



ISSN 1993-3517 online

**МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИИ
МЕТАЛЕВІ КОНСТРУКЦІЇ
METAL CONSTRUCTIONS**

2022, ТОМ 28, НОМЕР 4, 167–181

EDN: [KLFNUF](#)

УДК 624.971 (08)

(22)-0447-1

ОСОБЕННОСТИ ИЗНОСА СТАЛЬНЫХ ДЫМОВЫХ ТРУБ НА ОТТЯЖКАХ

В. В. Губанов¹, Е. Н. Оленич²

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»,

2, ул. Державина, г. Макеевка, ДНР, 86123.

E-mail: ¹ap-r_@mail.ru, ²men2404@mail.ru

Получена 13 декабря 2022; принята 27 января 2023.

Аннотация. В данной статье рассматривается методика проведения натурных исследований стальных дымовых труб с оттяжками на основании опыта проведенных обследований строительных конструкций. Данная методика основана на структурировании несущих и дополнительных конструкций, которые необходимо учитывать при обследовании, зонировании конструкций по степени износа и планировании технического обслуживания. Также в статье приводится классификация предельных состояний конструкций, рассмотрены критерии отказа конструкций, выделены категории ответственности отдельных элементов. Представлены наиболее распространённые виды дефектов и повреждений стальных дымовых труб, определены количественные характеристики этих видов. К наиболее значимым дефектам и повреждениям, влияющих на несущую способность сооружения, относится общий и локальный коррозионный износ, крен ствола трубы, обрыв и ослабление натяжения оттяжек.

Ключевые слова: дефект, повреждение, дымовые трубы, оттяжки, коррозионный износ; усиление конструкций, обслуживание.

ОСОБЛИВОСТІ ЗНОСУ СТАЛЕВИХ ДИМОВИХ ТРУБ НА ВІДТЯЖКАХ

В. В. Губанов¹, О. М. Оленич²

ДОНУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»,

2, вул. Державіна, м. Макіївка, ДНР, 86123.

E-mail: ¹ap-r_@mail.ru, ²men2404@mail.ru

Отримана 13 грудня 2022; прийнята 27 січня 2023.

Анотація. У даній статті розглядається методика проведення натурних досліджень сталевих димових труб з відтяжками на підставі досвіду проведених обстежень будівельних конструкцій. Дана методика заснована на структуриванні несучих і додаткових конструкцій, які необхідно враховувати при обстеженні, зонуванні конструкцій за ступенем зносу і плануванні технічного обслуговування. Також в статті наводиться класифікація граничних станів конструкцій, розглянуті критерії відмови конструкцій, виділені категорії відповідальності окремих елементів. Представлені найбільш поширені види дефектів і пошкоджень сталевих димових труб, визначені кількісні характеристики цих видів. До найбільш значущих дефектів і пошкоджень, що впливають на несучу здатність споруди, відносяться загальний і локальний корозійний знос, крен стовбура труби, обрив і ослаблення натягу відтяжок.

Ключові слова: дефект, пошкодження, димові труби, відтяжки, корозійний знос; посилення конструкцій, обслуговування.



WEAR PECULIARITY OF STEEL CHIMNEYS WITH GUYS

Vadim Gubanov¹, Elena Olenich²

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture,

2, Derzhavina Str., Makeyevka, DPR, 86123.

E-mail: ¹ap-r_@mail.ru, ²men2404@mail.ru

Received 13 December 2022; accepted 27 January 2023.

Abstract. This article discusses the methodology of conducting full-scale studies of steel chimneys with guys, based on the experience of surveys of building structures. This technique is based on the structuring of load-bearing and additional structures, which must be taken into account when examining, zoning structures according to the degree of wear and planning maintenance. The article also provides a classification of the limiting states of structures, considers the criteria for the failure of structures, identifies the categories of responsibility of individual elements. The most common types of defects and damages of steel chimneys are presented, quantitative characteristics of these types are determined. The most significant defects and damages affecting the bearing capacity of the structure include general and local corrosion wear, roll of the pipe trunk, breakage and weakening of the tension of the guy ropes.

Keywords: defect, damage, chimneys, guys, corrosion wear; reinforcement of structures, maintenance.

Введение

Процесс эксплуатации промышленных сооружений происходит в условиях агрессивных воздействий, технологических процессов, а также различного вида работ по ремонту конструкций и замене технологического оборудования. В результате данного процесса появляются начальные дефекты и происходит постепенное накопление повреждений. Процесс накопления повреждений является главным фактором, снижающим надежность сооружений в процессе эксплуатации. Появление и развитие повреждений напрямую зависит от срока и качества эксплуатации, вида воздействий [14]. Поэтому необходимо на основании проведения натурных исследований проанализировать и систематизировать процессы износа несущих конструкций дымовых труб на оттяжках. В результате износа происходит повышение напряжений в конструкции дымовой трубы с оттяжками. По своему воздействию на сооружение износ рассматривается как локальный, меняющий НДС отдельных элементов и узлов сооружения, и износ общий, меняющий НДС сооружения в целом.

В области нагрузок высотных сооружений разработаны методы расчета на ветровые нагрузки [1, 2], а также разработаны методы расчета на надежность высотных сооружений [3]. В ра-

ботах таких авторов, как А. М. Ельшин [4], Ф. П. Дужих [5], В. Г. Сатъянов [6], приведены основы проектирования, эксплуатации и условия бесперебойной работы металлических дымовых труб промышленных предприятий.

Методика оценки технического состояния и диагностики стальных конструкций регламентируется [7–9]. В работах [10–13] рассматриваются комплексные подходы по обследованию при диагностике высотных сооружений.

Описание объекта исследований

Объектом исследования являются стальные дымовые трубы для отвода дымовых газов.

Цель работы

Разработка методики натурных исследований, классификация предельных состояний, ответственности конструкций и элементов, анализ выявленных дефектов и повреждений дымовых труб с оттяжками по результатам натурного обследования.

Основной материал

Для обеспечения заданной долговечности высотного сооружения необходимо проведение

своевременных обследований и диагностики состояния строительных конструкций. Для более точной оценки технического состояния дымовых труб с оттяжками необходимо выполнять обследование в соответствии с единой структурированной методикой. В данной методике необходимо учитывать конструктивные особенности, принцип работы и условия эксплуатации.

В данной работе разработана методика проведения натурных обследований стальных дымовых труб с оттяжками, основанная на существующих методах обследования высотных сооружений и учитывающая специфические особенности сооружений. В основе методики рассматривается зонирование конструкций по разнородным составляющим с использованием системного подхода [15].

В методику входят правила выполнения измерений, требования к инструментальному и

приборному обеспечению, правила обработки результатов измерений и т. д. Важным условием получения достоверности результатов является использование структурного последовательного описания конструкций, включающего элементы сооружения и показывающего их взаимосвязь.

Структурная схема стальных дымовых труб разрабатывается на основании анализа влияния конструктивных параметров; анализа взаимосвязи элементов в дымовых трубах; учета последовательности отказов элементов конструкции; опыта исследования повреждаемости конструкций и их элементов.

Схема для выполнения структурного описания конструкций дымовых труб с оттяжками и их зонирования представлена на рисунке 1 [16, 17].

Стоит отметить, что важным фактором является наличие средств доступа в составе сооружений, которые крепятся к несущим конструкциям

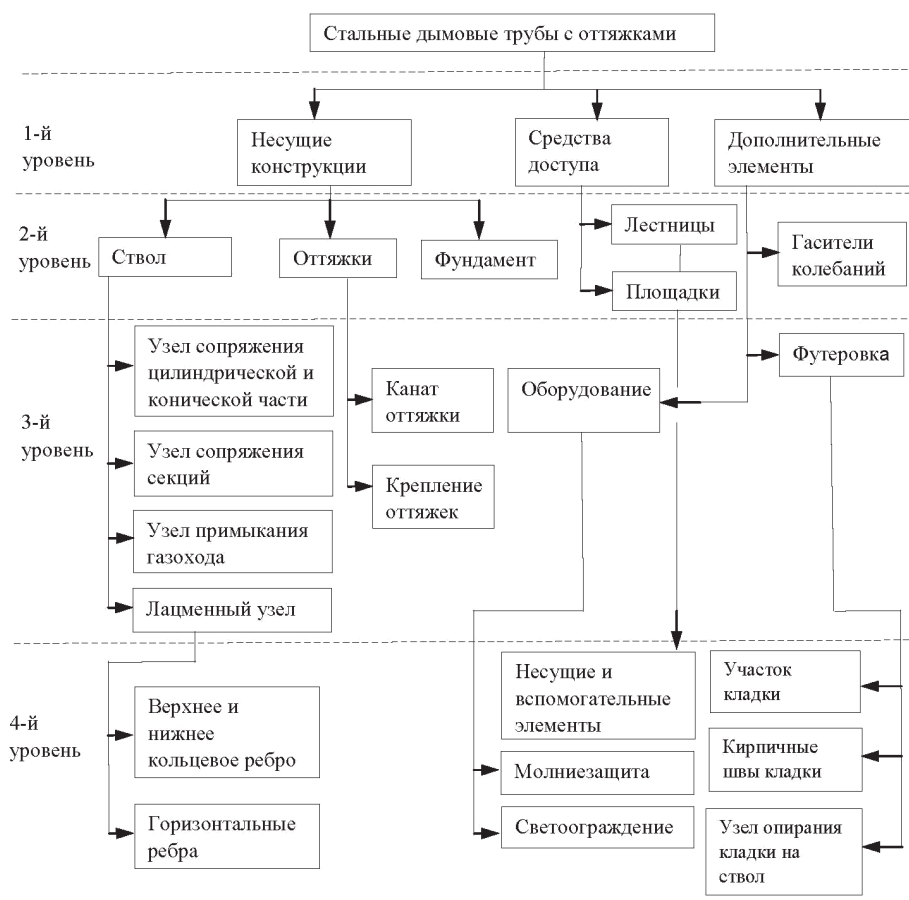


Рисунок 1. Структурная схема и зонирование стальных дымовых труб с оттяжками для выполнения обслуживания.

и обычно имеют более высокие показатели износа по сравнению с другими конструктивными элементами.

Также в структурной схеме отражается схематическое описание конструкций, которое следует учитывать при обследовании, зонировании конструкций по степени износа [18] и планировании технического обслуживания.

Зонирование конструкций представляет собой разбиение конструкций по уровням в нисходящем порядке. Уровень износа элементов нижнего уровня определяет не только состояние самих элементов, но и элементов более высокого уровня, которые конструктивно зависят от них.

Данный подход следует учитывать и при выполнении диагностики технического состояния,

вначале описывая состояние элементов низкого уровня, затем – более высокого уровня.

Обследование дымовых труб производится путём визуального осмотра. Геометрические размеры дымовой трубы, размеры дефектов и повреждений, глубину коррозионного поражения металлоконструкций определяют с помощью линейных измерительных средств: измерительной линейки, рулетки, штангенциркуля, ультразвукового толщиномера с точностью измерения до 0,1 мм. Оценка величины отклонения оси ствола дымовой трубы от вертикали определяются на основании геодезической съёмки с помощью теодолита или тахеометра.

Основные типы элементов уровней зонирования стальных дымовых труб с оттяжками приведены на рисунке 2.

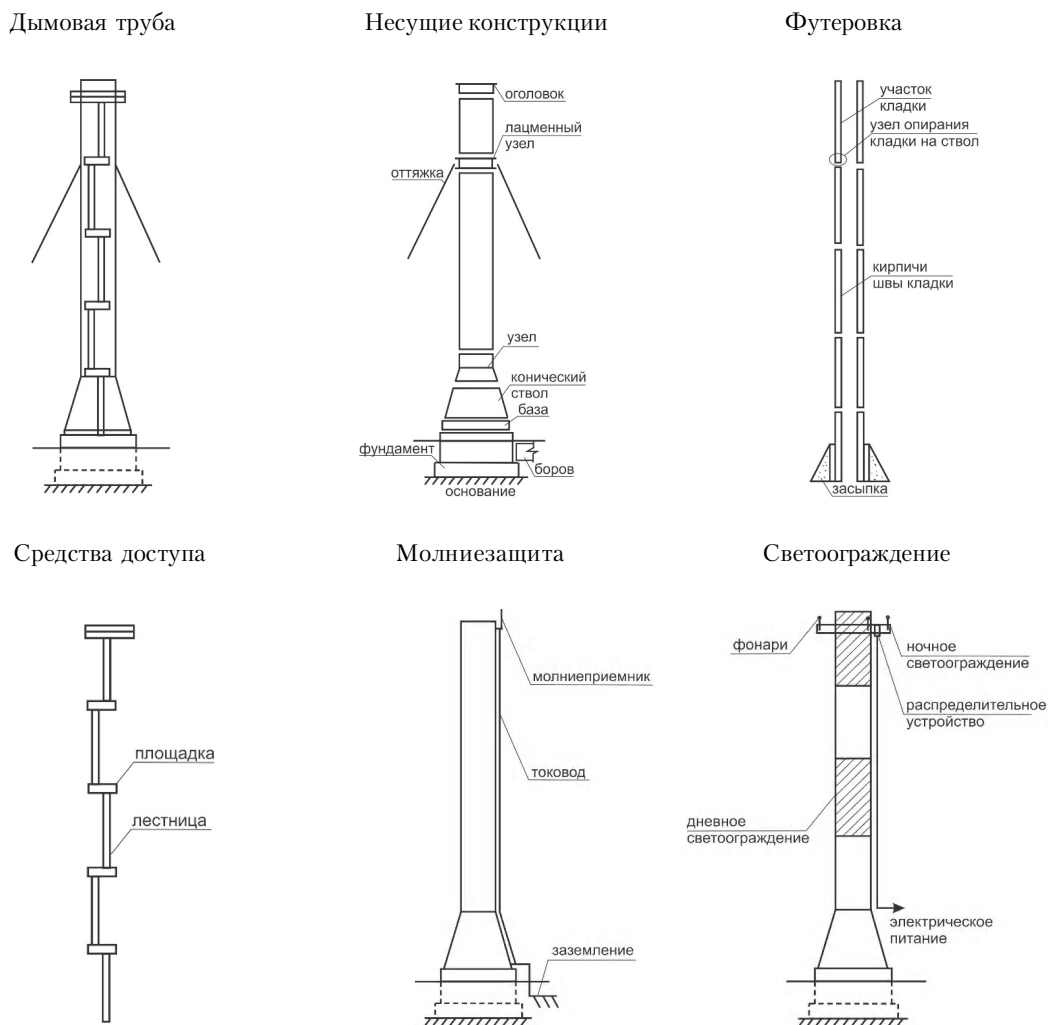


Рисунок 2. Основные элементы уровней зонирования дымовой трубы с оттяжками.

В данной работе основным подходом, определяющим надежность сооружения, является отсутствие отказа. Критерии отказа проверяются с помощью методики предельных состояний, согласно действующим нормам расчета стальных конструкций [19].

Классификация предельных состояний конструкций дымовых труб согласно нормам [20] следующая:

- первая группа предельных состояний - состояния, превышение которых ведет к разрушению любого характера (пластичное, хрупкое, усталостное), к исчерпанию несущей способности, потере местной или общей устойчивости;
- вторая группа предельных состояний - состояния, при превышении которых нарушается нормальная эксплуатация трубы, сокращается долговечность или нарушаются условия комфортности. Данная группа характеризуется наличием предельных деформаций и перемещений.

Классификация предельных состояний элементов дымовых труб представлена в таблице.

На расчетный уровень напряжений значительное влияние оказывает коэффициент надежности по ответственности γ_n , который зависит от категории ответственности. В зависимости от последствий, вызванных отказом, выделяют три категории ответственности конструкций и элементов [21]:

А – конструкции, отказ которых может привести к полной непригодности эксплуатации (обрушению) сооружения в целом;

Б – конструкции, отказ которых может привести к снижению несущей способности сооружения в целом или отказу цилиндрической оболочки трубы;

В – конструкции, отказы которых не приводят к нарушению функционирования других конструкций и их элементов.

В составе категории А выделяются конструкции категории А1, к которым относятся главные несущие конструкции. Безотказность данной категории обеспечивает сооружение от полного обрушения при аварийных влияниях.

К категории А относятся конструкции и элементы, отказ которых может стать причиной аварийной ситуации с прямой угрозой для людей или окружающей среды.

Для конструкций категории А рекомендуется использовать дополнительные принципы гарантирования безопасности [21].

Классификация конструкций по категориям ответственности дымовых труб с оттяжками следующая:

1. Ствол дымовой трубы – категории А1 и А.
2. Оттяжки – категория А.
3. Лестницы и площадки – категория В.

На рисунке 3 представлена опасность поврежденных элементов и техническое состояние дымовой трубы.

Таблица. Классификация предельных состояний элементов дымовых труб

Вид конструкции	Элементы	Группа предельных состояний	Критерии отказа
Несущие элементы	в целом дымовая труба	2	4. Отсутствие обеспечения технологических функций
	оболочка трубы	1, 2*	1. Вязкое разрушение
		1, 2*	2. Потеря устойчивости вследствие геометрических отклонений
	стыки сопряжения оболочек	1, 2*	3. Усталостная трещина
	узлы	1, 2*	1. Вязкое разрушение при появлении краевых напряжений
Средства доступа	элементы площадок и лестниц	1, 2*	1. Вязкое разрушение

Примечание: * – для сооружения в целом.

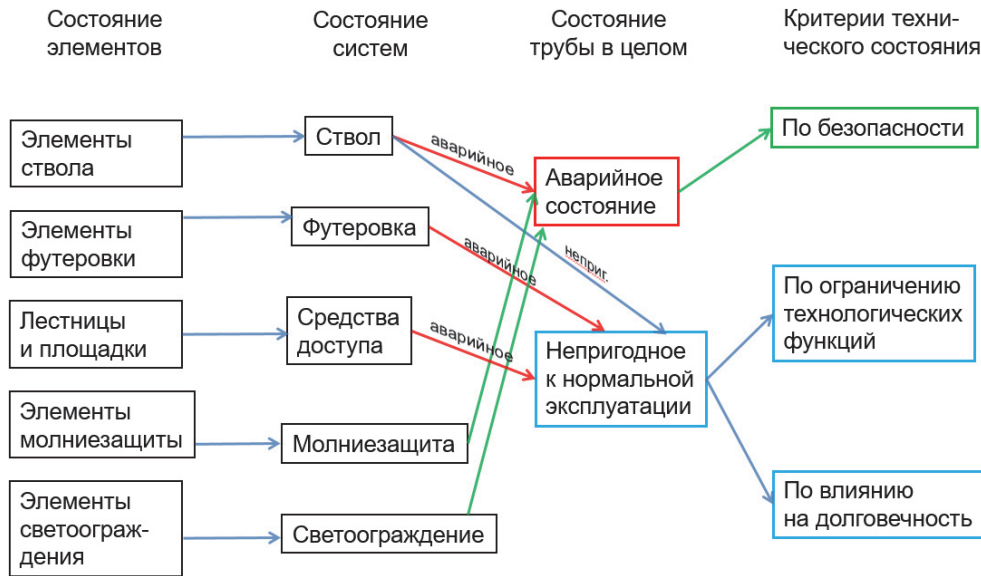


Рисунок 3. Опасность повреждений элементов и техническое состояние дымовой трубы.

Во время проведения натурных исследований были рассмотрены стальные дымовые трубы на промышленных объектах Донецкой области, которые эксплуатируются с различными дефектами и повреждениями. Такие дефекты снижают несущую способность дымовых труб и соответственно дальнейший срок эксплуатации сооружения.

Согласно нормативным документам [21] дымовые трубы относят к сооружениям класса последствий (ответственности) СС2 и имеют ори-

ентировочный срок эксплуатации 30 лет. Исходя из периода эксплуатации исследуемых дымовых труб, представленных на рисунке 4, большая часть дымовых труб (около 80 % из числа обследуемых) эксплуатируются с превышением своего срока службы.

На основании систематизации данных обследования 32 дымовых труб, были определены наиболее часто встречающиеся дефекты и повреждения.

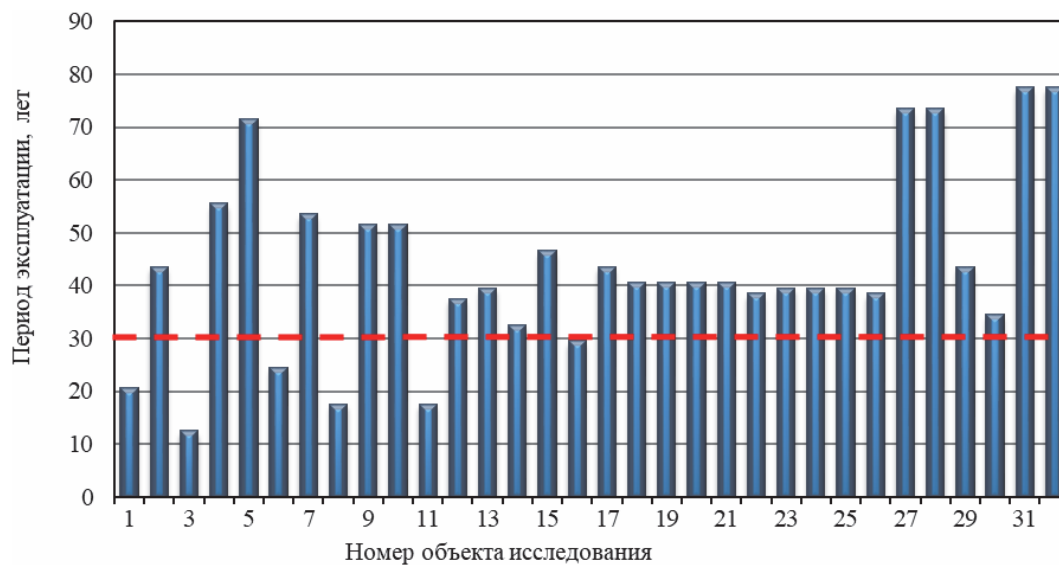


Рисунок 4. Период эксплуатации исследуемых дымовых труб.

Основные характерные места возникновения дефектов и повреждений:

- фундаменты;
- несущая оболочка дымовых труб;
- узлы дымовых труб;
- вспомогательные элементы – площадки, ограждение, лестницы;
- оттяжки дымовых труб;
- огнеупорная футеровка.

Общие виды дефектов и повреждений конструкций, характерных для стальных дымовых труб, приведены в рисунках 5–9.

Количественная характеристика различных видов дефектов и повреждений стальных дымовых труб представлена на рисунке 10.

Причинами ослабления натяжения оттяжек могут быть:

- неупругие деформации канатов от действия ветровой нагрузки;
- ослабление заделки канатов в анкерах и лацменном узле;
- коррозионный износ в лацменном узле, а именно в проушинах, коушах и других элементах крепления оттяжек;
- деформации якорных фундаментов;
- крен сооружения в целом.

Коррозионный износ и крен сооружения учитываются напрямую в проверочных расчётах, изменением сечения или учётом дополнительных моментов.

Систематизация и анализ значений кренов исследуемых сооружений (рисунок 11) показал, что 47% дымовых труб эксплуатируются с креном, превышающим предельное нормативное значение.

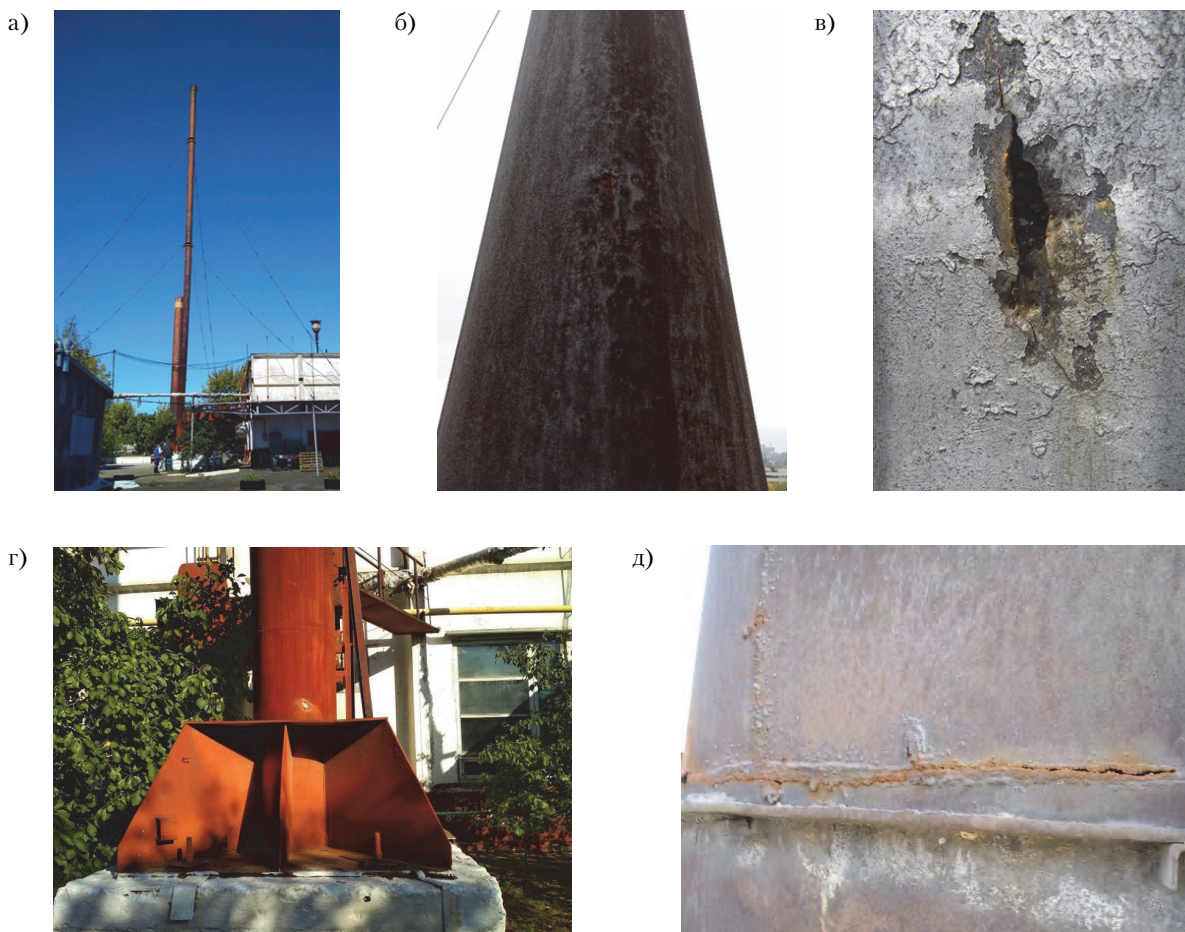


Рисунок 5. Характерные дефекты и повреждения ствола дымовых труб: а) ненормативный крен ствола; б) коррозионный износ ствола трубы до 35 % поперечного сечения; в) искривление и разрыв оболочки ствола; г) коррозионный износ стенки в опорной части ствола более 50% потери поперечного сечения; д) трещины в металле кожуха и в сварных швах соединения секций дымовой трубы.

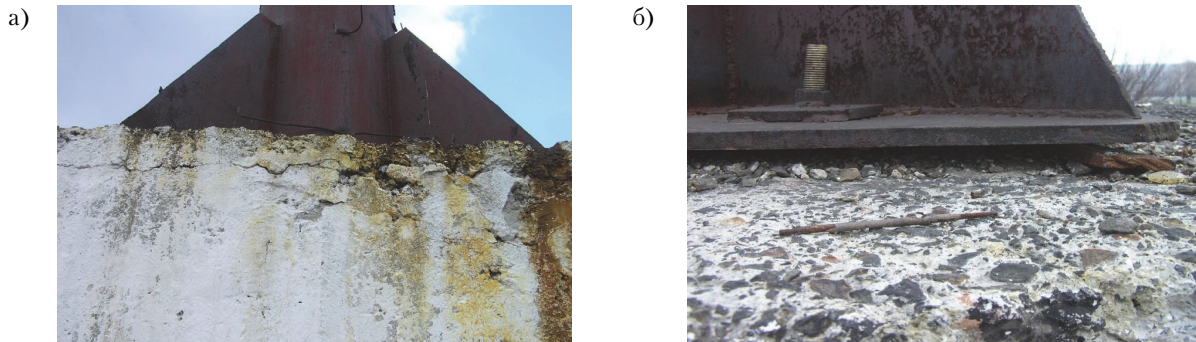


Рисунок 6. Дефекты и повреждения элементов фундамента дымовых труб: а) сколы бетона в зоне анкерных креплений опорной пластины коррозия арматурной сетки; б) коррозия опорной пластины, сварных соединений, анкерных креплений до 0,5 мм, зазоры между опорной пластиной и фундаментом до 35 мм.

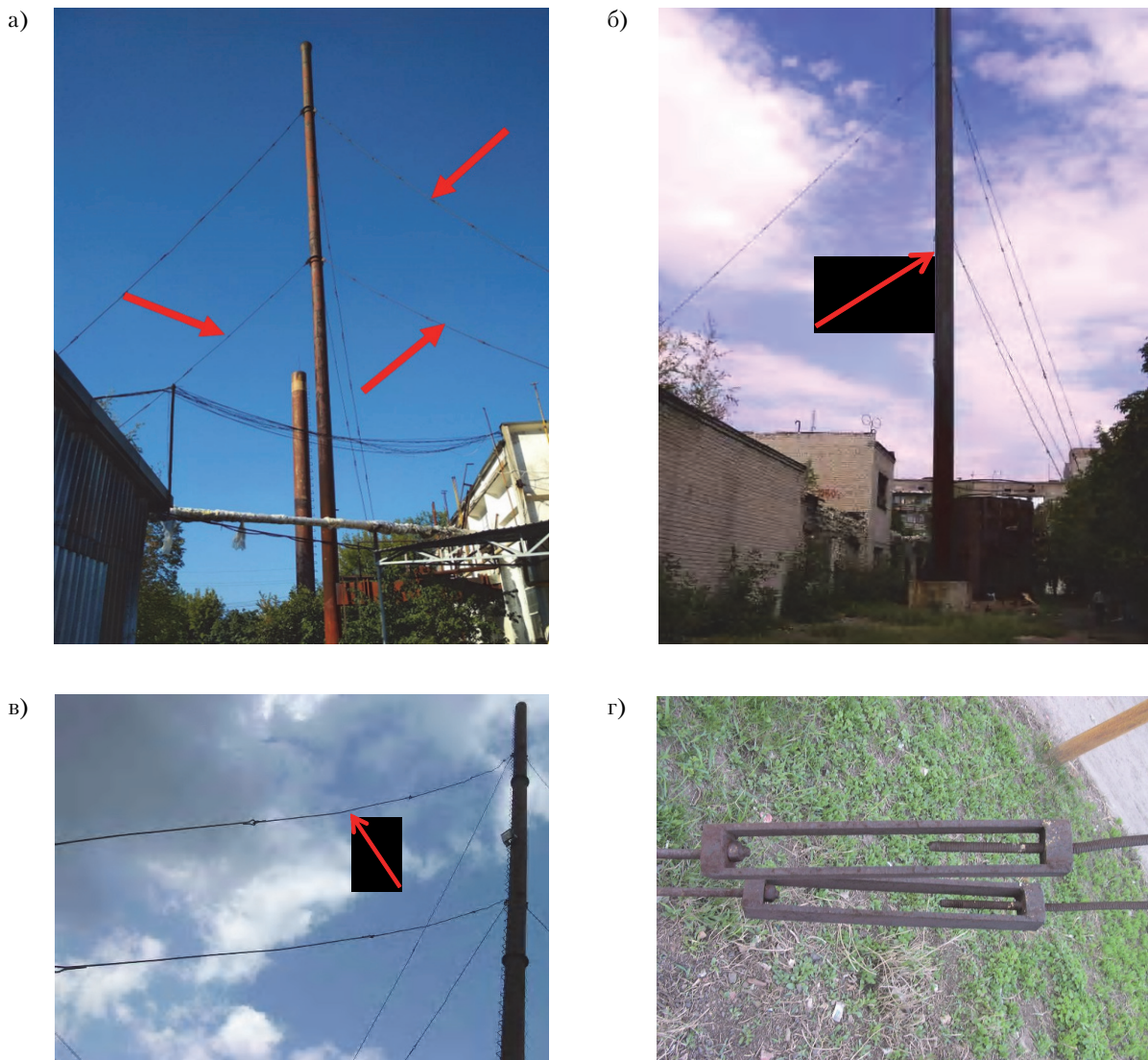


Рисунок 7. Повреждения оттяжек дымовых труб: а) ослабление натяжения оттяжек; б) обрыв оттяжки 1-го уровня; в) провисание оттяжек до 300 мм; г) коррозия резьбовых соединений арматуры натяжных устройств.

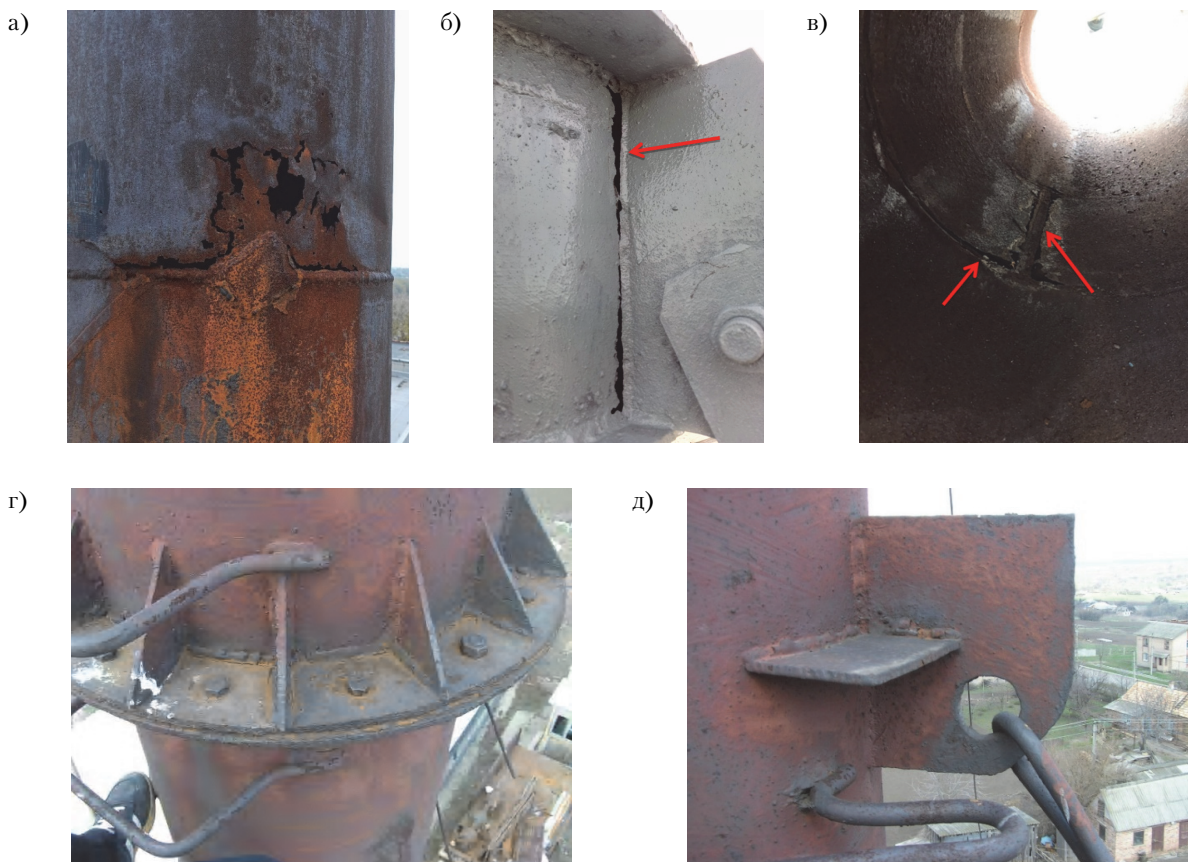


Рисунок 8 Дефекты и повреждения узлов дымовых труб: а) сквозные коррозионные повреждения на участке сопряжения оболочки; б), в) сквозные коррозионные повреждения в лапчатых узлах; г) коррозия поверхности и сварных швов соединительных фланцев до 0,5 мм, разрушение уплотнительной прокладки в узлах сопряжения секций; д) коррозия элементов креплений оттяжек к трубе и сварных швов до 0,5 мм.

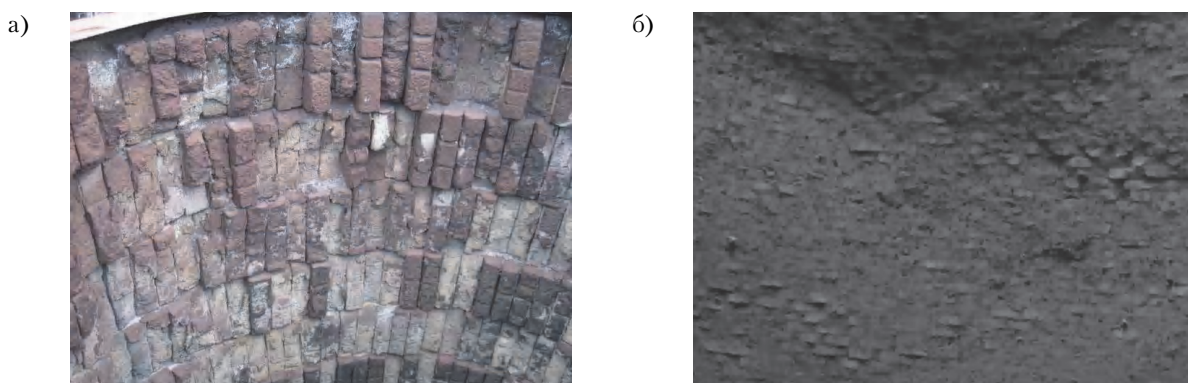


Рисунок 9. Дефекты и повреждения футеровки дымовых труб: а) эрозия и локальные разрушения кирпичной кладки, сколы; б) выпучивание и вогнутости кирпичной кладки.

Одним из основных показателей несущей способности стальных дымовых труб является их остаточная толщина. На основании проведенных натурных исследований были определены

остаточные толщины оболочек эксплуатируемых дымовых труб. Анализ полученных данных показал, что в целом для исследуемых объектов характерен локальный износ на уровне оголовка, в

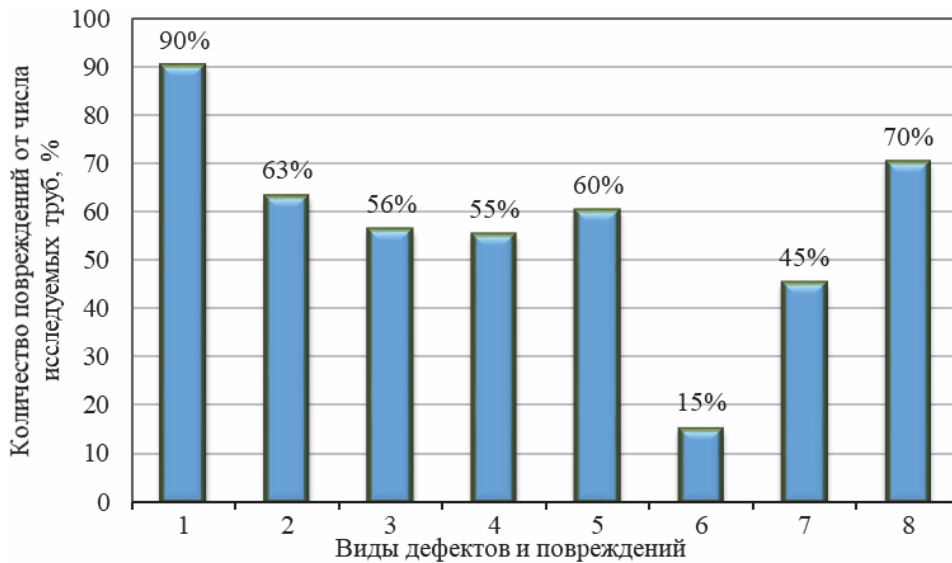


Рисунок 10. Дефекты и повреждения исследуемых дымовых труб: 1 – разрушение элементов фундамента; 2 – эксцентриситет стыковки цапг; 3 – коррозионный износ стенки ствола; 4 – локальный (неравномерный) коррозионный износ в узлах; 5 – трещины в основном металле, швах и околошовной зоне; 6 – крен ствола трубы в целом; 7 – ослабление натяжения оттяжек; 8 – разрушение антикоррозионного покрытия.

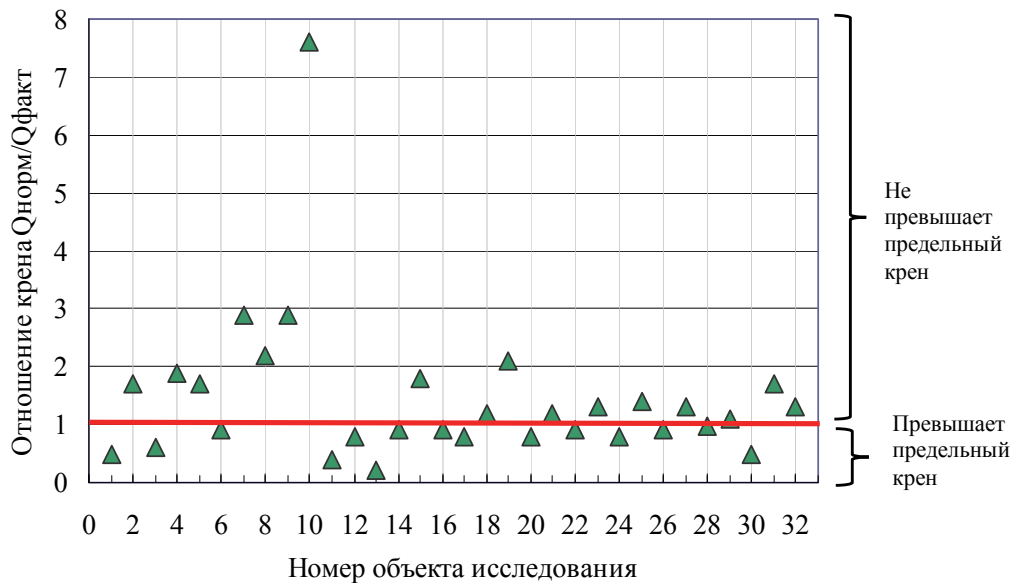


Рисунок 11. Отношение крена $Q_{норм}/Q_{факт}$ стальных дымовых труб.

уровне оттяжек, средней части и опорной части. Место и степень коррозионного износа зависит от условий эксплуатации и от целостности футеровки.

Примерно 40 % дымовых труб имеют равномерный износ по высоте, 35 % – больший износ опорной части, 25 % – оголовка.

Скорость износа оболочек металлических дымовых труб варьируется в пределах:

- для опорной части от 0,01 до 0,15 мм/год;
- для средней части от 0,01 до 0,13 мм/год;
- для верхней части от 0,004 до 0,145 мм/год.

Графические данные скорости износа приведены на рисунке 12.

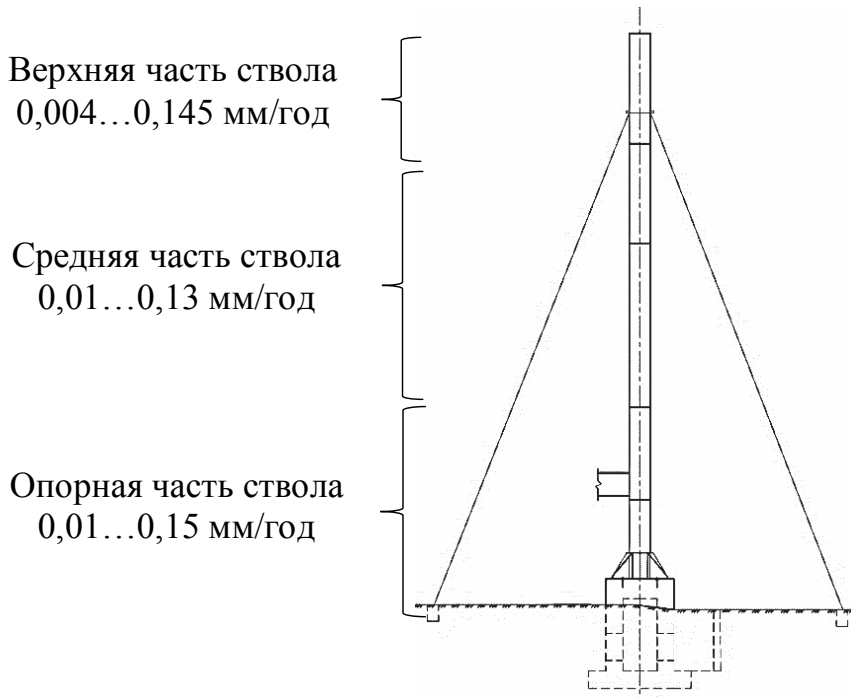


Рисунок 12. Распределение скорости коррозионного износа по участкам ствола трубы, мм/год.

Распределение степени коррозионного износа нижней части ствола дымовых труб от периода эксплуатации представлена на рисунке 13.

Скорость коррозионного износа напрямую зависит от принятых конструктивных решений

дымовой трубы с оттяжками; условий агрессивности воздействия внешней и внутренней среды промышленного предприятия или котельной в городской черте; гибкости сооружения.

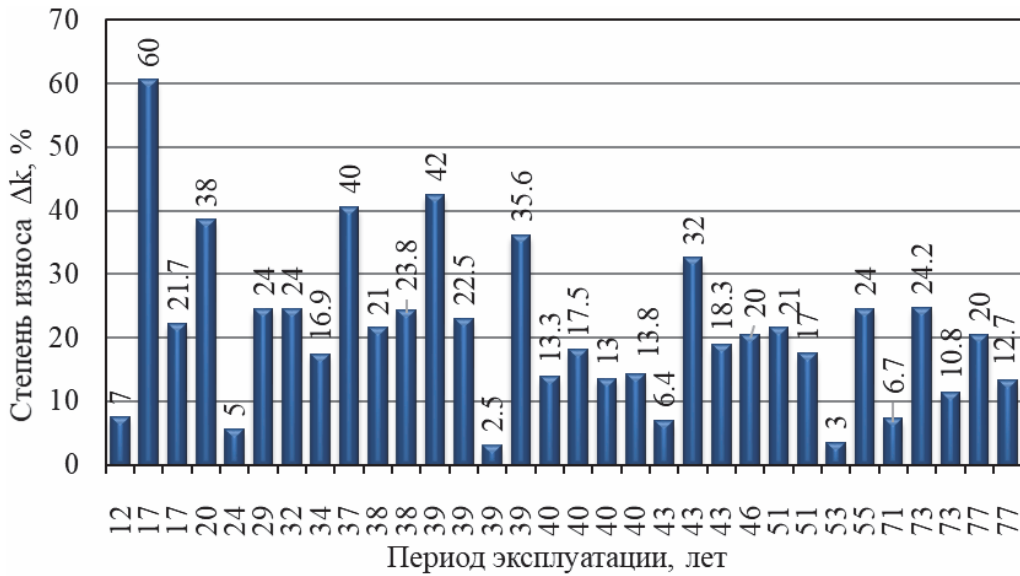


Рисунок 13. Распределение степени коррозионного износа нижней части ствола дымовых труб от периода эксплуатации.

Выводы

1. По результатам проведения натурных исследований высотных сооружений, разработана методика проведения натурных исследований стальных дымовых труб с оттяжками. Данная методика основана на структурировании несущих и дополнительных конструкций, которые необходимо учитывать при обследовании, зонировании конструкций по степени износа и планировании технического обслуживания.
2. Рассмотрены критерии отказа конструкций с помощью метода предельных состояний, выделены категории ответственности отдель-

ных элементов, которые зависят от количества отказавшихся элементов.

3. В результате проведения натурных исследований стальных дымовых труб с оттяжками выявлены наиболее распространённые виды дефектов и повреждений, определены количественные характеристики этих видов.
4. Дефекты и повреждения стальных труб условно можно разделить на общие, которые влияют на распределение усилий в целом, и локальные, которые влияют на НДС узлов. К наиболее значимым дефектам и повреждениям относится общий и локальный коррозионный износ, крен ствола трубы, обрыв и ослабление натяжения оттяжек.

Литература

1. Пичугин, С. Ф. Ветровая нагрузка на строительные конструкции / С. Ф. Пичугин, А. В. Махинько. – Полтава : АСМІ, 2005. – 342 с. – Текст : непосредственный.
2. Кінаш, Р. І. Дослідження аеродинамічних параметрів системи з двоколових циліндрів / Р. І. Кінаш, О. Є. Копилов. – Текст : непосредственный // Вісник Донбаської національної академії будівництва і архітектури. – 2007. – Випуск 2007-6(68) Баштові споруди. – С. 32–40.
3. Семко О. В. До оцінки нормативної надійності баштових опор з позицій оптимізаційних критеріїв теорії ризиків / О. В. Семко, Н. О. Махінько. – Текст : непосредственный // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди : збірник наукових праць. – 2009. – Випуск 18. – С. 414–423.
4. Дымовые трубы / А. М. Елышин, М. Н. Ижорин, В. С. Жолудов, Е. Г. Овчаренко. – Москва : Стройиздат, 2001. – 296 с. – Текст : непосредственный.
5. Дужих, Ф. П. Промышленные дымовые и вентиляционные трубы : справочное издание / Ф. П. Дужих, В. П. Осоловский, М. Г. Ладыгичев. – Москва : Теплотехник, 2004. – 464 с. – Текст : непосредственный.
6. Методика расчёта нагрузок, прочности и ресурса стволов дымовых и вентиляционных промышленных труб / В. Г. Сатянов, Н. А. Хапонен, П. Б. Пилипенко [и др.]. – Москва : Универсум, 2005. – 264 с. – Текст : непосредственный.
7. ГОСТ 31937-2011. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния = Buildings and constructions. Rules of inspection and monitoring of the technical condition : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 декабря 2012 г. № 1984-ст : введен впервые : дата введения 2014-01-01 /

References

1. Pichugin, S. F.; Makhinko, A. V. Wind load on building structures. – Poltava : АСМІ, 2005. – 342 p. – Text : direct. (in Russian)
2. Kinash, R. I.; Kopylov, O. E. Study of the aerodynamic parameters of a system of two-wheeled cylinders. – Text : direct. – In: *Bulletin of the Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture*. – 2007. – Випуск 2007-6(68) Tower structures. – P. 32–40. (in Ukrainian)
3. Semko, O. V.; Makhinko, N. O. On the assessment of the normative reliability of tower supports from the standpoint of optimization criteria of risk theory. – Text : direct. – In: *Resource-economic materials, structures, buildings and structures : collection of scientific papers*. – 2009. – Issue 18. – P. 414–423. (in Ukrainian)
4. Elshin, A. M.; Izhorin, M. N.; Zholudov, V. S.; Ovcharenko, E. G. Chimneys. – Moscow : Stroizdat, 2001. – 296 p. – Text : direct. (in Russian)
5. Duzhikh, F. P.; Osolovskii, V. P.; Ladygichev, M. G. Industrial smoke and ventilation pipes : reference edition. – Moscow : Teplotekhnika, 2004. – 464 p. – Text : direct. (in Russian)
6. Satianov, V. G.; Khaponen, N. A.; Pilipenko, P. B. [et. al.]. Methodology for calculating the loads, strength and resource of the shafts of smoke and ventilation industrial pipes. – Moscow : Universum, 2005. – 264 p. – Text : direct. (in Russian)
7. GOST 31937-2011. Buildings and constructions. Rules of inspection and monitoring of the technical condition. – Moscow : Standartinform, 2014. – 89 p. – Text : direct. (in Russian)
8. DBN V.3.1-218-174-2002. Bridges and pipes. Assessment of the technical condition of operated road bridges. – Kyiv : Ministry of Regional Development and Construction of Ukraine, 2002. – 67 p. – Text : direct. (in Ukrainian)

- разработан Государственным унитарным предприятием г. Москвы «Московский научно-исследовательский и проектный институт типологии, экспериментального проектирования». – Москва : Стандартиформ, 2014. – 89 с. – Текст : непосредственный.
8. ДБН В.3.1-218-2002. Мости та труби. Оцінка технічного стану автодорожніх мостів, що експлуатуються : видання офіційне : дата введення 2003-01-01. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2002. – 67 с. – Текст : непосредственный.
 9. ДБН 362-92. Оцінка технічного стану сталевих будівельних конструкцій, що експлуатуються : видання офіційне : затверджено та введено в дію Наказом Держбуду України від 15 березня 1992 р. № 32 : введено вперше : дата введення 1992-06-01 / розроблено Інститутом УкрНДІпроектстальконструкція. – Київ : Мінрегіон України, 2017. – 80 с. – Текст : непосредственный.
 10. Кулябко, В. В. Обследование и динамическая паспортизация сооружений как инструмент поиска поврежденных несущих конструкций / В. В. Кулябко, В. П. Чабан, А. В. Макаров. – Текст : непосредственный // Будівельні конструкції. – 2015. – Выпуск 82. – С. 484–492.
 11. Шимановский, А. В. Оценка влияния дефектов и повреждений и их накоплений на работу высотных сооружений / А. В. Шимановский, С. М. Кондра. – Текст : непосредственный // Сборник научных работ Украинского института стальных конструкций имени В. М. Шимановского. – 2014. – Выпуск 14. – С. 5–13.
 12. Стандарт саморегулирующей организации. СТО СРО ЭТМП 03-16. Методика обследования технического состояния промышленных дымовых и вентиляционных труб / Х. М. Ханухов, И. И. Симонов, С. Н. Яровой [и др.]. – Москва : [Б. и.], 2016. – 68 с. – Текст : непосредственный.
 13. Шимановский, А. В. Методы и мероприятия по устранению дефектов и повреждений при усилении и реконструкции высотных сооружений / А. В. Шимановский, С. М. Кондра. – Текст : непосредственный // Сборник научных трудов украинского института стальных конструкций им. В. М. Шимановского. – 2014. – Выпуск 13. – С. 5–11.
 14. Металлические конструкции. В 3 томах. Том 3. Специальные конструкции и сооружения: учебник для строит. вузов / Под редакцией В. В. Горева. – Москва : Высшая школа, 2002. – 544 с. – Текст : непосредственный.
 15. Губанов, В. В. Забезпечення заданої довговічності металевих промислових висотних споруд : спеціальність 05.23.01 «Строительные конструкции, здания и сооружения» : автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук / Губанов Вадим Вікторович ; Донбаська національна академія будівництва і архітектури. – Макіївка, 2013. – 39 с. – Текст : непосредственный.
 9. ДБН 362-92. Assessment of the technical condition of steel building structures. – Kyiv : Ministry of Regional Development and Construction of Ukraine, 2017. – 80 p. – Text : direct. (in Ukrainian)
 10. Kuliabko, V. V.; Chaban, V. P.; Makarov, A. V. Inspection and dynamic certification of constructions as a tool for searching for damaged load-bearing structures. – Text : direct. – In: *Building structures*. – 2015. – Issue 82. – P. 484–492. (in Russian)
 11. Shimanovskii, A. V.; Kondra, S. M. Assessment of the impact of defects and damage and their accumulation on the work of high-rise buildings. – Text : direct. – In: *Collection of scientific works of the Ukrainian Institute of Steel Structures named after V. M. Shimanovskii*. – 2014. – Issue 14. – P. 5–13. (in Russian)
 12. Khanukhov, Kh. M.; Simonov, I. I.; Iarvoi, S. N. [et. al.]. Standard of the self-regulatory organization. STO SRO ETMP 03-16. Techniques for examining the technical condition of industrial smoke and ventilation pipes. – Moscow : [S. n.], 2016. – 68 p. – Text : direct. (in Russian)
 13. Shimanovskii, A. V.; Kondra, S. M. Methods and measures for the elimination of defects and damage during the strengthening and reconstruction of high-rise structures. – Text : direct. – In: *Collection of scientific works of the Ukrainian Institute of Steel Structures named after V. M. Shimanovskii*. – 2014. – Issue 13. – P. 5–11. (in Russian)
 14. Metal constructions. In 3 volumes. Volume 3. Special structures and constructions: a textbook for civil engineering universities / Edited by V. V. Gorev. – Moscow : Vysshiaia shkola, 2002. – 544 p. – Text : direct. (in Russian)
 15. Gubanov, V. V. Ensuring the specified durability of metal industrial high-rise buildings: abstract Thesis of D. Sc. in Engineering; Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. – Makeevka, 2013. – 39 p. – Text : direct. (in Ukrainian)
 16. Gubanov, V. V. Issues in the development of methods of natural studies in the diagnosis of metal structures. – Text : direct. – In: *Construction. Materials Science. Mechanical engineering: collection of scientific works*. – 2002. – № 18. – P. 55–58. (in Russian)
 17. Gubanov, V. V.; Mezhinskaia, I. V. Improving methods for calculating and diagnosing metal cellular communication masts. – Text : direct. – In: *Collection of scientific papers of the Ukrainian Research and Design Institute of Steel Structures named after V. M. Shimanovskii*. – 2012. – Issue 9. – P. 177–192. (in Russian)
 18. Kushchenko, V. N.; Levin, V. M.; Mushchanov, V. F. [et. al.]. Scientific basis for ensuring the reliability and efficiency of mine headframes : monograf. – Makeevka : DNACEA, 2012. – 462 p. – Text : direct. (in Russian)
 19. ДБН В.2.6-163:2010. The constructions of buildings and structures. The steel constructions. Norms for design, fabrication and erection. – Kyiv : Ministry of Regional Development and Construction of Ukraine, 2010. – 202 p. – Text : direct. (in Ukrainian)

16. Губанов, В. В. Вопросы разработки методики натурных исследований при диагностике металлических конструкций / В. В. Губанов. – Текст : непосредственный // Строительство. Материаловедение. Машиностроение : сборник научных трудов. – 2002. – № 18. – С. 55–58.
17. Губанов, В. В. Совершенствование методов расчета и диагностики металлических мачт сотовой связи / В. В. Губанов, И. В. Межинская. – Текст : непосредственный // Збірник наукових праць українського науково-дослідного та проектного інституту сталевих конструкцій імені В. М. Шимановського. – 2012. – Випуск 9. – С. 177–192.
18. Научные основы обеспечения надежности и экономичности шахтных копров : монография / В. Н. Кущенко, В. М. Левин, В. Ф. Мушанов [и др.]. – Макеевка : ДонНАСА, 2012. – 462 с. – Текст : непосредственный.
19. ДБН В.2.6-163:2010. Конструкції будівель і споруд. Сталеві конструкції. Норми проектування, виготовлення і монтажу = The constructions of buildings and structures. The steel constructions. Norms for design, fabrication and erection : видання офіційне : затверджено та надано чинності Наказом Мінрегіонбуду України від 16 грудня 2010 р. № 521 : на заміну СНиП II-23-81* : дата ведення 2011-12-01 / розроблено Товариство з обмеженою відповідальністю «Український інститут сталевих конструкцій ім. В. М. Шимановського» (ТОВ Укрінсталькон ім. В. М. Шимановського). – Київ : Мінрегіонбуд України, 2010. – 202 с. – Текст : непосредственный.
20. СП 375.1325800.2017. Трубы промышленные дымовые. Правила проектирования = Industrial chimneys. Design rules : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации (Минстрой России) от 14 декабря 2017 г. № 1667/пр : введен впервые : дата введения 2018-06-15 / разработан Ассоциация печетрубостроителей и печетрубопроизводителей России («РосТеплострой-Монтаж»). – Москва : Стандартинформ, 2018. – 46 с. – Текст : непосредственный.
21. ДБН В.1.2-14-2009. Общие принципы обеспечения надежности и конструктивной безопасности зданий, сооружений, строительных конструкций и оснований : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Минрегионстроя Украины от 30 декабря 2008 г. № 709 : введен впервые : дата введения 2009-06-22 / ОАО «Украинский научно-исследовательский и проектный институт стальных конструкций им. В. М. Шимановского». – Киев : Минрегионстрой Украины, 2009. – 43 с. – Текст : непосредственный.
20. SP 375.1325800.2017. Industrial chimneys. Design rules. – Moscow : Standartinform, 2018. – 46 p. – Text : direct. (in Russian)
21. DBN V.1.2-14-2009. General principles for ensuring the reliability and structural safety of buildings, structures, building structures and foundations. – Kyiv : Ministry of Regional Development and Construction of Ukraine, 2009. – 43 p. – Text : direct. (in Russian)

Губанов Вадим Викторович – доктор технических наук, профессор кафедры металлических конструкций и сооружений ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Член международной организации «Институт гражданских инженеров». Научные интересы: эксплуатационная надежность строительных металлических конструкций, совершенствование методов расчета высотных сооружений, планирование эксплуатационного процесса строительных конструкций зданий и сооружений.

Оленич Елена Николаевна – ассистент кафедры металлических конструкций и сооружений ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: дымовые трубы, сравнение методик расчета дымовых труб, расчет и проектирование дымовых труб, оценка состояния существующих конструкций, усиление конструкций.

Губанов Вадим Вікторович – доктор технічних наук, професор кафедри металевих конструкцій і споруд ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Член міжнародної організації «Інститут цивільних інженерів». Наукові інтереси: експлуатаційна надійність будівельних металевих конструкцій, вдосконалення методів розрахунку висотних споруд, планування експлуатаційного процесу будівельних конструкцій будівель та споруд.

Оленич Елена Миколаївна – асистент кафедри металевих конструкцій і споруд ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: димові труби, порівняння методик розрахунку димових труб, розрахунок і проектування димарів, оцінка стану існуючих конструкцій, посилення конструкцій.

Gubanov Vadim – D. Sc. (Eng.), Professor, Metal Structure and Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. A member of the international organization «Institute of Civil Engineer». Scientific interests: operational reliability of building metal structures, improvement of methods of calculation of high-rise constructions, planning the operational process of building structures of buildings and structures.

Olenich Elena – Assistant, Metal Structure and Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: chimneys, comparison of methods of calculation of chimneys, calculation and designing of chimneys, estimation of a condition of existing designs, strengthening of structures.