

## Сорбция углеводородов нефти и углеводородокисляющих микроорганизмов органомодифицированными и неорганическими сорбентами\*

А. В. Савин, В. А. Бреус, С. А. Неклюдов, М. Л. Бондырев, И. П. Бреус  
Казанский (Приволжский) федеральный университет, Химический институт

*Исследована возможность использования неорганических сорбентов (песка, силикагеля и цеолитсодержащей породы (ЦСП)) и их органомодифицированных производных для связывания бензола и бактерий *Escherichia Coli* (группы кишечной палочки) в водной среде. Установлено, что ЦСП и силикагель проявляют незначительную сорбционную активность в отношении бензола, но высокую — в отношении клеток *E. Coli*. Модификация поверхности песка и силикагеля органическими полимерами приводит к значительному росту их сорбционной активности по отношению к бензолу, растворенному в воде. В то же время сорбция клеток *E. Coli* на органомодифицированных сорбентах незначительна. Сорбция клеток *E. Coli* и бензола в значительной степени определяется величиной удельной поверхности сорбентов. ЦСП и силикагель могут быть рекомендованы для дальнейших испытаний с целью очистки загрязненных водных сред в качестве сорбентов патогенных и условно патогенных микроорганизмов. Сорбенты на основе неорганических носителей и полимерных модификаторов могут использоваться для очистки почвенно-грунтовых и водных сред, загрязненных бензолом и его гомологами.*

**Ключевые слова:** углеводороды, бактерии, почва, грунтовые воды, загрязнение, очистка, ремедиация, сорбция.

Среди антропогенных загрязнителей нефтяные и топливные углеводороды (УВ) являются наиболее распространенными. Высокая устойчивость и подвижность жидких, парообразных и растворенных в воде УВ способствуют их длительному накоплению и миграции в окружающей среде, в том числе в почвах и грунтовых водах.

Существует широкий ряд физических, физико-химических, механических, тепловых и биологических технологий, предназначенных для ремедиации загрязненных УВ сред. Особое место в ремедиации занимает сорбционный подход. Это связано с преимуществами, которые он имеет в сравнении с другими методами. Преимущества сорбционных технологий заключаются в высокой скорости локализации УВ на внесенных в загрязненную среду сорбентах, их экологической безопасности и относительной простоте технической реализации.

Для более активного внедрения сорбционных методов в экологическую практику необходимо решение двух важных задач. Первая — это создание новых сорбентов, которые эффективно связывают УВ во влажных и водных средах и при этом имеют не высокую стоимость. Вторая задача состоит в разработке способов регенерации отработанного сорбента, удовлетворяющих необходимым технологическим

и экологическим требованиям. Основные из них: во-первых, восстановление (как минимум частичное) сорбционной емкости сорбента в отношении УВ; во-вторых, в ходе регенерации не должна разрушаться структура сорбентов; в-третьих, стоимость регенерационной технологии не должна быть высокой; в-четвертых, регенерация не должна вызывать вторичного загрязнения окружающей среды.

Решение обеих задач, стоящих в области создания новых сорбционных технологий ремедиации почв и грунтовых вод, загрязненных УВ, возможно в рамках общей научной концепции. Она заключается в следующем: одновременное концентрирование на сорбционной поверхности углеводородного загрязнителя и углеводородокисляющих микроорганизмов (УОМ) не только блокирует распространение УВ в окружающей среде, но и способствует их более эффективной биодеградации. Таким образом, повышается эффективность ремедиации загрязненных сред и в то же время происходит регенерация сорбента в результате взаимодействия сорбированных УОМ и УВ, выражающаяся в снижении концентрации последних в сорбенте вследствие биодеградации.

В связи с этим целью исследования была разработана составов эффективных сорбентов

\* Работа выполнена при финансовой поддержке грантов РФФИ 12-04-01330-а и РФФИ 12-04-00860-а.