

DOI: 10.34031/2071-7318-2024-10-3-40-48

^{1,*}Серых И.Р., ¹Чернышева Е.В., ²Серых В.Д.¹Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова²Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет

*E-mail: inna_ad@mail.ru

ЭКСПЕРТИЗА ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ДЫМОВОЙ ТРУБЫ

Аннотация. Дымовые трубы являются неотъемлемой конструктивной частью котельной, поскольку предназначены для отвода и рассеивания продуктов сгорания топлива. Сбой в их работе приведет к нарушению бесперебойного снабжения потребителей теплом и электричеством. С увеличением срока эксплуатации конструкции растет вероятность появления в ней каких-либо дефектов или повреждений. Поэтому с течением времени встает вопрос об обеспечении безопасности использования таких сооружений. Для обеспечения бесперебойной и длительной работы дымовых труб необходимо периодически контролировать их техническое состояние: проводить плановые обследования, в обязательном порядке устраняя выявленные неисправности.

Обследование проводилось с целью определения возможности дальнейшей эксплуатации промышленной дымовой трубы. Во время проведения экспертизы устанавливались дефекты и повреждения, которые потенциально могли повлиять на безопасную эксплуатацию объекта; выявлялись причины их возникновения. Для оценки технического состояния дымовой трубы был выполнен анализ конструктивного решения, условий эксплуатации элементов конструкции, а также качества конструкций, материалов и соединений.

В результате визуального и измерительного контроля выявлены дефекты и повреждения, имеющие нарушения требований эксплуатации и приводящие к нарушению работоспособности конструкции. Результаты, изложенные в статье, могут быть интересны специалистам экспертных организаций, которые занимаются экспертизой промышленных дымовых труб с целью оценки фактического состояния их конструктивных элементов.

Ключевые слова: дымовые трубы, дефекты и повреждения, экспертиза промышленной безопасности.

Введение. Дымовые трубы являются неотъемлемой конструктивной частью котельной, поскольку предназначены для отвода и рассеивания продуктов сгорания топлива. Сбой в их работе приведет к нарушению бесперебойного снабжения потребителей теплом и электричеством. Благодаря создаваемой естественной тяге в следствие разницы температур, эксплуатация дымоотводов становится безопасной [1–4]. От их исправного состояния напрямую зависит экологическая безопасность промышленного предприятия [5–7].

При работе дымовой трубы реализуется принцип сообщающихся сосудов: в силу того, что вес горячего воздуха меньше холодного, поступающий из атмосферы воздух проникает в топку, а из дымоотвода удаляется уже отработанный. В процессе эксплуатации такие конструкции испытывают атмосферные воздействия (ветровые нагрузки, осадки, перепад температур), вынуждены выдерживать влияние агрессивной среды, их внутренняя поверхность ежедневно подвергается абразивному износу.

Конструкция и материал дымовых труб может быть различный. Но в большинстве случаев – это классическая металлическая, кирпичная или железобетонная труба, высота которой зависит от материала: металлические, как

правило, не превышают 40 м, кирпичные – 70 м, железобетонные – 300 м. Однако, есть исключения [8]. Например, титул самой высокой в мире трубы по праву принадлежит Экибастузской тепловой электростанции в Казахстане и составляет 420 м, на втором месте дымовая труба плавильной печи в Канаде – 380 м, на третьем – дымовая труба электростанции в штате Пенсильвания в США высотой 371 м. В России тоже есть свои рекордсмены. Например, дымовая труба Березовской электростанции в Красноярском крае имеет высоту 370 м, а высота дымоотвода Рефтинской ГРЭС в Свердловской области составляет 330 м.

В настоящее время большая часть эксплуатируемых дымовых труб была построена еще в середине или второй половине прошлого века. Их срок службы либо уже истек, либо подходит к концу. Например, срок службы железобетонных дымоотводов достигает 50 лет, металлических – всего 20-30. Исключение составляют кирпичные дымовые трубы, которые при должном уходе могут служить до 70-100 лет. Следует отметить, что обследование железобетонных труб после сорока лет эксплуатации показывает, что прочность бетонного оголовка ствола снижается на 50% [9]. Это является следствием того, что данная часть конструкции больше других подвержена агрессивному воздействию среды как с внешней, так и

внутренней стороны. Подобному процессу разрушения подвержены и кирпичные дымовые трубы. Потеря несущей способности в металлических дымоотводах происходит в большей степени в результате коррозии материала трубы.

Понятно, что с увеличением срока эксплуатации конструкции растет вероятность появления в ней каких-либо дефектов или повреждений [10]. Поэтому с течением времени встает вопрос об обеспечении безопасности использования таких сооружений. Для обеспечения бесперебойной и длительной работы дымовых труб необходимо периодически контролировать их техническое состояние: проводить плановые обследования, в обязательном порядке устраняя выявленные неисправности [11].

Каждый год более ста дымовых труб промышленных предприятий подвергаются ремонту, в процессе которого полностью или фрагментарно заменяются элементы, более других подверженные коррозионному износу (оголовки труб, теплоизоляция труб, кирпичная футеровка и т.д.); выполняются работы по восстановлению защитного слоя бетона наружной поверхности ствола; усиление металлическими обоймами ослабленных в процессе эксплуатации частей железобетонной конструкции [9].

Несвоевременное устранение дефектов и повреждений дымовых труб может привести к их обрушению, что несомненно приведет к остановке производственного процесса и, как следствие, к немалым экономическим потерям. К числу таких аварий можно отнести разрушение в 1991 году верхней части ствола дымовой трубы высотой сто пятьдесят метров, расположенной на территории Уфимского нефтеперерабатывающего завода; частичное обрушение в 2022 году дымовой трубы ТЭЦ высотой сто пятьдесят метров в Петропавловске; обрушение в 2023 году дымовой трубы высотой сто двадцать метров уральского завода в Краснотурьинске; частичное обрушение в 2021 году дымовой трубы ТЭЦ высотой сто двадцать метров в Барнауле [12].

В настоящее время на балансе промышленных предприятий нашей страны находится большое количество дымовых труб. Более ста тысяч из них выполнены из керамического кирпича и эксплуатируются на территории котельных. Высота подобных труб обычно варьируется в пределах 30–40 метров. Выбор строительного материала здесь не случаен. В середине прошлого века красный глиняный кирпич был достаточно доступным и сравнительно недорогим материалом по сравнению с металлом. Построенные в эти годы котельные чаще всего работали на жидком и твердом топливе. Выполненные из кирпича ды-

мовые трубы, демонстрировали высокую надежность, обусловленную, главным образом, высокой температурой уходящих газов, которая составляла 180–250 °С. С течением времени произошел переход данных объектов энергетической промышленности на природный газ, что было мотивировано стремлением руководства повысить их экономическую эффективность. Данное стремление реализовалось путем снижения температуры дымовых газов. Это неизбежно приводило к разрушению внутренней поверхности ствола трубы.

В данной статье рассмотрена экспертиза промышленной безопасности дымовой трубы, установленной на территории котельной в Московской области.

Обследование проводилось с целью определения возможности дальнейшей эксплуатации промышленной дымовой трубы. Во время проведения экспертизы устанавливались дефекты и повреждения, которые потенциально могли повлиять на безопасную эксплуатацию объекта; выявлялись причины их возникновения.

Методика проведения обследования. Обследование дымовых труб котельных выполняют в первую очередь с целью оценки технического состояния ее конструктивных элементов. С учетом обнаруженных дефектов и повреждений определяется их надежность, разрабатываются рекомендации, в которых предлагаются мероприятия по обеспечению безопасной эксплуатации и прогнозируется ее продолжительность. Согласно [13], обследование промышленных дымовых труб производится с помощью специализированного оборудования и приборов. При этом рекомендуется придерживаться определенного объема работ:

1. проанализировать предоставленную техническую и исполнительную документацию на объект обследования;
2. определить фактические условия эксплуатации конструкции дымовой трубы (режим ее эксплуатации, анализ химического состава дымовых газов, вид и объем сжигаемого топлива);
3. произвести наружный осмотр промышленной дымовой трубы, в ходе которого выявляют наличие выпучивания кирпичной кладки на участках между стяжными кольцами, деформаций в оголовке трубы, разрушений элементов кладки, вертикальных и горизонтальных трещин; обращают внимание на состояние стяжных колец, места выхода наружу конденсата; проверяют целостность болтовых соединений; устанавливают степень повреждения ходовых лестниц и другие дефекты;
4. провести внутренний осмотр футеровки дымовой трубы, в ходе которого при полной

остановке котельного оборудования обращают внимание на наличие следующих дефектов и повреждений:

- состояние кирпичной кладки: разрушения, выпучивания, наличие трещин (вертикальных и горизонтальных), сквозных отверстий или щелей;
 - химическое воздействие: наличие коррозии и степень ее проникновения в тело кладки и др.;
5. с помощью неразрушающих методов контроля провести определение прочности и состояния материала дымовой трубы;
 6. определить крен дымовой трубы;
 7. установить причины дефектов и повреждений;
 8. оформить экспертное заключение с рекомендациями по устранению выявленных дефектов и повреждений.

Основная часть. Дымовая кирпичная труба высотой 30 метров с диаметром устья 1,6 метра служит для отвода и рассеивания дымовых газов. Она спроектирована таким образом, чтобы обеспечить безопасное рассеивание газов различной температуры, влажности и химического состава, не превышая допустимые санитарные нормы концентрации вредных веществ на уровне земли. Дымовые газы отводятся от трех водогрейных котлов, работающих на природном газе.

Дымовая труба расположена рядом со зданием котельной и имеет отдельный фундамент, который запроектирован железобетонным, из жаростойкого бетона марки М200, на портландцементе с шамотным заполнением и тонкомолотой добавкой. Он имеет круглую в плане форму диаметром 4,5 м и представляет собой стакан высотой 3,85 м, опертый на круглую плиту диаметром 6,0 м с глубиной заложения подошвы 3,5 м.

Самонесущий газоотводящий ствол выполнен из обычного глиняного кирпича марки 100 на известковом растворе и имеет форму усеченного конуса с уклоном наружной поверхности ствола к вертикали по всей высоте. Ствол укреплен стальными стяжными кольцами. Толщина стенок изменяется от 680 мм внизу до 380 мм вверху. Материал футеровки ствола трубы – кислотоупорный кирпич, раствор также кислотоупорный. Между стволом и футеровкой устроена воздушная прослойка толщиной 50 мм, которая несет на себе функции теплоизоляционного слоя. На оголовке трубы расположены два молниеприемника с одним токоотводящим канатом. Газоходы выполнены из глиняного кирпича, толщина стенок 250 мм. Их примыкание осуществляется через один проем на отметке 2,7 м. Светофорных площадок на стволе трубы не предусмотрено.

Общий вид и схема элементов дымовой трубы показаны на рис. 1.

Результаты обследования дымовой трубы показали следующее:

- анализ проектной, ремонтной и эксплуатационной документации показал отсутствие ее отдельных частей;
- анализ условий эксплуатации дымовой трубы показал их полное соответствие требованиям нормативной документации;
- визуально-инструментальный осмотр наружной поверхности трубы показал наличие ряда дефектов и повреждений, которые относятся к категории опасности «Б» [13] (рис. 2), а именно: деформация замка стяжного кольца на отметке 0,4 м; коррозия всех стяжных колец и их ослабление; по стволу дымовой трубы в районе ходовых скоб идут вертикальные трещины с шириной раскрытия более 10 мм; в швах кирпичной кладки ствола на отметках 23,0–26,0 м выявлены четыре сквозных отверстия; на отметке 27,0 м обнаружена горизонтальная трещина шириной раскрытия до 30 мм и длиной 0,5 м; в оголовке трубы зафиксирована эрозия раствора кирпичной кладки глубиной до 30 мм; выявлены следы конденсата на наружной поверхности трубы вдоль стыков; на отметке 28,5 м разрушены цементные отливы карниза и оголовка трубы;
- визуально-инструментальный осмотр внутренней поверхности трубы показал наличие ряда дефектов и повреждений, которые также относятся к категории опасности «Б» [13] (рис. 3), а именно: на отметке –2,7 м в зольнике трубы выявлены отложения твердых фракций дымовых газов с толщиной отложений 30 см; подобные отложения выявлена на отливах звеньев футеровки толщиной 10 мм и 20 мм; днище трубы залито водой, глубиной 20 см; на отметках – 0,3–1,3 м проходит наклонная трещина шириной раскрытия 20 мм; на отметке 7,1 м выявлено выпучивание верхних рядов футеровочного звена внутри трубы на 30 мм; на отметках 13,2 м, 22,3 м, 29,0 м образовались вертикальные трещины длиной до полуметра с шириной раскрытия до 30 мм; обнаружено обрушение отдельных кирпичных перекрытий газоходов и разрушение его стен до 20% от толщины кирпича; выявлены сквозные отверстия в футеровке, вероятно оставленные при ее кладке; на отметке 27,8 м ряд кирпичей в кладке ствола уложен не качественно – вертикально на ребра;
- по результатам геодезических измерений, наибольшее значение крена дымовой трубы составило 174 мм в юго-восточном направлении, что не превышает значение (210 мм), установленное интерполяцией согласно [14];

– по результатам определения прочности материалов дымовой трубы ее среднее фактическое значение на контрольных участках (рис. 1) получилось в пределах средней прочности кирпича марки М100 и бетона марки 250; среднее



фактическое значение прочности кирпичной кладки газоходов ствола дымовой трубы ниже средней прочности для кирпича марки М100;

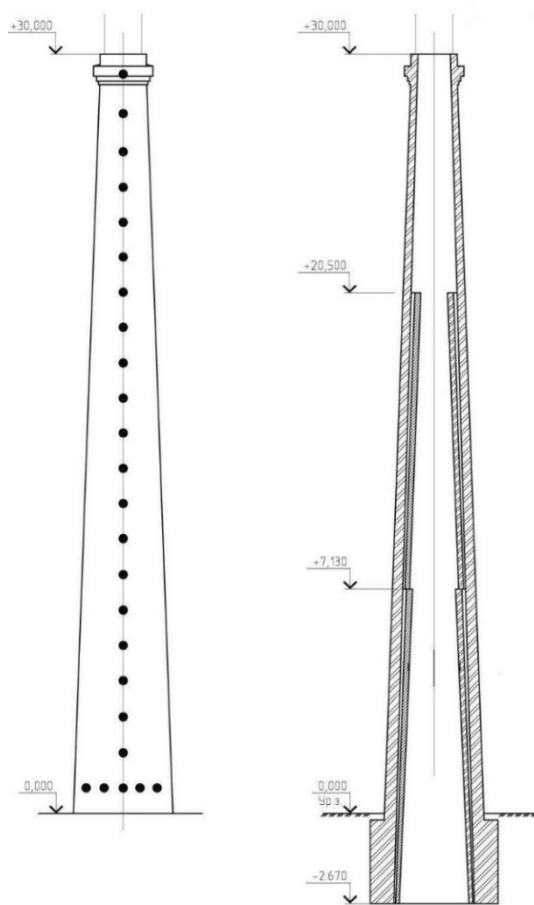


Рис. 1. Общий вид и схема элементов дымовой трубы

(• место замера прочности кирпичной кладки ствола дымовой трубы)

Остальные конструктивные элементы дымовой трубы находятся в работоспособном состоянии и не представляют опасности для ее безопасной эксплуатации.

Общеизвестно, что при сжигании метана, который в основном входит в состав природного газа, образуются водяные пары. Эти пары поступают в газоходы и дымовые трубы. Со временем режим эксплуатации котельной был изменен (ранее котельная работала на жидком топливе), и как следствие, произошло уменьшение тепловой нагрузки на котел. Таким образом, ограждающие конструкции дымовой трубы начали работу в условиях иного температурно-влажностного режима. Значительное понижение температуры дымовых газов и объема их выхода привело к тому, что при понижении температуры газов ниже точки росы на внутренних стенках ствола образовался конденсат. Длительное увлажнение стенок дымохода крайне отрицательно повлияло на несущую способность и прочностные свойства конструкции в целом. Следует отметить, что в

тех случаях, когда температура внутри поверхности ствола становится выше температуры точки росы, состояние, при котором образуется конденсат на его стенках не наступает [15]. Однако, это не мешает образованию того же конденсата внутри самой строительной конструкции. На температурное поле самой трубы значительное влияние оказывает температура наружного воздуха и выходящих газов. Это неизбежно приводит к тому, что, скопившаяся на стенках ствола дымовой трубы влага, будет иметь сезонный характер и находится в непосредственной зависимости от теплового режима эксплуатации объекта. Летом, когда котельная не работает (ее отключают на плановое обслуживание), влага, скопившаяся на стенах трубы, испаряется в атмосферу. Зимой, при отрицательных температурах влага накапливается и замерзает, что приводит к ее расширению. Это создает давление на кирпичную кладку и ведет в конечном итоге к образованию трещин и разрушению [16].



Рис. 2. Дефекты и повреждения наружной поверхности трубы



Рис. 3. Дефекты и повреждения внутренней поверхности трубы

Выводы. Все вышеперечисленные дефекты и повреждения дымовой трубы стали следствием снижения тепловой нагрузки на нее. Это привело к нарушению заложенного в проект режима эксплуатации, а затем к образованию на внутренних

стенках трубы конденсата, с последующим разрушением каменной кладки и коррозией металлических деталей трубы. Кроме того, свою отрицательную роль могла сыграть повышенная

влажность кирпичной кладки, которая в результате циклического замораживания (оттаивания) регулярно подвергалась разрушению.

Таким образом, экспертиза дымовой трубы, установленной на территории котельной, показала, что объект обследования не в полной мере соответствует требованиям промышленной безопасности. С учетом выявленных дефектов и повреждений состояние дымовой трубы определяется как ограниченно работоспособное. Для продолжения безопасной эксплуатации и сохранения ресурса дымовой трубы необходимо в установленные сроки провести ремонтно-восстановительные мероприятия и устранить все выявленные дефекты. При обнаружении каких-либо нарушений или режимов эксплуатации в дальнейшем следует при первой возможности остановки котлоагрегатов выполнить обследование конструкции трубы для обеспечения ее безопасной работы.

В заключении следует отметить, что обнаруженные вовремя дефекты и повреждения дымовых труб, их своевременное устранение могут значительно продлить срок безопасной эксплуатации не только самой трубы, но и всего промышленного объекта в целом. Проведение регулярных обследований снижает риск возникновения аварийных ситуаций на объектах, относящихся к категории повышенной опасности и, как следствие, улучшает экологическую безопасность региона.

Источник финансирования. Работа выполнена в рамках реализации федеральной программы поддержки университетов «Приоритет 2030» с использованием оборудования на базе Центра высоких технологий БГТУ им. В.Г. Шухова.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Брюхань А.Ф. Идентификация зон техногенного загрязнения ландшафтов выбросами промышленных предприятий по данным спутниковых снимков снежного покрова // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2012. № 4. С. 181–184.
2. Серых И.Р., Чернышева Е.В., Дегтярь А.Н., Черноситова Е.С., Чернышева А.С. Экспертиза промышленной безопасности здания цеха ВЖС Шебекинского химического завода с целью оценки технического состояния конструкций // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2018. № 9. С. 55–61. DOI: 10.12737/article_5bab4a1cacc902.46271253.
3. Салов Ю.В., Семашко В.А., Варнашов В.В., Оверченко И.В., Горшенин С.Д. Повышение надежности и экологической безопасности

внешних газоходов и дымовых труб ТЭС // Энергосбережение и водоподготовка. 2009. № 2 (58). С. 54–57.

4. Шайбаков Р.А., Абдрахманов Н.Х., Четверик Н.П. Промышленная безопасность дымовых и вентиляционных промышленных труб // Безопасность труда в промышленности. 2008. № 8. С. 70–73.

5. Володин Ю.Г., Марфина О.П., Цветкович М.С., Кирпичников А.П. Влияние технического состояния и режимов работы дымовых труб на окружающую среду // Вестник технологического университета. 2015. Т.18. № 24. С. 130–135.

6. Коткова О.Н. Мониторинг безопасности дымовой трубы предприятия нефтехимии // Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура. 2013. № 3 (11). С. 81–84. DOI: 10.17673/Vestnik.2013.03.16.

7. Глазков С.С., Седаев А.А., Чуйкин С.В. Снижение концентрации загрязняющих веществ в вентиляционных выбросах при неблагоприятных метеоусловиях и аварийных ситуациях // Научный вестник ВГАСУ. Строительство и архитектура. 2013. № 1 (29). С. 91–98.

8. Коробов Л.А., Жарков А.Ф., Шерник А.О. Дымовые и вентиляционные трубы высотой 200–500 метров как пространственные сооружения. М.: Спутник, 2006. 124 с.

9. Буланов И.А., Якубовский Р.Ю., Олипер И.А., Пилуй Ю.В., Афримович Г.Г. Принципиальные подходы к оценке промышленной безопасности дымовых труб // Безопасность труда в промышленности. № 10. 2015. С. 100–102.

10. Волков А.С., Правук Л.Р. Дефекты и повреждения высотных железобетонных труб, методы ремонта и усиления // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. 2016. № 4 (120). С. 42–46.

11. Ладнушкин А.А., Антаков А.Б., Воронов А.А., Хасанов Р.М., Перельгин О.А. Дымовые трубы. Проблемы экспертизы // Безопасность труда в промышленности. 2005. № 2. С. 2–3.

12. Ходько А.А., Лебедев В.Г. О безопасной эксплуатации дымовых и вентиляционных труб опасных производственных объектов // Безопасность труда в промышленности. № 5. 2002. С. 26–27.

13. Красных Б.А., Субботин А.И., Богатов Н.Д., Зуев Г.П., Котельников В.С., Перепелицын А.И., Шаталов А.А. Методические указания по обследованию дымовых и вентиляционных промышленных труб (РД 03-610-03). Серия 03. Выпуск 40. М.: ОАО «Научно-технический центр по безопасности в промышленности», 2008. 52 с.

14. Кутьин Н.Г., Субботин А.И., Перепелицын А.И., Зуев Г.П., Котельников В.С., Феоктистов А.А., Сидоров В.И., Печеркин А.С., Кловач

Е.В., Гонтаренко А.Ф., Белов М.И., Вербицкий Ю.В., Кокин А.А. Безопасность эксплуатации промышленных дымовых и вентиляционных труб: сборник документов. Серия 03. Выпуск 57. М.: ОАО «Научно-технический центр по безопасности в промышленности», 2009. 80 с.

15. Бирюков А.Б., Лебедев А.Н., Каминский К.Д. Методика определения температуры точки

росы продуктов сгорания природного газа // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. 2023. № 6. С. 43–49. DOI: 10.17588/2072-2672.2023.6.043-049.

16. Варнашов В.В., Киселев А.А., Гребнов В.С. Расчетные исследования режимов работы кирпичных дымовых труб в условиях эксплуатации // Вестник ИГЭУ. № 1. 2016. С. 18–26.

Информация об авторах:

Серых Инна Робертовна, кандидат технических наук, доцент кафедры теоретической механики и сопротивления материалов. E-mail: inna_ad@mail.ru. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Чернышева Елена Владимировна, кандидат технических наук, доцент кафедры стандартизации и управления качеством. E-mail: bellena_74@mail.ru. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Серых Валерия Дмитриевна, бакалавр. E-mail: luruler44@gmail.com. Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет. Россия, 129337, Москва, Ярославское шоссе, 26, корп. 1

Поступила 27.09.2024 г.

© Серых И.Р., Чернышева Е.В., Серых В.Д., 2025

^{1,*}Serykh I.R., ¹Chernyshova E.V., ²Serykh V.D.

¹Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov

²National Research Moscow State University of Civil Engineering

*E-mail: inna_ad@mail.ru

SMOKE STACK INDUSTRIAL SAFETY EXPERT REVIEW

Abstract. *Chimneys are an integral part of the boiler house, since they are designed to remove and disperse fuel combustion products. Failure in their work will lead to a disruption in the uninterrupted supply of consumers with heat and electricity. As the service life of the structure increases, the likelihood of any defects or damage in it increases. Therefore, over time, the question arises of ensuring the safety of the use of such structures. To ensure uninterrupted and long-term operation of chimneys, it is necessary to periodically monitor their technical condition: to conduct scheduled inspections, without fail, eliminating the identified malfunctions.*

The survey was carried out in order to determine the possibility of further operation of the industrial chimney. During the examination, defects and damage were established that could potentially affect the safe operation of the facility; the reasons for their occurrence were revealed. To assess the technical condition of the chimney, an analysis of the design solution, operating conditions of structural elements, as well as the quality of structures, materials and connections was carried out.

As a result of visual and measuring inspection, defects and damages were revealed that have the requirements for operation and lead to a violation of the design performance. The results presented in the article may be of interest to specialists of expert organizations that are engaged in the examination of industrial chimneys in order to assess the actual state of their structural elements.

Keywords: *chimneys, defects and damages, industrial safety expert review.*

REFERENCES

1. Bryuhan' A.F. Identification of zones of technogenic pollution of landscapes by emissions of industrial enterprises according to satellite images of snow cover. [Identifikaciya zon tekhnogenogo zagryazneniya landshaftov vybrosami promyshlennyh predpriyatij po dannym sputnikovyh snimkov snezhnogo pokrova]. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2012. No. 4. Pp. 181–184. (rus)

2. Seryh I.R., Chernysheva E.V., Degtyar A.N., Chernositova E.S., Chernysheva A.S. Industrial safety expert review of the building of the WBS shop of the Shebekinsky chemical plant in order to assess the technical condition of the structures. [Ekspertiza promyshlennoj bezopasnosti zdaniya cekha VZhS Shebekinskogo himicheskogo zavoda s cel'yu ocenki tekhnicheskogo sostoyaniya konstrukcij]. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2018. No. 9. Pp.

55–61. DOI: 10.12737/article_5bab4a1cacc902.46271253. (rus)

3. Salov Yu.V., Semashko V.A., Varnashov V.V., Overchenko I.V., Gorshenin S.D. Improving the reliability and environmental safety of external gas ducts and chimneys of thermal power plants. [Povyshenie nadezhnosti i ekologicheskoy bezopasnosti vneshnih gazohodov i dymovyh trub TES]. Energy saving and water treatment. 2009. No. 2 (58). Pp. 54–57. (rus)

4. Shajbakov R.A., Abdrahmanov N.H., Chetverik N.P. Industrial safety of smoke and ventilation industrial pipes. [Promyshlennaya bezopasnost' dymovyh i ventilyacionnyh promyshlennyh trub]. Industrial Safety. 2008. No. 8. Pp. 70–73. (rus)

5. Volodin Yu.G., Marfina O.P., Cvetkovich M.S., Kirpichnikov A.P. Impact of technical condition and operation modes of chimneys on the environment. [Vliyanie tekhnicheskogo sostoyaniya i rezhimov raboty dymovyh trub na okruzhayushchuyu sredyu]. Bulletin of the University of Technology. 2015. Vol. 18. No. 24. Pp. 130–135. (rus)

6. Kotkova O.N. Monitoring the safety of the chimney of the petrochemical enterprise. [Monitoring bezopasnosti dymovoy trubyy predpriyatiya neftekhimii]. Bulletin of SGASU. Urban planning and architecture. 2013. No. 3 (11). Pp. 81–84. DOI: 10.17673/Vestnik.2013.03.16. (rus)

7. Glazkov S.S., Sedaev A.A., Chujkin S.V. Reduction of concentration of pollutants in ventilation emissions under adverse weather conditions and emergency situations. [Snizhenie koncentracii zagryaznyayushchih veshchestv v ventilyacionnyh vybrosah pri neblagopriyatnyh meteousloviyah i avariynih situatsiyah]. Scientific Bulletin of VGASU. Construction and architecture. 2013. No. 1 (29). Pp. 91–98. (rus)

8. Korobov L.A., Zharkov A.F., Shernik A.O. Smoke and ventilation stacks 200-500 meters high as spatial structures. [Dymovye i ventilyacionnye trubyy vysotoj 200-500 metrov kak prostranstvennyye sooruzheniya.]. M.: Sputnik, 2006. 124 p. (rus)

9. Bulanov I.A., Yakubovskij R.Yu., Oliper I.A., Piluj Yu.V., Afrimovich G.G. Principal approaches to assessment of industrial safety of chimneys. [Principial'nye podhody k ocenke promyshlennoj bezopasnosti dymovyh trub]. Industrial Safety. 2015. No. 10. Pp. 100–102. (rus)

10. Volkov A.S., Pravuk L.R. Defects and damages of high-rise reinforced concrete pipes, repair

and reinforcement methods. [Defekty i povrezhdeniya vysotnyh zhelezobetonnyh trub, metody remonta i usileniya]. Bulletin of the Donbass National Academy of Construction and Architecture. 2016. No. 4 (120). Pp. 42–46. (rus)

11. Ladnushkin A.A., Antakov A.B., Voronov A.A., Hasanov R.M., Perelygin O.A. Chimneys. Examination problems. [Dymovye trubyy. Problemy ekspertizy]. Industrial Safety. 2005. No. 2. Pp. 2–3. (rus)

12. Hod'ko A.A., Lebedev V.G. On safe operation of smoke and ventilation stacks of hazardous production facilities. [O bezopasnoj ekspluatatsii dymovyh i ventilyacionnyh trub opasnyh proizvodstvennyh ob"ektov]. Industrial Safety. 2002. No. 5. Pp. 26–27. (rus)

13. Krasnyh B.A., Subbotin A.I., Bogatov N.D., Zuev G.P., Kotelnikov V.S., Perepelicyan A.I., Shatalov A.A. Methodical Guidelines for Inspection of Smoke and Ventilation Industrial Pipes (RD 03-610-03). Series 03. Issue 40. [Metodicheskie ukazaniya po obsledovaniyu dymovyh i ventilyacionnyh promyshlennyh trub (RD 03-610-03). Seriya 03. Vypusk 40]. M: JSC “Scientific and Technical Center for Safety in Industry”, 2008. 52 p. (rus)

14. Kut'in N.G., Subbotin A.I., Perepelicyan A.I., Zuev G.P., Kotelnikov V.S., Feoktistov A.A., Sidorov V.I., Pecherkin A.S., Klovach E.V., Gontarenko A.F., Belov M.I., Verbickij Yu.V., Kokin A.A. Operation safety of industrial smoke and ventilation pipes: collection of documents. Series 03. Issue 57. [Bezopasnost' ekspluatatsii promyshlennyh dymovyh i ventilyacionnyh trub: sbornik dokumentov. Seriya 03. Vypusk 57]. M: JSC “Scientific and Technical Center for Safety in Industry”, 2009. 80 p. (rus)

15. Biryukov A.B., Lebedev A.N., Kaminskij K.D. Procedure for Determination of Dew Point of Natural Gas Combustion Products. [Metodika opredeleniya temperatury tochki rosy produktov sgoraniya prirodno go gaza]. Bulletin of Ivanovo State Energy University. 2023. No. 6. Pp. 43–49. DOI: 10.17588/2072-2672.2023.6.043-049. (rus)

16. Varnashov V.V., Kiselev A.A., Grebnov V.S. Design studies of operation modes of brick chimneys under operating conditions. [Raschetnye issledovaniya rezhimov raboty kirpichnyh dymovyh trub v usloviyah ekspluatatsii]. IGEU Bulletin. 2016. No. 1. Pp. 18–26. (rus)

Information about the authors

Serykh, Inna R. PhD, Assistant professor. E-mail: inna_ad@mail.ru. Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Chernyshova, Elena V. PhD, Assistant professor. E-mail: bellena_74@mail.ru Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Serykh, Valeriya D. Bachelor student. E-mail: luruler44@gmail.com. National Research Moscow State University of Civil Engineering. Russia, 129337, Moscow, Yaroslavskoye shosse, 26.

Received 27.09.2024

Для цитирования:

Серых И.Р., Чернышева Е.В., Серых В.Д. Экспертиза промышленной безопасности дымовой трубы // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2025. № 3. С. 40–48. DOI: 10.34031/2071-7318-2024-10-3-40-48

For citation:

Serykh I.R., Chernyshova E.V., Serykh V.D. Smoke stack industrial safety expert review. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2025. No. 3. Pp. 40–48. DOI: 10.34031/2071-7318-2024-10-3-40-48