



**Александр Михайлович
Асонов**

Aleksander M. Asonov



**Денис Олегович
Ковалёв**

Denis O. Kovalyov

Защита ландшафта от загрязнения поверхностным стоком с железнодорожной насыпи

Protection of Landscape against Pollution with Surface Drain from Railway Bank

Аннотация

В статье рассматривается проблема защиты водных объектов от негативного воздействия поверхностного стока с территорий предприятий железнодорожного транспорта. Отмечена специфика его образования, предложена новая концепция очистки поверхностного стока и сооружение в виде фильтрующей полосы для ее реализации.

Ключевые слова: фильтрующая полоса, поверхностные сточные воды, сорбент, фильтрация.

Summary

The article considers the issue of water objects protection against negative impact of surface drain from territories of railway transport enterprises. Specific character of its formation is noted, a new concept is proposed for treatment of surface drain, as well as a structure in the form of a filtering strip for its implementation.

Keywords: filtering strip, surface water run-offs, sorbent, filtration.

Авторы Authors

Александр Михайлович Асонов, д-р биолог. наук, профессор кафедры «Техносферная безопасность» Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург; e-mail: ason@mail66.ru | Денис Олегович Ковалёв, магистрант Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург; e-mail: kovalevdenis@yahoo.com

Aleksander Mikhailovich Asonov, DSc in Biology, Professor, Department "Technospheric Safety", Ural State University of Railway Transport (USURT), Ekaterinburg; e-mail: ason@mail66.ru | Denis Olegovich Kovalyov, Undergraduate, Ural State University of Railway Transport (USURT), Ekaterinburg; e-mail: kovalevdenis@yahoo.com

Более трех миллиардов лет назад жизнь зародилась в воде. По сей день живые организмы не могут существовать без неё. Чистая природная вода — залог здоровья человечества. К сожалению, качество природной воды с каждым годом ухудшается, потому что годовой объем стока, сбрасываемого в поверхностные воды неочищенным, составляет $2,2 \cdot 10^{10} \text{ м}^3$. В России только 1 % поверхностных источников водоснабжения соответствует требованиям 1-го класса, а более 21 % водисточников полностью исключают возможность какого-либо использования, так как не соответствуют даже 3-му классу [5].

Углеводороды и их производные широко применяются в промышленности и на транспорте, поэтому создается угроза попадания их в водные объекты с недостаточно очищенными сточными водами при аварийных разливах нефтепродуктов, из загрязнённых последними грунтов с поверхностным стоком.

Особую роль в загрязнении водных объектов играет ливневый и талый сток с промплощадок, железных и автодорог. Особенностью его является непостоянство расхода во времени, сезонность (зимний и теплый период года), диффузность, то есть образование стока по всему фронту с загрязнённой территории. Он содержит в себе большое количество взвешенных веществ и нефтепродуктов. Также может нести в себе и другие опасные вещества, которые могли быть смыты с данной территории [3].

Особое внимание следует уделить поверхностным стокам с железных и автомобильных дорог. При строи-

тельстве дорог увеличивается площадь водонепроницаемой поверхности, значительно изменяется гидрологический режим в прилегающих территориях, что приводит к увеличению объемов поверхностного стока и степени его загрязнённости. Железнодорожный и автотранспорт использует большое количество углеводородов, которые попадают по тем или иным причинам на железнодорожное полотно или автодорогу. К вопросам экологической безопасности на железнодорожном транспорте подключены многие проектные институты отрасли.

Для очистки сточных вод от взвешенных веществ и нефтепродуктов применяется значительный арсенал методов:

- механические;
- физико-химические;
- химические;
- биологические.

Типовые технологические схемы очистки сточных вод от нефтепродуктов показаны на рис. 1.

Таким образом, можно констатировать, что с научной точки зрения проблема очистки сточных вод от взвешенных веществ и нефтепродуктов решается достаточно успешно. Однако практическая реализация разработанных технологий обезвреживания поверхностного стока в конкретных условиях железнодорожного полотна ждет еще своего решения.

Выполненные нами патентные исследования свидетельствуют, что большинство технических решений по очистке поверхностного стока опирается на опыт про-

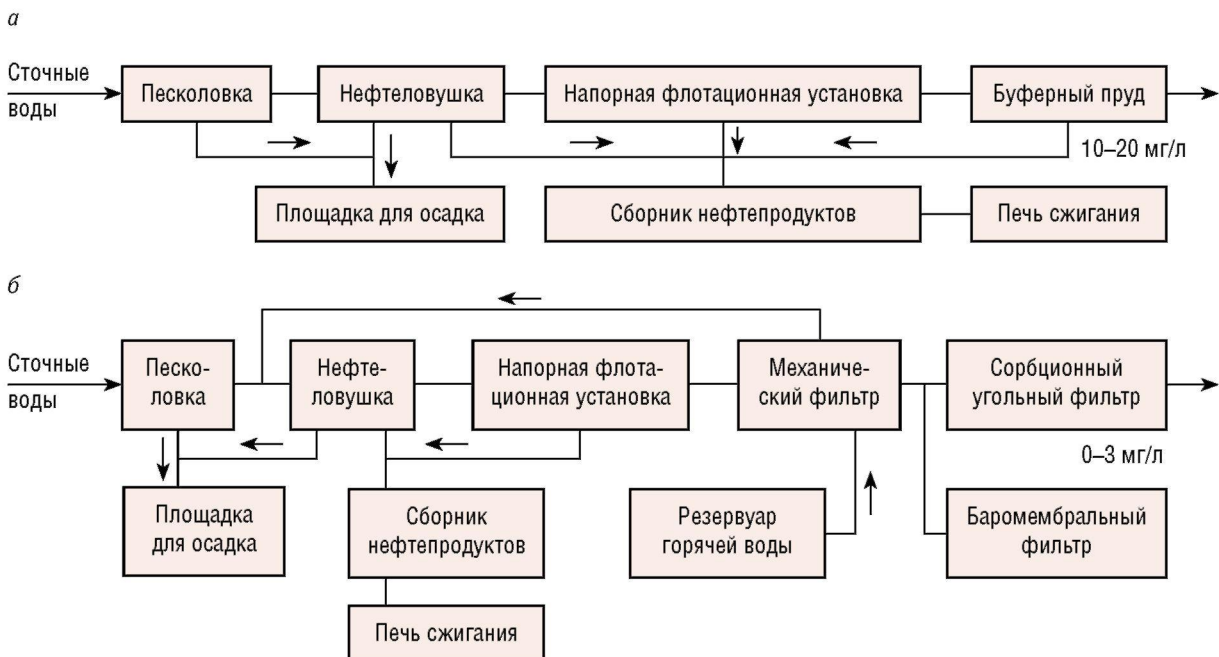


Рис. 1. Структурные схемы очистки сточных вод от нефтепродуктов:

а — с доочисткой на напорной флотационной установке; б — с глубокой доочисткой после напорной флотационной установки на механических, сорбционных и баромембральных фильтрах

мышленных предприятий, очищающих нефтесодержащие сточные воды на стационарных очистных сооружениях с регулярным расходом сточной воды.

Специфика очистки поверхностного (талого и дождевого) стока с железнодорожного полотна заключается в сезонности его образования и сложности сбора и транспортировки диффузного стока к стационарным очистным сооружениям. В свою очередь сезонность образования стока приводит к низкой загруженности очистных сооружений, которые от 40 до 60 % времени простаивают (5–6 месяцев в году).

Для устранения отмеченных недостатков в качестве альтернативы стационарным очистным сооружениям нами предложено новое природоохранное очистное сооружение, максимально учитывающее как характер образования стока, так и экономичность в процессе его эксплуатации.

Данное техническое решение оформлено в виде заявки на патент с названием «Фильтрующая полоса» (рис. 2).

Фильтрующая полоса представляет собой трехслойную лентообразную конструкцию вдоль железнодорожной насыпи. Ширина фильтрующей полосы 1,2 м, высота 0,8 м. Откос полосы, как и у насыпи, — 1:1,5.

Нижний слой полосы представляет собой дренажную систему из щебня (гравия) высотой слоя 150 мм с размером гранул 2,0–10 мм, укладываемую на грунт.

Средний (основной) слой — фильтрующий, обладающий сорбционной способностью по нефти, выполненный из опоки (опалкристиобалитовая порода). Высота слоя 500 мм с размером гранул 1–2 мм.

Верхний слой полосы выполняется из щебня (гравия), высота слоя 150 мм, размер гранул 2–10 мм. Его назначение — гашение скорости потока поверхностных вод перед поступлением в зону фильтрации (2-й слой), а также выделение из потока взвеси большой гидравлической крупности.

Между фильтрующим слоем (2) из опоки и верхним слоем из щебня укладывается дырчатая полиэтиленовая распределительная диафрагма. Назначение диафрагмы — перевод движения поверхностного стока

с горизонтального направления в вертикальное. Это будет способствовать равномерному распределению стока по площади фильтрующей полосы. Край распределительной диафрагмы должен заходить в тело железнодорожной насыпи на 200–300 мм. Общая ширина диафрагмы 1400–1500 мм. Размеры и количество отверстий в диафрагме (из расчета на 1 п. м. при рабочей ширине 1200 мм): $d = 10$ мм, 440 отверстий общей площадью 36 000 мм² (3 % от площади фильтрации). Отверстия располагаются в ряд по 20 отверстий через одинаковые расстояния, 50 мм по осям. Количество рядов — 22 через 50 мм (рис. 2).

Наличие диафрагмы позволяет осуществить равномерную гидравлическую нагрузку по всей площади фильтра. При малых расходах талого или дождевого стока вода проходит только через отверстия первого ряда. При постепенном увеличении расхода в работу включаются отверстия других рядов. Это обеспечивает равномерную нагрузку всего тела фильтрующей полосы, а не только примыкающей к железнодорожной насыпи.

Материалом для диафрагмы могут служить геомембраны, изготавливаемые из полиэтилена (толщиной 1 мм) в виде рулона.

Верхний слой фильтрующей полосы желателен засеять многолетними травами (из расчета 40 г/м²). Их ризосфера в виде мочковатой корневой системы включает бактериальную микрофлору. В состав последней входят и нефтеразрушающие бактерии, способствующие самоочищению от задержанного верхним слоем полосы нефтезагрязненного грунта и адсорбированных на фильтрующей загрузке нефтепродуктов.

Для контроля за качеством поверхностного стока, профильтрованного через полосу, в ее дренажную систему рекомендуется перпендикулярно насыпи уложить перфорированную трубу диаметром 50 мм с отверстиями d 2–3 мм. Отверстия располагаются через 50 мм вдоль длины дренажной трубы сверху и боковых сторон. Учитывая ширину фильтрующей полосы, длина дренажной трубы должна быть 1,3–1,5 м. Дренажные трубы, предназначенные исключительно для получения возможности отбора контрольных проб фильтрата, следует укладывать через 100 м по фронту насыпи. Отбор проб на анализ следует проводить либо в период интенсивного снеготаяния, либо во время дождя. Для удобства отбора фильтрата в лабораторную посуду предлагается под концом трубы выкопать приямок.

Поверхностный сток, стекая по уклону насыпи, попадает на фильтрующую полосу. На первом этапе следует решать проблему гашения скоростного напора и перевода движения жидкости из вертикального в горизонтальное. Это обеспечивается первым слоем полосы, образованным относительно крупной фракцией гравия (2–10 мм) и травяным покровом.

На втором этапе для предотвращения образования сосредоточенного потока по склону основной железно-

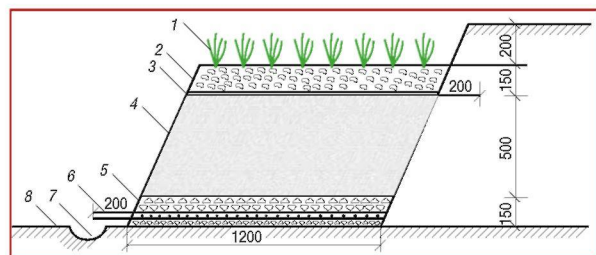


Рис. 2. Фильтрующая полоса в составе железнодорожной насыпи:

1 — многолетние травы; 2 — слой повышенной грязеемкости; 3 — дырчатая распределительная диафрагма; 4 — сорбционный слой (опока); 5 — дренаж (щебень); 6 — труба для отбора фильтрата на качество; 7 — приямок; 8 — естественный грунт

дорожной насыпи следует обеспечить растекание воды по всей площади фильтрующей поверхности полосы. Это обеспечивается дырчатой распределительной полиэтиленовой диафрагмой, которая за счет создания сопротивления при протекании стока через отверстия обеспечивает его растекание по всей площади полосы, а в дальнейшем равномерную нагрузку по воде фильтрующей загрузки в виде опоки.

Фильтрация стока через опоку со скоростью 0,4–1,0 м/ч при толщине слоя 0,5 м обеспечивает время контакта с нефтепродуктами более 30 мин. и позволяет максимально использовать ее сорбционную способность. В этом слое проходит основная фаза глубокой очистки поверхностного стока от взвеси ($C_{\text{ост.}} = 2 \text{ мг/дм}^3$) и нефтепродуктов ($C_{\text{ост. н.п.}} = 0,05 \text{ мг/дм}^3$).

Третий дренажный слой обеспечивает свободный вывод фильтрата из тела фильтрующей полосы. Одновременно он используется для размещения в нем перфорированной трубы для отбора фильтрата на качественный анализ.

Данное техническое природоохранное решение прошло апробацию в проектной документации «Антипинский НПЗ-2. Пусковой комплекс. Развитие внутреннего железнодорожного транспорта» [1]. Выполненные нами расчеты для железнодорожного полотна с общей площадью водосбора 39 180 м² при длине участка, требующего принятия мер по предотвращению попадания на прилегающий ландшафт нефтепродуктов и взвешенных веществ, в пределах 1167 м показали, что ожидаемый расчетный максимальный талый сток с одного погонного метра железнодорожного пути равен 0,98 м³/час (0,27 дм³/с), а дождевой 0,414 м³/час (0,115 дм³/с) [4].

Общий годовой талый сток с одного погонного метра насыпи составляет 22,3 м³, а дождевой 15,52 м³. При концентрации нефтепродуктов в стоке 20 г/м³ их общее годовое количество, поступающее только с одного погонного метра железнодорожного полотна (насыпи), составит 765 г/п. м, а количество взвешенных веществ при концентрации 14 г/м³ составит 535 г/п. м [6]. Учитывая сорбционную ёмкость по нефтепродуктам опалкритовалитовой породы (опоки), входящей в состав фильтрующей полосы, её срок службы составит 22,5 года.

Эффективность данного природоохранного мероприятия заключается в предотвращении поступления в водный объект поверхностного стока с железнодорожной насыпи, содержащего значительное количество взвешенных веществ и нефтепродуктов.

Предотвращенный ущерб от вреда нефтепродуктов составляет 7274 тыс. руб., а от взвешенных веществ — 819 тыс. руб. Общий годовой предотвращенный экологический ущерб составит 8094 тыс. руб.

Преимущества данного природоохранного устройства:

- компактность и высокая степень очистки стока;
- относительно малые затраты на строительство;
- незначительные эксплуатационные расходы (полоса полностью автономна, необходимо только брать контрольные пробы);
- длительный срок службы (15–20 лет).

Вывод: фильтрующая полоса в составе железнодорожной насыпи не только является эффективным водоочистным сооружением для очистки до нормативных показателей поверхностного стока от взвешенных веществ и нефтепродуктов, но и экономически выгодна. **ИТ**

Список литературы

1. Технический отчет по инженерно-гидрометеорологическим изысканиям (пояснительная записка) Антипинский НПЗ-2 пусковой комплекс. Развитие внутреннего железнодорожного транспорта. — ОАО «УралГИПРОТРАНС». — 2012.
2. СНиП 2.04.03–85 Канализация. Наружные сети и сооружения. — ЦНТП Госстроя СССР, 1986.
3. Алексеев М. И., Кургаев А. М. Организация отведения поверхностного (дождевого и талого) стока с урбанизированных территорий: учебное пособие. — М.: Изд-во АСВ; СПб.: СПбАСУ, 2000. — 352 с.
4. Асонов А. М., Одинцова Г. Я., Ильясов О. Р. Отчет о НИР от 01.20.00 № 05480 «Разработка методологических рекомендаций по защите водных объектов от загрязнения талым и дождевым стоком с селитебных территорий». — Екатеринбург: РосНИИВХ, 2001. — 79 с.
5. Государственный доклад «О санитарно-эпидемиологической обстановке Российской Федерации в 2003 году». — М., 2004.
6. Шишкин В. И. Мониторинговые исследования замазученного грунта железнодорожного полотна (выпускная квалификационная работа бакалавра) / УрГУПС. — 2010.