

Введение В последние годы интенсивно развивается, особенно в Российской Федерации, новое направление по исследованию сорбционных материалов из отходов различных производств для очистки природной среды от поллютантов различного происхождения. Создание альтернативных сорбентов относится к актуальной области ресурсосберегающих технологий, так как в этом случае отходы переводятся в ранг вторичного сырья, при этом, сохраняются природные ресурсы и решаются проблемы накопления отходов. Созданию сорбционных материалов из отходов посвящено множество работ Российских и зарубежных авторов. Показано, что в качестве сорбционных материалов, в частности, для удаления ионов тяжелых металлов из водных сред могут быть использованы отходы переработки сельскохозяйственного сырья [1-3] и образующиеся в процессе промышленного производства [4-6]. Целью данной работы явилось создание комбинированных адсорбентов на основе промышленных и сельскохозяйственных отходов и изучение их адсорбционных свойств по отношению к ионам свинца. Экспериментальная часть В качестве материалов для изготовления адсорбентов использовали: – отход керамического производства, который образуется на предприятии ОАО "Роберт Бош Саратов" (г. Энгельс, Саратовской области) при очистке стоков. Предприятие занимается производством автомобильных запальных свечей; – отход сельхозпереработки (лузга подсолнечника), который образуется при производстве подсолнечного масла на ОАО «Аткарский маслоэкстракционный завод» (г. Аткарск, Саратовской области); – смесь отходов керамического производства и сельхозпереработки. Микроструктура и рентгено-спектральный микроанализ образцов исследовались с помощью растрового ионно-электронного микроскопа марки «Quanta 600 FEG». Для определения эффективности очистки стоков фиксировалась начальная (Снач = 10мг/г) и конечная концентрация катионов свинца вольтамперометрическим методом. Экспериментально установлены времена достижения сорбционного равновесия, которое для всех исследуемых адсорбентов составило ~ 30 мин, и оптимальное соотношение массы адсорбента к объему сточных вод (~ 20 г/л). Все адсорбционные процессы проводили в статических условиях, при постоянном перемешивании и температуре 295±2 К. Отход керамического производства является отпрессованным осадком сточных вод предприятия ОАО «Роберт Бош Саратов» и представляет собой сыпучий порошок белого цвета. Данные стоки образуются при промывке оборудования после обработки керамических деталей (керамический цех). Рис. 1 - Рентгено-спектральный микроанализ отхода керамического производства предприятия ОАО «Роберт Бош Саратов» Рентгенофазовый анализ данного отхода производства показал (рис.1), что основную массовую долю (более 90 %) составляет оксид алюминия (табл. 1), который, как известно из литературных источников, проявляет высокие адсорбционные свойства [7]. Микроструктурные исследования позволили определить размер частиц, который составил от 2 до 18

нм (рис. 2а). Нами изучалась возможность использования данного отхода в качестве адсорбента для очистки стоков от ионов свинца (Pb^{2+}). Таблица 1 - Состав отхода керамического производства

Анализируемый ингредиент	
Значение показателя	Массовая доля, %
- оксида алюминия,	- оксида кремния,
- оксида железа,	- оксида титана,
- оксида кальция,	- оксида натрия,
- оксида калия,	- оксида магния
94,19	2,60
0,13	0,064
1,27	0,22
0,045	1,37

Как определено проведенными экспериментами, эффективность очистки стоков от ионов свинца отходом керамического производства составила 82,3 % (табл. 2). Следовательно, данный отход без дополнительной модификации, возможно, использовать в качестве адсорбента для очистки стоков от названных ионов металла.

Таблица 2 - Эффективность очистки сточных вод от катионов свинца комбинированными адсорбентами на основе термообработанных отходов керамического производства и сельхозпереработки в различных соотношениях				
№ опыта	Температура термообработки, 0С	Время термообработки, мин	Содержание отхода керамического производства (% по массе) в смеси с отходом сельхозпереработки	Эффективность очистки от Pb^{2+} , (Э, %)
1	250	15	45	94,5
2	250	15	50	95,0
3	250	15	55	96,0
4	300	15	50	95,0
5	300	20	50	97,5
6	300	25	50	97,0
7	300	20	45	97,0
8	300	20	45	97,0
9	350	25	55	97,5
10	350	25	50	97,5
11	350	25	45	97,5
12	350	15	55	96,5
13	350	15	45	96,0
14	250	25	50	96,0
15	250	20	50	95,5
16	250	15	50	95,0
17	300	20	0	94,6
18	0	0	100	82,3

Адсорбционные свойства адсорбента из отходов сельхозпереработки подробно изучены в статье [3]. Для изготовления адсорбционных материалов лужга подсолнечника термически активировалась при $T = 300$ 0С в течение 20 мин. в специальной герметичной форме, которая позволяет ограничить доступ кислорода. При термической обработке происходит образование полипористой структуры. Размеры пор, по данным растровой микроскопии (рис.2, б), составили $\sim 0,8 - 4-5$ нм. Полученный адсорбент обладает достаточно высокими сорбционными свойствами: сорбционной емкостью по отношению к ионам тяжелых металлов АИТМ ≈ 17 мг/г, удельной поверхностью $S_{уд} = 188$ м²/г, суммарным объемом пор по воде $V_{пор} = 0,3$ см³/г [3]. Эффективность очистки сточных вод полученными адсорбентами от катионов свинца составила 94,6 % (табл. 2). Для создания комбинированных сорбентов отходы керамического производства и сельхозпереработки перемешивались в различных соотношениях. Полученные смеси термообрабатывались в специальной форме при температурах от 250 до 350 0С (шаг 50 0С) и времени от 15 до 25 мин (шаг 5 мин). Полученные материалы исследовались на способность поглощать катионы свинца из сточных вод (табл. 2). Из приведенных в таблице 2 данных видно, что наиболее высокими адсорбционными свойствами обладает материал, полученный при соотношении смеси отходов 50/50 (%) и температуре термообработки 300 0С в течение 20 мин. Эффективность очистки сточных вод от катионов свинца комбинированными адсорбентами ($\text{Э} = 97,5\%$) превышает таковой показатель при использовании

только адсорбентов на основе отходов керамического производства ($\Xi=82,3\%$) или сельхозпереработки ($\Xi=94,6\%$). Повышение эффективности очистки связано с протеканием совместных процессов: физической адсорбции ионов Pb^{2+} на поверхности адсорбента из отхода сельхозпереработки и хемосорбции с отходом керамического производства. Микроструктурные исследования адсорбентов из смеси отходов в соотношении 1:1 (рис. 2в) показали наличие равномерного распределения порошкообразного отхода керамического производства по пористой поверхности термообработанного отхода сельхозпереработки. а) б) в) Рис. 2 - Микроструктура поверхности: а) - отхода керамического производства; б) - термообработанного отхода сельхозпереработки; в) - термообработанные отходы керамического производства и сельхозпереработки в смеси в соотношении 1:1

Выводы В результате проделанной работы показана возможность использования отходов керамического производства и сельхозпереработки для очистки стоков от катионов свинца. Установлено, что использование комбинированного адсорбента на основе смеси отходов в соотношении 50:50 (% масс.) и термообработки при 300 °С в течение 20 мин повышает эффективность удаления катионов свинца из стоков от 82,3 и 94,6 % до 97,5 %.