

Вестник

Т. 15 № 19

**КАЗАНСКОГО
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА**

**HERALD OF KAZAN TECHNOLOGICAL
UNIVERSITY**



2012

Министерство образования и науки России
Российское химическое общество им. Д.И. Менделеева
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

**ВЕСТНИК
КАЗАНСКОГО
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА**
(Вестник технологического университета)

HERALD OF KAZAN TECHNOLOGICAL UNIVERSITY

Т. 15

№ 19

2012

Основан в 1998 г.

Казань
Издательство КНИТУ
2012

А. В. Савин, А. П. Денисова, Р. Х. Хузиахметов,
С. А. Неклюдов, В. А. Бреус

СОРБИЦИОННОЕ СВЯЗЫВАНИЕ УГЛЕВОДОРОДОВ И УСЛОВНО ПАТОГЕННЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ НЕОРГАНИЧЕСКИМИ СОРБЕНТАМИ (НА ПРИМЕРЕ БЕНЗОЛА И *E. COLI*)

Ключевые слова: сточные воды, очистка, бензол, бактерии, сорбция.

Исследована возможность использования песка, силикагеля и цеолитсодержащей породы (ЦСП) 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*. Дополнительный вклад в сорбцию бензола ЦСП вносят сорбционные центры в межслойном пространстве смектитов. 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.

Keywords: wastewater, clean-up, benzene, bacteria, sorption.

The possibility of using sand, silicagel and zeolite-containing rock (ZCR) for sorption of benzene and bacteria *Escherichia Coli* in water environment was investigated. It was established that ZCR and silicagel show insignificant sorption activity to benzene, but high – to *E. Coli*. The additional contribution to benzene sorption on ZCR was brought by the sorption centers in the interlaminal space of smectites. Sorption of *E. Coli* and benzene is essentially determined by the size of specific surface of a sorbent. ZCR and silicagel can be recommended for further tests concerning clean-up of polluted water environments as sorbents of pathogenic and conditionally pathogenic microorganisms.

Введение

Очистка промышленных и бытовых стоков от техногенных загрязнителей и патогенных микроорганизмов является одной из наиболее актуальных экологических проблем, стоящих перед современным индустриальным обществом. Среди опасных органических токсикантов особое место занимает группа БТЕК – моноароматических углеводородов (УВ), включающая бензол, толуол, этилбензол и ксилолы. Из-за подвижности и относительно высокой растворимости в воде УВ представляют серьезную угрозу для окружающей среды как потенциальные источники длительного загрязнения надземных и грунтовых вод – природных источников питьевой воды. В ряду моноароматических УВ особенно опасен бензол, обладающий канцерогенными свойствами [1].

Наиболее эффективным и доступным физико-химическим методом быстрой очистки воды является сорбционный метод, предусматривающий использование различных сорбционно-активных материалов [2–4]. В основном для этой цели используют активированные угли – в связи с их способностью эффективно сорбировать органические соединения из водной фазы [5]. Однако их физико-химические и механические свойства не всегда удовлетворяют современным технологическим требованиям [2]. Кроме того, активированные угли имеют высокую стоимость и малорентабельны для применения в больших объемах, тем более в экологических целях [2]. При использовании сорбентов в промышленных объемах (десятки и сотни тонн) решающее значение имеет экономическая составляющая. В этой связи при выборе сорбентов важным фактором является его цена.

Сорбционная активность силикагелей и цеолитов в отношении паров органических соединений известна давно, однако экспериментальных данных по применению их для сорбции из жидкой фазы очень мало. Силикагели способны сорбировать органические соединения различных классов: алифатические УВ (гексан, октан и др.), ароматические УВ (бензол, гексан), спирты (метанол, этанол). При этом в зависимости от марки, размеров пор и площади поверхности сорбента величины сорбции могут различаться на порядок [6].

В качестве сорбентов давно изучаются и используются цеолиты, однако, интенсивность их исследований по-прежнему высокая [7,8]. В зависимости от типа и наличия сопутствующих минералов цеолиты имеют различную удельную микропористость (до 60%) и удельную поверхность – $S_{уд}$ (от 40 до 80 м²/г) [9]. Благодаря наличию микропор они способны сорбировать пары ароматических и алифатических УВ. При этом величина сорбции УВ в зависимости от типа цеолита и природы сорбата варьирует от 40 до 120 мг/г [10].

Требования к сорбентам постоянно возрастают. В настоящее время наряду с эффективностью, низкой стоимостью и экологической безопасностью возникает спрос на универсальность их действия. В частности, ведется поиск сорбентов, способных связывать не только экзогенные органические соединения, но и микроорганизмы, особенно, патогенные. Сорбция на минеральных частицах (определяемая также в литературе как адгезия или прикрепление) является одним из наиболее важных механизмов удаления многих бактерий из загрязненных сточных и грунтовых вод [11]. Однако факторы, влияющие на сорбцию бактерий, и механизмы их сорбционного связывания изучены явно недостаточно [12].