

ЯЛИНА О. О.

Вінницький національний аграрний університет

<https://orcid.org/0000-0001-6001-6272>e-mail: olga.yalina12@gmail.com

ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЖИМІВ РОБОТИ ІМПУЛЬСНОГО ГІДРАВЛІЧНОГО ПРИВОДУ РОБОЧИХ ОРГАНІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН

Автор досліджує режими роботи імпульсного гідравлічного приводу робочих органів сільськогосподарських машин, визначає, які у них переваги та недоліки, які є типи та конструкції імпульсних гідроприводів та як вони впливають на робочий процес.

Ключові слова: імпульсний гідропривід, гідроімпульс, вібропроцес, вібротрамбовка, клапан, відмова, регулятор, пульсатор, магістраль.

Olga YALYNA

Vinnytsia National Agrarian University

RESEARCH OF OPERATING MODES OF A PULSE HYDRAULIC DRIVE OF WORKING BODIES OF AGRICULTURAL MACHINERY

Hydraulic systems are used in almost all branches of agricultural machinery. They are widely used in production - for example, in foundry machines, presses, heavy manipulators, machine tools, works, molding machines for plastics. They play an important role in the operation of equipment designed for the mining and oil industry, in rescue equipment. And, of course, one of the widest areas of application for hydraulics is various kinds of special equipment: excavators and cranes, loaders, aerial platforms, agricultural, warehouse and many other types of machines.

The use of hydraulic systems is due to a number of obvious advantages. First of all, they provide the efficiency of moving heavy loads with fine adjustment. Hydraulic systems also have great flexibility to control large and small forces. Another important benefit is reliability: equipment can be protected from overloading with simple pressure relief valves. Compared to the tasks they solve, hydraulic systems are compact and economical.

The hydraulic system of any special equipment is a rather complex and precise mechanism. The performance of the machine largely depends on its ideal operation. An analysis of the development of modern foreign mobile machines, including earth-moving, leveling, lifting and transport, for the production of concrete work and soil compaction, agricultural and forestry machines, basic wheeled tractors, etc., revealed a trend towards a growing volumetric hydraulic drive. reciprocating and rotary motion.

The author examines the modes of operation of the pulse hydraulic drive of the working bodies of agricultural machines, determines what their advantages and disadvantages, what types and designs of pulse hydraulic drives and how they affect the work process.

Keywords: pulse hydraulic drive, hydraulic pulse, vibroprocess, vibratory rammer, valve, failure, regulators, pulsator, highway.

Постановка проблеми у загальному вигляді

та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями

Гідравлічні системи використовуються майже в усіх галузях промисловості. Вони широко поширені на виробництві, наприклад, в ливарних машинах, пресах, важких маніпуляторах, верстатах, роботах, формувальних машинах для пластмаси. Велику роль вони відіграють в роботі техніки, призначеної для гірничої та нафтовидобувної промисловості, рятувальному обладнанні. І, звісно, одна з найширших областей застосування гідравліки – це різного роду спецтехніка: екскаватори та підйомні крани, навантажувачі, автовишки, сільськогосподарські, складські та багато інших типів машин.

Останнім часом все більше застосування знаходить новий тип гідравлічного приводу, що характеризується наявністю гідроаккумуляторів у приводі та елементів їх розрядки (керованого по тиску) на робочу ланку, який умовно називається «гідроімпульсним». На відміну від відомого об'ємного гідроприводу з насосно-аккумуляторною станцією (НАС), де енергія в окремій дороговартісній установці накопичується на весь робочий цикл машини і передається технологічній машині, в гідроімпульсному приводі (ГІП) використовується однокерований акумулятор, що накопичує енергію тільки на один робочий хід машини, причому автоматично повторюється передача цієї енергії робочому органу і здійснюється новим елементом управління клапаном-пульсатором [1].

Виклад основного матеріалу

ГІП має властивості об'ємного і (при певних параметрах) динамічного гідроприводів, передача потенційної енергії рідини в ньому здійснюється зміною обсягів його робочих камер, взаємодією струменя рідини з робочим органом машини або обома чинниками одночасно.

Зазначені машини з ГІП характеризуються підвищеною енергоємністю і значною швидкодією, що є обов'язковими для багатьох технологічних процесів.

Залежно від способу підключення і конструктивних особливостей клапана-пульсатора розрізняють дві основні принципи схеми ГІП (рис. 1). Принципова схема ГІП з трьох-ходовим двопозиційним клапаном-пульсатором 2 (рис. 1, а) використовується у вібропресах, вібротрамбовках та інших машинах з підвищеною енергією імпульсу, швидкохідністю та більш високою вимогою до ККД. Залежно від розрахункової величини енергії одного ходу плунжера 4 заряджається однокерований акумулятор 5 від

напірної магістралі 1 до тиску p_1 , при якому клапан пульсатор 2 відкривається і забезпечує робочий хід плунжера 4 від акумулятора. У міру розрядки акумулятора 5 тиск в системі падає до p_2 , клапан-пульсатор 2 закривається, а порожнина циліндра з'єднується зі зливом, після чого під дією гідропружини 3 плунжер 4 повертається у вихідне положення. Конструкція машини може передбачати виконання корисної роботи в кінці зворотного ходу (випробувальні машини).

Принципова схема ГПП, представлена на рис. 1, б, має більш простіший двоходовий клапан-пульсатор 2, встановлений в зливній лінії з порожнини циліндра плунжера робочої ланки 3. Рідина по напірній магістралі 1 подається безпосередньо в порожнину циліндра і переміщує робочу ланку 3 вгору. При тиску p_1 клапан-пульсатор 2 з'єднує магістраль 1 зі зливом. Повернення робочого органу у вихідне положення при відкритому клапані пульсатора відбувається під дією пружини 5 або ваги ударних частин робочої ланки 3. Тиск в системі падає, припиняється витрата зливу, і клапан-пульсатор 2 закривається.

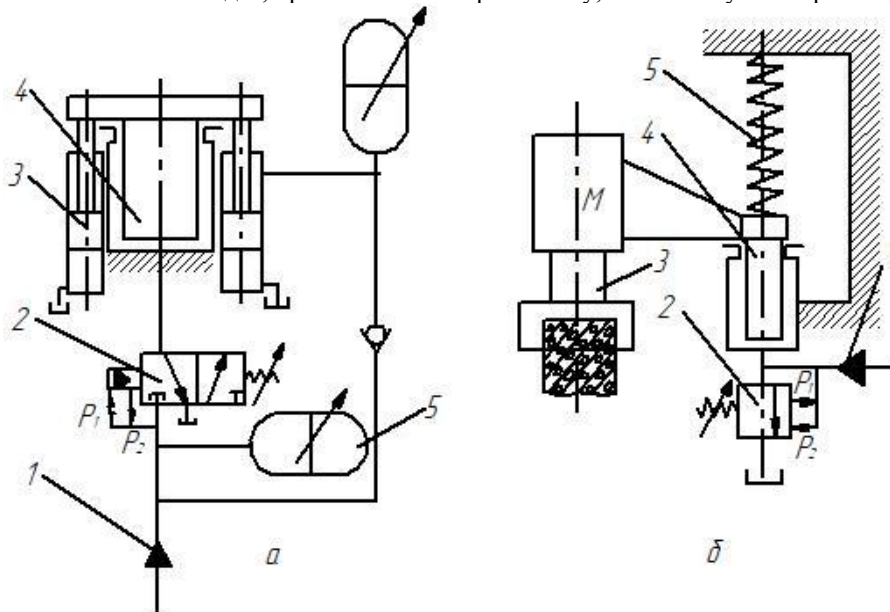


Рис. 1. Принципові схеми ГПП, з трьох (а) і двоходовим (б) клапанами-пульсаторами

В даній схемі відсутній акумулятор в тому вигляді, в якому він зображений на рис. 1, а. Роль акумулятора енергії виконує пружина 5 (рис. 1, б) або висота положення ударних частин. Схема ГПП, представлена на рис. 1, б, використовується в швидкохідних ковальсько-штампувальних молотах.

Найбільш наочно ілюструють роботу елементів розрядки найпростіші клапани-пульсатори. На рис. 2 представлені дво- і триходові двопозиційні клапани-пульсатори. При досягненні в системі тиску p_1 (рис. 2, а), що визначається зусиллям натяжки пружини $1P_{np} = p_1 f$, кулька 2 зміститься вгору і на нього буде діяти сила $P_1 \square P_{np} (P_1 = p_1 F)$. Сила, що діє на кульку 2, збільшиться від P_{np} до P_1 імпульсно і перемістить його вгору на величину, більшу розміру Δ , таким чином, що напірна магістраль з порожниною робочого циліндра з'єднаються зі зливом. Тиск в системі падає зі швидкістю, яка визначається умовним проходом клапана, і при досягненні величини p_2 настає рівновага $p_1 f = p_2 F$, коли будь-яке зменшення тиску нижче p_2 (зазвичай визначається втратами в зливній магістралі при зворотному ході робочого органу) викличе посадку кульки 2 на сидло під дією наслідку зусилля натяжки пружини 1.

Триходовий двопозиційний клапан-пульсатор (рис. 2, б) аналогічний за принципом дії двоходовому. При зарядці акумулятора 3 штовхач 2 переміщує золотник 1 до тих пір, поки не буде перекрито виточення С, а виточення Ц не з'єднається з виточенням Н. Одночасно порожнина А з'єднається з Н, що призведе до швидкого переключення золотника 1 в положення розрядки акумулятора на робочий циліндр (виточення Ц).

Акумуляція енергії в ГПП здійснюється в пружинних і чисто гідравлічних акумуляторах. Принцип дії пружинних акумуляторів широко відомий. Чисто гідравлічні акумулятори застосовуються нечасто, і їх робота вимагає деякого пояснення, так як ґрунтується на стисливості рідини. Енергія, накопичена за рахунок стиснення рідини, визначається по відомій залежності [2]:

$$A = 0,5(p_1^2 - p_2^2)W_0\beta, \tag{1}$$

де p_1 – найбільший тиск в гідроакумуляторі; p_2 – тиск при закритому клапані-пульсаторі; W_0 – первинний об'єм порожнини гідроакумулятора; β – коефіцієнт стисливості рідини (при розрахунках приймається $\beta \approx const$ для тисків понад 3 МПа).

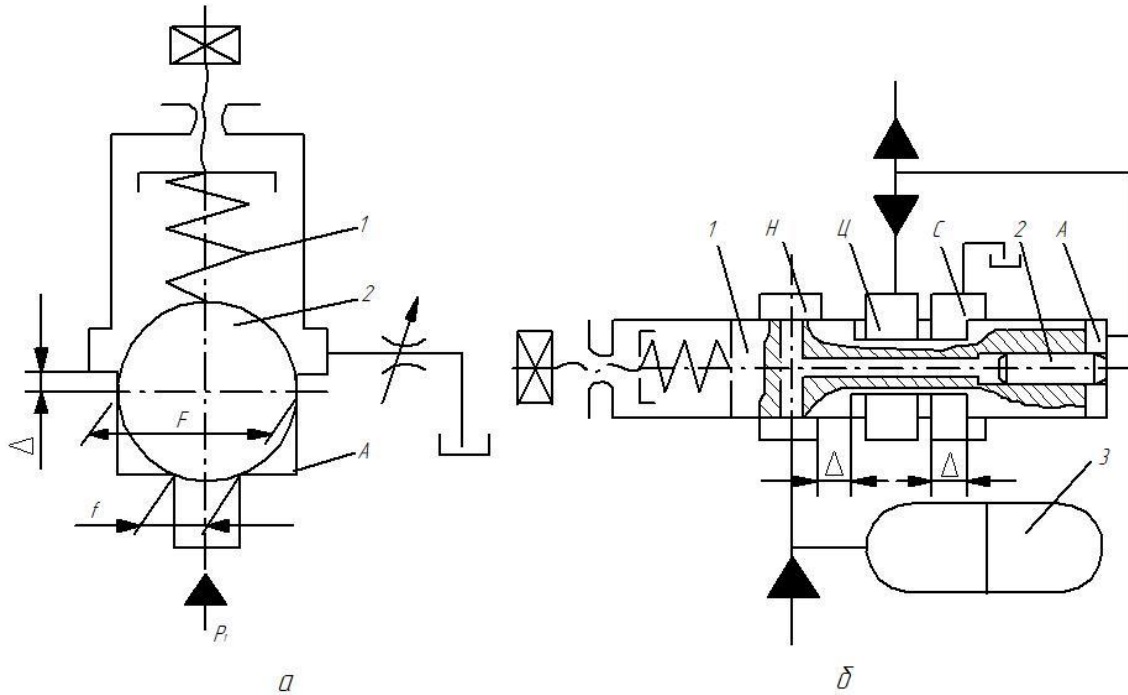


Рис. 2. Конструктивні схеми двох (а) і триходового (б) клапанів-пульсаторів

Миттєва потужність ГПП визначається часом вчинення одного робочого ходу t_p , а його мінімальне значення залежить від швидкодії клапана-пульсатора t_k ($t_k \leq t_p$). Величина середньої миттєвої потужності за один імпульс $N_{МГН}$, і час робочого ходу з достатнім ступенем точності для проектних розрахунків визначається із залежностей:

$$N_{МГН} = p_1^2 W_0 \beta / 2t_p \tag{2}$$

$$t_p = \sqrt{2mS_0 / p_{cp} F}, \tag{3}$$

де m – маса рухомої робочої ланки машини; робочий хід; p_{cp} – середній тиск за час циклу (приймається його середньоарифметичне значення) [3].

Гранична частота роботи таких приводів (відповідає числу подвійних ходів робочої ланки машини), наприклад для чисто гідравлічного акумулювання:

$$n = \frac{1}{t_u} = \frac{1}{2A_x \dot{f} Q_n p_{cp} + t_k} \approx \frac{0,9Q_n P_1}{2A_x} \tag{4}$$

де 0,9 – коефіцієнт, що враховує час спрацьовування клапана пульсатора; $Q_n = const$ – подача насоса; A_x – задана енергія одного робочого ходу. Експерименти показали достатню точність + (7-10%) при використанні залежності (4).

Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямі

Таким чином, для швидкодіючих машин, які споживають значну миттєву потужність, досить ефективний і простий в експлуатації і виготовленні імпульсний гідропривід з одно-ходовим акумулятором і клапаном-пульсатором дистанційного безступінчастого управління та автоматично повторюваними подвійними ходами робочої ланки. Успішно працюють у виробничих умовах приводи описаного типу з установочною потужністю до 30 кВт та миттєвою потужністю до 200 кВт при частоті імпульсів до 30 Гц. Лабораторно отримані частоти до 150 Гц з установочними потужностями 14 кВт.

Література

1. Руденко Т.В. об'ємний гідропривід [Електронний ресурс] / Руденко Т.В., Ковальчук Н.В., Ю.В. Кулешков. – Кіровоград : КНТУ, 2014. – Режим доступу : <https://core.ac.uk/download/pdf/158807339.pdf>
2. Кулінченко В. Р. Гідравліка, гідравлічні машини та гідропривід / В. Р. Кулінченко. – Київ : Фірма «ІНКОС», 2006. – 616 с.
3. Розрахунок об'ємного гідропривода подачі подрібнювача деревних відходів з автоповерненням при перевантаженні [Електронний ресурс] // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Гідравлічні машини та гідроагрегати. – 2019. – Режим доступу : <http://gm.khpi.edu.ua/article/view/2411-3441.2019.1.05>.

References

1. Rudenko T.V. obiemnyi hidropriyvid [Elektronnyi resurs] / Rudenko T.V., Kovalchuk N.V., Yu.V. Kulieshkov. – Kirovohrad : KNTU, 2014. – Rezhym dostupu : <https://core.ac.uk/download/pdf/158807339.pdf>
2. Kulinchenko V. R. Hidravlika, hidravlichni mashyny ta hidropriyvid / V. R. Kulinchenko. – Kyiv : Firma «INKOS», 2006. – 616 s.
3. Rozrakhunok obiemnoho hidropriyvoda podachi podribniuvacha derevnykh vidkhodiv z avtopovernenniam pry perevantazheni [Elektronnyi resurs] // Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu «KhPI». Serii: Hidravlichni mashyny ta hidroahrehaty. – 2019. – Rezhym dostupu : <http://gm.khpi.edu.ua/article/view/2411-3441.2019.1.05>.