

УДК 624.076.2

С.В. КОЛЕСНІЧЕНКО (канд.тех. наук, доц.)

Донбаська національна академія будівництва і архітектури, Україна, м. Краматорськ

РОЗРАХУНОК ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ БЕЗПЕКИ ПІДПРИЄМСТВА

Для розробки систем забезпечення надійності та систем управління безпекою, визначено структуру показників загальної безпеки підприємства. З їх номенклатури відокремлено організаційно-технічну безпеку. Запропоновано перелік показників, що можна дослідити під час виконання робіт з обстеження об'єкта. Наведено кількісні результати розрахунків безпеки за допомогою індекса Елмері. Надано приклади розрахунків безпеки для існуючих підприємств. Встановлено вплив окремих показників на організаційно-технічну безпеку в цілому.

Ключові слова: безпека, індекс Елмері, будівлі, споруди, надійність, ресурс

Вступ

Попередження аварійних ситуацій стосовно будівель і споруд є комплексною проблемою, що складається з виконання робіт за наступними напрямками:

- вирішення організаційних проблем, що пов'язані з систематизацією робіт з обстеження і паспортизації будівель і споруд;
- розробка програми забезпечення надійності – ПЗН та розрахунок показників надійності, їх оптимізація та нормування;
- розробка системи управління безпекою – СУБ, визначення показників та критеріїв;
- розрахунок остаточного ресурсу конструкцій в умовах довготривалої експлуатації;
- оцінювання ризиків подальшої безаварійної роботи конструкцій ;
- підготовка та перепідготовка фахівців, що обслуговують, утримують та наглядають за будівельними об'єктами.

Невирішеною задачею з позиції керування безпекою є відсутність сформованих комплексних показників, що визначають реальний стан безаварійної експлуатації конструкцій при визначеному остаточному ресурсі.

Аналіз літературних даних та постановка проблеми

Початок робіт з системного аналізу проблеми безпечної експлуатації будівель і споруд в умовах вичерпання їх проектного ресурсу було покладено Постановою КМУ № 409 [1], та закріплено низкою нормативних документів [9,10,11]. Було опубліковано ряд робіт [2,3,4], щодо практичного впровадження результатів безаварійної та безпечної роботи конструкцій з використанням апарату ризик-аналізу для розробки прогнозних моделей подовження остаточного ресурсу.

Основною задачею функціонування СУБ є забезпечення такої експлуатації будівель і споруд, що дозволить звести до мінімуму ризик виникнення аварії внаслідок прояву та розвитку дефектів (пошкоджень) конструкцій, помилок персоналу під час періодичного (огляди) декларування безпеки та продовження термінів експлуатації будівельних об'єктів [7]. В рамках СУБ здійснюється постійне вирішення задач ризик-аналізу, можливого тільки при наявності відповідних реєстраційних систем, що дають повну інформацію поточного стану об'єкту.

Ціль та задачі дослідження

Нормування показників надійності, що входять до складу ПЗН та визначають безвідмовність, довговічність, ремонтпридатність та збереження конструкцій [12,13] необхідно здійснювати на стадії проектування, але для конструкцій, що вже тривало експлуатуються, це має бути здійснено у складі робіт з обстеження під час оцінки технічного стану. Для реалізації ПЗН необхідно залучення ресурсів підприємства для обслуговування будівельних конструкцій за фактичним станом.

Існуючі рекомендації та вимоги є достатньо важкими для реалізації в умовах діючого підприємства з урахуванням того, що за утримання будівель відповідають, як правило, не фахівці з будівельною освітою. Тому, однією з задач є надання пропозицій щодо

оперативного визначення показників безпеки з урахування дійсного стану щодо утримання будівель і споруд.

Показники безпеки об'єктів, що експлуатуються

Безпека кожного об'єкта, що експлуатується, залежить від наступних показників (джерел небезпеки), які можуть бути віднесені до однієї з груп:

- показники природного впливу – група «А»;
- показники технології та виробництва – група «Т»;
- показники конструктивні (конструкцій, будівель та споруд) – група «К»;
- показники організаційно-технічні – група «О».

Показники груп «А» і «К» представляють небезпеку з позиції контрольованого або неконтрольованого вивільнення енергії – Е – кінетичної, вибухової, теплової, світлової, електричної, електромагнітної, що накопичена у об'єкті або впливає на нього на різних стадіях життєвого циклу.

Показники групи «Т» представляють небезпеку з позиції контрольованого або неконтрольованого викиду речовини (енергії) – W – радіаційно-, хімічно-, біологічно-, тепло-, електро – небезпечних.

До переліку показників безпеки конструкцій будівель та споруд, що експлуатуються, від природних причин (група «А»), входять показники, що залежать від:

- сейсмічних впливів (землетруси, хвилі землетрусів, хвилі від вибухів);
- метеорологічних впливів (урагани, грози, вітрові навантаження від зміни забудови, зміни мікроклімату);
- геомеханічних факторів (зсуви, провали, нахили, інше);

Показники технологічні (групи «Т») визначаються:

- урахуванням впливів технологічного процесу на стан будівельних конструкцій;
- урахуванням впливів інженерних систем та мереж на стан будівельних конструкцій;

Показники групи «О» представляють небезпеку з позиції відсутності, руйнування необхідних або виникнення небезпечних (шкідливих) потоків інформації у керуючих, контролюючих, реєструючих системах, та системах об'єкта, що оповіщають.

Для оцінювання рівня безпеки будівельних конструкцій особливу увагу необхідно приділяти показникам груп «К» і «О», тому що тільки для них можливий кількісний розрахунок критеріїв та граничних значень на основі результатів робіт з обстеження та даних нагляду і утримування за весь термін експлуатації будівлі (споруди).

Перелік показників конструктивної безпеки (група «К») визначають:

- дефекти конструкцій;
- пошкодження конструкцій.

При цьому, під дефектами та пошкодженнями розуміють всі можливі порушення стану конструкцій при розрахунках за існуючим нормами: недоліки проекту, виготовлення, транспортування, монтажу та експлуатації. Оцінювання показників групи «К» (наприклад, для сталевих конструкцій) можливо виконати за [9] з використанням [5] та інших норм розрахунків спеціальних конструкцій (галереї, щогли, мости, башти, інше).

Організаційно-технічні показники (група «О») безпеки, залежить від наявності служб, відповідних за регламентні роботи, що визначені нормативними документами. Як правило, показники пов'язані з регулярним виконанням процедур, спрямованих на безпеку технологічного процесу та підтримки стану будівельних конструкцій.

Виходячи з досвіду робіт з обстеження, діагностики та моніторингу, можна виділити наступний перелік показників групи «О», що визначені наявністю або відсутністю:

1. Архітектурно-технічного паспорту або іншим документом первинного стану об'єкта. В будь-якому разі, ці документи повинні налічувати:

1.1. Вишукування: геотехнічні та/або геодезичні;

1.2. Первинну проектно-конструкторську документацію на будівельні конструкції та інженерні мережі;

1.3. Сертифікати на використані матеріали;

1.4. Акти на приховані роботи;

2. Паспорт технічного стану об'єкта.

3.Правила експлуатації конструкції або стандарту (технічного регламенту) технологічної безпеки.

4.Наявність служби (персоналу), що відповідальна за нагляд, утримання та технічну експлуатацію;

5.Системи навчання, підготовки та перепідготовки персоналу;

6.Систем моніторингу та діагностування (в тому числі автоматизованих) технічного стану конструкцій:

6.1.Проведення регулярних оглядів конструкцій;

6.2.Проведення регулярних обстежень і споруд;

6.3.Систем обліку (електронних баз даних) технічного стану конструкцій та об'єктів в цілому;

7.Систем аварійного пожежегасіння;

8.Доступу (системи конструкцій обслуговування) до вузлів та конструкцій;

9.Регулярного виконання ремонтних робіт;

10.Автоматизованих систем попередження надзвичайних станів (у разі забудови у складних геологічних умовах та небезпечної технології)

До даного переліку можливе включення інших показників, в залежності від специфіки експлуатації конструкцій.

Якщо під терміном «технологічна безпека» розуміти що це: «часткова складова загальної безпеки промислового підприємства, що характеризує систему заходів щодо підтримки працездатності, попередження, зниження експлуатаційних властивостей конструкцій будівель, споруд та інженерних мереж, які повністю або значною мірою вичерпали свій нормативний ресурс, та є джерелом потенційної небезпеки по відношенню до технологічних функцій під час експлуатації та продовження терміну експлуатації об'єкту», то можна вважати, що технологічна безпека – це поєднання показників конструктивної та організаційно-технічної безпеки.

Для кожного показника безпеки повинно визначення критичних (E_c , W_c , I_c) та гранично припустимих характеристик ($[E]$, $[W]$, $[I]$) опору об'єктів діям факторів небезпеки.

Після формування переліку показників групи «О», виникає проблема коректного оцінювання безпеки, у зв'язку з тим, що практично для всіх показників неможливо визначити критичні, граничні та робочі значення параметрів. Але, для кожного показника можна дати відповідь «існує» чи «відсутнє». Для кількісного оцінювання організаційно-технічної безпеки (ОТБ) пропонується виконувати розрахунок за індексом безпеки Елмері, що застосовується для аналізу безпеки праці [6]:

$$ОТБ = \frac{\text{пункти «існує»}}{\text{пункти «існує»} + \text{пункти «відсутнє»}} \cdot 100\% \quad (1)$$

Як видно, недоліком такого оцінювання є те, що всі показники приймаються рівноцінними. Для більш детального оцінювання можливо використання вдосконаленого індексу – «коєфіцієнта ваги», що побудований, наприклад, за три рівневим оцінюванням показника «існує»:

пункти з індексом «О» містять **Обов'язкові**, найбільш важливі, критичні, вимоги безпеки, невиконання яких може спричинити невиконання інших показників. Наприклад, до цієї групи можливо включення пунктів наявності правил експлуатації будівель/споруд, стандарту/регламенту технологічної безпеки та наявність служби нагляду, утримання та технічної експлуатації об'єкту. Для цього індексу прийнято, наприклад, коефіцієнт 3.

пункти з індексом «В» містять **Важливі** вимоги безпеки, невиконання яких безпосередньо не пливає на безпеку, але вказує на недостатній рівень організації діяльності. Для цього індексу прийнято коефіцієнт 2.

пункти з індексом «Р» містять **Рекомендації** з організації. Ці пункти не є обов'язковими (містять рекомендований характер), але вказують на увагу до питань безпечної експлуатації конструкцій будівель і споруд. Для цього індексу прийнято коефіцієнт 1.

В такому разі індекс ОТБ, назвемо його індекс ОТБ2, буде мати вигляд:

$$ОТБ2 = \frac{\text{пункти «існує» («О»} \times 3 + \text{«В»} \times 2 + \text{«Р»})}{\text{всі пункти («О»} \times 3 + \text{«В»} \times 2 + \text{«Р»})} \cdot 100\% \quad (2)$$

Оцінка за індексом ОТБ2 дозволяє більш точно враховувати дійсний рівень безпеки та вказувати на заходи, що необхідно виконати у першу чергу, а також заходи з найбільш очікуваною результативністю.

Приклади розрахунків організаційно-технічної безпеки

В якості прикладів нижче наведено три розрахунки організаційно-технічної безпеки різних об'єктів за запропонованим методом. Розглянуто варіанти з реальною ситуацією щодо експлуатації та утримання існуючих будівель і споруд на підприємствах.

Варіант 1. Нове підприємство. Термін експлуатації до 10-ти років. Об'єкт – споруда сталевго покриття стадіону (Таблиця 1). Для цього об'єкту необхідно відзначити особливості – регулярні обстеження не виконуються у зв'язку із невеликим терміном експлуатації та гарантійними зобов'язаннями будівельних підприємств, що надані в архітектурно-технічному паспорті.

Таблиця 1. Визначення індексів ОТБ1 і ОТБ2 для споруди сталевго покриття стадіону

№	Показник	Існує		Рівень показника
		так	ні	
1	Наявність архітектурно-будівельного паспорта. Результати інженерних вишукувань (геологія, геодезія)	так		О
2	Існує початкова проектно-конструкторська документація на будівельні конструкції та інженерні мережі	так		О
3	Існують сертифікати на використані будівельні матеріали	так		О
4	У наявності акти на приховані роботи	так		В
5	Розроблено паспорт технічного стану об'єкту		ні	В
6	Розроблено стандарт (технічний регламент) безпечної експлуатації конструкцій		ні	Р
7	Організовано службу, що відповідає за нагляд, утримання та технічну експлуатацію	так		О
8	Розроблено систему навчання, підготовки та перепідготовки персоналу з експлуатації будівельних конструкцій		ні	Р
9	Розроблено і впроваджено систему моніторингу і діагностики (в тому числі автоматизованої) технічного стану конструкцій	так		В
10	Виконується регулярний огляд конструкцій	так		О
11	Виконується регулярне обстеження конструкцій		ні	О
12	Розроблено систему обліку (електронна база даних) технічного стану конструкцій і об'єкта		ні	В
13	Існує система аварійного пожежегасіння та/або контролю виникнення пожежі	так		О
14	Існує стаціонарний доступ до вузлів конструкцій	так		В
15	Виконуються регулярні ремонтні роботи	так		О
ОТБ =				66.6%
ОТБ2 =				75%

Варіант 2. Підприємство із терміном експлуатації більше 30 років. Об'єкт – споруда транспортної галереї коксохімічного заводу (Таблиця 2). Основні несучі конструкції – сталеві. Споруда задіяна в основному технологічному процесі підприємства.

Варіант 3. Підприємство із терміном експлуатації більше 40 років. Об'єкт – будівля перевантаження коксохімічного заводу (Таблиця 3). Будівля має монолітний залізобетонний каркас. Конструкції перекриттів - сталеві балки. Будівля задіяна в основному технологічному циклі підприємства.

Таблиця 2. Визначення індексів ОТБ1 і ОТБ2 для споруди транспортерної галереї коксохімічного заводу

№	Показник	Існує		Рівень показника
		так	ні	
1	Наявність архітектурно-будівельного паспорту. Результати інженерних вишукувань (геологія, геодезія)		ні	О
2	Існує початкова проектно-конструкторська документація на будівельні конструкції та інженерні мережі		ні	О
3	Існують сертифікати на використані будівельні матеріали		ні	О
4	У наявності акти на приховані роботи		ні	В
5	Розроблено паспорт технічного стану об'єкту	так		В
6	Розроблено стандарт (технічний регламент) безпечної експлуатації конструкцій		ні	Р
7	Організовано службу, що відповідає за нагляд, утримання та технічну експлуатацію	так		О
8	Розроблено систему навчання, підготовки та перепідготовки персоналу з експлуатації будівельних конструкцій		ні	Р
9	Розроблено і впроваджено систему моніторингу і діагностики (в тому числі автоматизованої) технічного стану конструкцій		ні	В
10	Виконується регулярний огляд конструкцій	так		О
11	Виконується регулярне обстеження конструкцій	так		О
12	Розроблено систему обліку (електронна база даних) технічного стану конструкцій і об'єкта		ні	В
13	Існує система аварійного пожежегасіння та/або контролю виникнення пожежі		ні	О
14	Існує стаціонарний доступ до вузлів конструкцій	так		В
15	Виконуються регулярні ремонтні роботи	так		О
ОТБ =				40%
ОТБ2 =				41.1%

Таблиця 3. Визначення індексів ОТБ1 і ОТБ2 для будівлі перевантаження коксохімічного заводу

№	Показник	Існує		Рівень показника
		так	ні	
1	2	3	4	5
1	Наявність архітектурно-будівельного паспорту. Результати інженерних вишукувань (геологія, геодезія)		ні	О
2	Існує початкова проектно-конструкторська документація на будівельні конструкції та інженерні мережі		ні	О
1	2	3	4	5
3	У наявності сертифікати на використані будівельні матеріали		ні	О
4	У наявності акти на приховані роботи		ні	В
5	Розроблено паспорт технічного стану об'єкту	так		В

Продовження таблиці 3.

1	2	3	4	5
6	Розроблено стандарт (технічний регламент) безпечної експлуатації конструкцій	так		Р
7	Організовано службу, що відповідає за нагляд, утримання та технічну експлуатацію	так		О
8	Розроблено систему навчання, підготовки та перепідготовки персоналу з експлуатації будівельних конструкцій	так		Р
9	Розроблено і впроваджено систему моніторингу і діагностики (в тому числі автоматизованої) технічного стану конструкцій		ні	В
10	Виконується регулярний огляд конструкцій	так		О
11	Виконується регулярне обстеження конструкцій	так		О
12	Розроблено систему обліку (електронна база даних) технічного стану конструкцій і об'єкта	так		В
13	Існує система аварійного пожежегасіння та/або контролю виникнення пожежі	так		О
14	Існує стаціонарний доступ до вузлів конструкцій	так		В
15	Виконуються регулярні ремонтні роботи	так		О
ОТБ =				66%
ОТБ2 =				67.6%

Висновки

Аналіз прикладів дозволяє зробити наступні висновки:

- наявність паспорту технічного стану та регулярних обстежень значно впливає на показники організаційно-технічної безпеки;
- розробка електронних систем обліку підвищує рівень безпеки на 15...20%;
- для більш точної оцінки необхідно виконання додаткових досліджень визначення «коефіцієнтів ваги» показників. Можлива розробка дискретних показників безпеки із своїми коефіцієнтами ваги.

В цілому, запропонований метод розрахунку може бути базовим для попереднього аналізу рівня безпеки та складовою частиною визначення загального рівня технологічної безпеки з урахуванням показників групи «К» та визначення остаточного ресурсу експлуатації будівельних конструкцій.

Библиографический список

- 1.Постанова КМУ № 409 від 5 травня 1997 р. «Щодо забезпечення надійної та безпечної експлуатації будівель, споруд та інженерних мереж».
- 2.Ориняк І.В. Методики проведення ризик-аналізу магістральних трубопроводів з метою декларування їх безпеки та подовження терміну експлуатації [Текст]/І.В. Ориняк, М.В. Бородій, А.С. Батура, С.М. Анєєв.// Зб. наук. статей «Проблеми ресурсу і безпеки експлуатації конструкцій, споруд та машин». Цільова комплексна програма НАН України. Наук. керівник Б.Є. Патон. С. 22-28.
- 3.Снижение рисков в строительстве при чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера [Текст]/ Булгаков С.Н., Тамразян А.Г., Рахман И.А., Степанов А.Ю. – М.: МАКС пресс, 2004. – 304 с.
- 4.Техническая диагностика и предупреждение аварийных ситуаций конструкций зданий и сооружений [Текст]/ А.В. Шимановский, В.Н. Гордеев, В.П. Королев, А.И. Оглобля, И.Р. Рухович, Ю.В.Филатов – К.:Изд-во «Сталь», 2008.–463с.
- 5.ДБН В.2.6-168:2014. Сталеві конструкції. Норми проектування. [Текст]. –К., 2014р., 199 с.
- 6.Пособие по наблюдению за условиями труда на рабочем месте в промышленности. Система Элмери. [Текст]/ Издание второе. Институт профессионального здравоохранения Финляндии. Управление по охране труда при Министерстве социального обеспечения и здравоохранения Финляндии. – Хельсинки: 2000. – 24 с.
- 7.Шимановский О.В. Методологические основы создания информационных систем учета действительного состояния эксплуатирующихся строительных конструкций [Текст]/ О.В. Шимановский, С.В. Колесниченко// Зб.наук. пр. Укрдїпроектстальконструкція ім. В.М. Шимановського/–Київ: Вид. «Сталь», 2008, вип. 1 – С. 68-74.
- 8.Методика определения рисков и их приемлемых уровней для декларирования безопасности объектов повышенной опасности [Текст]. – Министерство труда и социальной политики. Приказ № 637 от 04.12.2002.

9.ДБН 362-92. Оцінка технічного стану сталевих конструкцій експлуатуємих виробничих будівель і споруд [Текст] – Київ: 1995. – 40 с.

10.НПАОП 45.2-1.01-98. Правила обстежень, оцінки технічного стану та паспортизації виробничих будівель і споруд [Текст] – Київ: 1998. – 36 с.

11.Правила технической эксплуатации производственных зданий и сооружений предприятий горно-металлургического комплекса Украины [Текст] – Минпромполитики Украины. Днепропетровск: 2003. – 92 с.

12.ДСТУ 2862-94. Надійність техніки. Методи розрахунків показників надійності. Загальні вимоги. Введ. 1994-08-12. –Київ.: Держстандарт України, 1994.– 39 с.

13.ДБН В.1.2-14:2009. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ [Текст] – Київ.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 30 с.

14.ДСТУ 2863-94. Надійність техніки. Програма забезпечення надійності. Загальні вимоги [Текст] – Введ. 1997-01-01.- Київ.: Держстандарт України, 1994.– 32 с.

Надійшла до редакції 29.04.2017

С.В. Колесниченко

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, Украина, г.Краматорск

РАСЧЕТ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Для разработки систем обеспечения надежности и систем управления безопасностью, определена структура общих показателей безопасности предприятия. Из их номенклатуры выделена организационно-техническая безопасность. Предлагается перечень показателей, которые возможно исследовать в процессе выполнения обследования объекта. Приводятся результаты количественного расчёта безопасности с помощью индекса Элмери. Приведены примеры расчета безопасности реальных предприятий. Установлено влияние отдельных показателей на организационно-техническую безопасность в целом.

Ключевые слова: безопасность, индекс Элмери, здания, сооружения, надежность, ресурс.

S. Kolesnichenko

Donbas national academy of civil engineering and architecture, Ukraine, Kramatorsk

THE ESTIMATION OF ORGANIZING AND TECHNICAL SAFETY CHARACTERISTICS FOR ENTERPRISE.

For development of reliability assurance system and systems of management safety, the structure of general safety characteristics for enterprise is determined. The organizing and technical safety characteristics are separated. The list of characteristics what may be structured during enterprise's technical investigations works have done. The numerical estimation of the safety is proposed with accordance of Elmerly index. The examples of safety estimation have calculated for real enterprises. The influences of some characteristics for organizing and technical safety in general are established.

Key words: safety, Elmerly index, buildings, structures, reliability, resource.