

УДК 624.042:621.86.01

**ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНИХ
МОСТОВИХ КРАНІВ У ВИРОБНИЧИХ БУДІВЛЯХ**

**ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ
МОСТОВЫХ КРАНОВ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЯХ**

**ESTIMATION OF USING EFFICIENCY OF MODERN TRAVELLING
CRANES IN INDUSTRIAL BUILDINGS**

Пічугін С.Ф., д.т.н., проф., Патенко Ю.Е., к.т.н., Маслова С.А., ст. викл.
(Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка,
м. Полтава)

Пичугин С.Ф., д.т.н., проф., Патенко Ю.Э., к.т.н., Маслова С.А., ст. преп.
(Полтавский национальный технический университет имени Юрия
Кондратюка, г. Полтава)

**Pichugin S.F., doctor of technical sciences, professor, Patenko Yu., Ph.D.,
Maslova S.A., senior lecturer** (Poltava National Technical Yuri Kondratyuk
University, c. Poltava)

У статті проведений аналіз впливів (згідно СНиП 2.01.07-85 [1], ДБН В.1.2-2:2006 [2] та Eurocode 1 [3]) від вітчизняних мостових кранів та сучасних кранів фірми Demag на конструкції виробничих будівель. Застосування удосконалених більш легких кранів дозволить зменшити навантаження на конструкції виробничих будівель та підвищити їх економічність.

В статье выполнен анализ влияния (соответственно СНиП 2.01.07-85, ДБН В.1.2-2:2006 и Eurocode 1) от отечественных мостовых кранов и современных кранов фирмы Demag на конструкции производственных зданий. Использование усовершенствованных более легких кранов позволит уменьшить нагрузки на конструкции производственных зданий и повысит их экономичность.

The analysis of travelling crane influences (according to SNP 2.01.07-85, DBN B.1.2-2:2006 and Eurocode 1) on structures of one-story industrial buildings is done. National cranes and modern cranes of Demag Company were considered. The exploitation of improved lightweight cranes allows decreasing of loadings on constructions of industrial workshops and increasing of their economy.

Ключові слова:

Виробничі будівлі, мостові крани, кранові навантаження, поперечні рами. Промышленные здания, мостовые краны, крановые нагрузки, поперечные рамы.

Industrial buildings, overhead travelling cranes, crane loads, transverse frames.

Вступ. Мостові крани являються елементами технологічного процесу та функціонують у складі технологічного процесу виробничої будівлі. У зв'язку із необхідністю в процесі роботи піднімати різноманітні вантажі та переміщати їх вздовж та поперек цеху, крани в процесі роботи передають на конструкції навантаження різної величини. Порівняно із іншими навантаженнями впливи мостових кранів являються визначальними для виробничих будівель. Це зумовлено не тільки їх величинами, а й динамічним багаточиклічним характером кранових навантажень. Саме мостові крани багато в чому визначають як об'ємно-планувальні, так і конструктивні рішення виробничих будівель.

У сучасних економічних умовах експлуатація існуючих та проектування нових виробничих будівель, в яких передбачено встановлення кранового обладнання, супроводжується тенденцією до підвищення економічності конструкцій. Особливо гостро стоїть це питання в умовах збільшення кранових навантажень у нормах ДБН В.1.2-2:2006 [2], які, зокрема, переключаються із Європейськими нормативами Eurocode 1 [3]. Засобом створення матеріалоемних конструкцій може бути застосування удосконалених більш легких мостових кранів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Грунтовні дослідження природи кранових впливів та питань нормування навантажень мостових кранів представлені у монографії [4]. Питанням порівняння величин кранових навантажень, регламентованих різними нормами проектування, присвячені роботи [5, 6]. Порівняльний аналіз нормативних документів, які регламентують визначення кранових навантажень, виявив зростання горизонтальної складової кранового навантаження в ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи», порівняно зі СНиП 2.01.07-85, що обґрунтовано врахуванням відомих експериментальних досліджень кранових впливів. Порівняння державних норм із закордонними виявило [6], що європейські норми Eurocode більш детально підрозділяють кранові навантаження, причому значення горизонтальних кранових навантажень європейських норм наближаються до значень бічних сил за ДБН В.1.2-2:2006. Для нейтралізації можливого підвищення металоемності конструкцій при переході до проектування за ДБН [2] було враховано ефект просторової роботи каркасів, відомості про який були розширені на основі натурального експерименту [5]. Аналіз технології виробництва, а також кранових навантажень на будівельні конструкції проведений у роботі [7]. Порівняння вагових характеристик вітчизняних і закордонних мостових кранів та навантажень від них, а також

зусиль у підкранових балках та відповідних перерізів підкранових балок представлено у [8].

Мета дослідження. Оцінка ефективності застосування сучасних закордонних кранів у виробничих будівлях, розрахованих на кранові впливи.

Виклад основного матеріалу. На сьогоднішній день передові позиції в галузі кранобудування займають іноземні компанії, серед яких на нашому ринку широко застосовуються мостові крани концерну «Demag Cranes & Components» (Німеччина) (рис.1). Ця фірма являється визнаним лідером в області конструювання і виробництва різноманітного вантажопідйомного обладнання, у тому числі однобалкових і двохбалкових мостових кранів, маніпуляторних кранів, консольних і настінних кранів.



Рис. 1. Виробничий цех, оснащений мостовими кранами фірми Demag

Мостові крани Demag різноманітних технологічних рішень широко застосовуються:

- у автомобільній промисловості (мостові крани для транспортування та зберігання прес-форм, автоматизовані крани для видалення відходів виробництва, кранові установки для обслуговування рухомих ешелонів);
- у важкому машинобудуванні (крани для переміщення турбін і компресорів, дизельних двигунів, коленвалів, суднових гвинтів та ін., для переміщення великої будівельної техніки (екскаваторів та автокранів);
- для електростанцій (крани для збірки парових, газових турбін і генераторів);
- автоматизовані крани (зберігання та транспортування обладнання).

Високі результати були досягнуті фірмою Demag за допомогою ряду ефективних конструктивних рішень. А саме, удосконалена геометрія

дозволила зменшити не тільки вагу самого крану, але й габаритні розміри надкранової частини поперечної рами каркасу. Оптимальне використання простору досягнуто завдяки компактній конструкції візка (малий розмір підходу і великий хід гака). Велика висота підйому можлива за рахунок того, що вантажний гак може підніматися між крановими балками.

Можливість мостових кранів плавно й безперешкодно пересуватися по рейках з мінімальними динамічними впливами забезпечується за рахунок ретельного вивірення положення ходових коліс в плані і профілі та досягнення проектної геометрії балок крана. Важливим фактором при цьому є тип конструктивного з'єднання головних і кінцевих балок. Інженери фірми Demag відмовилися від застосування зварювання та запропонували для з'єднання головних і кінцевих балок різноманітні конструкції на високоміцних болтах. Таким чином вдалося уникнути порушення геометрії крана від теплових деформацій, які неминуче виникали при застосуванні зварювання на етапі монтажу [9].

У статті проаналізовано мостові крани ЗККЕ загального призначення фірми Demag вантажопідйомністю $Q = 50 - 200$ кН [9]. Висота підйому гака кранів 12 м. Для порівняльного аналізу були прийняті до розгляду мостові крани середнього режиму роботи за нормами ГОСТ 25711-83 [10], дія яких була продовжена 1.12.2013 р.

Виконані розрахунки горизонтальних навантажень від впливів мостових кранів на поперечну раму виробничої будівлі прольотом 30 м та кроком колон 6 м. Відповідно до норм СНиП [1] отримані значення гальмівної сили T_k , бічних сил H_L , H_R за ДБН [2] та бічних сил $H_{S,1,T}$, $H_{S,2,T}$ за Eurocode [3] (рис. 2).

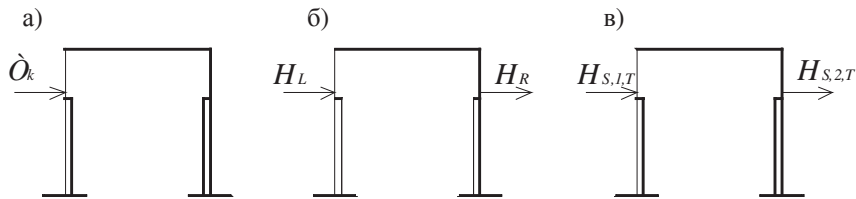


Рис. 2. Схеми прикладання горизонтальних кранових навантажень відповідно до норм: а) СНиП [1]; б) ДБН [2]; в) Eurocode [3]

Eurocode [3] дає більш широкую класифікацію горизонтальних кранових навантажень, ніж СНиП [1] та ДБН [2]. Розрізняються навантаження від прискорення (гальмування) моста крана під час руху та навантаження від перекосу моста, навантаження від гальмування візка крана, а також від удару буфера візка або підвісної каретки об упор (у СНиП [1] регламентується таке навантаження тільки від удару моста крана). За розрахункові були прийняті значення навантажень від перекосу моста крана, оскільки вони разом з

іншими крановими впливами формують найбільш невідгудну комбiнацiю груп навантажень.

Порiвняння горизонтальних кранових навантажень, визначених за ДБН [2] та Eurocode [3], показало зменшення навантажень на поперечну раму на 11 – 70 % (табл. 1). Такi показники досягаються за рахунок того, що крани Demag мають меншу вагу та габарити (база $K = 4,0 - 5,0$ м i ширина $B = 4,7 - 6,1$ м), порiвняно з вiтчизняними кранами (база $K = 5,0 - 5,6$ м i ширина $B = 6,0 - 6,86$ м). Отриманi значення навантажень вiд бiчних сил за Eurocode [3] $H_{S,1,T}$ перевищують навантаження вiд бiчних сил H_L за ДБН [2] за рахунок коефiциєнтiв надiйностi, рекомендованих Eurocode [3]. Данi коефiциєнти можуть приймати значення вiд 1,0 до 1,5.

За отриманими значеннями навантажень розрахованi внутрiшнi зусилля у поперечнiй рамi виробничої будiвлi. На рис. 3 проiлюстровано характер зменшення згинальних моментiв в опорному перерiзi колони поперечної рами вiд бiчних сил за ДБН [2] при переходi до кранiв Demag. З застосуванням бiльш легких та технологiчних мостових кранiв значення згинальних моментiв зменшуються на 30 – 50 %.

Таблиця 1

Порiвняння кранових навантажень на поперечну раму виробничої будiвлi

| Q, кН | СНП 2.01.07-83 | | ДБН В.1.2-2:2006 | | | | Eurocode – 1 «Actions on structures» | | | |
|----------|-------------------|---|------------------|----|-------|----|--------------------------------------|----|-------------|----|
| | T_k | | H_L | | H_R | | $H_{S,1,T}$ | | $H_{S,2,T}$ | |
| | кН | % | кН | % | кН | % | кН | % | кН | % |
| 50 | 3,4 | 3 | 9,6 | 11 | 11,2 | 33 | 23,2 | 34 | 23,2 | 34 |
| | 3,3 | | 8,7 | | 8,4 | | 17,4 | | 17,4 | |
| 100 | 6,4 | 2 | 20,2 | 48 | 25,0 | 70 | 36,4 | 33 | 36,4 | 33 |
| | 6,2 | | 13,7 | | 14,7 | | 27,3 | | 27,3 | |
| 160 | 9,1 | - | 21,8 | 15 | 34,0 | 52 | 45,9 | 21 | 45,9 | 21 |
| | 10,2 | | 19,0 | | 22,4 | | 38,1 | | 38,1 | |
| 200 | 12,1 | - | 28,2 | 19 | 47,4 | 64 | 56,7 | 24 | 56,7 | 24 |
| | 12,7 | | 23,7 | | 28,9 | | 45,8 | | 45,8 | |

Примiтка. Для кожного крану в чисельнику вказано значення за ГОСТ 3332-54, в знаменнику – значення за Demag, поруч – рiзниця першого до другого у вiдсотках

Суттєве зменшення навантажень вiд сучасних мостових кранiв у порiвняннi з вiтчизняними кранами вiдкриває можливiсть, у випадках недостатньої несучої здатностi та надiйностi конструкцiй iснуючих промислових будiвель, продовжити їхню безаварiйну експлуатацiю за

допомогою заміни важких старих мостових кранів на відносно легкі сучасні мостові крани, наприклад, відомої фірми Demag.

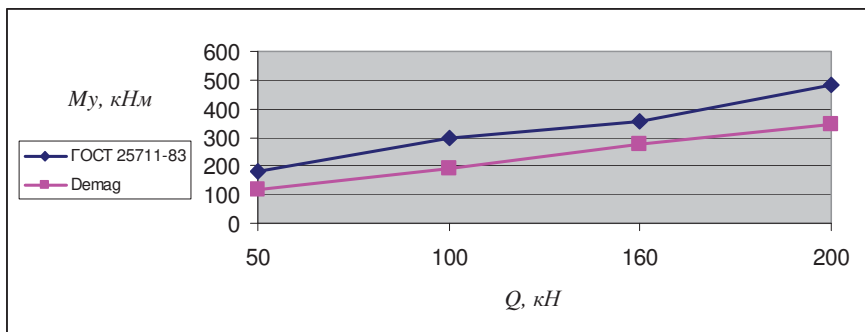


Рис. 3. Згинальні моменти від бічних сил за ДБН [2] для різних кранів

Висновки. Застосування сучасних удосконалених мостових кранів зумовлює зменшення визначальних кранових навантажень на конструкції виробничих будівель. Це дозволить підвищити надійність існуючих будівель та продовжити їх безаварійну експлуатацію. Для нових виробничих будівель використання сучасних кранів відкриває можливості отримання більшої економії матеріалів несучих конструкцій.

1. СНиП 2.01.07-85 Нагрузки и воздействия / Госстрой СССР.- М.:ЦИТП Госстроя СССР, 1987. – 36 С. 2. ДБН В.1.2-2:2006 Навантаження і впливи / Мінбуд України. – К.: Вид-во «Сталь», 2006. – 60 С. 3. EN 1991-1-3. Eurocode 1 – Actions on structures. Part 3: Actions induced by cranes and machinery – Brussels: CEN, 2003. – 43 P. 4. Пичугин С.Ф. Крановые нагрузки на строительные конструкции: Монография. – Полтава: ООО «АСМИ», 2014. – 504 С. 5. Пичугин С.Ф. Питання надійності сталевих каркасів виробничих будівель / С.Ф. Пичугін, Ю.Е. Патенко // Вісник ДонНАБА. – Макіївка. – 2011–4 (90). – С. 146–153. 6. Патенко Ю.Е. Надійність сталевих каркасів одноповерхових виробничих будівель : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.23.01 «Будівельні конструкції, будівлі та споруди» / Ю. Е. Патенко. – Полтава: ПолтНТУ, 2012. – 25 С. 7. Пичугин С.Ф. Технология производства и крановые нагрузки на строительные конструкции / Пичугин С.Ф., Швадченко К.А. // Вісник ОДАБА. Вип. № 53. – Одеса: Зовнішрекламсервіс, 2014. – С. 297 – 301. 8. Пичугин С.Ф. Застосування сучасних мостових кранів – шлях до ресурсоекономічності каркасів виробничих будівель / С.Ф. Пичугін., Я.О. Дрімко // Ресурсоекономічні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. Зб. наук. праць. Вип. 29. – Рівне: НУВГП, 2014. – С. 475 – 482. 9. Журнал компанії «Демаг» «Cranevision» [Електронний ресурс] – Режим доступу: www.cranevision.com. 10. ГОСТ 25711-83. Краны мостовые электрические общего назначения грузоподъемностью от 5 до 50 тонн. – М.: Госстандарт СССР, 1983. – 20 с., 1974. – 8 С.