

ПРОГРАМА ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТІВ ДЛЯ ПРОЄКТНОГО РОЗРАХУНКУ ГІДРОІМПУЛЬСНОГО ПРИВОДА

Вінницький національний аграрний університет

Анотація. В роботі розглянуто гідроімпульсний привод вібраційного руху робочого органу розкочувальної машини, досліджено його робочі режими та технологічні можливості та визначено програму проведення експериментів для проєктному розрахунку гідроімпульсного привода для машин аналогічного призначення.

Ключові слова: гідроімпульсний привод, методика, вібраційний рух, робочий орган машини.

Проблеми сучасного машинобудування пов'язані, в першу чергу, із зменшенням витрат матеріалів та енергії. Такі проблеми вирішуються завдяки впровадженню сучасних інтегрованих технологій механічної обробки металів тиском. До таких технологій можна віднести перспективні процеси розкочування (місцевої локалізованої деформації), що суттєво забезпечують маловідходне або безвідходне виготовлення заготовок деталей при мінімальних енергетичних витратах. Особливо це відноситься до виробництв з масовим випуском продукції, а саме, шарикопідшипників, де процеси виготовлення зовнішніх та внутрішніх кілець, визначають їх вартість. Тому тільки перехід від традиційного виготовлення кілець різанням на розкочування забезпечить збільшення коефіцієнту використання матеріалу.

Підвищити ефективність розкочування кілець шарикопідшипників під час пластичного деформування в умовах обробки тиском дозволяє додаткове вібраційне навантаження робочого органу машини за рахунок використання поверхневого, об'ємного та часового факторів вібраційної обробки, які забезпечують зменшення робочих зусиль та енерговитрат. Але використання таких позитивних факторів під час розкочування кілець на даний час обмежується відсутністю технологічного досвіду впровадження вібраційного розкочування та відповідного обладнання з енергоємним та регульованим вібраційним приводом.

Розв'язати науково-технічну задачу, що направлена на створення та впровадження нового високоефективного вібраційного розкочувального обладнання дозволяє гідроімпульсний привод, який забезпечує широкий діапазон регулювання робочих параметрів вібраційного навантаження, знижує металомісткість та підвищує енергоємність розроблюваних машин.

В роботі запропонована програма проведення експериментів для проєктного розрахунку гідроімпульсного привода, метою якої є:

- визначення діапазонів регулювання та закономірностей зміни робочих режимів гідроімпульсного привода на експериментальному стенді;
 - експериментальне підтвердження технологічної ефективності гідроімпульсного привода для вібраційного обладнання з розкочування кілець підшипників;
 - перевірка адекватності розроблених динамічних та математичних моделей реальним зразкам гідроімпульсного привода та достовірності результатів теоретичного дослідження.
- Алгоритм реалізації експериментальних досліджень передбачає:
- підготовку експериментального стенда з гідроімпульсним приводом до проведення досліджень;
 - проведення досліджень відповідних параметрів, які характеризують робочі режими гідроімпульсного привода та можливість їх регулювання;
 - обробку результатів вимірів та оцінку їх точності;
 - побудову графічних залежностей за результатами вимірювань.

Відповідно до визначеного алгоритму необхідно налагодити експериментальний стенд з

гідроімпульсним приводом, провести вимірювання параметрів його конструктивних елементів та параметрів приводу. Розробити та виготовити (або підібрати за відомими технічними характеристиками) конструкції давачів тиску, лінійних переміщень, кутових швидкостей та ін., провести монтаж давачів на дослідному зразку машини та з'єднати їх кабелями з вимірювально-реєструвальною апаратурою, виконати заземлення. Налагодити тензометричну апаратуру та перевірити її на холостих режимах функціонування гідроімпульсного приводу ВРМ, привести у відповідність з тарувальними характеристиками давачів коефіцієнти підсилення електричних сигналів. З метою отримання достовірних експериментальних даних кількість n необхідних вимірювань кожного параметру (режиму) визначалося за формулою [1]

$$n \geq (1 + P_{\partial} + 2n_{\text{відк.}})(1 - P_{\partial})^{-1}, \quad (1)$$

де P_{∂} - довірна ймовірність знаходження похибки параметра у допустимих межах;

$n_{\text{відк.}}$ - кількість вимірювань, що відкидаються.

Визначення довірчої ймовірності при нормуванні квантильної оцінки результуючої та випадкової похибки вимірювальної техніки рекомендовано з інтервалом (0,8-0,9). Тоді згідно з (1) при використанні усіх проведених вимірів ($n_{\text{відк.}} = 0$)

$$n \geq \frac{1 + (0,8 \dots 0,9)}{1 - (0,8 \dots 0,9)} = 9 \dots 19.$$

Випадкова похибка вимірювань згідно теоремі Ляпунова має бути розподілена за законом близьким до нормального. Тому для знаходження дійсного значення параметру, що вимірювався на осцилограмі, та його середньоквадратичної похибки використовувалися залежності

$$a \approx \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \sigma \approx \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}, \quad (2)$$

де x_i - величина параметру, що вимірювався; \bar{x} - середнє арифметичне значення величини вимірюваного параметру.

Для структури вимірювального тракту (давач – тензопідсилювач - осцилограф – осцилограма – тарувальний графік – параметр) результуюча, або повна похибка визначення величини параметру складається з систематичних та випадкових похибок елементів вимірювального тракту, тоді середньоквадратичне значення можна розрахувати за формулою [1]

$$\gamma_{\text{вт}} = \sqrt{\gamma_{\partial}^2 + \gamma_{\text{тп}}^2 + \gamma_{\text{о}}^2 + \gamma_{\text{тг}}^2}, \quad (3)$$

де $\gamma_{\text{вт}}$ - результуюча похибка вимірювального тракту; γ_{∂} - похибка давача; $\gamma_{\text{тп}}$ - сумарна похибка тензопідсилювача; $\gamma_{\text{о}}$ - сумарна похибка систем осцилографа; $\gamma_{\text{тг}}$ - похибка вимірювання параметру по осцилограмам та тарувальному графіку.

Приймаємо наступні рекомендації що до складових результуючої середньоквадратичної похибки вимірювань:

- для тензометричних трубчастих давачів тиску в робочій рідині $\pm 1,6\%$;
- для тензометричних давачів переміщень $\pm 6\%$;
- для сумарної похибки тензопідсилювача $\pm 3\%$;
- сумарна похибка тензометричної станції, що складається з тензопідсилювача та осцилографа, $\pm 0,7\%$;
- відносна похибка при вимірюванні параметрів по осцилограмі $\pm 5\%$.

Для визначення відносної величини розбіжностей δ між розрахунковими та експериментальними значеннями параметрів використовувалася відома формула [6].

$$\delta = \left| \frac{a_p - a_e}{a_e} \right| \cdot 100\%, \quad (4)$$

де a_p, a_e - відповідно розрахункове та експериментально знайдене значення величини параметра.

Для сумарних похибок при вимірюванні, визначених за формулою (3), були отримані наступні результати:

- для давачів тиску робочої рідини ± 5.3 ;
- для давачів лінійних переміщень робочого органу ± 6.25 .

Відносні похибки δ , які були визначені за формулою (4), при співставленні розрахункових та експериментальних параметрів не пере-вищували 12%.

Отримані результати відповідають вимогам до технічних вимірювань при проведенні дослідних робіт, що направлені на вивчення можливостей нового обладнання, та розробки науково обгрунтованої методики його проектування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Левшина Е.С.,Новицкий П.В. Электрические измерения физических величин: (Измерительные преобразователи).Л-д.:Энергоатомиздат,1983.320с.
2. Коваленко И.Н.,Филиппова А.А. Теория вероятностей и математическая статистика. – М.:Высшая школа,1982.252с.
3. Шушкевич В.А. Основы электротензометрии.Минск: Высшейшая школа, 1975.352с.
4. Геводян Т.А.,Киселев Л.Т. Приборы для измерений и регистрации колебаний.- М.:Машгиз,1962.467с.
5. Турчик А.М. Электрические измерения неэлектрических величин. М.:Энергия,1966.234с.
6. Численные методы(анализ, алгебра,обыкновенные дифференциальные уравне-ния)/ Н.С.Бахвалов и др. -М.: Наука,1975.629с.

Веселовська Наталія Ростиславівна, д.т.н., професор, завідувач кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва, Вінницький національний аграрний університет, м.Вінниця, wnatalia@ukr.net

Гнатюк Олена Федорівна – аспірант кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва Вінницького національного аграрного університету, м. Вінниця, alenagnatyuk1@gmail.com

EXPERIMENTAL PROGRAM FOR PROJECT CALCULATION HYDROPULSE DRIVE

Abstract. *The hydropulse drive of vibration motion of the working body of the rolling machine is considered, its operating modes and technological possibilities are investigated and the program of conducting experiments for project calculation of the hydropulse drive for machines of similar purpose is defined.*

Key words: *hydropulse drive, technique, vibrational movement, working body of machine.*

Veselovska Natalia Rostislavivna – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Machinery and Equipment of Agricultural Production of Vinnytsia National Agrarian University (3 Sonyachna Street, Vinnytsia, Ukraine, 21008, e-mail: wnatalia@ukr.net).

Hnatyuk Olena Fedorivna – graduate student of the Department of Machinery and Equipment of Agricultural Production of Vinnytsia National Agrarian University, Vinnytsia, alenagnatyuk1@gmail.com