

УДК 504.75.05

ФОМКИН А. А., студент гр. ЭП-251 (КемГУ)
Научный руководитель УШАКОВ К. Ю., к.т.н., доцент (КузГТУ)
г. Кемерово

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ РАБОТЫ РАЙОННОЙ КОТЕЛЬНОЙ

Уголь является одним из первых видов ископаемого топлива, который начало использовать человечество, и в настоящее время он является одним из самых распространенных в мире энергоресурсов. Мировое производство угля достигло самого высокого за всю историю уровня (179 ЭДж), превысив предыдущий максимум, установленный годом ранее [1]. Лидерами среди стран, использующих уголь в качестве топлива, в 2024 г. стали Китай (92,2 ЭДж), Индия (23 ЭДж) и США (7,9 ЭДж); Россия расположилась на седьмом месте с количеством энергии, полученной при сжигании угля, равным 3,75 ЭДж [2]. К лидерам использования угля в качестве топлива для выработки тепловой и электрической энергии в России следует относить и Кемеровскую область — Кузбасс. Однако использование этого ресурса имеет и негативную сторону — антропогенные выбросы. Загрязнение окружающей среды приводит к росту числа различных заболеваний, способных оказать влияние на последующие поколения, а также изменению климата, определяющему направление экономического и социального развития общества. К основным источникам загрязнения можно отнести сектор теплоснабжения потребителей в части источника тепловой энергии: в Кузбассе используется преимущественно твёрдое топливо — уголь. Обеспечивая тепловой энергией потребителей в отопительный сезон, источники теплоты вносят значительный вклад в общие объёмы выбросов веществ в атмосферу, что особенно заметно в пики отопительного периода. И если для крупных городов имеется возможность когенерации и централизованного теплоснабжения от тепловых электрических станций, то в малых городах и населенных пунктах в основе теплоснабжения стоят районные котельные.

Теоретические основы расчётного прогноза выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при стационарном сжигании находятся в открытом доступе и хорошо разработаны в рамках нормативных документов и методик расчета. Исходными данными для расчётов являются характеристики источника и параметры окружающей среды.

Целью данной работы является расчёт выбросов котельной №1 пгт Яшкино за отопительный сезон.

Основную нагрузку в отопительный период на Котельной №1 МУП «ЭнергоСервис» Яшкинского округа несут два котла: ДКВР 20-13 и КЕ 25-14. Основные характеристики данных котлов представлены на сайтах производителей [3, 4]. Расчет количества загрязняющих веществ был произведен для отопительного сезона 2024-2025 гг. с 13.09.2024 по 15.05.2025 (общей продолжительностью 245 дней). В качестве основного топлива для получения

тепловой энергии используется каменный уголь марки ДР (длиннопламенный, рядовой) с шахты Листвяжная. Характеристики топлива были взяты из таблицы 1 [5].

Расчет количества топлива, используемого за период отопительного сезона, представлен в таблице 1.

Таблица 1. Расчет количества топлива за отопительный период

Среднесуточная температура, °C	Необходимое количество топлива, т/сут	Количество дней за отопительный сезон, дней	Общее количество угля $FC'_{j,y}$, т/период
$t > 0$	45	96	4320
$0 \geq t > -10$	55	93	5115
$-10 \geq t > -20$	85	52	4420
$-20 \geq t > -30$	110	4	440
$-30 \geq t > -40$	120	0	0
Всего			14295

Количество оксидов азота NO_x в пересчете на NO_2 (в г/с, т/год), выбрасываемых в атмосферу с дымовыми газами, определяется при помощи методики определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при сжигании топлива в котлах производительностью менее 30 тонн пара в час или менее 20 Гкал в час (с учетом методического письма НИИ атмосфера № 335/33-07/ от 17 мая 2000 г.) [6], сведены в таблице 2.

Таблица 2. Количество оксидов азота за отопительный период

Характеристики, обозначения, расчет	Значение
Расчетный расход топлива, т/г	13580,25
Низшая теплота сгорания топлива, МДж/кг	21
Удельный выброс оксидов азота при сжигании	0,01
Коэффициент пересчета	0,001
Безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рециркуляции дымовых газов	1
Количество оксидов азота NO_x в пересчете на NO_2 (в т/год)	2,9

Результаты расчета суммарного количества оксидов серы M_{SO_2} , выбрасываемых в атмосферу с дымовыми газами (т/год), сведены в таблице 3.

Таблица 3. Количество M_{SO_2} за отопительный период

Характеристики, обозначения, расчет	Значение
Расход натурального топлива за рассматриваемый период	14295
Доля оксидов серы, связываемых летучей золой в котле	0,1
Доля оксидов серы, улавливаемых в мокром золоуловителе	0
Содержание серы в топливе на рабочую массу, %	0,4
Суммарное количество оксидов серы, т/г	102,9

Результаты расчета суммарного количества выбросов оксида углерода (т/год) представлены в таблице 4.

Таблица 4. Количество CO за отопительный период

Характеристики, обозначения, расчет	Значение
Потери тепла (q_4)	5
Потери тепла вследствие химической неполноты сгорания топлива, %	0,1
Коэффициент, учитывающий долю потери тепла	1
Низшая теплота сгорания натурального топлива, МДж/кг	21
Фактический расход топлива на котел кг/с (т/год)	14295
Выход оксида углерода при сжигании топлива, г/кг (г/нм ³) или кг/т	2,1
Суммарное количество выбросов оксида углерода	28,5

Расчет выбросов CO_2 был выполнен по методике количественного определения объема выбросов парниковых газов, утвержденной приказом Минприроды России от 27.05.2022 № 371. Согласно расчету, выбросы CO_2 для районной котельной №1 пгт Яшкино составили 26 208,52 тонн CO_2 за отопительный период 2024-2025 гг.

Таким образом, в работе произведены расчеты выбросов котельной №1 пгт Яшкино за отопительный сезон. Эти выбросы, несомненно, вносят существенный вклад в экологическую обстановку населенного пункта. Вариантами снижения этих значений могут быть переход на другой вид топлива или модернизация используемого на котельной оборудования.

Список литературы:

1. Statistical Review of World Energy 2024 - Energy Institute. Электронный ресурс. Режим доступа: [\https://www.energyinst.org/_data/assets/pdf_file/0006/1542714/684_EI_Stat_Revi

ew_V16_DIGITAL.pdf]. Дата обращения 5.11.2025.

2. Coal Consumption by Country 2025. Электронный ресурс. Режим доступа: [https://worldpopulationreview.com/country-rankings/coal-consumption-by-country]. Дата обращения 5.11.2025.

3. Паровые котлы ДКВр. Сайт. Режим доступа: [https://biyskiykotelnyuzavod.ru/catalog/parovye/kotly-dkvr], (дата обращения: 05.11.2025)

4. БИЙСКИЙ ЗАВОД ГЕНЕРАЦИЯ Сайт. Режим доступа: [https://bikzg.nt-rt.ru/price/product/527307?ysclid=mhlz4bbib612555119]. (дата обращения: 05.11.2025)

5. Тепловой расчет котлов (Нормативный метод) / под ред. Г.М. Каган – Изд. 3-е. – СПб – 1998, 256с.

6. Методика определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при сжигании топлива в котлах производительностью менее 30 тонн пара в час или менее 20 Гкал в час (с учетом методического письма НИИ атмосфера № 335/33-07/ от 17 мая 2000 г.) - Фирма «Интеграл», Санкт-Петербург. – 75с.