

ОСОБЕННОСТИ ОБСЛЕДОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ ВЫСОТНЫХ СООРУЖЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДОВ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЫШЛЕННОГО АЛЬПИНИЗМА. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫМ РАБОТАМ

Ю.Н.БЛИНОВ

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

Рассмотрены особенности обследования металлоконструкций высотных сооружений на примерах применения методов неразрушающего контроля и промышленного альпинизма. Показано, что большая часть высотных ответственных объектов эксплуатируется при наличии дефектов и повреждений, что является угрозой для окружающих. Установлено, что эксплуатируемые пролетные металлоконструкции (фермы и др.) имеют сверхнормативные прогибы и требуют корректировки проектных решений, частичного усиления или замены несущих конструкций. Проанализировано, что скрытая коррозия полых металлоконструкций (в том числе металлических дымовых труб и др.) достигает критических значений (22...74 %) и является одним из наиболее опасных и распространенных видов дефектов. Разработан собственный метод перемещения и безопасного доступа экспертов-верхолазов к дефектным узлам конструкций при их освидетельствовании, отличающийся от традиционных и зарубежных методов (снизу вверх). Применение лазерного оборудования для дистанционного определения сверхнормативных отклонений (прогибов) несущих металлоконструкций каркасов зданий в труднодоступных местах и последующая компьютерная обработка результатов измерений в графической среде позволяют перейти на качественно новый уровень обследований. По результатам инструментального обследования стволов металлических труб установлено, что наиболее опасными с точки зрения повреждения конструкций являются околошовные зоны цагг и ходовых скоб. Библиогр. 3, табл. 2, рис. 11.

Ключевые слова: высотные сооружения, мобильный диагностический комплекс, промышленный альпинизм, пролетные металлоконструкции, сверхнормативные прогибы, скрытая коррозия, ремонтно-восстановительные работы

Обследование металлоконструкций высотных сооружений. Актуальная на данный момент проблема диагностирования высотных объектов и сооружений решается аттестованным персоналом научно-производственного объединения «Дискрет» с помощью методов неразрушающего контроля (НК), а также использования мобильного диагностического комплекса (рис. 1, а).

Комплекс оснащен комплектом оборудования для НК, профессиональным верхолазным снаряжением для промышленного альпинизма, специальными средствами индивидуальной защиты в агрессивной среде, портативными радиостанциями, биноклями, длиннофокусной фото- и видеоаппаратурой, лазерным и геодезическим оборудованием, ноутбуком для обработки данных непосредственно на объекте с возможностью

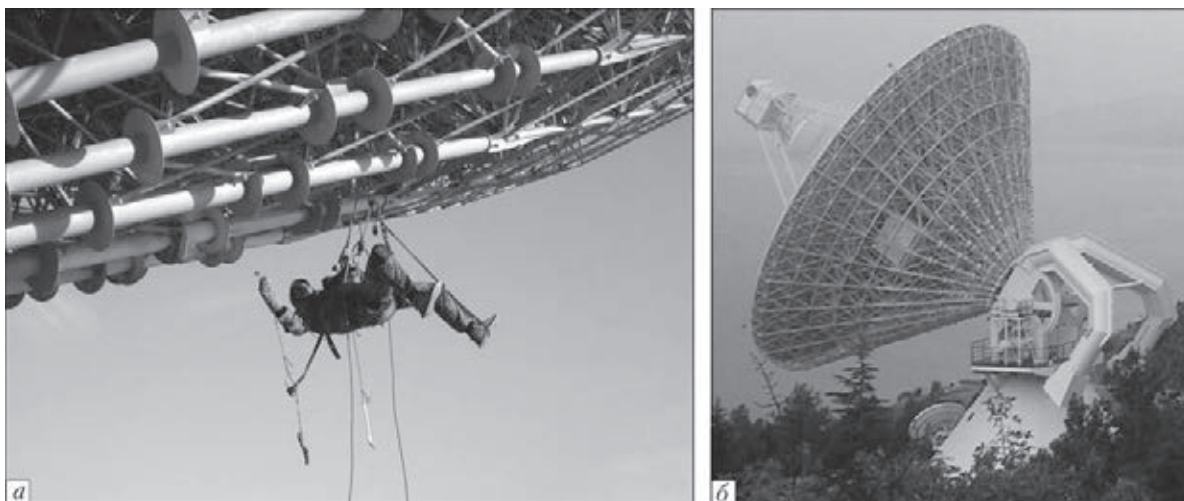


Рис. 1. Обследование металлических конструкций спецсооружения с помощью мобильного диагностического комплекса методом промышленного альпинизма (а) и общий вид сооружения после окончания ремонтно-восстановительных работ (б)

© Ю.Н.Блинов, 2013

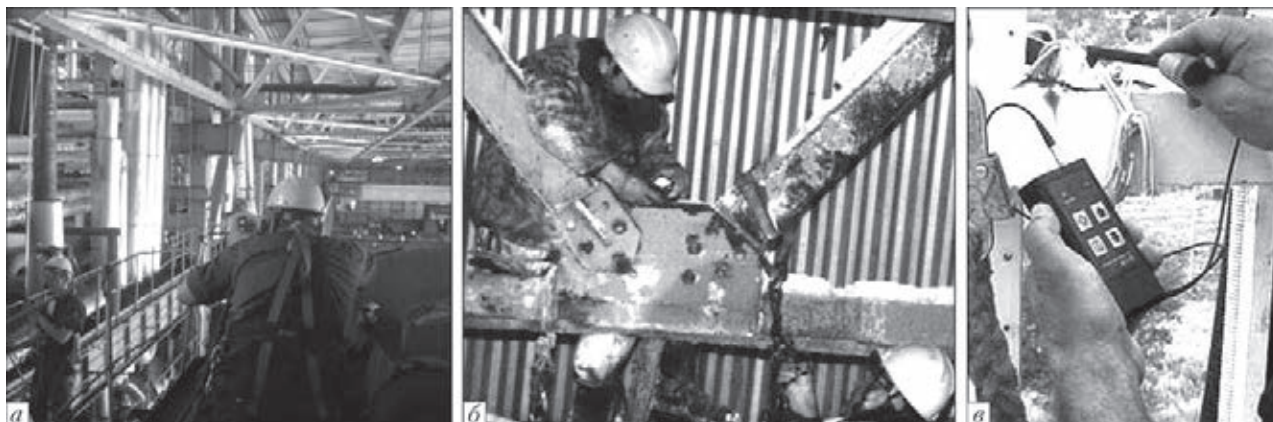


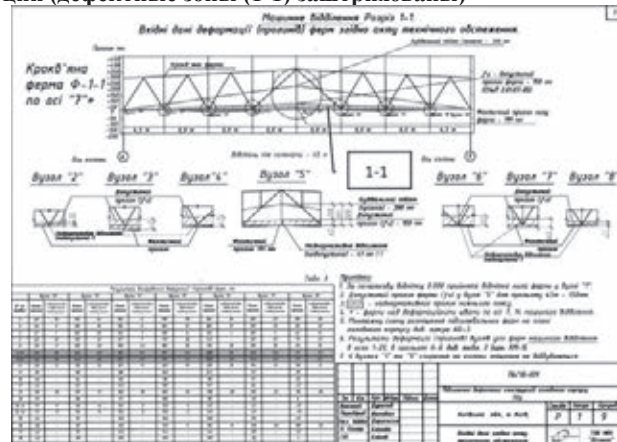
Рис. 2. Техническое обследование металлических конструкций с применением оборудования для НК: лазерного – при обследовании прогибов большепролетных ферм покрытия длиной 45000 м (а); ультразвукового (б); вихретокового (в)

выхода в Интернет, автономным электропитанием.

Нашей компанией разработан собственный метод перемещения и безопасного доступа экспертов-верхолазов к дефектным узлам конструкций при их освидетельствовании, отличающийся от традиционных и зарубежных методов (снизу вверх). Используемая методика промышленного альпинизма отличается мобильностью, компактностью и быстротой в организации рабочего места, когда нет возможности использовать традиционные средства. Применение лазерного оборудования для дистанционного определения сверхнормативных отклонений (прогибов) несущих металлоконструкций каркасов зданий в труднодоступных местах и последующая компьютерная обработка результатов измерений в графической среде, позволяют перейти на качественно новый уровень обследований, а в некоторых случаях обнаруживать грубые нарушения проектов, приводящие к ряду крупных дефектов, которые ранее не могли быть выявлены (рис. 2, а, б). Пример результатов измерений прогибов большепролетных ферм покрытия приведен в табл. 1.

Как видно из представленных в табл. 1 результатов, значения выявленных сверхнормативных

Таблица 1. Результаты геодезических измерений деформаций (прогибов) ферм покрытия: эпюры деформации (дефектные зоны (1-1) заштрихованы)



(недопустимых) деформаций (прогибов) металлических ферм покрытия составляют до 100 мм (!), что не удовлетворяет требованиям действующих нормативных документов [1].

В результате анализа выявленных дефектов и повреждений было установлено, что мероприятия по их устранению можно разделить на следующие две группы: *первая* – мероприятия по ликвидации мест коррозии металлоконструкций, в комплекс которых входят работы по очистке мест коррозии от загрязнений, ржавчины и пыли, обезжиривание поверхностей перед окраской; *вторая* – мероприятия, которые необходимо разработать для устранения деформаций несущих конструкций с привлечением специализированных организаций (при деформировании элементов металлоконструкций необходимо восстановить их в проектное положение или заменить).

К числу наиболее характерных дефектов и повреждений металлоконструкций покрытия зданий и мероприятиях по их усилению относятся дефекты монтажа (рис. 3), сверхнормативные прогибы конструкций (рис. 4), потери сечения конструкций вследствие коррозии (рис. 5), механические деформации элементов конструкций (рис. 6) и др. Все обнаруженные во время обследования отклонения от проектных решений подлежат регистра-



Рис. 3. Дефект монтажа: смещение элементов вертикальных связей в узловой фанонке; отсутствие проектных болтов соединения (1-2) – 3 шт. вместо пяти (предаварийное состояние)



Рис. 4. Сверхнормативный прогиб прогона горизонтальных связей (1-3) составляет 93 мм (обозначен пунктиром)



Рис. 6. Механические деформации (погнутости) элементов горизонтальных связей по нижним поясам стропильных ферм покрытия (1-5)



Рис. 5. Местные утонения металла стенок вертикальных связей из замкнутого коробчатого профиля вследствие внутренней коррозии (1-4) (потеря сечения от проектного значения 22 %)

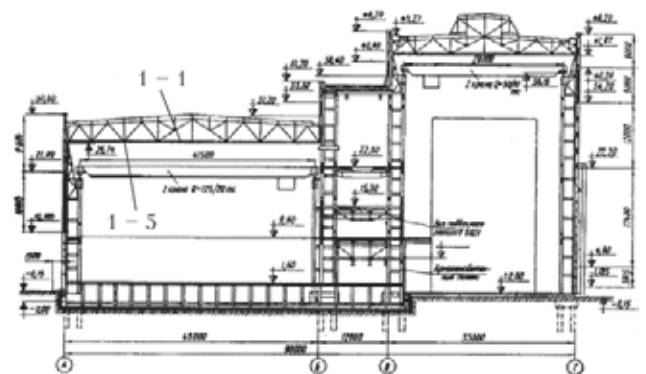


Рис. 7. Пример оформления карты дефектов с обозначением мест их обнаружения и шифров дефектов (1-1, 1-5)

и нанесению на карты дефектов, являющихся неотъемлемой частью технических отчетов и экспертных заключений. На рис. 7 представлен пример оформления карты дефектов.

В связи с выявлением при обследовании сооружений сверхнормативных отклонений (прогибов) несущих пролетных металлоконструкций, а также в связи с превышением действующих снеговых нагрузок над расчетными, согласно данным [1],

выполняются инженерные поверочные расчеты и проектирование усиления поврежденных конструкций [2], а также ведется авторский и технический надзор за строительством. На рис. 8, а представлен пример проектного решения по усилению большепролетных металлических ферм [3]. После выполнения усиления (рис. 8, в) до повторного ввода в эксплуатацию каждый вид конструкций принимается техническим надзором заказчика с участием представителя НПО «Дискрет».

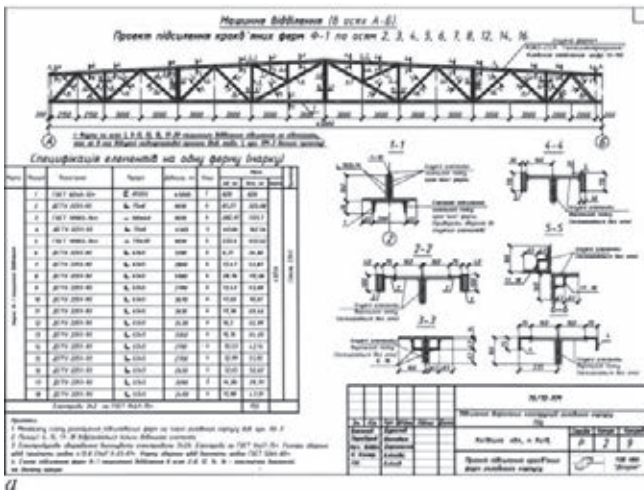


Рис. 8. Усиление дефектных металлических стропильных ферм покрытия пролетом 45000 м: а – проектное решение по усилению конструкций; б – общий вид до усиления; в – во время усиления

Наиболее характерные критически опасные дефекты и повреждения конструкций металлических дымовых труб диаметром 800 мм. По результатам инструментального обследования установлено, что наиболее опасными с точки зрения повреждения конструкций ствола являются околошовные зоны царг и ходовых скоб. Практически во всех зонах термического влияния швов выяв-

лены сквозные коррозионные разрушения ствола и утонения основного металла околошовной зоны до толщины 1,7 мм (при проектной толщине 10 мм).

Измерения толщины элементов, поврежденных коррозией, выполняли с помощью штангенциркуля, а в недоступных местах и элементах замкнутого сечения ультразвуковым толщиномером УТ-31М, не меньше чем в трех сечениях по длине элемента (рис. 9). Результаты испытаний приведены в табл. 2.

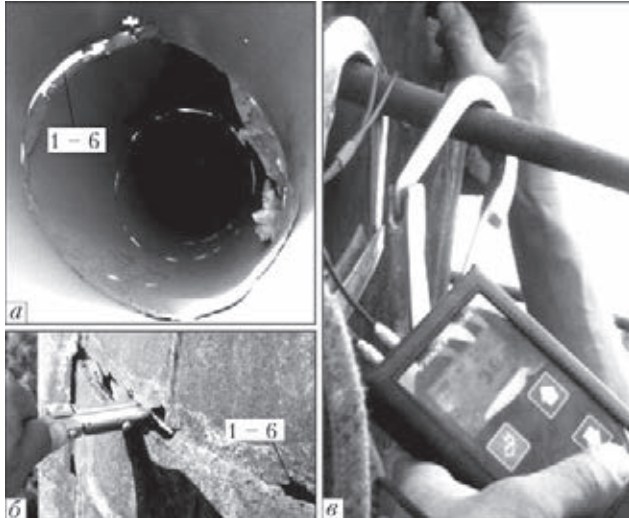


Рис. 9. Сквозное разрушение металла царг ствола в околошовной зоне (1–6): вид трубы изнутри (а); определение остаточной толщины металла стенок (б, в). Коррозионный износ 62 % (аварийно-опасное состояние)

Таблица 2. Пример оформления карты контроля по результатам испытаний по ультразвуковой диагностике ствола трубы.

Имя инспектора по ультразвуковой диагностике элементов конструкции		Имя инспектора по ультразвуковой диагностике элементов конструкции		Имя инспектора по ультразвуковой диагностике элементов конструкции	
№ п/п	Сечение	Глубина дефекта, мм	Диаметр дефекта, мм	Сечение	Глубина дефекта, мм
1	1	10	10	1	10
2	2	10	10	2	10
3	3	10	10	3	10
4	4	10	10	4	10
5	5	10	10	5	10
6	6	10	10	6	10
7	7	10	10	7	10
8	8	10	10	8	10
9	9	10	10	9	10
10	10	10	10	10	10



Рис. 10. Последовательность ремонтно-восстановительных работ аварийной металлической дымовой трубы диаметром 0,8 м, высотой 30 м



Рис. 11. Ремонтно-восстановительные работы спецоборудования: сквозное коррозионное разрушение стенок полых конструкций (1–7) (а); замена поврежденных элементов (б); нанесение защитного покрытия агрегатами безвоздушного распыления (в)

Рекомендации по ликвидации последствий поврежденных металлических конструкций и ремонтно-восстановительным работам

После утверждения рекомендованных мероприятий по исправлению дефектных конструкций высотных зданий и ответственных сооружений строительное подразделение в составе НПО «Дискрет» выполняет ремонтно-восстановительные работы (рис. 10, 11), что позволяет максимально сократить сроки между обнаружением и ликвидацией дефектов. Этому способствует многократное использование в разрабатываемых нами комплексных проектах производства работ (ППР) собственных технологий, конструкторских разработок [2–4], новейших технологических решений и материалов.

Выводы

Анализ данных, полученных нами в ходе экспертных обследований дефектных металлоконструкций ряда ответственных высотных сооружений, показал, что большая их часть эксплуатируется при наличии дефектов и повреждений [4]. При этом скрытая коррозия полых металлических конструкций с уменьшением площади проектного сечения несущих элементов на 22 ... 74 % является одним из наиболее опасных и распространенных видов дефектов.

Качественного восстановления металлических конструкций можно достичь за счет их очистки от коррозии и остатков защитного покрытия комбинированным способом (в сочетании термического и абразивного), а также нанесения новых покрытий агрегатами безвоздушного распыления.

Экспериментально установлено, что пролетные конструкции покрытий (фермы, прогоны, балки и т.д.) имеют сверхнормативные прогибы и требуют

корректировки проектных решений, частичного усиления или замены несущих элементов.

Применение лазерного оборудования и последующая компьютерная обработка результатов полученных измерений прогибов в графической среде позволяет перейти на качественно новый уровень обследований а в ряде случаев обнаруживать грубые нарушения проекта, приводящие к ряду крупных дефектов, которые ранее не могли быть выявлены.

Отсутствие своевременного контроля эксплуатирующими организациями за состоянием собственных высотных металлических сооружений (в том числе методом ультразвуковой толщинометрии), является угрозой для окружающих, так как большинство таких объектов находится в жилой и промышленной зонах городов. Своевременное выявление, демонтаж и оперативное восстановление аварийных конструкций указанных сооружений с помощью неразрушающих методов ультразвукового контроля и промышленного альпинизма являются актуальной задачей в Украине.

Систематизация данных НК, полученных экспертными организациями в ходе обследований, позволит в будущем перейти к техническому мониторингу высотных зданий и сооружений путем качественного прогнозирования остаточного ресурса состояния металлоконструкций.

1. ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження і впливи.
2. НПО «Дискрет». Проект усиления дефектных конструкций главного корпуса ТЭЦ №76/10-АС, КМ.
3. Блинов Ю. Н. Особенности обследования технического состояния металлических конструкций высотных сооружений с помощью методов НК и промышленного альпинизма: Рекомендации по восстановительным работам // 7-я Нац. науч.-техн. конф. и выставка «Неразрушающий контроль и техническая диагностика Ukr NDT-2012». 20–23 ноября 2012 г., Киев.

Features of examination of metal structures of high-rise buildings are considered in the cases of application of methods of nondestructive testing and industrial alpinism. It is shown that the majority of high-rise critical facilities operate in the presence of defects and damage that creates an environmental hazard. It is established that the operating span metal structures (trusses, etc.) have supernormative sagging, and require correction of design solutions, partial reinforcement or replacement of load-carrying structures. Analysis showed that latent corrosion of hollow metal structures (including metal chimneys) reaches critical values (22 – 74%) and is one of the most hazardous and common kinds of defects. A proprietary method was developed for movement and safe access of experts-steeplejacks to defective components of structures at their examination, differing from the traditional and foreign methods (bottom-up). Application of laser equipment for remote determination of supernormative deflections (sagging) of load-carrying metal structures of building frames in difficult-of-access places, and subsequent computer processing of measurement results in a graphical environment allow transition to a new examination level. By the results of instrumental examination of metal pipe bodies it was established that near-weld zones of side-bars and step irons are the most hazardous in terms of structure damage. 4 References, 2 Tables, 1 Figures.

Keywords: high-rise buildings, mobile diagnostic complex, industrial alpinism, span metal structures, supernormative sagging, repair-reconditioning operations.

*Поступила в редакцию
22.03.2013*