

закрывать радиатор, что приводит к нарушению процесса воздухообмена возле окна).

5. Проверить температуру подачи воды в системе отопления.

6. После выполнения всех данных рекомендаций и не устранению причин появлению сырости и плесени рекомендуется рассмотреть вариант тепловой реабилитации стен для снижения энергозатрат.

ЛИТЕРАТУРА

1. ТКП 45-2.04-43-2006. Строительная теплотехника. Министерство архитектуры и строительства РБ, Мн.: 2006.– 113 с.

2. ГОСТ 30494-96. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. ГУП ЦПП, М.: 1999, -14 с.

УДК 624.012

ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТРУБ

АНДРЕЮК В.С.

Брестский государственный технический университет
Брест, Беларусь

На сегодняшний день, в различных отраслях народного хозяйства многие здания и сооружения, эксплуатируются с некоторой вероятностью возникновения аварийных ситуациях, которые могут привести вплоть до их обрушения.

Для предупреждения возникновения таких ситуаций, а также для возможности оперативно выполнять текущие и капитальные ремонты, требуется выполнять оценку технического состояния многих строительных конструкций, проводить экспертизу промышленной безопасности.

В настоящее время во многих отраслях промышленности используется большое количество промышленных труб предназначенных как для создания тяги, так и для отвода в верхние слои атмосферы и последующего рассеивания вредных газов и газоздушных смесей. Для отвода продуктов сгорания и обеспечения

естественной тяги в топливных агрегатах, промышленные предприятия оборудуют дымовыми трубами, которые препятствуют появлению сажи и угарных газов внутри помещений. Конструкции промышленных труб и материалы их изготовления могут быть разными, но для беспрепятственного прохождения вредных выбросов все они должны иметь гладкие и ровные поверхности внутренних стенок.

Промышленные трубы по материалу и конструктивным особенностям делятся на: кирпичные; монолитные железобетонные; сборные железобетонные; металлические отдельно стоящие трубы и на растяжках; комбинированные (по типу труба в трубе) и вытяжные башни. К наиболее распространенным типам промышленных труб относятся:

а) железобетонные дымовые трубы:

- с футеровкой из глиняного кирпича, с частичной теплоизоляцией и воздушным неветилируемым зазором;
- с футеровкой из глиняного кирпича, теплоизоляцией из минераловатных матов или полужестких плит, прижимной стенкой;
- с футеровкой из кислотоупорного кирпича, минераловатной теплоизоляцией, прижимной стенкой и неветилируемым зазором;
- с монолитной футеровкой из полимерцементного и полимерсиккатного бетона;
- с вентилируемым зазором между стволом и футеровкой;
- с внутренними металлическими газоотводящими стволами (МГС) и теплоизоляцией наружной поверхности МГС;
- с внутренним стволом из композитных материалов (стеклопластик, стеклоуглепластик, стеклофаолит);
- дымовые и вентиляционные сборные железобетонные трубы из специального бетона.

б) кирпичные дымовые трубы:

- с кирпичной футеровкой и теплоизоляцией в нижней части трубы;
- с кирпичной футеровкой по всей высоте ствола и теплоизоляцией нижней части ствола и воздушным неветилируемым зазором;
- с кислотоупорной кирпичной футеровкой и теплоизоляцией по всей высоте трубы.

Кирпичные дымовые трубы возводились в основном без футеровки или с футеровкой из глиняного кирпича. Значительно реже

встречаются дымовые трубы с футеровкой из кислотоупорного кирпича, выполненной после капитального ремонта. Зазор между футеровкой и стволом трубы может быть воздушным невентилируемым или заполняться котельным шлаком или минераловатными плитами. Ствол кирпичной трубы состоит из поясов, имеющих различную толщину стенок. Высота каждого пояса находится в пределах 12-15 м. Переход от одного пояса к другому выполняют путем уменьшения толщины кирпичной кладки на полкирпича с образованием уступа с внутренней стороны. Кирпичные трубы обычно не превышают высоту 120 м. Для безопасной эксплуатации кирпичной дымовой трубы на ствол устанавливают стяжные кольца с шагом 0,7...1,5 м. Промышленные трубы в сечении бывают круглыми, многоугольными и овальными. Чтобы определить основные параметры размеров промышленных труб, в каждом конкретном случае необходимо выполнить расчеты, которые должны учитывать следующие данные:

- выявить особенности эксплуатации;
- учесть климатические условия региона;
- определить аэродинамические нагрузки;
- определить теплотехнические условия;
- обратить внимание на особенности топливных агрегатов;
- соответствие экологическим нормам.

Особое значение вызывает состояние кирпичных и железобетонных труб, в связи с их возрастом, который в настоящее время составляет 50...55 лет, а в некоторых случаях гораздо больше. Кирпичные трубы эксплуатируются с конца XIX в. На ТЭЦ-2 Ленэнерго до сих пор эксплуатируются две дымовые трубы высотой по 60 м, введенные в эксплуатацию в 1898-1899 гг..

При выполнении работ по оценке технического состояния промышленных дымовых труб на различных предприятиях были выявлены характерные дефекты труб, на которые необходимо обратить внимание.

Кроме этого, необходимо отметить, что к появлению большинства дефектов приводит изменение температурно-влажностных режимов эксплуатации, что характеризуется снижением температуры газов и повышением их влажности. Это связано в первую очередь с ужесточением требований к экономии используемого топлива, а также более глубокой очистке отводимых газов.

Таблица 1

Характерные дефекты промышленных труб

Конструктивные элементы трубы, наиболее подверженные повреждению при длительном отключении	Характерные повреждения трубы
1	2
1. Железобетонные монолитные трубы 1.1. Ствол	Карбонизация бетона от воздействия внешней среды, коррозия арматуры вследствие карбонизации Раскрытие вертикальных трещин в бетоне по ходу арматурных стержней при их коррозии, отслоение и обрушение защитного слоя бетона Повреждение оголовка трубы с обрушением чугунных звеньев колпака из-за «роста» футеровки вследствие кристаллизации накопленных сульфатов при переменной влажности кладки Сернокислотная коррозия бетона ствола Глубокое разрушение, вплоть до образования сквозных отверстий в бетоне ствола ниже оголовка трубы Размораживание бетона в неплотных швах бетонирования
1.2. Футеровка 1.3. Теплоизоляция 1.4. Фундамент 1.5. Металлоконструкции лестницы, светофорных площадок, молниезащиты	Разрушение консолей внутри ствола из-за сернокислотной коррозии бетона Обрушение футеровки из-за снижения прочности раствора кладки от сернокислотной коррозии Образование кольцевых и локальных выпучин вследствие сульфатации раствора кирпичной кладки под воздействием атмосферной влаги, вплоть до потери устойчивости звеньев футеровки Потеря защитных качеств минераловатной теплоизоляции из-за разрушения волокнистой структуры материала Обрушение фрагментов кладки футеровки Нарушение отстойки, сопровождающееся локальным обводнением основания, креном трубы из-за снижения несущей способности основания Потеря защитных качеств антикоррозионного покрытия, коррозия металлоконструкций из-за несвоевременного восстановления покрытий. Недопустимый износ металлоконструкций

2. Кирпичные трубы	
2.1. Ствол	Повреждение оголовка трубы Разрушение цементного отлива, развитие пустошовки, повреждение кирпича лещадкой, образование вертикальных и горизонтальных трещин Крен верхней части ствола из-за сульфатации кирпичной кладки, потеря прочности кладки, торообразная деформация ствола между стяжными кольцами, повреждение стяжных колец
2.2. Металлоконструкции ствола дымовой трубы	Потеря защитных качеств антикоррозионного покрытия, коррозия металлоконструкций из-за несвоевременного восстановления покрытий Недопустимый износ металлоконструкций, разрыв стяжных колец
2.3. Футеровка	Образование кольцевых и локальных выпучин вследствие сульфатации раствора кирпичной кладки под воздействием атмосферной влаги, подпор и разрушение слезниковых поясов Обрушение фрагментов кладки футеровки
3. Металлические трубы	
3.1. Ствол с растяжками	Нарушение антикоррозионной защиты и коррозионный износ металлоконструкций трубы и растяжек, потеря несущей способности и устойчивости ствола трубы
3.2. Ствол в башне	Потеря защитных качеств антикоррозионной защиты металлоконструкций ствола и башни трубы

Определяющим фактором разрушения строительных конструкций железобетонных и кирпичных стволов труб при удалении дымовых газов от котельных установок, работающих на природном газе является их размораживание. При сжигании природного газа, содержащего до 90% метана, образуется приблизительно 20% по объему водяных паров. Температура точки росы продуктов сжигания природного газа равна 55-60⁰С.

При сложившейся в последние годы тенденции снижения нагрузок на энергоблоках и объема эвакуируемых через трубу дымовых газов снижаются их скорость, коэффициент конвективного переноса тепла к футеровке, ее температура и повышается вероятность или усиливается процесс конденсации. Заметное влияние такого фактора проявляется при скорости газов в устье трубы менее 6м/с. В дымовых трубах при скорости газов ниже 6 м/с коэффициент теплоот-

дачи со стороны газов $\alpha_{\text{вн}}=2,32-5,8$ ккал/($\text{м}^2 \times \text{ч} \times ^\circ\text{C}$) вместо 11,6-34,8 ккал/($\text{м}^2 \times \text{ч} \times ^\circ\text{C}$) при скорости дымовых газов 6-20 м/с.

Соответственно при низкой температуре (до 100°C) поступающих в трубу дымовых газов и низкой скорости (до 6 м/с) температура внутренней поверхности трубы становится ниже температуры точки росы. При этих условиях происходит образование конденсата внутри трубы. Происходит фильтрация конденсата и насыщение влагой футеровки, теплоизоляции и кладки или бетон ствола. В зимний период происходит замерзание влаги, что вызывает разрушение ствола трубы и через лет эксплуатации труба приходит в аварийное состояние.

Дымовая труба является ответственным инженерным сооружением, работающим в чрезвычайно тяжелых условиях высоких ветровых нагрузок, температуры и агрессивного воздействия дымовых газов. Учитывая, что средний возраст кирпичных дымовых труб превышает 50 лет, следует уделять безопасности труб самое пристальное внимание. Дымовые трубы большой высоты, как и другие высотные сооружения, находятся под непрерывным действием высокотемпературных агрессивных газовых потоков и внешних природных факторов, снижающих расчётный срок службы дымовых труб. Среди причин, вызывающих накопление дефектов и снижение несущей способности конструкций, кроме естественного старения качества строительного материала, наиболее важными являются многоцикловая усталость, хрупкое разрушение и ползучесть. Надёжность работы любой производственной системы определяется совокупностью надёжностей составляющих звеньев технологического процесса. От эксплуатационной надёжности дымовых труб во многом зависит бесперебойная работа промышленных предприятий. Дымовые трубы промышленных предприятий – металлургических, нефтехимических, газоперерабатывающих и других заводов – являются конечным звеном технологических процессов, и выводу их из эксплуатации, как правило, приводит к остановке всего технологического процесса. Наиболее повреждаемыми конструкциями промышленных труб являются:

- несущий ствол в верхней трети высоты;
- верхние и нижние яруса футеровок;
- подземные конструкции стволов и газоходов;

- навешенные металлоконструкции.

Отказ в работе дымовых труб напрямую связан с нарушением режимов при их эксплуатации, практически полным отсутствием технического надзора, недооценкой важности и своевременности проведения технических диагностических мероприятий. В тоже время выход из строя дымовых труб может привести не только к остановке производства с большими экономическими потерями. На практике нередко проводится техническое обследование дымовых труб, которые уже находятся в предаварийном состоянии. Причём даже в таких случаях промышленные предприятия с трудом решают психологические и экономические проблемы, связанные с выполнением работ по оценке их технического состояния.

Дымовые трубы промышленных предприятий представляют собой сложные дорогостоящие высотные инженерные сооружения, которые подвергаются не только значительным ветровым и температурным воздействиям из вне, но и испытывают воздействие агрессивных высокотемпературных газов, движущихся внутри трубы.

При выполнении работ по оценке технического состояния дымовых труб было установлено, что уже после 2...3 лет эксплуатации дымовой трубы при сжигании другого вида топлива выявлены участки конденсата на наружной поверхности ствола с отложениями солей и образованием зимой наледей в верхней части дымовой трубы. Анализ режима эксплуатации дымовых труб при сжигании топлива показал, что объемы отводимых дымовых газов менялись в зависимости от времени года и не превышали даже половину проектной нагрузки.

Анализ технической документации на промышленные трубы, которые ведутся на предприятиях, свидетельствует о том, что в большинстве случаев для оценки технического состояния ограничиваются чаще всего визуальным осмотром наружной поверхности ствола с ходовой лестницы или со световых площадок. Выполнение работ по детальной оценке технического состояния происходит, как правило, когда уже возникает аварийная или предаварийная ситуация и когда уже необходимо заниматься устранением последствий разрушающихся конструкций для предотвращения полного обрушения промышленных труб, а не разработкой мероприятий по поддержанию промышленных труб в состоянии эксплуата-

ционной пригодности.. Внутреннее обследование состояния кирпичной футеровки дымовых трубы показало наличие многочисленных следов подтеков конденсата, интенсивность которых растет с увеличением отметок по высоте. Начиная с отметки 120 м и выше, подтеки конденсата наблюдались по всему периметру. Стекающий водяной конденсат вымывает жидкое стекло из кислотоупорной обмазки внутренней поверхности кладки, а также размывал сам кислотоупорный раствор кладки. В верхней части футеровочных барабанов (район консолей) пустошовка в кладке достигла до 50 % длины швов. Проведенный расчет коэффициента фильтрации футеровки показал, что ее газоплотность в 2,5 раза меньше нормативной.

Наиболее характерные дефекты внутренней поверхности кирпичных дымовых труб представлены на рис. 1.

Возникновение и развитие дефектов дымовых труб происходит из-за недостатков их проектирования, строительства и эксплуатации.

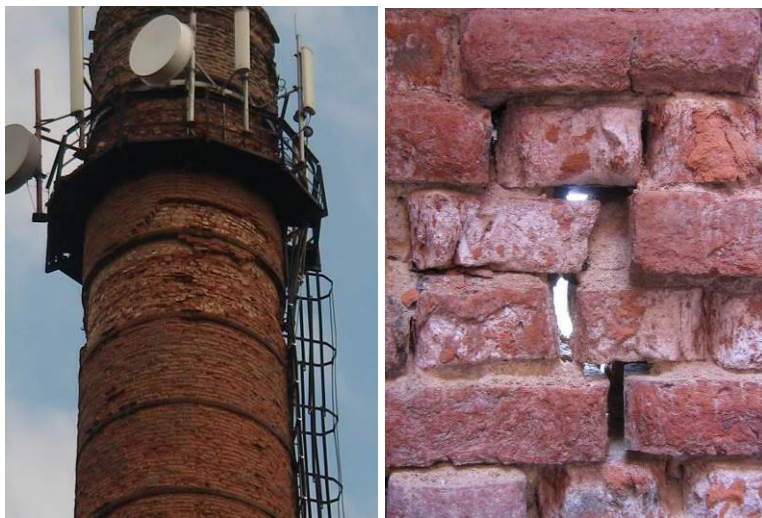


Рис. 1. Характерные дефекты кирпичных труб

К недостаткам проектирования следует отнести:

- несоответствие технических характеристик дымовой трубы и подключенных к ней котлов, в результате чего в стволе дымовой

трубы образуется избыточное давление или конденсат из-за низкой температуры дымовых газов;

- использование в конструкциях дымовых труб строительных материалов и составов, не обладающих достаточной стойкостью к агрессивному воздействию дымовых газов, образующихся при сжигании топлива с высоким содержанием сернистых соединений, например мазута.

К недостаткам строительства следует отнести:

- отступление от проектных требований и нарушение технологии производства;
- некачественное выполнение бетонных и футеровочных работ;
- несоблюдение требований по обеспечению прочности и морозостойкости бетона ствола;
- нарушение схемы вентиляции воздушного зазора.

Основными недостатками эксплуатации дымовых труб являются их несвоевременные профилактические ремонты и реконструкция при изменении режима работы дымовых труб при переводе их на сжигание другого вида топлива (в случае, если ствол выполнен из неапатостойких материалов).

Выводы:

Для обеспечения длительной и надежной работы промышленных дымовых труб необходимо осуществлять следующие основные мероприятия:

1. Строго соблюдать предусмотренные проектом температурно-влажностные режимы эксплуатации трубы.
2. Организовать мониторинг за появлением конденсата во внутренней части трубе, а также на наружной поверхности.
3. При изменении условий эксплуатации дымовых труб (замена вида сжигаемого топлива, что нередко практикуется на многих котельных в настоящее время) необходимо выполнять поверочные расчеты.
4. Периодически, (не реже 1 раза в 5 лет) осуществлять отбор проб футеровки, а при необходимости и несущего ствола, для определения степени их сульфатизации и разрушений, а также для установления изменения прочностных характеристик несущих конструкций.

ЛИТЕРАТУРА

1. ТП 907-2-207. Труба дымовая кирпичная (H=45 м, d_о=1,5м) с подземным примыканием газоходов для котельных установок. Альбомы 1 и 2. Ввод в действие 05.05.1978 г
2. Шпайдель К. Диффузия и конденсация водяного пара в ограждающих конструкциях (Пер. с нем. В.Г.Бердичевского. Под ред. А.Н.Мазалова). М.:СИ, 1985.- 48 с.

УДК 69. 059(476)

ИССЛЕДОВАНИЕ ЖИЛЫХ ДОМОВ, РАСПОЛОЖЕННЫХ НА ПОДРАБАТЫВАЕМЫХ ТЕРРИТОРИЯХ В СОЛИГОРСКОМ РАЙОНЕ

БОСОВЕЦ Ф.П., ЛОВЫГИН А.Н.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

По просьбе сотрудников УКСа ООО «Горняк» были обследованы одноэтажные многоквартирные жилые дома из ячеистых бетонов в агрогородке Жабин по улице Победы в Солигорском районе Минской области. Все дома поселка Жабин расположены на подрабатываемых территориях рудоуправления №2 ОАО «Беларуськалий». Большинство домов было смонтировано в 2007 году, а с 2010 года по несущим и самонесущим стенам стали развиваться сквозные вертикальные и горизонтальные трещины. По конструктивной схеме все дома с продольными внутренними и наружными стенами, без подвалов, но с чердачной крышей. В качестве чердачного перекрытия использованы многпустотные плиты длиной 3,6м шириной 1,2 и 1,5м безопалубочного формования. По объемно-планировочному решению дома типовые, прямоугольного очертания в плане с размерами по разбивочным осям 7,75x10,0м, высота этажа 3,6м. Каждый жилой дом представляет собой 3-х комнатную квартиру с кухней, коридорами, санузлом, котельной и ванной.

Несущие стены наружные располагаются по осям «А» и «В», внутренняя по оси «Б». Наружные стены выполнены из ячеистых