

Торайғыров университетінің хабаршысы
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Вестник Торайғыров университета

Торайғыров университетінің ХАБАРШЫСЫ

Энергетикалық сериясы
1997 жылдан бастап шығады



ВЕСТНИК Торайғыров университета

Энергетическая серия
Издается с 1997 года

ISSN 2710-3420

№ 4 (2022)

ПАВЛОДАР

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Вестник Торайгыров университета

Энергетическая серия
выходит 4 раза в год

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о постановке на переучет периодического печатного издания,
информационного агентства и сетевого издания

№ 14310-Ж

выдано

Министерство информации и общественного развития
Республики Казахстан

Тематическая направленность

публикация материалов в области электроэнергетики,
электротехнологии, автоматизации, автоматизированных и
информационных систем, электромеханики и теплоэнергетики

Подписной индекс – 76136

<https://doi.org/10.48081/UJEG4973>

Бас редакторы – главный редактор

Кислов А. П.
к.т.н., доцент

Заместитель главного редактора

Талипов О. М., *доктор PhD*

Ответственный секретарь

Калтаев А.Г., *доктор PhD*

Редакция алкасы – Редакционная коллегия

Клецель М. Я.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Новожилов А. Н.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Никитин К. И.,	<i>д.т.н., профессор (Россия)</i>
Никифоров А. С.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Новожилов Т. А.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Алиферов А.И.,	<i>д.т.н., профессор (Россия)</i>
Кошеков К.Т.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Приходько Е.В.,	<i>к.т.н., профессор</i>
Оспанова Н. Н.,	<i>к.п.н., доцент</i>
Нефтисов А. В.,	<i>доктор PhD</i>
Омарова А.Р.,	<i>технический редактор</i>

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели

Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов

При использовании материалов журнала ссылка на «Вестник Торайгыров университета» обязательна

© Торайгыров университет

***С. А. Глазырин¹, Г. Б. Варламов², А. В. Седнин³,
Ж. А. Айдымбаева⁴, А. В. Нефтисов⁵**

¹Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева,
Республика Казахстан, г. Астана,

²Национальный технический университет Украины (КПИ имени И.
Сикорского) Украина, г. Киев,

³Белорусский национальный технический университет, г. Минск,
Белорусия

⁴Алматинский университет энергетики и связи имени Гумарбека Даукеева,
Республика Казахстан, г. Алматы,

⁵Astana IT University, Республика Казахстан, г. Астана

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТОЧНЫХ ВОД ТЭС ДЛЯ ДЕСУЛЬФАРИЗАЦИИ ДЫМОВЫХ ГАЗОВ

В статье представлен разработанный способ снижения объемов выбросов в атмосферу оксидов серы из дымовых газов тепловых электростанций путем утилизации сточных вод. Промышленными отходами угольных тепловых электростанций являются твердые отходы (шлак, зола), жидкие отходы (сточные воды водоподготовительных установок, конденсат очисток, а также продувочные воды котельных агрегатов) и газообразные продукты сгорания органического топлива. Разработаны технологии очистки газообразных продуктов сгорания путем использования жидких отходов электростанции.

В статье представлен разработанный способ снижения объемов выбросов в атмосферу оксидов серы из дымовых газов тепловых электростанций путем утилизации сточных вод. Утилизации подлежат высокоминерализованные сточные воды технологической установки очистки воды методом ионного обмена, включающей Н–катионитные и ОН–анионитные фильтры, а также сбросная продувочная вода барабанных котлов со значением рН, равным 11,5–12. Разработан проект технологического решения, включающий тепломеханическую схему, раздел оценки воздействия

на окружающую среду, схему автоматического управления процессом и схему электроснабжения устанавливаемого оборудования. В настоящее время проект проходит независимую экспертизу. Внедрение технологии десульфатизации дымовых газов путем утилизации сточных вод планируется на тепловой электростанции столицы Республики Казахстан в 2020 году.

Ключевые слова: оксиды серы, сточные воды, утилизация, тепловые электростанции, дымовые газы.

Введение

Загрязнение окружающей среды стало глобальной катастрофой для всех стран. Наиболее дешевое топливо для тепловых электростанций – уголь, и содержащаяся в нем сера образует в процессе сжигания оксиды серы, вызывающие губительные для всего живого кислотные дожди. Диоксид серы является одним из основных загрязнителей атмосферы в результате деятельности человека. Известно, что главным источником выбросов сернистых соединений является энергетика. Поэтому исследование эффективности использования сточных вод ТЭС для повышения степени очистки дымовых газов от оксидов серы является актуальным.

Материалы и методы исследования

Был проведен анализ качественного и количественного состава сточных вод тепловой электростанции ТЭЦ-2 АО «Астана-Энергия», также анализ качественного и количественного состава дымовых газов котлов, анализ эффективности работы существующей схемы очистки дымовых газов, осуществлена разработка технологического решения по утилизации сточных вод с целью десульфатизации дымовых газов, разработка проекта по сокращению выбросов диоксида серы в уходящих газах энергетических котлов БКЗ-420-140 ТЭЦ-2.

Значимость данной работы заключается в том, что на основании разработанного технологического решения возможно снижение объемов выбросов оксидов серы путем утилизации собственных сточных вод на любой угольной электростанции без использования дополнительных дорогостоящих реагентов.

В статье представлен разработанный способ снижения объемов выбросов в атмосферу оксидов серы из дымовых газов тепловых электростанций путем утилизации сточных вод. Утилизации подлежат высокоминерализованные сточные воды технологической установки очистки воды методом ионного обмена, включающей Н-катионитные и ОН-анионитные фильтры, а также сбросная продувочная вода барабанных котлов со значением рН, равным 11,5-12. Разработан проект технологического решения, включающий

тепломеханическую схему, раздел оценки воздействия на окружающую среду, схему автоматического управления процессом и схему электроснабжения устанавливаемого оборудования. В настоящее время проект проходит независимую экспертизу. Внедрение технологии десульфатизации дымовых газов путем утилизации сточных вод планируется на тепловой электростанции столицы Республики Казахстан в 2020 году. При внедрении проекта необходимо: включить в разработанную технологическую схему существующий бак промывки объемом 75 м³; проложить трубопровод диаметром 57 мм для сбора сбросной продувочной воды от расширителей непрерывной продувки и трубопровод диаметром 89 мм к устанавливаемому новому расширителю продувки на улицу; установить дополнительный расширитель продувки, предназначенный для полной конденсации продувочного пара, на отметке 9 метров для нижнего выхода продувочной воды; проложить трубопровод диаметром 89 мм от нового расширителя с улицы в бак-накопитель; проложить трубопровод диаметром 89 мм подачи сбросной воды из баков-нейтрализаторов в верхнюю часть бака-накопителя на уровне 6 отметки; установить насос ХО80-50-200, выполненный из химически стойкого к коррозии сплава для подачи сбросной воды из бака-накопителя в баки оросители котельных агрегатов; проложить трубопровод подачи сбросной воды из бака-накопителя в баки-оросители котельных агрегатов; в технологическую схему устанавливаются регулируемая задвижка с электроприводом, ручная запорная арматура и обратный клапан. Разработанные технические решения позволят обеспечить повышение степени улавливания оксидов серы с 12% до 48%.

Охрана окружающей природной среды при эксплуатации тепловых электрических станций заключается в осуществлении комплекса технических решений по предотвращению отрицательного воздействия на окружающую природную среду. Было разработано технологическое решение по снижению объемов выбросов оксидов серы основным оборудованием ТЭЦ-2 АО «Астана-Энергия» (котельными агрегатами БКЗ-420-140, станционные номера № 1-6) в период эксплуатации с использованием сбросной продувочной воды котлов и сбросной воды ионитных фильтров с баков-нейтрализаторов водоподготовительной установки. Площадка тепловой электростанции ТЭЦ-2 расположена в северной промышленной зоне города Нур-Султан (Астана). Расстояние (в метрах) до жилого массива представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Расстояние от электростанции до жилых построек

Румбы направлений	Север	Северо-Восток	Восток	Юго-Восток	Юг	Юго-Запад	Запад	Северо-Запад

Расстояние до жилого массива	-	-	-	4900	3200	2650	3000	-
------------------------------	---	---	---	------	------	------	------	---

Экологическая составляющая устойчивого развития региона является важным фактором территориального развития города. В свою очередь обеспечение стабильного развития окружающей человека среды – одно из условий устойчивого развития страны.

Основная доля выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от ТЭЦ-2 приходится на организованные выбросы с уходящими газами через дымовые трубы – порядка 99 % от общего количества выбросов. В их составе пять загрязняющих веществ (ЗВ), образующихся при сжигании угля в котлах: диоксиды азота, диоксиды серы, оксид углерода, пыль неорганическая (зола угольная). Доля других загрязняющих веществ в общем объеме выбросов ТЭЦ-2 составляет менее 1,0 %.

Достигнутое среднее содержание загрязняющих веществ на энергетических котлах БКЗ-420-140 и КПД очистки по данным измерений лаборатории охраны окружающей среды АО «Астана - Энергия» в 2016 – 2017 годах представлены в таблице 2 и диаграмме на рисунке 1.

Площадка реконструкции системы сжигания топлива, находится на территории действующей теплоэлектростанции ТЭЦ-2. Расположена площадка в существующем здании главного корпуса, в котельном отделении.

За условную отметку 0,000 м принята отметка чистого пола главного корпуса, что соответствует абсолютной отметке 357,300.

Таблица 2 – Концентрация загрязняющих веществ в уходящих газах паровых котлов по данным инструментальных замеров 2016–2017 гг.

Станционный номер котла	Нагрузка котла	Концентрации ЗВ в уходящих газах, мг/нм ³ при O ₂ =6%				Средний эксплуатационный КПД очистки, %	
		окислы азота	диоксид серы	оксид углерода	зола угольная	диоксид серы	зола угольная
		1	390	1100	1750	150	400
2	375	1160	1500	150	400	10	99,35
3	420	570	1682	150	406	10	99,35
4	390	570	1671	150	400	10	99,49
5	420	570	1740	150	400	10	99,26
6	418	740	1800	150	400	10	99,39

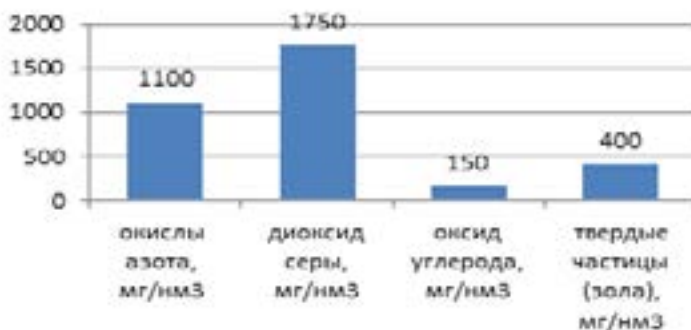


Рисунок 1– Средняя концентрация загрязняющих веществ

По данным, предоставленным АО «Астана-Энергия», объем дымовых газов от каждого котельного агрегата БКЗ-420-140 ТЭЦ-2 после батарейного эмульгатора при нормальных условиях в среднем составляет:

- котел № 1 – 176,515 м³/сек или 635 454 м³/час;
- котел № 2 – 162,431 м³/сек или 584 751,6 м³/час;
- котел № 3 – 267,776 м³/сек или 963 993,6 м³/час;
- котел № 4 – 172,543 м³/сек или 621 154,8 м³/час;
- котел № 5 – 194,238 м³/сек или 699 256,8 м³/час;
- котел № 6 – 180,161 м³/сек или 648 579,6 м³/час.

Температура дымовых газов от каждого котла БКЗ-420-140 ТЭЦ-2 после батарейного эмульгатора при нормальных условиях в среднем составляет:

- котел ст.номер 1 – 69,5 °С;
- котел ст.номер 2 – 67,5 °С;
- котел ст.номер 3 – 68,5 °С;
- котел ст.номер 4 – 65 °С;
- котел ст.номер 5 – 65 °С;
- котел ст.номер 6 – 69 °С.

Объемы и качество продувочной воды из расширителей непрерывной продувки для котлов выборочно представлены в таблице 3.

Таблица 3 - Объем, состав, жесткость, рН и щелочность продувочной воды по некоторым котлам в среднем

Ст.№ к/а	Нагрузка, т/ч	% н/п	Щ, мг-экв/дм ³	Ж, мкг-экв/дм ³	Продувка, т/сут	рНсреднее
№1	350	0,9	141,1/131,7	0,5	75,6	9,81
№2	340	0,6	167,5/141,7	0,5	48,96	9,86
№3	330	1,0	202,6/135	0,5	79,2	9,86
№5	340	1,0	226,2/198,3	0,5	81,6	10,0

Объем непрерывной продувки составляет 0,5 – 1 % от производительности котла.

Качество осветленной воды с золоотвала, подаваемой в батарейные эмульгаторы:

- щелочность общая Що = 0,7 мг-экв/дм³;
- жесткость общая Жо = 32,0 мг-экв/дм³;
- хлориды Cl- = 980,0 мг/дм³;
- сульфаты SO₄²⁻ = 683,0 мг/дм³;
- сухой остаток = 4600,0 мг/дм³.

Таблица 4 – Анализ материальных балансов баков-оросителей батарейных эмульгаторов

Станционный номер котла	Объем осветленной воды на орошение без добавления продувочной воды, м ³ /ч	рН осветленной воды	Объем продувочной воды, м ³ /ч	рН продувочной воды после расширителя продувки 2 ступени, среднее
№1	127,1	7,1	3,15	11,5-12
№2	116,95	7,1	2,04	11,5-12
№3	192,8	7,1	3,3	11,5-12
№4	124,23	7,1	3,1	11,5-12
№5	139,9	7,1	3,4	11,5-12
№6	129,7	7,1	3,2	11,5-12
Итого	830,68		18,19	

В данном проекте для повышения степени улавливания оксидов серы из дымовых газов предлагается использование сбросных сточных вод водоподготовительной установки с высоким содержанием и сбросной продувочной воды после расширителей непрерывной продувки 2 ступени с рН, равной 12, в батарейных эмульгаторах, установленных на котельных

агрегатах ст. №№ 1-6. При этом будет замещаться 42,13 тонн осветленной воды в час, что составляет 5,07 % от общего объема потребления осветленной воды, подаваемой с золоотвала для орошения батарейных эмульгаторов.

Среднесуточный баланс баков-нейтрализаторов:

- Регенерационные (щелочные + кислые) воды + отмывочные (обессоленная вода) – 301,2 тонн/сутки;

- Отмывочные воды – 202,4 тн/сутки;

- Вода после взрыхления – 70,86 тн/сутки;

Итого объем сбросных вод с баков - нейтрализаторов: 574,46 тонн в сутки или 23,94 тонн в час.

Итого средняя нагрузка накопительного бака составит: $23,94+18,19=42,13$ тонн/час, максимальная нагрузка накопительного бака составит: $23,94+6*4,5=50,94$ тонн/час

В соответствии с разработанным технологическим решением в данном проекте рассматривается использование сбросных сточных вод водоподготовительной установки с высоким солесодержанием и сбросной продувочной воды после расширителей непрерывной продувки 2 ступени с рН, равной 12, в батарейных эмульгаторах, установленных на котельных агрегатах, стационарные номера 1–6.

В проекте предусмотрены следующие технические мероприятия, направленные на снижение оксидов серы:

Установка на уличной площадке около внешней стены котельного цеха рядом с осью четвертого котла одного общего расширителя непрерывной продувки на стационарные котлы №№ 1–6 на уровне 6 отметки для полной конденсации продувочного пара, который будет подаваться из существующих четырех расширителей продувки, расположенных на 12 отметке котельного цеха;

Подача всей продувочной воды котлов ст. №№ 1–6 (со значением рН около 11,5–12) и всей сбросной воды (с высоким солесодержанием) из баков-нейтрализаторов химического цеха в бак-накопитель (существующий бак промывок, объемом 75 м3, который не используется в технологическом процессе более 6 лет);

Подача всей собранной сбросной воды из бака-накопителя в баки-оросители батарейных эмульгаторов стационарных котлов №№ 1–6 (БКЗ-420-140) с равномерным распределением между баками-оросителями в центр баков ниже уровня выхода перелива;

В настоящее время эксплуатационная степень улавливания оксидов серы в батарейных эмульгаторах на к/а ст. №№ 1–6 составляет в среднем 12 %. После монтажа технологической схемы использования сбросной воды в схеме очистки газов ожидается повышение степени улавливания оксидов серы до

48 %, что будет превышать нормативные показатели для такого вида схемы очистки газов на 36 %.

Результаты и обсуждение

Для достижения результата необходимо выполнение следующих технических решений и монтажных работ:

Включение в схему использования сбросной воды для повышения степени улавливания оксидов серы в качестве бака-накопителя существующего бака промывки объемом 75 м³ и высотой 6 метров, установленного на ремонтной площадке между четвертым и пятым котлами, который более 8 лет не был задействован в работе.

Прокладка трубопровода диаметром 57х3 сбора сбросной продувочной воды от расширителей непрерывной продувки №№ 1–4, расположенных на 12 отметке в котельном цехе со стороны турбинного цеха, и трубопровода диаметром 89х3 к устанавливаемому новому расширителю продувки на улицу.

Установка дополнительного расширителя продувки (22 м³/ч), предназначенного для полной конденсации продувочного пара, на улице напротив торца котельного агрегата №4 со стороны пятого котла. Расширитель устанавливается на отметке 9 метров для нижнего выхода продувочной воды.

Прокладка трубопровода диаметром 89х3 от нового расширителя с улицы в бак-накопитель. Продувочная вода самотеком подается в бак-накопитель, вход в который осуществляется в верхнюю часть бака на уровне 6 отметки.

Прокладка трубопровода диаметром 89х3 подачи сбросной воды из баков-нейтрализаторов в верхнюю часть бака-накопителя на уровне 6 отметки: врезка от трубопровода подачи сбросной воды из баков-нейтрализаторов водоподготовительной установки в систему ГЗУ, расположенного в котельном цехе на ремонтной площадке между четвертым и пятым котлами.

Установка насоса ХО80-50-200, выполненного из химически стойкого к коррозии сплава: производительность 50 м³/ч (13,9 л/с), напор 50 м.в.ст, допускаемый кавитационный запас – не более 4,5 м.в.ст., питание 380 В, потребляемая мощность 10,6 кВт, для подачи сбросной воды из бака-накопителя в баки оросители котельных агрегатов ст. №№ 1-6;

Прокладка трубопроводов подачи насосом ХО80-50-200 сбросной воды из бака-накопителя в баки-оросители котельных агрегатов ст. №№ 1–6: один трубопровод прокладывается вдоль торца четвертого котла со стороны бака-накопителя и далее вдоль котлов ст. №№ 1–4 между батарейными эмульгаторами и дымососами; второй трубопровод прокладывается вдоль торца пятого котла со стороны бака-накопителя и далее вдоль котлов ст. №№ 5 и 6 между батарейными эмульгаторами и дымососами. Под каждым баком-оросителем устанавливается тройник с подачей сбросной воды вертикально

в баки-оросители в верхнюю часть. Чтобы избежать утечки сбросной воды в перелив бака-оросителя трубопровод углубляется в бак на 400-600 мм.

Выводы

1. Использование в существующих установках очистки дымовых газов сбросной воды с высоким содержанием солей позволяет повысить КПД сероулавливания до 28 %, использование сбросной щелочной продувочной воды котлов – до 52 %;

2. Впервые были проведены исследования по эффективности использования сточных вод для повышения степени очистки дымовых газов от оксидов серы для котельных агрегатов высокого давления.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 **Никитин, Д. П., Новиков, Ю. В.** Окружающая среда и человек. М. : Высшая школа, 1986.

2 **Ежова, Н. Н., Власов, А.С., Делицын, Л. М.** Современные методы очистки дымовых газов. Журнал «Экология промышленного производства», 2006, С. 50–57.

3 **Нолан, П. С.** Сероочистка дымовых газов на ТЭС // Энергетика. 1995. № 6. С. 15.

4 **Ахметшина, Н. Р., Беспалова, С. У.** Модернизация электрофильтров в целях сероулавливания из дымовых газов парогенераторов // Современные техника и технологии. Труды 5–й обл. науч.–практич. конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Томск, 1999 : Сб. статей. – Томск: Изд– во ТПУ. 1999. С. 73–74.

5 DeWit, EllartKostijin, VanYperenRence, BorsboonJohannes. Method for removing sulfur compounds from gas mixtures//Eur. Pat. Appl. EP 1, 116, 511. 2001.

6 *«XXIII Научна конференция с международно участие ЕМФ 2018 – технически университет – София», сборник докладов «Энергия, экология, комфорт, самочувствие», секция «Теплоэнергетика и ядрена енергетика», София (Болгария), 2018, С. 29–32*

7 **Златов, Н., Глазырин, С., Жумагулов, М., Айдымбаева, Ж.** Очистка сточных вод тепловых электростанций для обессеривания дымовых газов, Международная конференция по телекоммуникациям, информатике, энергетике и менеджменту (ТИЕМ) 2019 г., Кавала, Греция, 12– 14 сентября, 164–167 (2019). ISSN: 2367–8437

8 **Глазырин, С. А.** Варианты комплексного использования отходов ТЭС, Международная научная конференция : Качество образования : менеджмент, кредитная система обучения, достижения, проблемы, 213–215.

9 **Глазырин, С. А., Глазырин, А. И., Алияров Б. К.,** Установка углекислого газа малой производительности Ученые записки Павлодарского государственного университета (1998). ISBN: 1560–6120

10 **Колмогоров, Ю. Н., Сергеев, А. П., Тарасов, Д. А. Арапова, С. П.** Методы и средства научного исследования : учебник (Екатеринбург: Изд-во Урал, 2017)

11 **Глазырин, С. А. Глазырина, Н. С., Муканова, Б. Г.** Многопараметрическая оптимизация процесса очистки воды для тепловых электростанций, ICCSAM 2015 : 17–я Международная конференция по информатике и прикладной математике, Венеция, Италия, 13–14 апреля, 328–333 (2015)

12 **Glazyrin, S. A., Aidymbaeva, Z. A., Zhumagulov, M. G. and Dostiyarov, A. M.** Universal Installation for the integrated utilization of flue gases and wastewater from thermal power plants. E3S Web of Conferences High Speed Turbomachines and Electrical Drives Conference 2020 (HSTED–2020) Prague, Czech Republic, May 14–15, 2020, Published online: 09 July 2020 E3S Web of Conferences 178, 01062 (2020), <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202017801062>

13 **Айдымбаева, Ж. А., Достияров, А. М., Глазырин, А. И., Глазырин, С. А.** Патент на полезную модель : «Способ очистки дымовых газов энергетического котлоагрегата барабанного типа», № 2020/0389.2 РК НИИС

REFERENCES

1 **Nikitin, D. P., Novikov, Yu. V.** Okruzhayushhaya sreda i chelovek [Environment and people] Moscow : Higher school, 1986.

2 **Ezhova, N. N., Vlasov, A. S., Delitsyn, L. M.** Sovremenny'e metody` ochistki dy`movy`x gazov [Modern methods of cleaning flue gases]. Journal «Ecology of Industrial Production», 2006, pp. 50–57.

3 **Nolan, P. S.** Seroochistka dy`movy`x gazov na TE`S [Desulphurization of flue gases at TPPs] // Energetika. 1995. No. 6. P. 15.

4 **Akhmetshina N. R., Bepalova S. U.** Modernizatsiya e`lektrofil`trov v celyax seroulavlivaniya iz dy`movy`x gazov parogeneratorov [Modernization of electrostatic precipitators for the purpose of sulfur trapping from flue gases of steam generators] // Modern equipment and technologies. Proceedings of the 5th region. scientific–practical conferences of students, graduate students and young scientists. Tomsk, 1999: Sat. articles. – Tomsk: TPU Publishing House. 1999. S. 73–74.

5 DeWit, EllartKostijin, VanYperenRence, BorsboonJohannes. Method for removing sulfur compounds from gas mixtures//Eur. Pat. Appl. EP 1, 116, 511. 2001.

6 «XXIII Nauchna konferenciya s mezhdunarodno uchastie EMF 2018 – texnicheski universitet – Sofiya», sbornik dokladov «Energiya, ekologiya, komfort,

samochnuvstvie», sekciya «Тepлоenerгетика i yadrena energetika», Sofiya (Bolgariya) [“XXIII Scientific Conference with International Participation EMF 2018 – Technical University – Sofia”, Proceedings «Energy, Ecology, Comfort, Self–Esteem», Section “Heat and Nuclear Energy”, Sofia (Bulgaria)], 2018, p. 29–32.

7 **Zlatov, N., Glazyrin, S., Zhumagulov, M., Aidymbayeva, Z.** Ochistka stochny`x vod teplovy`x e`lektrostancij dlya obesserivaniya dy`movy`x gazov, Mezhdunarodnaya konferenciya po telekommunikacijam, informatike, e`nerгетике i menedzhменту (TIEM) 2019 g. [Wastewater treatment of the thermal power plants for desulfurization of flue gas, 2019 International Conference in Telecommunications, Informatics, Energy and Management (TIEM)], Kavala, Greece, 12–14 September, 164–167 (2019). ISSN: 2367–8437.

8 **Glazyrin, S. A.** Varianty` kompleksnogo ispol`zovaniya otxodov TE`S, Mezhdunarodnaya nauchnaya konferenciya : Kachestvo obrazovaniya: menedzhment, kreditnaya sistema obucheniya, dostizheniya, problemy` [Options for the integrated use of waste TPP, International scientific conference : Quality of education : management, credit system of education, achievements, problems] 213–215.

9 **Glazyrin, S. A., Glazyrin, A. I., Aliyarov, B. K.** Ustanovka uglekislogo gaza maloj proizvoditel`nosti Ucheny`e zapiski Pavlodarskogo gosudarstvennogo universiteta [Low–performance carbon dioxide plant. Scientific notes of Pavlodar State University] (1998). ISBN: 1560–6120

10 **Kolmogorov, Yu. N., Sergeev, A. P., Tarasov, D. A., Arapova, S. P.** Metody` i sredstva nauchnogo issledovaniya : uchebnik [Methods and means of scientific research : textbook] (Ekaterinburg : Publishing House Ural, 2017).

11 **Glazyrin, S. A., Glazyrina, N. S., Mukanova, B. G.,** Mnogoparametricheskaya optimizaciya processa ochistki vody` dlya teplovy`x e`lektrostancij, ICCSAM 2015 : 17–ya Mezhdunarodnaya konferenciya po informatike i prikladnoj matematike, Veneciya, Italiya, 13–14 aprelya, 328–333 (2015) [Multiparametric Optimization of Water Treatment Process for Thermal Power Plants, ICCSAM 2015 : 17th International Conference on Computer Science and Applied Mathematics, Venice, Italy, 13–14 April, 328–333 (2015)].

12 **Glazyrin, S. A., Aidymbaeva, Z. A., Zhumagulov, M. G. and Dostiyarov, A.M.** Universal Installation for the integrated utilization of flue gases and wastewater from thermal power plants. E3S Web of Conferences High Speed Turbomachines and Electrical Drives Conference 2020 (HSTED–2020) Prague, Czech Republic, May 14–15, 2020, Published online: 09 July 2020 E3S Web of Conferences 178, 01062 (2020), <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202017801062>.

13 **Aidymbaeva, Zh. A., Dostiyarov, A. M., Glazyrin, A. I., Glazyrin, S. A.** Патент на полезную модель: «Способ очистки дымовых газов энергетического котлоагрегата барабанного типа», № 2020/0389.2 РК НИИС [Utility model

patent : «Method for cleaning flue gas–energy boiler unit of drum type», No. 2020 / 0389.2 RK NIIS].

Материал поступил в редакцию 15.12.22.

С. А. Глазырин¹, Г. Б. Варламов², А. В. Седниг³, Ж. А. Айдымбаева⁴
А. В. Нефтисов⁵

¹Л. Н. Гумилев атындағы Евразиялық ұлттық университеті,
Қазақстан Республикасы, Астана қ.

²Украинаның Ұлттық техникалық университеті
(И.Сикорский атындағы КПИ), Украина, Киев қ.,

³Беларусь ұлттық техникалық университеті, Беларусь, Минск қ.,

⁴Ғұмарбек Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс
университеті, Қазақстан Республикасы, Алматы қ.,

⁵Astana IT University, Қазақстан Республикасы, Астана қ.

Материал баспаға 15.12.22 түсті.

ТҮТІНІҢ ГАЗДАРЫН ДЕСУЛЬФАРИЗАЦИЯЛАУ ҮШІН ЖЭС ҚАЛДЫҚ СУЫН ПАЙДАЛАНУ ТИІМДІЛІГІН ЗЕРТТЕУ

Мақалада ағынды суларды кәдеге жарату арқылы жылу электр станцияларының түтін газдарынан атмосфераға күкірт оксидтерінің шығарындыларын азайтудың әзірленген әдісі келтірілген. Көмір жылу электр станцияларының өнеркәсіптік қалдықтары қатты қалдықтар (қож, күл), сұйық қалдықтар (су дайындау қондырғыларының сарқынды сулары, тазарту конденсаты, сондай-ақ қазандық агрегаттарының үрлемелі сулары) және органикалық отынның газ тәрізді жану өнімдері болып табылады. Электр станциясының сұйық қалдықтарын пайдалану арқылы газ тәрізді жану өнімдерін тазарту технологиялары жасалды.

Мақалада ағынды суларды кәдеге жарату арқылы жылу электр станцияларының түтін газдарынан атмосфераға күкірт оксидтерінің шығарындыларын азайтудың әзірленген әдісі келтірілген. Н–катионитті және ОН–анионитті сүзгілерді, сондай-ақ рН мәні 11,5–12–ге тең барабан қазандықтарының ағызу үрлеу суын қамтитын ион алмасу әдісімен суды тазартудың технологиялық қондырғысының жоғары минералданған сарқынды сулары кәдеге жаратылуға жатады. Жылу механикалық схеманы, қоршаған ортаға әсерді бағалау бөлімін, процесті автоматты басқару схемасын және Орнатылатын жабдықты электрмен жабдықтау

схемасын қамтитын технологиялық шешім жобасы әзірленді. Қазіргі уақытта жоба тәуелсіз сараптамадан өтуде. 2020 жылы Қазақстан Республикасы астанасының жылу электр станциясында сарқынды суларды кәдеге жарату жолымен түтін газдарын күкіртсіздендіру технологиясын енгізу жоспарлануда.

Кілтті сөздер: күкірт оксидтері, ағынды су, кәдеге жарату, жылу электр станциялары, түтін газдары.

S. A. Glazyrin¹, G. B. Varlamov², A. V. Sednin³, Zh. A. Aidymbayeva⁴,
A. V. Neftisov⁵

¹Head of the Department of Thermal Power Engineering, LN Eurasian National University Gumilyov, Republic of Kazakhstan, Astana,

²National Technical University of Ukraine (KPI named after I. Sikorsky), Ukraine, Kiev,

³Belarusian National Technical University, Belarus, Minsk,

⁴Almaty University of Power Engineering and Telecommunications named after Gumarbek Daukeev, Republic of Kazakhstan, Almaty,

⁵Astana IT University, Republic of Kazakhstan, Astana

Material received on 15.12.22

EFFECTIVE USE OF STORM WATER AT TES FOR DESULFURIZATION OF SMOG GAS

The article presents a developed method for reducing emissions of sulfur oxides into the atmosphere from flue gases of thermal power plants by recycling wastewater. Industrial waste from coal-fired thermal power plants is solid waste (slag, ash), liquid waste (wastewater from water treatment plants, condensate cleaning, as well as purge water from boiler units) and gaseous products of organic fuel combustion. Technologies have been developed for the purification of gaseous combustion products by using liquid waste from the power plant.

The article presents a developed method for reducing emissions of sulfur oxides into the atmosphere from flue gases of thermal power plants by recycling wastewater. Highly mineralized wastewater from an ion exchange water treatment plant, including N-cationite and OH-anionite filters, as well as waste purge water from drum boilers with a pH value of 11.5–12, are subject to disposal. A design of a technological solution has been developed, including a thermal mechanical circuit, an environmental impact assessment section, an automatic process control circuit and an electrical supply circuit for the installed equipment. The project is currently undergoing an

independent review. The introduction of flue gas desulfurization technology by waste water disposal is planned at the thermal power plant of the capital of the Republic of Republic of Kazakhstan, in 2020.

Keywords: sulfur oxides, waste water, utilization, thermal power plants, flue gases.

Теруге 15.12.2022 ж. жіберілді. Басуға 30.12.2022 ж. қол қойылды.

Электронды баспа

3,44 Мб RAM

Шартты баспа табағы 23.59. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген: А. К. Мыржикова

Корректор: А. Р. Омарова

Тапсырыс № 4019

Сдано в набор 15.12.2022 г. Подписано в печать 30.12.2022 г.

Электронное издание

3,44 Мб RAM

Усл. печ. л. 23.59. Тираж 300 экз. Цена договорная.

Компьютерная верстка: А. К. Мыржикова

Корректор: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас

Заказ № 4019

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

67-36-69

E-mail: kereku@tou.edu.kz

www.vestnik-energy.tou.edu.kz