

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ РОЛИКОВОЇ ФОРМУВАЛЬНОЇ УСТАНОВКИ З РЕКУПЕРАЦІЙНИМ ПРИВОДОМ

АНОТАЦІЯ. Описано методику проведення експериментальних досліджень роликової формувальної установки з рекупераційним приводом: визначення кутової швидкості обертання ведучої ланки та зусилля в шатуні, а також вертикальної сили взаємодії робочого органа з бетонною сумішшю та потужності, що необхідна для процесу формування

АННОТАЦИЯ. Описана методика проведения экспериментальных исследований роликовой формовочной установки с рекуперационным приводом: определение угловой скорости вращения ведущего звена и усилия в шатуне, а также вертикальной силы взаимодействия рабочего органа с бетонной смесью и мощности, необходимой для процесса формирования

SUMMARY. It was described the methodology of operation of experimental research for the roller forming plant with a recuperative drive: definition of a hauling chain angular velocity, force in the connected rod, vertical force of a operating element cooperation with a concrete mix as well as a power, necessary for a forming procedure

Вступ

Для проведення експериментальних досліджень, як правило, використовуються натурні об'єкти дослідження або їх моделі. В натурному експерименті засоби експериментального дослідження взаємодіють безпосередньо з об'єктом дослідження, а при модельному експерименті – з його змодельованим прототипом. При проведенні модельних експериментальних досліджень, модель виступає як засіб експериментальних досліджень та безпосереднім об'єктом досліджень.

При проведенні експериментальних досліджень досить часто використовується фізичне моделювання, що дозволяє перевірити відповідність складеної математичної моделі чи дослідити складні явища при неможливості побудови математичної моделі [1].

Враховуючи коефіцієнти подібності та передбачені задачі досліджень було розроблено фізичну модель роликової формувальної установки з рекупераційним приводом, що дозволяє провести повноцінні експериментальні дослідження з врахуванням всіх чинних факторів впливу на динаміку руху формувальних візків.

Розроблена фізична модель (рис. 1) складається із привідного механізму, що

забезпечує необхідний режим руху роликової формувальної установки з рекупераційним приводом та двох формувальних візків.

Виклад основного матеріалу

Під час робочого процесу в елементах установки і приводу виникають значні динамічні навантаження [2], які можуть в декілька разів перевищувати середні статичні. Визначення цих навантажень дає можливість реально оцінити стан формувальної установки і раціонально здійснювати її проектування та експлуатацію розроблених конструкцій.

Найбільш навантаженими елементами є: привідний вал з двома кривошипамі; шатуни, що шарнірно з'єднані одним кінцем з кривошипамі, а іншими – з формувальними візками, та робочі органи формувальних візків – укочуючі ролики. Для визначення навантажень в цих елементах розроблена методика та схема вимірювань: вертикальної сили взаємодії робочого органа з бетонною сумішшю; зусилля в шатунах; кутової швидкості привідного вала та потужності, що необхідна для процесу формування. Схема проведення експериментальних досліджень фізичної моделі роликової формувальної установки з рекупераційним приводом схематично показана на рис 2.



Рис. 1. Фізична модель роликової формувальної установки з рекуперативним приводом

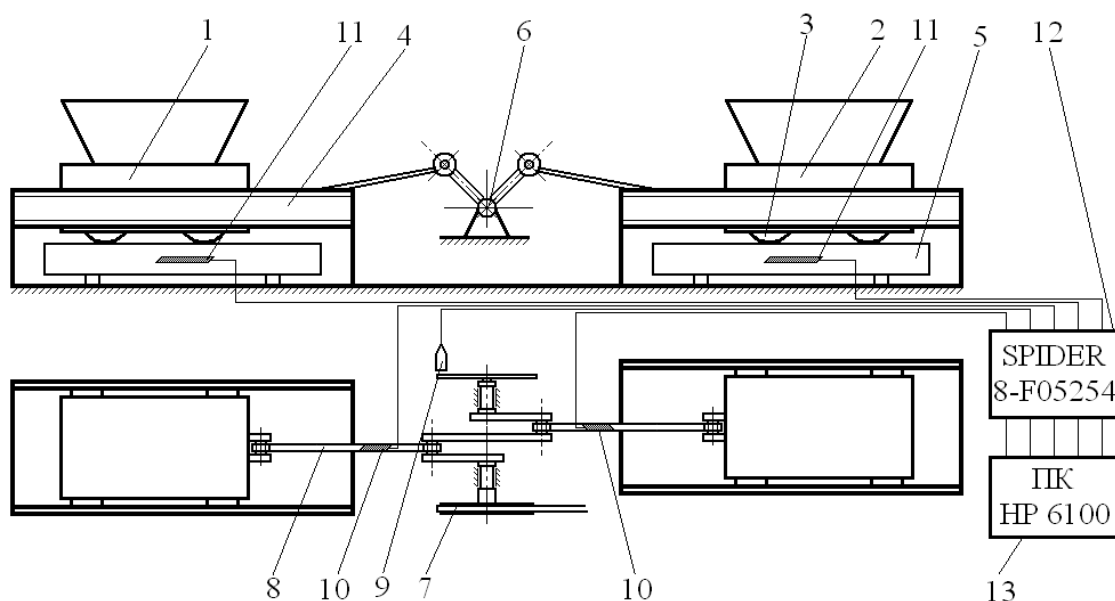


Рис. 2. Схема вимірювання динамічних навантажень, що діють на елементи установки:
1,2 – формувальні візки; 3 – укочуючий ролик; 4 – напрямні руху формувального візка; 5 – форма;
6 – привідний вал; 7 – шків привідної клинопасової передачі; 8 – шатун; 9 – датчик вимірювання частоти обертання ДЧВ-1; 10 – тензодатчики на шатунах; 11 – тензодатчики на пластинах під роликами у формі;
12 – підсилювач-перетворювач SPIDER 8-F05254; 13 – портативний комп'ютер HP 6100

Привід ведучого вала 6 установки (рис. 2) здійснюється від електродвигуна через черв'ячний редуктор та клинопасову передачу. Формувальні візки 1 та 2 приводяться в зворотно-поступальний рух від привідного вала 6 через шатуни 8. Вимірювання зусилля на шатунах здійснюється за допомогою тензодатчиків 10, які за мостовою схемою [3] наклеєні на них (рис. 3). Для вимірювання

вертикальної сили взаємодії укочуючого ролика 3 з бетонною сумішшю також застосовуються тензодатчики 11, що наклеюються на металеві пластини за мостовою схемою по відомій методиці [3] (рис. 4). Ці пластини розміщуються в формі під роликами. Вимірювання кутової швидкості обертання привідного вала 6 здійснено із застосуванням датчика 9 ДЧВ-1, який зображено на рис. 5.

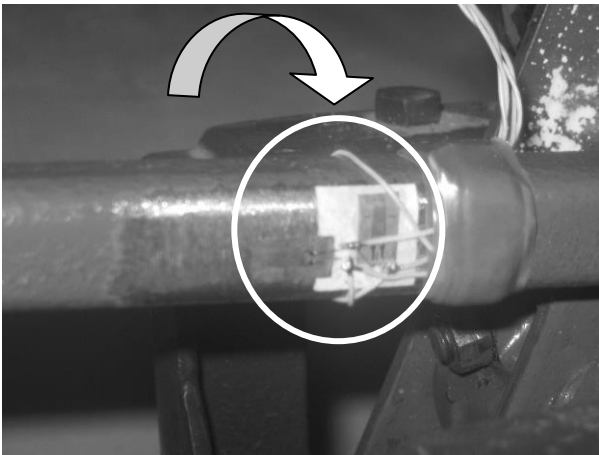


Рис. 3. Розташування тензодатчиків на шатуні

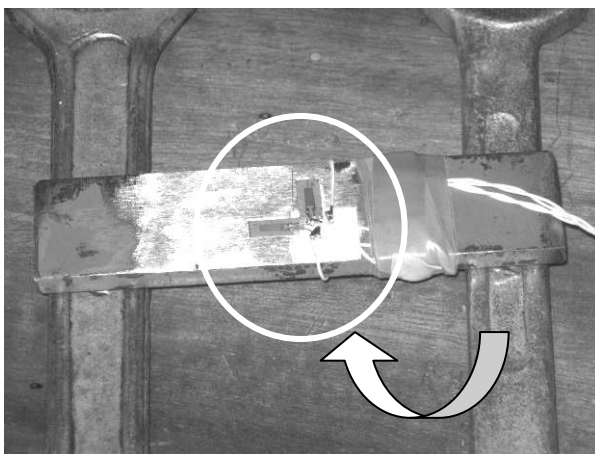


Рис. 4. Розташування тензодатчиків на пластині



Рис. 5. Розташування датчика вимірювання кутової швидкості обертання привідного вала ДЧВ-1

Відповідно, із застосуванням фіксуєного обладнання, було проведено тарування силових датчиків 10 і 11 (рис. 2). Для цього шатун одним кінцем підвішувався на кронштейні (рис. 6), а до другого кінця прикріплювався вантаж. За різних значень сили тяжіння вантажу різне значення відповідно має і сигнал, що поступає з

тензодатчика на реєструєне обладнання. На рис. 8 зображений графік тарування шатуна, де показано залежності величини сигналу від сили тяжіння вантажу при навантаженні, розвантаженні та їх середнє значення. Для тарування пластини, її було розміщено на стенді (рис. 7), що дозволяє створювати навантаження у вертикальному напрямку. за різних значень навантаження різне значення має і сигнал, що поступає з тензодатчика на реєструєне обладнання. На рис. 9 зображений графік тарування пластини, де показано залежності величини сигналу від величини навантаження при навантаженні, розвантаженні та їх середнє значення.

Для зчитування сигналів з датчиків застосовується підсилювач-перетворювач SPIDER 8-FO5254 (рис. 10) та персональний комп'ютер HP6100 з програмним продуктом Catman Express 4.5, що трансформує отримані числові дані в пакети програми MS Excel для їхньої обробки.



Рис. 6. Тарування шатуна

Для вимірювання потужності, що необхідна для здійснення процесу формування, використовуються універсальні

кліщі РК 435 (рис. 11), які дають змогу вимірювати напругу в мережі, силу струму та потужність одночасно за різних режимів навантаження установки.

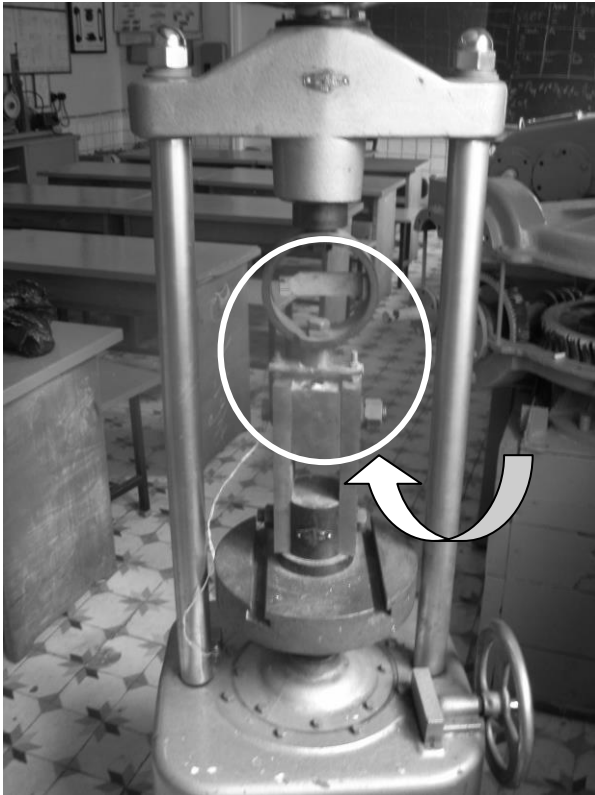


Рис. 7. Тарування пластини

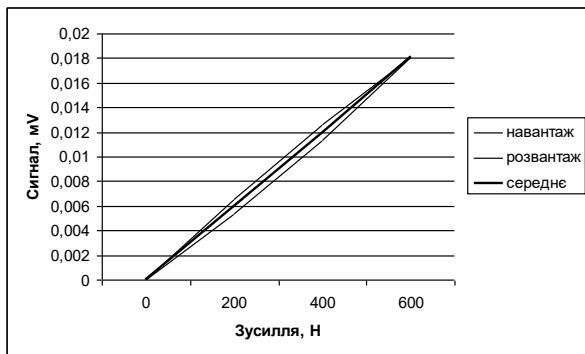


Рис. 8. Графік тарування шатуна

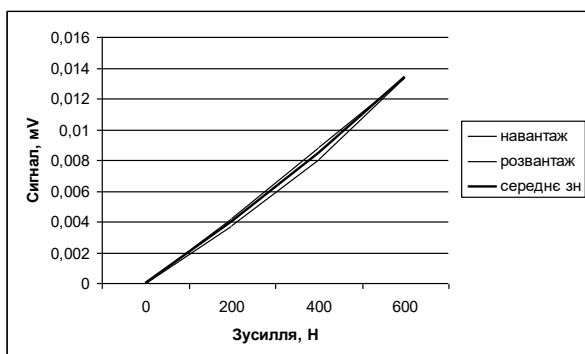


Рис. 9. Графік тарування пластини

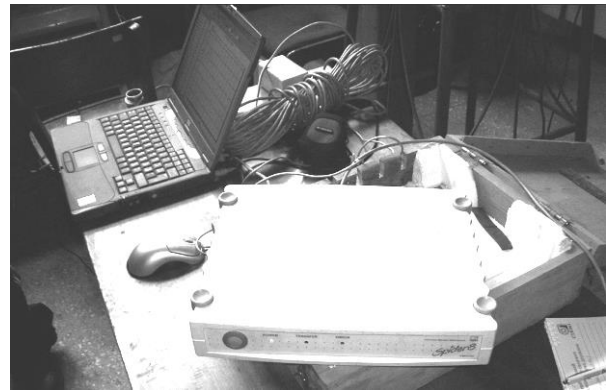


Рис. 10. Підсилювач-перетворювач SPIDER 8-FO5254 та персональний комп'ютер HP6100 з програмним продуктом Catman Express 4.5

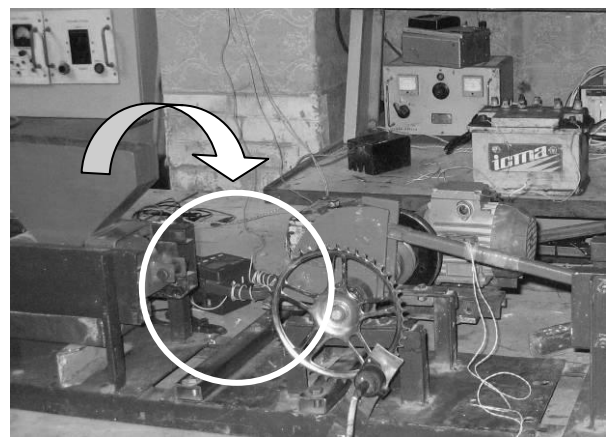


Рис. 11. Розташування кліщів РК 435 для вимірювання потужності двигуна

Особливістю даного вимірювального обладнання є те, що підібрані прилади здатні зчитувати з датчиків і перетворювати в числові дані до 1000 імпульсів за секунду та проводити одночасно запис результатів вимірювання по 6-ти паралельних каналах із врахуванням відтарованих даних.

Оцінка динамічного навантаження роликової формувальної установки з рекуперативним приводом здійснювалась за основою повнофакторного експерименту завдяки застосуванню високотехнологічного вимірювально-реєструючого обладнання, що дозволило швидко і без повторювань з першочергових даних отримувати точні результати.

Відповідно плану експериментальних досліджень вимірювання кутової швидкості обертання привідного вала проводилось спочатку в холостому режимі для установки з одним формувальним візком. Для цього – другий формувальний візок

разом із шатуном був від'єднаний від кривошипа. Після цього вимірювання кутової швидкості привідного вала в холостому режимі проводилось для установки з двома формувальними візками. В робочому режимі вимірювання кутової швидкості обертання привідного вала здійснювалось аналогічно: окремо для установки з одним формувальним візком та окремо для установки з двома формувальними візками.

Вимірювання потужності, що необхідна електродвигуну для здійснення процесу формування, проводилось також за різних режимів роботи установки: в холостому та в робочому режимах окремо з одним та двома формувальними візками.

Вимірювання зусилля в шатунах проводилось окремо за холостим та робочим режимах.

Вимірювання вертикальної сили взаємодії укочуючого ролика з бетонною сумішшю відбувалось в робочому режимі для двох формувальних візків одночасно.

Завдяки раніше проведеному таруванню тензодатчиків на шатунах та пластинах, результати експериментальних даних зусилля в шатуні та вертикальної взаємодії укочуючого ролика з бетонною сумішшю на реєструючому обладнанні – фіксувались в силових одиницях, тобто в ньютонах.

Значення сили струму, напруги в електромережі та потужності завдяки універсальним кліщам РК 435 фіксувались в ручному режимі і обробки після цього – не потребували.

Обробка даних по вимірюванні кутової швидкості здійснювалась наступним чином.

Скориставшись секундоміром, було визначено час одного повного оберту привідного вала, що становить 1,7 с. Визначаємо середнє значення кутової швидкості привідного вала

$$\omega_{сер} = \frac{2 \cdot \pi}{t} = \frac{2 \cdot 3,14}{1,7} = 3,7 \text{ рад/с},$$

де $t = 1,7 \text{с}$ – час одного повного оберту привідного вала.

Задавши вимірювальному обладнанню частоту опитування 100 імпульсів за секунду, визначено, що один оберт привідного вала на графіку буде характеризуватися кількістю точок сигналів, яка становить 170. Підраховано середнє значення одного частотного сигналу за вимірюванням кутової швидкості по 170 точках за один оберт, що становить $f_{сер} = 17,232 \text{Гц}$.

Склавши пропорцію, визначаємо коефіцієнт переходу від величини частотного сигналу до значення кутової швидкості

$$k = \frac{f_{сер}}{\omega_{сер}} = \frac{17,232}{3,7} = 4,6573.$$

Висновки

1. Описано методику проведення експериментальних досліджень динамічних навантажень елементів роликової формувальної установки з рекупераційним приводом.

2. Складено алгоритм обробки експериментальних даних на ПК з використанням програми Excel, що дозволить оцінювати динаміку процесів за зміною коефіцієнтів нерівномірності руху, динамічності та узагальненого коефіцієнта оцінки руху.

Література

1. Ловейкін В.С., Назаренко І.І., Онищенко О.Г. Теорія технічних систем: Навч. Посібник. – Київ – Полтава: ІЗМН – ПДТУ, 1998. – 175 с.
2. Ловейкін В.С., Почка К.І. Силовий аналіз роликової формовочної установки з рекупераційним приводом // Техніка будівництва, Київ — 2003. — Вип. 14 — С. 27...37.
3. Агейкин Д.И., Костина Е.Н., Кузнецова Н.Н. Датчики контроля и регулирования: справочник. – М.: Машиностроение. – 1965. – 928 с.

Рецензент: д.т.н. проф. І.І. Назаренко (КНУБА)

Отримано: 01.10.2007