

## ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОЧИХ РЕЖИМІВ ГІДРОІМПУЛЬСНОГО ПРИВОДА ТА ЙОГО ТЕХНОЛОГІЧНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ

***Анотація.** Проблеми сучасного машинобудування пов'язані, в першу чергу, із зменшенням витрат матеріалів та енергії. Ці проблеми вирішуються завдяки впровадженню сучасних технологій механічної обробки металів тиском. До таких технологій відносяться процеси розкочування, або місцевої локалізованої деформації, що забезпечують маловідходне або безвідходне виготовлення заготовок деталей при мінімальних енергетичних витратах. Особливо це стосується виробництв з масовим випуском продукції, зокрема, шарикопідшипників, де процеси виготовлення зовнішніх та внутрішніх кілець, здебільшого, визначають їх вартість.*

Метою експериментальних досліджень є:

- визначення діапазонів регулювання та закономірностей зміни робочих режимів гід्रोімпульсного привода на експериментальному стенді при зміні параметрів регулювання вібробудувача;

- експериментальне підтвердження технологічної ефективності гід्रोімпульсного привода для вібраційного обладнання з розкочування кілець підшипників;

- перевірка адекватності розроблених динамічних та математичних моделей реальним зразкам гідроімпульсного привода та достовірності результатів теоретичного дослідження.

Послідовність реалізації експериментальних досліджень передбачає:

- підготовку експериментального стенда з гідроімпульсним приводом ВРМ до проведення досліджень, вибір та розробка приладів і давачів;

- проведення досліджень з осцилографуванням відповідних параметрів, які характеризують робочі режими гідроімпульсного привода та можливість їх регулювання за допомогою зміни параметрів вібробудувача;

- обробку результатів вимірів та оцінку їх точності;

- побудову графічних залежностей по результатам вимірювань.

Відповідно до цієї послідовності необхідно налагодити експериментальний степд з гідроімпульсним приводом ВРМ, провести вимірювання параметрів його конструктивних елементів та параметрів привода. 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 привода 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

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

де  $P_{\partial}$  - довірна ймовірність знаходження похибки параметра у допустимих межах;

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

Визначення довірчої ймовірності при нормуванні квантильної оцінки результуючої та випадкової похибки вимірювальної техніки рекомендовано з інтервалом (0,8-0,9)[89]. 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[1] має бути розподілена за законом близьким до нормального. Тому для знаходження дійсного значення параметру, що вимірювався на осцилограмі, та його се-редньоквадратичної 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 обраної структури вимірювального тракту (давач – тензопідсилювач – осцилограф – осцилограма – тарувальний графік – параметр) результуюча, або повна похибка визначення величини параметру ВРМ складається з систематичних та випадкових похибок елементів вимірювального тракту. Її середньоквадратичне значення можна розрахувати за формулою

$$\gamma_{вт} = \sqrt{\gamma_{\delta}^2 + \gamma_{mn}^2 + \gamma_{\delta}^2 + \gamma_{m\epsilon}^2}, \quad (3)$$

де  $\gamma_{вт}$  - результуюча похибка вимірювального тракту;  $\gamma_{\delta}$  - похибка давача;  $\gamma_{mn}$  - сумарна похибка тензопідсилювача;  $\gamma_{\delta}$  - сумарна похибка систем осцилографа;  $\gamma_{m\epsilon}$  - похибка вимірювання параметру по осцилограмам та тарувальному графіку.

Для визначення відносної величини розбіжностей  $\delta$  між розрахунковими та експериментальними значеннями параметрів використовувалася відома формула

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

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  $\pm 5.3$ ;
- для давачів лінійних переміщень робочого органу  $\pm 6.25$ .

Відносні похибки  $\delta$ , які були визначені за формулою (4), при співставленні розрахункових та експериментальних параметрів не перевищували 12%.

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

#### СПОСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Р. Д.-Лотоцький, Р. Р. Обертюх, М. Р. Архипчук, О. В. Поліщук. Патент на корисну модель № 46373 Україна, МПК<sup>7</sup> B30 B9/18. Кульковий двокаскадний генератор імпульсів тиску. Заявник та патентовласник Вінницьк. нац. техн. університет. № U200902968; заявл. 30.03.2009; опубл. 25.12.2009, Бюл. № 3.
2. І. В. Коц, О. В. Березюк. Вібраційний гідропривод для пресування промислових відходів. Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2006. № 5. С. 146–149.
3. Shatokhin V., Ivanchuk Y., Dvirna O., Veselovskaya N., Jurczak W. Dynamic Processes Modeling in a Peristaltic Pump with a Hydraulic Drive for the Bingham Fluid. *Advances in Science and Technology Research Journal*. 2022. № 16 (4), P. 256–269.  
Iskovych- Lototsky R., Veselovska N., Shargorodsky S., Rutkevych V., Omiotek Z., Mamyrbaev O. and Zhunissova U.

#### REFERENCES

1. R.D.-Lototskyi, R.R. Obertyukh, M.R. Arkhipchuk, O.V. Polishchuk. Utility model patent No. 46373 Ukraine, MPK<sup>7</sup> B30 B9/18. Ball two-stage pressure pulse generator. Applicant and patent owner Vinnytsia. national technical university. No. U200902968; statement 30.03.2009; published 25.12.2009, Bull. No. 3.1. R.D.-Lototskyi, R.R. Obertyukh, M.R. Arkhipchuk, O.V. Polishchuk. Utility model patent No. 46373 Ukraine, MPK<sup>7</sup> B30 B9/18. Ball two-stage pressure pulse generator. Applicant and patent owner Vinnytsia. national technical university. No. U200902968; statement 30.03.2009; published 25.12.2009, Bull. No. 3.
2. I. V. Kots, O. V. Berezyuk. Vibrating hydraulic drive for pressing industrial waste. Bulletin of the Vinnytsia Polytechnic Institute. 2006. No. 5. P. 146–149.
3. Shatokhin V., Ivanchuk Y., Dvirna O., Veselovskaya N., Jurczak W. Dynamic Processes Modeling in a Peristaltic Pump with a Hydraulic Drive for the Bingham Fluid. *Advances in Science and Technology Research Journal*. 2022. № 16 (4), P. 256–269. Iskovych- Lototsky R., Veselovska N., Shargorodsky S., Rutkevych V., Omiotek Z., Mamyrbaev O. and Zhunissova U.

#### RESEARCH OF WORKING MODES HYDRO-IMPULSE DRIVE AND ITS TECHNOLOGICAL CAPABILITIES

**Abstract.** The problems of modern mechanical engineering are primarily related to the reduction of material and energy consumption. These problems are solved thanks to the introduction of modern technologies of mechanical processing of metals by pressure. Such technologies include the processes of rolling, or local localized deformation, which ensure low-waste or zero-waste production of parts blanks with minimal energy costs. This is especially true for mass-produced products, in particular, ball bearings, where the manufacturing processes of outer and inner rings, for the most part, determine their cost.

Веселовська Наталія Ростиславівна – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри «Машин та обладнання сільськогосподарського виробництва» Вінницького національного аграрного університету (вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, 21008, Україна, e-mail: wnatalia@ukr.net).

Богатюк Максим Олегович – аспірант кафедри «Машин та обладнання сільськогосподарського виробництва» Вінницького національного аграрного університету (вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, Україна, 21008, e-mail: bogatyuk1998@gmail.com).

Veselovska Natalia - phd, professor, department of machinery and equipment of agricultural production of agricultural production of Vinnitsa National Agrarian University (3 Soniachna st., Vinnitsa, 21008, Ukraine, e-mail: wnatalia@ukr.net).

Bohatiuk Maksym Olegovich – graduate student of the Department "Machinery and Equipment of Agricultural Production" of Vinnytsia National Agrarian University (3 Sonyachna Street, Vinnytsia, Ukraine, 21008, e mail: bogatyuk1998@gmail.com).