020 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.nsmos.by/uploads/archive/Sborniki/11%20LOCAL%20Monitoring%202020.pdf>. – Дата доступа: 16.08.2023.
8. Локальный мониторинг окружающей среды, 2021 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.nsmos.by/uploads/archive/Sborniki/11%20LOCAL%20Monitoring%202021.pdf>. – Дата доступа: 16.08.2023.
9. Prodan, V. C. Application of thermal desorption as treatment method for soil contaminated with hazardous chemicals / V. C. Prodan, V. Micle, M. Szanto // AES Bioflux. – 2011. – Vol. 3, iss. 2. – P. 140–147.
10. Contaminants and remedial options at wood preserving sites / EPA/600/R-92/182. – 1992. – 149 p.