

## Експериментальні дослідження процесів при вмиканні муфти кривошипного пресу

У статті описані процедура та послідовність проведення моніторингу систем вмикання кривошипного пресу, який працює в режимі одиночних ходів, з метою розробки методики прогнозування довговічності робочих елементів муфти

**моніторинг, муфта, вставка, прес, температура, довговічність**

Робота муфт вмикання кривошипних машин, які працюють в режимі одиночних ходів супроводжується складними тепловими і трібологічними явищами, які суттєво впливають на довговічність [1].

Дослідження працездатності роботи системи вмикання однокривошипного двостоякового відкритого пресу K0019 номінальним зусиллям 100 кН, проводили на експериментальній установці, зовнішній вид якої представлено на рис. 1. Установка складається із цифрового вимірювача деформацій типу ИДЦ-1м, комплекту тензодавачів, закріплених на твірній трубопроводу передачі стисненого повітря до робочих дисків муфти вмикання, механічного індикатору годинникового типу ЛІЗ, приєднаного до торцевої поверхні одного з поребраних дисків муфти та термоіндикатора типу EDL- 838 (на рисунку не видно), який введено до одного з охолоджуючих отворів натискної діафрагми муфти вмикання пресу.

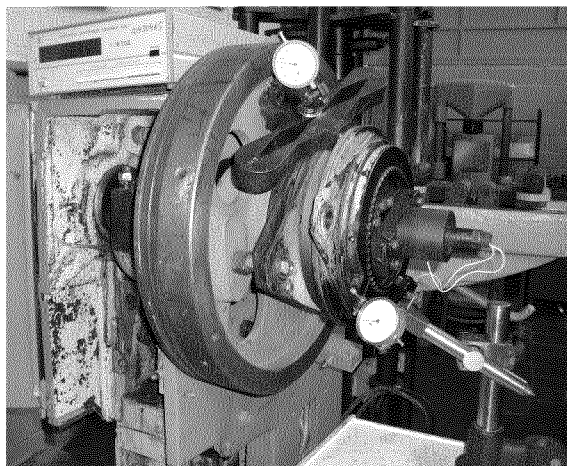


Рисунок 1 – Загальний вигляд експериментальної установки

© Б.Б. Кришкін, 2011

Взаємоузгодженість роботи окремих гілок схеми експериментальної установки забезпечувалась синхронізацією показів всіх приладів методом відеозапису роботи експериментальної установки за весь робочий цикл дії системи вмикання зі швидкістю кадрів 25 к/с цифровим фотоапаратом типу Pentax-800, що дозволило отримати експериментальні дані щодо умов роботи муфти з інтервалом часу 0,02 с. Отримання та обробку дослідної інформації виконували за допомогою програми «Віртуальний осцилограф» [2].

Скріншот екрану віртуального осцилографа під час моделювання процесів вмикання-вимикання представлено на рис.2. На рисунку чітко проглядаються окремі фази процесів, які відбуваються під час вмикання муфти. Зокрема, дискретна залежність номінального тиску має три стадії: початкову (нульову), коли муфта вимкнена, фазу поступового зростання тиску по мірі наближення фрикційних поверхонь одна до одної (в кінці стадії спостерігали деяке коливання значення робочого тиску, яке викликане, на нашу думку, підвищенням робочих температур і, як наслідок, тепловим розширенням матеріалу робочих елементів муфти, внаслідок чого можливе коливання робочих зазорів з відповідною зміною тиску) та робочу стадію, при якій диски муфти знаходяться у своєму крайньому положенні і щільно притиснуті.

На осциллограмі зміни значень моменту тертя експериментально спостерігаються: фаза вмикання муфти (помітне деяке коливання значення моменту тертя, викликане проковзуванням натискного диску в умовах достатньо високої швидкості обертання валу –  $364 \text{ c}^{-1}$  для пресу K0019), фаза поступового зростання моменту тертя в процесі збільшення значень робочого тиску на диск та фаза зменшення моменту тертя до 0 в умовах вимикання муфти і вмикання гальма. Характерно, що в кінці фази вимикання теж спостерігали деяке коливання моменту, що також може бути пов'язане із тепловим розширенням матеріалу дисків і відповідною зміною робочих зазорів.

В процесі експерименту було встановлено також, що власне робоча стадія осциллограми крутного моменту може бути представлена з двох частин: ділянки стабілізації крутного моменту в процесі притискання дисків та ділянки зростання значення крутного моменту до свого номінального значення. Це свідчить про оптимальність налаштування зазорів у робочих елементах муфти, оскільки поступовість збільшення тиску (а, отже, і моменту тертя) гарантує мінімізацію механічного зносу фрикційних дисків з відповідним збільшенням ресурсу муфти [3].

Було проведено математичну обробку отриманої інформації за допомогою програмного редактора Microsoft Excel. Зокрема, було встановлено вид отриманих експериментальних залежностей і побудовані графіки відповідних трендів (див. рис. 2 та рис. 3). Згідно розробленої та перевіреної методики експериментальних досліджень за показами тензодавачів та індикаторів були встановлені значення робочих тисків (див. табл. 1) та моментів тертя (див. табл. 2) в залежності від часу вмикання муфти.

В процесі експериментальних досліджень також було визначено характер зміни температур робочих поверхонь муфти вмикання під час одиничного циклу роботи пресу. Розміщення тензодавачів дозволяло проводити плинну фіксацію температури безпосередньо на поверхні фрикційних вставок та на глибині 7 мм. Результати дослідів представлені на рис. 4. Вони дають підставу стверджувати, що в процесі вмикання муфт кривошипних пресів, які працюють в режимі одиночних ходів, виникають суттєві температурні перепади по висоті фрикційних вставок, причому безпосередньо на робочих поверхнях коливання температур досягають  $50...60^{\circ}\text{C}$ , в той час як у глибині вставок температура монотонно зростає. Така різниця у температурах пояснюється інтенсивними процесами тепловиділення. Нестационарний характер зміни температур спонукає під час досліджень працездатності систем вмикання оцінювати в основному об'ємну температуру фрикційного вузлу. Це призводить до суттєвих похибок, оскільки, як свідчать експериментальні дані температура у різних об'ємах вставок різна. Тому під час моніторингу працездатності систем вмикання пресів, що працюють в режимі одиночних ходів доцільно спочатку визначати описаним методом критичні значення температур в окремих елементах вставок, а потім, ґрунтуючись на отриманих даних, прогнозувати довговічність роботи фрикційних вставок. Використання даної методики моніторингу особливо доцільно для швидкохідного обладнання, яке відзначається великою частотою вмикань.

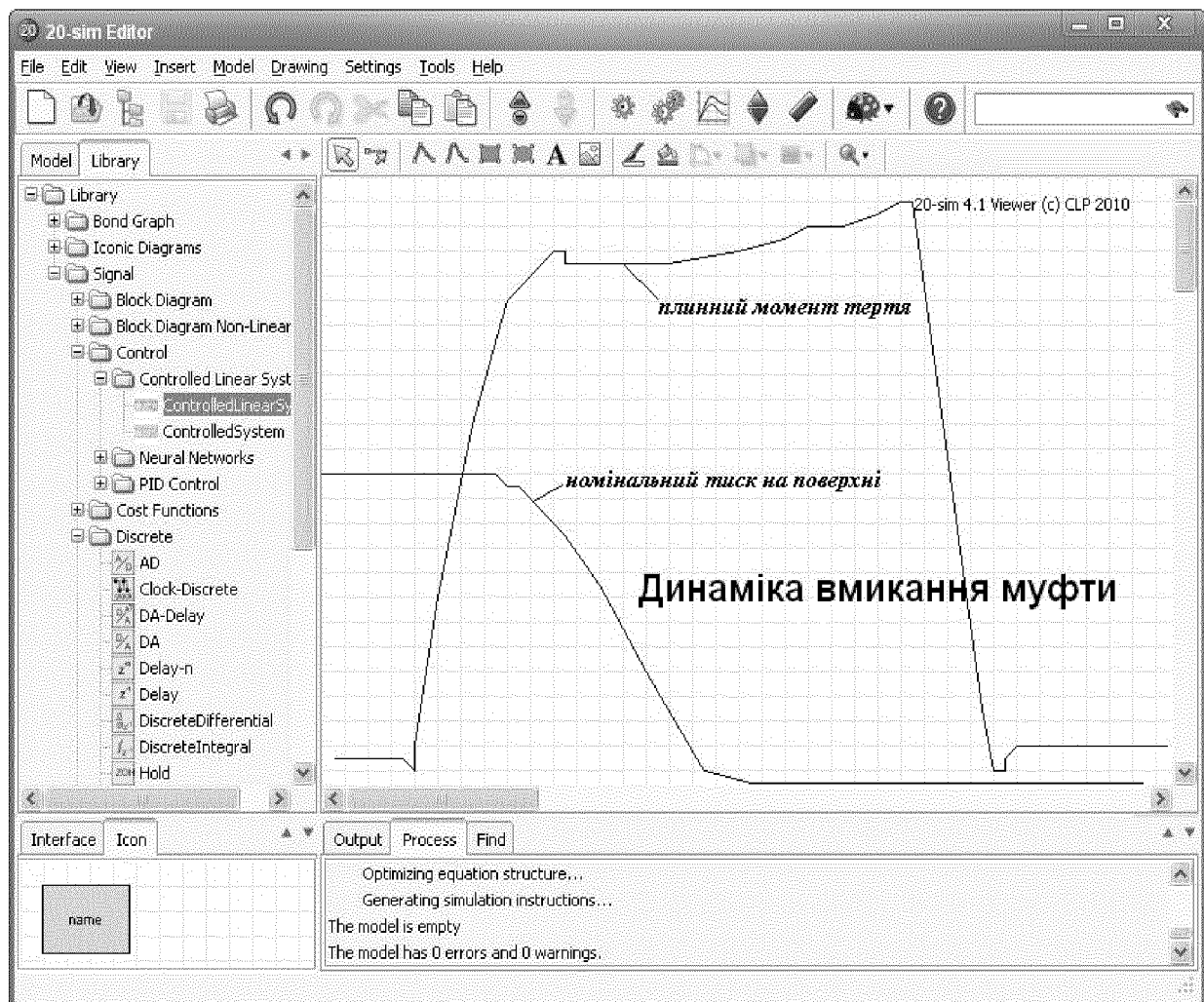


Рисунок 2 – Екран віртуального осцилографа після обробки первинних результатів осцилографування

Таблиця 1 – Залежність значень робочого тиску  $p$  від часу вмикання

$\tau$ , с	$p$ , МПа
0	1,1
0,01	1,1
0,02	1,1
0,03	1,1
0,04	1,1
0,05	1,1
0,06	1,1
0,07	1,1
0,08	1,1
0,09	0,84
0,10	0,51
0,11	0,29
0,12	0,16
0,13	0
0,14	0
0,15	0
0,16	0
0,17	0

Таблиця 2 – Залежність значень моментів тертя  $M_T$  від часу вмикання

$M_T$ , кН·м
0
0
0
0,9
2,05
3,77
4,85
5,01
5,12
5,3
5,6
5,65
5,7
5,8
5,9
6,0
6,15
-0,4

$\tau, \text{с}$	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21	0,22	0,23
------------------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

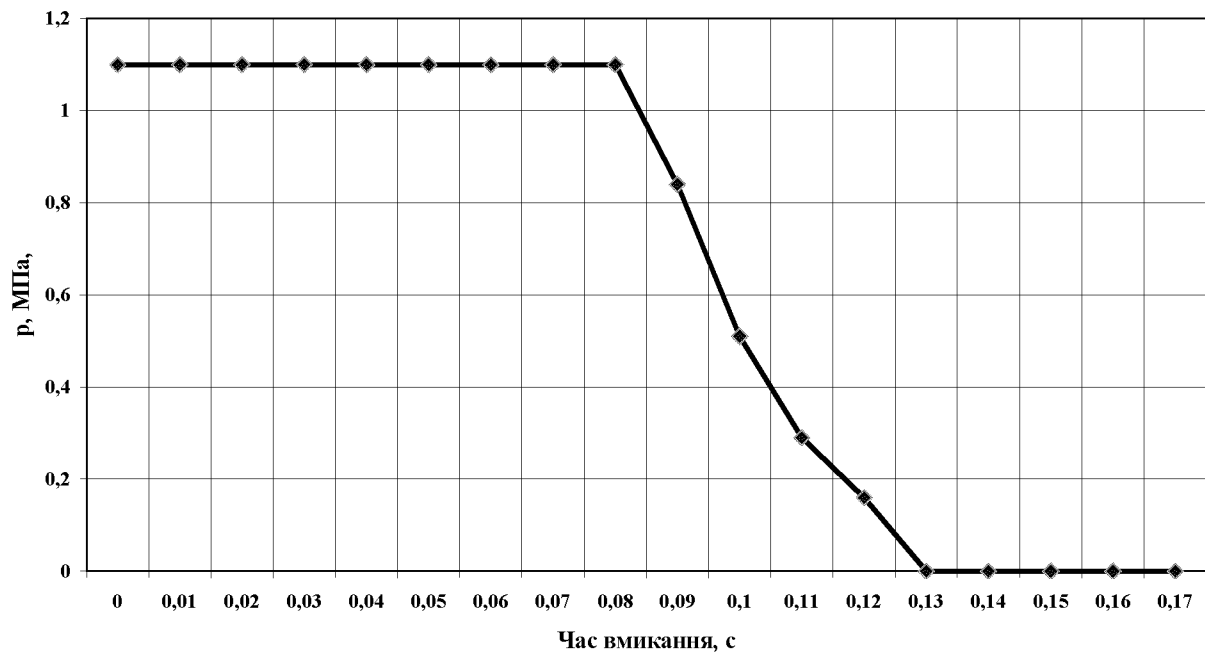


Рисунок 2 – Динаміка зміни значень тиску від часу вмикання

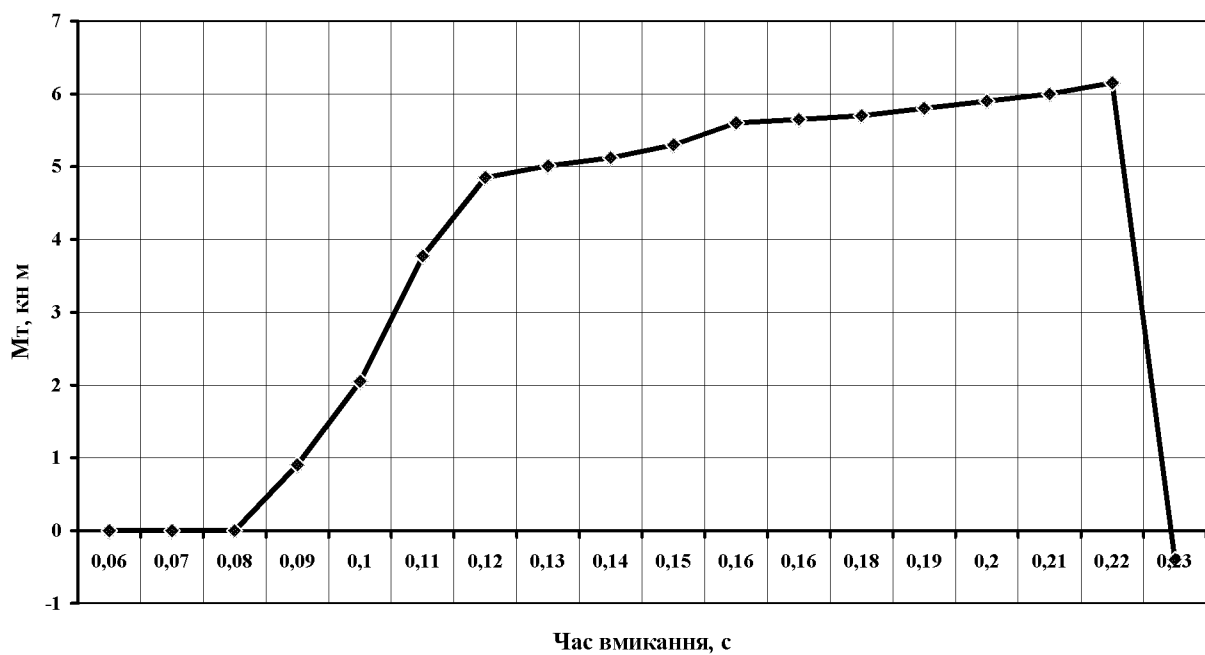
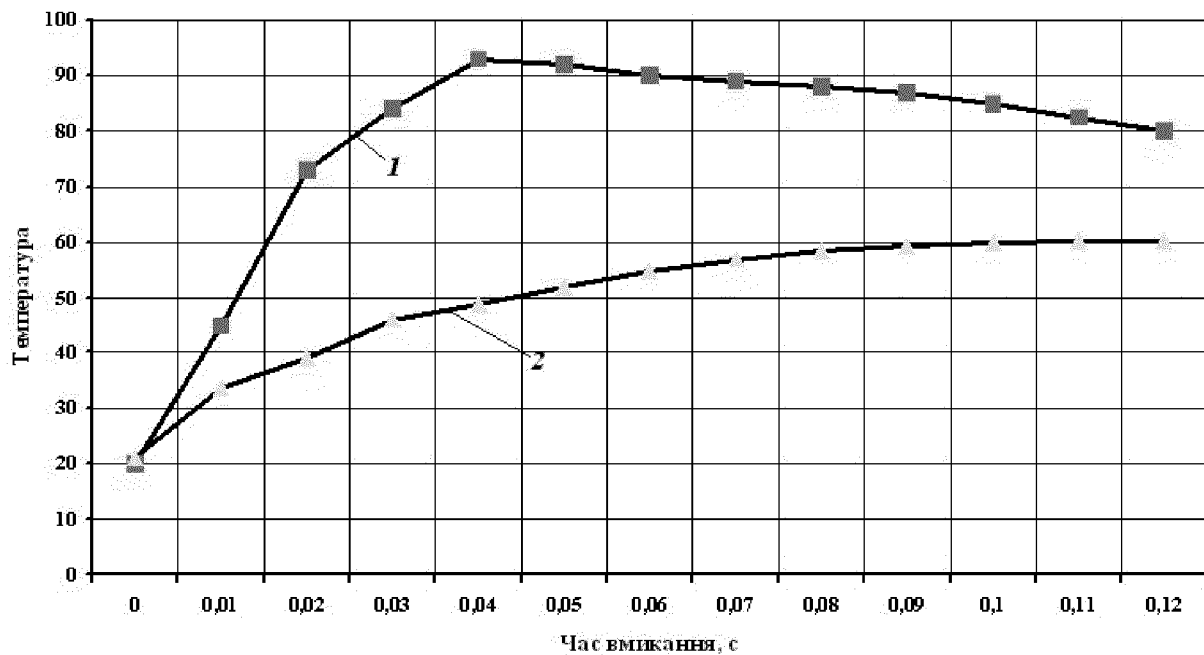


Рисунок 3 – Динаміка зміни значень моменту тертя від часу вмикання



1 – поверхнева температура; 2 – температура на глибині 7 мм

Рисунок 4 – Коливання температур у фрикційних вставках муфти вмикання

## Список літератури

1. Кривошипные кузнечно-прессовые машины/ В.И. Власов, И.К. Букин-Батырев, А.Я. Борзыкин и др. – М.: Машиностроение, 1982.- 424с.
2. [http://itshareware.by.ru/.../virtual\\_nyy\\_oscillograf.shtml](http://itshareware.by.ru/.../virtual_nyy_oscillograf.shtml).
3. Власов В.И. Системы включения кривошипных прессов. М.: Машиностроение, 1969.- 272с.

*Б. Крышкин*

### **Експериментальні дослідження процесів при включенні муфти кривошипного преса**

В статті описані процедура і послідовність проведення моніторингу системи включення кривошипного преса, працюючого в режимі одиночних ходів з метою розробки методики прогнозування довговечності робочих елементів муфти.

*B. Kryshkin*

### **Experimental researches of processes are at including of muff of crank-type press**

Procedure and sequence of realization of monitoring of the system of including of crank-type press, working in the mode of single motions with the purpose of development of methodology of prognostication of longevity of working elements of muff are described in the article.

Одержано 09.03.11