

По сравнению с конструкциями из древесины, конструкции из композиционных материалов на основе полиолефиновой матрицы менее подвержены вредному воздействию окружающей среды, не требуют дополнительного обслуживания, а по сравнению с конструкциями из бетона имеют более лёгкий вес. Всё это в совокупности снижает затраты на транспортировку и установку конструкций, сокращает сроки строительства, повышает эксплуатационную надежность.

#### Список литературы

- 1 Кудина, Е. Ф. Методы утилизации и рециклинга полимерных композиционных материалов / Е. Ф. Кудина, К. В. Ефимчик // Полимерные материалы и технологии. – 2022. – Т. 8, № 4. – С. 77–86. – DOI: 10.32864/polymmattech-2022-8-4-77-86.
- 2 Композиционный песчано-полимерный материал конструкционного назначения : заявка № а20220175 / К. В. Ефимчик, А. А. Поддубный, Е. Ф. Кудина, Р. Ю. Долманюк. – Оpubл. 30.06.2022.
- 3 Сборно-разборный дорожный настил : заявка № а20230136 / К. В. Ефимчик, Е. Ф. Кудина, А. А. Поддубный. – Оpubл. 01.06.2023.

УДК 504.6:656,504.6:654

## ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЛОСЫ ОТВОДА ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ ЦИРКОНИЕМ

*М. А. ЖУРАВЛЕВА*

*Российский университет транспорт (МИИТ), г. Москва*

Железная дорога всегда считалась транспортом, не нарушающим экологическое состояние почвенного пространства. Это утверждение правомерно для территорий, находящихся за пределами санитарно-защитной зоны [1]. Ряд исследований по состоянию почвогрунтов в пределах полосы отвода и санитарно-защитной зоны фиксируют повышенное загрязнение тяжелыми металлами в разных регионах страны [2–4].

В полосу отвода железнодорожных магистралей при ветровой нагрузке переносятся частицы различных загрязнителей, которые изначально попадают на поверхностный слой балласта при прохождении поездов в зависимости от интенсивности пассажиро- и грузоперевозок. Самым опасным компонентом пылеватых частиц являются тяжелые металлы, которые способствуют развитию патогенной микробиологии в условиях влажности тех почвогрунтов, на которые оседает эта частица. Небольшое содержание в почвогрунтах нефтепродуктов (за счет смазочных, топливных испарений и каплеуносов) обеспечивает жизнедеятельность этой микрофлоры, что в комплексе с фиброгенным воздействием пыли и токсичностью тяжелых металлов негативно влияет на здоровье железнодорожников [5]. Таким образом, своевременное обнаружение мест наибольшего загрязнения позволяет предотвратить или ослабить эти изменения в почвенном комплексе полосы отвода.

В почвах изначально есть определенное рассеянное количество тяжелых металлов, так называемые «массовые кларки», которые показывают процентное содержание элементов в земной коре от ее общей массы, преимущественно не превышают 0,1 %. Термин «валовое содержание» обозначает суммарное содержание элемента во всех его химических формах, присутствующих в анализируемой пробе. Однако тяжелые металлы способны образовывать природные, а также локальные образования (ореолы), где их концентрация в сотни и тысячи раз превышает кларковые уровни, что обычно связано с месторождениями руд, особенностями геологического строения местности, с производственным процессом предприятия, в том числе и работой железнодорожного транспорта. Поэтому для оценки загрязнения почвогрунтов необходимо истинное содержание каждого металла в почвогрунтах отнести к его фоновому содержанию, т. е. определить коэффициент концентрации  $K_c$  для каждого металла.

Оценка загрязнения почвогрунтов придорожных территорий как железной, так и автомобильной дорог сводится к использованию, как правило, небольшого набора тяжелых металлов, таких как кадмий, свинец, ртуть, цинк, никель, медь. К первому классу опасности из них относятся первые четыре в этом ряду, ко второму классу опасности – никель и медь. Но как показали исследования [6] такой набор является неэффективным, так как в этом случае суммарный показатель загрязнения почвы  $Z_c$ , особенно в полосе отвода железной дороги, будет заниженным. Так, оказалось, что набор коэффициентов концентраций  $K_c$  для шести вышеперечисленных металлов образуют низкий суммарный показатель загрязнения почвы  $Z_c$  по сравнению с суммарным показателем  $Z_c$ , определен-

ным на основе набора девяти – четырнадцати тяжелых металлов, которые имеют коэффициент концентрации  $K_c$  выше единицы. Причем в почвогрунтах полосы отвода железной дороги г. Москвы отсутствует такой токсичный тяжелый металл, как ртуть, в отличие от придорожной полосы автомобильной дороги. Кадмий является мигрирующим металлом в слабощелочных почвогрунтах полосы отвода. Поэтому был выбран минимальный оценочный набор из девяти тяжелых металлов, к которому относятся свинец, цинк, никель, медь, хром, титан, ванадий, молибден и цирконий.

Для исследования на «валовое содержание» тяжелых металлов в поверхностном слое почвогрунтов полосы отвода были выбраны несколько отрезков ж.-д. линии Московской железной дороги в пределах г. Москвы на Рижском (2 км), Курском (12 км) и Казанском (12 км) направлениях. Пробы отбирались вдоль парковых зон и промышленных предприятий, на пересечениях с автомобильными дорогами, на территориях гаражных комплексов, располагающихся вдоль железных дорог, рядом с подъездными к предприятиям путями железной дороги. Выборка проб проводилась методом квадрата на расстоянии 3 м от оси крайнего пути, ориентируясь на пикеты с шагом выборки 50 м или 100 м, а также на расстоянии 50 м от основного хода направления железной дороги. Для анализа проб использовался атомно-эмиссионный спектральный метод. Фоновые значения «валового содержания» тяжелых металлов в почвах для расчета коэффициентов концентрации брались по административным округам г. Москвы, в которых проходят выбранные направления Московской железной дороги.

В почвогрунтах полосы отвода всех выбранных отрезков ж.-д. линии зафиксировано повышенное содержание циркония. Так, в полосе отвода вдоль отрезка ж.-д. линии Рижского направления МЖД коэффициент концентрации находится в пределах  $K_c = 1...3,3$ ; Курского направления МЖД  $K_c = 1...2,0$ ; Казанского направления МЖД  $K_c = 1...2,7$ .

При эксплуатации поезда тяжелые металлы в составе металлической пыли попадают на путь и накапливаются в балластном слое. Некоторые из них являются легирующей добавкой к основному металлу – железу, и присутствуют в сплавах деталей вагонов, локомотивов, а также рельсов. Поэтому переход металлов на балласт происходит, в первую очередь, из-за трибологических контактов [1]. Попадание тяжелых металлов на поверхность балласта с дальнейшей ветровой миграцией на техническую полосу происходит также при профильной шлифовке рельсов, имеющих наработку тоннажа более 130–150 млн т брутто, со значительными повреждениями в зоне рабочего канта. Шлифовка с помощью рельсошлифовальных поездов продлевает срок службы рельсов на 30–40 %, но приводит к рассеиванию на балласт частиц железных сколов с содержанием Ni, Zr, Cu, Cr, Mo, V, Ti, W, Mn.

Рельсошлифовальный поезд составлен из разных секций, в которые входят три шлифовальных вагона, в каждом из которых прикреплены по две шлифовальные тележки. В каждой тележке находятся четыре шлифовальных головки на каждую рельсовую нить. Головка состоит из электродвигателя постоянного тока, на валу которого крепится планшайба с абразивным кольцом, внутри которого помещается абразивный круг. Для оснащения рельсошлифовальных поездов RR16 «SPENO», RR48 «SPENO» и РШП-48 «Калугаремпутьмаш» при обработке термоупрочненных рельсов и стрелочных переводов применяются абразивные материалы марок ZK20TB и ZK20TBF при скорости шлифовки 45–50 м/с. В этих материалах используется синтетический абразив из определенной модификации оксида алюминия – «электрокорунд циркониевый». Абразив относится к весьма твердым (по маркировке), для формования круга применяется склейка его зерен синтетическими смолами. Введение циркония обеспечивает стойкость абразива при шлифовке в 10–40 раз выше, чем у «электрокорунда нормального». Но при шлифовке все же абразивный материал расходуется, и цирконий попадает на поверхность балласта и полосы отвода. Цирконий также является легирующей добавкой в рельсовую сталь (0,001–0,05 %).

Таким образом, оценка степени загрязнения тяжелыми металлами разных классов опасности придорожных зон и источников их поступления в почвогрунты полосы отвода железной дороги является основой для выработки мероприятий по защите здоровья железнодорожников и окружающей среды, что относится к актуальной задаче экологической стратегии ОАО «РЖД».

#### *Список литературы*

- 1 Журавлева, М. А. / М. А. Журавлева, Н. И. Зубрев, С. М. Кокин // Мир транспорта. – 2014. – № 6. – С. 174–181.
- 2 Наденин, А. Ф. Выбросы железнодорожного транспорта и загрязнение прилегающих территорий / А. Ф. Наденин, С. Н. Тарханов // Экология и промышленность России. – 2007. – № 11. – С. 52–53.
- 3 Казанцев, И. В. Влияние подвижного состава на содержание тяжелых металлов в почвах и растениях полосы отвода железных дорог / И. В. Казанцев, П. П. Зарубин, П. П. Пурыгин // Вестник СамГУ. Естественнонаучная серия. – 2007. – № 2 (52). – С. 172–179.

4 Парфенова, Е. А. Экологическая оценка серых лесных почв Среднего Поволжья в условиях антропогенной нагрузки : автореф. ... канд. биол. наук : 03.02.08 / Е. А. Парфенова ; ПГТА. – Пенза, 2012. – 24 с.

5 Овечкина, Ж. В. Гигиена труда и профилактика производственного травматизма путей рабочих железнодорожного транспорта : дис. ... д-ра мед. наук : 14.00.07 / Ж. В. Овечкина ; Гос. ин-т усовершенствования врачей. – М. : 2006. – 209 с.

6 Влияние предприятий на распределение тяжелых металлов в санитарно-защитной зоне железнодорожной магистрали / М. А. Журавлева [и др.] // Экология и промышленность России. – 2018. – Т. 22, № 2. – С. 52–57.

УДК 628.32/35

## АНАЛИЗ МЕТОДОВ РАСЧЕТА АЭРАЦИОННЫХ СООРУЖЕНИЙ С АКТИВНЫМ ИЛОМ

*К. В. ЖУРО, К. Н. ШАФРОСТ*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Корректность методов расчета сооружений биологической очистки является одной из актуальных проблем. Неправильные расчеты могут привести к попаданию загрязняющих веществ в водные объекты в концентрациях, превышающих приемлемые стандарты. Необработанные сточные воды, попадающие в реки, озера и океаны, могут привести к эвтрофикации (чрезмерное обогащение питательных веществ), что вызывает цветение водорослей, истощение кислорода и гибель.

Биологическая очистка снижает органическую нагрузку, уровень питательных веществ и другие загрязнители в сточных водах, что приводит к более чистой воде, которую можно безопасно сбрасывать в водные объекты или использовать повторно для орошения. В настоящее время ведется поиск оптимальных методов расчета сооружений биологической очистки, заключающееся не только в повышении эффективности очистки сточных вод, но и сокращении затрат. Расчет аэрационных сооружений с активным илом является сложной задачей, требующей тщательного рассмотрения.

На сегодняшний день на территории Республики Беларусь действующим нормативным документом по проектированию очистных сооружений являются строительные нормы [2], разработанные на базе ТКП 45-4.01-321-2018 [1].

В действующих строительных нормах [2] установлены основные требования к методам и способам очистки сточной воды и устройству очистных сооружений.

Конструкция и режим эксплуатации аэрационных сооружений с активным илом должны обеспечивать:

- необходимую дозу активного ила;
- регулируемую подачу кислорода в иловую смесь;
- достаточную интенсивность перемешивания иловой смеси с целью предотвращения отложений на дне сооружений;
- предотвращение короткозамкнутых циркуляционных контуров движения иловой смеси в сооружениях.

Выбор перемешивающих устройств осуществляется по рекомендациям производителей в зависимости от объема и формы емкостного сооружения. Перемешивающие устройства должны обеспечивать скорость иловой смеси от 0,1 до 0,25 м/с. Удельная мощность перемешивающих устройств для обеспечения требуемой скорости иловой смеси должна составлять не менее 1,5 Вт/м<sup>3</sup>.

Рециркуляция активного ила предусматривается насосами, но при расходах менее 50 м<sup>3</sup>/ч могут устанавливаться эрлифты.

Доза и возраст активного ила в технологических сооружениях определяется технологическими и технико-экономическими расчетами с учетом способа разделения иловой смеси. Возраст активного ила при проектировании принимается с учетом минимальной температуры иловой смеси в сооружениях биологической очистки. При отсутствии данных по минимальной температуре расчетная температура может быть принята 10 °С. Доза ила для очистки с нитрификацией и денитрификацией принимается от 3,0 до 5,0 г/дм<sup>3</sup> [1].