



ISSN 1814-5566 print

ISSN 1993-3517 online

МЕТАЛЕВІ КОНСТРУКЦІЇ
МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИИ
METAL CONSTRUCTIONS

2012, ТОМ 18, НОМЕР 4, 227–235

УДК 624.014.2.004.15:725.4

(12)-0273-0

ОЦІНКА НАДІЙНОСТІ СТАЛЕВИХ КАРКАСІВ ОДНОПОВЕРХОВИХ ВИРОБНИЧИХ БУДІВЕЛЬ ІЗ МОСТОВИМИ КРАНАМИ

С. Ф. Пічугін, Ю. Е. Патенко

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка,

Першотравневий пр., 24, м. Полтава, Україна, 36011.

E-mail: pichugin_sf@mail.ru

Отримана 9 Ноября 2012; прийнята 21 грудня 2012.

Анотація. Стаття присвячена оцінюванню надійності сталевих каркасів одноповерхових виробничих будівель (ОВБ), обладнаних мостовими кранами, із урахуванням збільшених характеристичних значень кранових навантажень та просторової роботи сталевих каркасів. Виявлені раціональні розрахункові моделі каркасів, які відповідають просторовому характеру роботи сталевих каркасів виробничих будівель, для розрахунку каркасів на силові впливи мостових кранів за допомогою сучасних програмних комплексів. Одержані практичні оцінки параметрів надійності сталевих каркасів ОВБ з урахуванням фактора часу та дійсних зовнішніх навантажень. Установлено вплив на надійність каркасів поздовжніх елементів, які забезпечують просторову роботу, особливо гальмівних конструкцій та елементів в'язей покриття.

Ключові слова: сталеві каркаси, одноповерхові виробничі будівлі, просторова робота каркасів, кранові навантаження, надійність конструкцій.

ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ СТАЛЬНЫХ КАРКАСОВ ОДНОЭТАЖНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ С МОСТОВЫМИ КРАНАМИ

С. Ф. Пичугин, Ю. Э. Патенко

Полтавский национальный технический университет имени Юрия Кондратюка,

Первомайский пр., 24, м. Полтава, Украина, 36011.

E-mail: pichugin_sf@mail.ru

Получена 9 листопада 2012; прийнята 21 декабря 2012.

Аннотация. Статья посвящена оцениванию надежности стальных каркасов одноэтажных производственных зданий (ОПЗ), оборудованных мостовыми кранами, с учетом увеличенных характеристических значений крановых нагрузок и пространственной работы стальных каркасов. Определены рациональные расчетные модели каркасов, которые отвечают пространственному характеру работы стальных каркасов производственных зданий, для расчета каркасов на силовые воздействия мостовых кранов с помощью современных программных комплексов. Получены практические оценки параметров надежности стальных каркасов ОПЗ с учетом фактора времени и действительных внешних нагрузок. Установлено влияние на надежность каркасов продольных элементов, которые обеспечивают пространственную работу, особенно тормозных конструкций и элементов связей покрытия.

Ключевые слова: стальные каркасы, одноэтажные производственные здания, пространственная работа каркасов, крановые нагрузки, надежность конструкций.

RELIABILITY ESTIMATION OF STEEL FRAMEWORKS OF INDUSTRIAL BUILDINGS EQUIPPED WITH OVERHEAD TRAVELLING CRANES

Sergey Pichugin, Yuliya Patenko

Poltava National Technical University named by Yuriy Kondratuk,

24, Pershotravnevuy av., Poltava, Ukraine, 36011.

E-mail: pichugin_sf@mail.ru

Received 9 November 2012; accepted 21 December 2012.

Abstract. The article is devoted to the reliability assessment of steel frameworks of one-storey industrial buildings with overhead travelling cranes. The increased values of crane loads and spatial behavior of steel frameworks were accounted in the probabilistic computations. The design models of frameworks that appropriate actual behavior of frameworks were detected for design calculation of steel frameworks on design computer systems. The practical evaluations of reliability parameters of steel frameworks of one-storey industrial buildings were obtained accounting the time factor and actual external loads. The contribution of bracing elements to the spatial behavior assurance was determined, especially of the bracing structures and sheathing bracing elements.

Keywords: steel frameworks, one-storey industrial buildings, spatial behavior, crane loads, structural reliability.

Опис проблеми та її зв'язок із науковими програмами

Проблема оцінювання надійності сталевих каркасів одноповерхових виробничих будівель (ОВБ) із мостовими кранами обумовлена складністю математичного апарата ймовірнісних методів для аналізу складних систем каркасів виробничих будівель. Розв'язання цієї задачі потребує урахування випадкового характеру міцності сталі та навантажень, які діють на конструкції, а також дійсного характеру роботи каркасів, що різко підвищує складність ймовірнісних розрахунків.

Відсутність адекватних оцінок надійності також частково пов'язана із недоліками нормування навантажень за СНиП 2.01.07-85 [13] стосовно снігового та горизонтального кранового навантажень, які були занижені та не відповідали реальним навантаженням [6, 7].

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Введенню ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи» [1], в яких змінено порядок визначення снігового та горизонтального кранового навантаження та закладено поняття надійності, передував багатий дослідницький досвід [8, 2], а також наробітки в напрямку ймовірнісних

розрахунків конструкцій [6, 10, 13, 15]. Натурним дослідженням дійсного характеру роботи сталевих каркасів та чисельним дослідженням моделей каркасів ОВБ для урахування простої роботи каркасів присвячені роботи [2, 4, 9]. У працях [5, 10, 12] отримані оцінки надійності колон у складі сталевих каркасів ОВБ.

Виділення невирішених питань

Тим не менш, залишається актуальним завдання накопичення оцінок надійності різних каркасів ОВБ, які оснащені крановим обладнанням, для виявлення недостатніх або надмірних рівнів надійності. Потребує уточнення, які чинники мають визначальний вплив на показники надійності каркасів ОВБ та які елементи слід враховувати при формуванні розрахункових моделей каркасів для підвищення надійності будівель.

Мета роботи

Оцінювання надійності конструкцій сталевих каркасів одноповерхових виробничих будівель, обладнаних опорними мостовими кранами, з урахуванням збільшення характеристичних значень горизонтальних кранових навантажень

у ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи» та просторової роботи каркасів.

Оцінювання надійності багатоелементних статично невизначених систем, якими є каркаси виробничих будівель, супроводжується такими задачами, як аналіз характеру роботи систем під навантаженням та виявлення особливостей відмов елементів та систем в цілому. Поставлені задачі вирішені із залученням методу скінченних елементів, який дозволив отримати картину просторової роботи каркасів та характер перерозподілу напружень у системі після відмов окремих елементів [3, 4, 9].

Надійність каркасів оцінюється в ракурсі забезпечення просторової роботи системи каркасів окремими його елементами. Оцінюється вплив в'язевих дисків, які забезпечують перерозподіл зусиль у каркасі та фактично дозволяють нейтралізувати значні локальні впливи, а саме кранові навантаження.

Наближені розрахунки конструкцій сталевих каркасів із урахуванням просторової роботи базуються на широких узагальненнях та не дозволяють врахувати різні схеми в'язевих елементів, різну повноту в'язевих дисків та ін. З огляду на високий розвиток сучасних програмних комплексів, логічним є їх застосування у розрахунках будівельних конструкцій, а саме каркасів ОББ. За допомогою програмних комплексів реалізовано розрахунок моделей каркасів ОББ із мостовими кранами у вигляді по-

перечних рам із «зовнішніми» пружними в'язями (рис. 1), які моделюють роботу позовжніх конструкцій каркасів, що забезпечують їх просторову роботу. Параметри жорсткостей пружних в'язей визначалися розрахунком, а також на основі натурних експериментальних досліджень сталевих каркасів. Аналіз рекомендацій із призначення зсувних жорсткостей для багатьох типів покрівель виявив близькість результатів розрахунків поперечних рам із пружними в'язями, які моделюють роботу покриття на горизонтальні навантаження мостових кранів, при широких діапазонах значень жорсткостей покриттів.

Окрім того, проведений розрахунок просторових моделей каркасів ОББ (рис. 2) на усі діючі навантаження, у тому числі кранові, визначені за ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи» [2, 7, 8, 10]. Просторові розрахункові схеми каркасів формувалися із просторових блоків будівель, до яких входили усі поперечні рами або середні блоки із кількістю поперечних рам від 7 до 10. Як розподільчі диски вводилися основні конструкції, які забезпечують просторову роботу каркасів, а саме: в'язі покриття у рівні нижніх поясів кроквяних ферм, підкранові балки із гальмівними конструкціями та позовжні робочі майданчики та в'язі по колонах.

Розрахунок моделей каркасів числовими методами дозволяє наблизити результати

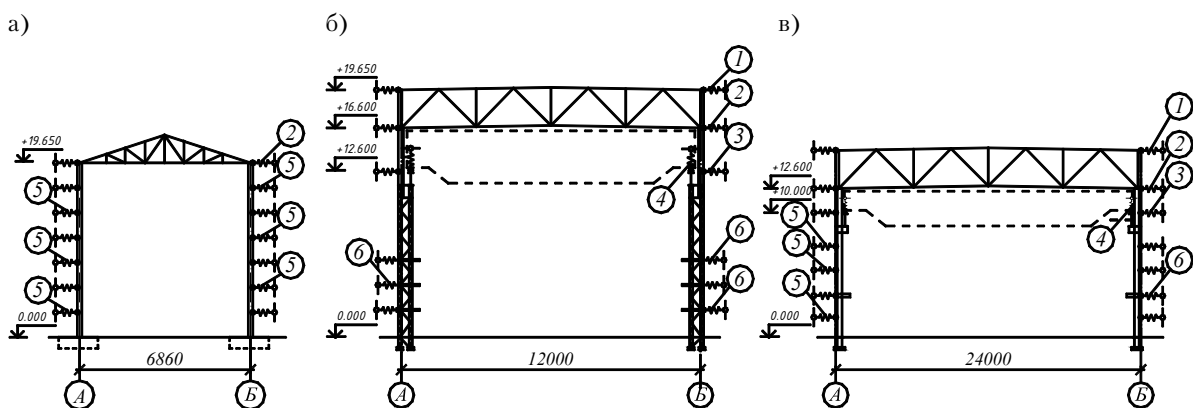


Рисунок 1. Моделі поперечних рам каркасів із пружними в'язями: а) поперечна рама дослідного каркаса; б) поперечна рама каркаса варіанта 1; в) поперечна рама каркаса варіанта 2. Позначення: 1 – покрівельний диск; 2 – горизонтальні в'язі по нижніх поясах кроквяних ферм; 3 – гальмівні конструкції; 4 – підкранові балки; 5 – горизонтальні ригелі позовжнього фахверка; 6 – технологічні майданчики.

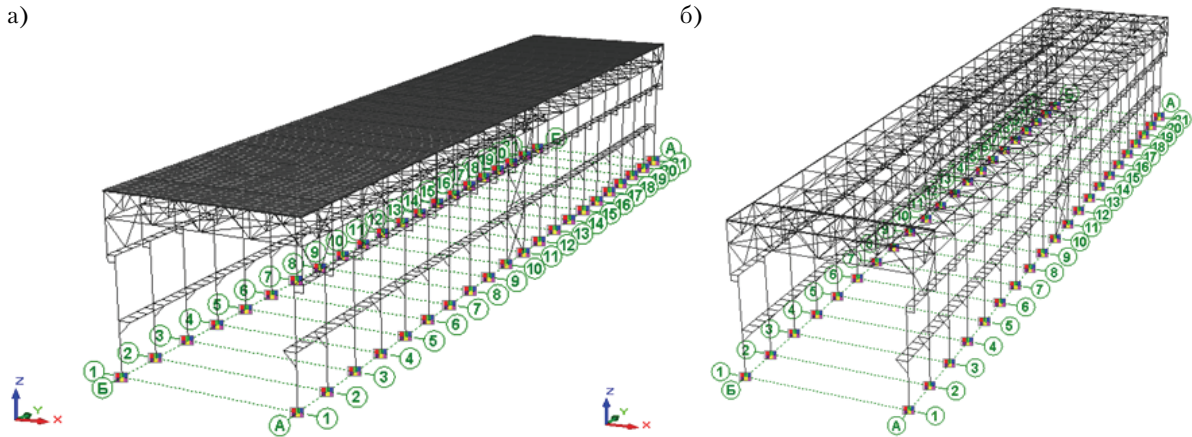


Рисунок 2. Просторові розрахункові моделі каркаса ОВБ: а) із «жорстким» покриттям; б) із «нежорстким» покриттям.

розрахунків до дійсної роботи каркасів як просторових систем. Конструкціями, які головним чином забезпечують просторову роботу та які слід враховувати при формуванні розрахункових моделей, є покриття будівлі, в'язі по нижніх поясах кроквяних ферм, підкранові балки із гальмівною конструкцією та поздовжні робочі майданчики (рис. 3). Виявлено, що урахування інших поздовжніх конструкцій каркасів не дає значного ефекту.

При оцінюванні надійності каркасів ОВБ процес руйнування каркаса аналізувався методом станів за допомогою графа, який передбачав розгляд вихідного стану системи та наступних проміжних працездатних станів, які виникають із вихідного стану внаслідок відмови елементів. Багатозв'язним системам властиві різноманітні види відмов, із яких розглядалося коло можливих відмов, які пов'язані із втратою несучої здатності системи. Виходячи із передумови про можливість руйнування каркасів внаслідок руйнування найбільш відповідальних конструкцій – колон та кроквяних ферм, – при забезпеченій надійності ферм у роботі аналізувалася надійність колон у складі каркасів ОВБ.

Без зменшення точності, що підтверджено результатами розрахунку, із усього масиву каркаса, який включає 21 поперечну раму, був виділений блок із восьми поперечних рам. Виконаний аналіз впливу відмов окремих в'язевих елементів на надійність каркасів дозволив відмітити, що такі багатозв'язеві системи, як кар-

каси ОВБ, не чутливі до одиничних відмов елементів в'язей. З огляду на цей факт, надійність каркасів оцінювалася при розгляді внесків у надійність каркасів цілісних в'язевих дисків.

При переході у простір надійності приймалися наступні передумови ймовірнісного розрахунку. Міцність сталі та постійне навантаження описувалися випадковими величинами, розподіленими за нормальним законом розподілу. Моделі вітрового та снігового навантаження використовувалися у вигляді квазістаціонарного випадкового процесу із трендом, ординати якого описуються розподілом Вейбула та поліномо-експоненційним законом. Окрім того, ймовірнісним розрахунком із застосуванням процедури лінеаризації нелінійної функції навантаження на колесо крана визначалися характеристичні значення бічних сил мостових кранів вантажопідйомностей 5...15 тс [5, 11].

Для виявлення впливу на надійність каркаса в'язевих дисків по чергово видалялися окремі в'язеві блоки до отримання плоскої рами будівлі та порівнювалися параметри роботи плоскої поперечної рами та рам у складі просторових блоків. Результати ймовірнісного розрахунку дев'яти варіантів каркасів будівлі та плоскої поперечної рами (варіант 10) показані на рис. 4 у вигляді ймовірностей безвідмовної роботи конструкцій протягом 50 років $P(t)$, вираженої у белах $P_L = -\lg[1 - P(t)]$. Ймовірнісні розрахунки колон у складі каркасів при урахуванні у просторових розрахункових моделях гальмівних конструкцій, підкранових балок та

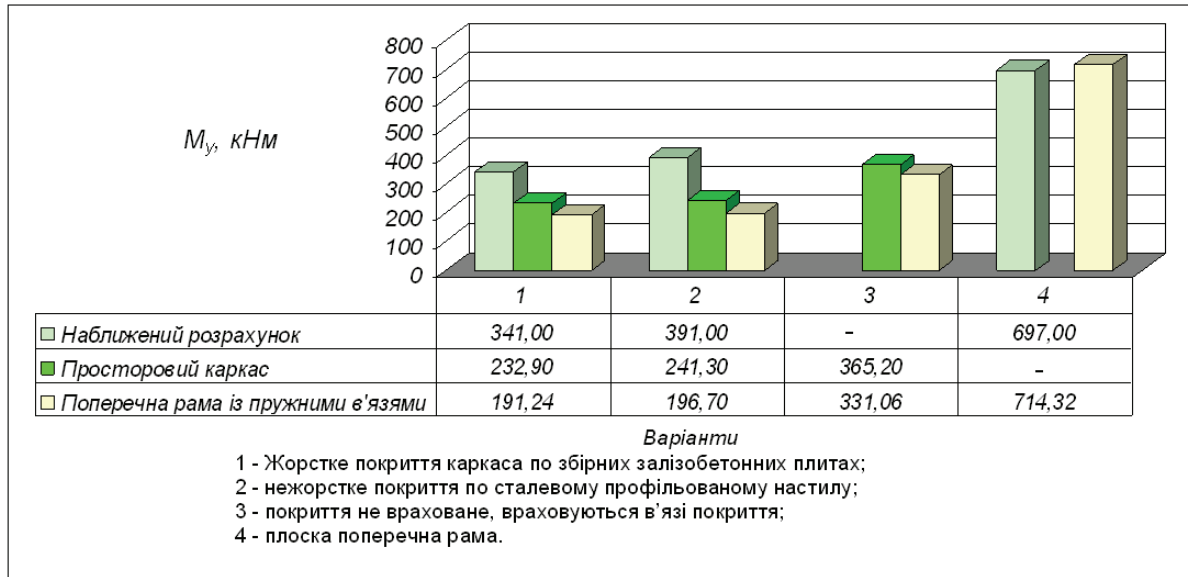


Рисунок 3. Згинальні моменти у колоні каркаса ОВБ при різних розрахункових схемах каркаса.

в'язей покриття по нижніх поясах кроквяних ферм (варіант 7) виявили високу надійність конструкцій, для яких ймовірність відмови протягом 50 років становить $Q(t) = 1,75 \cdot 10^{-7}$. Введення у розрахункові моделі інших елементів, таких як в'язі покриття по верхніх поясах ферм (варіант 6), прогонів покриття (варіант 5), горизонтальних ригелів стінового фахверка (варіант 3), незначно підвищує надійність каркасів. Імовірність відмови при таких варіантах розрахункових схем знаходиться у межах $Q(t) = 1,73 \cdot 10^{-7} \dots 1,05 \cdot 10^{-7}$ й різко знижується, якщо не враховувати у просторових моделях каркасів в'язі покриття та гальмівні конструкції (варіанти 8, 9).

Проведено чисельний експеримент із виявлення впливу на оцінки надійності колон у складі каркасів, запроектованих на навантаження згідно із ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи», наступних чинників: вантажопідйомності та режиму роботи мостових кранів, кроку колон, типу вузла з'єднання ригеля із колоною, виду покриття та значень вітрового й снігового навантажень (деякі графіки показані на рис. 5, 6, де ймовірність безвідмовної роботи колон наведена у белах). Результати оцінювання надійності колон постійного перерізу показали високу надійність таких конструкцій, для яких ймовірність відмови складає $Q = 1,1 \cdot 10^{-5} \dots 9,3 \cdot 10^{-9}$.

Виявлено, що із зменшенням вантажопідйомності мостових кранів (із 15 тс до 10 та 5 тс) спостерігається (рис. 5) зростання ймовірності відмови $Q(t = 50 \text{ років})$ у 2,3...7,3 разів. У цьому випадку характерним є зменшення на 5...17 % частки внутрішніх напружень від кранових навантажень C_{cr} та зменшення величини вантажної характеристики η на 24...59 %. Можна відмітити, що зменшення вантажопідйомності із 15 до 10 тс призводить до підвищення ймовірності відмови $Q(t = 50 \text{ років})$ у 2,3...2,8 разів, тоді як зі зміною вантажопідйомності мостових кранів із 15 до 5 тс та із 10 до 5 тс $Q(t = 50 \text{ років})$ підвищується у 4,5...7,3 разів.

При зміні шарнірного верхнього вузла колони на жорсткий відмічено пониження ймовірності відмови $Q(t = 50 \text{ років})$ на 73...95 % (рис. 6). Жорсткий тип верхнього вузла з'єднання колони забезпечує перерозподіл внутрішніх зусиль у конструкціях, що призводить до зростання часток постійного C_p та снігового навантажень C_s у 1,0...1,2 разів та зниження часток вітрового C_v та кранового C_{cr} навантажень, відповідно на 64 % та 2...16 % [11, 12].

Зменшення значень снігових та вітрових навантажень призводить до зниження ймовірності відмови колон $Q(t = 50 \text{ років})$ на 19...55 %. Також відмічено, що крайні колони будівель, які розміщені у VI сніговому та II вітровому районі, мають на 19 % вищу ймовірність відмови,

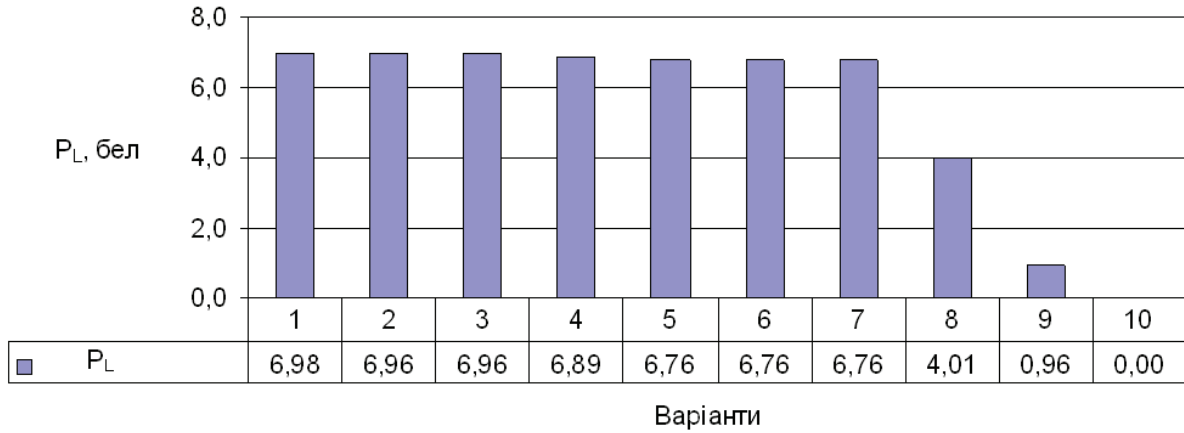


Рисунок 4. Імовірність безвідмовної роботи колон каркаса ОВБ при різних варіантах врахування просторової роботи.

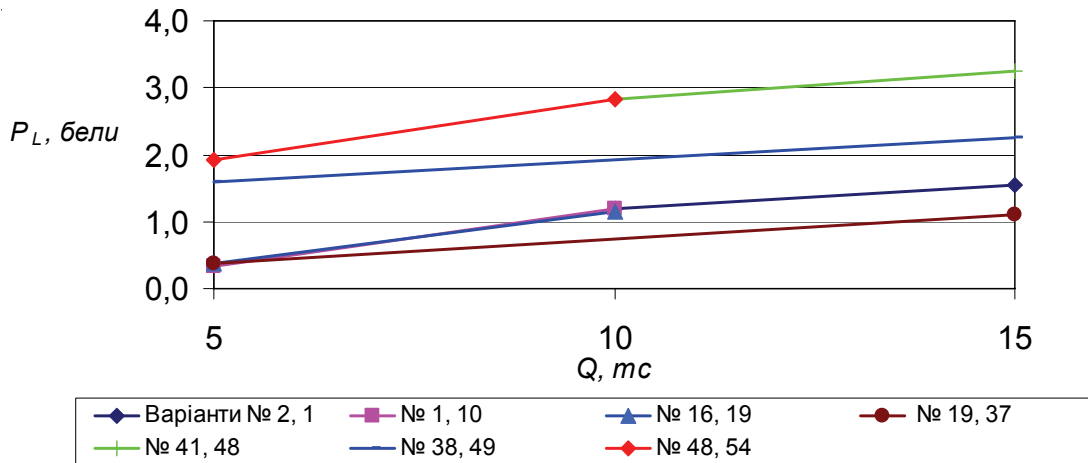


Рисунок 5. Залежність ймовірності безвідмовної роботи колон від вантажопідйомності мостових кранів.

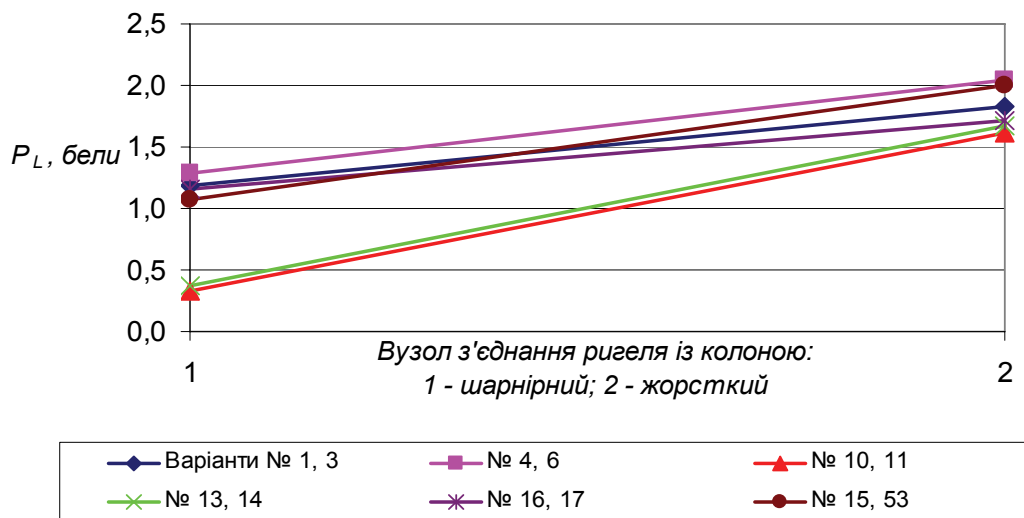


Рисунок 6. Залежність ймовірності безвідмовної роботи колон від типу вузла з'єднання ригеля із колоною.

аніж колони будівель, розташованих у V сніговому та V вітровому районі. При зменшенні снігових навантажень для середніх колон будівель знижується ймовірність відмови колон $Q(t)$ на 26...70 %. Із цього випливає, що снігове навантаження чинить більший вплив на ймовірність відмови, аніж вітрове навантаження.

Висновки

1. Одержані практичні оцінки параметрів надійності сталевих каркасів ОВБ з урахуванням фактора часу та дійсних зовнішніх навантажень. Відмічена тенденція до зростання ймовірності безвідмовної роботи конструкцій при збільшенні вантажопідйомності мостових кранів та при збільшенні кроку колон. Окрім того, виявлено зростання ймовірності безвідмовної роботи колон при збільшенні ваги покриття та при зменшенні снігового навантаження, а також при зміні шарнірного вузла з'єднання колони із ригелем на жорсткий.

Література

1. ДБН В.1.2-2:2006. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування [Текст]. – Замість СНиП 2.01.07-85 ; надано чинності 2007-01-01. – К. : Мінбуд України, 2006. – 61 с.
2. Нагрузки и воздействия на здания и сооружения [Текст] / [В. Н. Гордеев, А. И. Лантух-Лященко, А. В. Пашинский, С. Ф. Пичугин] ; под ред. А. В. Перельмутера. – М. : Изд-во Ассоциации строит. вузов, 2006. – 482 с.
3. Натурні випробування сталевих каркасів [Текст] / [С. Ф. Пичугін, О. В. Семко, Ю. Е. Патенко та ін.] // Інноваційні технології життєвого циклу об'єктів житлово-гражданського, промислового та транспортного призначення : сб. науч. трудов. – Д. : ПГАСиА, 2010. – Вып. 56. – С. 320–324.
4. Патенко, Ю. Е. Аналіз дійсної роботи сталевих каркасів виробничих будівель [Текст] / Ю. Е. Патенко, І. О. Петров, С. С. Шматко // Зб. наук. праць студентів будівельного факультету / Під редакцією Л. Г. Щербініна. – Полтава : ПолтНТУ, 2011. – С. 3–9.
5. Патенко, Ю. Е. Надійність сталевих каркасів одноповерхових виробничих будівель [Текст] : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн.

2. На основі ймовірнісних розрахунків сталевих каркасів виявлена їх низька чутливість до відмов окремих елементів в'язевих конструкцій, чим підтверджена висока живучість сталевих каркасів до випадкових відмов таких конструкцій. Установлено вплив на надійність каркасів поздовжніх елементів, які забезпечують просторову роботу, особливо гальмівних конструкцій та елементів в'язей покриття.
3. Виявлені раціональні розрахункові моделі каркасів, які відповідають просторовому характеру роботи сталевих каркасів виробничих будівель, для розрахунку каркасів на силі впливи мостових кранів за допомогою сучасних програмних комплексів. Ймовірнісними розрахунками обґрунтоване врахування у розрахункових моделях для розрахунків на програмних комплексах каркасів ОВБ із мостовими кранами елементів гальмівних конструкцій, горизонтальних в'язей у рівні низу кроквяних ферм. Встановлено, що врахування інших в'язевих елементів не дає значного ефекту у розрахунках каркасів ОВБ на навантаження мостових кранів.

References

1. DBN V.1.2-2:2006. National Structural Rules and Regulations. The system of reliability and safety provision of constructional projects. Loads and effects. Kyiv: Minbud of Ukraine, 2006. 61 p. (in Ukrainian)
2. Gordeev, V. N.; Lantuh-Liashchenko, A. I.; Pashinskii, A. V.; Pichugin, S. F.; Edited by Perelmuter, A. V. Loads and effects on buildings and structures. Moscow: Publishing house Association of Building Institutions, 2006. 482 p. (in Russian)
3. Pichugin, S. F.; Semko, O. V.; Patenko, Yu. E. et al. Environmental test of steel frame. In: *Innovative technology of life history of installations of civil, industrial and transport purposes. Edited Volume*. Dnepropetrovsk: PGASiA, 2010. Issue 56, p. 320-324. (in Ukrainian)
4. Patenko, Yu. E.; Petrov, I. O.; Shmatko, S. S. Analysis of real work of steel frame of industrial construction. In: *Edited Volume of students of Building faculty* / Edited by L. G. Shcherbinin. Poltava: PoltNTU, 2011, p. 3–9. (in Ukrainian)
5. Patenko, Yu. E. Reliability of steel frame of one-story industrial building: Ph.D. authors abstract in Engineering Science: speciality 05.23.01 «Building constructions and structures». Poltava: PoltNTU, 2012. 25 p. (in Ukrainian)

- наук : спец. 05.23.01 «Будівельні конструкції, будівлі та споруди» / Ю. Е. Патенко. – Полтава : ПолтНТУ, 2012. – 25 с.
6. Пічугін, С. Ф. Надійність сталевих конструкцій виробничих будівель [Текст] : Монографія / С. Ф. Пічугін. – [2-е изд.]. – М. : Изд-во «АСВ», 2011. – 455 с.
 7. Пічугін, С. Ф. Вплив кранових навантажень на каркаси виробничих будівель [Текст] / С. Ф. Пічугін, Ю. Е. Патенко // Збірник наукових праць Українського науково-дослідного та проектного інституту сталевих конструкцій імені В. М. Шимановського / Під заг. ред. О. В. Шимановського. – К. : Сталь, 2010. – Вип. 5. – С. 106–116.
 8. Пічугін, С. Ф. Кранові навантаження в ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи» [Текст] / С. Ф. Пічугін // Науково-технічні проблеми сучасного залізобетону : Зб. наук. пр. – К. : НДІБК, 2007. – Вип. 67. – С. 691–702.
 9. Пічугін, С. Ф. Методика врахування просторової роботи сталевих каркасів виробничих будівель [Текст] : каталог наук. розроблень ПолтНТУ імені Юрія Кондратюка / С. Ф. Пічугін, Ю. Е. Патенко. – Полтава : ПолтНТУ, 2011. – 33 с.
 10. Пічугін, С. Ф. Особливості навантажень на каркаси виробничих будівель [Текст] / С. Ф. Пічугін, Ю. Е. Патенко, Ю. В. Дрижирук // Будівельні конструкції : Міжвідомчий наук.-техн. зб. наук. праць (буд-во) / Держ. підпр-во «Держ. наук.-досл. інст. буд. констр.» Міністерства регіон. розв. та буд-ва У. – Київ : ДП НДІБК, 2011. – Вип. 74 : [у 2-х кн.]. Книга 1. – С. 269–277.
 11. Пічугін, С. Ф. Оцінка надійності сталевих колон постійного перерізу виробничих будівель [Текст] / С. Ф. Пічугін, Ю. Е. Патенко // Современные строительные конструкции из металла и древесины : сб. науч. тр. – Одесса : ОГАСА, 2011. – № 15, Ч. 2. – С. 191–197.
 12. Пічугін С. Ф. Питання надійності сталевих каркасів виробничих будівель [Текст] / С. Ф. Пічугін, Ю. Е. Патенко // Вісник Донбаської нац. академії будівництва і архітектури : зб. наук. праць / М-во освіти і науки України, ДонНАБА. – Мажівка : ДонНАБА, 2011. – Вип. 2011-4(90) : Будівельні конструкції будівель та споруд: проектування, виготовлення, реконструкція та обслуговування. – С. 146–153.
 13. СНиП 2.01.07-85*. Нагрузки и воздействия. – Взамен главы СНиП II-6-74 ; введ. 1987-01-01. – М. : ФГУП ЦПП, 2005. – 44 с.
 14. Pichugin, S. Analysis of Bridge Crane Loads on Industrial Buildings [Текст] / S. Pichugin // XLIV Konferencja Naukowa KILiW PAN i KN PZITB. Tom 7 / Under the editorship A. M. Brandt. – Poznan-Krynica : Poznan Politechnika, 1998. – P. 171–178.
 15. Pichugin, S. F. Reliability of Building Structures [Текст] / S. F. Pichugin, N. A. Demchenko. – Poltava : PNTU, 2005. – 91 p.
 6. Pichugin, S. F. Reliability of industrial building steel structures. Monograph. The second edition. Moscow: ASV, 2011. 455 p. (in Russian)
 7. Pichugin, S. F.; Patenko, Yu. E. Influence of crane loads on industrial buildings frames. In: *Proceedings of the Ukrainian Research and Design Institute of Steel Construction named by V. M. Szymanovskiy* / Edited by O. V. Szymanovskiy. Kyiv: Stal, 2010. Issue 5, p. 106–116. (in Ukrainian)
 8. Pichugin, S. F. Crane loads in DBN B.1.2-2:2006 «Loads and effects». In: *Scientific and technical problems of nowadays reinforced concrete. Edited Volume*. Kyiv: NDIBK, 2007. Issue 67, p. 691–702. (in Ukrainian)
 9. Pichugin, S. F.; Patenko, Yu. E. Method of account of dimensioned work of steel frame of industrial buildings: catalog of scientific research results, Yuri Kondratyuk Institute of Technology. Poltava: PoltNTU, 2011. 33 p. (in Ukrainian)
 10. Pichugin, S. F.; Patenko, Yu. E.; Dryzhyruk, Yu. V. Distinctive features of loads on frame of industrial buildings. In: *Building constructions: Interdepartmental scientific and technical Edited Volume (building)/State enterprise «State scientific-research institute of building constructions.»* Ministry of regional development and building in Ukraine. Kyiv: DP NDIBK, 2011. Issue 74: (in two books). The first book, p. 269–277. (in Ukrainian)
 11. Pichugin, S. F.; Patenko, Yu. E. Reliability evaluation of steel columns of standing overcut of industrial buildings. In: *Present-day building steel and wooden constructions: Edited Volume*. Odessa: OGASA, 2011. Number 15, part 2, p. 191–197. (in Ukrainian)
 12. Pichugin, S. F.; Patenko, Yu. E. Structural reliability of steel frameworks of industrial buildings. In: *Proceeding of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture*. Makiivka: DonNACEA, 2011. Issue 2011-4(90): Engineering constructions of building, manufacturing, reconstruction and operation, p. 146–153. (in Ukrainian)
 13. SNiP 2.01.07-85*. Construction rules and regulations. Loads and effects. Moscow: FGUP TsPP, 2005. 44 p. (in Russian)
 14. Pichugin, S. Analysis of Bridge Crane Loads on Industrial Buildings. In: *XLIV Konferencja Naukowa KILiW PAN i KN PZITB. Tom 7* / Under the editorship A. M. Brandt. – Poznan-Krynica: Poznan Politechnika, 1998, p. 171–178.
 15. Pichugin, S. F.; Demchenko, N. A. Reliability of Building Structures. Poltava: PNTU, 2005. 91 p.

Пічугін Сергій Федорович – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри конструкцій із металу, дерева та пластмас Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка, академік Академії будівництва України. Наукові інтереси: удосконалення моделей навантажень, які діють на будівельні конструкції, розвиток ймовірнісних підходів до розрахунків будівельних конструкцій та конструктивних систем, а також підземних магістральних трубопроводів на надійність, оцінка технічного стану і проектування металевих конструкцій, розробка нормативних документів.

Патенко Юлія Едуардівна – кандидат технічних наук, старший викладач кафедри нарисної геометрії та графіки Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка. Наукові інтереси: оцінка надійності каркасів виробничих будівель, обладнаних мостовими кранами; дослідження дійсної роботи сталевих каркасів; порівняльний аналіз державних та зарубіжних нормативних документів, які регламентують визначення величин кранових навантажень; участь в розробці норм проектування.

Пичугин Сергей Федорович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой конструкций из металла, дерева и пластмасс Полтавского национального технического университета имени Юрия Кондратюка, академик Академии строительства Украины. Научные интересы: усовершенствование моделей нагрузок, действующих на строительные конструкции, развитие вероятностных подходов к расчетам строительных конструкций, конструктивных систем, а также подземных магистральных трубопроводов на надежность, оценка технического состояния и проектирование металлических конструкций, разработка нормативных документов.

Патенко Юлия Эдуардовна – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры начертательной геометрии и графики Полтавского национального технического университета имени Юрия Кондратюка. Научные интересы: оценка надежности каркасов производственных зданий с мостовыми кранами; исследование действительной работы стальных каркасов; сравнительный анализ государственных и зарубежных нормативных документов, регламентирующих определение величин крановых нагрузок; участие в разработке норм проектирования.

Sergiy Pichugin – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Chair of Metal, Wooden and Plastic Structures of the Poltava National Technical University named by Yuri Kondratyuk. Academician of Ukrainian Construction Engineering Academy. Scientific interests: improvement of probabilistic models of loads which influence on building structures, development of probabilistic methods for design of building structures, redundant structures and underground pipe lines, estimation of the technical state and design of steel structures, development of building codes.

Yuliya Patenko – Candidate of Technical Sciences, Lecturer of Descriptive Geometry and Graphic Department of the Poltava National Technical University named by Yuri Kondratyuk. Scientific interests: reliability evaluation of the frameworks industrial buildings with overhead travelling cranes; investigation of steel frameworks actual behavior; comparison analysis of national and foreign design codes; participation in development of design codes.