

4. Заключение. 1. Напряженно-деформированные состояния проушин, установленные аналитическим и численными методами, близки по качественным и количественным показателям, что свидетельствует о достоверности принятых расчетных моделей и о напряженно-деформированном состоянии анкерного устройства в целом.

2. Расчетными критическими напряжениями, предопределяющими несущую способность проушин, являются напряжения σ_1 в ослабленном поперечном сечении на внутренней поверхности отверстия. Коэффициент концентрации напряжений в этой зоне достигает значения 3.4–3.8.

3. Смещение центров отверстия и внешней граничной окружности проушин снижает продольные растягивающие напряжения σ_2 до 25%.

4. Распределение и значения напряжений смятия по площадке контакта цапфа-проушина зависят от значения зазора между отверстием и цапфой, а также допусков на посадку. Регулирование напряжений смятия достигается приваркой к проушинам накладок определенного очертания.

Список цитированных источников

1. СНиП II-23-81*. Стальные конструкции / Госстрой СССР. – ЦИТП Госстроя СССР 1991 – 96 с.

2. ТКП 45-5.04-121-2009(02250) Стальные строительные конструкции. Правила изготовления / Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь.

3. СНиП 3.03.01-87 Несущие и ограждающие конструкции / Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1988. – 192 с.

4. Ковальский, Б.С., Сороковенко Ф.Ф. Расчет проушин / Вестник машиностроения. – 1969. – №10.

УДК 624.072.327

ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ НАДЕЖНОСТЬ ГАЗООТВОДЯЩИХ ТРУБ.

Садох А.В.

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

Введение. Нормативный срок эксплуатации железобетонных и кирпичных дымовых труб составляет 50 лет. Однако в последние годы отмечается резкое повышение количества дымовых труб, пришедших в аварийное состояние. Нестабильный режим эксплуатации и перевод электростанций и котельных на непроектные режимы эксплуатации, имевшие место в последние 15-20 лет привели к ускоренному разрушению конструкций дымовых труб. Фактически уже через 15-30 лет, отдельных – через 5-10 лет, эксплуатации дымовые трубы приходят в аварийно-опасное состояние или, как минимум, требуют капитального ремонта или реконструкции.

Так, кирпичная дымовая труба высотой 60 метров котельной РУП "Узденский ЖКХ" пришла в аварийно-опасное состояние после 16-ти лет эксплуатации, в 2007 году произошло обрушение кирпичной дымовой трубы высотой 75 метров ЧУП "Озерицкий Агро" после 25-ти лет эксплуатации.

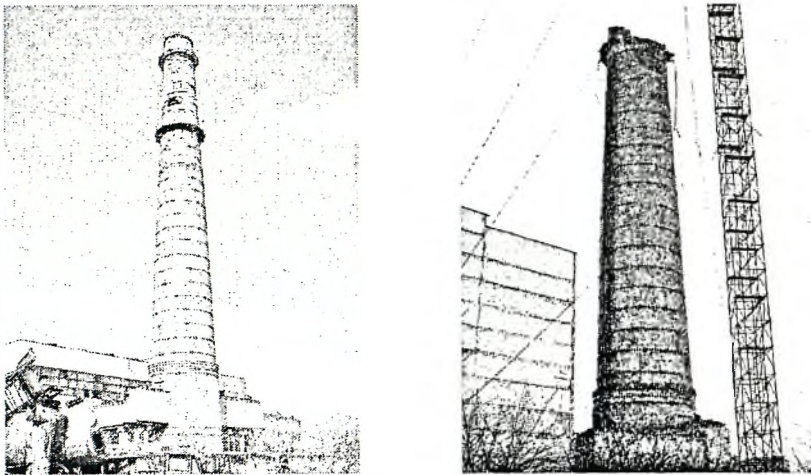


Рисунок 1,2 - Обрушение кирпичной дымовой трубы высотой 75 метров ЧУП «Озерицкий Агро» д.Озерицкая Слобода Смолевичского р-на (до и после обрушения)

Железобетонная дымовая труба высотой 90 метров Белорусской ГРЭС находилась в ограниченно работоспособном состоянии и требовала капитального ремонта после 11-ти лет эксплуатации, дымовые трубы высотой 90 метров котельной Рогачевских тепловых сетей, высотой 120 метров РУП "Гомсельмаш", высотой 90 метров РК-3 Могилевских тепловых сетей, высотой 105 метров Полоцкой ТЭЦ – через 13-15 лет эксплуатации.

Тепловлажностный режим эксплуатации дымовых труб. 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.

Водяной пар дымовых газов имеет большее парциальное давление, чем водяные пары атмосферного воздуха. Вследствие разности парциальных давлений имеет место диффузия водяного пара через ствол дымовой трубы в направлении изнутри наружу. При достижении температуры точки росы водяные пары будут конденсироваться и далее диффундировать уже в виде жидкости. При достаточно низких температурах наружного воздуха влага в порах стенки переходит в твердое состояние. В результате многократных циклов замораживания-размораживания даже в течение одного сезона наружные

слои кирпичной кладки или железобетона интенсивно теряют механическую прочность и разрушаются. В случае, когда конденсация водяных паров дымовых газов происходит уже на внутренней поверхности трубы, механизм диффузии водяных паров частично заменяется на процесс капиллярного движения влаги в направлении наружной поверхности. И этот процесс насыщает материал ствола и теплоизоляции влагой.

Основными способами капитального ремонта кирпичных и железобетонных дымовых труб в настоящее время является замена футеровки и теплоизоляции согласно проекту или восстановление поврежденной в процессе эксплуатации тепловой изоляции из минеральной ваты при помощи сухой теплоизоляционной смеси из легкого керамзитового гравия и торкретированием внутренней поверхности футеровки кислотоупорным раствором.

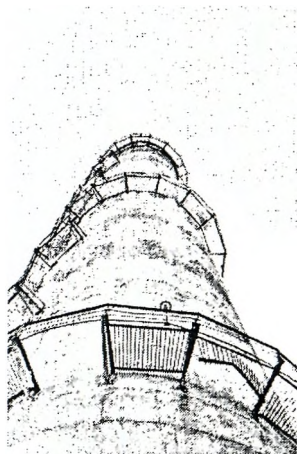


Рисунок 3 - Железобетонная дымовая труба высотой 120 м РУП "Гомсельмаш".
Фильтрация конденсата с образованием наледей

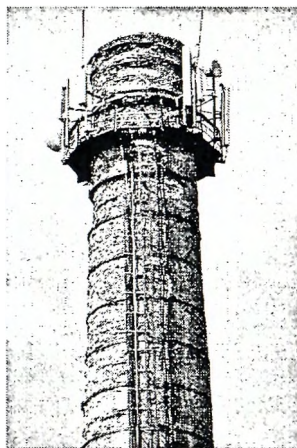


Рисунок 4 - Кирпичная дымовая труба высотой 60 м РУП "Узденское ЖКХ".
Разрушение кладки "размораживанием"

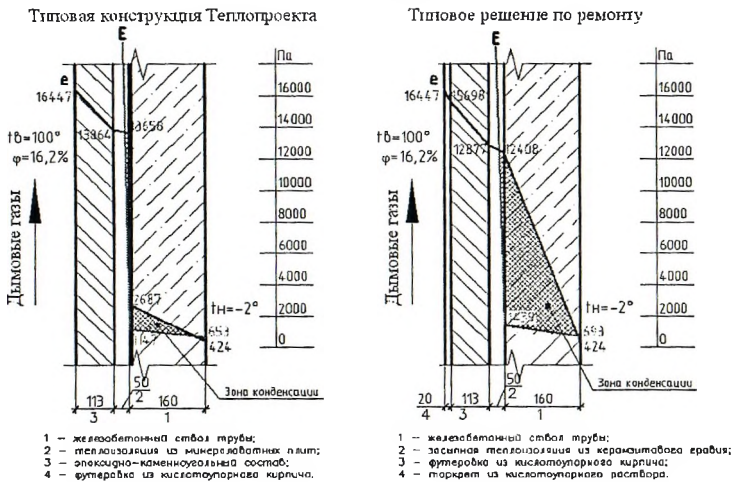
Для оценки работы ограждающих конструкций дымовых труб выполнен тепловлажностный расчет по определению требуемого сопротивления паропрооницанию для различных диапазонов температур (80-120°C) и нагрузок (при скорости эвакуируемых дымовых газов в устье трубы - 2,4-10,0 м/с). Тепловой расчет выполнен согласно [1]. Для расчета выбрана железобетонная дымовая труба высотой 90 м диаметром устья 3,6 м по типовому проекту [2] и кирпичная высотой 60 м диаметром устья 3,0 м по типовому проекту [3].

Расчетом выполнена оценка типовых решений по ремонту дымовых труб.

Согласно оценочным расчетам ограждающие конструкции дымовых труб не отвечают требованиям [4] по сопротивлению паропрооницанию. Значение сопротивления паропрооницанию ограждающей конструкции в пределах от

внутренней поверхности до плоскости возможной конденсации значительно меньше требуемого, причем в зону возможной конденсации попадает и теплоизоляция, что и является одной из причин ее непродолжительной эксплуатации. Причем существующие типовые решения по ремонту дымовых труб также не удовлетворяют требованиям [4] по сопряжению паропроницаемости. Ниже представлен фрагмент выполненных расчетов.

Железобетонная дымовая труба Н=90м, Ду=3,6м



Кирпичная дымовая труба Н=60м, Ду=3,0м

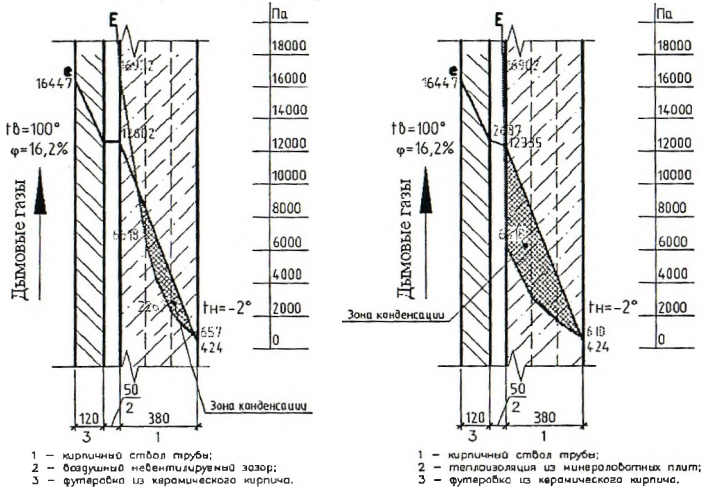


Рисунок 5 - Кривые парциального давления "е" и максимального парциального давления "Е" водяного пара.

Заключение. Основное требование, предъявляемое в настоящее время к строительству и реконструкции высоких дымовых труб, - их долговечность – достигается полной изоляцией несущих конструкций от соприкосновения с агрессивными по отношению к бетону или кладке дымовыми газами. Конструктивно это обеспечивается размещением внутри железобетонной или кирпичной оболочки газоотводящих стволов из газоплотных материалов, таких как малолуглеродистые и низколегированные стали, титан, полимерные композиционные материалы. Только при такой конструкции можно достичь требуемой долговечности эксплуатируемых дымовых труб.

Список цитированных источников

1. Стриха, И.И., Жученко, Е.А., Алешенко, Л.В. Методические указания по теплоаэродинамическому расчету дымовых труб с прижимной футеровкой и с вентзазором. РД РБ 09 110.20.520-02. – Мн.: РУП «БЕЛТЭИ», 2002.
2. Ствол трубы дымовой железобетонной Н=90 м $d_o=3,6$ м. ТП 907-2-178. ВНИПИ «Теплопроект» – Ленинград, 1975.
3. Труба дымовая кирпичная Н – 60 м $d_o – 3,0$ м с надземным примыканием газоходов для котельных установок. ТП 907-2-216. ВНИПИ «Теплопроект» – Ленинград, 1978.
4. ТКП 45-2.04-43-2006. Строительная теплотехника.

УДК 624.072.327

БОЛЬШЕПРОЛЕТНОЕ ВАНТОВОЕ ПОКРЫТИЕ СПОРТИВНО-ЗРЕЛИЩНОЙ АРЕНЫ КОМПЛЕКСА «МИНСК-АРЕНА»

Башкевич И.В.

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

Березовский С.Л.

«Белгоспроект», г. Минск

Введение. Висячие покрытия являются одной из наиболее перспективных конструктивных форм для перекрытия сооружений больших пролетов. Этому способствует ряд преимуществ висячих покрытий перед традиционными жесткими формами. Такие конструкции работают на растяжение, что позволяет наиболее полно использовать высокопрочный материал. Висячие покрытия позволяют предельно уменьшить строительную высоту и сократить отапливаемый объем здания.

Конструктивное решение. Многофункциональная спортивно-зрелищная арена цилиндрического объема на 15000 зрителей комплекса «Минск-Арена» рассчитана на проведение соревнований и учебно-тренировочного процесса по более чем 25 видам спорта, а также концертов, эстрадно-цирковых шоу.