

УДК 621.874

**ДО ПИТАННЯ МОНТАЖУ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЗАХИСНОЇ СИСТЕМИ  
МОСТОВИХ КРАНІВ З ПНЕВМОГІДРАВЛІЧНИМИ БУФЕРАМИ**

**©Ісьєміні І. І.**

*Українська інженерно-педагогічна академія*

**Інформація про автора:**

**Ісьєміні Ілля Ігорович:** ORCID: 0000-0001-7872-8526; isyem@mail.ru; кандидат технічних наук; доцент кафедри металоріжучого обладання і транспортних систем; Українська інженерно-педагогічна академія; вул. Університетська, 16, м. Харків, 61003, Україна.

Аналіз парку вантажопідіймальних кранів свідчить, що велика їх кількість відпрацювала свій нормативний ресурс, а захисні системи кранів знаходяться в незадовільному стані. Це створює передумови для винаходу нових надійних захисних систем кранів, зокрема, у кінцевих ділянках колії, що забезпечуватимуть безпечну експлуатацію вантажопідіймальних кранів, запобігаючи аварійним ситуаціям.

Показано, що монтаж тупикових упорів має відбуватись разом з крановими буферами та виконуватись організаціями, що проектують і виготовляють вантажопідіймальні крани. Вказано, що для безпечної зупинки вантажопідіймальних кранів жорсткість тупикового упору має розраховуватись таким чином, щоб удар крана в тупиковий упор був не надто жорстким, забезпечуючи повне плавне гасіння кінетичної енергії крана. Наведено порядок розрахунку жорсткості тупикового упору.

Зроблено висновок, що експлуатація захисної системи з пневмогідролічними буферами дозволяє зупинити крани мостового типу, що наїжджають на тупикові упори з номінальною швидкістю, з уповільненням в межах регламентованого, сприймаючи всю кінетичну енергію крана. Це зменшує навантаження на кранові металоконструкції і підкранові споруди, запобігаючи їх руйнуванню, зменшує обсяг ремонтних робіт, що проводяться на крані, та підвищує безпеку при експлуатації вантажопідіймальних кранів.

**Ключові слова:** пневмогідролічний буфер; безпечна експлуатація вантажопідіймальних кранів; регламентоване уповільнення крана.

**Исьемини И. И.** «К вопросу о монтаже и эксплуатации защитной системы мостовых кранов с пневмогидравлическими буферами».

Анализ парка грузоподъемных кранов свидетельствует, что большое их количество отработало свой нормативный ресурс, а защитные системы кранов находятся в неудовлетворительном состоянии. Это создает условия для изобретения новых надежных защитных систем кранов, в частности, в тупиковых участках пути, обеспечивающих безопасную эксплуатацию грузоподъемных кранов, предотвращая аварийные ситуации.

Показано, что монтаж тупиковых упоров должен производиться вместе с крановыми буферами и выполняться организациями, проектирующими и производящими грузоподъемные краны. Указано, что для безопасной остановки грузоподъемных кранов жесткость тупикового упора должна рассчитываться таким образом, чтобы удар крана в

тупиковый упор был не очень жестким, обеспечивая полное плавное гашение кинетической энергии крана. Приведен порядок расчета жесткости тупикового упора.

Сделано вывод, что эксплуатация защитной системы с пневмогидравлическими буферами позволяет останавливать краны мостового типа, наезжающие на тупиковые упоры с номинальной скоростью, с замедлением в пределах регламентируемого, воспринимая всю кинетическую энергию крана. Это уменьшает нагрузки на крановые металлоконструкции и подкрановые сооружения, предотвращая их разрушение, уменьшая объем ремонтных работ, проводимых на кране, и повышает безопасность при эксплуатации грузоподъемных кранов.

**Ключевые слова:** пневмогидравлический буфер; безопасная эксплуатация грузоподъемных кранов; регламентируемое замедление крана.

**Isyemini I.** “About assembling and operation of safety system with pneumohydraulic buffers of overhead cranes”.

Analysis of hoist crane’s park shows that more of them are worked-out their rated source, and safety systems of cranes have unsatisfactory conditions. It establishes situation for development new reliable safety systems of cranes in particular in dead-ends of crane runway, which will provide safe operation of hoist cranes preventing accidents.

It is shown that assembling of end stops must be realized with crane’s buffers and by design and producing of hoist cranes organizations. It is pointed that rigidity of end stop must be calculated in such way that impact of crane into end stop must be not very hard for safe stop of hoist cranes and it must be provided full and smooth damping of kinetic energy of crane. The method of settlements of end stop’s rigidity is shown.

It is concluded that operation of safety system with pneumohydraulic buffers allows to stop overhead cranes running into end stops with rated speed and with specifiable deceleration sustaining all kinetic energy of crane. It decreases loads on crane’s metal constructions and crane girders and prevents it’s destroying decreasing volume of repair works conducting on a crane and increases safety during operation of the hoist cranes.

**Key words:** pneumohydraulic buffer; safety operation of hoist cranes; specifiable deceleration of crane.

## **1. Вступ**

За даними Держгірпромнагляду [1] в Україні станом на 01.01.2010 р. було зареєстровано 93338 вантажопідіймальних кранів, причому 83 % з них відпрацювали свій термін дії і потребують до себе підвищеної уваги. В таблиці 1 наведені дані про типи зареєстрованих в Україні кранів.

Ситуація погіршується тим, що заміна кранів, які відпрацювали нормативний термін дії, в силу економічного стану України практично не відбувається. Це призводить до того, що в найближчий час практично весь парк кранів відпрацює установлені (нормативні) терміни дії. Таке положення технічного стану парку вантажопідіймальних кранів призводить до росту аварійності, що спричинює травматизм обслуговуючого персоналу.

## Піднімально-транспортні машини

**Таблиця 1** – Дані Держгірпромнагляду України про кількість вантажопідіймальних кранів станом на 01.01.2010 р.

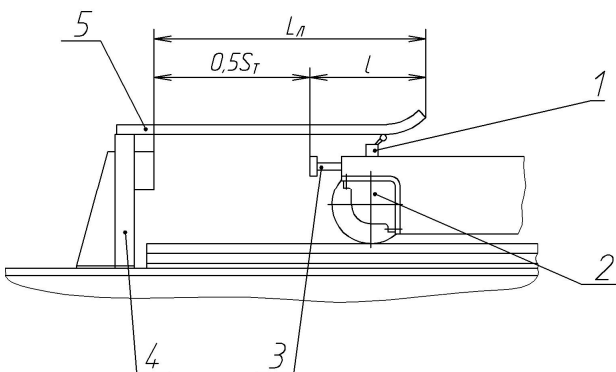
Тип кранів	Кількість		Відсоток кранів, які відпрацювали нормативний термін дії
	загальна	що відпрацювали нормативний термін дії	
Стрілові самохідні	49938	39268	79
Мостового типу	36963	32488	88
Баштові	5329	4497	84
Портальні	1108	981	89
Всього	93338	77234	83

### 2. Постановка проблеми

Оскільки кількість вантажопідіймальних кранів, що відпрацювали нормативний строк, сьогодні складає майже 90 % від всього парку кранів, то причинами їх аварій, які домінують, можуть бути: порушення умов виробничої експлуатації, комплексного діагностування, технічного обслуговування та ремонту. Нажаль, в умовах, які склались з парком вантажопідіймальних кранів, рівень технічної експлуатації не витримує ніякої критики: в більшості випадків не працюють елементи захисту кранів [2-4]. Це призводить до аварій вантажопідіймальних кранів, пов'язаних зі значними матеріальними збитками [2], внаслідок руйнування кранових конструкцій і підкранових споруд [2, 5-7]. Тому необхідна модернізація всього парку кранів із заміною старих елементів захисних систем на сучасні. Це, в свою чергу, викликає потребу в розробці більш ефективних конструкцій елементів захисних систем, здатних забезпечити безпеку роботи вантажопідіймальних кранів.

### 3. Аналіз досліджень і публікацій

Традиційна захисна система мостових кранів у кінцевих ділянках колії (див. рис. 1) складається з обмежників пересування 1 та 5, гальм 2, буферних пристроїв 3 і тупикових упорів 4 [8].



**Рис. 1** – Традиційна захисна система вантажопідіймального крана:

- 1 – обмежник пересування; 2 – гальма (показані умовно); 3 – буфер;  
4 – тупиковий упор; 5 – вимикальна лінійка обмежника пересування

Робота елементів захисної системи має відбуватися в такому порядку [5, 8–10]. Спочатку кран наїжджає кінцевим вимикачем на профільовану лінійку, що призводить до знеструмлення крана та вимкнення двигунів пересування. Відразу після знеструмлення повинні вмикатись гальма механізму пересування та починатись гальмування крана. При підході до тупикового упору швидкість, а отже, і кінетична енергія крана зменшуються, і при зіткненні крана з тупиковим упором

**Піднімально-транспортні машини**

буферний пристрій гасить залишкову кінетичну енергію крана.

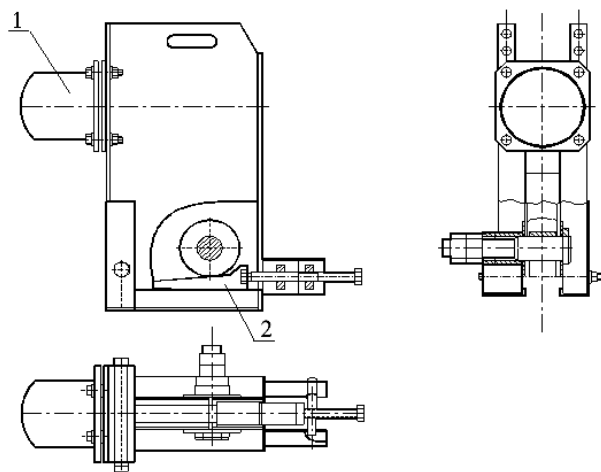
На практиці ж все відбувається дещо інакше. Кранові тупикові упори відносяться до підкранових споруд і їх розробляють в спеціалізованих проектних організаціях на стадії проектування цеха на основі технічного завдання, в якому немає інших відомостей крім вантажопідйомності крана [11].

У відповідності до проекту монтаж підкранових конструкцій, підкранової колії і тупикових упорів виконується до монтажу крана. Тому виставлення тупикових упорів строго в одній площині відносно буферів, змонтованих на крані, частіше за все не відбувається. Після закінчення устрою підкранової колії також важко досягти співвісності тупикових упорів і буферів, установлених на крані.

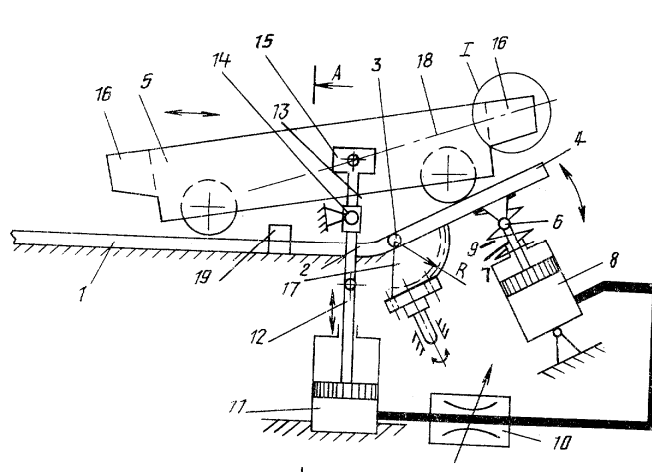
Для підвищення безпеки експлуатації мостових кранів в цілому, та надійності їх захисних систем зокрема, необхідно розглядати, розраховувати та проектувати захисні системи мостових кранів як одне ціле. На рис. 2 показаний тупиковий упор клинового типу, який поєднує в собі буферний пристрій і гравітаційний тупиковий упор [12].

Цей упор працює таким чином. При наїзді крана на тупиковий упор кран б'ється в буфер 1, при цьому останній намагається зсунути назад, ролик наїжджає на клин 2, створюючи при цьому значне зусилля притискання клина та упору до рейки, достатнє, щоб сила тертя між рейкою та клином могла утримати кран від подальшого пересування рейковою колією. Недоліком цього пристрою є можливість заклинювання та великі динамічні навантаження, які сприймає металоконструкція крана.

Також є відомим тупиковий пристрій для зупинки кранової установки [13] (рис. 3), який містить такі основні частини: гальмівну колодку 15, силовий гідроциліндр 8 зі зворотною пружиною 9, регульований дросель 10, гальмівний гідроциліндр 11 і похило-прямолінійну ділянку колії 4.



**Рис. 2** – Тупиковий упор: 1 – буфер; 2 – клин



**Рис. 3** – Тупиковий пристрій для зупинки кранової установки

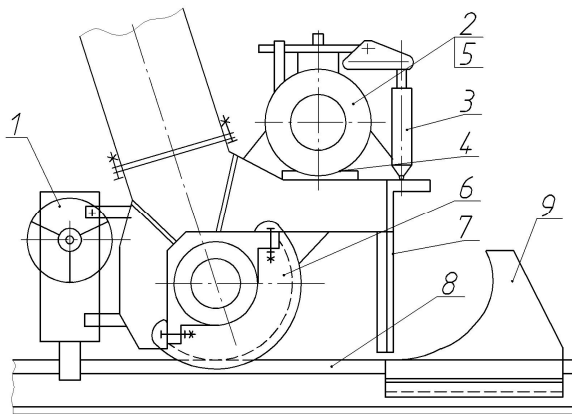
Принцип дії цього пристрою полягає в тому, що кінетична енергія крана перетворюється в роботу сил тертя та гідравлічного опору і, частково, в потенційну енергію підйому центра ваги крана. При цьому потенційна енергія крана при відкочуванні компенсується до нуля.

Недоліком цього пристрою є велика кількість складових елементів і небезпека жорсткого удару через неможливість автоматичного налаштування дроселя в залежності від швидкості, з якою кран наїжджає на тупиковий упор.

## Піднімально-транспортні машини

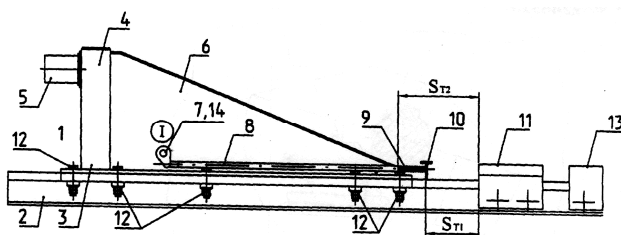
На рис. 4 зображено протиугінний пристрій вантажопідйомного крана [14]. Протиугінний пристрій складається з двох кінцевих балок, кожна з яких спирається на підкранові рейки 8 за допомогою ходових коліс 6 і має ручний кліщовий рейковий захват 1, механізм пересування крана та пару запобіжних щитків 7, обмежник швидкості пересування 4. Кінці підкранової рейки обладнані профільованим упором 9, профіль якого виконаний у вигляді двох сполучених по загальній дотичній дуг окружностей.

Даний пристрій працює таким чином. При раптовій дії вітру, коли сила вітру, що діє в напрямку рейкової колії, перевищує опір руху крана, зокрема, дію гальм, а ручний кліщовий рейковий захват 1 не введений у дію, кран буде відігнаний до відповідної напрямку вітру кінцевої ділянки, що обладнана профільованим упором 9. При цьому, якщо швидкість угону крана вітром не перевищує значення, при якому спрацьовує обмежник швидкості 4, то кран буде безперешкодно рухатись у відповідному напрямку та зупиниться після наїзду на профільований упор 9 за рахунок переходу кінетичної енергії центра рухомих мас крана в потенційну енергію його підйому на висоту упору. В тому випадку, якщо, швидкість крана дорівнює тій, при якій спрацьовує обмежник швидкості 4, то буде відбуватися заклинювання приводного ходового колеса 6 вантажопідйомного крана, що явиться додатковим опором пересуванню крана.



**Рис. 4** – Протиугінний пристрій з гравітаційним упором:

- 1 – рейковий захват; 2 – електродвигун;
- 3 – гальмо; 4 – обмежник швидкості;
- 5 – редуктор; 6 – ходове колесо;
- 7 – щиток запобіжний; 8 – підкранова рейка;
- 9 – упор профільований

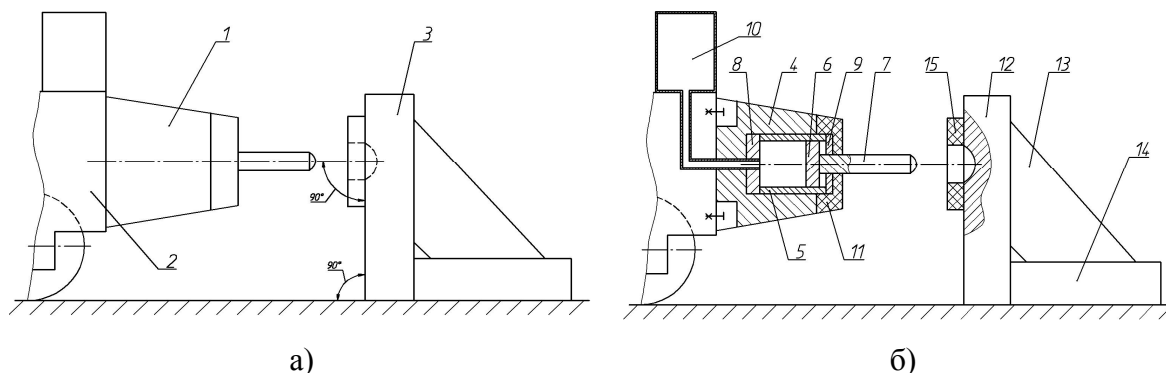


**Рис. 5** – Упор тупиковий

Цей пристрій, як бачимо, поєднує в собі не тільки елементи традиційної захисної системи крана, а й вузли й агрегати вантажопідйомного крана, що робить його застосування доцільним на кранах, які працюють на відкритому повітрі.

На рис. 5 представлений тупиковий упор [15], який виконаний у вигляді ударно-фрикційного пристрою, що містить корпус 1 з буфером 5 і обмежник пересування 11. Принцип дії даного пристрою оснований на ступенево-плавному гасінні енергії удару силами тертя. При наїзді крана на тупиковий упор відбувається удар в буфер 5. Якщо сила удару перевищує певну величину, то корпус упору 1 починає ковзати по рейках 2 в напрямку руху крана створюючи гальмування за рахунок сил тертя. Якщо ж сила удару є більшої, ніж створений таким чином опір, то відбувається вплив на ексцентрик 7, збільшуючи гальмівну силу. Недоліком цього пристрою є великі габарити, які значно скорочують робочу зону крана.

На рис. 6 наведено технічне рішення захисної системи вантажопідйомних кранів у кінцевих ділянках рейкової колії на основі пневмогідралічного буфера [16].

**Піднімально-транспортні машини**

**Рис. 6** – Захисна система вантажопідіймальних кранів:  
а – загальний вид; б – поздовжній розріз

Захисна система вантажопідіймальних кранів складається з буферного пристрою 1, який кріпиться до крана 2, і тупикового упору 3, жорстко закріпленого на підкрановій колії. Буферний пристрій 1 становить корпус 4, в якому розташований робочий циліндр 5, що містить поршень 6, жорстко пов'язаний зі штоком 7. Робочий циліндр 5 закритий з обох боків кришками 8 і 9. Поршень 6 поділяє порожнину робочого циліндра на дві частини, одна з яких через дросельний отвір постійного перерізу, що виконаний в кришці 8, сполучена з гідроаккумулятором 10. Кришка 9 також має отвір, через який проходить шток 7. До корпуса 4 прикріплений пружний амортизатор 11 з наскрізним отвором для вільного проходження штоку 7, кінець якого виконаний сферичним. Тупиковий упор 3 складається з жорстко пов'язаних між собою стійки 12, укосини 13, і основи 14. До стійки 12 прикріплений пружний амортизатор 15 з наскрізним отвором для входження штоку 7. В стійці 12 виконане заглиблення сферичної форми. Крім того, ударна площина стійки 12 тупикового упору 3 розташована під кутом  $90^\circ$  до підкранової колії, а отже, і до осі буферного пристрою 1.

Захисна система вантажопідіймальних кранів працює таким чином. При підході крана 2 до тупикового упору 3 шток 7 ударяється в стійку 12. При цьому поршень 6 починає рухатись в поздовжньому напрямку, проштовхуючи робочу рідину скрізь дросельний отвір до порожнини акумулятора 10, тим самим погашаючи кінетичну енергію крана 2. Якщо цього виявиться недостатньо, і кран 2 продовжить рухатись в напрямку тупикового упору 3, то буферні пристрої 11 і 15 зіткнуться, погашаючи остаточну кінетичну енергію крана та зупиняючи його.

Для того, щоб забезпечити добрий контакт штоку 7 та стійки 12 тупикового упору 3 для значного зменшення контактних навантажень, кінець штоку 7 виконаний сферичним, а в стійці 12 виконане заглиблення сферичної форми.

Діаметр робочого циліндра та діаметр дросельного отвору співвідносяться як  $5 \leq \frac{D}{d} \leq 15$  в залежності від типорозміру та швидкості пересування вантажопідіймального крана, де  $D$  – діаметр робочого циліндра,  $d$  – діаметр дросельного отвору.

Коли кран 2 почне рухатись в зворотному напрямку, і навантаження на шток 7 зникне, гідроаккумулятор 10 поверне шток 7 та поршень 6 в первісне положення.

#### 4. Мета роботи

Проаналізувавши існуючі рішення можна сформулювати мету роботи, яка полягає в розробці рекомендацій з вибору, монтажу й експлуатації складових елементів захисної системи мостових кранів у кінцевих ділянках колії.

## Піднімально-транспортні машини

### 5. Виклад основного матеріалу

Оскільки тупиковий упор є останньою ланкою захисної системи, він повинний погасити залишкову кінетичну швидкість крана, не давши йому зійти з колії. Тупиковий упор сприймає все навантаження від крана, тому перед виготовленням та подальшою експлуатацією тупикового упору є дуже важливим пересвідчитись в тому, що вони мають достатню жорсткість. Для цього виконується розрахунок власної частоти тупикових упорів.

На рис. 7 показаний загальний вид тривимірної твердотільної моделі тупикового упору, а на рисунку 8 – його складові частини. Тупиковий упор містить такі елементи: 1 – стінка; 2 – основа; 3, 4 – ребра жорсткості; 5 – стінка задня; 6 – кришка; 7 – стінка передня; 8 – кронштейн; 9 – дерев'яний буфер; 10 – болт; 11 – гайка.

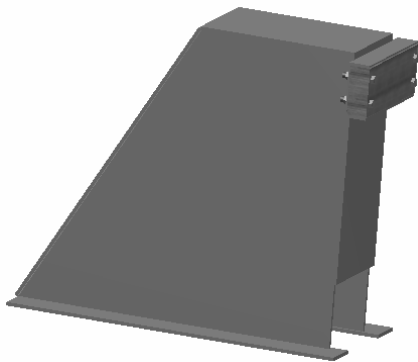


Рис. 7 – Упор тупиковий

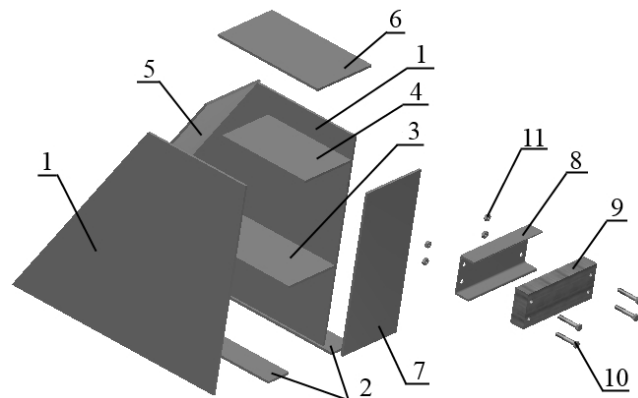


Рис. 8 – Складові частини упору

Розрахунок власної частоти тупикового упору виконується за методикою, викладеною в роботі [17].

На рис. 9 наведена розрахункова схема стінки тупикового упору. Стінка має вигляд нерівнобічної трапеції та виконана з листового металу. Вважаємо стінку тупикового упору консольною пластинною, оскільки з одного боку вона консольно закріплена.

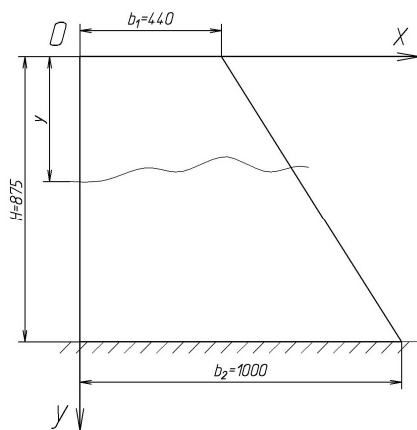


Рис. 9 – Розрахункова схема стінки тупикового упору

Визначення вихідних даних для розрахунку:

площа поперечного перерізу стінки:

$$A(y) = A_0 \left( 1 + \beta \frac{y}{H} \right), \quad (1)$$

де  $A_0$  – площа верхньої грані трапеції;

Погонна маса стінки:

$$\mu(y) = \frac{\gamma A(y)}{g} = \frac{A_0 \gamma}{g} \left( 1 + \beta \frac{y}{H} \right) = \mu_0 \left( 1 + \beta \frac{y}{H} \right), \quad (2)$$

тут  $\gamma$  – питома вага сталі;

$g$  – прискорення вільного падіння;

$\mu_0$  – погонна маса стінки в нульовому перерізі

при основі  $b_1$ :

$$\mu_0 = \frac{A_0 \gamma}{g}. \quad (3)$$

Визначення основної частоти поперечних коливань консольної пластини за методом Рітца.

**Піднімально-транспортні машини**

Для визначення основної частоти застосовуємо рівняння частот (першої частоти за методом Рітца):

$$\Pi_{11} - \eta_1^2 T_{11} = 0, \quad (4)$$

тобто

$$\eta_1^2 = \frac{\Pi_{11}}{T_{11}}, \quad (5)$$

де  $T_{11}$  – кінетична енергія

$$T_{11} = \int_0^H \mu(y) \psi_1^2(y) dy; \quad (6)$$

$\Pi_{11}$  – потенційна енергія

$$\Pi_{11} = \int_0^H EI(y) [\psi_1''(y)]^2 dy, \quad (7)$$

де  $E$  – модуль пружності сталі.

Крайові умови:

$$\begin{aligned} \text{на верхньому кінці } y = 0, & \quad \psi''(0) = \psi'''(0) = 0; \\ \text{на нижньому кінці } y = H, & \quad \psi''(H) = \psi'(H) = 0. \end{aligned}$$

За методом потрібно підібрати в якості базисних форм функції, які задовольняють тільки геометричним умовам. Такими будуть функції:

$$\psi_i(y) = \left(1 - \frac{y}{H}\right)^2 \frac{y^{i-1}}{H^{i-1}}, \quad (8)$$

де  $i = 1, 2, \dots$

В першому одночленному наближенні:

$$\psi_1(y) = \left(1 - \frac{y}{H}\right)^2. \quad (9)$$

Момент інерції поперечного перерізу

$$I(y) = \frac{\delta \cdot x^3(y)}{12} = \frac{\delta \cdot x_0^3 \left(1 + \beta \frac{y}{H}\right)^3}{12} = I_0 \left(1 + \beta \frac{y}{H}\right)^3, \quad (10)$$

де  $I_0 = \frac{\delta \cdot x_0^3}{12}$ .

Отже, підставивши в рівняння (6) знайдені величини та розв'язавши його, отримаємо:

$$T_{11} = \int_0^H \mu(y) \psi_1^2(y) dy = \mu_0 \int_0^H \left(1 + \beta \frac{y}{H}\right) \left(1 - \frac{y}{H}\right)^4 dy = \mu_0 H \frac{3 + \beta}{15}. \quad (11)$$

Підставивши в рівняння (7) вираз  $[\psi_1''(y)]^2 = \frac{4}{H^4}$  і розв'язавши його, отримаємо:



**Піднімально-транспортні машини**

$$\Pi_{11} = \int_0^H EI(y) [\psi_1''(y)]^2 dy = \frac{4EI_0}{H^4} \int_0^H \left(1 + \beta \frac{y}{H}\right)^3 dy = \frac{EI_0}{H^3} \left[ \frac{(1 + \beta)^4 - 1}{\beta} \right]. \quad (12)$$

Отже, якщо підставити отримані в виразах (11) і (12) результати в формулу (5), остаточно частота стінки прийме вигляд:

$$\eta_1 \leq \sqrt{\frac{15[(1 + \beta)^4 - 1]}{(3 + \beta)\beta}} \frac{1}{H^2} \sqrt{\frac{EI_0}{\mu_0}}. \quad (13)$$

Підставивши геометричні параметри тупикового упору в вираз (13) і обчисливши частоту, можна зробити висновок: чи має тупиковий упор достатню жорсткість.

Для визначення частот поздовжніх коливань трапецієподібної консолі застосовуємо метод Гальоркіна. За цим методом обчислюються кінетична та потенційна енергії.

Кінетична енергія має вигляд:

$$T_{ik} = \int_0^H \mu \psi_i \psi_k dy. \quad (14)$$

Потенційна енергія визначається як:

$$W'_{ik} = \int_0^H (A(y)E\psi_i')' \psi_k dy. \quad (15)$$

В якості форми, що виконує лінеаризацію, беремо вирази:

$$\psi(y) = a_1 \left(1 - \frac{y^2}{H^2}\right) + a_2 \left(1 - \frac{y^3}{H^3}\right). \quad (16)$$

Початкові умови:  $\psi(H) = 0$ ;  $\psi'(0) = 0$ .

Для першого одночленного наближення обчислюємо інтеграли  $T_{11}$  і  $W'_{11}$ :

$$T_{11} = \mu_0 \int_0^H \left(1 + \beta \frac{y}{H}\right) \left(1 - \frac{y^2}{H^2}\right)^2 dy = \frac{\mu_0 H}{30} (16 + 5\beta); \quad (17)$$

$$W'_{11} = EA_0 \int_0^H \left[ \left(1 + \beta \frac{y}{H}\right) \left(1 - \frac{y^2}{H^2}\right) \right]' \left(1 - \frac{y^2}{H^2}\right) dy = -\frac{EA_0}{H} \frac{4 + 3\beta}{3}. \quad (18)$$

З рівняння

$$T_{11}\eta_1^2 + W'_{11} = 0. \quad (19)$$

Отже, отримаємо:

$$\eta_1^2 = \frac{EA_0}{\mu_0 H^2} \frac{10(4 + 3\beta)}{(16 + 5\beta)}. \quad (20)$$

Таким чином, вираз для визначення частоти:

$$\eta_1 \leq \sqrt{\frac{10(4 + 3\beta)}{16 + 5\beta}} \frac{1}{H} \sqrt{\frac{EA_0}{\mu_0}}. \quad (21)$$

Оскільки  $\mu_0 = \frac{A_0 \gamma}{g}$ , то остаточно формула для обчислення частоти матиме вигляд:

**Піднімально-транспортні машини**

$$\eta_1 \leq \sqrt{\frac{10(4+3\beta)}{16+5\beta}} \frac{1}{H} \sqrt{\frac{Eg}{\gamma}}. \quad (22)$$

Підставивши геометричні параметри тупикового упору в вираз (22) і обчисливши частоту, можна зробити висновок: чи має тупиковий упор достатню жорсткість.

При монтажі захисної системи потрібно дотримуватись встановлення тупикових упорів таким чином, щоб наїзд крана на них відбувався одночасно. Крім того, мають бути виконані такі вимоги:

1) перед установкою гідроциліндра на кран необхідно не менш ніж за 12 годин його розконсервувати;

2) при монтажі гідроциліндра має бути забезпечена жорстка фіксація штока відносно гільзи для запобігання його самовільного висування;

3) монтаж гідроциліндрів масою до 30 кг здійснюють вручну, більше 30 кг – з застосуванням піднімально-транспортних засобів;

4) кріплення гідроциліндра має бути жорстким і міцним;

5) повинний бути забезпечений доступ до гідроциліндра для поточного обслуговування й спостереження за його роботою;

6) після монтажу гідроциліндра та підключення його до гідравлічної системи потрібно обов'язково видалити повітря з гідроциліндра та гідросистеми використовуючи спеціальний кран. Видалення повітря відбувається під час закачування робочої рідини в систему за допомогою насоса;

7) тупиковий упор має бути встановлений таким чином, щоб поздовжня вісь штоку буферного пристрою та поздовжня вісь амортизатора тупикового упору знаходились на одній лінії;

8) площина амортизатора тупикового упору (поверхня, з якою контактує шток буферного пристрою) має знаходитись строго перпендикулярно по відношенню до вісі штоку гідравлічного буфера – це виконується для того, щоб удар здійснювався по нормалі, а не по дотичній.

Пневмогідравлічний буферний пристрій рекомендується використовувати для кранів:

1) масою до 120 т, вантажопідйомністю до 100 т і номінальною швидкістю пересування до 2 м/с;

2) масою від 120 т до 200 т, вантажопідйомністю від 100 т до 250 т і номінальною швидкістю пересування до 1,25 м/с.

При експлуатації буфера рекомендується використовувати веретенне мастило за ОСТ 38.01412-86. Якщо потрібно використовувати робочу рідини з більшою в'язкістю, можна застосовувати будь-яке мінеральне мастило.

Вибір робочої рідини – це важливий момент для надійної роботи буфера. Основними вихідними параметрами, що визначають вибір типу робочої рідини, є:

1) діапазон температур навколишнього середовища та характер зміни температур в цьому діапазоні;

## Піднімально-транспортні машини

---

- 2) максимально можлива температура в усталеному режимі роботи;
- 3) тиск робочої рідини в системі;
- 4) вартість робочої рідини.

### Висновки

З наведеного вище можна зробити висновок, що всі елементи захисної системи мостових кранів повинні проектуватися та розраховуються в залежності один від одного, а тупикові упори, проектуватися, виготовлятися та монтуватися кранобудівними підприємствами. Це буде запобігати зниженню швидкості крана в момент наїзду на тупикові упори в розрахунках елементів захисної системи; наїзду крана на тупикові упори з підвищеною швидкістю; невідповідності буферних пристроїв і тупикових упорів один одному та типорозміру крана.

Експлуатація захисної системи з пневмогідравлічним буфером дозволяє зупинити крани мостового типу, що наїжджають на тупикові упори з номінальною швидкістю, з уповільненням в межах регламентованого, сприймаючи всю кінетичну енергію крана. Це зменшує навантаження на кранові металоконструкції і підкранові споруди, запобігаючи їх руйнуванню, зменшує обсяг ремонтних робіт, що проводяться на крані, підвищує безпеку при експлуатації вантажопідіймальних кранів.

Застосування пневмогідравлічних буферів можливо на кранах, що працюють в закритих приміщеннях і на відкритому повітрі при температурі навколишнього середовища вище +5 °С. Для визначення інших температурних діапазонів роботи кранів необхідні подальші випробування.

### Список використаних джерел:

1. Відомості про кількість об'єктів котлонагляду та підіймальних споруд станом на 01.01.2010 року : (Інформація Держгірпромнагляду України) // *Подъемные сооружения. Специальная техника.* – 2010. – № 2/3. – С. 14.
2. Климчук О. С. Підвищення ефективності захисту вантажопідіймних кранів при зіткненнях / О. С. Климчук, О. І. Іваненко // *Подъемные сооружения. Специальная техника.* – 2001. – № 3. – С. 10.
3. Иванов В. Н. Идентификация опасностей и оценка риска на примере эксплуатации грузоподъемных машин / В. Н. Иванов, А. В. Иванов // *Подъемные сооружения. Специальная техника.* – 2012. – № 12. – С. 20-22.
4. Андриенко Н. Н. Еще раз о причинах крановых ЧП / Н. Н. Андриенко, В. Л. Корень // *Подъемные сооружения. Специальная техника.* – 2012. – № 3. – С. 12-14.
5. Джигкаев Т. С. Основы динамики мостовых перегружателей и кранов в условиях особых нагрузок / Т. С. Джигкаев. – Владикавказ : Терек, 2000. – 226 с.
6. Assessment of consequences of grab-and-bunker loading crane bogie rails replacement / V. Kovalenko, D. Yaremenko, S. Sydorenko, G. Gnatenko // *Engineering Machines Problems.* – Warszawa, 2009. – N 34. – P. 37-45.
7. Optimal service term of the bridge cranes / V. Kovalenko, S. Vishnevetskiy, D. Brewczynski, G. Tora // *Journal of KONES Powertrain and Transport.* – 2013. – Vol. 20, N 4. – P. 169-176.
8. Иванов В. Н. Совершенствование защитных систем грузоподъемных кранов в тупиковых участках пути / В. Н. Иванов, И. И. Исьемини, И. Б. Седов // *Подъемные сооружения. Специальная техника.* – 2009. – № 5 (93). – С. 13-16.
9. Исьемини И. И. Многокомпонентная защитная система остановки грузоподъемных кранов / И. И. Исьемини, Б. Г. Лях, Ю. И. Сычев // *Восточно-европейский журнал передовых технологий.* – 2009. – № 3/7 (39). – С. 47-49.
10. Исьемини И. И. Исследование и разработка элементов многокомпонентной защитной системы грузоподъемных кранов в тупиковых участках пути / И. И. Исьемини, Б. Г. Лях, Ю. И. Сычев // *Науковий вісник будівництва : зб. наук. пр. / Харк. держ. техн. ун-т будівництва та архітектури.* – Х., 2009. – Вип. 55. – С. 224-230.
11. Коваленко В. О. Впровадження оптимальних проектних рішень при створенні нових підприємств : навч. посіб. / В. О. Коваленко, Г. В. Вишневецький. – Х. : НТУ «ХПІ», 2008. – 228 с.
12. Жуков В. Г. Повышение безопасности эксплуатации башенных кранов на рельсовом ходу : автореф. дисс. ... канд. техн. наук / В. Г. Жуков. – Новочеркасск, 2004. – 20 с.

**Піднімально-транспортні машини**

13. А. с. 893812 СССР, МКИ<sup>3</sup> В 66 С 7/16. Тупиковое устройство для остановки крановой установки / В. И. Пайкин, А. И. Альперович, Н. П. Калинин, Л. М. Волин, А. М. Виноградов (СССР). – № 3657442/27-11; заявл. 31.10.83; опубл. 15.08.85, Бюл. № 30.
14. Пат. 25623 Україна, МПК<sup>9</sup> В 66 С 9/18. Протиугінний пристрій вантажопідйомного крана / А. В. Мартинов, В. І. Дейнега, В. М. Іванов, О. І. Іваненко, Ю. А. Нікішкін (UA); Східноукраїнський державний університет. – № 95083840; заявл. 18.08.1995; опубл. 25.12.1998, Бюл. № 6. – 4 с.
15. Пат. 2248318 Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> В 66 С 7/16, В 61 К 7/16, В 61 К 7/18. Упор тупиковый [Электронный ресурс] / В. А. Благодатских, Р. Ф. Гаязов, Ю. А. Гутарев, А. В. Глазов, В. Н. Колосков, П. П. Олейник, В. И. Радзинский, И. В. Хромов, В. М. Григорьев, А. И. Степанов, М. И. Кныш, В. И. Галкин (RU). – № 2002131085/11; заявл. 19.11.2002; опубл. 20.03.2005. – Режим доступа: <http://www.findpatent.ru/patent/224/2248318.html>
16. Пат. 69229 Україна, МПК<sup>9</sup> F 16 F 5/00. Захисна система вантажопідіймальних кранів у кінцевих ділянках шляху / С. Л. Смоляков, І. І. Ісьєміні (UA); Укр. інж.-пед. акад. – № u 2011 11415; заявл. 27.09.2011; опубл. 25.04.2012, Бюл. № 8. – 3 с.
17. Бабаков И. М. Теория колебаний / И. М. Бабаков. – 4-е изд., испр. – М. : Дрофа, 2004. – 591 с.

**References**

1. ‘Vidomosti pro kilkist obektiv kotlonahliadu ta pidiimalnykh sporud stanom na 01.01.2010 roku: (Informatsiia Derzhhirpromnahliadu Ukrainy)’ 2010, *Podyemnyye sooruzheniya. Spetsialnaya tekhnika*, no. 2-3, pp. 14.
2. Klymchuk, O. & Ivanenko, O 2001, ‘Pidvyshchennia efektyvnosti zakhystu vantazhopididomnykh kraniv pry zitkenniakh’, *Podyemnyye sooruzheniya. Spetsialnaya tekhnika*, no. 3, p. 10.
3. Ivanov, V & Ivanov, A 2012, ‘Identifikatsiya opasnostey i otsenka riska na primere ekspluatatsii gruzopodyemnykh mashin’, *Podyemnyye sooruzheniya. Spetsialnaya tekhnika*, no. 12, pp. 20–22.
4. Andriyenko, N & Koren, V 2012, ‘Eshche raz o prichinakh kranovykh ChP’, *Podyemnyye sooruzheniya. Spetsialnaya tekhnika*, no. 3, pp. 12–14.
5. Dzhigkayev, T 2000, *Osnovy dinamiki mostovikh peregruzhateley i kranov v usloviyakh osobykh nagruzok*, Terek, Vladikavkaz.
6. Kovalenko, V, Yaremenko, D, Sydorenko, S & Gnatenko, G 2009, ‘Assessment of consequences of grab-and-bunker loading crane bogie rails replacement’, *Engineering Machines Problems*, no. 34, pp. 37–45.
7. Kovalenko, V, Vishnevetskiy, S, Brewczynski, D & Tora, G 2013, ‘Optimal service term of the bridge cranes’, *Journal of KONES Powertrain and Transport*, vol. 20, no. 4, pp. 169–176.
8. Ivanov, V, Isyemini, I & Sedov, I 2009, ‘Sovershenstvovaniye zashchitnykh sistem gruzopodyemnykh kranov v tupikovykh uchastkakh puti’, *Podyemnyye sooruzheniya. Spetsialnaya tekhnika*, no. 5 (93), pp. 13–16.
9. Isyemini, I, Lyakh, B & Sychev, Yu 2009, ‘Mnogokomponentnaya zashchitnaya sistema ostanovki gruzopodyemnykh kranov’ *Vostochno-yevropeyskiy zhurnal peredovykh tekhnologiy*, no. 3/7 (39), pp. 47–49.
10. Isyemini, I, Lyakh, B & Sychev, Yu 2009, ‘Issledovaniye i razrabotka elementov mnogokomponentnoy zashchitnoy sistemy gruzopodyemnykh kranov v tupikovykh uchastkakh puti’, *Naukovyi visnyk budivnytstva*, iss. 55, pp. 224–230.
11. Kovalenko, V & Vyshnevetskiy, H 2008, *Vprovadzhennia optimalnykh proektnykh rishen pry stvorenni novykh pidpriemstv*, Natsionalnyi tekhnichnyi universytet “Kharkivskiy politekhnichnyi instytut”, Kharkiv.
12. Zhukov, V ‘Povysheniye bezopasnosti ekspluatatsii bashennykh kranov na relsovom khodu’, Kand.tekh.n. abstract, Yuzhno-Rossiyskiy gosudarstvennyy tekhnicheskii universitet (NPI) imeni M. I. Platova, Novochoerkassk.
13. Paykin, V, Alperovich, A, Kalinin, N, Volin, L & Vinogradov, A 1985, *Tupikovoye ustroystvo dlya ostanovki kranovoy ustanovki*, USSR Patent 893812.
14. Martynov, A, Deineha, V, Ivanov, V, Ivanenko, O & Nikishkin, Iu 1998 *Protyuhinnyi prystrii vantazhopididomnoho kрана*, UA Patent 25623.
15. Blagodatskikh, V, Gayazov, R, Gutarev, Yu, Glazov, A, Koloskov, V, Oleynik, P, Radzinskiy, V, Khromov, I, Grigoryev, V, Stepanov, A, Knysh, M & Galkin, V 2005, *Upor tupikovyy*, RU patent 2248318.
16. Smoliakov, S & Isyemini, I 2012, *Zakhysna sistema vantazhopididimallykh kraniv u kintsevykh diliankakh shliakhu*, UA Patent 69229.
17. Babakov, I 2004, *Teoriya kolebaniy*, 4th edn, Drofa, Moskva.

Стаття надійшла до редакції 25 травня 2016 р.