



ОСОБЕННОСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ПОСЛЕ АВАРИЙ И ОБРУШЕНИЙ. ОПЫТ НПО «ДИСКРЕТ» ПО ИХ ЛИКВИДАЦИИ И ВОССТАНОВЛЕНИЮ МЕТОДОМ ПРОМЫШЛЕННОГО АЛЬПИНИЗМА

Ю.Н.БЛИНОВ, Л.А.ХРИПУН,

ООО НПО «Дискрет». 25006, г. Кировоград, ул. Дзержинского, 79/47. E-mail: nnpodiscret@email.com

Рассмотрены особенности обследования аварийных дымовых труб, а также случаи их обрушения, на основе инженерного анализа, поверочных расчетов и тщательного изучения материалов обследований на примерах применения методов неразрушающего контроля и промышленного альпинизма. Показано, что значительная часть дымовых труб в Украине эксплуатируется при наличии дефектов и повреждений, большинство из которых достигает критических значений и требуют капитального ремонта, частичного усиления, замены несущих конструкций и даже полного демонтажа. Проанализировано, что аварийное обрушение кирпичных дымовых труб является результатом длительного воздействия в сочетании таких факторов, как: неполный режим работы котлов, способствующий образованию конденсата внутри трубы; сверхнормативные крены и изгибы стволов; образование наледей, и, как результат, локальные разрушения и выветривание швов кладки; несоответствие характеристик прочности конструкционных материалов труб нормативным и проектным требованиям; грубое нарушение технологии производства ранее выполненных работ. Несвоевременное выявление аварийно-опасных участков с дефектами кладки приводит к авариям и аварийным обрушениям с тяжелыми последствиями. Установлено, что сочетание методов промышленного альпинизма и тепловизионного метода контроля дымовых труб позволяет проводить более качественную и оперативную инспекцию без прекращения или при кратковременных остановках их работы. Библиогр. 7, рис. 7.

Ключевые слова: аварийные дымовые трубы, обрушение, повреждение, промышленный альпинизм

Обследование дымовых труб. Дымовые трубы, построенные в 1960–1970 гг., в настоящее время практически полностью исчерпали свои ресурсы, что зачастую приводит к их обрушению (рис. 1, а) [1]. НПО «Дискрет» при обследовании труб выполняет инженерный анализ методом конечных элементов и расчеты по прочности дымовых труб с учетом фактически выявленных дефектов и деформаций, используя новейшие программные комплексы. В результате поверочных статических расчетов нами определяются напряжения и деформации труб, результаты которых

учитываются при проектировании ремонтно-восстановительных работ (рис. 1, б).

Основными причинами обрушения стволов кирпичных дымовых труб являются (рис. 2–6):

– неполный режим работы котлов, который способствует образованию конденсата внутри трубы, из-за того кирпич трубы эксплуатируется в режиме «намокание–замерзание–оттаивание» циклично, что и приводит к его разрушению вследствие морозной деструкции;

– наличие сверхнормативных кренов верха труб и изгибов стволов относительно вертикали;

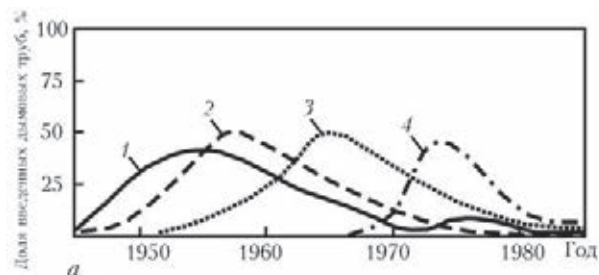


Рис. 1. График эксплуатации труб – а: 1 – кирпичных, 2 – железобетонных с футеровкой из глиняного кирпича, 3 – железобетонных с футеровкой из кислотоупорного кирпича, 4 – с противодавлением; б – результаты поверочного расчета по прочности кирпичной дымовой трубы высотой 30 м (изограммы напряжений и деформаций) методом конечных перемещений

© Ю. Н. Блинов, Л. А. Хрипун, 2013

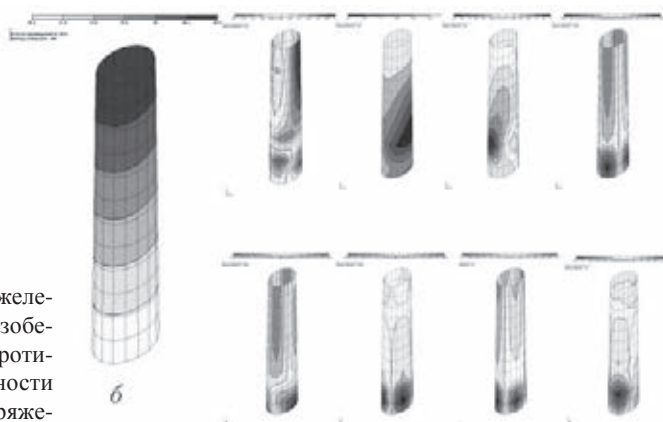




Рис. 2. Аварийное обрушение верхней части кирпичной дымовой трубы высотой 80 м, техническое обследование уцелевших конструкций на отметке +49 м и организация безопасной работы при ликвидации последствий обрушения с помощью стрелового автомобильного крана грузоподъемностью 120 т методом промышленного альпинизма (а); фрагмент дефектного аварийно-опасного участка кирпичной кладки объемом около 15 м³ на отметке +49 м (б); обследование аварийных участков экспертами-верхолазами (в, г)

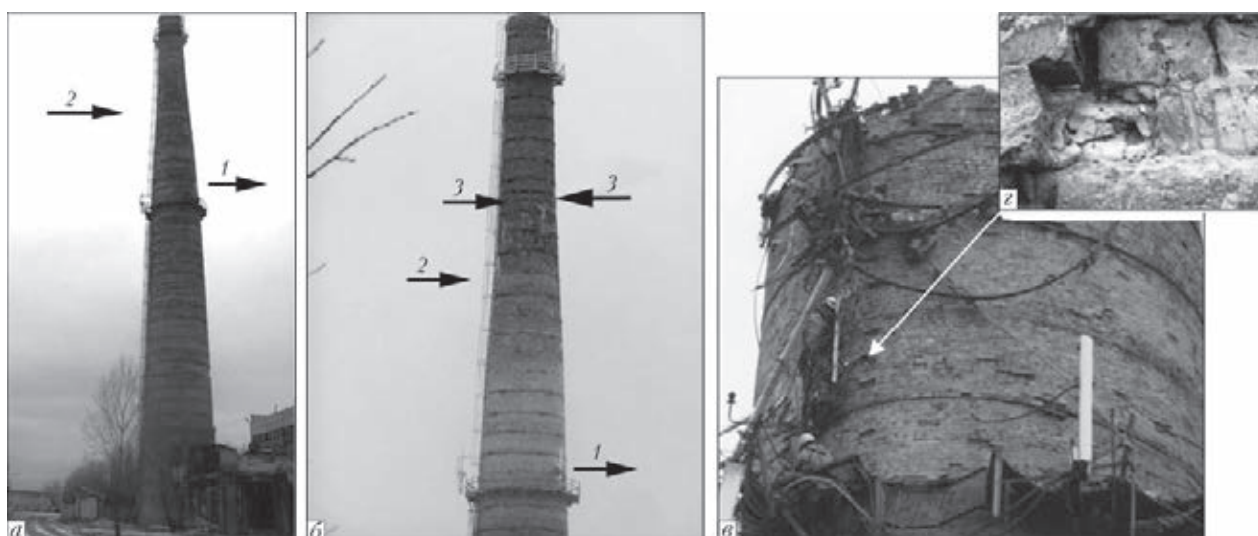


Рис. 3. Основные факторы, действовавшие на ствол кирпичной трубы до обрушения и ставшие причинами обрушения: отклонение оси ствола от вертикали (крен) на отметке +45 м (1) составляет 220 мм (для труб высотой до 100 м допускается 0,002 высоты, но не более 150 мм*), изгиб ствола относительно вертикали (2) (а); образование наледей (3) на кирпичной кладке в верхней части ствола вследствие эксплуатации при неполном режиме работы котлов (б); во время обследования – стрелкой обозначены места увлажнения и массового разрушения (выпадения) кирпича из кладки (в, г)

– грубые нарушения технологии производства работ (отсутствие перевязки швов при кладке ствола и др.);

– несоответствие характеристик прочности

конструкционных материалов отдельных мест конструкций нормативным и проектным требованиям.

Дефекты стволов труб и их футеровок часто бы-

*Для труб высотой более 100 м допускается 0,0015 высоты, но не более 200 мм.

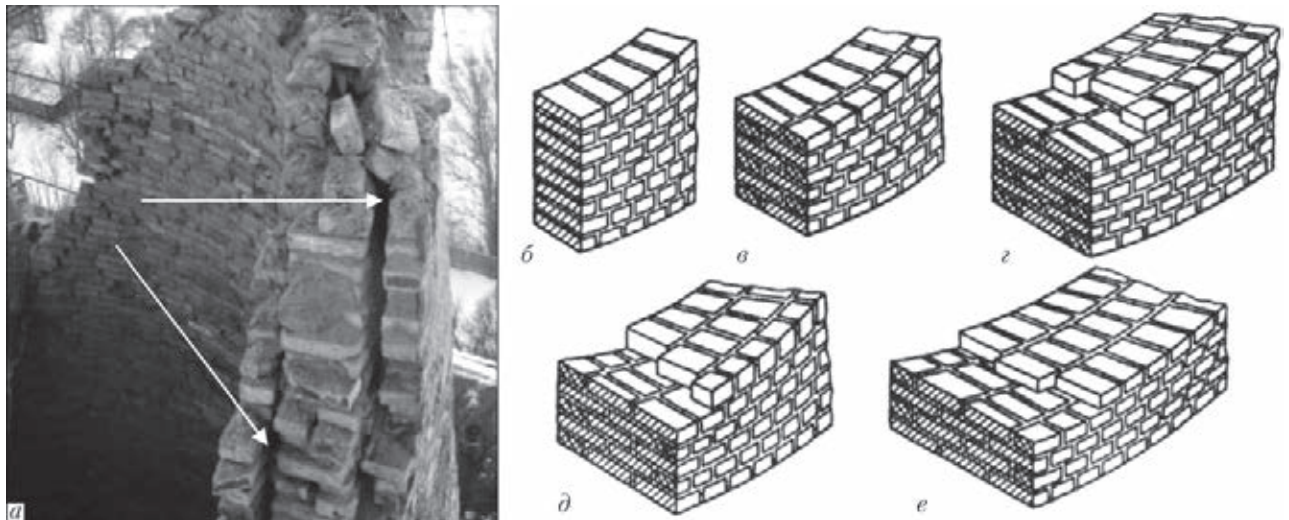


Рис. 4. Дефекты кладки на отметке +45 м – результат грубого нарушения технологии производства работ (отсутствие перевязки рабочих швов кладки в наружных слоях и, как следствие, попадание конденсата и атмосферных осадков в образовавшиеся зазоры с последующим разрушением от морозной деструкции (а); нормативные способы перевязки швов при кладке участков ствола кирпичной дымовой трубы: б – толщиной в один кирпич; в – полтора кирпича; з – два кирпича; д – два с половиной кирпича; е – три кирпича (вертикальные кольцевые швы должны быть перевязаны на 1/2 кирпича, радиальные – на 1/4 к. [2])

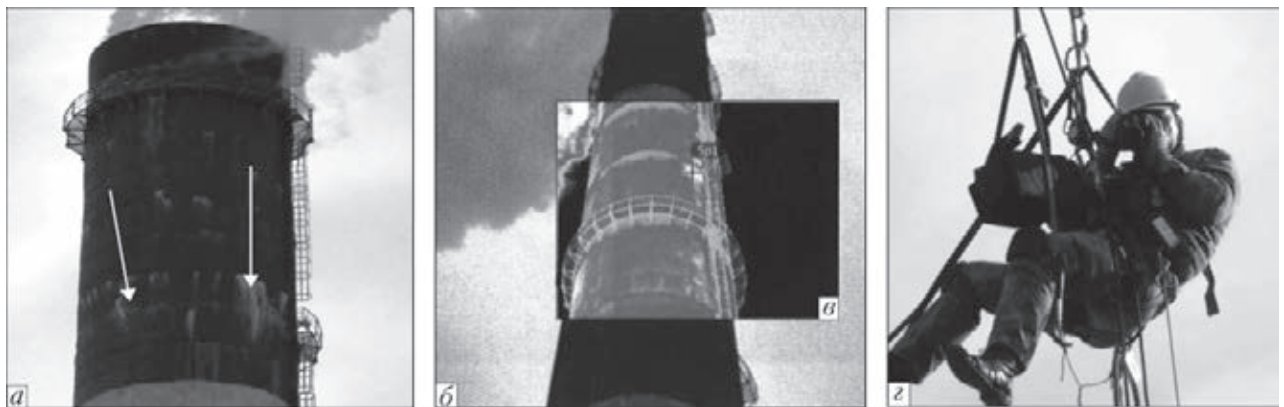


Рис. 5. Дефекты и повреждения наружной поверхности железобетонной дымовой трубы высотой 180 м: образование наледей (обозначены стрелками) вокруг некачественно выполненных рабочих швов бетонирования с отметкой +145 м до отметки +180 м (а); определение мест протечек и образования конденсата с помощью тепловизионного метода контроля (б); термограмма (в) – на ИК-изображении зафиксированы участки повышенных теплопотерь через ограждающие конструкции. Зоны дефектных (с пустотами и полостями) участков рабочих швов трубы соответствуют по высоте трещинам во внутренней футеровке (рис. б), что приводит к конденсации влаги и последующей морозной деструкции бетона; применение метода промышленного альпинизма при обследовании ствола трубы (з)

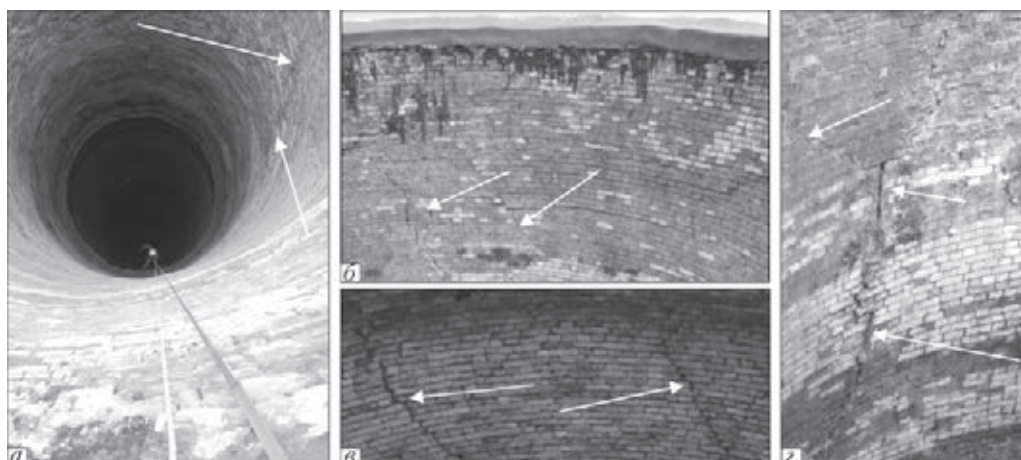


Рис. 6. Дефекты и повреждения внутренней кирпичной футеровки железобетонной дымовой трубы высотой 180000 м: техническое обследование экспертами-верхолазами внутренней части дымовой трубы (а); сквозные наклонные трещины в футеровке на отметке +173 500 м (обозначены стрелками) (б); сквозные трещины в футеровке на отметке +160 500 м (в); фрагмент разрушения футеровки (з)



Рис. 6. Дефекты и повреждения (обрушения) плиточной облицовки фасада здания высотой 50 м (а); применение метода промышленного альпинизма при обследовании облицовки фасада (б)

вают скрытыми и очень сложными для обнаружения. Применение тепловизионного метода контроля на первом этапе обследования в сочетании с промышленным альпинизмом показало их совместную эффективность при контроле труб.

Обследование облицовки фасадов зданий. Отслоение облицовки (например, плиточной) от стен (рис. 7) приводит к образованию воздушной прослойки между стеной и облицовкой. Это приводит к изменению теплопроводности на данном участке, что может быть определено при помощи тепловизора методом термографии. Сочетание термографии с традиционными методами (простукиванием, ударно-импульсной дефектоскопией и др.) позволяет повысить информативность и достоверность данных о состоянии облицовки, ограничивая влияние человеческого фактора.

Features of examination of flues in critical condition, as well as cases of their collapse, based on engineering analysis, confirmatory calculations and thorough study of examination materials in the cases of application of NDT and industrial alpinism methods. It is shown that emergency collapse of brick flues is the result of long-term impact at combination of such factors as non-full mode of boiler operation, promoting condensate formation inside the pipe; supernormative lists and bends of the barrel; icing; and, as a result, local fracture and erosion of brick joints; lack of compliance of strength properties of pipe material to normative and project requirements, gross violation of the technology of performance of earlier operations. Untimely detection of unsafe sections with brickwork defects leads to accidents and emergency collapses with grave consequences. It is established that the combination of industrial alpinism and thermal vision methods of flue testing allows performance of a more sound and fast inspection without stopping or with short-time stopping of their operation. 7 References, 7 Figures.

Keywords: unsafe flues, collapse, damage, industrial alpinism

Выводы

Сочетание методов промышленного альпинизма и тепловизионного метода позволяет проводить более качественную и оперативную инспекцию дымовых труб без прекращения или при кратковременных остановках их работы.

Использование термографии вместе с другими методами исследования – простукивания, ударно-импульсной дефектоскопии при обследовании облицовки фасадов зданий и последующая обработка результатов в графической среде с отображением на карте дефектов позволяют повысить информативность и достоверность полученных данных.

Предаварийное состояние множества участков облицовки фасадов зданий в жилой зоне городов является угрозой для находящихся в зоне обрушения. Своевременное и достоверное выявление указанных конструкций является актуальным в Украине.

1. *СО 34.21.671*. Рекомендации по повышению надежности дымовых труб ТЭС.
2. *СТО НОСТРОЙ 23-2011*. Промышленные дымовые и вентиляционные трубы. – М.: 2011.
3. *Блинов Ю.Н., Хрипун Л.А.* Особенности технического обследования конструкций высотных зданий и сооружений после длительной эксплуатации в условиях агрессивной среды и опыт НПО «Дискрет» по их восстановлению методом промышленного альпинизма// 20-я Межд. конф. «Современные методы и средства НК и ТД». 1–5 окт. 2012 г., Гурзуф.
4. *Трубі – труба // Кировоградская правда*. – 2013. – 22 янв. (№ 5).
5. *Щоб труби не падали // 21 канал*. – 2012. – 06 дек. (№ 49).
6. *Труба котельні мала колись упасти // Там же*. – 2013. – 24 янв. (№ 4).
7. *Зламано димову трубу неправильно будували // Там же*. – 2013. – 07 дек. (№ 6).

Поступила в редакцию
22.03.2013