

ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ И БЕЗАВАРИЙНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБЪЕКТОВ

Горохов Е.В., Мушанов В.Ф.

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры
г. Макеевка, Украина

АННОТАЦИЯ: У статті висвітлений стан нормативного забезпечення надійності та безаварійної експлуатації об'єктів будівельного профілю в Україні на усіх етапах життєвого циклу конструкцій будівель та споруд. Проаналізований внесок фахівців ДонНАБА та наведені деякі відомості з практичного досвіду комплексної реалізації цієї тези на практиці.

АННОТАЦИЯ: В статье освещено состояние нормативного обеспечения надежности и безаварийной эксплуатации объектов строительного профиля в Украине на всех этапах жизненного цикла конструкций зданий и сооружений. Проанализирован вклад специалистов ДонНАСА и приведены некоторые практические сведения опыта комплексной реализации этого тезиса на практике.

ABSTRACT: The state of the regulatory ensure reliability and trouble-free operation of building structure in Ukraine at all stages of the life cycle of buildings and structures is analyzed in the article. The contribution of specialists DonNACEA and some practical information experience for the overall implementation of this thesis in practice is presented.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: Безаварийная эксплуатация объектов, нагрузка, научное сопровождение.

Практически в любом нормативном документе в той или иной мере затрагиваются вопросы обеспечения надежности и безаварийной эксплуатации конструкций, на всех этапах ее жизненного цикла (проектирование – изготовление – монтаж – эксплуатация). Но, если рассмотреть материалы, относящиеся непосредственно к обеспечению надежности на стадии

проектирования, в качестве основных документов нормативной базы в Украине по рассматриваемому вопросу следует отметить:

а) для ветви нормативной базы, основанной на национальных технологических традициях ДБН В.1.2-14:2009 «Общие принципы обеспечения надежности и конструктивной безопасности зданий, сооружений строительных конструкций и оснований». При этом вопросы нагрузок и воздействий, а также вопросы проектирования отдельных видов конструкций регламентируются:

- ДБН В.1.2-2:2006 «Нагрузки и воздействия. Нормы проектирования»;
- ДБН В.2.6-163:2010. Стальные конструкции. Нормы проектирования, изготовления и монтажа;
- ДБН В.2.6-98:2009 «Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения»;
- ДБН В.2.6-161:2010. Конструкции зданий и сооружений. Деревянные конструкции. Основные положения;
- ДБН В.2.1-10:2009 Основания и фундаменты сооружений. Основные положения проектирования.

Существенным дополнением этих документов является ДБН В.1.2-5:2007 «Научно-техническое сопровождение строительных объектов», которым обеспечивается решение градостроительных, архитектурных, конструктивно-технических и строительно-технологических проблем с минимальным риском ошибок в условиях, которые не регламентированы действующими нормами и стандартами, отсутствии достаточного опыта или прямых аналогов в отечественной и мировой практике. Выполняемые при этом работы охватывают обследование, научно-исследовательские работы, наблюдение за техническим состоянием объекта, прогноз, изыскательские, проектные разработки технических и строительно-технологических решений, определение характеристик строительных материалов, проверка соответствия требованиям строительных норм и технической документации отдельных конструкций и принятых конструктивных решений, инженерные изыскания, анализ технических решений относительно соответствия установленным требованиям,

б) в качестве нормативных документов нового поколения, решающих задачи, закрываемые вышеперечисленными документами, но полностью гармонизированных с Еврокодами, являются:

- Настанова «Основи проектування конструкцій» (EN 1990:2002 IDN) ДСТУ Б В.1.2-13:2008 (зі змінами №1 та №2);
- ЄВРОКОД 1: ДІЇ НА КОНСТРУКЦІЇ (все части), (EN 1991..., IDT) ДСТУ-Н Б EN 1991...,

- ЄВРОКОД 2: Проектування залізобетонних конструкцій (все части) (EN 1992..., IDT) ДСТУ-Н Б EN 1992...,
- ЄВРОКОД 3: Проектування сталевих конструкцій (все части) (EN 1993..., IDT) ДСТУ-Н Б EN 1993...,
- ЄВРОКОД 5: Проектування дерев'яних конструкцій (все части) (EN 1995..., IDT) ДСТУ-Н Б EN 1995...,
- ЄВРОКОД 7: Геотехнічне проектування (все части) (EN 1997..., IDT) ДСТУ-Н Б EN 1993....

В коротком докладі неможливо зафіксувати відміння між відповідними документами 2-х гілок проектування, але найбільш суттєвими на наш погляд, які також неминусом знаходять відображення в Національних додатках і в подальшому надають суттєвий вплив на розроблювані проектні рішення, є деякі відміння в визначенні і нормуванні термінів експлуатації об'єктів. Слід вказати, що незважаючи на збіг позначень класу наслідків СС1 – СС3, ДБН, в відміння від Єврокода 0, пропонує більш деталізовані критерії для призначення відповідних класів. В той же час, як в Єврокоді 0 ця процедура здійснюється через загальне описання наслідків і приклади будівель і споруд, ДБН пропонує для цієї мети критерії можливої безпеки для здоров'я і життя людей, обсяг можливої шкоди, можливу втрату об'єктів культурного спадку

При призначенні розрахункового терміну експлуатації слід враховувати деякі відміння між документами, оскільки:

- а) проектний термін експлуатації по ДБН В.1.2-14-2009 в ряду випадків відрізняється від аналогічного показателя євроноорм,
- б) існують відміння в коефіцієнтах комбінацій навантажень, що, орієнтовно, призводить до збільшення рівня розрахункових зусиль до нормованих комбінацій навантажень на 12..15%, а в окремих випадках до 20%.

Враховуючи приведені вище відміння, фахівці ДонНАСА, як базової організації Міністерства, зосередили свої зусилля як в сфері розробки нормативних документів цієї гілки, так і в подальшому на успішній реалізації цих положень на матеріалі, пов'язаному з навантажнями і впливами, а також успішній експлуатації унікальних об'єктів, що потребують наукового супроводження.

В якості основних розробок, що мають своє відображення в нормативних документах України, стали:

- а) для гілки нормативної бази, заснованої на національних технологічних традиціях:

- в ДБН В.1.2-2:2006 «Нагрузки и воздействия. Нормы проектирования» - раздел гололедно-ветровые нагрузки;

- в ДБН В.2.6-163:2010. Стальные конструкции. Нормы проектирования, изготовления и монтажа:

- в разделе «Проектирование» - разделы, связанные с расчетом листовых, и в частности, мембранных конструкций, общие требования к проектированию листовых, висячих, мембранных конструкций;

- написание большей части разделов «Изготовление» и «Монтаж»;

- в ДБН В.2.6-98:2009 «Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения»;

- в ДБН В.2.1-10-2009 Основания и фундаменты сооружений – в части проектирования оснований и фундаментов на территориях с особыми условиями.

В качестве нормативных документов Украины по проектированию конструкций специальных сооружений следует указать разработанные сотрудниками академии нормативные документы по проектированию электросетевых конструкций:

- ПУЕ. Проектування електричних мереж з урахуванням протигололедних заходів,

- СОУ 40.1-32385941-38:2011. Загальні технічні вимоги до проектування та експлуатації конструкцій жорсткої ошиновки у відкритих розподільчих установках напругою від 110 до 750 кВ,

- СОУ 40.1-32385941-38:2011. Проектування жорсткої ошиновки у відкритих розподільчих установках напругою від 110 до 750 кВ,

б) в качестве нормативных документов, гармонизированных с Еврокодами

- ДСТУ-Н Б EN 1993-1-7:2012 «Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-7. Пластинчасті конструкції при навантаженні поза межами площини. (EN 1993-1-7:2007, IDT)»,

- ДСТУ-Н Б EN 1991-4:2012 «Єврокод 1. Дії на конструкції. Частина 4. Бункери і резервуари (EN 1991-4:2006, IDT)»,

- Зміни №1 ДСТУ-Н Б EN 1991-1-5:2012 «Єврокод 1. Дії на конструкції. Частина 1-5. Загальні дії. Теплові дії (EN 1991-1-5:2003, IDT)»;

- Зміни №1 ДСТУ-Н Б EN 1991-1-6:2012 «Єврокод 1. Дії на конструкції. Частина 1-6. Загальні дії. Дії під час зведення (EN 1991-1-6:2005, IDT)»;

- Зміни №1 ДСТУ-Н Б EN 1991-4:2012 «Єврокод 1. Дії на конструкції. Частина 4. Бункери і резервуари (EN 1991-4:2006, IDT)»;

- Зміни №1 ДСТУ-Н Б EN 1993-1-7:2012 «Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-7. Пластинчасті конструкції при навантаженні поза межами площини (EN 1993-1-7:2007, IDT)».

В качестве опыта реализации разработок, обеспечивающих комплексный подход к обеспечению надежности на стадиях проектирования и эксплуатации можно отметить следующие разработки ДонНАБА:

а) система мониторинга технического состояния уникальных конструкций покрытия стадиона «Донбасс-Арена».

Непосредственная реализация программы мониторинга для стадиона «Донбасс-Арена» позволила предложить следующую общую схему:

- создание плано-высотного обоснования для наблюдений за деформациями земной поверхности и конструктивными элементами стадиона (рис. 1);



Рис. 1. Процесс закладки глубинных реперов

- проведение натурного освидетельствования конструкций, подтвердившее необходимость осуществления традиционных визуальных освидетельствований сооружений, позволяющих оценить качественные изменения в состоянии сооружения наряду с количественными показателями, фиксируемыми и накапливаемыми в виде информационной базы данных создаваемой автоматизированной системой мониторинга технического состояния конструкций. При этом при обследовании металлоконструкций особое внимание должно уделяться состоянию сварных и болтовых соединений, фиксацией их дефектов с измерением количественных характеристик дефектов и повреждений (в случае их обнаружения).

- предложено принципиальное решение универсальной системы мониторинга технического состояния основных несущих конструкций, основанная на выполнении следующих этапов:

I-й этап работ – фиксирование и анализ начального состояния конструкций, подготовленных к сдаче в эксплуатацию с формированием базы экспериментальных данных о параметрах, определяющих напряженно-деформированное состояние объекта и выполнением перерасчетов смонтированных конструкций на действие фактических нагрузок и воздействий с учетом фактической пространственной геометрии, сечений, начальных дефектов и несовершенств.

II-й этап - создание системы *on-line* контроля напряженно-деформированного состояния основных несущих конструкций сооружения (рис. 2 и 3);

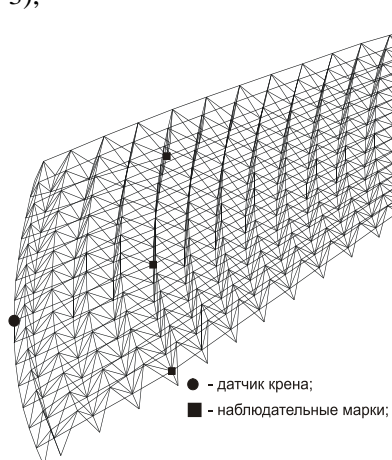


Рис. 2. Пролётная часть покрытия «G» с расположением датчиков крена и указанием узлов, положение которых контролируется (аксонометрический вид)

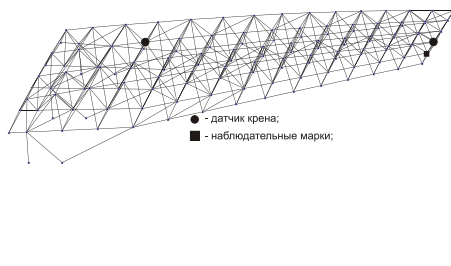


Рис. 3. Консольная пространственная ферма WT1 с расположением датчиков крена и указанием контролируемых узлов конструкции (аксонометрический вид)

III-й этап - непосредственная эксплуатация системы *on-line* контроля напряженно-деформированного состояния основных несущих конструкций сооружения службой эксплуатации объекта и специализированными организациями.

Главным результатом работы при реализации предлагаемого решения системы мониторинга технического состояния несущих конструкций спортивных сооружений должна стать возможность осуществления двух взаимно дополняющих функций:

1 – способность оперативного реагирования службой эксплуатации сооружения на возникновение и предотвращение развития критических ситуаций;

2 – возможность вычисления численного значения показателя надежности сооружения, как функции времени и факторов, определяющих напряженно-деформированное состояние основных элементов конструкции.

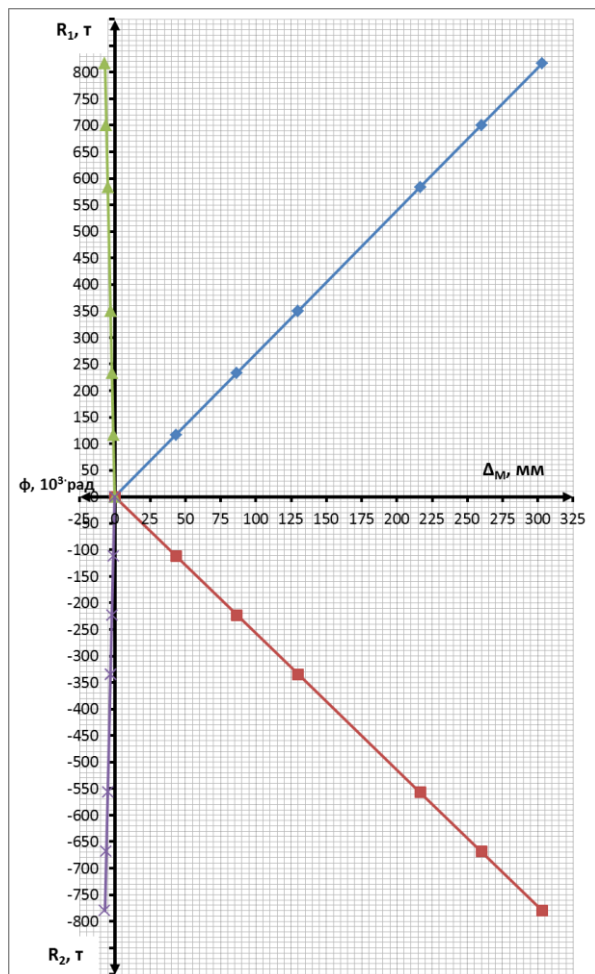


Рис. 4. Зависимость усилий в опорных элементах консольной фермы WT от перемещений Δ

Несущую способность опорных элементов консольной фермы (R_1 – оттяжка, R_2 – элемент V-образной опорной стойки) необходимо проверить по предлагаемым формулам:

$$\sigma_1 = \frac{R_1^g + R_1^p \Delta}{A_1} \leq R_y \gamma_c; \quad (1)$$

$$\sigma_2 = \frac{R_2^g + R_2^p \Delta}{\varphi A_2} \leq R_y \gamma_c, \quad (2)$$

где R_1^g , $R_1^p \Delta$ – растягивающие усилия в оттяжках от постоянной нагрузки и временной нагрузки (рис. 4);

A_1 – площадь поперечного сечения оттяжек,

R_2^g , $R_2^p \Delta$ – сжимающие усилия в опорных стойках от постоянной нагрузки и временной нагрузок, определяется по зависимости (рис. 4);

A_2 – площадь поперечного сечения опорных стоек,

R_y – расчетное сопротивление стали.

б) с 2004 г. на Полигоне ДонНАСА, составляющим Национальное достояние Украины, проводится исследовательская эксплуатация автоматизированного метеопоста. Метеопост создан по агрегатно-блоковому принципу из законченных функциональных модулей (рис. 5), каждый из которых может рассматриваться как отдельный прибор для измерения, интегрированный в единую автоматизированную систему мониторинга параметров процесса в реальном масштабе времени.



Рис. 5. Структура автоматизированного метеопоста

Выполненные с помощью этого уникального оборудования исследования позволили разработать современные рекомендации по мониторингу ветровых и гололедных нагрузок на ЛЭП Украины и других стран, а также комплексно подойти к проблеме реконструкции перехода ЛЭП через Кременчугское водохранилище, основные технические разработки для которого выполнены специалистами ДонНАСА.

ЛИТЕРАТУРА

1. Системы мониторинга технического состояния несущих металлических конструкций зданий и сооружений; под ред. Е.В. Горохова и В.Ф. Мушанова. - Макеевка: ПЦ ДонНАСА, 2013. – 314 с.

REFERENCES

1. The system of monitoring of technical condition of bearing metal structures of buildings and constructions; edited by Gorochov E.V. and Muchanov V.F. – Mekeevka: DonNABA, 2013. – 314 p.

Статья поступила в редакцию 28.11.2013 г.