

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ  
УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР «ІМЕСГ» НААН**



***ЗБІРНИК  
ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ***

*VII Міжнародної науково-технічної конференції з нагоди  
113-ї річниці від дня народження  
доктора технічних наук, професора,  
члена-кореспондента ВАСГНІЛ,  
віце-президента УАСГН  
**КРАМАРОВА**  
Володимира Савовича  
(1906-1987)*

**«КРАМАРОВСЬКІ ЧИТАННЯ»**

*20-21 лютого 2020 року  
м. Київ*

УДК 621.87

## МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

**В. С. ЛОВЕЙКІН**, доктор технічних наук, професор,  
**Ю. О. РОМАСЕВИЧ**, доктор технічних наук, доцент,  
**О. О. СПОДОБА**, аспірант,  
**М. О. СПОДОБА**, аспірант

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*  
*E-mail: sp1309@ukr.net*

Метою проведення експериментальних досліджень режимів руху стрілової системи крана-маніпулятора з вантажем є перевірка правомірності отриманих теоретичним шляхом неоптимальних та оптимальних режимів руху та порівняння їх з даними отриманими експериментальним шляхом на розробленій фізичній моделі крана-маніпулятора. Для порівняння характеристик якості руху привідних гідроциліндрів крана-маніпулятора за різних режимів керування та оцінки ефективності використання оптимальних законів руху на практиці необхідно експериментальним шляхом визначити основні характерні показники руху ланок стрілової системи крана-маніпулятора з гідравлічним приводом при неоптимальному та оптимальному керуванні.

Згідно з метою проведення експериментальних досліджень та оцінки ефективності використання оптимальних законів руху, було розроблено фізичну модель крана-маніпулятора з гідравлічним приводом. При розробці фізичної моделі було використано теорію подібності щоб можна було визначити коефіцієнти пропорційності до реальної конструкції крана-маніпулятора. На основі фізичної моделі крана-маніпулятора була виготовлена експериментальна установка на якій й власне і будуть проводитись дослідження.

Програма експериментальних досліджень передбачає наступні етапи:

- розробка фізичної моделі крана-маніпулятора і визначення її критеріїв подібності та параметрів;
- виготовлення експериментальної установки крана-маніпулятора з гідроприводом для проведення досліджень в польових умовах;

- підбір та розробка вимірювально-реєструючого обладнання для визначення основних параметрів руху фізичної моделі крана-маніпулятора;
- планування експериментів для визначення параметрів руху стрілової системи крана-маніпулятора при неоптимальному русі та керуванні за оптимальними законами;
- вибір методики для обробки масиву експериментальних даних.

Використовуючи коефіцієнти подібності для створюваної фізичної моделі прийнято коефіцієнт подібності геометричних розмірів крана-маніпулятора  $\lambda_l = 2,5$ .

Стрілова система фізичної моделі крана-маніпулятора виготовляється із сталених гнутих швелерів з легованої сталі 09Г2, а приварні елементи кріплення із листової сталі марки сталь 09Г2.

Знаючи коефіцієнт подібності геометричних розмірів крана-маніпулятора була виготовлена стрілова система натурної установки та визначено її коефіцієнт подібності по масі за наступною залежністю:

$$\lambda_m = \frac{m_{c.сист.нат}}{m_{c.сист.мод}} = \frac{760}{145} = 5,24, \quad (1)$$

де:  $m_{c.сист.нат}$  маса стрілової системи натурної установки;  $m_{c.сист.мод}$  - маса стрілової системи моделі.

Використовуючи коефіцієнти подібності по масі та геометричних розмірах стрілової системи, знайдено наступні коефіцієнти подібності:

- коефіцієнти подібності за часом  $\lambda_t = \lambda_l = 2,5$ ;
- коефіцієнти подібності за силою  $\lambda_F = \frac{\lambda_l \cdot \lambda_m}{\lambda_t^2} = \frac{2,5 \cdot 5,24}{6,25} = 2,1$ ;
- коефіцієнти подібності за моментом інерції

$$\lambda_j = \lambda_t^2 \cdot \lambda_l \cdot \lambda_F = 6,25 \cdot 2,5 \cdot 2,1 = 32,81;$$

- коефіцієнти подібності за ефективною площею поршнів

$$\lambda_S = \frac{S_{нат}}{S_{мод}} = \frac{0,01227}{0,005024} = 2,44,$$

де:  $S_{нат}, S_{мод}$  - відповідно ефективні площі поршнів гідроциліндрів натурної установки та моделі.

Згідно з коефіцієнтом подібності геометричних розмірів крана-маніпулятора визначено геометричні параметри переміщення штоків, ефективні площі поршнів приводних гідроциліндрів та швидкості їх переміщення. За результатами розрахунків вибрано гідроциліндри для створеної фізичної моделі крана-маніпулятора (таблиця 1):

Керування напрямком руху штоків силових гідроциліндрів виконується за допомогою шестисекційного золотникового розподільника OLEODINAMICA O.R.T.A. S. R.L. MB 25/6.

Таблиця 1

Приводний механізм	Натурна установка	$V_{\text{нат}}$ , м/с	Модель	$V_{\text{мод}}$ , м/с
Гідроциліндр підйому стріли	Діаметр поршня 0,125м Діаметр штоку 0,08м Переміщення 0,8м	0,05	Діаметр поршня 0,08м Діаметр штоку 0,04м Переміщення 0,32м	0,02
Гідроциліндр розвороту рукояті	Діаметр поршня 0,125м Діаметр штоку 0,063м Переміщення 0,8м	0,03	Діаметр поршня 0,08м Діаметр штоку 0,04м Переміщення 0,32м	0,012
Гідроциліндр переміщення телескопічної секції	Діаметр поршня 0,063м Діаметр штоку 0,04м Переміщення 1,2м	0,1	Діаметр поршня 0,04м Діаметр штоку 0,025м Переміщення 0,5м	0,04

Під час проведення експериментальних досліджень характеристики переміщення ланок стрілової системи, виготовленої моделі крана-маніпулятора, визначаються за допомогою високоточного електронного обладнання. Схему розташування вимірювальних датчиків на моделі крана-маніпулятора наведено на рис.1.

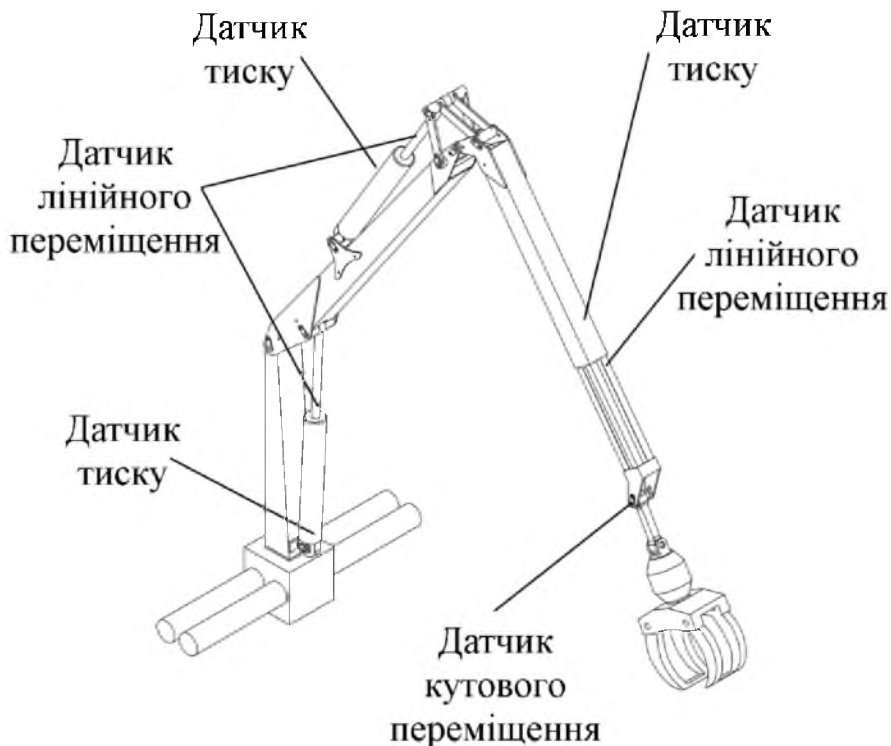


Рис. 1 Схема розташування вимірювальних датчиків

Для вимірювання характеристик тиску, переміщення та кутового відхилення вантажу закріпленого на шарнірному підвісі використовуються наступні датчики та мікросистеми збору даних:

- тиск у робочих камерах гідравлічних циліндрів вимірюється тензометричними датчиками тиску BOSCH – 0 281 002 522.
- вимірювання лінійного переміщення штоків силових гідроциліндрів здійснюється резистивними датчиками лінійного переміщення СП5-39А.

- при динамічному режимі роботи крана маніпулятора виникають коливання вантажу закріпленого на шарнірному підвісі. Вимірювання кута відхилення вантажу від вертикалі здійснюється резистивним датчиком кутового переміщення TESLA TP 190 32A.

- живлення встановлених вимірювальних датчиків виконується від джерела постійного струму ємністю 190 Ah та напругою 12 В через лінійний стабілізатор напруги 142EH5A з фіксованою вихідною напругою 5 В та похибкою стабілізації напруги 0,05 %.

- для зчитування аналогових сигналів із датчиків вимірювання застосовано мікросистему збору даних m-DAQ 14, ХОЛИТ™ Дэйта Системс.