



55 КГЭУ

XXVII ВСЕРОССИЙСКИЙ АСПИРАНТСКО-МАГИСТЕРСКИЙ НАУЧНЫЙ СЕМИНАР,

**ПОСВЯЩЕННЫЙ ДНЮ ЭНЕРГЕТИКА И 55-ЛЕТИЮ КАЗАНСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**

КАЗАНЬ, 5-6 ДЕКАБРЯ 2023 Г.

МАТЕРИАЛЫ ДОКЛАДОВ

В ТРЕХ ТОМАХ

ТОМ 1

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский государственный энергетический университет»**

**XXVII ВСЕРОССИЙСКИЙ АСПИРАНТСКО-МАГИСТЕРСКИЙ
НАУЧНЫЙ СЕМИНАР,
ПОСВЯЩЕННЫЙ ДНЮ ЭНЕРГЕТИКА И 55-ЛЕТИЮ КГЭУ**

5–6 декабря 2023 г.

Казань

В трех томах

*Под общей редакцией ректора КГЭУ
Э.Ю. Абдуллазянова*

Том 1

Казань 2023

УДК 621.311+51+53+620.22+502+614.8+620.92

ББК 31+32+22+68.9+38.9

М34

Рецензенты:

доцент СГТУ имени Гагарина Ю.А,

кандидат физико-математических наук, доцент Е.К. Пыльская;

проректор по РиИ ФГБОУ ВО «КГЭУ»,

доктор технических наук, доцент И.Г. Ахметова

Редакционная коллегия:

Э.Ю. Абдуллазянов (гл. редактор); И.Г. Ахметова (зам. гл. редактора),

Д.А. Ганеева

М34 **Материалы докладов XXVII Всероссийского аспирантско-магистерского научного семинара, посвященного дню энергетика и 55-летию КГЭУ / Под общ. ред. ректора КГЭУ Э.Ю. Абдуллазянова. В 3 т.; Т. 1. – Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2023. – 611 с.**

ISBN 978-5-89873-651-4 (т. 1)

ISBN 978-5-89873-654-5

В сборнике представлены материалы докладов XXVII Всероссийского аспирантско-магистерского научного семинара, посвященного дню энергетика и 55-летию КГЭУ, в которых изложены результаты научно-исследовательской работы молодых ученых, аспирантов и студентов по проблемам в области тепло- и электроэнергетики, ресурсосберегающих технологий в энергетике, энергомашиностроения, инженерной экологии, электромеханики и электропривода, фундаментальной физики, современной электроники и компьютерных информационных технологий, экономики, социологии, истории и философии.

Предназначены для научных работников, аспирантов и специалистов, работающих в сфере энергетике, а также для студентов вузов энергетического профиля.

Материалы докладов публикуются в авторской редакции. Ответственность за содержание тезисов возлагается на авторов.

УДК 621.311+51+53+620.22+502+614.8+620.92

ББК 31+32+22+68.9+38.9

ISBN 978-5-89873-651-4 (т. 1)

© КГЭУ, 2023

ISBN 978-5-89873-654-5

Источники

1. Тимофеева С.С., Смирнов Г.И. Перспективы использования угля как основного ресурса в условиях четвертого энергетического перехода // Теплоэнергетика. 2007. № 6. С. 5-11.
2. Радзюк А.Ю., Истягина Е.Б., Кулагин В.А., Жуйков А.В. Современные проблемы газификации водоугольного топлива (краткий обзор) // Журн. Сиб. федер. ун-та. Техника и технологии. 2021. 14(5). С. 487–506.
3. Тумановский А.Г., Котлер В.Р. Перспективы решения экологических проблем тепловых электростанций // Теплоэнергетика. 2007. № 6. С. 5-11.
4. Росляков П.В. Современные воздухоохраные технологии на тепловых электростанциях // Теплоэнергетика. 2016. № 7. С. 46-62.
5. Тумановский А.Г. Перспективы решения экологических проблем тепловых электростанций // Теплоэнергетика. 2007. № 6. С. 3-13.

УДК 628.477.6

ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДА ЭНЕРГЕТИКИ И ДЫМОВЫХ ГАЗОВ ТЭЦ В ТЕХНОЛОГИИ ЗАМКНУТОГО ЦИКЛА ПОЛУЧЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ГИПСА

Элеонора Райнуровна Зайнуллина

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. Лариса Андреевна Николаева

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Республика Татарстан

my-elechka@mail.ru

Аннотация. В данной статье рассмотрена технология замкнутого цикла получения строительного гипса из отхода энергетики и дымовых газов ТЭС. В основе технологии применяется абсорбционный метод очистки газовых выбросов промышленных предприятий от диоксида серы с использованием суспензии карбонатного шлама. Шлам химводоподготовки представляет из себя суспензию с определенным химическим составом. Основное вещество которое включает в себя карбонатный шлам, является карбонат кальция. При взаимодействии суспензии шлама и дымовых газов ТЭС происходит химическая реакция, что приводит к образованию строительного гипса.

Ключевые слова: абсорбция, шламхимводоподготовки, строительный гипс, дымовые газы ТЭС.

POSSIBILITY OF USING ENERGY WASTE AND FLUTE GASES OF CHPP IN THE CLOSED CYCLE TECHNOLOGY FOR PRODUCING BUILDING GYPSUM

Eleonora R. Zainullina

KSPEU, Kazan, Republic of Tatarstan

my-elechka@mail.ru

Abstract. This article discusses a closed-cycle technology for producing construction gypsum from energy waste and flue gases from thermal power plants. The technology is based on an absorption method for purifying gas emissions from industrial enterprises from sulfur dioxide using a suspension of carbonate sludge. Chemical water treatment sludge is a suspension with a certain chemical composition. The main substance that includes carbonate slurry is calcium carbonate. When a suspension of sludge and flue gases from a thermal power plant interact, a chemical reaction occurs, which leads to the formation of building gypsum.

Keywords: absorption, chemical water treatment hose, construction plaster, flue gases from thermal power plants.

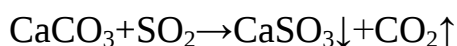
Объекты теплоэнергетики, эксплуатирующиеся на мазуте и угле, являются основными источниками газовых выбросов в окружающую среду. Особо токсичным загрязнителем, образующимся при сжигании твердого и жидкого топлива, являются диоксид серы и оксиды азота. Снижение этих выбросов является актуальной, научно-практической задачей. В РФ приняты предельно- допустимые концентрации диоксида серы в атмосферном воздухе: максимально разовая ПДК (ПДК НР) – $0,5 \text{ мг/м}^3$, среднесуточное ПДК (ПДКСС) – $0,05 \text{ мг/м}^3$ [1].

Существуют различные технологии сероочистки газовых выбросов: мокроизвестняковый способ, мокросухой способ, сухая известняковая технология, упрощенная мокросухая сероочистка.

В статье рассматривается очистка дымовых газов от диоксида серы мокроизвестняковым способом в абсорбере шламовой суспензией карбонатного шлама с получением готового продукта двухводного гипса. Шлам – многотоннажный отход энергетики, который образуется на ТЭС в результате водоподготовки на стадии предварительной очистки природной воды. Предварительная очистка воды включает две стадии: коагуляцию и известкование. Как правило, в результате этих двух процессов образуется суспензия определенного химического состава, который зависит от химического состава исходной сырой воды. В ранних работах [2]

рассматривается применение высушенного шлама Казанской ТЭЦ-1 в качестве сорбционного материала для очистки дымовых газов от диоксида серы. В данной технологии предлагается использование влажной суспензии шлама в абсорбционных процессах.

В основе технологии получения товарного продукта гипса при очистке дымовых газов лежит химической реакция взаимодействия SO_2 с CaCO_3 в объеме распыления суспензии шлама с образованием сульфата кальция.



Процесс протекает в адсорбере с псевдооживленным слоем. В нижней части адсорбера накапливается суспензия CaSO_3 , при барботаже воздуха через слой этой суспензии происходит доокисление CaSO_3 в двухводный сульфат кальция $\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$ (гипс) [3]



В данной технологии используется абсорбер с подвижной насадкой легкие насадочные тела поддерживаются во взвешенном (псевдооживленном) состоянии. В качестве насадочных тел применяются полые или сплошные гидрофобные полиэтиленовые шарики для снижения прилипания частиц карбонатного шлама к их поверхности [4,5].

Для определения стоимости технологического оборудования принимаются розничные цены, учитываются и затраты на транспортировку, расходы на монтажные работы, учитывается и себестоимость полученного товарного строительного гипса (15 руб./кг) По данной технологии окупаемость производства составляет 3,5 года, при существующей стоимости товарного гипса 30–40 руб./кг (2023 г).

Источники

1. Распоряжение Правительства РФ от 8.06.2015 № 1316-р «Об утверждении перечня загрязняющих веществ, в отношении которых применяются меры государственного регулирования в области охраны окружающей среды».

2. Николаева Л.А., Хуснутдинова Э.М. Научные подходы в технологии очистки газовых выбросов от оксида серы на промышленных

предприятиях // Экология и промышленность России. 2021. Т. 25. № 4. С. 4-9.

3. Способ получения гипса: пат. 1315387 Рос. Федерация № 3950294, заявл. 30.05.1985; опубл. 07.06.1987, Бюл. № 21.

4. Абсорбер с псевдоожиженной насадкой. Пат. 2178333 Росс. Федерация номер заявки 99110077/12 заявл. 07.05.1999; опубл. 20.01.2002.

5. Николаева Л.А., Зайнуллина Э.Р. Исследование процесса обессоливания концентрата установок обратного осмоса отходом энергетики // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2022. Т. 24. № 2. С. 186-195.

УДК 66.023

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ТЕПЛОМАССООБМЕНА ПРИ ДЕСОРБЦИИ КОРРОЗИОННО–АКТИВНЫХ ГАЗОВ НА ТЭС

Валентина Александровна Ключкова

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. Анатолий Григорьевич Лаптев

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Республика Татарстан

tvt_kgeu@mail.ru

Аннотация. В докладе рассмотрены решения задач удаления трудно растворимых коррозионно активных газов из воды в химических цехах тепловых станций и промышленных предприятиях, математические модели и методы расчета эффективности тепло- и массообмена в насадочных десорберах. Приведены примеры расчета насадочных декарбонизаторов с использованием современными контактными устройствами, а также с учетом температурного режима.

Ключевые слова: водоподготовка, десорбция, насадочные колонны, математическая модель, массообмен, теплообмен.

MATHEMATICAL MODELS OF HEAT AND MASS TRANSFER DURING DESORPTION OF CORROSIVE GASES AT TPP

Valentina A. Klochkova

KSPEU, Kazan, Republic of Tatarstan

tvt_kgeu@mail.ru

Abstract. The report discusses solutions to the problems of removing difficultly soluble corrosive gases from water in chemical shops of thermal power plants and industrial