

УДК 69.059.2

В.И.ПЕТРОВ, С.Н.ЯРОВОЙ, кандидаты техн. наук

КП "Харьковский ПромстройНИИпроект"

Ю.Н.ЯРОВОЙ, канд. техн. наук

Харьковский государственный технический университет
строительства и архитектуры

К ОПЫТУ ОБСЛЕДОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ДЫМОВЫХ И ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ ТРУБ

Обобщен опыт обследования промышленных дымовых и вентиляционных труб теплоэлектроцентралей, металлургических и нефтеперерабатывающих заводов, приведен анализ техногенных и природно-климатических воздействий при их длительной эксплуатации. Определены причины, приводящие к выходу из строя труб и даны рекомендации для проектирования по увеличению их долговечности.

В статье обобщен опыт, накопленный в ходе обследований дымовых и вентиляционных труб, проведенных в период с 1995 по 2001 годы, расположенных в различных районах России и Украины.

Проведены обследования более 50 дымовых и вентиляционных труб, что позволяет с высокой степенью достоверности сделать выводы по характерным дефектам и повреждениям труб и разработать рекомендации по обеспечению их дальнейшей нормальной эксплуатации.

В данной статье будут рассмотрены результаты обследования кирпичных и железобетонных труб Таганрогского металлургического завода ОАО «Тагмет» (г.Таганрог, Ростовская обл.), кирпичных труб ОАО «Норси» (г.Кстово, Нижегородская обл.), железобетонных труб АО «Сумские тепловые сети» (г.Сумы, Украина), металлических башен вентиляционных труб на ОАО «Воскресенские минеральные удобрения» (г.Воскресенск, Московская обл.).

1. Кирпичные дымовые трубы

На Таганрогском металлургическом заводе ОАО «Тагмет» были обследованы 4 трубы мартеновского цеха, 2 трубы трубопрокатного цеха № 1, 4 трубы трубопрокатного цеха № 2, 3 трубы трубосварочного цеха № 2, 1 труба трубосварочного цеха № 4, 2 трубы литейного цеха.

Трубы мартеновского цеха печей № 6 и № 7 (высотой 60 м), трубопрокатного цеха № 1 слитконагревательных печей № 1 и № 2 (высотой 35м и 45м) построены в 1933 году по проектам, разработанным немецкими проектными организациями. Первоначально трубы мартеновского цеха печей № 6 и № 7 были запроектированы меньшей высоты, но в процессе эксплуатации с увеличением мощности мартеновских печей были наращены до высоты 60 м. При этом футеровка труб

была выполнена на высоту 30 м. Температура отводимых газов от 550 до 750 °С.

По проекту кладка труб выполнена из глиняного кирпича пластического прессования марки М 75 на сложном растворе марки М 50. На протяжении всего срока трубы эксплуатировались в тяжелом режиме, особенно в 70 – 80 годы прошлого века, когда были случаи «хлопков» в дымовых трубах (сгорания газа в трубе). В 90-е годы происходили частые остановки мартеновских печей. В ходе разогревов труб не всегда выдерживались технологические требования по разогреву, что приводило к возникновению значительных температурных напряжений в кладке ствола трубы и образованию вертикальных трещин. При обследовании труб мартеновских печей №6 и №7 в 1997 году были выявлены значительные дефекты и повреждения, полученные за 60 лет эксплуатации. Прочность раствора кладки ствола труб значительно снизилась (около марки М 10), швы кладки выветрены на глубину до 100 мм, в кладке ствола выявлены многочисленные вертикальные трещины (шириной раскрытия до 5 мм), болты замков стяжных колец ослаблены, стяжные кольца прокорродировали. По середине дымовых труб выявлены участки кладки с сеткой вертикальных и горизонтальных трещин и выпучиванием кирпичей из плоскости трубы. Кирпичи из кладки можно было вытянуть руками.

Наличие указанных дефектов и повреждений привело трубы в неработоспособное состояние, и возникла опасность потери несущей способности в целом. Трубы были выведены из эксплуатации и разобраны.

100-метровые кирпичные дымовые трубы мартеновского цеха печей №5 и №8 эксплуатируются более 30 лет. В трубах выявлены вертикальные трещины температурного характера шириной раскрытия 1-3 мм. Трещины имеют стабилизированный характер. Болты замков стяжных колец периодически подтягиваются, трещины зачеканиваются цементным раствором. Прочность кирпича и раствора соответствует проектной. В местах, где швы выветрены на 20 мм, ствол трубы оштукатурен цементным раствором. За креном труб и осадкой фундамента за последние 20 лет ведется постоянное наблюдение. С момента начала наблюдения и до настоящего времени отклонение от вертикали ствола трубы печи №5 постоянно превышает предельно допустимое по нормативным требованиям (в 1,2-1,5 раза). Нарастание отклонений не происходит и не происходит неравномерной осадки фундамента. Расчет на устойчивость трубы показал, что существующие отклонения значительно меньше отклонений, при которых возникнут растягивающие напряжения в кладке и возникнет опасность обрушения тру-

бы.

Дымовые трубы слиткоагрегаторных печей №1 и №2 трубопрокатного цеха №1 эксплуатируются около 70 лет. Температура отводимых газов около 550⁰С. При обследовании трубы высотой 35 м слиткоагрегаторной печи №1 также выявлена низкая прочность раствора (марка М 10 – М 20). В верхней части трубы выявлена сетка вертикальных и горизонтальных трещин, шириной раскрытия до 3 мм. Нарушена монолитность кладки и при простукивании кирпичи работают каждый по отдельности. Швы в кладке были выветрены на глубину до 50 мм. По результатам обследования установлено, что труба находится в ограниченно работоспособном состоянии и ее рекомендовано вывести из эксплуатации.

Прочность раствора дымовой трубы высотой 45 м слиткоагрегаторной печи №2 трубопрокатного цеха №1 около марки М 40. В трубе выявлены вертикальные трещины температурного характера шириной раскрытия 1-2 мм. Трещины имеют стабилизированный характер. Болты стяжных колец затянуты, несколько рядов кладки оголовка трубы переложены и устроен цементный отлив. Невзирая на длительный срок эксплуатации и наличие отклонений от вертикали, несколько превышающих предельно допустимые по нормативным требованиям (отклонения не нарастают и значительно меньше опасных для устойчивости), конструкция трубы работоспособна и пригодна к дальнейшей эксплуатации.

Остальные обследуемые трубы Таганрогского металлургического завода эксплуатируются 30-40 лет и находятся в работоспособном состоянии. Характерными дефектами и повреждениями на этих трубах являются вертикальные трещины температурного характера, выветривание швов на глубину до 20 мм в верхних частях труб, ослабление затяжки болтов замков стяжных колец, разрушение цементного отлива на оголовке трубы. Трубы ремонтнопригодны и пригодны к дальнейшей эксплуатации.

В целом необходимо отметить, что для труб эксплуатируемых на побережье Азовского моря с постоянными ветрами, выветривание раствора швов и активная коррозия стяжных колец, лестниц, молниеприемников является характерной особенностью данного региона.

Анализируя результаты обследования кирпичных дымовых труб, установлено, что кладка труб постройки 70-х годов претерпела значительно меньше повреждений, чем кладка труб постройки 30-50-х годов и одной из главных причин, приведшей к снижению скорости развития повреждений кладки являлось использование растворов высоких марок.

Срок эксплуатации кирпичных дымовых труб около 100 лет. При проектировании необходимо принимать такие материалы и технические решения, которые обеспечат заданную долговечность. Исходя из опыта эксплуатации и обследования труб можно сделать вывод, что при проектировании необходимо принимать марку раствора для кладки ствола трубы более высокую (марку М75 и выше). Более высокая марка раствора (при циклическом размораживании, выветривании и температурных воздействиях) обеспечит большую долговечность кладки.

Также целесообразно устраивать металлический отлив на оголовках труб вместо отлива из цементного раствора, который обычно разрушается за 5-8 лет.

2. Железобетонные дымовые трубы

В ходе обследований дымовых монолитных железобетонных труб (труба ПТВМ высотой 120 м, ОАО «Тагмет»; труба №2 высотой 100 м, ОАО «Сумские тепловые сети») выявлены дефекты и повреждения технологических стыков бетонирования. Микротрещины технологических стыков являются точками на поверхности стволов, где происходит образование наледей. Процесс образования наледей на стволах труб (труба №2 АО «Сумские тепловые сети») происходит особенно активно при отводе газов, температура которых соответствует нижнему допустимому пределу.

Особое внимание при эксплуатации железобетонных труб должно уделяться герметичности дымового тракта (предохранительные клапана, шаберы, заслонки), исключаящей поступления в трубу наружного воздуха с влажностью выше и температурой ниже проектных значений.

Проникновение в трубу наружного воздуха приводит к увлажнению внутренних поверхностей футеровок, увлажнению теплоизоляции и снижению ее теплоизоляционных свойств на величину до 40%.

Изменения теплоизоляционных свойств футеровки резко ужесточает режимы температурных воздействий на ствол трубы. Одной из наиболее сложных технических задач при обследовании труб является обследование и оценка эксплуатационных свойств футеровок. Обследование футеров производится при отключении трубы. Верхняя часть футеровки обследуется с обреза трубы.

Обследование футеровки нижней части трубы производится из зольника. Наибольшее число дефектов и повреждений футеровок расположено в верхней части трубы (10-15 м) и в зоне подхода боровов в ствол трубы (в зольнике).

3. Металлоконструкции башен вентиляционных труб

За последние четыре года выполнено обследование 7 металлических башен вентиляционных труб высотой от 60 м до 180 м на ОАО «Воскресенские минеральные удобрения» в г. Воскресенске.

Башни эксплуатировались на момент обследования более 25 лет.

Наиболее характерными повреждениями металлоконструкций башен является их коррозионный износ. Степень износа конструкций по высоте существенно изменяется. Наиболее активный износ наблюдается в конструкциях на высоте 10-30 м. В конструкциях, расположенных на отметке выше 60 м, коррозионный износ незначителен (не более 5%).

Наиболее эффективным профилем, минимально подверженным коррозии, являются трубчатые элементы. Пояса, раскосы и распорки из уголков, несущие элементы площадок (двутавры, швеллеры) имеют степень коррозионного износа значительно выше, чем трубчатые профили.

Балансиры, установленные на верхних площадках башен, с целью уменьшения величин их горизонтальных перемещений, как правило, в течение первых лет эксплуатации выходят из строя и не выполняют своих функций.

Для увеличения срока эксплуатации необходимо проводить комплексное обследование металлоконструкций и расчет на прочность, устойчивость и выносливость с учетом реального состояния конструкций и количеством циклов нагружения, соответствующим предлагаемому сроку эксплуатации.

Получено 16.05.2002

УДК 624.012.35 : 620.173/174

Д.В. КОЧКАРЬОВ

Рівненський державний університет водного господарства і природокористування

НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМАТИВНИЙ СТАН ПЕРЕРІЗІВ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ЕЛЕМЕНТІВ ПРИ ОСЬОВОМУ СТИСКУ ТА ЗГІНІ У ДВОХ ПЛОЩИНАХ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ЕКСПЕРИМЕНТУ

Розглянуті результати експериментального дослідження косостиснутих колон за змінної спори початкових ексцентриситетів. Досліджено розвиток деформацій бетону і арматури досліджуваних елементів. Наведені графіки деформування матеріалів.

Для вивчення напружено-деформованого стану залізобетонних елементів при осьовому стиску та згині у двох площинах було випробувано 12 триметрових і 9 метрових колон поперечним перерізом 100×160 мм, при трьох різних початкових ексцентриситетах – 1,5; 2;