

DOI: 10.25558/VOSTNII.2025.19.23.011

УДК 621.184.82:621.182:504.5

© В. Д. Катин, А. А. Журавлев, 2025

В. Д. КАТИН

д-р, техн. наук,

профессор кафедры «Техносферная безопасность»

Дальневосточный государственный университет путей сообщения, г. Хабаровск

Тихоокеанский государственный университет, г. Хабаровск

E-mail: bgd@festu.khv.ru

А. А. ЖУРАВЛЕВ

аспирант кафедры «Техносферная безопасность»

Дальневосточный государственный университет путей сообщения, г. Хабаровск

E-mail: goposor@yandex.ru

ИННОВАЦИОННЫЕ АВТОРСКИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РАЗРАБОТКИ ПО СОЗДАНИЮ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЗОЛОУЛОВИТЕЛЕЙ ДЛЯ КОТЕЛЬНЫХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО РЕГИОНА

В статье рассмотрены и обобщены современные подходы к решению актуальной научно-технической проблемы охраны воздушного бассейна от загрязнения твердыми частицами, включая золовыми и сажистыми, путем применения новых высокоэффективных конструкций циклонов в котельных на предприятиях Дальневосточной железной дороги. Определены приоритетные пути повышения экологической эффективности эксплуатации действующих золоулавливающих установок циклонного типа с целью повышения степени очистки от твердых частиц, выбрасываемых дымовых газов из котельных. Разработаны и рекомендованы к практическому применению авторские усовершенствованные типы циклонов-золоуловителей, отличающиеся от действующих дымоочистных устройств новизной их конструкции. Приведены подробные описания предлагаемых к внедрению золоулавливающих устройств и показаны их преимущества. Разработаны рекомендации по эффективной эксплуатации новых циклонных аппаратов, защищенных авторскими патентами на полезные модели и изобретения.

Ключевые слова: ДАЛЬНИЙ ВОСТОК, КОТЕЛЬНЫЕ, СЖИГАНИЕ УГЛЯ И МАЗУТА, ПРЕДПРИЯТИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА, НОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ ЗОЛОУЛОВИТЕЛЕЙ, ОЧИСТКА ДЫМОВЫХ ГАЗОВ, ТВЕРДЫЕ ЧАСТИЦЫ, ЗОЛА И САЖА, АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ, ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

ВВЕДЕНИЕ

Современные технологии на производствах, включая железнодорожный транспорт, создают экологический риск. В связи с этим высокие экологические требования предъявляются к техническим устройствам

и действующим технологиям на предприятиях, что отражено в Указе Президента РФ, Федеральном законе и Экологической стратегии ОАО «Российские железные дороги» («РЖД») [1–3]. Котельные установки предприятий ОАО «РЖД», работающие на всех видах

топлива (газ, мазут и уголь), являются мощными источниками загрязнения атмосферного воздуха оксидами азота, серы, углерода, углеводородами, а также твердыми веществами (сажистыми и золовыми частицами).

Проведенный авторами всесторонний анализ исследований, охватывающих ряд предприятий Дальневосточной железной дороги (ДВЖД), чётко показал, что котельные большинства обследованных объектов находятся в технически отсталом состоянии. Это, прежде всего, объясняется использованием устаревших методов сжигания твёрдого топлива (на простых колосниковых решётках с ручным обслуживанием и т.п.), что ведёт к значительным потерям эффективности и вызывает серьёзные опасения в отношении экологии [4–6]. Постоянное применение таких устаревших технологий не только повышает эксплуатационные расходы и снижает энергоэффективность, но и способствует увеличению выбросов парниковых газов и загрязнению воздуха. Поэтому модернизация крайне необходима для замены устаревших систем на более эффективные и экологичные альтернативы. Такая модернизация может включать внедрение передовых технологий горения, улучшение обработки и хранения топлива, а также интеграцию интеллектуальных систем мониторинга и управления. Этот переход не только повысит эффективность работы и снизит негативное воздействие на окружающую среду, но и будет способствовать общей устойчивости и экономической жизнеспособности деятельности ДВЖД в долгосрочной перспективе.

Эксплуатация котельных на предприятиях локомотивных и вагонных депо, а также хозяйствах гражданских сооружений ДВЖД наряду с современными котлами типов ДЕ, Е-1/9, а также устаревших и крайне неэффективных котлоагрегатов систем Ревоката, Шухова-Берлина и других [6, 7] ведёт к серьёзным экологическим и экономическим последствиям. Использование таких несовершенных конструкций паровых и водогрейных котлоагрегатов приводит к значительному перерасходу топлива, увеличению затрат

и к высокому уровню загрязнения атмосферы городов и посёлков Дальнего Востока. Анализ имеющихся данных показывает, что объём выбросов загрязняющих веществ (золы, сажи и пыли) в значительной степени определяется уровнем оснащённости котельных ДВЖД современными системами и устройствами пыле- и золоудаления. Действующие устройства и системы пылеочистки и золоулавливания, используемые на предприятиях железнодорожного транспорта, улавливают ежегодно лишь около 30 % вредных примесей, что недостаточно для соблюдения санитарных норм и обеспечения экологической безопасности [6, 7]. Более того, на предприятиях ДВЖД эксплуатируется свыше 900 котельных установок, в которых ежегодно сжигается около 100 тысяч тонн условного топлива (мазут — 30 %, уголь — 65 %, газ — 5 %) [4, 5]. В связи с этим, основная причина загрязнения атмосферного воздуха связана именно со сжиганием топлива в этих котельных установках, поскольку на их долю приходится до 90 % всех вредных выбросов [7].

Острая необходимость в улучшении экологической обстановки на Дальнем Востоке требует коренного изменения подхода к эксплуатации котельных агрегатов, являющихся значительными источниками загрязнения воздуха. Перед учеными, специалистами-энергетиками и экологами стоит сложная задача, требующая совместных усилий, она заключается во внедрении на предприятиях ДВЖД экологически чистых технологий сжигания топлива, а также в применении эффективных устройств и методов снижения выбросов в атмосферу, включая очистку дымовых газов от твердых частиц.

ОАО «РЖД» признают экологические аспекты своей деятельности приоритетными и разработали долгосрочную Экологическую стратегию развития до 2030 года [3], а также Концепцию развития природоохранной деятельности холдинга. Эти инициативы дополняются национальным Федеральным проектом «Чистый воздух», который, согласно данным Росприроднадзора, планирует снизить совокупный объём выбросов

загрязняющих веществ в атмосферу более чем на 20 % к 2026 году [8].

Несмотря на эти позитивные тенденции, анализ работы котельных предприятий ДВЖД выявляет существенный разрыв между фактическим и требуемым уровнем очистки дымовых газов. Используемые золоуловители работают с КПД в диапазоне 60–70 %, тогда как нормативные значения составляют 85–90 % [9]. Это несоответствие не позволяет соблюдать действующие экологические нормативы и требует незамедлительных мер. Экологическая стратегия РЖД [3] обозначает приоритетными направлениями модернизацию существующего пылезолоулавливающего оборудования котельных ДВЖД для повышения его эффективности, а также внедрение инновационных технологий очистки дымовых газов от твердых частиц. Для достижения целевых показателей по снижению выбросов требуется комплексный подход, включающий не только технологическое обновление, но и совершенствование системы мониторинга и контроля выбросов, а также разработку и внедрение эффективных программ обучения персонала, ответственного за эксплуатацию и обслуживание оборудования.

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЦИКЛОНОВ- ЗОЛОУЛОВИТЕЛЕЙ И НАПРАВЛЕНИЯ ИХ МОДЕРНИЗАЦИИ

Анализ существующей литературы [5, 7] указывает на эксплуатацию более 5000 установок для улавливания пыли и золы на предприятиях ОАО «РЖД». Для улавливания твердых частиц в основном применяются циклоны-золоуловители, которые составляют примерно 90 % всех подобных устройств и функционируют по принципу сухой очистки. На производственных предприятиях наиболее широко используются циклоны различных конструкций, таких как МИОТ, ЛИОТ, СИОТ, а также циклоны типа ЦН, созданные специалистами НИИОГаз. Однако оценка [8] показывает, что среди этих циклонов группа ЦН демонстрирует лучшие показатели по целому ряду параметров, и, следовательно,

предпочтительнее для промышленного применения. Несмотря на то, что циклоны серии ЦН превосходят другие распространённые типы циклонов по эффективности, общая эффективность систем сухой очистки остаётся критически важной областью для улучшения, особенно в свете ужесточения экологических норм во всём мире.

Авторами предлагаются практические рекомендации и инновационные конструктивные решения по модернизации существующих и созданию принципиально новых конструкций циклонных аппаратов для очистки дымовых газов на котельных предприятиях ОАО «РЖД». Эти разработки, защищенные патентами на полезные модели и изобретения, направлены на устранение ряда существенных недостатков современной технологии очистки газовых выбросов от твердых частиц.

Во-первых, для повышения эффективности работы инерционных циклонов и улучшения очистки газов от золовых и пылевых частиц предлагается встроить многоступенчатую систему фильтрации в верхней части выпускной трубы. Эта система будет состоять из набора сеток с различным размером ячеек, создавая градиентную фильтрацию, способную захватывать более широкий спектр частиц по размеру.

Во-вторых, предлагается новая конструкция, включающая в себя набор сетчатых фильтров внутри выхлопной трубы, подвижно установленных на фланце и соединенных с верхней частью трубы пружинами. Включение вибратора кулачкового типа обеспечивает непрерывную очистку сетчатых фильтров во время работы за счет вибрации и самоочищения, устраняя необходимость в частой разборке для очистки. В-третьих, предлагается отход от традиционной цилиндрической формы выхлопной трубы. Коническая форма в сочетании с шероховатой внутренней поверхностью значительно увеличит площадь контакта газ-частица, что приведёт к улучшенному удалению частиц.

В-четвертых, для групповых конструкций циклонов предлагается новая схема расположения коллектора в верхней части одного из

циклонных элементов. Этот коллектор, цилиндрической формы со ступенчатым уменьшением диаметра по высоте, будет иметь тангенциальный подвод газа и несколько выходов, распределяющих поток газа тангенциально к соседним циклонным элементам. Кроме того, в месте выброса зологазового потока будет установлен дополнительный фильтр для очистки мелкодисперсной фракции золы, что дополнительно повысит эффективность очистки.

В-пятых, в качестве оптимального варианта предлагается цилиндрическая выхлопная труба со ступенчатым уменьшением диаметра по высоте. Эта конфигурация улучшает динамику потока газа, способствуя более эффективному разделению частиц.

Предложенные модификации могут обеспечить существенное повышение эффективности удаления пыли и золы по сравнению с традиционными конструкциями.

Авторские новые конструкции циклонов-золоуловителей

Ниже подробно рассмотрены авторские запатентованные новые устройства фильтр-циклонов для улавливания золы конструкции ДВГУПС и ТОГУ, в которых использованы указанные выше технические решения.

Для повышения эффективности очистки отходящих газов разработан новый фильтр-циклон (рис. 1), работающий по многоступенчатому принципу, сочетающему центробежный и фильтрационный методы для высокоэффективного удаления частиц различных размеров. На первом этапе пылегазовый поток поступает в корпус 1 циклона через патрубок 5. Газовый поток направляется тангенциально, инициируя спиральное движение вниз вокруг центральной выхлопной трубы 4. Это центробежное воздействие эффективно отделяет крупные и средние частицы дисперсной фазы от дисперсионной среды (газа). Нижняя часть 2 корпуса циклона выполняет функцию отстойной камеры, где снижение скорости и изменение направления потока вызывают дополнительное осаждение крупных частиц, которые затем удаляются через штуцер для удаления пыли 3. Этот

начальный этап разделения снижает запыленность газового потока, поступающего на следующую стадию процесса очистки. Частично очищенный газ затем поднимается по восходящей спирали к выхлопной трубе 4. Важно отметить, что перед выходом из циклона газовый поток проходит через многоступенчатый фильтр 7. Этот интегрированный фильтр, состоящий из ряда сеток с постепенно уменьшающимся размером ячеек, эффективно удаляет оставшиеся мелкие частицы, обеспечивая высокую общую эффективность очистки. В результате, очищенный газовый поток выбрасывается в атмосферу, минимизируя воздействие на окружающую среду.

Конструкция многоступенчатого фильтра 7 оптимизирована для очистки частиц широкого диапазона размеров. Кроме того, конструкция многоступенчатого фильтра учитывает падение давления на фильтре для обеспечения баланса между эффективной очисткой и минимальным энергопотреблением. Модульная конструкция фильтрующего блока позволяет легко проводить техническое обслуживание и заменять отдельные фильтрующие элементы по мере необходимости. Интеграция этого дополнительного этапа очистки увеличивает общую эффективность улавливания с первоначально прогнозируемых 80–85 % до значений не менее 90 % [10]. Это существенное повышение эффективности обусловлено синергетическим сочетанием центробежного разделения и многоступенчатой фильтрации.

Дальнейшие доработки предложенного фильтр-циклона, подробно описанные в нашей предыдущей работе [8], были направлены на решение критического недостатка первоначального прототипа: быстрого выхода из строя и засорения сетчатых фильтрующих элементов. Необходимость периодической разборки фильтров для очистки приводила к снижению эксплуатационной эффективности и росту затрат на техническое обслуживание.

Предложенное нами решение, защищенное патентом [11], напрямую решает эти недостатки за счёт внедрения нового

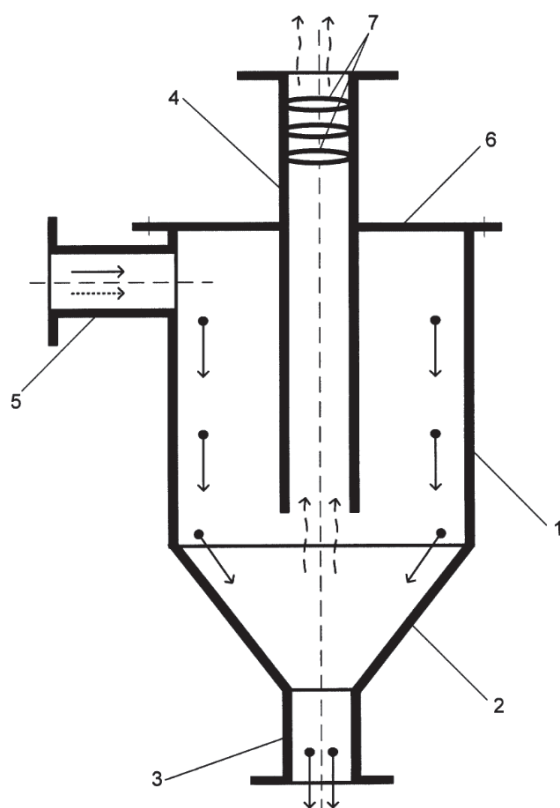


Рис. 1. Схема фильтра-циклона новой конструкции ДВГУПС

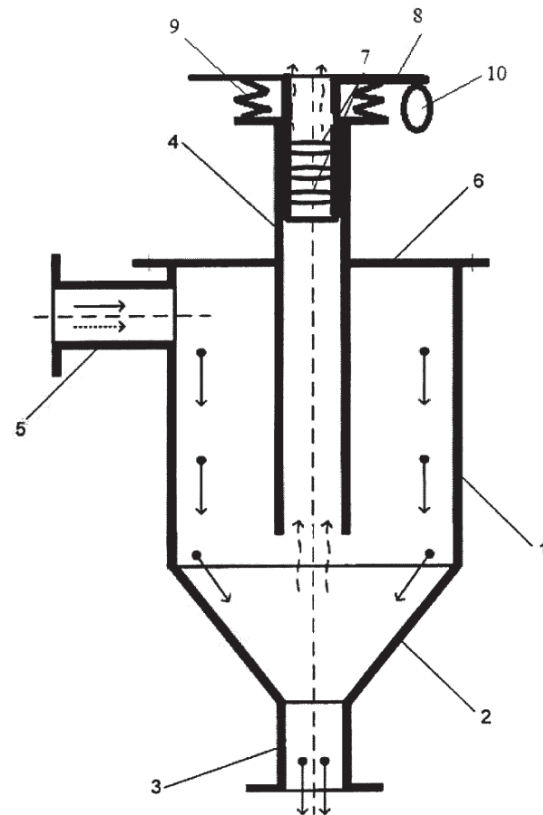


Рис. 2. Новый фильтр-циклон вибрационного типа конструкции ТОГУ

самоочищающегося механизма. В этой улучшенной конструкции фильтр-циклона фильтрующий блок подвижно установлен внутри выпускного патрубка на фланце, соединённом с верхней частью выхлопной трубы пружинной подвесной системой и оснащённом вибратором, например, кулачкового типа. Пружины, расположенные по окружности фланца, обеспечивают контролируемое и равномерное распределение вибрационной энергии по всему фильтрующему узлу. Предлагаемый фильтр-циклон изображен на рис. 2.

Такая конфигурация позволяет осуществлять непрерывную очистку фильтрующих элементов без необходимости демонтажа. Вызванная вибрация способствует самоочищению за счёт отрыва накопившихся частиц с поверхности сетки. Этот динамический процесс очистки сводит к минимуму простой и значительно снижает потребность в техническом обслуживании, что повышает эксплуатационную эффективность и снижает общие затраты.

Создание новых эффективных конструкций групповых циклонов

Новая конструкция группового циклонного золоуловителя, описанная в патенте [12], представляет собой эффективное решение для удаления твердых частиц в крупных промышленных котельных установках. Конструкция разработана для преодоления ограничений традиционной циклонной технологии при обработке больших объемов дымовых газов, что делает ее особенно подходящей для установок с пятью и более котлами, таких как те, что обычно встречаются на ДВЖД. Пропускная способность группового циклона предназначена для обработки значительных объемов дымовых газов — до 150 000 м³/ч. Это увеличение пропускной способности обусловлено оптимизированным расположением и взаимодействием множества циклонных элементов в системе очистки. Такая конфигурация обеспечивает более эффективное разделение твердых частиц по широкому диапазону размеров, включая мелкие

частицы, которые часто проходят через обычные одноциклонные системы.

Повышенная эффективность обусловлена сочетанием нескольких факторов:

Во-первых, параллельное расположение нескольких циклонных элементов обеспечивает большую общую поверхность для улавливания частиц по сравнению с одним крупным циклоном.

Во-вторых, многоступенчатое расположение циклонов гарантирует, что значительная часть более крупных частиц удаляется на начальных этапах, тем самым снижая нагрузку на последующие циклонные ступени и предотвращая преждевременное засорение или снижение эффективности.

Многоциклонная конфигурация также обеспечивает запас работоспособности, гарантируя, что даже если один циклонный блок работает с пониженной эффективностью, система в целом будет поддерживать приемлемый уровень общей производительности. Кроме того, модульная конструкция обеспечивает масштабируемость и гибкость, адаптируясь к различным требованиям объекта и будущему расширению.

Групповой циклон (рис. 3) для очистки газов состоит из нескольких циклонных элементов, каждый из которых включает вертикальный цилиндрический корпус с коническим днищем, снабжённым штуцером для удаления пыли и выхлопной трубой. Запылённый газовый поток подаётся тангенциально через штуцер. Все элементы объединены общей камерой с газоходом для очищенного газа и общим бункером для сбора пыли. Подводящий коллектор обеспечивает подачу газового потока. Тангенциальная подача создаёт центробежные силы, эффективно отделяющие пыль, которая скапливается в коническом днище. Многоэлементная конструкция обеспечивает масштабируемость и высокую производительность, а общая камера снижает потери давления.

Для решения поставленной задачи авторы предлагают новую конструкцию, включающую несколько ключевых изменений в стандартной системе групповых циклонов:

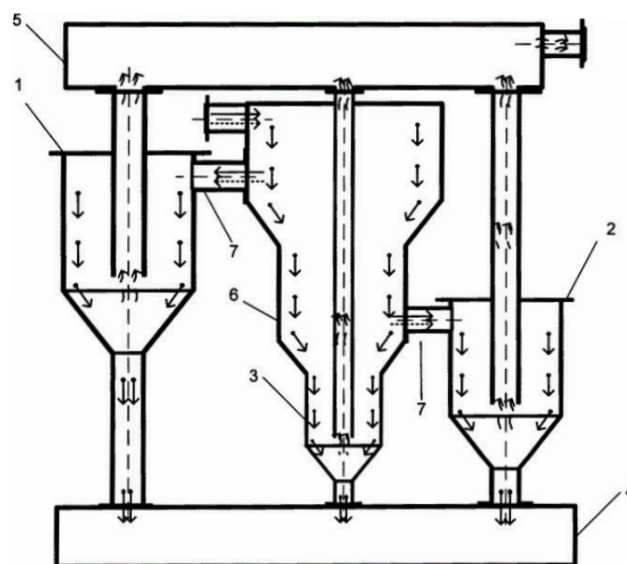


Рис. 3. Групповой циклон новой конструкции ДВГУПС для очистки дымовых газов:

- 1 — циклон 2-й ступени; 2 — циклон 3-й ступени;
- 3 — малый бункер; 4 — нижний коллектор;
- 5 — верхний коллектор; 6 — средний бункер;
- 7 — перепускной канал

Во-первых, впускной коллектор размещается в верхней части одного из циклонных элементов, что отличает его от стандартных конструкций, где коллектор часто расположен отдельно. Такое размещение призвано оптимизировать распределение газа и минимизировать потери давления.

Во-вторых, коллектор выполнен в виде цилиндра со ступенчатым уменьшением диаметра по высоте, обеспечивающим постепенное замедление и контролируемое распределение газового потока. Эта ступенчатая конструкция предназначена для повышения эффективности разделения за счет адаптации скорости газа для оптимизации улавливания частиц на каждом циклонном элементе.

В-третьих, каждый циклонный элемент оснащен тангенциально расположенными патрубками для избирательного отвода части газового потока в отдельные циклонные элементы. Это контролируемое распределение газового потока обеспечивает более равномерную загрузку всех циклонов, что дополнительно повышает общую эффективность разделения. Такая улучшенная стратегия распределения смягчает потенциальные

колебания производительности, возникающие из-за неравномерного распределения газового потока, обычно наблюдаемого в стандартных конструкциях.

Результатом вышеописанных изменений является повышение эффективности удаления сажистых частиц на 5–10 % [12].

Авторами совместно с сотрудниками ТОГУ кафедры «Инженерные системы и технологическая безопасность» был разработан еще один групповой циклон новой конструкции для очистки дымовых газов (рис. 4), защищенный патентом [13].

Предложенная конструкция группового циклона включает несколько инновационных особенностей для повышения его экологической эффективности. Центральным элементом этой усовершенствованной конструкции является интеграция нового фильтрующего элемента 9 внутри газоотводящего канала 8, что существенно отличает его от стандартных конструкций циклонов. Это дополнение обеспечивает дополнительную стадию очистки, захватывая любые остаточные частицы, которые могли бы пройти через основные стадии циклонного разделения. Основное тело сепаратора состоит из нескольких циклонных элементов 1, 2, 3, общего бункера для пыли 4 для сбора отделенных частиц и камеры 5 для сбора очищенного газового потока. Впускной коллектор 6 представляет собой оригинальную конструкцию ступенчатого цилиндра с тангенциальным подводом газа, что способствует контролируемому и постепенному замедлению поступающего потока газа. Каждый этап этого ступенчатого коллектора оснащен тангенциально расположенными патрубками 7 для контролируемого отвода части газового потока в отдельные циклонные элементы, оптимизируя распределение и повышая общую эффективность разделения. Патрубки расположены специальным образом для минимизации энергетических потерь и максимального повышения эффективности улавливания твердых частиц в отдельных циклонах. Наличие интегрированного фильтра 9, расположенного внутри газоотводящего канала 8, представляет собой улучшение,

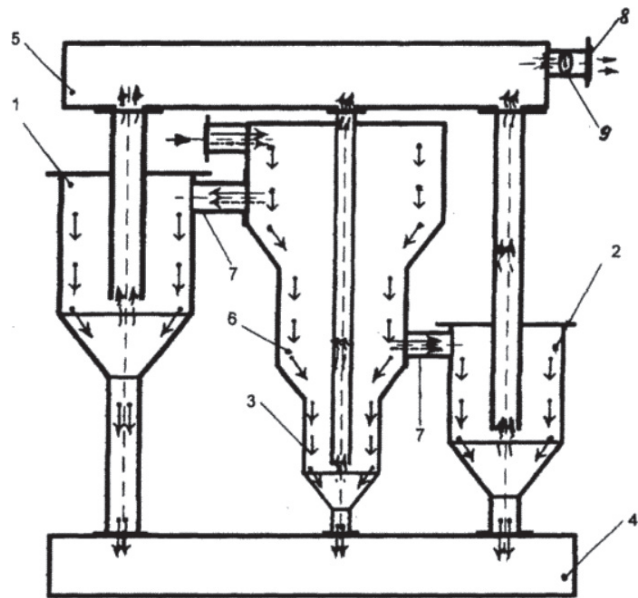


Рис. 4. Схема группового циклона новой конструкции ТОГУ с установкой фильтра в газоходе

которое увеличивает общую эффективность очистки, достигая показателя удаления твердых частиц в запыленных газовых потоках на уровне 90–95 %. Эта высокая эффективность превосходит показатели существующих конструкций циклонных сепараторов.

Такое значительное повышение эффективности делает предложенную конструкцию подходящей для применения в угольных и мазутных котельных, особенно расположенных в дальневосточном регионе, где действуют строгие экологические нормы. Включение дополнительной стадии фильтрации не только повышает общую эффективность, но и снижает нагрузку на окружающую среду, что соответствует современным экологическим требованиям. Дальнейшие исследования должны быть сосредоточены на оптимизации конструкции фильтра и выборе материалов для различных распределений размеров частиц и условий эксплуатации, что имеет решающее значение для оценки общей энергоэффективности модернизированного группового циклонного сепаратора.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Авторы обосновали и рекомендуют к практическому применению разработанные инновационные технические решения для

создания принципиально новых конструкций циклонных золоуловителей. Эти конструкции отличаются простотой устройства, достаточно высокой экологической эффективностью и сравнительно низкими затратами на золо- и пылеулавливание, что приводит к снижению сложности производства и упрощению технического обслуживания, что имеет решающее значение для долгосрочной экономической эффективности любой промышленной

технологии контроля загрязнения. А значит, что дальнейшее совершенствование этих конструкций и внедрение высокоэффективных аппаратов циклонного типа в мазутных и угольных котельных предприятий ДВЖД приведет к значительному улучшению экологической обстановки в Дальневосточном регионе за счет существенного сокращения выбросов твердых частиц.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Об охране окружающей среды: федер. закон. Москва: Проспект, 2023. 128 с.
2. О стратегии экологической безопасности РФ на период до 2025 года: Указ Президента РФ от 19.04.2019. № 176. Москва: КонсультантПлюс, 2019. 14 с.
3. Экологическая стратегия ОАО «Российские железные дороги» на период до 2015 года и на перспективу до 2030 года: утв. Распоряжением ОАО «РЖД» 13.02.2009. № 293р // ОАО «Российские железные дороги»: официальный сайт. URL: <http://doc.rzd.ru> (дата обращения 05.12.2024).
4. Катин В. Д. Защита окружающей среды при эксплуатации печных и котельных установок. Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2004. 174 с.
5. Катин В. Д. Методы и устройства сокращения выбросов вредных веществ в атмосферу из котлов на железнодорожном транспорте: учебное пособие. Москва: Транспорт, 2013. 86 с.
6. Катин В. Д. Проблемы охраны атмосферы от загрязнения котельными на предприятиях железнодорожного транспорта и перспективы решения. Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2006. 98 с.
7. Минаев Б. Н. Теплоэнергетика железнодорожного транспорта. Москва: МГУПС, 2006. 347 с.
8. Катин В. Д., Нестеров В. И., Долгов Р. В. Теория и практика золопылеулавливания и охраны атмосферы путем создания высокоэффективных очистных установок. Москва: Спутник плюс, 2021. 166 с.
9. Справочник по пыле- и золоулавливанию. М.: 1995. 250 с.
10. Патент 56221 Российская Федерация, МПК В04С 9/00. Фильтр-циклон для очистки газов / Катин В.Д., Долгов Р.В., Ахтямов М.Х.; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО «Дальневосточный государственный университет путей сообщения» (ДВГУПС) — № 2006117259/22; заявл. 19.05.2006; опубл. 10.09.2006. Бюл. № 25.
11. Патент 2638969 Российская Федерация, МПК В04С 9/00. Фильтр-циклон для очистки газов / Катин В.Д., Богачев А.П.; патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тихоокеанский государственный университет» — № 2017107985; заявл. 10.03.2017; опубл. 19.12.2017. Бюл. № 35.
12. Патент 59448 Российская Федерация, МПК В04С 5/12. Групповой циклон для очистки газов / Катин В.Д., Долгов Р.В., Ахтямов М.Х.; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО «Дальневосточный государственный университет путей сообщения» (ДВГУПС) — № 2006123910/22; заявл. 04.07.2006; опубл. 27.12.2006. Бюл. № 36
13. Патент 202973 Российская Федерация, МПК В04С 5/12. Групповой циклон для очистки газов / Катин В.Д., Нестеров В.И.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тихоокеанский государственный университет» — № 2020135449; заявл. 27.10.2020; опубл. 17.03.2021. Бюл. № 8.

DOI: 10.25558/VOSTNII.2025.19.23.011

UDC 621.184.82:621.182:504.5

© V. D. Katin, A. A. Zhuravlev, 2025

V. D. KATIN

Doctor of Engineering Sciences,
Professor of the Department of Technosphere Safety
Far Eastern State Transport University, Khabarovsk
Pacific State University, Khabarovsk
e-mail: bgd@festu.khv.ru

A. A. ZHURAVLEV

Postgraduate student of the Department of Technosphere Safety
Far Eastern State Transport University, Khabarovsk
e-mail: goposor@yandex.ru

**INNOVATIVE AUTHOR'S TECHNICAL DEVELOPMENTS FOR THE CREATION OF
HIGHLY EFFICIENT DESIGNS OF ASH COLLECTORS FOR BOILER ROOMS OF RAILWAY
ENTERPRISES IN THE FAR EAST REGION**

The article summarizes modern approaches to solving the urgent scientific and technical problem of protecting the air basin from pollution by solid particles, including ash and soot, by using new highly efficient cyclone designs in boiler houses at railway enterprises in the Far East. The article defines priority ways to improve the environmental efficiency of operating cyclone-type ash collectors associated with increasing the degree of purification from solid particles of outgoing flue gases emitted from boiler houses. Author's improved types of cyclone ash collectors, which differ from the existing smoke cleaning devices by the novelty of their design, have been developed and recommended for practical use. Detailed descriptions of the ash collectors proposed for implementation are provided and their technical and environmental advantages are shown. Recommendations for the effective operation of new cyclone devices protected by author's patents for utility models and inventions have been developed.

Keywords: FAR EAST, BOILER ROOMS, COAL AND FUEL OIL COMBUSTION, RAILWAY TRANSPORT ENTERPRISES, NEW DESIGNS OF ASH COLLECTORS, FLUE GASES CLEANING, PARTICULATES, ASH AND SOOT, ATMOSPHERIC AIR, ECOLOGICAL EFFICIENCY

REFERENCES

1. About environmental protection: feder. law. Moscow: Prospekt, 2023. 128 p. [In Russ].
2. On the Strategy of environmental safety of the Russian Federation for the period up to 2025: Decree of the President of the Russian Federation dated 04/19/2019. No. 176. Moscow: ConsultantPlus, 2019. 14 p. [In Russ].
3. Environmental Strategy of JSC Russian Railways for the period up to 2015 and for the future up to 2030: approved by By Order of JSC Russian Railways No. 293p dated 02/13/2009 // JSC Russian Railways: official website. URL: <http://doc.rzd.ru> (accessed 05.12.2024). [In Russ].
4. Katin V. D. Environmental protection during the operation of furnace and boiler installations. Khabarovsk: Publishing house of DVGUPS, 2004. 174 p. [In Russ].
5. Katin V. D. Methods and devices for reducing emissions of harmful substances into the atmosphere from boilers in railway transport: a textbook. Moscow: Transport, 2013. 86 p. [In Russ].
6. Katin V. D. Problems of protecting the atmosphere from pollution by boiler houses at railway transport enterprises and prospects for solutions. Khabarovsk: Publishing house of DVGUPS, 2006. 98 p. [In Russ].

-
7. Minaev B. N. Thermal power engineering of railway transport. Moscow: MGUPS, 2006. 347 p. [In Russ].
 8. Katin V. D., Nesterov V. I., Dolgov R. V. Theory and practice of ash and dust collection and protection of the atmosphere by creating highly efficient wastewater treatment plants. Moscow: Sputnik Plus, 2021. 166 p. [In Russ].
 9. Handbook of dust and ash collection. Moscow: 1995. 250 p. [In Russ].
 10. Patent 56221 Russian Federation, IPC B04C 9/00. Cyclone filter for gas purification / Katin V.D., Dolgov R.V., Akhtyamov M.Kh.; applicant and patent holder of the Far Eastern State University of Railway Engineering (DVGUPS) — No. 2006117259/22; application. 19.05.2006; published. 10.09.2006. Bul. No. 25. [In Russ].
 11. Patent 2638969 Russian Federation, IPC B04C 9/00. Cyclone filter for gas purification / Katin V.D., Bogachev A.P.; patent holder Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Pacific State University» — No. 2017107985; application 10.03.2017; published 19.12.2017. Bul. No. 35. [In Russ].
 12. Patent 59448 Russian Federation, IPC B04C 5/12. Group cyclone for gas purification / Katin V.D., Dolgov R.V., Akhtyamov M.Kh.; applicant and patent holder of the Far Eastern State University of Railway Engineering (DVGUPS) — No. 2006123910/22; application dated 07/04/2006; published on 12/27/2006. Bul. No. 36. [In Russ].
 13. Patent 202973 Russian Federation, IPC B04C 5/12. Group cyclone for gas purification / Katin V.D., Nesterov V.I.; applicant and patent holder Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Pacific State University» — No. 2020135449; application No. 10/27/2020; published 17.03.2021. Bul. No. 8. [In Russ].