

УДК 629.114

Бондарева Т.Г., Васильева О.Ю., Апенько И.А., Инюшин В.М.\*

### ИССЛЕДОВАНИЕ СТЕПЕНИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД С ПОМОЩЬЮ ФОТОДИНАМИЧЕСКОЙ ЦЕОЛИТОВОЙ УСТАНОВКИ ФДЦ-3

(Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева,  
г. Усть-Каменогорск; \*Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан)

*Проведены исследования по оценке степени очистки сточных вод металлургического предприятия с помощью фотодинамической цеолитовой установки ФДЦ-3, сконструированной на базе Центра биофизической экологии Казахского национального университета им. Аль-Фараби под руководством академика, профессора В.М. Инюшина. Показано, что использование установки для очистки сточных вод металлургического предприятия может быть эффективно и позволит в большей степени удалять из сточных вод соединения тяжелых и цветных металлов.*

Вода является первоосновой жизни, базисом экологических систем, необходимым условием любых социальных и экономических процессов. Поэтому вопросы воды как экологического, социального и экономического фактора определены в качестве приоритетных в Концепции перехода Казахстана к устойчивому развитию.

Рост городов, бурное развитие промышленности, интенсификация сельского хозяйства, значительное увеличение площади орошаемых земель, улучшение культурно-бытовых условий все больше усложняет проблему сохранения чистоты водных ресурсов страны.

При увеличении количества пресной воды, используемой для производства различных видов продукции возрастает количество сточных вод, т.е. отработанных вод, дальнейшее использование которых либо невозможно по техническим условиям, либо нецелесообразно по технико-экономическим показателям. Для того, чтобы сточные воды не ухудшали качество воды в водоёмах, куда они сбрасываются, или подземных вод, куда сточные воды могут просачиваться, необходимо предусмотреть возможность их уменьшения, а самое главное разработать технологические схемы их очистки и обеззараживания от токсических примесей. Поэтому проблема очистки сточных вод в целях сохранения чистоты природных экосистем, является актуальной. Особенно остро встает эта проблема в промышленных городах, каковым является г. Усть-Каменогорск, в котором расположены 3 крупнейших в Казахстане металлургических завода, машиностроительный завод, завод металлоконструкций и др.

Целью данной работы было - оценить эффективность очистки сточных вод с помощью фотодинамической цеолитовой установки (ФДЦ-3), сконструированной на базе Центра биофизической экологии Казахского национального университета им. Аль-Фараби под руководством академика, профессора В.М. Инюшина. (г. Алматы). Цеолиты рекомендованы для использования при очистке сточных вод многими авторами [1, 2]. Однако оригинальность нашего метода заключается в том, что активация сорбента идет под действием плазменной лампы и данные по качеству очистки сточных вод металлургических предприятий этим методом в литературе отсутствуют. Между тем, работы в этом направлении дают возможность по-новому взглянуть на проблему качественной стороны очистки сточных вод.

#### Материалы и методы исследования

Объектом исследования были сточные воды «АО Казцинк» (г. Усть-Каменогорск). Опыты проведены на базе лаборатории по охране и оздоровлению окружающей среды ВКГТУ. Для очистки сточных вод использовалась установка ФДЦ-3, предназначенная для оптико-магнитной активации сточной воды с целью ускорения процессов сорбции токсических веществ на фотодинамически активированном с помощью плазменной лампы цеолите. Через установку пропускали сточные воды, облучая каждую порцию в течение 2 минут плазменной лампой. Контролем служили неочищенные сточные воды. Содержание загрязняющих элементов оценивали методом масс-спектрометрии с помощью масс-спектрометра с индуктивно-связанной плазмой (ICP-MS Agilent – 750 cx) на базе центральной научно-исследовательской лаборатории «Irgetas» (ВКГТУ).

#### Результаты исследований и их обсуждение

Результаты исследований представлены в таблице 1. Из таблицы видно, что при пропускании сточных вод через установку, активирующую сорбент, в наибольшей степени очищаются сточные воды от веществ, содержащих такие элементы как Al, Hg, Cd, Pb, Zn, Sn (от 38,1% до 60,5%), тогда как при пропускании сточных вод через не активированный сорбент их очистка от этих же соединений идет в меньшей степени (от 7,4% до 31,3%). Несколько меньше идет удаление из сточных вод при активации сорбента соединений, содержащих элементы Ag, Cr, Tl (от 33,1% до 11,82%).

Следует отметить, что очистка сточных вод установкой с облучением от соединений элемента Al идет в 5,1 раза, от соединений элемента Sn - в 4,0 раза, от соединений элемента Tl – в 2,3 раза, от соединений Hg – в 2,2 раза, от соединений Pb – в 2,1 раза, от соединений Cd – в 1,9 раза, от соединений Ag, Cr – в 1,7 раза, от соединений Zn – в 1,6 раза лучше, чем без облучения. Очевидно, что активация природных цеолитов

плазменной лампой установки обеспечивает большую степень сорбции соединений элементов цеолитами из сточных вод. Не выявлено различий в степени очистки сточных вод соединений, содержащих элементы Rb, Ni, As (табл.1)

Таблица 1 – Степень очистки сточных вод с помощью фотодинамической цеолитовой установки (%), (n=3)

№	Элемент	С облучением	Без облучения
1	Al	38,10±7,62*	7,41±2,56
2	Zn	42,30±3,81*	27,31±1,40
3	Cd	60,51±8,54*	31,27±2,51
4	Hg	42,06±4,32*	19,30±5,33
5	Pb	47,60±3,57*	23,27±5,73
6	Sn	54,05±4,98*	13,50±3,87
7	Ag	33,10±3,28	19,81±2,42
8	Cr	11,82±1,81*	6,72±1,62
9	Tl	19,45±2,17*	8,66±2,53
10	Rb	8,15±0,67	7,29±0,58
11	Ni	14,40±1,67	13,87±2,13
12	As	7,10±0,52	9,30±0,87

Примечание - \* достоверные ( $p < 0,05$ ) различия с пробами воды, пропущенными через не активированные цеолиты.

Таким образом, на основании проведенных экспериментов можно сделать следующие выводы:

1 Использование установки для очистки сточных вод металлургического предприятия «АО Казцинк» может быть эффективно.

2 Из 12-ти изученных элементов, 9 элементов в большей степени сорбируются активированными цеолитами установки, что составляет 75%.

3 Активированными цеолитами установки в большей степени сорбируются соединения с элементами Cd, и Sn (более 50%), на втором месте по степени сорбции стоят соединения с элементами Al, Hg, Pb, Zn (38-47%), в небольшой степени сорбируются соединения с элементами Ag, Cr, Tl.

#### Литература

1 Адрышев А.К., Даумова Г.К. Природные алюмосиликаты Восточно-Казахстанских месторождений – дешевые и доступные сорбенты для очистки сточных вод от ионов металлов // *Материалы конференции «Современные технологии добычи и производства цветных металлов»*. ДГП ВНИИ цветмет. – Усть-Каменогорск, 2004. – С. 23-27.

2 Струнников С.Г. Природные сорбенты и их использование в качестве неподвижной фазы в хроматографическом анализе. Сорбционная очистка подземных вод от ионов тяжелых металлов природными алюмосиликатами // *Материалы 1 международной казахстанско-росийско-японской научной конференции «Перспективные технологии, оборудование и аналитические системы для материаловедения и наноматериалов»*. – Усть-каменогорск, 2008. – С. 232-237.

#### Тұжырым

эл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің биофизикалық экология Орталығы негізінде академик, профессор В.М. Инюшиннің жетекшілігімен құрастырылған фотодинамикалық цеолиттік ФДЦ-3 қондырғысының көмегімен металлургиялық өндірістің ақаба суын тазалау дәрежесін бағалау бойынша зерттеулер жүргізілді. Зерттеу нәтижесі металлургиялық өндірістің ақаба суын тазалауда қондырғыны қолдану тиімділігін және лас судан ауыр және түсті металдардың тазарту дәрежесі жоғары екені көрсетілді.

#### Summary

Diagnostic investigation of the cleaning of sewage was held with the help of the Photodynamic Zeolite plant (PZP-3) purpose-built by the Center of Biophysical Ecology of Al-Pharaby Kazakh National University, under Academician, Professor Inyushin V.M. guidance. Testify to the fact, that the using of the sewage cleaning plant may be effective and it will be given an option of removing heavy elements compounds and non-ferrous metals.