

УДК 624.014.2

Категории дефектов и повреждений стальных конструкций для формирования регистрационных систем при обследовании зданий и сооружений

Колесниченко С.В., к.т.н., Головченко В.А.

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

Анотація. З метою створення електронних реєстраційних систем на базі діючих будівельних норм оцінки технічного стану сталевих конструкцій запропоновано ввести категорії дефектів та пошкоджень залежно від їх параметрів.

Анотация. С целью создания электронных регистрационных систем на основе действующих строительных норм оценки технического состояния стальных конструкций предложено ввести категории дефектов и повреждений в зависимости от их параметров.

Abstract. With the aim of PC registered systems' development, on the basis of building standards for estimation of technical conditions for steel structures, the classes of defects and damages with real its parameters have suggested.

Ключевые слова: дефект, повреждения, обследования, мониторинг, электронная база данных.

Обеспечение безопасности эксплуатирующихся строительных стальных конструкций в общем виде должно осуществляться по следующим направлениям [1]:

- создание методологии единой системы оценки надежности и безопасного состояния конструкций, а также норм, правил, методик, условий, и процедур для ее обеспечения;
- разработка новых норм, правил, стандартов и технических регламентов, в которых определены количественные показатели надежности и безопасности, требования к организации реализации этих документов;
- разработка нормирования безопасности, методов, критериев и правил расчета нормативного ресурса объектов длительной эксплуатации;
- разработка методов оценки остаточного ресурса и продления проектного срока эксплуатации объектов;
- создание баз данных физико-механических свойств конструкций и материалов и их деградации во время длительной эксплуатации;
- обоснование технических решений и методов обеспечения надежной и безопасной эксплуатации с учетом вероятности возникновения аварий с нормативным определением допустимого уровня риска.

Для решения обозначенных задач необходимо выполнить исследование и дифференцирование групп безопасности, по каждой группе выполнить оценку параметров и критериев, рассчитать их количественные характеристики, установить предельные значения. Текущее состояние эксплуатирующихся конструкций определяется при проведении работ по обследованию и оценке технического состояния. При расчете показателей их безопасности отдельно выделяется группа конструкционных показателей, в которой должны содержаться как качественные, так и количественные описания каждого дефекта и повреждения (ДиП).

Описание проблемы. Безаварийная эксплуатация строительных конструкций возможна только на основе принятия решений при постоянном накоплении, систематизации и обработке информации об их состоянии, анализе развития повреждений во времени. Учитывая необходимость хранения и обработки большого количества информации, одним из вариантов решения проблемы может быть создание информационных систем, основанных на регистрационных методах – базах данных (БД) дефектов и повреждений конструкций. Принятие решения о возможности дальнейшей эксплуатации конструкции, здания, сооружения или определение технического состояния объекта может быть принято только при четко сформулированных, прежде всего количественных характеристиках дефектов и повреждений.

Анализ исследований и публикаций. На сегодня основными документами, определяющими порядок выполнения работ по обследованию и назначению технического состояния конструкций, зданий и сооружений, являются ДБН 362-92 [2] и «Правила...» [3]. Необходимость формирования единой системы категорирования несовершенств стальных конструкций отмечалась в ряде работ [5 – 8], разработки и внедрения электронных регистрационных систем (БД) отмечалась в работах отечественных [6, 7, 9] и зарубежных специалистов [10].

Нерешенные ранее части общей проблемы, которые отражены в исследовании. Номенклатура ДиП принимается по действующим нормативным документам. Количественное описание ДиП и, следовательно, их опасность определяется категорией. Однако, приведенные в ДБН 362-92 значения ДиП для стальных конструкций разработаны не полностью и не могут использоваться при формировании регистрационных систем учета, построенных по единому принципу для конструкций, выполненных из различных материалов. Также вызывает затруднение построение прогнозных моделей и расчет остаточного ресурса конструкций. С точки зрения строгих алгоритмических систем, какими являются базы данных, использование классификации, предложенной в [2], не всегда представляется возможным, так как она выполнена не для всех трех категорий А, Б

и В, а с позиций [4] носит только описательный характер без четкой системы классификации.

Цели публикации. Целью данного исследования является формирование алгоритмической классификации ДиП для их категорирования в соответствии с ДБН [2]. Принятое количественное описание каждого несовершенства позволит использовать такую систему для электронных баз данных и выполнения работ по обследованию, паспортизации, надзору и содержанию (мониторингу) объектов.

Как известно, техническое состояние конструкций зданий и сооружений в соответствии с [3] может быть нормальным, удовлетворительным, непригодным к нормальной эксплуатации и аварийным. В соответствии с [2] техническое состояние стальных конструкций оценивается как исправное, работоспособное, ограничено работоспособное и аварийное. Для зданий и сооружений, в состав которых входят стальные конструкции, их общее состояние в соответствии с тем же ДБН [2] может быть оценено как хорошее, удовлетворительное, неудовлетворительное, крайне неудовлетворительное и аварийное. При этом, назначение соответствующей категории выполняется в зависимости от количества дефектов трех категорий – А, Б и В, которые классифицируются как:

- категория А – ДиП особо ответственных элементов и соединений, представляющую непосредственную опасность разрушения;
- категория Б – ДиП, не представляющие в момент обнаружения непосредственной опасности для конструкции, но в дальнейшем могут развиться в дефекты категории А;
- категория В – ДиП, наличие которых не связано с угрозой разрушения.

Оставив в стороне несоответствие в оценке технического состояния между двумя действующими нормативными документами, остановимся только на предложенной ДБН категориях самих ДиП.

Давать оценку технического состояния могут только специалисты соответствующих лицензируемых предприятий на основании результатов обследования. В дальнейшем, в течение срока между обследованиями, содержанием здания (сооружения) занимаются службы надзора и технической эксплуатации, в ведении которых специалистов строительного направления, понимающих опасность или ответственность элементов, конструкций, может и не быть. Собственно, даже при выполнении обследования и паспортизации специализированной организацией, важность и опасность категории ДиП может быть не всегда учтена, так как часто ее определение требует сложных или трудоемких расчетов.

Еще одной проблемой является возможное развитие ДиП во времени. В ведомостях ДиП – составной части любого «Технического отчета...» и «Технического паспорта здания (сооружения)» – его количественные параметры указываются не всегда, но даже при их описании дальнейший контроль развития ДиП, который осуществляется службами надзора и эксплуатации, не позволит изменить категорию в связи с ее недостаточным описанием в ДБН.

Внедрение электронных баз данных для систематического контроля технического состояния поднадзорных объектов также затруднено, поскольку [2] и [3] не содержат четкой алгоритмизации при категорировании ДиП и назначения технического состояния для всего объекта в зависимости от количества ДиП той или иной группы.

Таким образом, необходимость количественного описания категорий ДиП для стальных конструкций позволит решить следующие задачи:

- назначать техническое состояние для конструкции или объекта при выполнении работ по обследованию и паспортизации;
- позволит службам технического надзора и содержания зданий и сооружений самостоятельно определять опасность развития ДиП во времени на основе данных предыдущих обследований и регулярных осмотров;
- регулярно вводить в электронные системы регистрации (базы данных, экспертные системы) соответствующие категории ДиП (как при обследованиях, так и при мониторинге), которые автоматически позволят корректировать техническое состояние всего объекта.

В связи с этим, предлагается представление каждого ДиП по трем категориям. Категория «В» – дефект (повреждение) малозначителен. Он обозначен, но его значения не влияют на несущую способность или перемещения конструкции. Категория «Б» – дефект (повреждение) значителен. Его размеры имеют четкое количественное описание, но еще не влияют на несущую способность или перемещения конструкции. Категория «А» – дефект (повреждение) критический. Его размеры влияют на несущую способность или перемещения конструкции.

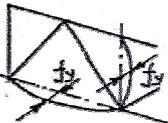
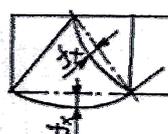
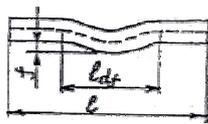
Категорирование дефектов (повреждений) является непростой задачей. С одной стороны, некоторые повреждения можно четко оценить во время проведения обследования, критичность некоторых определяется расчетным путем, но ряд повреждений можно классифицировать только на основании опыта с учетом особенностей эксплуатации конструкций с аналогичными параметрами ДиП.

За основу для стальных конструкций принята классификация ДБН 362-92, которая развита для каждого представленного несовершенства.

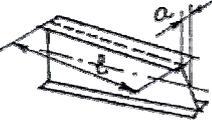
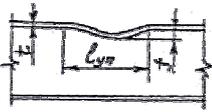
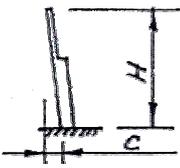
В качестве примера в табл. 1 приведены ДиП для некоторых несовершенств, параметрическое описание геометрических размеров которых позволяет выделить соответствующую категорию при обнаружении ДиП во время проведения обследования или мониторинга. Данная таблица реализована в электронной базе данных «Ресурс» технологической безопасности предприятия [9].

Таблица 1

Пример описания несовершенств с параметрическим описанием их категории.

| | | | | |
|--|---|--|--|---|
| Выгиб отдельного элемента из плоскости конструкции |  | f_y – величина выгиба, мм l – длина изогнутой конструкции, мм | $f_y/l > 1/750$ $f_y > 15$ мм (проверяется расчетом, влияет на несущую способность конструкции) | А |
| | | | $f_y/l > 1/750$ $f_y > 15$ мм (проверяется расчетом, не влияет на несущую способность конструкции) | Б |
| | | | $f_y/l \leq 1/750$ $f_y \leq 15$ мм | В |
| Выгиб отдельного элемента в плоскости конструкции |  | f_y – величина выгиба, мм l – длина изогнутой конструкции, мм | $f_y/l > 1/750$ $f_y > 15$ мм (проверяется расчетом, влияет на несущую способность конструкции) | А |
| | | | $f_y/l > 1/750$ $f_y > 15$ мм (проверяется расчетом, не влияет на несущую способность конструкции) | Б |
| | | | $f_y/l \leq 1/750$ $f_y \leq 15$ мм | В |
| Погнутость элемента |  | f – величина выгиба, мм l_{df} – длина выгиба, мм l – длина элемента, мм | $f > l_{df}/750$, (проверяется расчетом, влияет на несущую способность конструкции) | А |
| | | | $f > l_{df}/750$ (проверяется расчетом, не влияет на несущую способность конструкции) | Б |
| | | | $f \leq l_{df}/750$ | В |

Окончание таблицы 1

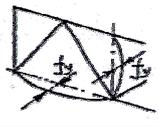
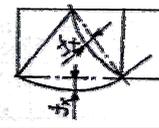
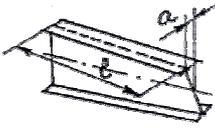
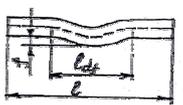
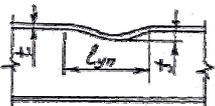
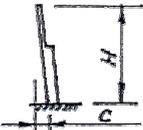
| | | | | |
|---|---|--|--|---|
| Винтообразность элемента (кручение) |  | a – величина винта, мм l – длина конструкции, мм | $a/l > 0,005$ $a > 20$ мм (проверяется расчетом, влияет на несущую способность конструкции) | А |
| | | | $0,001 < a/l \leq 0,005$ $10 \text{ мм} < a \leq 20$ мм (проверяется расчетом, не влияет на несущую способность конструкции) | Б |
| | | | $a/l \leq 0,001$ $a \leq 10$ мм | В |
| Погнутость полок элемента или вмятина в полке |  | f – величина выгиба, мм l_y – длина выгиба, мм t – толщина полки, мм | Сжатая полка: $f > 0,6t$ Растянутая полка: $f > 3t$ | А |
| | | | Сжатая полка: $0,4t < f \leq 0,6t$ Растянутая полка: $2t < f \leq 3t$ | Б |
| | | | Сжатая полка: $f \leq 0,4t$ Растянутая полка: $f \leq 2t$ | В |
| Отклонения осей металлических колонн в верхнем сечении от вертикали |  | H – длина колонны, мм; c – величина перемещения, мм | При $H \leq 15$ м: $c > 20$ мм При $H > 15$ м: $c > 0,0015H$ | А |
| | | | При $H \leq 15$ м: $12 \text{ мм} < c \leq 20 \text{ мм}$ При $H > 15$ м: $0,001H < c \leq 0,0015H$ | Б |
| | | | При $H \leq 15$ м: $c \leq 12$ мм При $H > 15$ м: $c \leq 0,001H$ | В |

Как видно, при обнаружении соответствующего несовершенства во время проведения обследования конструкций можно легко классифицировать степень его опасности. В дальнейшем, зафиксированные ранее параметры сравниваются с текущими значениями при выполнении работ по мониторингу и, при развитии дефекта, в базу вносятся его действительные значения с указанием величины изменения за определенный период времени. При этом в зависимости от количества и опасности несовершенств соответствующих категорий автоматически может поменяться оценка технического состояния всего объекта, что потребует соответствующих организационных и технических мероприятий от цеховых служб и служб надзора для выполнения работ по ремонту или внеочередному обследованию.

Для сравнения табл. 2 содержит описание тех же несовершенств, но в виде, представленном в ДБН 362-92.

Таблица 2

Пример описания несовершенств по ДБН 362-92

| | | | | |
|---|---|--|--|----------|
| Выгиб отдельного элемента из плоскости конструкции |  | f_y – величина выгиба, мм l – длина изогнутой конструкции, мм | $l/750 \leq f_y \leq 15$ мм | А |
| | | | $f_y \leq l/750$ | Б |
| Выгиб отдельного элемента в плоскости конструкции |  | f_y – величина выгиба, мм l – длина изогнутой конструкции, мм | $l/750 \leq f_x \leq 15$ мм | А |
| | | | $f_y \leq l/750$ | Б |
| Винтообразность элемента |  | a – величина винта, мм l – длина конструкции, мм | $a/l \geq 0,005$ $a \geq 20$ | А |
| | | | $a/l \leq 0,005$ $a \leq 20$ | Б |
| Погнутость элемента |  | f – величина выгиба, мм l_{df} – длина выгиба, мм l – длина элемента, мм | $f \geq l_{df}/750$ | А |
| | | | $f \leq l_{df}/750$ | Б |
| Погнутость полок элемента или вмятина в полке |  | f – величина выгиба, мм l_{yn} – длина выгиба, мм t – толщина полки, мм | Сжатая полка $f \geq 0,6t$ Растянутая полка $f \geq 3t$ | А |
| | | | Сжатая полка $f \leq 0,6t$ Растянутая полка $f \leq 3t$ | Б |
| Отклонения осей металлических колонн в верхнем сечении от вертикали |  | H – длина колонны, мм; c – величина перемещения, мм | При $H \leq 15$ м: $12 \text{ мм} < c \leq 20 \text{ мм}$ При $H > 15$ м: $0,001H < c \leq 0,0015H$ | Б |

Как видно, полностью исключена категория «В», возможно отсутствие категории «А», некоторые значения несовершенств указываются без их возможного влияния на несущую способность и ответственности конструкции.

Следует отметить, что опасность некоторых ДиП категоризируется на основании расчетов или их наличие запрещено для конструкций (например: наличие трещин в сварных швах и металле, прожоги, вырезы).

Выводы

Для ДиП в соответствии с требованиями ДБН 362-92 разработана их количественная оценка с определением граничных значений для каждой категории. Классификация ДиП реализована в алгоритмическом виде, что позволяет ее использование в электронных регистрационных системах, а также при выполнении работ по обследованию и содержанию строительных стальных конструкций.

Литература

- [1] Постанова КМУ № 1331 від 8 жовтня 2004 р. «Про затвердження Державної науково-технічної програми "Ресурс"».
- [2] ДБН 362-92 Оцінка технічного стану сталевих конструкцій виробничих будівель і споруд, що знаходяться в експлуатації.
- [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] Нормативные документы по вопросам обследования, паспортизации, безопасной и надежной эксплуатации производственных зданий и сооружений. / Государственный комитет строительства, архитектуры и жилищной политики Украины, Госнадзорхрантруда Украины. К., 1997.
- [5] Шимановский А.В. Нормативное обеспечение безопасности зданий и сооружений при оценке остаточного ресурса металлоконструкций. / Шимановский А.В., Гордеев В.Н., Королев В.П., Оглобля А.И., Перельмутер А.В. // Сб. трудов VIII Украинской научно-технической конференции «Металлические конструкции. Взгляд в прошлое и будущее». – 2004. – С. 417 – 428.
- [6] Шимановский О.В. Концептуальні основи системи технічного регулювання надійності й безпечності будівельних конструкцій. / А.В.Шимановський, В.П. Корольов // Промислове будівництво та інженерні споруди. – 2008. – № 1. – С. 3 – 9.
- [7] Положення про моніторинг потенційно небезпечних об'єктів. Наказ МНС України від 06.11.2003. № 425.
- [8] Правила улаштування, експлуатації та технічного обслуговування систем раннього виявлення надзвичайних ситуацій та оповіщення людей у разі їх виникнення. Наказ МНС України від 15.05.2006. № 288.
- [9] Шимановский А.В., Колесниченко С.В. Методологические основы создания информационных систем учета действительного состояния эксплуатирующихся строительных конструкций // 36. наук. пр. УкрНДІпроектстальконструкція ім. В.М. Шимановського. /Відп.ред. О.В. Шимановський. – К. Вид-во «Сталь», 2008, вип 1. – С. 68 – 74.
- [10] С.Б. Сборщиков, Ю.Н. Доможилов, П.В. Монастырев, Н.С. Никитина, Вейкко Кауппила, Юха-Антти Кайвонен, Теуро Аро. Техничко-економические основы эксплуатации, реконструкции и реновации зданий. Учебное пособие. – Москва: Изд-во Ассоциации строительных вузов. 2007. – 192 с.

Надійшла до редколегії 16.06.2010 р.