1.65 g/cm^3 in 0-10 cm layer, tire 15,5R38 tires on 23,1R26 possible to reduce the density of 6%, the same replacement tires 15,5R38 tires on 66h43.00LR25 possible to reduce the density of 7...13%. A similar pattern was obtained in the 10-20 cm layer, but with a smaller increment, and the layers 20-30, 30-40 and 40-50 cm densities did not significantly differ from control.

***Wheeled tractor, chassis, area of contact with supporting surface propulsion, tire, tire size, soil, layers of soil density*.**

УДК 681.508, 621.87

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ ВИЛЬОТУ БАШТОВОГО КРАНА З ШАРНІРНО-ЗЧЛЕНОВАНОЮ СТРІЛОВОЮ СИСТЕМОЮ

В.С. Ловейкін, доктор технічних наук
О.Г. Шевчук, магістр

В статті приведено методику експериментальних досліджень зміни вильоту баштового крана з шарнірно-зчленованою стріловою системою, а також вимірювально-реєструюче обладнання яке при цьому використовується

Експеримент, дослідження, кран, коливання, датчик, зусилля, рух,частота обертання.

Постановка проблеми. Зміна вильоту шарнірно-зчленованої стрілової системи баштового крану виконується при роботі механізму підйому стрілової системи та механізму переміщення вантажного візка [1].

При зміні вильоту виникають динамічні навантаження в металоконструкції та ланках механізмів, а також коливання вантажу, що тривають протягом усталеного режиму руху. Для визначення реального характеру зміни динамічних навантажень, а також коливань вантажу баштового крана з шарнірно-зчленованою стріловою системою необхідно провести експериментальний аналіз цього руху. Експериментальний аналіз зміни вильоту баштового крана з шарнірно-зчленованою стріловою системою можна порівняти з теоретичним [2] для підтвердження адекватності вибраної теоретичної моделі яка описує процес зміни вильоту.

© В.С. Ловейкін, О.Г. Шевчук, 2014

Для проведення експериментальних досліджень зміни вильоту шарнірно-зчленованої стрілової системи виготовлено її фізичну модель [3], яка відображає процес зміни вильоту у визначеному масштабі.

Аналіз останніх досліджень. Проблемі експериментального дослідження роботи вантажопідйомної техніки присвячено значну кількість праць. Так вказано [4-6], що експериментальні дослідження проводяться з метою отримання даних про характер зміни певних параметрів системи. Експериментальні данні часто порівнюють з теоретичними для оцінки адекватності прийнятої теоретичної моделі, яка описує явище, що досліджується. Основною задачею на початку проведення експериментальних досліджень є планування експерименту. Планування експерименту включає визначення мінімальної кількості дослідів необхідних для визначення аналітичної моделі досліджуваного процесу або явища [7, 8].

У роботі [9] описано методику проведення експериментальних досліджень руху шарнірно-зчленованої стрілової системи крана при зміні вильоту вантажу, а також вимірювально-реєструюче обладнання, що при цьому використовується.

Розглянута експериментальна установка крана-маніпулятора з гідроприводом та вимірювально-реєструюче обладнання для проведення досліджень з визначенням динамічних навантажень на її робочому обладнанні. Представлено результати експериментальних досліджень у статті [10].

У роботі [11] проведено експериментальне дослідження балансування моделі баштового крану з рухомою противагою. Здійснено порівняння отриманих експериментальних результатів з теоретичними. При експериментальному досліджені зміни вильоту шарнірно-зчленованої стрілової системи важливе значення має характер зміни кінематичних та інерційних характеристики основних елементів конструкції [12]. Крім того, необхідно дослідити вплив розгойдування вантажу на металоконструкцію стрілової системи та елементи приводних механізмів, а також зміну напруги та сили струму живлення привідних електродвигунів [13].

Мета досліджень – встановити кінематичні, динамічні, та енергетичні характеристики стрілової системи, які необхідно експериментально визначити та вибрати для цього необхідне обладнання.

Результати досліджень. Враховуючи вищезазначене пропонується експериментально виміряти такі параметри:

1) Кут відхилення вантажу від вертикалі;
2) Швидкість переміщення вантажного візка;
3) Зусилля у відтяжці;

4) Швидкість обертання барабана механізму переміщення стрілової системи;

5) Силу і напругу струму живлення електродвигунів;

6) Коливання башти.

Кожен датчик, що закріплений на фізичній моделі шарнірно-зчленованої стрілової системи, з'єднаний з пристроєм збору даних (7). Для кожного датчика виділяється індивідуальний канал (або декілька каналів). Під час проведення експерименту пристрій збору даних записує значення напруги на кожному каналі і за допомогою програми, що встановлена на комп'ютері (8) конвертує цю інформацію у файл текстового формату. Проаналізуємо характеристики, що підлягають вимірюванню, виберемо відповідні датчики та способи монтування їх на моделі шарнірно-зчленованої стрілової системи. Кут відхилення вантажу від вертикалі та швидкість обертання барабана механізму переміщення стрілової системи будемо визначати кутовими енкодерами MOL-40 Megatron (рис. 2). Функціональна схема збору даних показано на рис. 1.

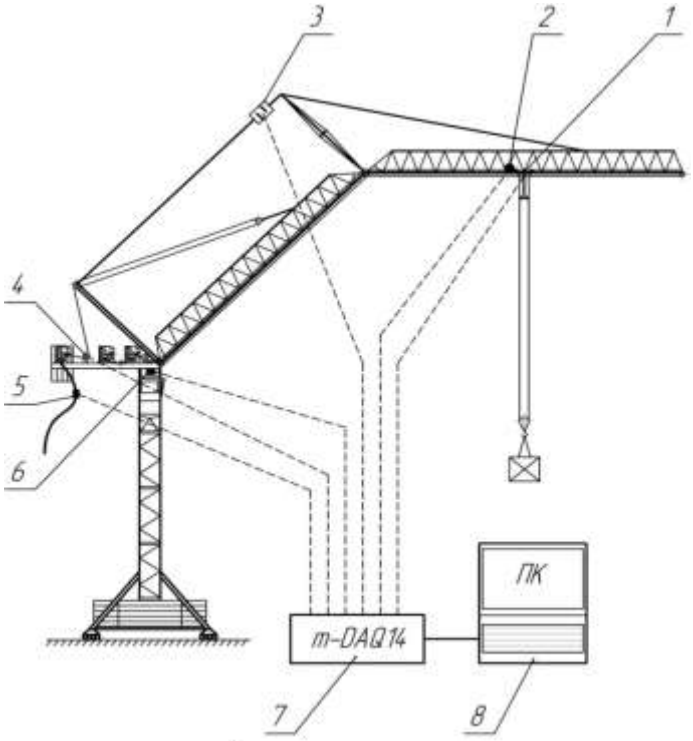
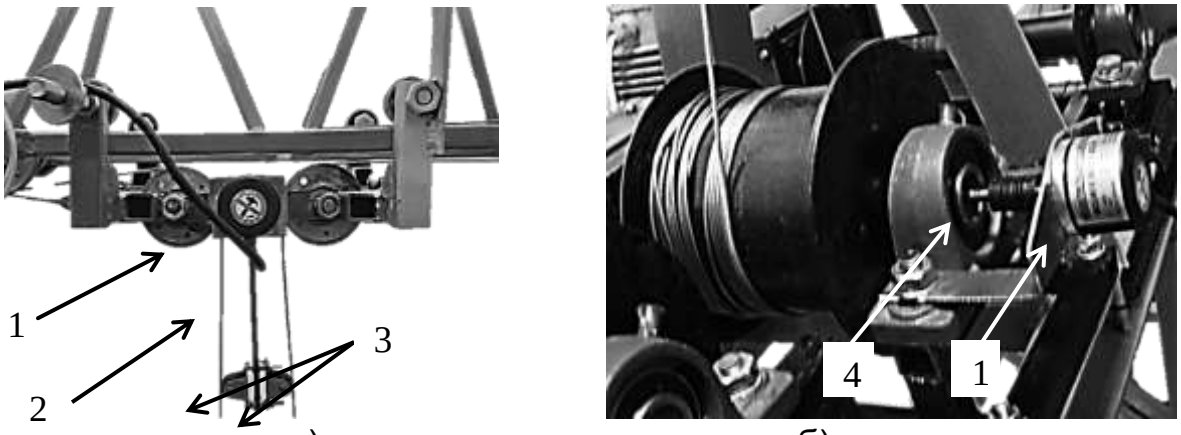


Рис. 1. Функціональна схема збору даних: 1 – енкодерний датчик відхилення вантажу від вертикалі; 2 – енкодерний датчик переміщення вантажного візка; 3 – тензорний датчик зусилля у відтяжці; 4 – енкодерний датчик обертання барабану механізму підйому стрілової системи; 5 – датчики сили і напруги струму живлення привідних електродвигунів; 6 – датчик прискорення (акселерометр); 7 – пристрій збору даних; 8 – персональний комп'ютер.

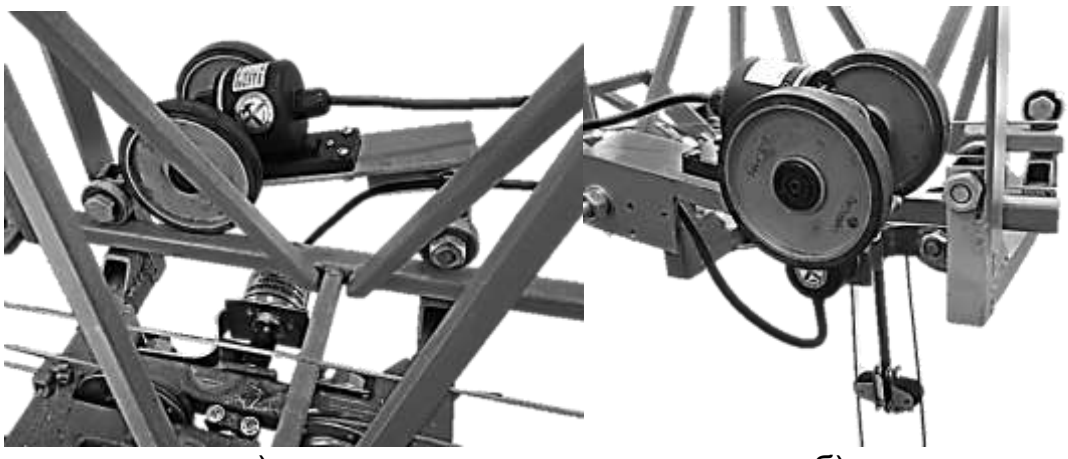


а) б)

Рис. 2. Монтаж датчиків на фізичній моделі шарнірно-зчленованої стрілової системи: а) для визначення відхилень вантажу; б) для визначення швидкості обертання барабана; 1 – датчик; 2 – коромисло; 3 – напрямні ролики; 4 – пружно-компенсувальна муфта.

Для вимірювання відхилення вантажу від вертикалі виготовлено коромисло (2), яке вільно виконує хитний рух відносно точки підвісу вантажу. Контакт коромисла з канатом відбувається через напрямні ролики (3), які впираються в приводну і вантажну гілки канату (рис. 2,а). На рис. 2,б датчик, через пружно-компенсувальну муфту, кріпиться до валу обертання барабана приводу підйому стрілової системи.

Швидкість переміщення вантажного візка вимірюємо енкодером ENC Autonics (рис. 3), який шарнірно закріплений на візку таким чином, що колесо датчика вільно перекочується по нижньому поясу допоміжної секції стрілової системи.



а) б)

Рис. 3. Зовнішній вигляд датчика ENC Autonics,що закріплений на вантажному візку фізичної моделі крана: а) вигляд зліва; б) вигляд справа.

Для вимірювання зусилля використовується S-подібний відтарований тензометричний датчик, що закріплений на відтяжці (рис. 4,а). Вимірювання коливань башти виконаємо за допомогою акселерометра (рис. 4,б), який має три канали, що відповідають трьом вісям декартової системи координат. Датчик складається з чутливого елемента MMA7260Q фірми Freescale Semiconductor, підсилювача сигналу та стабілізатора напруги живлення. Живлення акселерометра виконується за допомогою гальванічного елемента.

а) б)

Рис. 4. Зовнішній вигляд датчиків: а) тензометра; б) прискорення (акселерометра).

Для вимірювання електричних показників використовуються датчики струму CSLA1CD 0612 MEX фірми Honeywell (рис. 5,а) та датчик напруги (рис. 5,б). Характеристики усіх зображених вище датчиків наведено у табл. 1.

а) б)

Рис. 5. Зовнішній вигляд датчиків: а) струму; б) напруги.

Всі вказані величини вимірюються протягом всього часу зміни вильоту стрілової системи, що виконується як окремо механізмами підйому стрілової системи та переміщення вантажного візка, так і при сумісній роботі цих механізмів. Також вимірювання потрібно проводити для випадків зміни вильоту від мінімального до максимального і навпаки. Виміри необхідно проводити за реальним часом, з частотою опитування необхідною для визначення експериментальних значень вимірювальних параметрів.

1. Характеристики датчиків.

Вимірюваний параметр	Марка чутливого елементу	Фірма-виробник чутливого елементу	Абсолютна похибка вимірювання	Межі вимірювання	Чутливість
Струм	CSLA1CD 0612 MEX	Honeywell	0,03 А	0… 57 А	0,05 В/А
Напруга	–	–	–	Обмежені максимальною напругою АЦП	0,043 В/В 0,020 В/В 0,009 В/В
Зусилля	DEF-A	Keli	100 Н	0...10000 Н	0,00021 В/Н
Лінійне переміщення	ENC	Autonics	1 мм	–	1 імп/мм
Кутове переміщення	MOL-40	Megatron	$0,1^0$	–	3600 імп/об
Прискорення	MMA7260Q	Freescale Semiconductor	0,03 м/с^2	0…60 м/с^2	0,078 В·с^2/м

Технічні характеристики пристрою збору даних, що показаний на рис. 6 наведені в табл. 2 [14].

2. Технічні характеристики пристрою збору даних.

Характеристика	Опис
Інтерфейс зв’язку з ПК	USB 2.0
Кількість аналогових каналів	4 диференціальних або 8 однопровідних
Вхідний діапазон сигналів, В	± 10
Гранична вхідна напруга відносно A_{GND} (землі), В	±15 (при включеному інтерфейсі USB) ±10 (при відключеному інтерфейсі USB)
Розрядність АЦП, біт	14
Максимальна диференціальна нелінійність перетворення, МЗР	-1...+1,5
Максимальна інтегральна нелінійність перетворення, МЗР	± 1,5
Максимальна частота дискретизації, кГц	100

Продовження табл. 2

Характеристика	Опис
Живлення пристрою	від шини USB
Максимальний споживаний струм, мА	250 (в активному режимі)
Габаритні розміри, мм	60x100x28
Маса, кг	0,10
Тип роз'ємну для підключення аналогових сигналів	DB-25F
Відносна вологість, %	5-90 (без конденсації вологи)
Температурний діапазон, ^{o}C	5…+40
Матеріал корпуса	пластик

Для збору експериментальних даних використовується пристрій m-DAQ-14 (рис. 6).

Рис. 6. Зовнішній вигляд пристрою збору даних.

При проведенні експериментальних досліджень використовуються блоки живлення SPD05051 та SPD12051 фірми Carlo Gavazzi (рис. 7).

Рис. 7. Зовнішній вигляд блоків живлення SPD05051 та SPD12051.

Технічні характеристики блоків живлення SPD12051, які показані на рис. 7, приведені у табл. 3.

Все електросилове обладнання для керування рухом приводних двигунів зібрано у електрощиту (рис. 8). Керування роботою частотних перетворювачів виконується за допомогою ПК. Зв'язок між ПК та частотним перетворювачем виконується за допомогою інформаційного кабелю (використовується інтерфейс зв'язку RS-232).

Рис. 8. Зовнішній вигляд електрощита з частотними перетворювачами.

3. Технічні характеристики блоків живлення SPD05051 та SPD12051.

Параметр	Марка блока живлення	
	SPD 05051	SPD 12051
Опір ізоляції, МОм	100	
Температурний діапазон, ^{o}C	-10…+71	
Відносна вологість, %	до 95	
Номінальний діапазон напруги живлення, В	100-240	
Відносна похибка вихідної напруги, %	±1	
Пульсації та шум вихідної напруги, мВ	50	
Відносна зміна вихідної напруги при зміні навантаження в робочих межах, %	±2	
Номінальна вихідна напруга, В	5	12
Номінальний вихідний струм, А	1	0,42
Номінальна споживана потужність, Вт	18	

Висновки

В роботі приведені фізичні величини, що підлягають експериментальному вимірюванню та запропоновані методи їхнього вимірювання за допомогою вибраного обладнання.

Для реєстрації, зчитування та запису аналогових датчиків запропонована системи збору даних. Ця система також дозволяє перетворювати аналоговий сигнал датчиків у масив цифрової інформації, яку в подальшому можна використати для побудови графічних залежностей. На основі цих залежностей робляться висновки про динаміку руху стрілової системи та про можливості оптимального керування механізмами підйому стрілової системи та переміщення вантажного візка.

Список літератури

1. *Невзоров Л.А.* Башенные краны / *Л.А. Невзоров* // Учебник для сред. проф.-техн. училищ – 4-е изд., перераб., и доп. – М.: Высшая школа, 1980. – 326 с.
2. *Ловейкін В.С.* Аналіз зміни вильоту баштового крана з шарнірно зчленованою стріловою системою / *В.С. Ловейкін, О.Г. Шевчук* // Гірничі, будівельні, дорожні та меліоративні машини – 2013. – №82. – С. 20–27.
3. *Ловейкін В.С.* Побудова фізичної моделі шарнірно-зчленованої стрілової системи баштового крана / *В.С. Ловейкін, О.Г. Шевчук* // Гірничі, будівельні, дорожні та меліоративні машини – 2014. – № 83. – С. 31–34.
4. *Шенк Х.* Теория инженерного эксперимента / *Х. Шенк* ; пер. с англ. *Е.Г. Коноваленко.* – М.: Мир, 1972. – 382 с.
5. *Спиридонов А.А* Планирование эксперимента при исследовании технологических процессов / *А.А. Спиридонов*. – М.: Машиностроение,1981. – 184 с.
6. *Монтгомери Д.К.* Планирование эксперимента и анализ данных / *Д.К. Монтгомери :* пер. с англ. – Л.: Судостроение, 1980. – 384 с.
7. *Блохин В.Г.* Современный эксперимент: подготовка, проведение, анализ результатов / *В.Г. Блохин, О.П. Гудкин, А.И. Гуров, М.А. Ханин*. – М.: Радио и связь, 1997. – 232 с.
8. *Щиголев Б.М.* Математическая обработка наблюдений / *Б.М. Щиголев*. – М.: Гос. изд. физ.-мат. лит., 1962. – 344 с.
9. *Ловейкін В.С.* Експериментальне дослідження руху шарнірно-зчленованої стрілової системи крана призміні вильоту вантажу / *В.С. Ловейкін, Д.А. Паламарчук*, *В.В. Іщук* // Гірничі, будівельні, дорожні та меліоративні машини. – 2011. – №77. – С. 38–43.
10. *Подоляк О.С.* Дослідження динамічних навантажень стрілової системи самохідних кранів за допомогою фізичної моделі / *О.С. Подоляк, Л.А. Родіонов* // Науковий вісник будівництва. – 2009. – №56. – С. 32–36.
11. *Rubio-Ávila J.J., Alcántara-Ramírez R., Jaimes-Ponce J., Siller-Alcalá I.I.* Design, construction, and control of novel tower crane // International journal of mathematics and computers in simulation – Issue 2, Volume 1, 2007. – P. 119–126.
12. *Комаров М.С.* Динамика грузоподъемных машин / М.С. Комаров. – М.: Машиностроение, 1969. – 206 с.
13. *Герасимяк Р.П.* Анализ и синтез крановых электромеханических систем / *Р.П. Герасимяк, В.А. Лещёв*. – Одесса: СМИЛ, 2008. – 192 с.
14. *mDAQ*-12, mDAQ-14. Микросистема сбора данных с интерфейсом USB. *Руководство пользователя*. V1.5. ООО «ХОЛИТ Дэйта Системс». – 34 с.

В статье приведены методика экспериментальных исследований изменения вылета башенного крана с шарнирно-сочлененной стреловой системой, а также измерительно-регистрирующее оборудование, которое при этом используется.
Эксперимент, исследования, кран, колебания, датчик, усилие, движение, частота вращения.

The paper deals with experimental studies of luffing of articulated jib tower crane and adopted necessary recording and measuring equipment.
Experiment, study, tap, vibration sensor, force, motion, speed.

УДК 631.371

АНАЛІТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОЧОГО ПРОЦЕСУ КАРТОПЛЕСОРТУВАЛОК

С.В. Смолінський, кандидат технічних наук

В статті приведено аналітичне дослідження процесу сортування бульб картоплі на поверхні картоплесортувалок із побудовою математичної моделі робочого процесу сортування.
Картоплесортувалка, сортування, бульби картоплі.

Постановка проблеми. Картопля – один з найважливіших продуктів в раціоні людей всього світу, але рівень механізації робіт в картоплярстві залишається ще досить не високим, а затрати праці при збиранні, післязбиральній і передпосадковій обробці картоплі – істотні. Важливе значення для отримання високих і стійких врожаїв картоплі є посадка відсортованого на фракції посадкового матеріалу. Крім того, процес сортування картоплі істотно впливає також на якість зберігання бульб. Для механізації післязбиральної обробки врожаю картоплі із сортуванням їх на фракції застосовують картоплесортувалки різних конструктивних схем і фірм виробників.

Основними типами сортувальних поверхонь, якими обладнують картоплесортувалки, є роликова, транспортерна, грохотна та барабанна. Найбільш поширеними робочими органами для сортування бульб картоплі є роликові та транспортерні, а картоплесортувалки для фермерських господарств обладнують

© С.В. Смолінський, 2014