

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

№3 (2026)

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/BTOUEn3.2026/2710-3420>

Бас редакторы – главный редактор

Талипов О. М.

доктор PhD, ассоц. профессор (доцент)

Заместитель главного редактора

Калтаев А.Г., *доктор PhD*

Ответственный секретарь

Сағындық Ә.Б., *доктор PhD*

Редакция алқасы – Редакционная коллегия

Клецель М. Я.,

д.т.н., профессор

Никифоров А. С.,

д.т.н., профессор

Новожилов А. Н.,

д.т.н., профессор

Алиферов А. И.,

д.т.н., профессор (Российская Федерация)

Кошеков К. Т.,

д.т.н., профессор

Приходько Е. В.,

к.т.н., профессор

Кислов А. П.,

к.т.н., доцент

Нефтисов А. В.,

доктор PhD

Шеръязов С. К.

т.ғ.д., профессор (Российская Федерация)

Искакова З. С.

технический редактор

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

МРНТИ 44.31.35

<https://doi.org/10.48081/BTOUEn3.2026/526-539>

**Г. М. Тютеебаева¹, *Н. Н. Саракешова², Н. Т. Мерғалиев³,
Г. С. Катранова⁴, А. К. Жумалиева⁵**

^{1,2,5}Казахский агротехнический исследовательский

университет имени С. Сейфуллина,

Республика Казахстан, г. Астана;

³QazaqGaz Aımaq,

Республика Казахстан, г. Астана;

⁴Феникс Интернешнл Ресорсиз Каспиан,

Республика Казахстан, г. Алматы.

¹ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3503-2569>

²ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-9362-7740>

³ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0688-5324>

⁴ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-7101-775X>

⁵ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0342-1869>

*e-mail: n.sarakeshova@kazatu.edu.kz

ПЕРЕВОД ВОДОГРЕЙНЫХ КОТЛОВ ТЭЦ-2 Г. АСТАНЫ НА СЖИГАНИЕ ПРИРОДНОГО ГАЗА

Представленная работа посвящена оценке направлений развития энергетики при росте электропотребления, опережающем увеличение использования первичных энергоресурсов, и связанному с этим усилению антропогенной нагрузки на окружающую среду. Показано, что расширение генерирующих мощностей на традиционных видах топлива сопровождается увеличением объёмов вредных выбросов, что требует внедрения более эффективных и экологически безопасных решений. Проведён анализ состояния атмосферного воздуха города Астаны, который включает детальный состав атмосферного воздуха, выполнены расчёты образования загрязняющих веществ при эксплуатации котла КВ-Т-139,6-150. Рассмотрены изменения уровней выбросов при переводе оборудования с угольного топлива на природный газ, результаты представлены в сравнительной форме. Показано, что повышение топливной и энергетической эффективности оборудования способствует не только сокращению удельных выбросов, но и общему снижению их суммарного объёма. Обоснована целесообразность поэтапной газификации котлов

*Тепловой электрической централи – 2 (ТЭЦ-2) и строительства
Тепловой электрической централи – 3 (ТЭЦ-3) с использованием
парогазовых технологий как меры повышения экологической
безопасности и устойчивости городской энергетической системы.
Полученные результаты могут быть использованы при планировании
модернизации энергетических объектов.*

*Ключевые слова: водогрейная котельная, реконструкция, горелка,
система газоснабжения, природный газ, выбросы вредных веществ,
экология.*

Введение

На территории города Астаны функционирует несколько сотен промышленных и энергетических объектов, являющихся источниками выбросов в атмосферный воздух. В процессе их деятельности в воздушную среду поступает порядка сорока различных загрязняющих веществ.

Активное развитие промышленного сектора, интенсивное жилищное строительство и устойчивый рост численности населения приводят к увеличению спроса на тепловую и электрическую энергию. В результате возрастает тепловая нагрузка на энергетические объекты города, что вынуждает теплоэлектроцентрали и районные котельные наращивать установленную мощность. Это, в свою очередь, сопровождается увеличением объёмов потребляемого топлива и, как следствие, ростом выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

К таким объектам относятся теплоэлектроцентрали ТЭЦ-1, ТЭЦ-2, ТЭЦ-3, а также восемь районных водогрейных котельных. Совокупная доля указанных объектов в общем объёме выбросов от стационарных источников составляет порядка 47 процентов.

Согласно данным Информационного бюллетеня о состоянии окружающей среды Республики Казахстан за январь 2025 года, контроль состояния атмосферного воздуха в Астане осуществляется на десяти стационарных постах наблюдения, включая четыре пункта ручного отбора проб и шесть автоматизированных станций [1]. Дополнительно измерения проводятся передвижной лабораторией на восьми контрольных точках. В совокупности система мониторинга позволяет оценивать до двадцати трёх показателей качества атмосферного воздуха.

Всего в пределах города осуществляется определение до двадцати четырёх загрязняющих компонентов, к основным из которых, относится следующий ряд веществ:

1. мелкодисперсные частицы фракций PM_{2,5} и PM₁₀.
2. SO₂.
3. NO, NO₂.
4. CO₂.
5. озон.

По результатам мониторинга качества атмосферного воздуха за январь 2025 года общий уровень загрязнения воздушной среды в городе Астане был отнесён к категории повышенного.

Наибольшие уровни загрязнения атмосферного воздуха в городе, как правило, фиксируются в зимний период. Это, в первую очередь, связано с тем, что в отопительном периоде, особенно от частного сектора повышаются выбросы вредных веществ.

К тому же, увеличению количества NO₂ способствуют выбросы от автотранспортных средств, особенно в зонах с интенсивным движением и на загруженных транспортных узлах.

В этой связи особую актуальность приобретает модернизация водогрейных котлов типа KB-T-139,6-150 ТЭЦ-2 с целью обеспечения возможности совместного сжигания природного газа и угля. В настоящее время котельная ТЭЦ-2 преимущественно эксплуатируется на природном газе, при этом экибастузский каменный уголь используется в качестве резервного топлива. Вместе с тем энергетические котлы станции продолжают функционировать на угольном топливе, что остаётся одним из значимых источников загрязнения атмосферного воздуха в городе.

Материалы и методы

При изучении рассматриваемой проблемы использовались положения нормативного документа РНД 211.2.01.01-92, а также данные, предоставленные Казахстанским научно-исследовательским гидрометеорологическим институтом и материалы Информационного бюллетеня о состоянии окружающей среды Республики Казахстан [1; 2].

Результаты и обсуждение

Водогрейная котельная ТЭЦ-2 была построена и введена в эксплуатацию в рамках проекта «Расширение и реконструкция ТЭЦ-2 с установкой котлоагрегатов ст. №№ 7, 8, турбоагрегатов ст. №№ 5, 6 и водогрейной котельной г. Астана». Реализация проекта осуществлялась в два этапа: четыре водогрейных котла были введены в эксплуатацию в 2012 году, ещё два – в 2016 году.

Эти водогрейные котлы вполне могут быть переведены для эффективной работы на газообразном топливе, если будут соблюдены все условия, такие

как: подвод газоснабжения, замена горелочных устройств, эксплуатация дымососа, замена автоматики или внесение изменений в их работу.

В рамках модернизации предусматривается замена топочно-горелочного оборудования на новые горелочные устройства производства ООО «Сибэнергомаш-БКЗ». Для обеспечения устойчивого и экологически эффективного процесса сжигания топлива топка оснащается газовыми горелками, у которых конструкция прямоточная. На рисунке 1 изображен общий вид пылегазовой горелки, которые установлены в одной полости водогрейного котла.

Данная горелка состоит из двухходового воздушного канала, в первой из которой, находятся каналы для подвода пылевоздушной смеси, а во второй части канала расположена горелка для газообразного топлива.

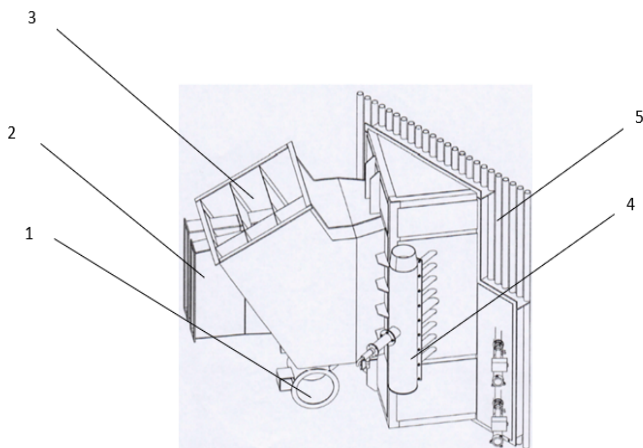


Рисунок 1 – Общий вид пылегазовой горелки

1 – подача пылевоздушной смеси; 2 – воздушные короба; 3 – вертикальные каналы, предназначенные для подачи пылевоздушной смеси; 4 – подвод газа к горелке; 5 – топочные экраны;

По трубкам коллекторов подается природный газ, от которого газообразное топливо протекает и распределяется по восьми трубкам.

Также, для стабильности работы и правильного распределения топливо воздушной смеси по всему периметру установлены направляющие стенки. Таким образом, данная конструкция позволяет эффективно и стабильно распределять, и сжигать топливо в различных режимах работы водогрейного

котла. Газовая часть горелочного устройства оборудована специальной трубой, предназначенной для установки запальника. Вблизи горелки размещена установочная коробка, на которой предусмотрены патрубки для монтажа фотодатчика контроля пламени и смотрового лючка.

Прямоточная пылегазовая горелка предназначена для подачи в топку котла необходимого количества топлива и воздуха, обеспечивающего работу агрегата во всём предусмотренном диапазоне нагрузок. Расположение горелочных устройств на стенах топki выбрано таким образом, чтобы факел равномерно заполнял рабочее сечение топочной камеры.

После этапа растопки котла на газообразном топливе, необходимо переходить на режим подачи пылевоздушной смеси, для этого нужно обеспечить сгорания газообразного топлива с устойчивым горением, при котором достигается уровень тепловой нагрузки водогрейного котла не менее 30 % от номинального значения.

При переходе режимов работы горелок на газовое топливо автоматическая система управления процессом горения должна быть отключена. В этом случае регулирование тепловой нагрузки осуществляется вручную в дистанционном режиме.

Общие технические характеристики горелки приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Общие технические характеристики горелки

№ п/п	Наименование		Значение
1	Максимальная тепловая мощность горелки, МВт		40
2	Топливо:		
2.1	природный газ с теплотворной способностью, МДж/м ³ (при 20°C, Р=101 325 Па)		35,276
2.2	каменный уголь, МДж/м ³ (при 20°C, Р=101 325 Па)		16,13
3	Расчетный расход газообразного топлива на горелку:		
3.1	природный газ, нм ³ /час	номинальный	3 510
		минимальный	1 050
4	Расчетное давление:		
4.1	природный газ перед горелкой, кПа	номинальный	25
		минимальный	2,25
5	Расчетный расход твердого топлива, кг/час		8 514
6	Расчетное сопротивление воздушного канала горелки при работе на:		

6.1	природном газе (при $\alpha=1,03$), Па	2 790
6.2	каменном угле (при $\alpha=1,18$), Па	2 216
7	Расчетное сопротивление пылевоздушного тракта горелки, Па	450
8	Минимальный коэффициент избытка воздуха в диапазоне рабочего регулирования при работе на:	
8.1	природном газе	0,85
8.2	каменном угле	0,65
9	Коэффициент рабочего регулирования горелки не менее при работе на:	
9.1	природном газе	3,3
9.2	каменном угле	1,7
10	Масса горелки, кг:	
10.1	горелка пылеугольная	1 678,8
10.2	горелка газовая	172,0

Для организации системы рециркуляции дымовых газов предусматривается монтаж дымососов рециркуляции газов (ДРГ) с соответствующим газоходным трактом. Оборудование размещается внутри здания водогрейной котельной в непосредственной близости от действующих дымососов типа ДН-24К. Для каждого котлоагрегата проектом предусматривается установка индивидуального дымососа рециркуляции.

Назначением системы ДРГ является снижение концентрации оксидов азота (NO_x) в уходящих дымовых газах котла. Это достигается за счёт отбора части дымовых газов за котлом и их последующей подачи в воздушный тракт перед горелочными устройствами, а именно – к тeneвым смесителям, где происходит разбавление кислородсодержащего воздуха рециркуляционными газами.

Определение объёмов выбросов загрязняющих веществ выполнено на основании нормативных документов: – «Сборник методик по расчету выбросов вредных веществ в атмосферу различными производствами. Расчет выбросов вредных веществ при сжигании топлива в котлах производительностью до 30 т/ч», утверждённый 1 декабря 1996 года первым заместителем Министра экологии и биоресурсов Республики Казахстан [2; 3]; – «Методика определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для тепловых электростанций и котельных», приложение № 3 к приказу Министра охраны окружающей среды и водных ресурсов Республики Казахстан от 12 июня 2014 года № 221 [4; 5].

При эксплуатации котлов на природном газе в атмосферу поступают следующие основные загрязняющие вещества: оксид углерода, сернистый ангидрид, оксид азота и диоксид азота.

Согласно расчётным и паспортным данным, природный газ, планируемый к подаче по магистральному газопроводу «Сары-Арка», характеризуется следующими физико-химическими показателями [6]:

- плотность – 0,763 кг/м³;
- низшая теплота сгорания – 35,6 МДж/м³;
- массовая концентрация сероводорода – 0,007 г/м³;
- массовая концентрация меркаптановой серы – 0,016 г/м³.

Основными организованными источниками выбросов загрязняющих веществ являются три дымовые трубы высотой 120 м, диаметр устья каждой трубы составляет 3 м. К данным дымовым трубам подключены источники выбросов, формируемые при работе водогрейных котлов и вспомогательного оборудования котельной:

К дымовой трубе №1 (ист. 0023) водогрейные котлы ст.№№1,2.

К дымовой трубе №2 (ист. 0024) водогрейные котлы ст.№№3,4.

К дымовой трубе №3 (ист. 0047) водогрейные котлы ст.№№5,6.

Время работы каждого из них 1590 ч/год.

Расход природного газа составляет 17530 т/г.

Итого, по ист. 0023, 0024 и 0047 расход газа составит по 45950197 м³/год, 35060 т/год [7; 8].

Молярная масса сероводорода H₂S равна 34, серы 32, таким образом, концентрация серы составит 0,0066 г/м³.

Молярная масса меркаптановой серы равна 48, серы 32, таким образом, концентрация серы составит 0,0107 г/м³.

Общая массовая концентрация серы в газовом топливе составит 0,0173 г/м³.

Сернистость газа составит 2 т/г или 0,0023 %.

Для определения объема сухих дымовых газов, используется формула (1):

$$V_{\text{сг}} = \kappa \cdot Q_j^y \quad (1)$$

где: Q_j^y – теплота сгорания топлива, МДж/кг (МДж/м³);

κ – коэффициент, учитывающий характер топлива и равный для природного газа 0,345.

Объем сухих дымовых газов по ист. 0023, 0024, 0047 составляет 12,282 м³/м³, 354950 м³/ч.

Таким образом, скорость сухих дымовых газов по ист.0023, 0024 и 0047 составит 13,96 м/с.

Для расчета значения вредных веществ в атмосферу вычисляется по формулам:

1. Расчет CO (2):

2.

$$P_{CO} = 0,001 \cdot C_{CO} \cdot M \cdot (1 - q_4 / 100) \quad (2)$$

где:

C_{CO} – выход оксида углерода при сжигании топлива;

$C_{CO} = K_{CO} \cdot Q_r$;

где: K_{CO} – количество окиси углерода на единицу теплоты, выделяющейся при горении топлива, кг/ГДж;

q_4 – потери тепла вследствие механической неполноты сгорания топлива, %;

Q_r – низшая теплота сгорания топлива, МДж/кг.

3. Расчет NO_x (3):

$$P_{NO_x} = 0,001 \cdot M \cdot Q_r \cdot K_{NO_2} \cdot (1 - \beta) \quad (3)$$

где:

K_{NO_2} – параметр, характеризующий количество оксидов азота, образующихся на 1 ГДж тепла, кг/ГДж; Значения K_{NO_2} определяются по графикам в зависимости от номинальной нагрузки котлоагрегата;

β – коэффициент, зависящий от степени снижения выбросов оксидов азота в результате применения технических решений, $\beta = 0$.

При выполнении расчётов загрязнения атмосферного воздуха и оценке выбросов, образующихся в результате функционирования технологического оборудования и транспортных средств, после попадания в окружающую среду, необходимо учитывать процессы переноса частиц оксидов азота [9; 10].

Результаты расчетов вредных веществ в атмосферу от источников №№ 0023, 0024, 0025 приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты расчетов

№ исг	Ист выд	Ист загр	Топливо	Ед.изм.	Выбросы вредных веществ					
					Пыль 20-70 % SiO ₂	Сернистый ангидрид SO ₂	Оксид Углерода CO	Окислы азота NO _x	Диоксид азота NO ₂	Оксид азота NO
0023	Дым труба	Котлы 1-2	При род. газ	г/с	0	0,282	17,444	21,805	17,444	2,835
				т/Г	0	1,613	99,851	124,814	99,851	16,226
0024		Котлы 3-4		г/с	0	0,282	17,444	21,805	17,444	2,835
				т/Г	0	1,612	99,851	124,814	99,851	16,226
0025		Котлы 5-6		г/с	0	0,282	17,444	21,805	17,444	2,835
				т/Г	0	1,613	99,851	124,514	99,851	16,226
Итого				г/с	0	0,845	52,333	65,416	52,333	8,504
				т/Г	0	4,838	299,553	374,441	299,553	48,677

Относительно выполненного перевода котлов на ТЭЦ-2 г. Астаны, получены следующие результаты по выходам вредных веществ:

1. NO₂ на 52,333 г/с, 299,553 т/г,
2. NO на 8,504 г/с, 48,677 т/г,
3. SO₂ на 0,845 г/с, 4,838 т/г.

К тому же, выявлены отсутствия образования двуокси кремния при сжигании газообразного топлива, что позволяет полностью исключить выбросы пыли.

Выводы

Прогнозные оценки развития энергетического сектора, сформированные в рамках национальных программ, указывают на опережающий рост спроса на электрическую энергию по отношению к увеличению потребления первичных энергетических ресурсов. Обеспечение прогнозируемых объёмов электропотребления требует ввода дополнительных генерирующих мощностей, которая с каждым разом ведет к повышению объёмов вредных веществ в атмосферу.

Для решения вышеуказанных проблем применяются методы по внедрению в топливно-энергетическую систему конструктивных решений, которые позволят достичь низкого выхода вредных, загрязняющих выбросов

и уменьшение суммарных выбросов за счёт повышения энергетической и топливной эффективности.

В рамках настоящей статьи выполнен анализ экологической обстановки г. Астана. Были произведены расчеты по количествам образования вредных веществ при работе котла КВ-Т-139,6-150, а также их сравнительный анализ, в котором были показаны результаты эффективного перевода на сжигание природного газа. Результаты расчётов представлены в виде сравнительной таблицы.

В соответствии с программой развития города Астаны предусмотрен поэтапный перевод восьми энергетических котлов ТЭЦ-2 на природный газ, а также строительство второй очереди ТЭЦ-3 с применением парогазовых установок. Основным источником газоснабжения столицы рассматривается магистральный газопровод «Сарыарка». Несмотря на существенное различие в стоимости природного газа и экибастузского каменного угля, переход на газовое топливо является необходимой и обоснованной мерой с точки зрения экологической безопасности и устойчивого развития городской энергетики.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Ежемесячный информационный бюллетень о состоянии окружающей среды в РК.
- 2 «Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий», РНД 211.2.01.01-97.
- 3 «Сборник методик по расчету выбросов вредных веществ в атмосферу различными производствами. Расчет выбросов вредных веществ при сжигании топлива в котлах производительностью до 30 т/ч» (утвержден первым заместителем Министра экологии и биоресурсов РК от 01 декабря 1996 года)».
- 4 «Методика определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для тепловых электростанций и котельных. Приложение № 3 к приказу Министра ОС и ВР РК от 12 июня 2014 года №221».
- 5 Гигиенические нормативы к атмосферному воздуху в городских и сельских населенных пунктах. Приказ МНЭ РК от 28 февраля 2015 года № 168.
- 6 **Dostiyarov, A. M., Sarakeshova, N. N., Yamanbekova, A. K.** The result of the investigation of a new micromodule gas burner with a sudden expansion at the outlet // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – ISSN 1729-3774. Vol 3/8 (129). Cite Score: 2.0, Percentile – 37 % (Q3). – 2024. – P. 6–15. – <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.303636>.

7 Технический регламент. «Требования к эмиссиям в окружающую среду при сжигании различных видов топлива в котлах тепловых электрических станций». – 2007. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.adilet.gov.kz/ru/node/1412>.

8 Третьяков, А. Н., Перегудина, Е. В. и Азарова, С. В. «О влиянии на атмосферу предприятий теплоэнергетического комплекса» // журнал «Молодой ученый». – 2015. – вып. № 11. – С. 562–566.

9 Gillich, A., Elmer, S., Laing, G.F., Sunderland, L., Mills, R., & Overend, M. (2025). Market transformations: Gas conversion as a blueprint for net zero retrofit // Buildings and Cities. – 2025. – 6(1). – P. 359–377. – <https://doi.org/10.5334/bc.552>.

10 Chicherin, S., Zhuikov, A., Kuznetsov, P. The Return of CoalFired Combined Heat and Power Plants : Feasibility and Environmental Assessment in the Case of Conversion to Another Fuel or Modernizing an Exhaust System //Sustainability. – 2024. – 16(5). – 1974. – <https://doi.org/10.3390/su16051974>.

REFERENCES

1 Ezhemesiachnyi informatsionnyi biulleten o sostoianii okruzhaiushchei sredy v RK [Monthly information bulletin on the state of the environment in the Republic of Kazakhstan]. – Astana: Ministry of Ecology of the Republic of Kazakhstan, annual edition.

2 Metodika rascheta kontsentratsii v atmosfernom vozdukhе vrednykh veshchestv, soderzhashchikhsia v vybroakh predpriatii [Methodology for calculating concentrations of harmful substances in atmospheric air contained in industrial emissions] / RND 211.2.01.01-97. – Astana, 1997.

3 Sbornik metodik po raschetu vybrosov vrednykh veshchestv v atmosferu razlichnymi proizvodstvami. Raschet vybrosov vrednykh veshchestv pri szhiganii topliva v kotlakh proizvoditelnosti do 30 t/ch [Collection of methods for calculating harmful emissions into the atmosphere from various industries. Calculation of harmful emissions from fuel combustion in boilers with a capacity up to 30 t/h]. Approved by the First Deputy Minister of Ecology and Bioresources of the Republic of Kazakhstan, 01 December 1996. – Almaty, 1996.

4 Metodika opredeleniia vybrosov zagriazniaiushchikh veshchestv v atmosferu dlia teplovyykh elektrostantsii i kotelnykh [Methodology for determining atmospheric pollutant emissions for thermal power plants and boiler houses]. Appendix No. 3 to the Order of the Minister of Environment Protection of the Republic of Kazakhstan No. 221 dated 12 June 2014. – Astana, 2014.

5 Gigienicheskie normativy k atmosfernomu vozdukhу v gorodskikh i selskikh naselennykh punktakh [Hygienic standards for atmospheric air in urban

and rural settlements]. Order of the Ministry of National Economy of the Republic of Kazakhstan No. 168 dated 28 February 2015. – Astana, 2015.

6 **Dostiayarov, A.M., Sarakeshova, N.N., Yamanbekova, A.K.** The result of the investigation of a new micromodule gas burner with a sudden expansion at the outlet. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2024. – Vol. 3/8 (129). – P. 6–15. – <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.303636>.

7 **Tekhnicheskii reglament.** “Trebovaniia k emissiiam v okruzhaiushchuiu sredu pri szhiganii razlichnykh vidov topliva v kotlakh teplovykh elektricheskikh stantsii” [Technical Regulation. Requirements for environmental emissions during combustion of various fuels in boilers of thermal power plants]. – 2007 [Electronic resource] – Available at: <http://www.adilet.gov.kz/ru/node/1412> (Accessed: 17.02.2026).

8 **Tretiakov, A. N., Peregudina, E. V., Azarova, S. V.** O vliianii na atmosferu predpriatii teploenergeticheskogo kompleksa [On the impact of heat power industry enterprises on the atmosphere] // Molodoi uchenyi. – 2015. – No. 11. – P. 562–566.

9 **Gillich, A., Elmer, S., Laing, G.F., Sunderland, L., Mills, R., Overend, M.** Market transformations: Gas conversion as a blueprint for net zero retrofit. Buildings and Cities. – 2025. – Vol. 6(1). – P. 359–377. – <https://doi.org/10.5334/bc.552>.

10 **Chicherin, S., Zhuikov, A., Kuznetsov, P.** The Return of Coal Fired Combined Heat and Power Plants: Feasibility and Environmental Assessment in the Case of Conversion to Another Fuel or Modernizing an Exhaust System. Sustainability. – 2024.. – Vol. 16(5).. – Article 1974. – <https://doi.org/10.3390/su16051974>.

Поступило в редакцию 15.01.26.

Поступило с исправлениями 18.03.26.

Принято в печать 31.08.26.

*F. M. Түтебаева¹, *Н. Н. Саракешова², Н. Т. Мерғалиев³,*

F. C. Катранова⁴, А. К. Жұмалиева⁵

^{1,2,5}С. Сейфуллин атындағы Қазақ

агротехникалық зерттеу университеті,

Қазақстан Республикасы, Астана қ.;

³«QazaqGaz Aımaq» АҚ Астана өндірістік филиалы,

Қазақстан Республикасы, Астана қ.;

⁴Phoenix International Resources Caspian ЖШС,

Қазақстан Республикасы, Алматы қ.

15.01.26 ж. баспаға түсті.

18.03.26 ж. түзетулерімен түсті.

31.08.26 ж. басып шығаруға қабылданды.

АСТАНА ҚАЛАСЫНДАҒЫ ЖЭО-2 СУ ЖЫЛЫТУ ҚАЗАНДЫҚТАРЫН ТАБИҒИ ГАЗ ЖАҒУҒА КӨШІРУ

Ұсынылып отырған жұмыс электр энергиясын тұтынудың бастапқы энергия ресурстарын пайдаланудың өсуінен озық қарқынмен артуы жағдайындағы энергетиканы дамыту бағыттарын бағалауға және осы үрдіске байланысты қоршаған ортаға түсетін антропогендік жүктеменің күшеюіне арналған. Дәстүрлі отын түрлерін пайдаланатын генерациялау қуаттарын кеңейту зиянды шығарындылар көлемінің ұлғаюымен қатар жүретіні көрсетілген, бұл өз кезегінде неғұрлым тиімді әрі экологиялық қауіпсіз шешімдерді енгізуді талап етеді. Астана қаласының атмосфералық ауасының жай-күйіне талдау жүргізіліп, ауаның құрамына кешенді сипаттама берілді. КВ-Т-139,6-150 қазандығын пайдалану барысында түзілетін ластаушы заттардың көлеміне есептеулер жасалды. Жабдықты көмір отынынан табиғи газға ауыстыру кезіндегі шығарындылар деңгейінің өзгерісі қарастырылып, нәтижелер салыстырмалы түрде ұсынылды. Жабдықтың отындық және энергетикалық тиімділігін арттыру меншікті шығарындыларды азайтумен қатар, олардың жалпы көлемін де қысқартуға мүмкіндік беретіні дәлелденді. Қалалық энергетикалық жүйенің экологиялық қауіпсіздігі мен тұрақтылығын арттыру мақсатында Жылу электр орталығының-2 (ЖЭО-2) қазандықтарын кезең-кезеңімен газдандыру және бу-газ технологияларын пайдалана отырып Жылу электр орталығын-3 (ЖЭО-3) салудың тиімділігі негізделді. Алынған нәтижелер энергетикалық нысандарды жаңғыртуды жоспарлау кезінде пайдаланылуы мүмкін.

Кілтті сөздер: су жылыту қазандығы, реконструкция, жанарғы, газбен жабдықтау жүйесі, табиғи газ, зиянды заттар шығарындылары, экология.

G. M. Tyutebayeva¹, *N. N. Sarakeshova², N. T. Mergaliev³,
G. S. Katranova⁴, A. K. Zhumaliev⁵

^{1,2,5}S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University,
Republic of Kazakhstan, Astana;

³Astana production branch of JSC «QazaqGaz Aimaq»,
Republic of Kazakhstan, Astana;

⁴Phoenix International Resources Caspian LLP,

Republic of Kazakhstan, Almaty.

Received 15.01.26.

Received in revised form 18.03.26.

Accepted for publication 31.08.26.

CONVERSION OF WATER HEATING BOILERS OF TPP-2 OF ASTANA TO BURNING NATURAL GAS

The present study focuses on assessing the development pathways of the energy sector under conditions where electricity consumption grows faster than the use of primary energy resources, leading to increased anthropogenic pressure on the environment. It is demonstrated that the expansion of power generation capacities based on conventional fuels results in higher volumes of harmful emissions, which necessitates the implementation of more efficient and environmentally sound solutions. An analysis of the atmospheric air quality in Astana was carried out, including a detailed assessment of its composition. Calculations were performed to determine pollutant formation during the operation of the KV-T-139.6-150 boiler. Changes in emission levels resulting from the conversion of equipment from coal to natural gas were examined, and the findings are presented in a comparative format. The study shows that improving fuel and energy efficiency not only reduces specific emissions but also decreases total emission volumes. The feasibility of phased gasification of CHP-2 boilers and the construction of CHP-3 using combined-cycle (gas-steam) technologies is substantiated as a measure to enhance environmental safety and ensure the sustainable development of the urban energy system. The obtained results can be used in planning the modernization of energy facilities.

Keywords: hot-water boiler, reconstruction, burner, gas supply system, natural gas, atmospheric pollutant emissions, ecology.

Теруге 07.09.2026 ж. жіберілді. Басуға 30.09.2026 ж. қол қойылды.

Электронды баспа

19,0 Mb RAM

Шартты баспа табағы 34,4. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген: Шукитова А. Б.

Корректор: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас

Тапсырыс № 4601

Сдано в набор 07.09.2026 г. Подписано в печать 30.09.2026 г.

Электронное издание

19,0 Mb RAM

Усл. печ. л. 34,4. Тираж 300 экз. Цена договорная.

Компьютерная верстка: Шукитова А. Б.

Корректор: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас

Заказ № 4601

«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