



Д.Б. Устинов,

инженер Брестского государственного технического университета

Образование экологически безопасных соединений из земляных компонентов и веществ с опасными свойствами



Вникая в природные закономерности взаимодействия частиц в земляных компонентах, можно на основе математического моделирования и практических исследований предугадывать и прогнозировать все возможные негативные последствия с целью их устранения, минимизации и возможности извлечения пользы для людей и природы. В статье приводится описание существующего в природе явления постоянного взаимодействия друг с другом земляных компонентов и входящих в их состав различных веществ, включая радиоактивные, токсичные и канцерогенные, с образованием из них видоизмененных соединений.



В структуре биогенных почв могут содержаться загрязнители из радиоактивных веществ (далее — РВ), токсичных тяжелых металлов (далее — ТМ), канцерогенных нефтебитумов и др. Их естественная доза и фон в природе существовали и существуют постоянно. Например, с ионизирующими излучениями люди в естественной природной среде встречаются ежедневно — космическое излучение, излучение от находящихся в почве и строительных материалах естественных радиоактивных элементов и др. Но сама природа постоянно поддерживает **баланс безопасного равновесия** для всего живого на земле. При этом земляные компоненты с присутствующими в них веществами (включая загрязнители) постоянно взаимодействуют друг с другом как сорбенты (поглощающие) и сорбтивы (поглощаемые) и уравнивают фон безопасности.

СПРАВОЧНО



Земляные компоненты — любые глинистые осадочные породы и биогенные почвы без жестких структурных связей между слагающими их частицами¹ (глина, песок, известь и др.).

В природе одни загрязнители могут выступать сорбентами и относительно других загрязнителей, создавая новообразования, которые нейтрализуются затем другими природными сорбентами.

На современном уровне развития науки концентрация загрязнителей и радиационный фон легко отслеживаются приборами.

Там, где концентрация выброшенных (искусственных) загрязнителей из РВ и ТМ многократно превышает интенсивность сорбции естественных земляных компонентов на обследованных участках, для минимизации или устранения вредных воздействий опасных загрязнителей на природу требуется применять искусственные сорбенты.

ПРИМЕР

Стронций химически подобен кальцию: кальцинированием (известкованием) почвы разбавляется концентрация стронция-90 и тем самым уменьшается радиоактивность². Так, последовательно, в течение многих лет удалось вернуть в оборот большие площади сельскохозяйственной земли, пострадавшей от аварии на Чернобыльской АЭС.

В последнее время в Беларуси и странах СНГ масштабно ведутся работы по ремонту битумных кровель с образованием больших объемов битумосодержащих отходов. Аналогичные отходы создаются и накапливаются при ремонте и восстановлении битумной изоляции на протяженных трубопроводах, транспортирующих нефть и газ.

СПРАВОЧНО



Нефтяной битум — это коллоидная система, в которой дисперсную среду составляют масла и смолы, а дисперсная фаза представлена асфальтенами. Битумы состоят из сложной смеси высокомолекулярных углеводородов и их неметаллических производных

¹ Горелышев, Н.В. Материалы и изделия для строительства дорог. Справочник / Н.В. Горелышев, М.: Транспорт. 1986. 288 с.

² Люцко, А.М. Фон Чернобыля / А.М. Люцко. Минск: Белорусская Советская энциклопедия имени Петруся Бровки. 1990. 68 с.



с отрицательным зарядом. При этом битумы обладают долговечностью с максимальным сохранением своих физико-химических свойств и прекрасными вяжущими, гидроизолирующими и адгезионными свойствами, а также возможностью изоляции от воздействия радиации³. Например, гидроизоляция битумными композициями ответственных конструкций турбинного зала, реакторных блоков и деаэрационной этажерки в главных корпусах зданий Ленинградской и Игналинской АЭС уже в течение многих лет обеспечивает надежную и безопасную изоляцию от радиации.

В природе поверхностные земляные компоненты представляют в основном структуру с разным распределением дисперсных частиц в их среде. Поэтому **битумосодержащие отходы** должны быть **переработаны в дисперсный порошок** для достижения идентичности со средой из природных земляных компонентов.



СПРАВОЧНО

Дисперсионная среда — непрерывная фаза (тело), в объеме которой распределена другая (дисперсная) фаза в виде мелких твердых частиц, капелек жидкости или пузырьков газа. Дисперсионная среда может быть твердой, жидкой или газовой, в совокупности с дисперсной фазой она образует дисперсные системы.

Некоторые радиоактивные вещества, образующиеся от искусственных источников излучения в отходах и ядерных отходах, при распаде могут испускать потоки тяжелых положительно заряженных частиц.

Если принять во внимание, что все взаимодействующие частицы (атомы, ионы, молекулы) в природных земляных компонентах построены из положительных и отрицательных зарядов, то битумное вещество с отрицательным зарядом будем рассматривать как сорбент, а ТМ и РВ с положительными зарядами как сорбтивы. Причем образующиеся соединения битума с ТМ и РВ по отношению, например, к негашеной извести также рассматриваются как сорбтивы.

Поскольку от образующихся огромных объемов отходов человечество быстро избавиться не сможет, то все усилия (включая научные и практические) должны быть направлены на уменьшение или на полное устранение воздействия их на природу. А этого добиться можно. При решении вопросов переработки отходов рациональным решением, например, может быть использование некоторых «положительных» свойств одних загрязнителей в отходах для минимизации или устранения вредного воздействия других отходов. Благодаря этому может быть уменьшено количество свалок и упрощен процесс захоронения отходов, снизятся материальные и финансовые затраты на производство дорогостоящих сорбентов, будет обеспечено рациональное использование сырьевых ресурсов с вовлечением в оборот вторичных ресурсов. Это также будет способствовать новым научно-практическим исследованиям по выявлению взаимодействия разнообразных опасных отходов друг с другом для получения на их основе полезных соединений с экологобезопасными качествами.

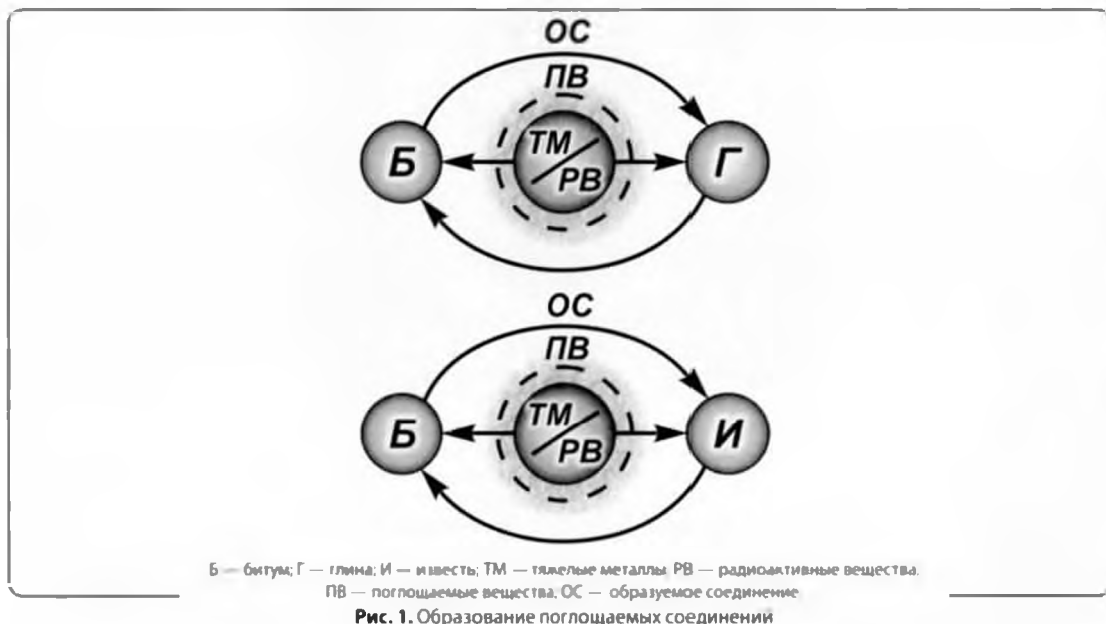
³ Комар, А.Г., Баженов, Ю.М., Сулименко, Л.М. Технология производства строительных материалов / А.Г. Комар, Ю.М. Баженов, Л.М. Сулименко. М.: Высшая школа. 1990. 446 с.



Кинетика обезвреживания загрязнителей

Разнородный состав земляных компонентов, включая и загрязнители в них, обладает разными адсорбционными и ионообменными свойствами, и активность взаимодействия между частицами различных включений зависит от площади их контакта между собой. Поэтому в естественной дисперсной среде, в отличие от крупных и разрозненных веществ в почве, процессы взаимодействия между частицами происходят активнее. Таким образом, если говорить об обезвреживании загрязнителей в искусственной среде, то лучше это будет осуществляться в измельченных твердых земляных компонентах, включая и отходы¹.

Механизм задержания ТМ и РВ твердыми сухими сорбентами в земляных компонентах может быть объяснен совокупностью трех одновременно происходящих процессов: ионным обменом, сорбцией и хемосорбцией. Ионный обмен осуществляется благодаря наличию положительно и отрицательно заряженных частиц. Процесс сорбции осуществляется избирательно битумом, известью или доломитом, а интенсивность его является функцией концентрации загрязнителей, объема сорбента и контактирующей площади с загрязнителями. В результате ионного обмена битума с глиной и химических реакций (хемосорбция) битума в щелочной среде известны образуются соединения, включающие поглощенные ТМ и РВ (рис. 1).



Ионный обмен носит чисто электростатический характер. В данном случае следует рассматривать ионы с положительными и отрицательными зарядами. Между этими ионами на определенном расстоянии возникают силы притяжения, т.к. заряды разных знаков притягиваются друг к другу, что приводит к образованию новой устойчивой молекулы.

¹ См.: Устинов Д.Б. Переработка кровельных битумных отходов // Экология на предприятии. 2012. № 4. С. 33–43.; Устинов Д.Б. Технология и оборудование для переработки в порошок кровельных битумных отходов // Экология на предприятии. 2012. № 5. С. 91–96.



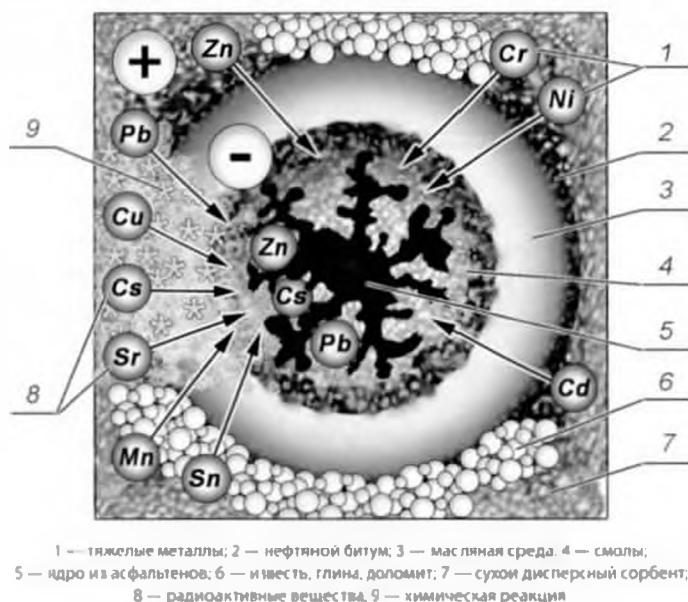
Таким образом, в почвах, содержащих ТМ и РВ, пересыпанных сорбентом из битума и извести, происходит постоянное перераспределение энергии между взаимодействующими ионами. А при воздействии на такую среду внешних сил с возникновением суммарной энергии в среде будет происходить направленное перемещение ионов. В физике эта энергия называется энергией активации и определяет количество энергии, которое необходимо затратить, чтобы разделить или объединить частицы вещества.

На рис. 2 изображена схема мицеллы битума в оболочке из извести с комплексным механизмом поглощения ими ТМ и РВ ионным обменом, сорбцией и хемосорбцией.



СПРАВОЧНО

Мицелла — отдельная частица высокодисперсной коллоидной системы с жидкой дисперсионной средой, состоящая из ядра и поверхностной стабилизирующей оболочки. Средний размер мицелл составляет от 1 до 100 нм.



1 — тяжелые металлы; 2 — нефтяной битум; 3 — масляная среда; 4 — смолы;
5 — ядро из асфальтенов; 6 — известь, глины, доломит; 7 — сухой дисперсный сорбент;
8 — радиоактивные вещества; 9 — химическая реакция

Рис. 2. Схема мицеллы битума в оболочке из глины или извести с комплексным механизмом поглощения ими ТМ и РВ

Ионы в веществе постоянно находятся в состоянии взаимодействия в результате ионного обмена и химической реакции, последняя из которых связана с выделением теплоты. В этом случае происходит тепловая поляризация ионов с перебросом из одного положения в другое под действием электрического поля и тепловых колебаний. А в случае воздействия еще какой-либо кинетической энергии (суточных и сезонных температурных деформаций почвы и др.) на систему ионов вещества эта система будет совершать дополнительные механические колебания, пополняя комплекс активного поглощения и обезвреживания токсичных загрязнителей в почве.

Причем сорбент, например из смеси дисперсного битумного порошка и негашеной извести, в земляных компонентах с загрязнителями из ТМ или РВ (с естественной влажностью всех составляющих) после их смешения образует гидроксид, в результате



чего загрязнители равномерно им адсорбируются, а образующаяся при этом оксидная пленка играет защитную роль объединенных в капсулы новообразований с поглощенными ТМ и РВ. Причем в естественных условиях, например, природные оксиды участвуют во всех процессах новых минералообразований. Поэтому благодаря таким свойствам вполне возможно получать экологически безопасные вещества из самих загрязнителей, которые могут быть применены вторично в производстве не в ущерб здоровью людей⁵.

Таким образом, активную роль во взаимодействии веществ друг с другом играет их степень концентрации (объем, площадь) в контакте «сорбент — сорбтив». Например, в дисперсной среде резко повышается их активность во взаимодействии. Поэтому применительно к обезвреживанию отходов с радиоактивными, токсичными и канцерогенными свойствами важно разработать **рациональную и безопасную технологию их предварительного измельчения в дисперсную массу**. Дисперсность предварительно переработанных отходов резко повышает поверхностную активность обезвреживания вредных веществ. Задача непростая, но вполне разрешимая на современном уровне развития науки и техники.

В настоящее время на практике данная технология не применяется. С использованием описанных процессов в Брестском регионе планируется создание производства по выпуску сухих сыпучих битумных смесей. 

См.: Устинов Д.Б. Перспективы применения переработанных кровельных битумных отходов в строительном производстве // Строительная наука и техника. 2011. № 4

НОВЫЙ
ПРОЕКТ

Видеолинии

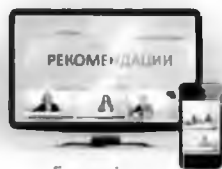
журнала «Экология на предприятии»

Представляем Вашему вниманию **НОВЫЙ ПРОЕКТ** — первый профессиональный интернет-видеоканал для кадровиков, экономистов, юристов, бухгалтеров и экологов.

Журнал «Экология на предприятии» проводит видеолнии с ведущими специалистами в области охраны окружающей среды в студии «Нормативка.by».

На сайте журнала «Экология на предприятии» (www.ecologia.by) в разделе «Консультации» Вы можете задать свой вопрос через специальную форму «Вопрос для видеоканала», а также просмотреть видеоролики с ответами специалистов на заданные вопросы.

После выхода видеоролика Вы сможете ознакомиться с текстовой версией передачи в ближайшем номере журнала «Экология на предприятии».



Ближайшая
видеолиния:

Шуст Ольга Викторовна

главный специалист отдела оперативного контроля управления государственной экологической экспертизы проектов и оперативного контроля, Минский областной комитет природных ресурсов и охраны окружающей среды

Тема: **Обращение с отходами – устраняем нарушения**

Ждем Ваших вопросов до 13 декабря,
видеоролик выйдет 26 декабря.



Задавайте свои вопросы по тел.:

(017) 286-34-70
с 9.00 до 18.00

