

УДК 624.014:620

Назначение срока проведения первого обследования для определения остаточного ресурса стальных конструкций

¹Шимановский А.В., д.т.н., ²Колесниченко С.В., к.т.н.

¹ОАО «УкрНИИпроектстальконструкция им. В.Н. Шимановского», Украина
²Донбасский центр технологической безопасности ОАО
«УкрНИИпроектстальконструкция им. В.Н. Шимановского», Украина

Анотація. В статті викладена необхідність виконання незалежною організацією первинного обстеження будівель і споруд до їх введення в експлуатацію. Отримані параметри технічного стану конструкцій з урахуванням існуючих дефектів та пошкоджень можуть стати початковою інформацією для розробки програми забезпечення надійності і повинні враховуватися під час визначення ресурсу та залишкового ресурсу об'єкта.

Аннотация. В статье излагается необходимость выполнения независимой организацией первичного обследования зданий и сооружений до их ввода в эксплуатацию. Полученные параметры технического состояния конструкций с учетом существующих дефектов и повреждений могут стать исходной информацией для разработки программы обеспечения надежности, должны учитываться при определении ресурса и остаточного ресурса объекта.

Abstract. Necessity of independent investigation for new constructed buildings before its launching in operation process is presented in the paper. Obtained results of technical conditions of the constructions, included real defects and damages, is initial information for elaboration of reliability support program and must be taking into consideration for useful and residual life estimation.

Ключевые слова: обследование, здание, повреждение, остаточный ресурс.

Описание проблемы. В связи со значительным износом парка строительных металлических конструкций проблема определения их остаточного ресурса становится все более актуальной. В соответствии с [1] остаточный ресурс является суммарной продолжительностью работы (наработкой) объекта от момента контроля его технического состояния до перехода в предельное состояние. Исходя из этого определения понятно, что назначение момента контроля является важнейшей задачей дальнейшей безопасной эксплуатации строительной системы.

Для большинства промышленных предприятий на основании действующих правил технической эксплуатации контроль за состоянием конструкций зданий (сооружений) можно представить в виде следующих мероприятий [2-6]:

- **Обследование.** Самостоятельный, комплексный вид работ, проводимый специализированной организацией для оценки технического состояния и разработки паспорта технического состояния здания (сооружения). На основании обследования должны быть получены качественные и количественные показатели дальнейшей эксплуатационной пригодности объекта – параметры технического состояния (ПТС), сформирована база обнаруженных дефектов и повреждений, разработаны прогнозные модели (диагностика).
- **Осмотры** (текущие, плановые, периодические). Как правило, осмотры проводятся сотрудниками соответствующих служб технического надзора (содержания) и собственником объекта. Задачами осмотра является определение текущего состояния, фиксирование обнаруженных повреждений, контроль за развитием дефектов и повреждений, обнаруженных в процессе ранее проведенного обследования. В случае, если при регулярных осмотрах оценивается несущая способность конструкций, такой процесс называется мониторингом [2].

Как видно, обследование – это первичная процедура, результаты его являются основой для оценки технического состояния. База (ведомость) дефектов и повреждений служит основным документом не только для выполнения ремонтных работ, но и для проведения в последующем регулярных осмотров и формирования прогнозных моделей для оценки остаточного ресурса конструкций.

Несмотря на важность работ по обследованию, сроки его проведения четко не определены ни в одном из действующих нормативных документов [3, 4]. Проблема состоит из двух частей:

- назначение первого обследования;
- назначение последующих обследований.

Анализ исследований и публикаций. Что касается назначения сроков проведения последующих после первого обследования, то здесь в целом всё понятно. Во-первых, уже имеются все данные по состоянию объекта, результаты проверочных расчетов, данные по нагрузкам и материалам. Зная срок эксплуатации, качественные и количественные значения дефектов и повреждений и ПТС, для специалиста в большинстве случаев не составит труда определить скорость протекания деградиционных процессов и установить сроки контроля для определения прогнозного расчёта соответствующих параметров. Собственно, для этого и проводятся дальнейшие осмотры.

Кроме этого, приложение 1.2 [3] «Порядок определения сроков первых плановых обследований и паспортизации технического состояния зданий

(сооружений)» содержит рекомендации по проведению плановых обследований, представленных в виде формулы

$$T = T_B \times K_B, \quad (1)$$

где T – срок планового обследования, лет; T_B – время до первого планового обследования; K_B – коэффициент безопасности, определяемый по формуле

$$K_B = \gamma_n \times K_{EK} \times K_{AG}, \quad (2)$$

где γ_n – коэффициент надежности по назначению (ответственности), изменяется от 0,8 до 1,25; K_{EK} – коэффициент экологической опасности, изменяется от 0,8 до 1,0; K_{AG} – коэффициент влияния агрессивности среды, изменяется от 0,7 до 1,0.

Как видно из формулы (1), назначение плановых (второго и далее) обследований зависит от времени T_B , которое согласно рекомендации [3] должно назначаться исходя из опыта эксплуатации, особенностей объекта, факторов, влияющих на параметры надежности.

Конкретные рекомендации по T_B для зданий с металлическим каркасом (для других типов зданий определение T_B в нормативных документах отсутствует) можно найти в табл. 9 [2]. Здесь срок до первого обследования дифференцирован в зависимости от конструкций, их режима работы, агрессивности среды. Несмотря на достаточно подробную классификацию, с позиции [3] данная таблица не является удачной, так как в паспорте технического состояния необходимо указывать срок обследования для всего объекта, а не для его отдельных конструкций. Вместе с тем, если результаты таблицы коррелировать на здание (сооружение), то в среднем срок до первого обследования для условий эксплуатации его конструкций в сильноагрессивной среде составляет 8-10 лет после ввода объекта в эксплуатацию. Для менее опасных условий T_B составит уже 15-20 лет.

Проблема назначения T_B является особенно актуальной для объектов нового строительства, так как большинство конструкций зданий и сооружений, находящихся сейчас в эксплуатации, уже прошли процедуру первичного обследования. Для новых зданий и сооружений – завершённых строительством объектов – назначение первого обследования можно рассматривать с нескольких позиций.

Во-первых, в соответствии с [7] каждый такой объект должен иметь архитектурно-технический паспорт, в котором генпроектная и генподрядная организации должны указывать свои гарантийные обязательства по сроку эксплуатации несущих и ограждающих конструкций. Вполне возможно допустить, что именно этот гарантийный срок и может быть определён как T_B .

Во-вторых, даже гарантийные обязательства по архитектурно-техническому паспорту не могут исключить аварийную ситуацию. Как известно, более 30 % аварий строительных конструкций происходит именно в первые 10 лет эксплуатации [9]. Объясняется это так называемой «приработкой» конструкций и авариями во время строительства.

В-третьих, назначение T_B нигде в явном виде не связано с уровнем ответственности здания (сооружения). В документах [3, 8] ответственность объекта имеет отраслевую принадлежность или определяется экологической опасностью. Однако, с точки зрения возможных экономических и социальных потерь авария административного здания крупного производственного предприятия или транспортной галереи основного производственного цикла коксохимического производства не менее опасна, чем резервуара для нефти или участка магистрального трубопровода (повышенный уровень ответственности по [8]).

Нерешенные ранее части общей проблемы, которые отражены в исследовании. Анализ всех вышеуказанных исследований позволяет сделать вывод о том, что для новых, впервые вводимых в эксплуатацию зданий и сооружений, назначение срока до первого планового обследования T_B осуществляется достаточно произвольно и четко не регламентировано. Таким образом, целью данного исследования является определение и назначение срока первого обследования для нового законченного строительством объекта.

Изложение основного материала исследования. Реальная практика позволяет выделить два основных способа назначения T_B для новых объектов: по истечении гарантийного срока, определенного в архитектурно-техническом паспорте, и до его ввода в эксплуатацию.

Что касается гарантийного срока, то здесь вся ответственность за нормальную эксплуатацию здания в первые годы его эксплуатации ложится на проектную и строительные организации. Как правило, зафиксированные в приемочных актах дефекты отражают только их качественную сторону и относятся к явно видимым. В основном такие дефекты касаются отделочных работ, элементов наружного дизайна.

В связи с отсутствием времени при вводе объекта в эксплуатацию заниматься количественным анализом, перерасчетом систем (особенно при заменах марок стали, изменении первоначальных проектных решений и расчетных схем, дефектов конструкций, полученных во время транспортирования, монтажа, пусконаладочных работах) никто не будет. Проектировщики и строители в одинаковой степени не заинтересованы в выполнении таких работ: первым возможно придется признавать и исправлять свои ошибки, а вторым – в «авральном режиме» устранять выявленные

дефекты как проекта, так и строительно-монтажных работ. Очевидно, что именно по этой причине, которую называют «приработкой», в первые годы и происходит значительное количество аварий. Наиболее эффективным способом решения может стать привлечение специализированной организации для выполнения работ по обследованию и определению причин возникновения дефектов или неудовлетворительного поведения объекта.

Сейчас возникла еще одна проблема, которая может увеличить число аварий на ранних стадиях эксплуатации. Новые фасадные системы и системы внутренней отделки (вентилируемые фасады, «КНАУФ», системы утепления и др.) полностью закрывают несущие конструкции, не позволяя проводить осмотр и выполнять оценку их технического состояния. Опыт обследования промышленных и гражданских зданий показывает, что провести обследование несущих конструкций в полном объеме после установки систем отделки невозможно. Вместе с тем, при проведении обследований ряда объектов на отдельных участках конструкций, открытых для осмотра, были зафиксированы изменения типов и размеров поперечных сечений колонн и балок перекрытия, изменения марок сталей, неудовлетворительное состояние закладных деталей и узлов сопряжения, превышение значений перемещений по сравнению с нормативными.

Отдельно можно остановиться на зданиях и сооружениях с повышенным уровнем ответственности (особенно работающих при динамических нагрузках) и объектах, вводимых в эксплуатацию после реконструкции при изменении технологического режима. К таким объектам относятся здания и сооружения предприятий горно-металлургического комплекса, коксохимического производства.

Обследования ряда новых зданий и сооружений на этапе пусконаладочных работ выявили весьма серьезные проблемы, которые должны были быть устранены до окончательного ввода объектов в эксплуатацию. Так, для транспортных галерей был определен резонанс при работе конвейеров в определенных технологических режимах. Причем резонанс возникал не по причине разбалансирования работы оборудования, а был вызван неправильным выбором конструктивных схем, которые, в свою очередь, принимались без анализа результатов необходимых динамических расчетов на стадии проектирования галерей. При этом проектировщики отрицали свои просчеты. Установить причины ненормального поведения системы смогла только независимая организация после проведения обследования и динамических испытаний сооружений.

Что касается объектов, которые вводятся в эксплуатацию после проведения работ по реконструкции, то здесь сложилась следующая ситуация. По «Правилам...» [3] и согласно требованиям ДБН А.2.2-3-2004 для выпол-

нения проектных работ необходимо провести предварительное обследование здания с оценкой его технического состояния. Такие работы, как правило, выполняются, но с одной немаловажной особенностью: производится оценка технического состояния существующего здания без перерасчета его основных конструкций на новые нагрузки и воздействия, которые могут быть полностью неизвестны на стадии выполнения обследования. В последующем, в проекте реконструкции реальные нагрузки учитываются в перерасчетах при проверках существующих поперечных сечений, но при формировании окончательных результатов из поля зрения могут выпасть деградиационные процессы в материале, влияние изменения отдельных конструктивных решений на поведение системы в целом, другие особенности. Все это также указывает на то, что после окончания строительных работ по реконструкции перед вводом объекта в эксплуатацию необходимо проведение его дополнительного обследования для сравнения полученных результатов с предыдущими и определения ПТС с учетом обнаруженных повреждений и дефектов.

Так как одной из задач обследования является расчет остаточного ресурса, и определение сроков до следующего обследования, полученные ПТС могут отличаться от проектных, они становятся основой для последующего мониторинга объекта с учетом фактического состояния его отдельных конструкций и создания прогнозных моделей эксплуатации такой сложной системы.

ПТС объекта, определенные до ввода его в эксплуатацию (время T_0), принимаются как исходные – Y_0 при расчете ресурса. Прогнозирование остаточного ресурса для невозстанавливаемых систем (сюда можно отнести некоторые конструкции, восстановление эксплуатационных свойств которых полностью невозможно или нецелесообразно) может быть представлено графиком, изображенным на рис. 1, для восстанавливаемых систем (такими является большинство стальных конструкций) – на рис. 2.

Полученные начальные значения ПТС являются исходной информацией для разработки программы обеспечения надежности (ПОН) в соответствии с требованиями [10]. На основании этой информации в процессе эксплуатации конструкции можно определить необходимые значения Y_1^0 ; Y_i^0 ; $Y(t_1)^0$; $Y(t_i)^0$; Δt (обозначения см. на рис. 2) для расчета как проектного, так и остаточного ресурса на всех этапах жизненного цикла объекта.

ПТС для законченных строительством объектов целесообразно вносить в архитектурно-технический паспорт (АТП). Поскольку на сегодня не существует четкой связи между этим паспортом и паспортом технического состояния (ТП) объекта, разрабатываемого по требованиям [3], после проведения повторных обследований, логично было бы ввести в АТП допол-

нительные разделы, которые в дальнейшем стали бы основой для заполнения ТП.

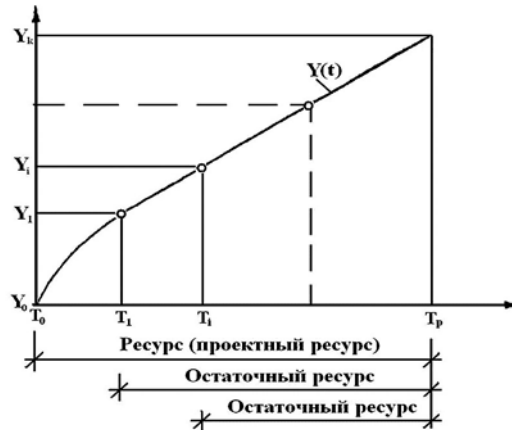


Рис. 1. Прогнозирование остаточного ресурса:

T_0 – начало эксплуатации системы; T_1 – время первого осмотра системы;
 T_i – время i -го осмотра системы; T_p – ресурс (проектный, расчетный);
 Y_0 – ПТС в момент начала эксплуатации системы; Y_1 – первичное измеренное значение ПТС; Y_i – i -е измеренное значение ПТС; Y_k – предельное значение ПТС;
 $Y(t)$ – зависимость изменения ПТС отказа во времени

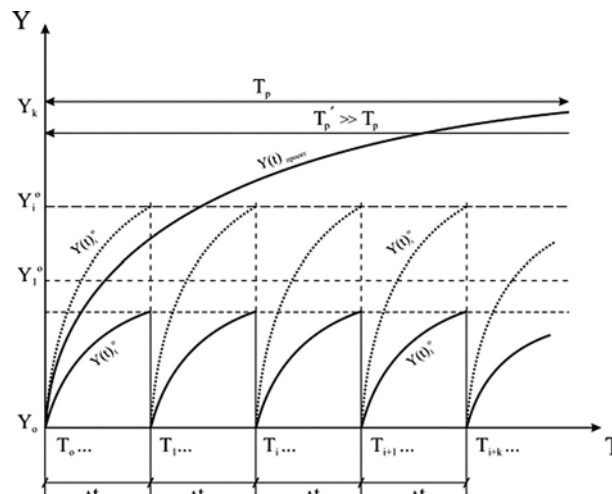


Рис. 2. Остаточный ресурс восстанавливаемых стальных конструкций:

T_i – время i -го осмотра конструкции; T_p' – остаточный ресурс; Y_0 – ПТС в момент начала эксплуатации конструкции; Y_{10} – предельное значение 1-го ПТС;
 Y_{i0} – предельное значение i -го ПТС; $Y_{(t)0}$ – зависимость изменения ПТС 1-го отказа; $Y_{(i)0}$ – зависимость изменения ПТС i -го отказа; Δt – назначенный ресурс (плановый период обследований или осмотров)

Выводы

Для законченных строительством объектов (новое строительство) и объектов после проведенных работ по реконструкции первое обследование строительных конструкций зданий и сооружений должно быть проведено до ввода объекта в эксплуатацию.

Обследование несущих конструкций должно выполняться до устройства фасадных систем и систем отделки. И проводиться независимой проектной организацией. По результатам обследования формируется исходная база ПТС с учетом наличия начальных дефектов конструкций с фиксированием их основных параметров. Результаты обследования должны заноситься в архитектурно-технический паспорт и (или) паспорт технического состояния объекта. На основании базы повреждений определяются гарантийные обязательства генпроектной и генподрядной организаций, сроки дальнейших плановых обследований, устанавливаются начальные параметры для последующих расчетов ресурса.

Литература

- [1] ДСТУ 2860-94. Надійність техніки. Терміни та визначення.
- [2] ДБН В.1.2-5:2007. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Науково-технічний супровід будівельних об'єктів.
- [3] Правила обстежень, оцінки технічного стану та паспортизації виробничих будівель та споруд. / Державний комітет будівництва, архітектури та житлової політики України, Держнаглядохоронпраці України. К., 1997.
- [4] ДБН 362-92. Оцінка технічного стану сталевих конструкцій виробничих будівель і споруд, що знаходяться в експлуатації.
- [5] Правила технической эксплуатации коксохимических предприятий / Гипрококс, УХИН, Укркокс // Утверждены Министерством промышленной политики Украины 5 июля 2002 г., № 305, г. Харьков, 2001 – 309 с.
- [6] Правила технической эксплуатации производственных зданий и сооружений предприятий горно-металлургического комплекса Украины / Минпромполитики Украины (текущие осмотры в зависимости от агрессивности среды). Днепропетровск, 2003. – 92 с.
- [7] Положення про архітектурно-технічний паспорт об'єкта архітектури. Наказ Держбуду України № 220 від 9 вересня 1999 р.
- [8] ГОСТ 27751-88 (СТ СЭВ 384-87) Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения по расчету.
- [9] Стан та залишковий ресурс фонду будівельних металевих конструкцій в Україні / А.В. Перельмутер, В.М. Гордеев, Е.В. Горохов та ін. – К.: УІНСіЗР, 2002. – 92 с.
- [10] ГОСТ 27.301-95. Надежность в технике. Расчет надежности. Основные понятия.

Надійшла до редколегії 02.06.2009 р.