



Скорости движения и безвредивания



Зубрев Н. И., Журавлева М. А.
Предотвращение загрязнения биосферы тяжелыми металлами при эксплуатации высокоскоростного транспорта:
Монография. – М.: УМЦ ЖДТ, 2012. – 272 с.

Монография посвящена актуальной проблеме, связанной с условиями и характером эксплуатации высокоскоростного железнодорожного и автомобильного транспорта. Систематизированы источники образования отходов, содержащих тяжелые металлы, описаны пути их миграции в биосфере и пищевых цепях. Рассмотрены техногенные аномалии, возникающие на производствах, обслуживающих перевозочный процесс, и непосредственно при эксплуатации транспортных средств. Оцениваются современные и перспективные технологии, предназначенные для снижения загрязнения воздуха, воды и почвы.

Ключевые слова: экология, железная дорога, автомобиль, биосфера, гидросфера, тяжелые металлы, высокоскоростные линии, инженерная химия, технологии очистки.

Вопросы строительства и реконструкции железнодорожных магистралей, включая и высокоскоростные, затрагивают разные регионы России и одновременно проявляют разного рода экологические проблемы, в том числе связанные с образованием и распространением в зоне эксплуатации дорог ионов тяжелых металлов (ИТМ).

Ежегодно на транспортных предприятиях образуются миллионы тонн отходов, содержащих ионы тяжелых металлов, нефтепродукты и прочие загрязнители. Тяжелые металлы являются наиболее опасными, ибо обладают способностью накапливаться, образуя токсичные соединения, которые нарушают метаболический цикл живых организмов. Изменяя химическую форму при переходе из одной природной среды в другую, металлы не подвергаются биохимическому разложению; наоборот, они вступают в химические взаимодействия с неметаллами и становятся катализаторами различных процессов, например в почвах. В этом случае почва не только накапливает тяжелые металлы, но и выступает переносчиком их в атмосферу, гидросферу и живую материю.

В монографии Зубрева Н. И. и Журавлевой М. А. прослеживается путь тяжелых металлов в процессе трансформации по всем компонентам биосферы, анализируются причины загрязнения окружающей среды и роста заболеваемости населения.

В первой главе авторы показывают, что источники загрязнения биосферы можно классифицировать как природные и антропогенные. Подробно описывают пути их поступления при ремонте и эксплуатации объектов транспорта, рассматривают стационарные и передвижные источники загрязнения атмосферы, гидросферы и литосферы.

Во второй главе приводятся данные, отражающие негативное влияние ИТМ на почвенную микробиоту, рассмотрены процессы миграции химических элементов в литосфере, гидросфере, атмосфере и живом веществе. Здесь же отмечается, что способность элементов к миграции проявляется при разрушении кристаллической решетки под действием внешних факторов. Описаны механизмы миграции химических элементов в земной коре: механический, физико-химический, биохимический и антропогенный.

Авторы обращают внимание на то, что к основным параметрам загрязнения относятся природа металла, его концентрация, форма нахождения металла в почве и др. Основным фактором, влияющим на последствия загрязнения литосферы, считается форма нахождения элемента — металла в почве. Свободные ионы тяжелых металлов являются более токсичными, а следовательно, и более опасными для окружающей среды, чем соединения, в которых тяжелые металлы находятся в связанном состоянии.

В третьей главе описаны виды и структура техногенных геохимических аномалий, вызванных миграцией и концентрированием металлов в окружающей среде, приведены данные исследований по оценке загрязнения полосы отвода и прилегающих к ней территорий, показано, что основными загрязнителями железных дорог утвердили себя никель, медь, цинк, молибден, кобальт и хром.

В четвертой главе рассмотрены механизмы передачи ионов тяжелых металлов по пищевым цепям. Подчеркивается, что растения, способные накапливать ионы таких металлов, являются промежуточным звеном в цепи «почва — растение — животное — человек». Увеличение концентрации ионов в почве приводит к возрастанию их концентрации и в растениях. Загрязненные почвы способны медленно очищаться в результате естественных процессов, подобных выносу с урожаем и вымыванию с инфильтрационными водами. На скорость миграции ионов влияет внесение в землю растворимых солей тяжелых металлов. Они подавляют наиболее значимые процессы метаболизма, тормозят рост и развитие растений.

В организм животных тяжелые металлы попадают с кормами и водой, вызывая при этом различные заболевания. Концентрацию ионов тяжелых металлов в организмах жи-

вотных можно снизить с помощью некоторых средств и приемов, например, добавляя в пищу крапиву, лопух или цеолит. Употребление ростков ячменя позволяет снизить концентрацию кадмия и т. д. К потенциально опасным элементам питания человека относятся рыба и продукты пчеловодства. В них могут накапливаться такие тяжелые металлы, как ртуть, никель, кадмий, цинк, медь и др.

В пятой главе подробно излагаются способы выведения ионов тяжелых металлов из организма человека, проведена превентивная оценка воздействия на человека ионов свинца, цинка, кадмия, ртути, хрома, меди, марганца, железа, никеля и ванадия. Основная масса таких металлов попадает в организм с водой и пищей, меньшая — через кожу и при дыхании. В тканях и органах человека накопление ИТМ происходит неравномерно. Наибольшее их количество обнаруживается в костной ткани, коже, печени и мышцах. В волосах не раз находили свинец, никель, медь и др. В организме тяжелые металлы могут менять форму своего существования — например, образовывать комплексные соединения с белками и нуклеиновыми кислотами. Выведение ИТМ происходит через легкие, почки, желудочно-кишечный тракт и кожу.

В шестой главе представлены методы защиты всех компонентов биосферы (атмосферы, гидросферы, литосферы) от негативного влияния ионов тяжелых металлов. Проводится анализ устройств (пылеуловителей, фильтров и т. д.), применяемых для очистки промышленных выбросов. Рассмотрены их недостатки, показано, что наиболее эффективно снижение концентрации ИТМ в сточных водах достигается за счет реагентных и физико-химических методов, при очистке почв — с помощью различных растений или путем перевода ИТМ в связанное состояние.

Важность поднимаемых тем не вызывает сомнений, однако к недостаткам каждой из глав следует отнести отсутствие выводов. Итожащих содержание обобщений не хватает и в целом всей книге.

Общие выводы, между тем, могут быть сформулированы с учетом некоторых дополнений и соображений теоретико-прикладного плана.

Уровень загрязнения ионами тяжёлых



металлов почв, прилегающих к объектам железнодорожного транспорта, требует новых превентивных решений, опирающихся на соответствующие знания. Например, известно, что существуют масштабные системы, обладающие полезными потребительскими свойствами и способные обезвредить опасные для окружающей среды соединения. В качестве защитообразующих могут быть рассмотрены фосфатные вяжущие системы, предложенные Сычевым М. М., Копейкиным В. А., Судакасом Д. И., Федоровым Н. Ф., Кнатько В. М., Сватовской Л. Б., Латуговой М. Н. и др. в середине XX века. Преимущество таких моделей заключается в их высоких физико-механических свойствах, термостойкости, морозостойкости и антикоррозионности, а с экологической точки зрения — в способности фосфатных вяжущих поглощать загрязнения разной природы (органической и минеральной).

Фосфатные вяжущие получают при взаимодействии оксидов 3d-металлов и глины с ортофосфорной кислотой. В качестве наполнителя используется песок. Значение свободной энергии Гиббса реакции твердения фосфатного вяжущего меньше нуля, и следовательно, реакция протекает самопроизвольно. При замене природного сырья (глины, песка) или других компонентов вяжущего на отходы, в том числе и железнодорожного транспорта, физико-механические свойства фосфатного искусственного камня улучшаются, а отходы при твердении фосфатной композиции блокируются в камне.

Исследования, проведенные на кафедре «Инженерная химия и естествознание» Петербургского государственного университета путей сообщения, показали, что при дополнительном введении ИТМ в фосфатные системы уровень свободной энергии Гиббса понижается, в системе реализуются самопроизвольные процессы, в том числе и обезвреживающие ионы тяжелых металлов. Установлено, что скорость процесса обезвреживания ИТМ растет одновременно с понижением свободной энергии Гиббса. То есть чем ниже значение свободной энергии Гиббса, тем эффективнее должны быть процессы обезвреживания ИТМ. В результате химического взаимодействия ИТМ с компонентами вяжущего происходит образование труднорастворимых веществ, при этом ионы тяжелых

металлов переходят в связанное состояние. Доказательством обезвреживания ИТМ является отсутствие загрязнений в водных вытяжках из полученных искусственных фосфатных камней.

Комплексное решение технических и экологических задач — одновременное упрочнение и обезвреживание глиносодержащих грунтов, загрязненных ИТМ, базируется на следующей идее. Ортофосфорная кислота как более сильная, чем кислота аниона соли, образующего глиносодержащий грунт, разрушает каолиниты и монтмориллониты с образованием гидрофосфатов алюминия и кремнегеля. Причем образование геля — это основа прочности фосфатной системы: чем больше гелеобразных продуктов, тем выше прочность искусственного камня. Присутствующие в глиносодержащем грунте ионы тяжелых металлов (Fe^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} , Ni^{2+} , Cr^{3+} , Mn^{2+} и т. д.) связываются фосфат-ионами, при этом укрепляется грунт, поскольку образование кристаллогидратов в определенных условиях упрочняет систему.

Важным фактором при обезвреживании ИТМ является долговечность искусственных камней, содержащих загрязнения. В связи с этим были проведены испытания образцов в возрасте 10 лет. Исследования показали, что прочность фосфатных искусственных камней увеличилась, а водные вытяжки ИТМ не содержат.

Другим примером обезвреживания ИТМ может быть технология, разработанная профессором университета М. В. Шершневой, основная идея которой состоит в том, что твердые силикатсодержащие отходы — гидраты или гидратационно-активные минералы могут в зависимости от природы катиона отхода и природы иона тяжелого металла проявлять способность к взаимодействию. Такого рода взаимодействие возможно, если молярные массы ионов тяжелых металлов больше молярных масс основных катионов твердого отхода. Так как энергия вакантной орбитали ИТМ в этом случае выше энергии вакантной орбитали катиона основной фазы твердого отхода, то ИТМ должны образовывать более сильную химическую связь с силикатным остовом, сопровождающуюся выделением энергии, понижением уровня энергосодержания системы и образованием труднорастворимых силикатов тяжелых металлов.

Можно привести и иные примеры новых современных технологий защиты окружающей среды от ионов тяжелых металлов, которые разработаны учеными транспортных вузов страны.

В целом необходимо отметить, что монография написана хорошим языком, доступным для понимания широкому кругу читателей, содержание ее выстроено четко и логично, и безусловно, книга будет полезна для специалистов, занимающихся проблемами защиты окружающей среды. Не менее

интересна она, полагаю, и для преподавателей, аспирантов и студентов высших и средних учебных заведений. Инженерная экология сегодня актуальна в просвещенном мире независимо от той или иной научной и учебной специализации.

Елена МАКАРОВА,
доктор технических наук, профессор
кафедры «Инженерная химия
и естествознание» Петербургского
государственного университета путей
сообщения ●

THE SPEEDS OF TRAFFIC AND OF DECONTAMINATION

Zubrev N.I., Zhuravleva M.A. *Prevention of contamination of biosphere with heavy metals during high speed transport operation [Predotvraschenie zagryazneniya biosfery tyazhelymi metallami pri ekspluatatsii vysokoskorostnogo transporta]. Monograph. Moscow, UMTS ZHDT [Training and methodological center of railway transport], 2012, 272 p.*

The reviewed monograph is dedicated to the problem of prevention of environment pollution with heavy metals during operation of high speed road and railway transport. The authors have systematized the sources of wastage, containing heavy metals, described the migration routes of heavy metals in

biosphere and food chains. The book refers also to technogeneous anomalies at the enterprises providing services to traffic process and during the operation of rolling stock. The authors suggest modern and promising technologies which could be useful to reduce air, water and soil pollution.

Key words: ecology, railway, biosphere, hydrosphere, heavy metals, high speed routes, engineering chemistry, technology of decontamination, purifying.

Makarova, Elena I. – D.Sc. (Tech), professor of the department of engineering chemistry and natural sciences of St. Petersburg State University of Railway Engineering, St. Petersburg, Russia.

Координаты автора (contact information): Макарова Е.И. (Makarova E.I.) – 4578097@mail.ru.

АВТОРЕФЕРАТЫ ДИССЕРТАЦИЙ

**Научные работы защищены
в Московском государственном
университете путей сообщения**

Бычкова А. А. *Методы повышения уровня сервисного обслуживания на железнодорожных вокзалах/Автореф. дис... канд. техн. наук. – М., 2013. – 24 с.*

Исследованы производственные процессы и проведена классификация услуг железнодорожного вокзала, на основе которой сформирована структура оценки уровня транспортного обслуживания пассажиров с учетом каждого из направлений сервисной деятельности. Одновременно разработана методика определения качества вокзальных услуг, использующая свою систему расчетных формул. Предложены способы повышения эффективности сервиса на объектах вокзального комплекса.

Дюкарев Л. А. *Совершенствование методов анализа проектных решений при интерактивном трассировании железных дорог/Автореф. дис... канд. техн. наук. – М., 2013. – 24 с.*

Диссертантом разработана новая методика оперативного определения строительной стоимости объектов железнодорожной инфраструктуры на предпроектной стадии, представлена графическая интерпретация порядка расчета с целью автоматизации и учета как одного из критериев оценки предпроектных решений. Реализован переход от традиционной технологии анализа проектных идей к оптимизации проектируемой трассы в автоматическом режиме по выбранному критерию.

Елгаев В. С. *Обеспечение безопасности зданий при скоростной проходке тоннелей щитовым способом/Автореф. дис... канд. техн. наук. – М., 2013. – 23 с.*

В ходе исследования выявлена связь параметров колебаний частиц в грунтах от щитовой проходки с уровнем вибрации

