

О ПРЕДУПРЕЖДЕНИИ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ДЫМОВЫХ И ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ ТРУБАХ

Корсун В.И.

Донбасская национальная академия строительства
и архитектуры
г. Макеевка, Украина

АНОТАЦІЯ: представлена загальна характеристика технічного стану промислових труб в Україні, охарактеризовано основні тенденції у зміні умов їх експлуатації, проаналізовано стан законодавчого та нормативного забезпечення надійності та безпеки висотних будівельних об'єктів.

АННОТАЦИЯ: представлена общая характеристика технического состояния промышленных труб в Украине, охарактеризованы основные тенденции в изменении условий их эксплуатации, проанализировано состояние законодательного и нормативного обеспечения надежности и безопасности высотных строительных объектов.

ABSTRACT: the general characteristics of the technical state of chimneys in Ukraine are presented, the main tendencies in the changes of their operation conditions are described, the state of the legislative and regulatory basis of high-rise construction objects safety and reliability is analyzed.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: Промышленные трубы, повреждения, безопасность эксплуатации, нормативные акты.

Промышленные дымовые и вентиляционные трубы (далее – промышленные трубы) относятся к особо ответственным дорогостоящим инженерными сооружениям, эксплуатирующимся в сложных условиях силовых, температурных и влажностно-агрессивных воздействий отводимых газов и окружающей среды. От эксплуатационной надежности названных сооружений зависит бесперебойность работы промышленных и

энергетических объектов. В Украине насчитывается, ориентировочно, около 5000 дымовых и вентиляционных труб на промышленных предприятиях, объектах энергетики и коммунального хозяйства.

Сроки службы и периодичность ремонтов промышленных труб определяются скоростью накопления микроразрушений в структуре материалов основных конструкций и существенным образом зависят от качества выполнения работ строительного периода, качества примененных материалов, температуры, влажности и агрессивности отводимых газов, стабильности температурно-влажностного режима эксплуатации, качества технического обслуживания и др. факторов.

Повреждения и разрушения конструкций промышленных труб происходят, в основном, вследствие следующих двух групп причин: в результате стихийного бедствия или аварии, а также в результате неблагоприятного продолжительного воздействия окружающей и технологической сред. Причины последнего вида вызывают наибольшее число повреждений. Их действие полностью исключить невозможно, однако снизить их влияние и обеспечить требуемую долговечность промышленных труб можно путем технически грамотной эксплуатации. Предупреждение повреждений и аварий сооружений гораздо предпочтительнее ликвидации их последствий.

ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТРУБ И ПРОБЛЕМЫ ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Техническое состояние многих труб на ряде предприятий Украины на сегодняшний день таково, что без принятия своевременных квалифицированных мер по их ремонту и усилению они потенциально обречены на разрушение. Аварийное состояние части промышленных труб делает их ремонт крайне сложной технической проблемой с высокой степенью риска. Это в свою очередь предъявляет высокие требования к квалификации исполнителей, привлекаемых для выполнения обследовательских и ремонтных работ такого вида, а также к качеству материалов и технологиям выполнения ремонтно-восстановительных работ.

Основными причинами повреждений конструкций, возникновения предаварийных и аварийных ситуаций на промышленных трубах являются нарушение проектного температурно-влажностного режима эксплуатации сооружений, несвоевременное и неквалифицированное техническое обслуживание. Наиболее повреждаемыми конструкциями промышленных труб являются: несущий ствол в верхней трети высоты; верхний и нижние

яруса футеровок, подземные конструкции стволов и газоходов при высоком уровне грунтовых вод; металлоконструкции гарнитуры и др.

Основным условием нормальной эксплуатации дымовых, вентиляционных труб и газоходов является соблюдение проектного температурно-влажностного режима. Обязательным условием обеспечения требуемой долговечности и эксплуатационной надежности промышленных труб является осуществление систематического технического надзора, проведение своевременных квалифицированных обследований и ремонтов сооружений. К сожалению, в Украине, в связи с кризисными явлениями в экономике, выполнение этих условий оказывается затруднительным. Как результат - увеличение числа аварий и вынужденных внеплановых дорогостоящих ремонтов дымовых и вентиляционных труб. Выделяются следующие, характерные для настоящего времени, основные тенденции в изменении условий эксплуатации промышленных труб:

а) увеличение числа труб, эксплуатирующихся с запредельными сроками службы, а также с просроченными сроками капитальных ремонтов. Это обстоятельство настоятельно требует проведения регулярных комплексных инженерных обследований названных сооружений и разработки квалифицированных заключений об их техническом состоянии с обязательным определением расчетными методами резервов несущей способности, с обоснованием допустимых дополнительных сроков их эксплуатации;

б) усложнение температурно-влажностных режимов эксплуатации, характеризующееся снижением температуры газов и повышением их влажности. Это обусловлено ужесточением требований к экономии используемого топлива, утилизации тепла, а также к более глубокой очистке отводимых газов от агрессивных компонентов;

в) остановки эксплуатации дымовых и вентиляционных труб на продолжительный (более 6 месяцев) период требуют выполнения ряда мероприятий по их консервации;

г) повышение уровня грунтовых вод, наблюдающееся во многих регионах Украины, является одной из основных причин повреждений аварийного характера подземных конструкций газоходов, фундаментов дымовых труб, обрушений нижних ярусов футеровок, образования кренов фундаментов, повреждений конструкций стволов, особенно в периоды остановов и повторных разогревов;

д) привлечение к выполнению обследовательских и ремонтных работ на трубах самостоятельных бригад трубокладов и промышленных альпинистов, не имеющих достаточного объема инженерных знаний, специальной подготовки для выполнения ремонтных работ. Это приводит

к неквалифицированной оценке действительного технического состояния труднодоступных конструкций сооружений и, как следствие, к некачественным ремонтам;

е) снижение уровня технической подготовки обслуживающего промышленные трубы персонала в связи с отсталостью нормативной базы, а также с отсутствием системы специальной подготовки и переподготовки кадров для такого вида деятельности.

Нестабильность работы предприятий приводит к увеличению числа остановов и повторных разогревов дымовых труб. Особенно это характерно для дымовых труб котельных системы ЖКХ. Отмеченные изменения режимов эксплуатации труб обуславливают устойчивую тенденцию к росту числа повреждений их конструкций и делают необходимым совершенствование их конструктивных решений, применение эффективной гидроизоляционной и антикоррозионной защиты конструкций, а также регулярного контроля технического состояния основных конструкций сооружений. Резкое изменение температурно-влажностных условий содержания дымовых труб при выводе их из эксплуатации, а также перевод части труб в режимы частых остановов и разогревов явились причиной возникновения ряда аварийных ситуаций на промышленных трубах некоторых предприятий Донецкой области, потребовавших выполнения дорогостоящих ремонтно-восстановительных работ.

ОЦЕНКА ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА КОНСТРУКЦИЙ СООРУЖЕНИЙ

Основные проблемы технической диагностики период и оценки ресурса работы конструкций промышленных труб, как высотных сооружений, связаны со следующими факторами:

а) с высокой сложностью выполнения обследовательских работ на высоте, требующей специальной подготовки и соответствующего приборного и инструментального оснащения исследователей; с увеличением степени износа конструкций риски при выполнении верхолазных работ возрастают;

б) с отсутствием в Украине методических документов по проведению обследований промышленных труб, по оценке ресурса конструкций железобетонных, кирпичных и металлических дымовых и вентиляционных труб и газоходов;

в) с наличием устаревших нормативных документов по проектированию железобетонных и кирпичных труб [1, 2] (введение в действие –

1962 - 1972 г.). Это существенно затрудняет поверочные расчеты стволов промышленных труб, достоверную оценку расчетными методами их несущей способности.

Анализ технической документации на промышленные трубы, ведущейся на предприятиях, свидетельствует о том, что в большинстве случаев оценки технического состояния основных конструкций труб имеют крайне субъективный характер и ограничиваются чаще всего оценками рабочего-верхолаза, выполнявшего визуальный осмотр конструкций ствола с ходовой лестницы или со светофорных площадок. Обращения к специализированным организациям происходят, как правило, после возникновения аварийной или очевидной предаварийной ситуации, то есть, в период, когда необходимо заниматься устранением последствий повреждений конструкций, а не их предупреждением. Уровень подготовки лиц, отвечающих на предприятиях за содержание промышленных труб, как правило, невысок, а объем их знаний ограничивается, в лучшем случае, рамками давно устаревшей инструкции [3].

ЗАКОНОДАТЕЛЬНОЕ И НОРМАТИВНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ ВЫСОТНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ

Действующая в Украине законодательная и нормативно-методическая база в части проектирования и эксплуатации железобетонных, кирпичных и металлических промышленных труб устарела и не отвечает требованиям настоящего времени.

Так, основной нормативный документ – «Инструкция по проектированию железобетонных дымовых труб» [1] разработан более 50 лет назад. Развивающий эту инструкцию в части проектирования высоких дымовых труб нормативный документ [2] введен в действие свыше 40 лет назад. В основу расчета прочности сечений железобетонных дымовых труб положен метод расчета по допускаемым напряжениям, что не отвечает ныне действующим нормам. Температурные усилия от перепада температуры по толщине ствола учитываются только в виде дополнительных напряжений в бетоне и арматуре, суммируемых с соответствующими напряжениями от силовых факторов (собственный вес конструкций, ветровая нагрузка). При этом перераспределение напряжений в расчетных сечениях ствола вследствие неоднородных температурно-усадочных деформаций и ползучести железобетона не учитываются.

Руководящие документы [3, 4], регламентирующие основные правила эксплуатации и содержания дымовых труб, действуют без изменений

свыше 30 лет и не охватывают новые современные конструктивные решения дымовых труб, не отражают новые тенденции в изменении условий эксплуатации сооружений.

В России, для сравнения, с 1993 года действовал руководящий документ [6], а с 2002-го года введены в действие «Правила безопасности при эксплуатации дымовых и вентиляционных промышленных труб» [5], составленные на основе «Руководства ...» [6] и действующих законов и нормативно-правовых актов Российской Федерации. Опубликованы специальные издания [7, 8], обобщающие опыт проектирования, строительства и технической эксплуатации промышленных труб.

В экономически развитых странах ЕС предприятия-владельцы труб, в связи с высокой стоимостью ремонтных работ на промышленных трубах, основное внимание уделяют высококвалифицированному надзору за состоянием и содержанием названных сооружений. Применяются следующие организационные схемы надзора:

ЗАКАЗЧИК с собственным экспертом + **ПОДРЯДЧИК**.

ЗАКАЗЧИК + **НЕЗАВИСИМЫЙ ЭКСПЕРТ** + **ПОДРЯДЧИК**.

ЗАКАЗЧИК + **ПОДРЯДЧИК** с собственным экспертом.

ЗАКАЗЧИК + **ПОДРЯДЧИК** с собственным экспертом + **НЕЗАВИСИМЫЙ ЭКСПЕРТ**.

Эксперты, осуществляющие надзор за промышленными трубами, входят в состав инспекционной службы страны. Осмотр проводится по трех- или шестилетнему циклу в зависимости от режима работы сооружения. Инспекционные наблюдения оформляются отчетом, в котором отражаются дефекты и повреждения сооружения, указываются их вероятные причины, прогнозируются характер и скорость развития повреждений, а также предполагаемый оставшийся срок службы сооружения. Даются рекомендации по содержанию промышленных труб в исправном состоянии с учетом действительных условий их эксплуатации.

В Донбасской национальной академии строительства и архитектуры (ДонНАСА) в течение свыше 35 лет проводятся комплексные натурные, экспериментальные и теоретические исследования с целью разработки и совершенствования методов расчетной оценки напряженно-деформированного состояния инженерных сооружений башенного типа, работающих на восприятие силовых, температурных и влажностных воздействий. При кафедре железобетонных конструкций в течение 22 лет действует специализированный научно-производственный центр специальных и высотных инженерных сооружений (СНПЦ СВИС), сотрудниками которого обследовано свыше 400 промышленных труб различной конструкции. Опыт, накопленный специалистами ДонНАСА по оценке техни-

ческого состояния и разработке проектов ремонтов и реконструкции промышленных труб, использован при разработке по заказу Российского комитета по металлургии руководящего документа в форме "Руководства по эксплуатации промышленных дымовых и вентиляционных труб" [6]. Основные разработчики – А.П. Кричевский и В.И. Корсун, ДонНАСА (бывший Макеевский ИСИ). Названное "Руководство..." разработано взамен «Инструкции...» [3] и являлось, до ввода в действие "Правил..." [5], обязательным для всех предприятий и организаций металлургической промышленности России, занимающихся эксплуатацией, обследованиями и ремонтами промышленных труб. При разработке "Руководства..." учтен отечественный и зарубежный опыт эксплуатации промышленных труб на предприятиях черной и цветной металлургии, стекловаренной промышленности, тепловых электростанциях и других объектах, обобщены результаты натурных исследований, полученные рядом специализированных научно-исследовательских и проектных институтов, а также материалы зарубежных исследований.

"Руководство..." [6] ориентировано, в первую очередь, на специалистов предприятий-владельцев промышленных труб и включают ряд практически важных разделов и приложений, содержащих общие положения и правила эксплуатации и технического обслуживания промышленных дымовых, вентиляционных труб и газоходов. Изложены основные положения по организации технического надзора за промышленными трубами, приведены рекомендуемые сроки проведения очередных и внеочередных, полных или частичных осмотров, плановых или внеплановых обследований промышленных труб и газоходов, а также порядок организации технического надзора за ремонтом труб, правила приемки выполненных и скрытых работ. Специальный раздел посвящен обследованию промышленных труб. Изложены требования к составу работ при плановых и внеплановых обследованиях труб в зависимости от условий эксплуатации и категории опасности повреждений, требования к составу технической документации по результатам обследования. В разделе, посвященном ремонтам и реконструкции промышленных труб, представлены рекомендуемые сроки проведения текущих и капитальных ремонтов сооружений в зависимости от условий эксплуатации, а также способы устранения наиболее часто встречающихся повреждений. В девяти приложениях "Руководства..." [6] представлены практические рекомендации, включающие состав и порядок ведения технической документации на промышленные трубы, правила приемки промышленных труб и газоходов в эксплуатацию, рекомендации по сушке и пуску дымовых труб и газоходов. Представлена классификация основных

дефектов и повреждений промышленных труб с указанием их предельно допустимых значений, приведены рекомендации по определению кренов промышленных труб геодезическими методами, а также рекомендации по выбору основных материалов, составов растворов, бетонов и антикоррозионных покрытий для ремонта промышленных труб, классификацию основных видов дефектов и повреждений конструкций по степени опасности, а также классификацию состояний промышленных труб в зависимости от категории опасности дефектов и повреждений конструкций.

За период, прошедший после подготовки и издания названного «Руководства...» [6], накоплен дополнительный опыт, подготовлены предложения по совершенствованию проектных решений для промышленных труб, сформулированы дополнительные рекомендации по содержанию, эксплуатации и выводу из эксплуатации промышленных труб с учетом специфики их работы в условиях конкретных производств. Важный вклад в обобщение опыта проектирования, возведения, эксплуатации и реконструкции промышленных труб и других сооружений башенного типа вносят регулярно проводимые на базе ДонНАСА международные научно-практические конференции «Башенные сооружения: конструкции, материалы и технологии». С 2001 г. проведено 6 таких конференций с общим количеством докладов – 310 и при участии специалистов из России, Белоруссии, Польши и Германии.

Для повышения долговечности промышленных труб и предупреждения аварий необходимы совершенствование действующих и разработка новых нормативных документов по проектированию, эксплуатации, содержанию и ремонтам промышленных труб, а также создание специализированных служб и организаций по техническому обслуживанию таких сооружений с обязательным контролем их деятельности на государственном и ведомственном уровнях. Привлекаемые к техническому обслуживанию высотных объектов специализированные организации должны укомплектовываться специалистами с опытом выполнения верхолазных работ, владеющими современными методами диагностики технического состояния конструкций, расчетными методиками оценки напряженно-деформированного состояния сооружений с учетом особенностей их действительной работы. Представляется целесообразным продолжение практики проведения координационных совещаний по вопросам проектирования, эксплуатации и ремонтов сооружений башенного типа с целью объединения специалистов, работающих в данной области, обобщения их опыта и совершенствования нормативной базы.

Специалисты СНПЦ СВИС при ДонНАСА готовы к объединению усилий с заинтересованными организациями для совместной разработки

для промышленных предприятий Украины руководящего документа по эксплуатации промышленных дымовых и вентиляционных труб, аналогичного изданному в России [5], а также к выполнению работ по организации и проведению технического обслуживания промышленных труб и других сооружений башенного типа на территории Украины.

ВЫВОДЫ

Для обеспечения безопасности эксплуатации и повышения надежности промышленных труб и других сооружений башенного типа представляется целесообразным:

1. Проводить регулярные научно-технические конференции и координационные совещания по вопросам проектирования, строительства, эксплуатации, технической диагностики и реконструкции высотных сооружений, промышленных дымовых и вентиляционных труб с целью обобщения опыта, объединения усилий и координации деятельности специалистов.

2. Разработать систему нормативных документов, определяющих общие правила безопасности при эксплуатации промышленных дымовых и вентиляционных труб, руководящие документы по правилам содержания, вывода из эксплуатации, консервации и расконсервации кирпичных, железобетонных и металлических дымовых труб; методические указания по правилам обследования и оценки технического состояния промышленных труб.

3. Создать в Украине специализированный экспертный центр по высотным инженерным сооружениям с соответствующими региональными отделениями с целью оказания оперативной квалифицированной помощи предприятиям в вопросах диагностики технического состояния строительных конструкций сооружений башенного типа, в вопросах технически правильной эксплуатации, ремонтов и реконструкции, предупреждения и устранения аварийных ситуаций.

4. Организовать целевую подготовку и переподготовку специалистов по эксплуатации промышленных труб, специалистов в области технической диагностики, ремонтов и реконструкции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Инструкция по проектированию железобетонных дымовых труб. – М.: Госстройиздат, 1962. – 131 с.
2. Указания по проектированию железобетонных дымовых труб. – М., 1973.

3. Инструкция по эксплуатации и содержанию дымовых труб на предприятиях черной металлургии / ВНИИЧЕРМЕТ, Харьков, 1972. – 50 с.
4. Инструкция по эксплуатации железобетонных дымовых труб и газоходов на тепловых электростанциях / СОЮЗТЕХЭНЕРГО. - М., 1981. – 72 с.
5. Правила безопасности при эксплуатации дымовых и вентиляционных промышленных труб (ПБ 03-445-02). Серия 03. Выпуск 16. – М.: ГУП «Научно-технический центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России», 2002. – 48 с.
6. Руководство по эксплуатации промышленных дымовых и вентиляционных труб. / Российский комитет по металлургии. - М., 1993. - 92 с.
7. Дужих Ф.П. Промышленные дымовые и вентиляционные трубы: справочное пособие / [Дужих Ф.П., Осоловский В.П., Ладыгичев М.Г.]; под ред. Ф.П. Дужих. – М.: Теплотехник, 2004 – 464 с.
8. Дымовые трубы / [А.М. Ельшин, М.Н. Ижорин, В.С. Жолудов, Е.Г. Овчаренко]; под ред. С.В. Сатьянова. – М.: Стройиздат, 2001. – 206 с.
9. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ: ДБН В.1.2-14-2009.

REFERENCES

1. Instruction for the design of reinforced concrete smokestacks. – М.: Gosstroyzdat, 1962. – 131 p.
2. Guidance on design of reinforced concrete smokestacks. – М., 1973.
3. Operating instructions and maintenance of smokestacks at the enterprises of ferrous metallurgy / VNIICHERMET. – Kharkov, 1972. - 50 p.
4. Operating instructions reinforced concrete smokestacks and flues in thermal power plants / SOYUZTECHENERGO. - М, 1981. - 72 p.
5. Safety rules at operation of smoke and ventilating industrial pipes (PB 03-445-02). Series 03. Issue 16. – М.: State unitary enterprise "Scientific technical center for safety in industry Hosgortechanical supervision of Russia", 2002. - 48 p.
6. Manual smoke and ventilating industrial pipes / Russian Committee on metallurgy. - М, 1993. - 92 p.
7. Dugih F.P. Industrial chimneys and ventilation pipes: manual / [Dugih F.P., Osolovskiy V.P., Ladugichev M.G.]; edited F.P. Dugih. – М.: Teplotekhnik, 2004. - 464 p.
8. Smokestacks / [A.M. Elshin, M.N. Igorin, V.S. Zholudov, E.G. Ovcharenko]; edited by S.V. Satyanova. - М: Stroyizdat, 2001. - 206 p.
9. General principles of reliability and constructive safety of buildings, constructions, building structures and foundations: DBN V.1.2-14-2009.

Статья поступила в редакцию 05.11.2013 г.