

ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ЭКОЛОГИЯ ЖИВЫХ СИСТЕМ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

УДК 621.182.7:656.21

DOI: 10.37468/2307-1400-2021-4-83-87

**КАТИН ВИКТОР ДМИТРИЕВИЧ
ЖУРАВЛЕВ АЛЕКСАНДР АЛЕКСАНДРОВИЧ**

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РАЗРАБОТКИ В ОБЛАСТИ ЭКОЛОГИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ СЖИГАНИЯ ЖИДКОГО ТОПЛИВА В КОТЕЛЬНЫХ

АННОТАЦИЯ

В работе дан анализ экологичности эксплуатации мазутных котлов, работающих на предприятиях железнодорожного транспорта. Описаны теплотехнические способы сжигания жидкого топлива, позволяющие сократить выбросы токсичных оксидов азота с продуктами сгорания. Разработаны и рекомендованы к внедрению принципиально новые технические решения повышения экологической безопасности работы котлов, защищенных авторскими патентами на полезные модели.

Ключевые слова: котельные, паровые и водогрейные котлы, железнодорожный транспорт, сжигание жидкого топлива, водомазутная эмульсия, выбросы вредных веществ, оксиды азота, новые устройства.

**KATIN V. D.
ZHURAVLEV A. A.**

INNOVATIVE TECHNICAL DEVELOPMENTS IN THE FIELD OF ENVIRONMENTAL TECHNOLOGIES FOR COMBUSTION OF LIQUID FUEL IN BOILER BOILERS

ABSTRACT

The paper analyzes the environmental friendliness of the operation of oil-fired boilers operating at railway transport enterprises. Thermotechnical methods for burning liquid fuels are described, which make it possible to reduce emissions of toxic nitrogen oxides with combustion products. Fundamentally new technical solutions have been developed and recommended for implementation to improve the environmental safety of boilers, protected by copyright patents for utility models.

Keywords: boilers, steam and hot water boilers, railway transport, liquid fuel combustion, oil-water emulsion, emissions of harmful substances, nitrogen oxides, new devices.

В современных условиях проблема защиты атмосферного воздуха от загрязнения является наиболее актуальной для объектов стационарной теплоэнергетики железнодорожного транспорта (ЖДТ). При решении этой проблемы в направлении ориентиров Экологической стратегии ОАО «Российские железные дороги» («РЖД») на период до 2030 г. можно констатировать то, что важным условием повышения экологической эффективности объектов малой энергетики железных дорог

становится снижение негативного воздействия на окружающую среду к 2030г. на 70% путем внедрения экологичных технологий сжигания различных видов топлива, в том числе мазута.

Следует отметить, что предприятия ОАО «РЖД» имеют на балансе тысячи котельных, являющихся источниками загрязнения атмосферы оксидами азота и серы, твердыми частицами и др. По данным [1-3] только от стационарных источников загрязнения (в основном, котельных)

предприятий ЖДТ ежегодно в воздушный бассейн выбрасывается примерно 4000 тыс. т. веществ. Распределение выбросов различных загрязняющих веществ (%) котельными предприятий ЖДТ показано в табл. 1 [3].

Из табл. 1 видно, что наряду с локомотивными депо основными источниками загрязнения атмосферы являются котельные дистанций гражданских сооружений. В этой связи по данным [1] на предприятиях ЖДТ эксплуатируется около 18 тыс. паровых и водогрейных котлов. В условиях Дальневосточной железной дороги (ДВЖД) по данным [2] отопительные котельные снабжаются в основном твердым (уголь) и жидким топливом (мазут). В котельных ДВЖД наряду с современными паровыми и водогрейными котлами типа ДЕ, КЕ и Е-1/9 также эксплуатируются устаревшие конструкции котлов Ревокатова, Шухова и др. Вместе с тем, нельзя не отметить, что еще продолжают эксплуатироваться технически изношенные паровозные котлы, имеющие КПД на 20-25% ниже современных котлов.

В связи с тенденцией увеличения расхода котельного топлива значение приобретает проблема повышения экологической эффективности его сжигания на объектах стационарной теплоэнергетики предприятий ДВЖД. Авторами были произведены экологические экспериментальные исследования ряда котельных предприятий ДВЖД (станции Ружино, Сибирцево и др.) и установлено, что котлы, работающие на угле и мазуте, имеют низкие экологические параметры, обусловленные повышенной влажностью топлива, а также содержанием в их составе золы и серы. Это не только затрудняет топочный процесс, но и

вызывает загрязнение атмосферы вредными веществами, в том числе токсичными оксидами азота и серы.

Нельзя не отметить, что при сжигании жидкого топлива очистка продуктов сгорания от оксидов азота и оксидов серы очень дорогая и технически сложная по технологии, поскольку извлечь относительно малые концентрации этих веществ из больших объемов дымовых газов весьма затруднительно и неэкономично. В подобных случаях считаются наиболее эффективными методы подавления образования указанных веществ непосредственно в топках котлов. В настоящее время апробированными в теплоэнергетике для снижения выбросов азота (NO_x) из котлов являются следующие теплотехнические методы, показанные в табл. 2 [4]:

- сжигание топлива с малым избытком воздуха;
- ступенчатое сжигание топлива;
- рециркуляция части дымовых газов в топку;
- впрыск пара или воды в зону горения и др.

Выбор рациональных способов сокращения выбросов NO_x из мазутных котлоагрегатов из числа приведенных в табл. 2 должен определяться в каждом конкретном случае не только технико-экономическими соображениями, но и конструкцией самих котлов. В то же время в котельных ОАО «РЖД» названные методы практически не применяются, хотя, как видно из табл. 2 экономическая эффективность их достаточно высокая, а капитальные затраты на их реализацию несущественны [3, 4].

Ниже описаны разработанные авторами принципиально новые научно-технические решения

Таблица 1

Распределение выбросов загрязняющих веществ (%) котельными на предприятиях железнодорожного транспорта

Наименование предприятий	Оксиды азота	Оксиды серы	Оксид углерода	Твердые частицы
Дистанции гражданских сооружений	37,1	63,1	30,0	37,8
Локомотивные депо	41,1	15,6	28,9	20,7
Вагонные депо	7,9	4,0	10,4	10,4
Заводы по ремонту подвижного состава	10,3	11,4	25,0	20,2
Другие предприятия	3,3	5,9	5,7	10,9

Таблица 2

Экологическая эффективность теплотехнических методов подавления образования NO_x в топках котлов при сжигании мазута

Вид топлива	Пределы снижения образования NO_x , % при различных методах сжигания					
	Снижение избытка воздуха в топке	Двухступенчатое сжигание топлива	Рециркуляция части дымовых газов в топку	Ступенчатое горение при малых избытках воздуха	Рециркуляция дымовых газов при малых избытках воздуха	Впрыск пара (воды) в зону горения
Мазут	25	40	30	75	70	10

в области экологических технологий сжигания жидкого топлива в котлах, подтвержденные патентами на полезные модели [5-7].

Предлагаемое в работе [5] устройство для сжигания жидкого топлива представляет собой установку, в которой имеются соединенные трубопровод подачи мазута, фильтр, насос, эмульгатор, форсунку, топку, котел и дымовую трубу, соединенную с ней через дымоход, а также дополнительно оборудовано рециркулирующим дымососом, который осуществляет подачу дымовых газов в зону горения мазута, т.е. в топку котла. Экологический эффект снижения выбросов NO_x составляет 25÷30%. Кроме того, участок трубопровода подачи мазута был проложен в канале дымохода. Благодаря такому исполнению жидкое

топливо подогревалось до необходимой температуры за счет утилизации тепла продуктов сгорания, удаляемых из котельного агрегата через дымоход в дымовую трубу. В результате исключалась необходимость в дополнительных устройствах подогрева жидкого топлива и значительно уменьшалось его обводнение при традиционном подогреве острым паром в действующих установках в котельных. Схема устройства приведена на рис. 1.

Применение предлагаемого устройств в реальных условиях обеспечит следующие преимущества перед известными аналогами:

- простота и новизна конструкции;
- сокращение выбросов вредных веществ: сажи, оксидов азота, оксидов серы и др.;

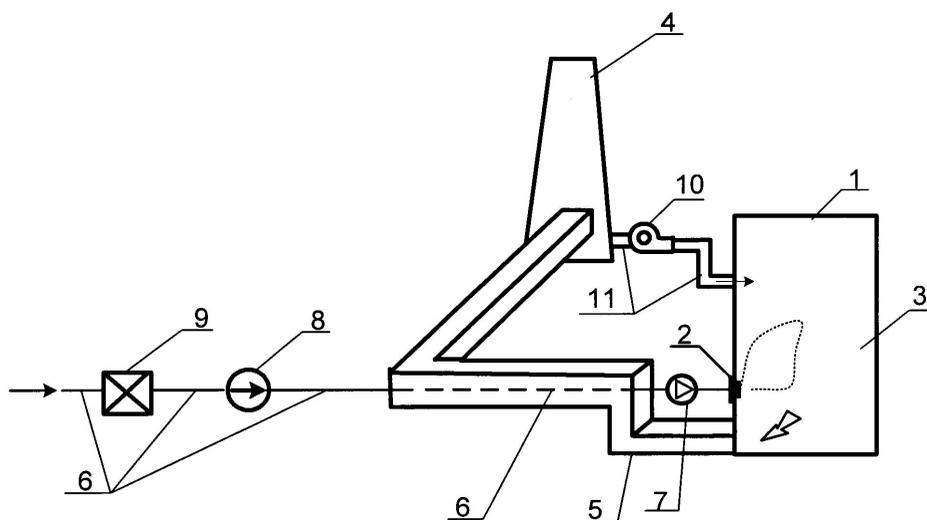


Рисунок 1 – Схема устройства для сжигания жидкого топлива: 1 – теплоиспользующий агрегат; 2 – форсунка; 3 – топка агрегата; 4 – дымовая труба; 5 – дымоход; 6 – трубопровод; 7 – диспергатор; 8 – насос; 9 – фильтр для удаления механических примесей; 10 – рециркуляционный дымосос, 11 – дымовой канал.

- повышение КПД котла на 5-10% за счет утилизации теплоты уходящих дымовых газов;
- снижение стоимости нового устройства за счет исключения дополнительных подогревательных элементов почти в 2 раза.

Заслуживает также внимания и практического применения еще одна авторская разработка установки для сжигания жидкого топлива, существенным отличием от аналогов которой является то, что она дополнительно оборудована трубой с распылителем для впрыска пара (воды) в ядро факела, что сокращает на 5-10% выбросы оксидов азота. Данное решение защищено патентом [6] и может быть успешно использовано в котельных ДВЖД, работающих на жидком топливе. Схема устройства приведена на рис. 2.

Дальнейшая модернизация конструкции предлагаемого авторами устройства позволила еще на 10-15% снизить выбросы оксидов азота путем дополнительной установки диспергатора и инжектора с обратным клапаном периодической подачи холодного воздуха в топку мазутного котлоагрегата (см. рис. 3). Диспергатор позволит подготовить к сжиганию более качественную водомазутную эмульсию, а периодический ввод холодного воздуха через инжектор реально снизит концентрацию выбрасываемых оксидов с дымовыми газами за счет уменьшения температуры горения в топочном пространстве котла. Предлагаемое техническое решение обладает новизной и подтверждено патентом на полезную модель [7].

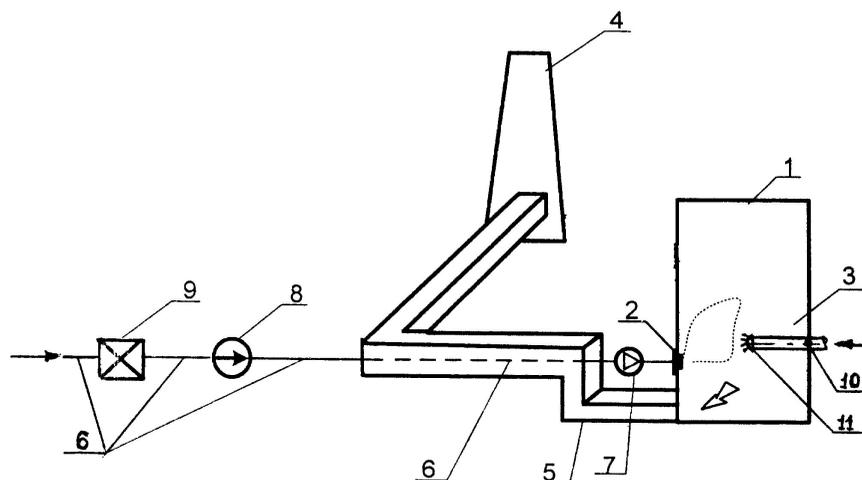


Рисунок 2. – Схема устройства для сжигания жидкого топлива: 1 – теплоиспользующий агрегат; 2 – форсунка; 3 – топка; 4 – дымовая труба; 5 – дымоход; 6 – трубопровод; 7 – диспергатор; 8 – насос; 9 – фильтр для удаления механических примесей; 10 – труба; 11 – распылитель пара.

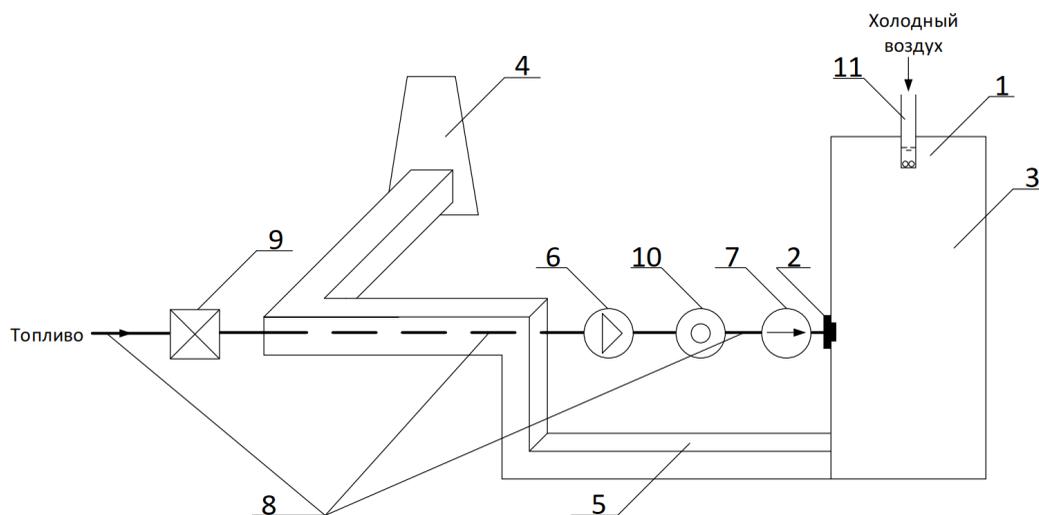


Рисунок 3 – Схема нового устройства для сжигания жидкого топлива: 1 – теплоиспользующий агрегат; 2 – форсунка; 3 – топка агрегата; 4 – дымовая труба; 5 – дымоход; 6 – диспергатор; 7 – насос; 8 – трубопровод; 9 – фильтр; 10 – эмульгатор; 11 – инжектор с обратным клапаном.

Таким образом, на основании изложенного авторы рекомендуют в котельных, работающих на жидком топливе, также применять описанные теплотехнические способы сжигания мазута с целью сокращения выбросов токсичных оксидов азота, а также внедрять новые технические разработки в области экологических технологий сжигания водомазутных эмульсий в действующих котельных установках.

Список литературы

1. *Минаев Б.Н.* Теплоэнергетика железнодорожного транспорта. – М.: МГУПС, 2009. – 347с.
2. *Катин В.Д.* Экологические проблемы сжигания топлива в котельных установках предприятий железнодорожного транспорта и перспективы их решения // Наука и техника транспорта. – 2014. – №2. – С. 6-11.
3. *Катин В.Д.* Методы и устройства сокращения выбросов вредных веществ в атмосферу из котлов на предприятиях железнодорожного транспорта. – М.: Транспорт, 2013. – 86с.
4. *Роддатис К.Ф.* Справочник по котельным установкам малой производительности. – М.: Энергия, 2012. – 488с.
5. Патент №169530, Россия, ВО1F 3/06. Устройство для сжигания жидкого топлива / В.Д. Катин, И.В. Вольхин. – Опубл. 22.03.2017. – Бюл. №2.
6. Патент №187320, Россия, ВО1F 3/06. Устройство для сжигания жидкого топлива / В.Д. Катин, В.И. Нестеров. – Опубл. 01.03.2019. – Бюл. №7.
7. Патент №207269, Россия, ВО1F 3/06. Устройство для сжигания жидкого топлива / А.А. Журавлев, В.Д. Катин. – Опубл. 21.10.2021. – Бюл. № 30.

*Статья поступила в редакцию 09 ноября 2021 г.
Принята к публикации 20 декабря 2021 г.*

Ссылка для цитирования: Катин В.Д., Журавлев А.А. Инновационные технические разработки в области экологических технологий сжигания жидкого топлива в котельных // Национальная безопасность и стратегическое планирование. 2021. № 4(36). С. 83-87. DOI: <https://doi.org/10.37468/2307-1400-2021-4-83-87>

Сведения об авторах:

КАТИН ВИКТОР ДМИТРИЕВИЧ – доктор технических наук, профессор, профессоры кафедры «Техносферная безопасность» ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный университет путей сообщения», профессор кафедры «инженерные системы и техносферная безопасность» ФГБОУ ВО «Тихоокеанский государственный университет», г. Хабаровск
e-mail: bgd@festu.khv.ru

ЖУРАВЛЕВ АЛЕКСАНДР АЛЕКСАНДРОВИЧ – аспирант 2-го курса специальности подготовки «Промышленная теплоэнергетика», ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный университет путей сообщения», г. Хабаровск
e-mail: sasha0826@mail.ru