

УДК 621.873

©Ісьєміні І.І., Іванов В.М., Смоляков С.Л.

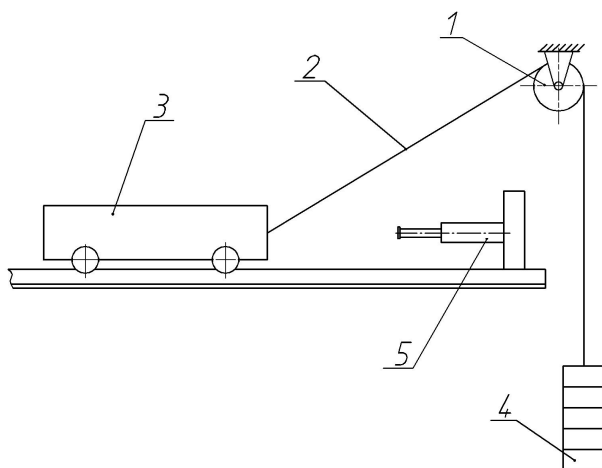
## ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ПНЕВМОГІДРАВЛІЧНИХ БУФЕРНИХ ПРИСТРОЇВ НА МОСТОВОМУ КРАНІ 5Т40

### 1. Постановка проблеми

Для запобігання негативних наслідків наїзду мостового крана на кінцеві упори була розроблена конструкція принципово нового буфера – пневмогідравлічного буферного пристрою [1]. Теоретичні дослідження даного буфера показали, що пневмогідравлічний буфер є ефективним захистом, який зменшує ударне навантаження при наїзді крана на упор [2]. Труднощі проведення подібного промислового експерименту полягають в тому, що при його проведенні є небезпека виходу з ладу обладнання [3, 4, 5]. Тому експериментальні дослідження проводилися згідно з програмою випробувань, погодженою з заводом, та у відповідності до результатів планування експерименту.

### 2. Аналіз публікацій по темі дослідження

В роботі [4] описується методика проведення експериментальних досліджень буфера візка мостового перевантажувача. Для проведення експерименту була виготовлена модель мостового перевантажувача. Рух візку моделі перевантажувального моста надавався способом, представленим на рис. 1.



**Рис. 1** – Модель візка перевантажувального моста

Через нерухомий блок 1 була перекинута тягова нитка 2, яка одним кінцем прикріплювалась до візка 3. До іншого кінця нитки підвішувався вантаж 4, за допомогою якого візок розганявся та наїжджав на буферний пристрій 5.

Неможливість використання даної моделі для проведення експериментальних досліджень кранових буферів полягає в складності визначення критеріїв подібності. Крім того, під час руху вантажу 4 вниз візок 3 рухається рівноприскорено, що не відповідає режиму руху крана при наїзді на кінцеві упори.

Жуков В.Г. в роботі [6] проводив експериментальні дослідження кінцевих упорів для баштових кранів на випробувальному крані-стенді, що являє собою баштовий кран без башти та стріли, тобто платформу з баластом на ходових візках.

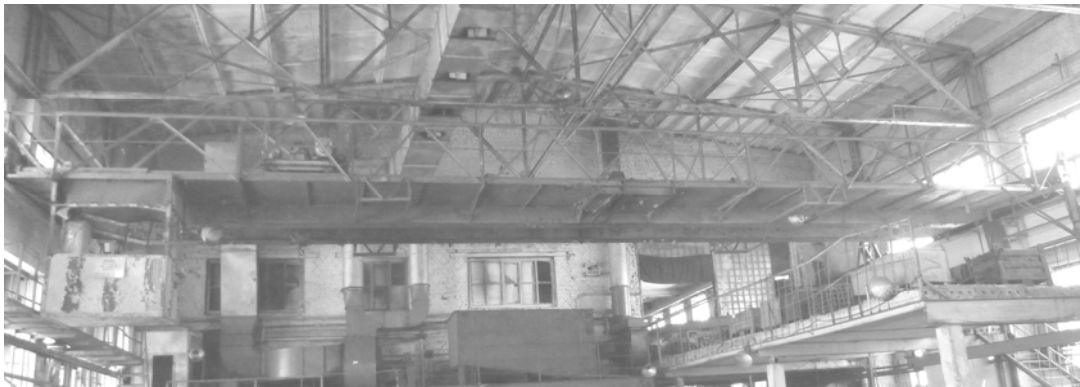
Натурний експеримент завжди має переваги перед експериментом на моделі, оскільки дає більш достовірні дані та дозволяє уникнути помилок, які можуть виникнути при розрахунку коефіцієнтів подібності.

Дейнега В.І. проводив експериментальні дослідження на мостових кранах вантажопідйомністю 5–30 т [3]. В процесі експериментів він імітував аварійну ситуацію, тобто допускав наїзд крана з «розпущеними» гальмами та без кінцевих вимикачів. Дані експерименти є найінформативнішими та достовірними, але спричинюють великі матеріальні витрати та небезпеку.

**3. Мета роботи** полягає в підготовці та проведенні експериментальних досліджень пневмогідролічних буферних пристроїв мостових кранів, які можуть бути трансформовані на інші об'єкти дослідження.

#### 4. Виклад основного матеріалу дослідження

Експериментальні дослідження пневмогідролічних буферних пристроїв були проведені на натурному мостовому крані 5т40, зав. №2295, установленому на території ДП «Харківський автомобільний завод» (див. рис. 2).



**Рис. 2** – Мостовий кран 5т40

Технічна характеристика мостового крана 5т40 наведена в таблиці 1.

**Таблиця 1** – Технічна характеристика мостового крана 5т40

Параметр	Значення
Вантажопідйомність, т	5
Прогін, м	22,5
Швидкість пересування крана (номінальна), м/хв.	118,5
Маса крана (повна), кг	18350
Привод механізму пересування – центральний	

Перед початком експериментальних досліджень було виконано обстеження стану захисної системи мостового крана в кінцевій ділянці шляху. Було виявлено, що буфери відсутні, а кінцеві упори виготовлені «кустарним» способом і не відповідають типорозміру крана (див. рис. 3–5).



**Рис. 3** – Кінцева балка мостового крана 5т40



**Рис. 4** – Кінцевий упор мостового крана 5т40



**Рис. 5** – Кінцева балка мостового крана 5т40

Для проведення промислового експерименту був розрахований, спроектований і виготовлений кронштейн для кріплення буферного пристрою. Старі кронштейни зрізані з кінцевих балок. На їх місце встановлені нові кронштейни, до яких прикріплені гідроциліндри пневмогідролічних буферних пристроїв. Також були розраховані, спроектовані та виготовлені нові кінцеві упори, що встановлені замість старих. Після проведення всіх необхідних підготовчих робіт елементи захисної системи мостового крана 5т40 мали такий вигляд (див. рис. 6).



**Рис. 6** – Елементи експериментальної захисної системи мостового крана 5т40

Принципова гідравлічна схема пневмогідролічного буферного пристрою показана на рис. 7. Схема складається з таких елементів: Ц – гідроциліндр; Р – рукав високого тиску; КЗ – клапан зворотний з дроселем; МН – манометр; АК – гідроаккумулятор.

Після монтажу гідроаккумулятора на площадку моста було виконано його з'єднання з гідроциліндром, у тому числі разом зі всіма необхідними гідравлічними складовими (див. рис. 8, 9).

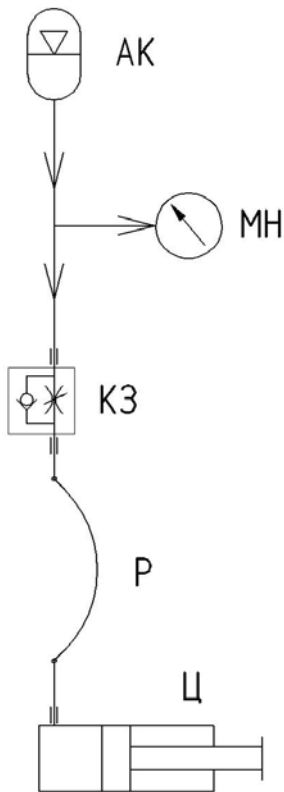


Рис. 7 – Принципова гідравлічна схема пневмогідравлічного буферного пристрою

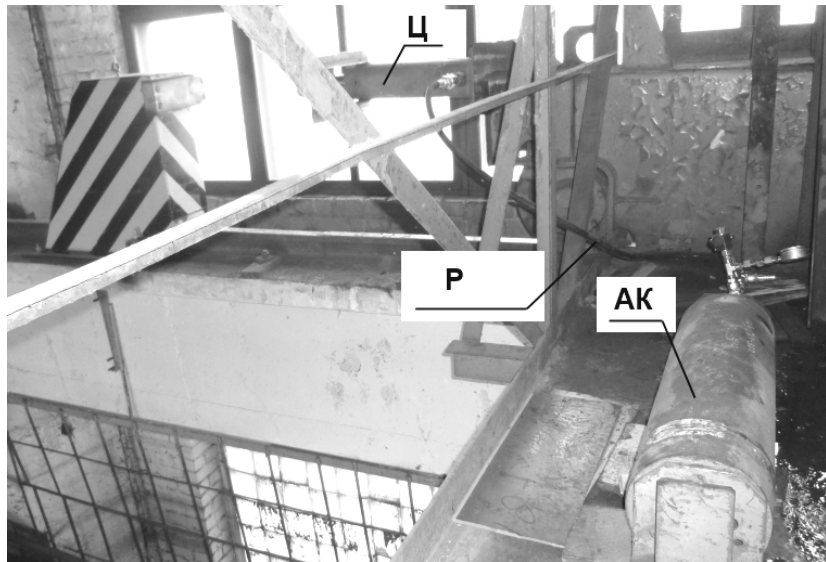


Рис. 8 – Захисна система з пневмогідравлічним буферним пристроєм

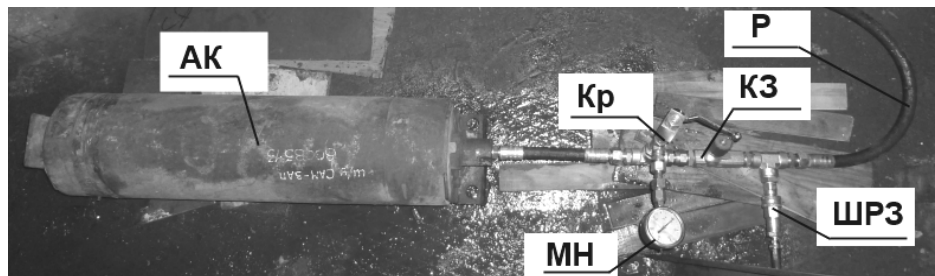


Рис. 9 – Пневмогідроакумулятор з гідравлічною апаратурою

На рис. 9 позначеннями показані такі елементи: АК – гідроакумулятор; Кр – кран для випускання повітря при нагнітанні робочої рідини в систему; КЗ – клапан зворотний з дроселем; МН – манометр; ШРЗ – швидкокорознімне з'єднання, до якого приєднується насос для нагнітання робочої рідини в систему.

Програмою експериментальних досліджень передбачалось:

- 1) Визначення уповільнень крана за допомогою акселерометра. З цією метою був застосований датчик прискорення фірми Bosch, модель ВМА023, установлений в пристрої Samsung IT-I9000, яке працює на операційній системі Android 2.3.6.
- 2) Визначення величини осадки буфера крана в кожний момент часу. Для цього був застосований триангуляційний лазерний датчик РФ603-125/500-232-INO-AL-(9...36 В), с/н 13503. Технічна характеристика датчика наведена в таблиці 2.

Таблиця 2 – Технічна характеристика триангуляційного лазерного датчика РФ603-125/500-232-INO-AL-(9...36 В)

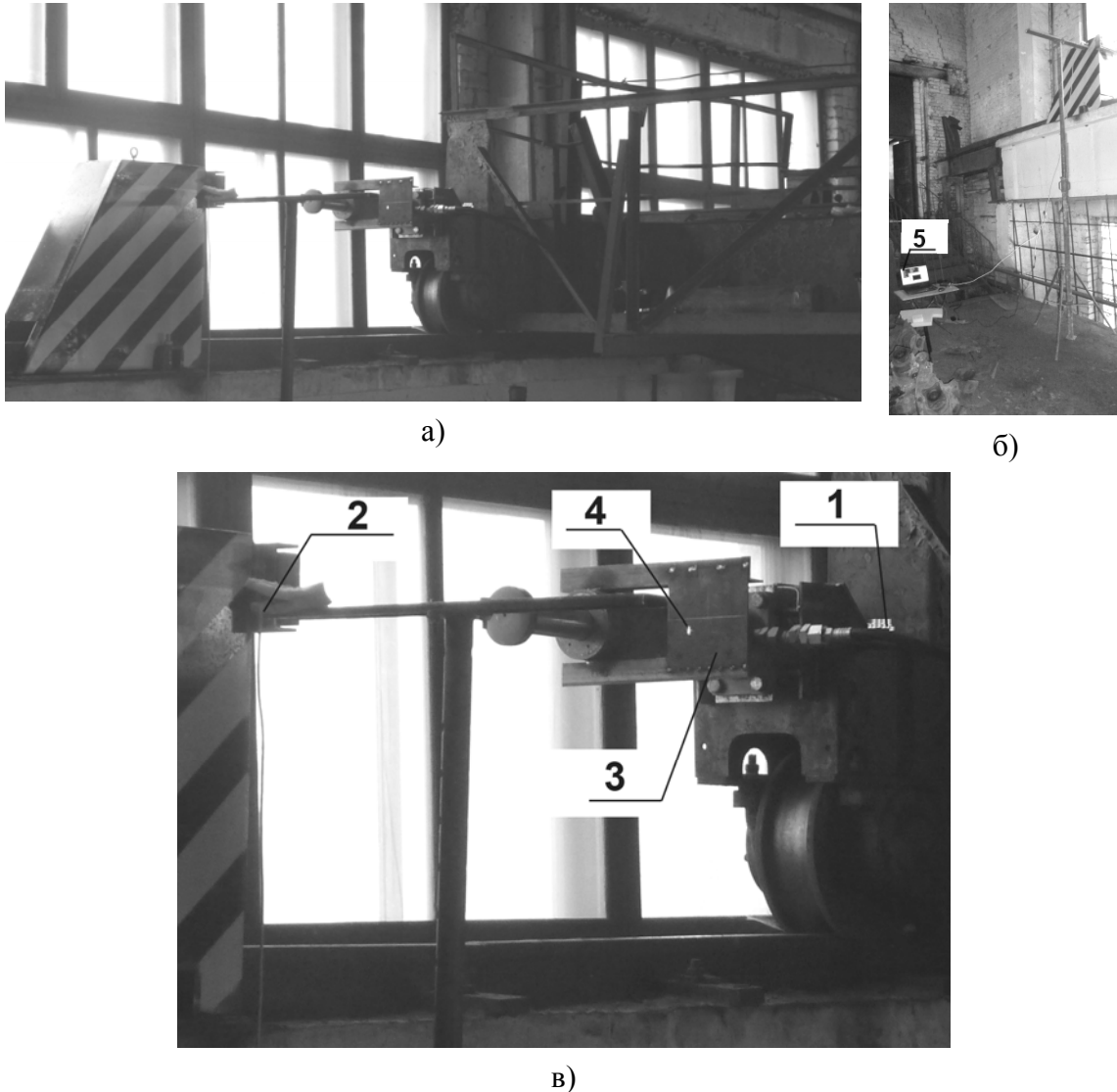
Параметр	Значення
Максимальна частота, кГц	9,4
Базова відстань, мм	125
Діапазон, мм	500

3) Зміна швидкості, при якій здійснювався наїзд крана на кінцеві упори.

4) Передбачалось здійснювати наїзд крана на кінцеві упори без вантажу та з вантажем масою до 5 т.

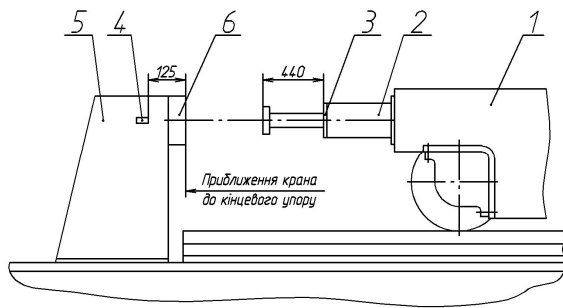
Тріангуляційний лазерний датчик призначений для безконтактного вимірювання та контролю положення й переміщення об'єктів.

Розташування вимірювальних датчиків і вимірювальної апаратури показано на рис. 10. Цифрами на цьому рисунку позначено таке: 1 – пристрій з датчиком прискорення; 2 – тріангуляційний лазерний датчик; 3 – об'єкт стеження для лазера тріангуляційного лазерного датчика; 4 – лазер тріангуляційного датчика; 5 – персональний комп'ютер.



**Рис. 10** – Розташування вимірювальних датчиків і вимірювальної апаратури

В процесі експерименту фіксувалась осадка пневмогідролічного буфера (відстань, на яку шток заходить в гідроциліндр) за часом. Дані, отримані за допомогою лазерного датчика, записувались на персональний комп'ютер. На рис. 11 показана схема установки тріангуляційного лазерного датчика.



**Рис. 11** – Схема установки триангуляційного лазерного датчика

Саме так фіксувалось наближення крана до кінцевого упору й осадка буфера. Датчик був зміщений на 125 мм відносно площини ударної частини кінцевого упору, оскільки ця відстань є базовою (на відстані 125 мм і менше положення об'єкта не фіксується). Коли ж від об'єкта стеження до ударної частини кінцевого упору залишається 500 мм, датчик починає фіксувати положення об'єкта. Відстань, яка дорівнює 440 мм, відповідає зіткненню штока гідроциліндра з ударною частиною кінцевого упору, тобто початку роботи пневмогідролічного буферного пристрою.

Частина вимірювань, зареєстрованих триангуляційним лазерним датчиком, для одного з експериментів при швидкості наїзду крана на кінцевий упор 0,25 м/с, наведена в таблиці 3.

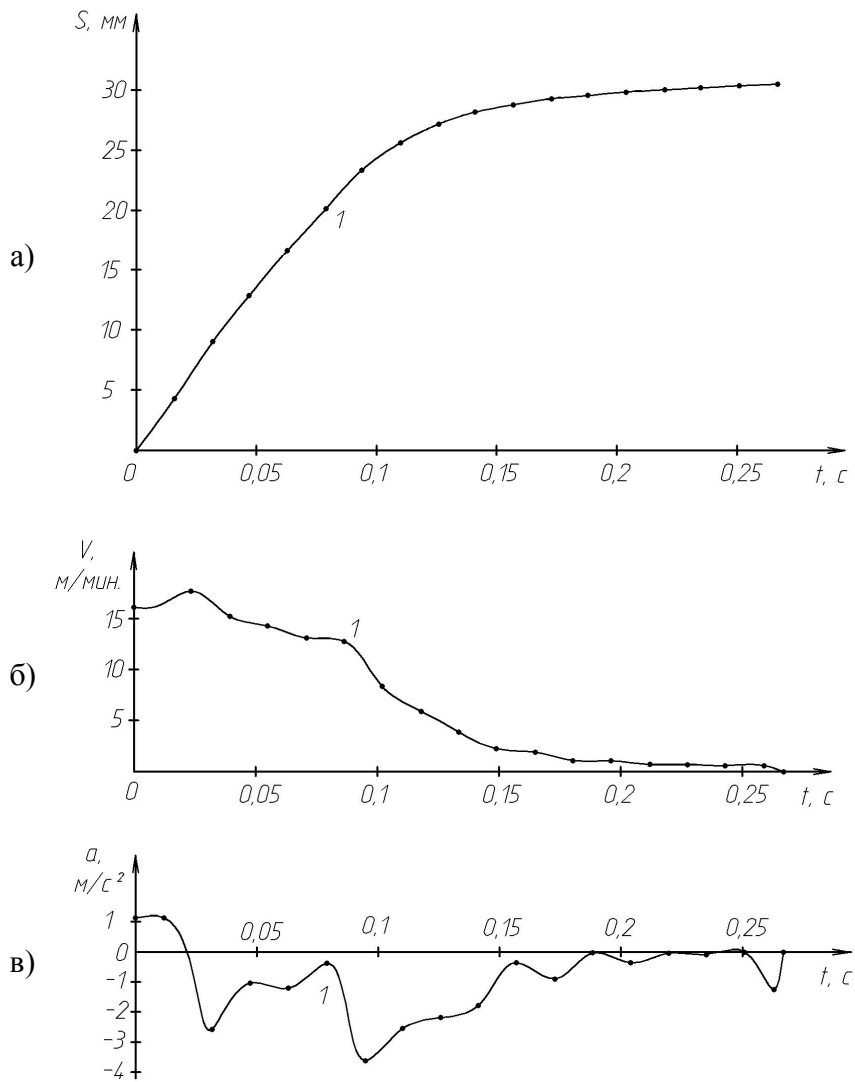
**Таблиця 3** – Фрагмент вимірювань

Час, с	Відстань від об'єкта стеження до ударної частини тупикового упору, мм	Час, с	Відстань від об'єкта стеження до ударної частини тупикового упору, мм
1,16	457,3	1,30	429,1
1,17	453,0	1,31	428,5
1,19	448,2	1,33	428,0
1,20	444,4	1,34	427,7
1,22	440,6	1,36	427,5
1,23	437,1	1,37	427,3
1,25	433,9	1,39	427,1
1,26	431,7	1,41	426,9
1,28	430,1	1,42	426,8

Триангуляційний лазерний датчик при вимірюванні відстані до об'єкта стеження дозволяє фіксувати тисячні долі міліметра, але з метою наочності вимірювання були округлені.

Отримані дані дозволяють побудувати графік залежності осадки буфера від часу  $S(t)$  (рис. 12, а). Якщо графічно продиференціювати даний графік, то можна отримати графік залежності швидкості пересування крана від часу  $V(t)$  (рис. 12, б) і графік залежності уповільнення крана від часу  $a(t)$  (рис. 12, в). На графіках, зображених на рис. 12, точка 1

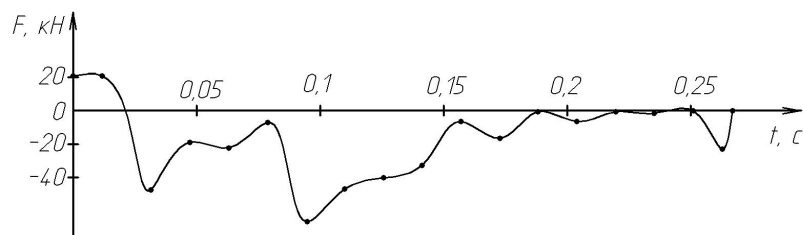
позначає момент наїзду крана на кінцевий упор (тобто початок роботи пневмогідравлічного буфера).



**Рис. 12** – Графіки залежності:  
 а) – осадки буфера від часу  $S(t)$   
 б) – швидкості пересування крана від часу  $V(t)$   
 в) – уповільнення крана від часу  $a(t)$

Знаючи ж масу крана, можна побудувати графік залежності ударної сили (з якою кран наїжджає на кінцеві упори) від часу  $F(t)$  (рис. 13).

Значення зі знаком «мінус» на графіках, зображених на рис. 13 і 14, позначають, що кран рухається з уповільненням.



**Рис. 13** – Графік залежності  $F(t)$

### Висновки

1. Розроблена конструкція пневмогідравлічного буферного пристрою є роботоздатною.
2. Пневмогідравлічні буферні пристрої є більш енергоємними в порівнянні з резиновими буферами та тому забезпечують плавну зупинку крана при тих же габаритних розмірах.
3. При експлуатації пневмогідравлічних буферних пристроїв відсутнє відкочування крана, яке є характерним для гравітаційних упорів.
4. Є очевидною можливістю використання пневмогідравлічних буферних пристроїв на різних вантажопідіймальних кранах мостового типу при додаткових випробуваннях.

### Список використаних джерел:

1. Пат. 69229 UA, 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. – № у 2011 11415; заявл. 27.09.2011; опубл. 25.04.2012, Бюл. № 8. – 3 с.
2. Ісьєміні І. І. Дослідження динамічних процесів при гальмуванні мостових кранів пневмогідравлічними буферними пристроями / І. І. Ісьєміні, Л. А. Родіонов // *Машинобудування* : зб. наук. пр. / Укр. інж.-пед. акад. – Х., 2011 – Вип. 7/8. – С. 23–31.
3. Дейнега В. И. Защита мостовых кранов от ударов при наездах на тупиковые упоры : дис. ... канд. техн. наук / В. И. Дейнега. – Новочеркасск, 1988. – 137 с.
4. Джигкаев Т. С. Основы динамики мостовых перегружателей, кранов и их защита от ударов при наезде тележек на упоры : дис. ... д-ра техн. наук / Т. С. Джигкаев. – Новочеркасск, 2001. – 330 с.
5. Ловейкін В. С. Уточнений метод розрахунку динамічних навантажень металоконструкції крану при його наїзді на кінцеві упори / В. С. Ловейкін, Ю. В. Човнюк, Ю. О. Ромасевич // *Науковий вісник Луганського національного аграрного університету*. Сер.: Технічні науки : зб. наук. пр. – Луганськ, 2009. – № 3. – С. 126–135.
6. Жуков В. Г. Повышение безопасности эксплуатации башенных кранов на рельсовом ходу : дис. ... канд. техн. наук / В. Г. Жуков. – Новочеркасск, 2004. – 174 с.

*Ісьєміні І.І., Іванов В.М., Смоляков С.Л.* «Проведення експериментальних досліджень пневмогідравлічних буферних пристроїв на мостовому крані 5т40».

В статті описується підготовка та проведення експериментальних досліджень пневмогідравлічних буферних пристроїв на мостовому крані. В результаті виконаних досліджень отримані вимірювання осадки буфера та уповільнення крана за часом.

**Ключові слова:** мостовий кран, пневмогідравлічний буфер, триангуляційний лазерний датчик, датчик прискорення.

*Ісьєміні І.І., Іванов В.Н., Смоляков С.Л.* «Проведение экспериментальных исследований пневмогидравлических буферных устройств на мостовом кране 5т40».



В статье описывается подготовка и проведение экспериментальных исследований пневмогидравлических буферных устройств на мостовом кране. В результате выполненных исследований получены замеры осадки буфера и замедления крана во времени.

**Ключевые слова:** мостовой кран, пневмогидравлический буфер, триангуляционный лазерный датчик, датчик ускорения.

**Isyemini I.I., Ivanov V.N., Smolyakov S.L.** “Experimentation of pneumohydraulic buffers at the overhead crane”.

In the article preparation and experimentation of pneumohydraulic buffers at the overhead crane is described. The samples of buffer subsidence and crane deceleration in time in the results of completed experimentation are obtained.

**Key words:** overhead crane, pneumohydraulic buffer, triangulating laser sensor, acceleration sensor.

Стаття надійшла до редакції 10 грудня 2013 р.