

**Сравнительный анализ европейских и отечественных норм
по обследованию и оценке технического состояния
существующих стальных строительных конструкций**

Кустов А. Ю.

Научный руководитель: Надольский В. В.
Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Аннотация. На протяжении последних нескольких лет в нашей стране активно внедряются Европейские нормы в строительной сфере. Наряду с данными введениями периодически издаются изменения к отечественным стандартам. Несмотря на постоянное обновление и введение новых норм сохраняются некоторые вопросы, связанные с определением технического состояния строительных конструкций. В настоящей статье рассмотрены порядок и общие принципы проведения технического обследования в соответствии с отечественными техническими нормативными правовыми актами, также выделены общие принципы проведения оценки технического состояния в соответствии с Европейскими нормами, действующими на территории РБ. Рассмотрены некоторые иностранные пособия и статьи, связанные с проведением оценки существующих строительных конструкций.

Abstract. Over the past few years, European standards in the construction industry have been actively introduced in our country. Along with these introductions, changes to domestic standards are periodically published. Despite the constant updating and introduction of new standards, some issues related to the determination of the technical condition of building structures remain. This article discusses the procedure and general principles for conducting a technical survey in accordance with domestic technical regulations, also outlines the general principles for conducting a technical assessment in accordance with European standards in force in the Republic of Belarus. Some foreign benefits and articles related to the assessment of existing building structures are considered.

Keywords: inspection and assessment of building structures; category of technical condition; physical deterioration; existing steel constructions, service-life.

Введение. В настоящее время в Республике Беларусь расчет стальных строительных конструкций выполняется по европейским нормам в соответствии с ТКП EN Еврокод 3 Проектирование стальных конструкций. Наряду с вышеупомянутыми нормами отмены СНиП II-23-81 не происходило. В соответствии с приказами Минстройархитектуры решение о применении при проектировании Еврокодов или СНиП принимается по соглашению заказчика и проектной организации с отражением данных условий в контракте на проектные работы, а также в задании на проектирование. При этом воздействия на конструкции, в независимости от того в соответствии с какими документами велось проектирование, должны определяться по ТКП EN 1991 Еврокод 1, а сочетания воздействий и эффектов воздействий на конструкции следует принимать по ТКП EN 1990 Еврокод. Однако конкретных указаний для поверочных расчетов в рамках технического обследования строительных конструкций приведено не было. Различия в методиках определения и численных значениях воздействий и, как следствие, усилий в элементах при использовании разных норм была отмечена в работах [10]; [11]; [12].

Целью настоящей работы является проведение сравнительного анализа отечественных и Европейских ТНПА, действующих на территории РБ, в рамках обследования и оценки технического состояния.

Проведение обследования строительных конструкций согласно ТКП 45-1.04-37-2008 и ТКП 45-5.04-49-2007 и оценка технического состояния согласно ТКП 45-1.04-305-2016 и ТКП 45-1.04-119-2008

Целью проведения обследования является получение реальных данных об объекте обследования, условий и причин, приведшим к фактическому состоянию на момент обследования. На основании материалов обследования делается оценка технического состояния строительных конструкций и принимается решение о дальнейшей безопасной эксплуатационной пригодности здания или сооружения.

В соответствии с [1] и [2] порядок проведения обследования можно представить в виде следующих этапов (см. рис. 1):

- подготовительные работы;
- натурное обследование конструкций;
- оценка технического состояния существующих строительных конструкций.

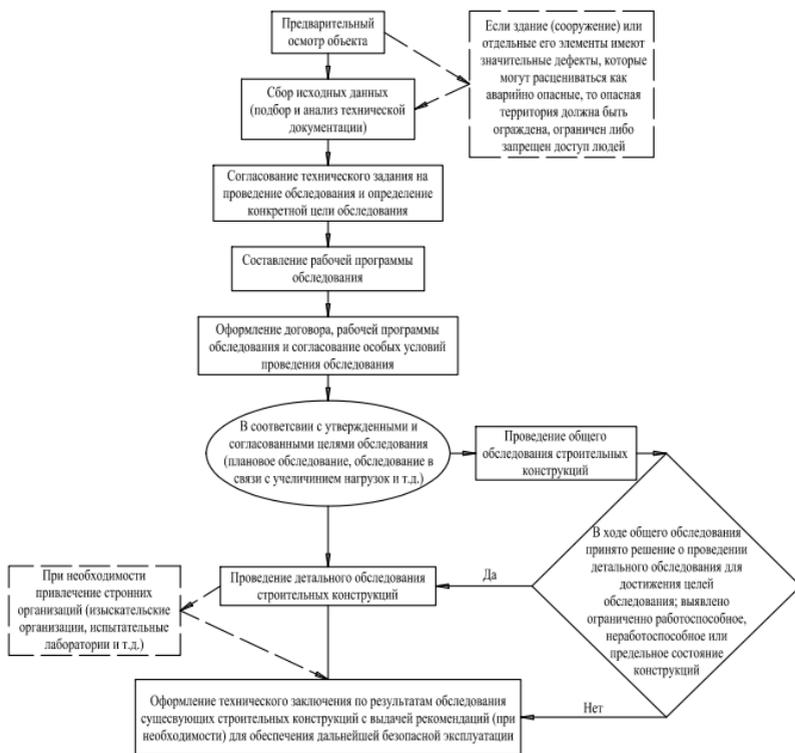


Рис. 1. Порядок проведения технического обследования в соответствии с ТКП 45-1.04-37-2008 и ТКП 45-5.04-49-2007

Оценка технического состояния строительных конструкций выполняется в соответствии с [3] и [4]. Согласно [3] определено три класса дефектов: критические, значительные и малозначительные. По степени распространения (количеству) различают единичные, многочисленные и массовые дефекты. В свою очередь согласно [4] в соответствии с выявленными дефектами определяется физический износ отдельных конструкций. Исходя из выявленных дефектов: степени распространения и класса, обнаруженных в процессе обследования, определяется их категория технического состояния. Согласно п.13.3.7 [3] техническое состояние конструкций характеризуется пятью категориями: I – исправное (хорошее) состояние, II – работоспособное (удовлетворительное) состояние, III – ограниченно работоспособное (не вполне удовлетворительное) состояние, IV –

неработоспособное (неудовлетворительное) состояние, V – предельное (предаварийное) состояние. Также при определении категории технического состояния в соответствии с п.13.3.2 [3] учитываются факторы, зависящие от условий эксплуатации и подразделяющиеся на семь классов: А – начальное качество элемента; В – качество проектирования; С – качество выполнения работ при возведении конструкций; D – параметры внутренней окружающей среды; Е – параметры наружной окружающей среды; F – условия использования; G – уровень технического обслуживания. Вместе с тем по п.13.3.19 – 13.3.21 [3] определяется уровень последствий и степень риска возникновения значительного ущерба.

В результате общего обследования должны быть выполнена оценка категории технического состояния обследуемых конструкций, пригодность их к дальнейшей безопасной эксплуатации, при необходимости должны быть разработаны рекомендации по ремонту или другим дальнейшим действиям. Также проводится оценка необходимости проведения детального обследования. При возможном проведении детального обследования дополнительно обосновываются, формулируются и при необходимости разрабатываются специальные мероприятия по ремонту, усилению или замене конструкций. При любом виде обследования назначается срок действия технического заключения.

Проведение оценки строительных конструкций согласно СТБ ISO 13822-2017 и оценка технического состояния согласно ГОСТ ISO 15686-7-2015, СТБ ISO/TS 15686-9-2016 и СТБ 2468-2016

Цель оценки существующих конструкций определяются консультируясь с заказчиком. Для этого выделены следующие уровни характеристик параметров цели оценки: уровень безопасности, уровень постоянного функционирования, уровень соответствующих характеристик. Методика проведения оценки зависит от предварительно поставленных целей и исходя из начальных условий, таких как наличие проектной документации и др.

Оценка включает в себя следующие этапы: определение целей оценки; составление программы мероприятий; предварительную оценку; детальную оценку; результаты оценки; при необходимости, повторение перечисленных этапов. Схематично данные мероприятия можно представить следующим образом:

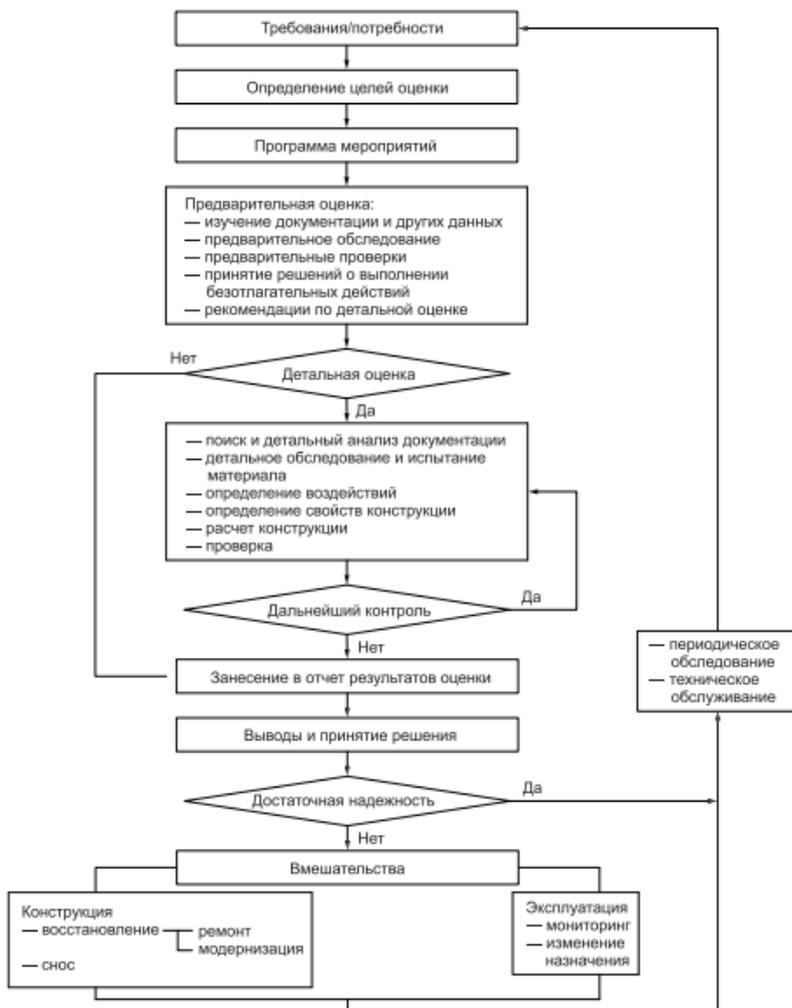


Рис. 2. Схема общего процесса оценки существующих конструкций в соответствии с СТБ ISO 13822-2017

Согласно 5.2 [6] выделяется три уровня исследования эксплуатационных характеристик: уровень 1 (предварительный) – исследование характеристик (показателей) общего характера на основе визуальных наблюдений, дополняемых при необходимости простыми измерениями; уровень 2 (нормальный) – более подробное, по сравнению с уров-

нем 1, исследование характеристик (показателей) общего характера, которое включает изучение проектной, исполнительной, эксплуатационной и другой документации; уровень 3 (углубленный) – детальное исследование характеристик специального характера, которое включает специальные объекты (несущие элементы зданий, их конструкционные узлы и сечения элементов) или специальные требования (устойчивость, коррозионная стойкость и т. п.).

В ходе работы проводится регистрация условий эксплуатации (категорий факторов), такие как качество элементов, уровень проектирования и т.д. Оцениваются эксплуатационные характеристики путем их сравнения с установленными требованиями контрольным уровнем. Проводится оценка остаточного срока службы и оценка последствий дефектов. В связи с выявленными дефектами проводится оценка рисков. В итоге работы составляются выводы и рекомендации, при необходимости проводятся экономические расчеты. Оценка эксплуатационных качеств выражается одним из пяти уровней или категориями технического состояния: 0 – исправное состояние (дефекты отсутствуют); 1 – неисправное техническое состояние (малозначительные дефекты); 2 – ограниченно работоспособное состояние (значительные дефекты); 3 – неработоспособное состояние (критические дефекты); 4 – предаварийное состояние (совершенно неприемлемые дефекты, включая разрушения). При этом категории технического состояния должны соответствовать количественному представлению факторов в виде уровней (классов, подклассов и т. п.) факторов. Как правило, на практике категории технического состояния зависят в основном от одного или нескольких критических свойств (п.5.3.4.2.3 [6]). Выполнение прогноза остаточного срока службы проводится на основании результатов оценки эксплуатационных характеристик элементов сооружения с учетом их предельных значений. При этом учитывается категория технического состояния конструкций, их фактический физический износ, возможные риски (п.5.3.5.6 [6]) и уровни последствия от ущерба (п.5.3.5.5 [6]). Определение остаточного срока службы в зависимости от количества и качества исходных данных может проводиться несколькими способами. К примеру, если известны функции повреждения, то возможен прямой расчет срока службы, описанный в приложении В [6]. Также возможно применение матричной модели Маркова, которая также описана в [6]. Или при определении условий эксплуатации

для соответствующих классов факторов можно пользоваться методом факторов по оценке остаточного срока службы [7].

В итоге работы составляются выводы и рекомендации на основании полученных данных в ходе оценки технического состояния, при необходимости проводятся экономические расчеты.

Выводы. Изучив отечественные и Европейские нормативные документы, действующие на территории РБ по определению технического состояния строительных конструкций можно прийти к некоторым выводам:

- порядок проведения исследования технического состояния весьма схож. Можно выделить три этапа проведения работ: предварительный осмотр и подготовительные работы, общее обследование, более углубленное детальное обследование. Данные этапы также прослеживаются в иностранных пособиях и статьях [14], [15], [16].

- что касается определения категории технического состояния конструкций, то в отечественных и Европейских ТНПА имеются одни и те же определения данного фактора. Можно отметить, что как различная нумерация, так и отличное название категории с малозначительными дефектами «I – неисправное техническое состояние», которое совпадает с определением уже замененного ТКП 45-1.04-208-2010 «II — неисправное (удовлетворительное) состояние», не имеет значения в качестве характеристики фактора. Поскольку само определение характеристик дефектов идентично друг другу. Отличительной особенностью является то, что в [3] в отличие от Европейских норм описаны параметры определения категории технического состояния в соответствии с выявленными дефектами. В [6] написано, что определение категории технического состояния приводится в национальных документах, но не приведено рекомендаций по градации данных факторов.

- в национальных и Европейских нормах также совпадают понятия степеней риска, уровней последствий ущерба и классов факторов. Но в отличие от отечественных ТНПА, где данные факторы представлены больше как описательные и дополнительно характеризующие категорию технического состояния, в Европейских нормах данные показатели используются в качестве достаточно весомых критериев при определении остаточного срока службы конструкций. Это одна из наиболее отличительных особенностей Европейских норм. Согласно ISO 2394:1998 значительное внимание уделяется па-

раметрам надежности, которые определяются вероятностными методами, в виде критерия остаточного ресурса строительных конструкций. В то время как обследование конструкций в соответствии с национальными нормами сводится к определению остаточной несущей способности конструкции. Определение данных факторов с учетом их статистической математической обработки позволили бы не только определять остаточный ресурс конструкции на определенный промежуток времени, но и определяя наиболее негативные факторы в разные временные отрезки сделали возможным снижение эксплуатационных расходов.

Таким образом в результате анализа нельзя утверждать о преимуществе отдельных норм. Наиболее четкую картину о техническом состоянии существующих строительных конструкций позволит получить их совместное использование.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Обследование строительных конструкций зданий и сооружений. Порядок проведения = Абследаванне будаўнічых канструкцый будынкаў і збудаванняў. Парадак правядзення : ТКП 45-1.04-37-2008 (02250). – Введ. 29.12.2008 (с отменой ВСН 57-88(р) на территории Республики Беларусь). – Переизд. 01.07.2014 с Изменением № 1. – Минск : Минстройархитектуры, 2014. – 39 с.

2. Конструкции стальные. Обследование и диагностика технического состояния = Канструкцыі сталёныя. абследаванне і дыягностыка тэхнічнага стану : ТКП 45-5.04-49-2007 (02250). – Введ. 01.07.2008. – Минск : Минстройархитектуры, 2017. – 129 с.

3. Техническое состояние и техническое обслуживание зданий и сооружений. Основные требования = Тэхнічны стан і тэхнічнае абслугоўванне будынкаў і збудаванняў. Асноўныя патрабаванні : ТКП 45- 1.04 -305 -2016 (33020). – Введ. 01.04.2016 (Взамен ТКП 45-1.04-14-2005, ТКП 45-1.04-78-2007, ТКП 45-1.04-208-2010). – Переизд. 01.07.2018 с Изменением № 1. – Издан. отд. док. 15.02.2019 с Изменением № 2. : Минск : Минстройархитектуры, 2018. – 107 с.

4. Здания и сооружения. Оценка степени физического износа = Будынкi і збудаваннi. Ацэнка ступенi фізічнага зносу : ТКП 45-1.04-119-2008 (02250). – Введ. 01.03.2009 (с отменой на территории Республики Беларусь ВСН 53-86 (р) Госгражданстрой). – Минск : Минстройархитектуры, 2009. – 43 с.

5. Надежность строительных конструкций. Общие принципы = Надзейнасць будаўнічых канструкцый. Агульныя прынцыпы : СТБ ISO 2394-2007. – Введ. 01.07.2008. – Минск : Госстандарт, 2008. – 65 с.

6. Здания и недвижимое имущество. планирование срока службы. Часть 7. Оценка технического состояния существующих зданий по результатам обследования = Будынкi і нерухомай маёмасць. планаванне тэрміну службы. Частка 7. Ацэнка тэхнічнага стану існуючых будынкаў па выніках абследавання : ГОСТ ISO 15686-7-2015. – Введ. 01.03.2016. – Минск : Госстандарт, 2016. – 29 с.

7. Здания и недвижимое имущество планирование срока службы. Эталонный срок службы и оценка планируемого срока службы = Будынкi і нерухомай маёмасць планаванне тэрміну службы. Эталонны тэрмін службы і ацэнка запланаванага тэрміну службы : СТБ 2468-2016. – Введ. 01.07.2017. – Минск : Госстандарт, 2017. – 40 с.

8. Здания и недвижимое имущество. Планирование срока службы. Часть 9. Руководство по оценке данных о сроке службы = Будынкi і нерухомай маёмасць. Планаванне тэрміну службы. Частка 9. Кіраўніцтва па ацэнцы дадзеных аб тэрміне службы : СТБ ISO TS 15686-9 б. – Введ. 01.07.2017. – Минск : Госстандарт, 2017. – 8 с.

9. Основы проектирования конструкций. Оценка существующих конструкций = Асновы праектавання канструкцый. Ацэнка існуючых канструкцый : СТБ ISO 13822-2017. – Введ. 01.10.2017. – Минск : Госстандарт, 2017. – 40 с.

10. Жабинский, А.Н. Расчет стальных конструкций каркаса здания по СНиП и ТКП EN : учеб.-метод. пособие / А.Н. Жабинский, В.В. Надольский. – Минск : БНТУ, 2016. – 105 с.

11. Пчельников, С.Б. Сравнительный анализ Eurocode и украинских норм на примере расчетов стального вертикального цилиндрического резервуара / С.Б. Пчельников, Пилипчик Л.П. // Збірник наукових праць Українського інституту сталевих конструкцій імені В.М. Шимановського. – Випуск 12, 2013 р / Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, Украина – 2013. – С. 26–42.

12. Алмазов, В.О. Проектирование сталежелезобетонных плит перекрытий по Еврокоду 4 и российским рекомендациям / В.О. Алмазов, С.Н. Арутюнян // Проектирование и конструирование строительных систем. Проблемы механики в строительстве: сб. ст. / НИУ МГСУ ; сост.: В.О. Алмазов, С.Н. Арутюнян. – 2015. – С. 51–65.

13. Рябцев, В. Н. Стохастический подход к оценке надежности и остаточного ресурса транспортных сооружений / В. Н. Рябцев // Наука и техника : сб. ст. / Белорусский национальный технический университет – Минск, 2014. – С. 24–29.

14. Holický, M Basics for assessment of existing structures / Milan Holický, Vladislava Návarová, Roman Gottfried, Michal Kronika Jana Marková, Miroslav Sýkora, Karel Jung. – Czech Republic: Klokner Institute, Czech Technical University in Prague, 2013. – 109 p.

15. Arangio, S Reliability based approach for structural design and assessment: performance criteria and indicators in current European codes and guidelines / Stefania Arangio // Int. J. Lifecycle Performance Engineering / Inderscience Enterprises Ltd. – 2012. – P. 64–91.

16. ResearchGate [Electronic resource] : Diamantidis, D. Assessment of existing structures – on the applicability of the JCSS recommendations/ Dimitris Diamantidis, Milan Holický, Karel Jung – Mode of access: <https://www.researchgate.net/publication/315061269>. – Date of access: 16.04.2016.

УДК 624

**К вопросу расчета центрально и внецентренно сжатых
каменных и армокаменных конструкций выполняемых
по СНиП II-22-81 и ТКП 45-5.03-308-2017**

Коленда Е.Т.

Научный руководитель: Ловыгин А.Н.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

В настоящей работе рассматривается узкий круг вопросов расчета каменных и армокаменных конструкций, без учета всего многообразия возможных вариантов работы как самих конструкций, так и их элементов в обозначенных условиях.

Целью работы является анализ методов расчета и их результатов в определенных конкретных условиях. Для обеспечения корректности результатов расчетов при решении всех задач принимались одинаковые расчетные схемы, единые параметры