



Исследование адсорбентов на основе твердых отходов ТЭС

Авторы: Чичирова Н.Д., Чичиров А.А.,
Филимонова А.А., Власова А.Ю.,
Камалиева Р.Ф.



Авторы



**Чичирова
Наталия
Дмитриевна**

Зав. кафедрой «Атомные и тепловые электрические станции», профессор, д.х.н.



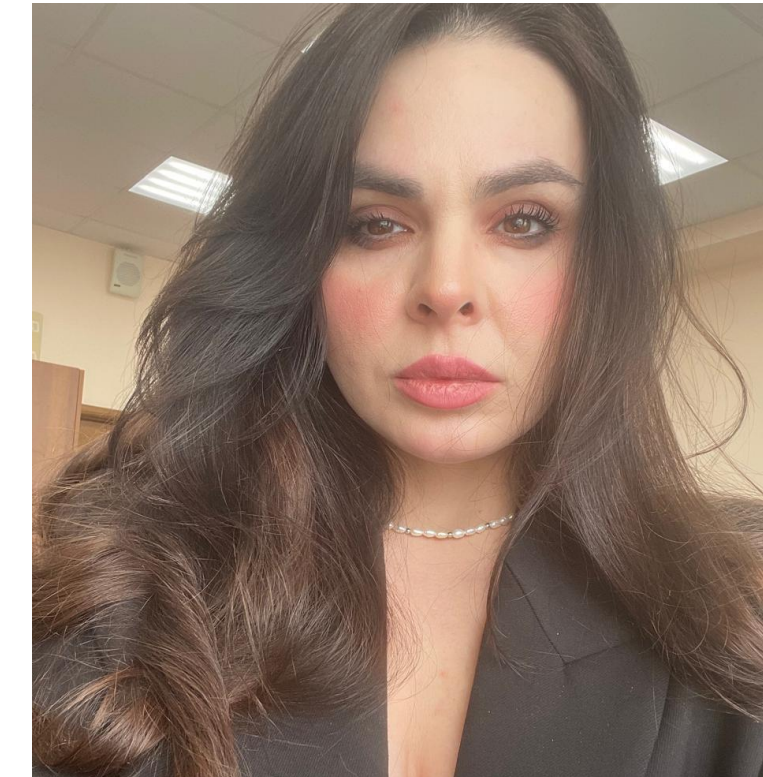
**Чичиров
Андрей
Александрович**

Профессор каф. «Автономная распределенная энергетика и химия», профессор, д.х.н.



**Филимонова
Антонина
Андреевна**

Зав. кафедрой «Автономная распределенная энергетика и химия», доцент, д.т.н.



**Власова
Алена
Юрьевна**

Доцент каф. «Атомные и тепловые электрические станции», к.т.н.



**Камалиева
Рузина
Фарсиловна**

Инженер каф. «Атомные и тепловые электрические станции»



Исследование адсорбентов на основе твердых отходов
ТЭС

Введение

Тепловые электрические станции, работающие на газе, нуждаются в его предварительной очистке от загрязнений для обеспечения экологически чистого и эффективного процесса генерации энергии.

В качестве топлива для ТЭС могут быть также использованы газообразные нефтехимические отходы, что открывает новые горизонты в области устойчивого развития и эффективного управления ресурсами. Данные отходы характеризуются высокой теплотворной способностью, но как и природный газ нуждаются в предварительной очистке в первую очередь от сернистых соединений.

Исследование адсорбентов на основе твердых отходов
ТЭС

Актуальность

В настоящее время не все промышленные предприятия, заинтересованные в эффективной очистке от сернистых соединений, обладают современными установками сероочистки, которые соответствуют требованиям стандартов. Для данных предприятий альтернативным решением является использование адсорбционных блоков с засыпкой полифункциональных материалов, которые сочетают в себе несколько свойств.

При разработке новых технологий очистки с применением современных материалов необходимо ориентироваться на экологический коэффициент Е, который ввел Роджер Шелдон. Для снижения данного коэффициента актуальны решения ресурсосбережения и повторного использования отходов в промышленном цикле, т.е. отходы одного процесса являются сырьем для получения полезного продукта. Ценным отходом на ТЭС для повторного использования является шлам предварительной очистки.





Исследование адсорбентов на основе твердых отходов
ТЭС

Цели и задачи

Приготовление адсорбционного состава за счет варьирования количественного соотношения активных элементов можно получить материалы с различными физико-химическими свойствами. При наличии в составе оксидов переходных металлов, сероёмкость увеличивается за счет пористости полученного материала.

Основная задача авторов состояла в разработке эффективного адсорбента сернистых соединений из доступного и бесплатного отхода - шлама водоподготовительной установки ТЭС. Шлам водоподготовки преимущественно состоит из карбоната кальция и гидроксидов Ca, Mg, Fe и Al, а также содержит ионы Cu^{2+} , Zn^{2+} , Ni^{2+} , Mn^{2+} , Cr^{2+} , CO_3^{2-} , SO_4^{2-} , OH^- , SiO_3^{2-} , PO_4^{3-} и обладает щелочными свойствами, поэтому может вступать в реакцию с сероводородом и оксидами серы с образованием труднорастворимых сульфидов и сульфатов.



Исследование адсорбентов на основе твердых отходов
ТЭС

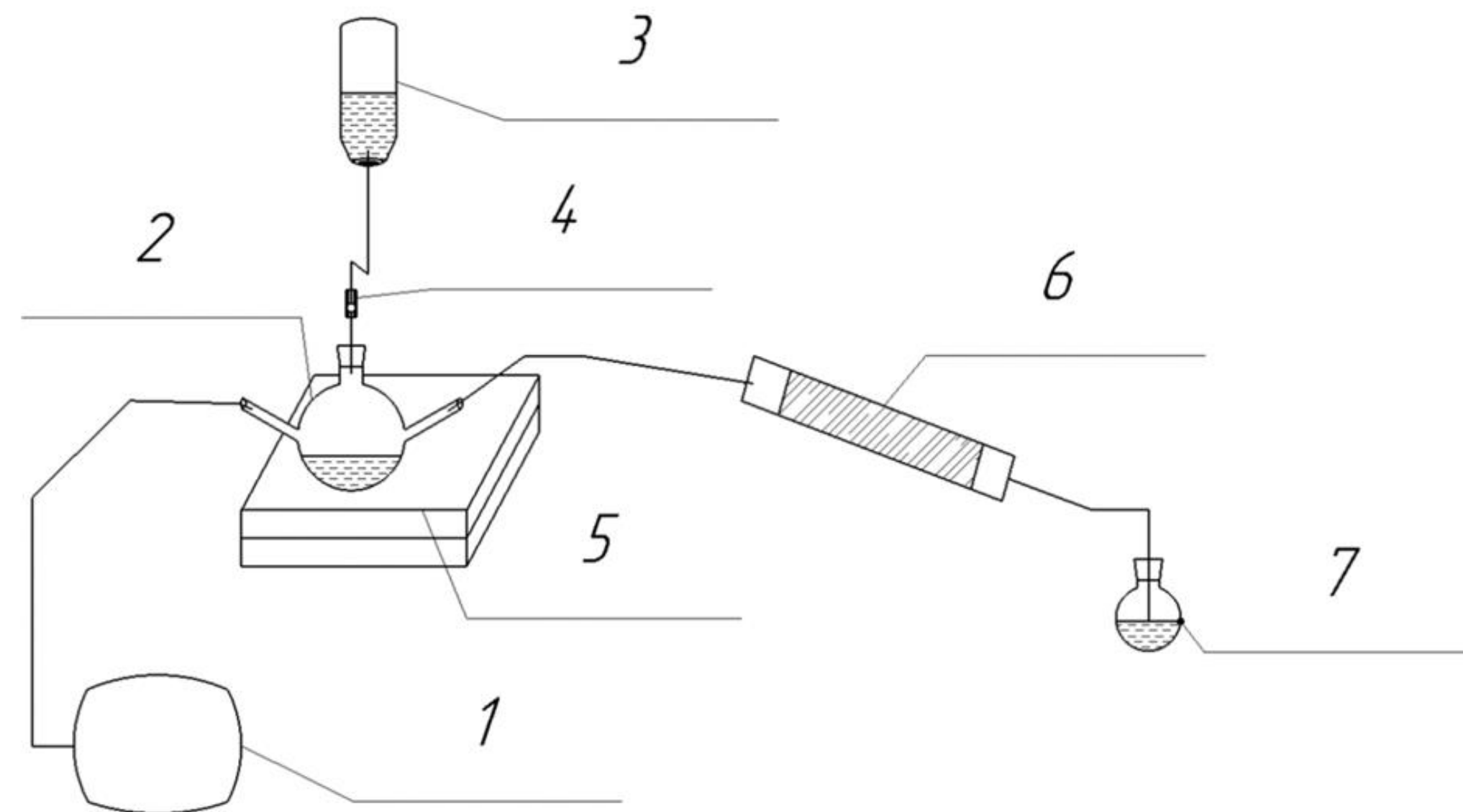
Материалы и методы

Для приготовления составов использовался как обезвоженный шлам, так и прокаленный. Прокаленный шлам получали путем нагрева в муфельной печи при температуре 1000 °С и выдержке не менее 2 часов. Нагрев и остывание осуществляли при равномерном изменении температуры. При температуре свыше 840 °С происходит разложение карбонатов и гидроксидов металлов до оксидной формы. После прокаливания шлам использовался как активный компонент сорбционного состава.



Исследование адсорбентов на основе твердых отходов
ТЭС

Материалы и методы



Лабораторная экспериментальная установка: 1 – компрессор для подачи воздуха,
2 – трехгорлая колба, 3 - емкость с раствором соляной кислоты, 4 – дозатор,
5 – магнитная мешалка, 6 – адсорбер, 7 – колба–приемник с абсорбирующим раствором

Апробация в лабораторных условиях на сероёмкость разработанных составов заключалась в пропуске сероводорода через адсорбер. В качестве источника сероводорода использовали химическую реакцию взаимодействия сульфида натрия и кислоты. Полученная газовая смесь направлялась в адсорбер с сорбционным материалом. На выходе из адсорбера газовая смесь пропусклась через поглотительный раствор для улавливания не адсорбированных сернистых соединений.



Исследование адсорбентов на основе твердых отходов
ТЭС

Результаты

№	Состав	Маса сорбента, г	Сероемкость, мг/г (%)
1	Шлам прокаленный 10%, NaOH 15,3%, ZnO 74,7%	42.00	96.36 (9.6)
2	Шлам прокаленный 40%, шлам непрокаленный 10%, NaOH 10%, Fe ₂ O ₃ 10%, MnO 10%, ZnO 20%	17.11	600 (60)
3	Шлам прокаленный 50%, NaOH 8,5%, ZnO 41,5%	22.00	686 (68)
4	Шлам прокаленный 50%, NaOH 8,5%, ZnO 31,5%, CuO 10%	23.00	967.3 (96.7)
5	Шлам прокаленный 50%, NaOH 8,5%, Fe ₂ O ₃ 41,5%	14.56	980 (98)



Исследование адсорбентов на основе твердых отходов
ТЭС

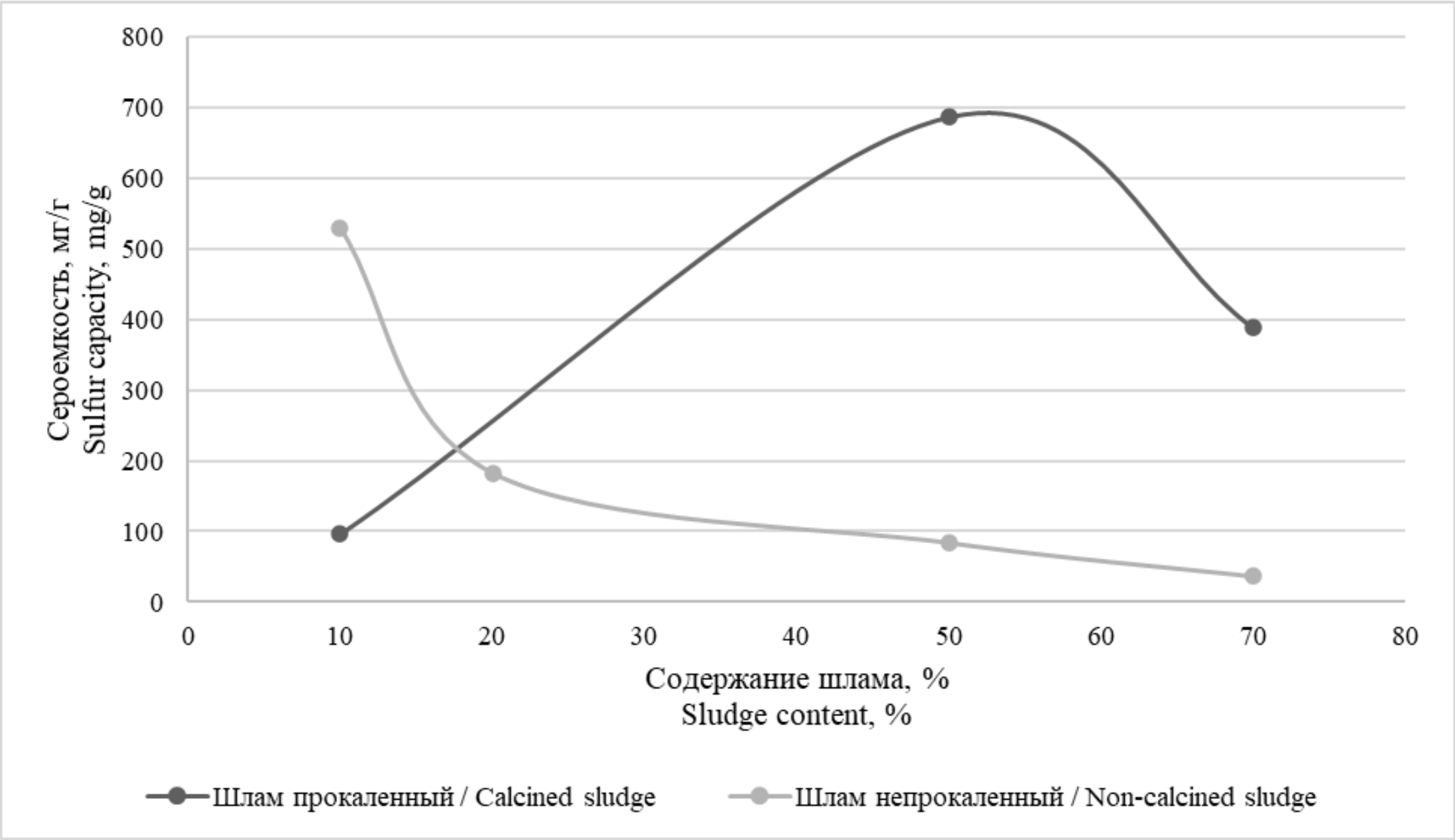
Результаты

№ состава	1	2	3	4	5
Внешний вид					
Коэффициент проницаемости, м²	1.509·10 ⁻¹⁰	8.323·10 ⁻¹¹	2.136·10 ⁻¹⁰	1.967·10 ⁻¹⁰	2.938·10 ⁻¹¹
Величина пористости, %	17	32	48	50	57
Средняя оценка удельной поверхности, м²/м³	5248.63	7068.32	22256.82	23193.46	11897.76
Насыпная плотность, кг/м³	983.03	541.27	636.49	738.41	487.98

Результаты

На основании полученных результатов были построены графические зависимости сероёмкости от процентного содержания шлама в составе.

Согласно полученным зависимостям видно, что оптимальным количеством, вводимым в состав для непрокаленного шлама является 10%, а для прокаленного – 50%. Увеличение шлама в составе выше оптимального снижает поглощающую способность по сернистым соединениям, предполагаем, что это связано с изменением физических характеристик, а именно пористости и прочности.





Исследование адсорбентов на основе твердых отходов
ТЭС

Выводы

1

Проведенные эксперименты позволили определить, что для получения адсорбента с высокой сероемкостью, состав должен быть многокомпонентным. Добавка шлама - отхода водоподготовки ТЭС в качестве активного вещества позволяет удешевить себестоимость готового продукта. Экспериментальным путем удалось определить оптимальное количество шлама, добавляемого в состав. Количество прокаленного шлама не должно быть более 50%, а непрокаленного - не более 10%. Добавка большего количества приводит к изменению физических характеристик адсорбента, и, как следствие, снижается сероемкость.

2

Помимо высокой сероемкости данные составы имеют приемлемые физические характеристики: пористость, проницаемость, истираемость, удельная поверхность. Оптимальная комбинация добавляемых компонентов позволяет достичь высоких показателей эффективности благодаря физическим и химическим характеристикам.



Исследование адсорбентов на основе твердых отходов
ТЭС

Выводы

3

В результате эксперимента также удалось определить, что оксиды металлов: железа, цинка, меди, марганца позволяют увеличить сероёмкость. Также за счет добавки данных оксидов сорбенты приобретают естественную индикацию при контакте с сернистыми со-единениями. Сульфиды железа и марганца придают черный цвет выработанному сорбенту, а сульфиды меди и цинка развивают зеленый окрас.

4

Данная работа имеет практическую значимость для предприятий топливно-энергетического сектора. Предварительную очистку газообразного топлива (природный газ, нефтехимические газообразные отходы) возможно удешевить за счет повторного использования отходов водоподготовительной установки самой станции. Данное решение является перспективным, так как положительный эффект достигается не только в снижении стоимости готового продукта, но и в области снижения экологической нагрузки окружающую среду за счет уменьшения объемов загрязняемых территорий, используемых под складирования шлама.



**Спасибо за
внимание!**

Контакты:

e-mail: vlasovaay@mail.ru