УДК 621.74

**Р. Д. Іскович-Лотоцький[1], В. П. Міськов[1]**

# ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРОГІДРАВЛІЧНИХ РОЗПОДІЛЮВАЧІВ У ГІДРОІМПУЛЬСНОМУ ПРИВОДІ

[1]Вінницький національний технічний університет

*У статті наведені особливості використання електрогідравлічних розподілювачів у гідроімпульсному приводі, наведено їх конструктивні і технологічні характеристики та надано рекомендації щодо використання стандартних електрогідравлічних розподілювачів як віброзбуджувачів у гідроімпульсному приводі для заданого режиму роботи*

## ВСТУП

Формоутворення заготовок з порошкових матеріалів (оксидів, карбідів, нітридів, силіцидів та інших) – складний технологічний процес, під час якого складні та великогабаритні заготовки виробів повинні мати відповідну міцність, щільність і однорідна щільність по об'єму [5, 6]. Найбільш ефективно формоутворення заготовок з порошкових матеріалів здійснюється на вібропресовому обладнанні з гідроімпульсним приводом. Такий тип приводу у порівнянні з механічним, пневматичним та чисто гідравлічним дозоляє використати устаткування меншої потужності за однакових показників якості заготовки і може монтуватись на різних гідравлічних пресах.

Для збудження вібрацій у вібропресовому обладнанні з гідроімпульсним приводом використовуються «клапани-пульсатори» також відомі як генератори імпульсів тиску (ГІТ). Одним із недоліків ГІТ є їхня складна конструкція та одиничне виробництво, складність переналагодження, яке здійснюється шляхом регулювання сили натягу пружних елементів, що у разі виходу з ладу спричиняє зупинку вібропресового обладнання та технологічного процесу, а відсутність комп'ютерного забезпечення ускладнює впровадження такого обладнання в сучасне виробництво.

Зважаючи на вищесказане виникає необхідність використання у інерційному вібропрес-молоті стандартної електрогідравлічної апаратури, що дозволить провести його автоматизацію та спростити пошук необхідного обладнання під заданий режим роботи.

## ОСНОВНА ЧАСТИНА

Першим кроком з вибору електрогідравлічних розподілювачів як віброзбуджувачів гідроімпульсного приводу є дослідження їхніх робочих і конструктивних характеристик. До них можливо віднести: витрату рідини через розподілювач; швидкодію; робочий діапазон тиску у гідросистемі; тип запірного елемента; можливість кріплення розподілювача; форму електромагніту та його розташування.

Витрата рідини через розподілювач залежить від площ поперечних перерізів каналів розподілювача, запірних елементів, діаметра умовного проходу $D_y$, що визначається індивідуально під заданий типорозмір ЕК. Витрата рідини у гідроімпульсному приводі є однією з характеристик, яка визначає ефективність формоутворення. Робочий діапазон тиску для більшості ЕГР знаходиться в межах від 1 до 32 МПа, при номінальному значенні 10 МПа, що відповідає значенню тиску, в якому працюють віброзбуджувачі у гідроімпульсному приводі [1]. Швидкодія електрогідравлічного розподілювача залежить від форми запірного елемента та від конструктивних і технологічних характеристик електромагніту [3, 4].

За формою запірного елемента найбільш розповсюджені плоскі, конусні і кулькові (рис. 1). Плоскі запірні елементи здобули широке використання у розподілювачах різного призначення за рахунок їх простоти і можливості з'єднання одночасно декількох гідроканалів. Кулькові запірні елементи знайшли широке застосування у запобіжних клапанах через їхню швидкодію і простоту експлуатації, зокрема їх широко використовують у ГІТ як запірний елемент першого каскаду. Їхній основний недолік – це важкість керування без додаткових пристосувань у вигляді штовхачів та важкість виготовлення ідеальної кульки, щоб уникнути витоків рідини у місцях з'єднання кульки з корпусом клапана. Конусні, як і кулькові, запірні елементи, за рахунок своєї геометрії, мають кращу пропускну спроможність і вищу швидкодію, у порівнянні з плоскими, за рахунок більшої площі витоку рідини при меншому переміщенні запірного елемента. Їх виготовлення простіше у порівнянні з кулькою тому їх використовують у швидкодійних розподілювачах та розподілювачах, де потрібно

забезпечити великі витрати рідини. До недоліків таких запірних елементів можна віднести малу функціональність через можливість з'єднання лише двох гідроканалів.

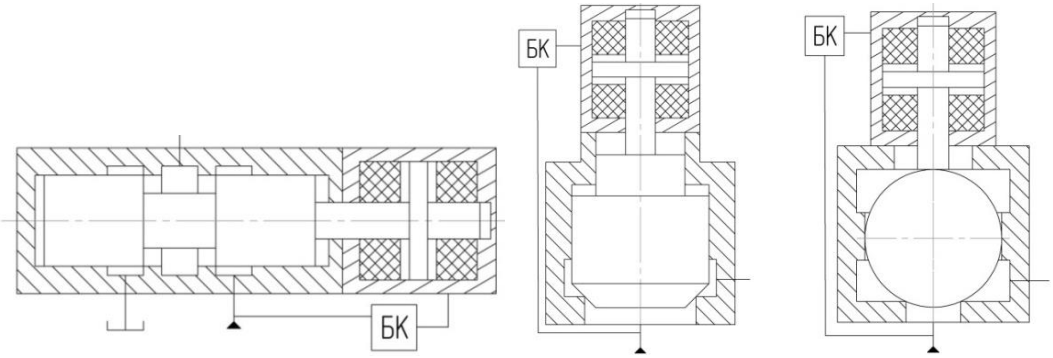



Рисунок 1 – Електрогідравлічні розподілювачі з золотниковим (а), конусним (б), кульковим (в) запірними елементами

Використання розподілювачів із золотниковим запірним елементом можливе за схемою «на вході» (рис. 2а) і «на виході» (рис. 2б) [5]. В другому випадку деякі гідроканали розподілювача потрібно буде перекрити, для нормального функціонування системи.

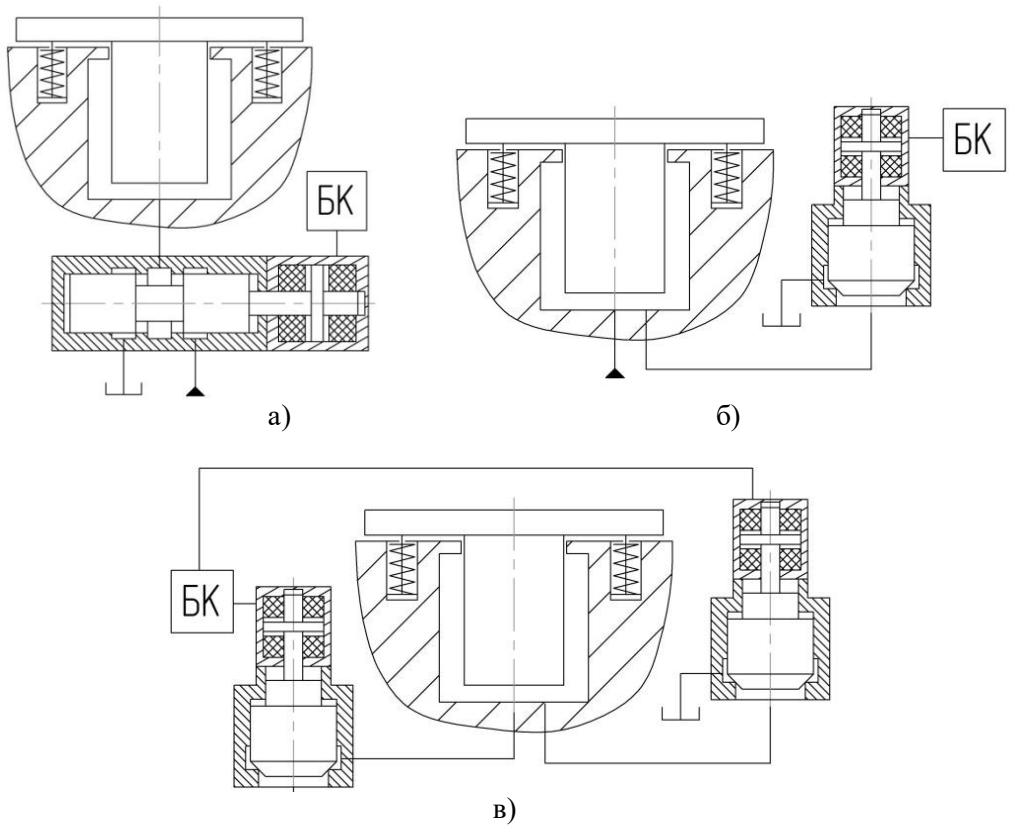


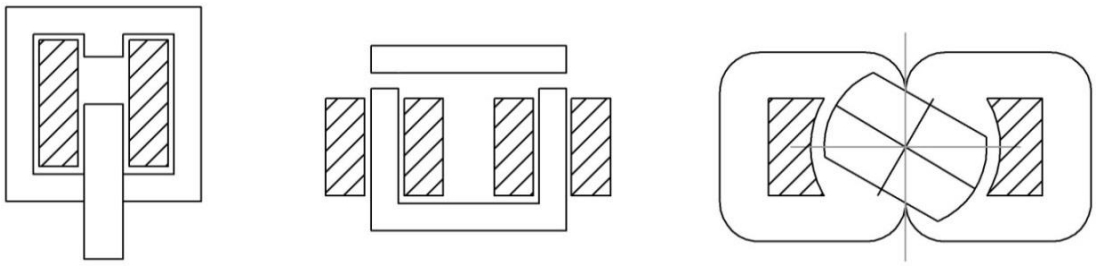

Рисунок 2 – Способи підключення розподілювачів з золотниковим (а), конусним (б), (в) запірними елементами

Розподілювачі із конусним і кульковим запірними елементами бажано використовувати за схемою «на виході» (рис. 2б), що дозволяє забезпечувати вібраційним режим роботи. Використовуючи два розподілювачі з комбінованою схемою керування (рис. 2в), можна отримати як вібраційний, так і ударний режими роботи.

Комбінована схема дозволяє створити верхнє вистоювання вібростола, що забезпечується

різною в часі подачею імпульсів з блока керування на відкриття і закриття розподілювача. Це відбувається таким чином. У момент, коли запірний елемент ЕГР, який встановлений «на вході», повертається у «закрите» положення, а запірний елемент ЕГР, що знаходиться «на виході», ще знаходиться у «закритому» положенні, в результаті чого рідина з порожнини виконавчого гідроциліндра не витікає, тим самим забезпечується вистоювання вібростола.

Також швидкодія електрогідравлічного клапана залежить від швидкодії електромагніта і його силових характеристик, які визначаються [4]: формою якоря (круглі, квадратні і т. п.); формою котушки (з пресованим каркасом, зі збірним каркасом, дискові, спіральні); кількістю і формою обмотки (порядова, шахматна, нерівномірна); способом руху якоря електромагніту відносно його обмотки (з втяжним якорем; з зовнішнім якорем, що притягується; з зовнішнім якорем, що рухається поперечно) (рис. 3).



а) б) в)

Рисунок 3 – Способи руху якоря електромагніту відносно його обмотки: а) – з втяжним якорем; б) – з зовнішнім якорем, що притягується; в) – з зовнішнім якорем, що рухається поперечно

Електромагніти з втяжним якорем мають великий хід якоря і високу швидкодію, але розвивають малу потужність. Електромагніти з зовнішнім якорем, що притягується, і з зовнішнім якорем, що рухається поперечно, мають невелике переміщення якоря (одиниці міліметра) і розвивають велике зусилля.

Електромагніти здатні працювати як на постійному, так і на змінному струмі. Однак електромагніти постійного струму застосовуються набагато ширше, ніж електромагніти змінного струму, оскільки при однакових розмірах вони розвивають більше тягове зусилля, мають більш високу стабільність параметрів, конструктивно простіші і дешевші. Для їхнього живлення використовується мережа змінного струму з вбудованим випрямлячем. Характерною рисою є їхня здатність працювати тільки в схемах двопозиційного («відкрите» – «закрите») керування. Це пояснюється тим, що регулювальний орган (вентиль, клапан і т. д.) може знаходитися тільки в двох кінцевих положеннях, що відповідає двом можливим положенням сердечника електромагніту. Наприклад, перше – струм включений, сердечник притягнутий і розподілювач відкритий; чи друге – струм відключений, сердечник не притягнутий і розподілювач закритий.

Принципово можливе створення багатопозиційного (на три положення і більше) виконавчого електромагнітного механізму. Однак вирішення цієї задачі пов'язано зі значними труднощами, тому широкого поширення багатопозиційні електромагніти не одержали.

За принципом дії ЕМ поділяються на дві групи:

1) розраховані на тривале обтікання котушки соленоїда електричним струмом; при подачі напруги живлення якір соленоїда втягується (при цьому, наприклад, розподілювач відкривається), а повертається він у вихідне положення при знятті напруги (розподілювач закривається). Основними недоліками при цьому є постійне споживання електроенергії і помилкові спрацьовування при зникненні напруги живлення;

2) з короткочасним обтіканням котушок соленоїда електричним струмом; вони складаються з двох електромагнітів – тягового і засувки. Тяговий електромагніт призначений для втягування якоря соленоїда, напруга живлення на його котушку подається короткочасно. Утримання якоря в робочому стані після знеструмлення тягової котушки здійснюється механічно спеціальною засувкою. Повернення у вихідний стан здійснюється шляхом короткочасної подачі напруги на котушку електромагніту засувки, що звільняє поворотну пружину, і якір соленоїда закривається.

За призначенням електромагніти поділяють на:

1) утримувальні, призначені для фіксації положення феромагнітних тіл, наприклад,

електромагніти для підйому предметів з феромагнітних матеріалів. Вони не здійснюють роботи, від них потрібна лише певна сила, на яку вони розраховуються;

2) приводні, котрі служать для переміщення виконавчих пристроїв. Ці електромагніти здійснюють певну роботу і тому розраховуються на певну силу і переміщення.

ЕМ можуть працювати при живленні своїх обмоток як постійним, так і змінним струмом. Однак електромагніти змінного струму, у загальному випадку, мають значно гірші параметри, ніж електромагніти постійного струму, поскільки при однакових розмірах розвивають менше зусилля, мають меншу чутливість і значно гіршу стабільність параметрів, а також конструктивно складніші і дорожчі через необхідність використання шихтованого магнітопроводу.

Електромагніти у електрогідравлічних розподілювачах можуть кріпитись по-різному (рис. 4). Електромагніти з втяжним якорем в основному розміщуються по осі руху запірного елемента (рис. 4а); з зовнішнім якорем, що рухається поперечно, також знаходяться на одній осі з запірним елементом; з зовнішнім якорем, що притягується, можуть розташовуватись як збоку, так і зверху відносно запірного елемента.

Електромагніти також бувають односторонньої (рис. 4а, б) і двосторонньої дії (рис. 4в, г). Електромагніти односторонньої дії з втяжним якорем і якорем, що притягується, для повернення у початкове положення використовують пружні елементи. Для повної автоматизації вібраційного обладнання слід використовувати електромагніти двосторонньої дії.

Тому при схемі встановлення «на вході», використовуючи один електрогідравлічний розподілювач, доцільно буде використати золотниковий запірний елемент, який розширить функціональність розподілювача. Коли ж будемо використовувати схеми встановлення «на виході» і «комбіновану», то кращим результатом буде застосування конічного запірного елемента, що підвищить швидкодію розподілювача.

Для того, щоб забезпечити силові характеристики вібропресового обладнання, потрібно використати розподілювач з параметрами: простота конструкції і можливість кріплення на вібропресовому обладнанні; частота спрацювання в межах 50 Гц; витрата мастила через розподілювач в межах 100…150 л/хв; робочий тиск живлення гідросистеми – 10 МПа. Це дозволяють реалізувати електрогідравлічні розподілювачі як вітчизняного так і закордонного виробництва [4].

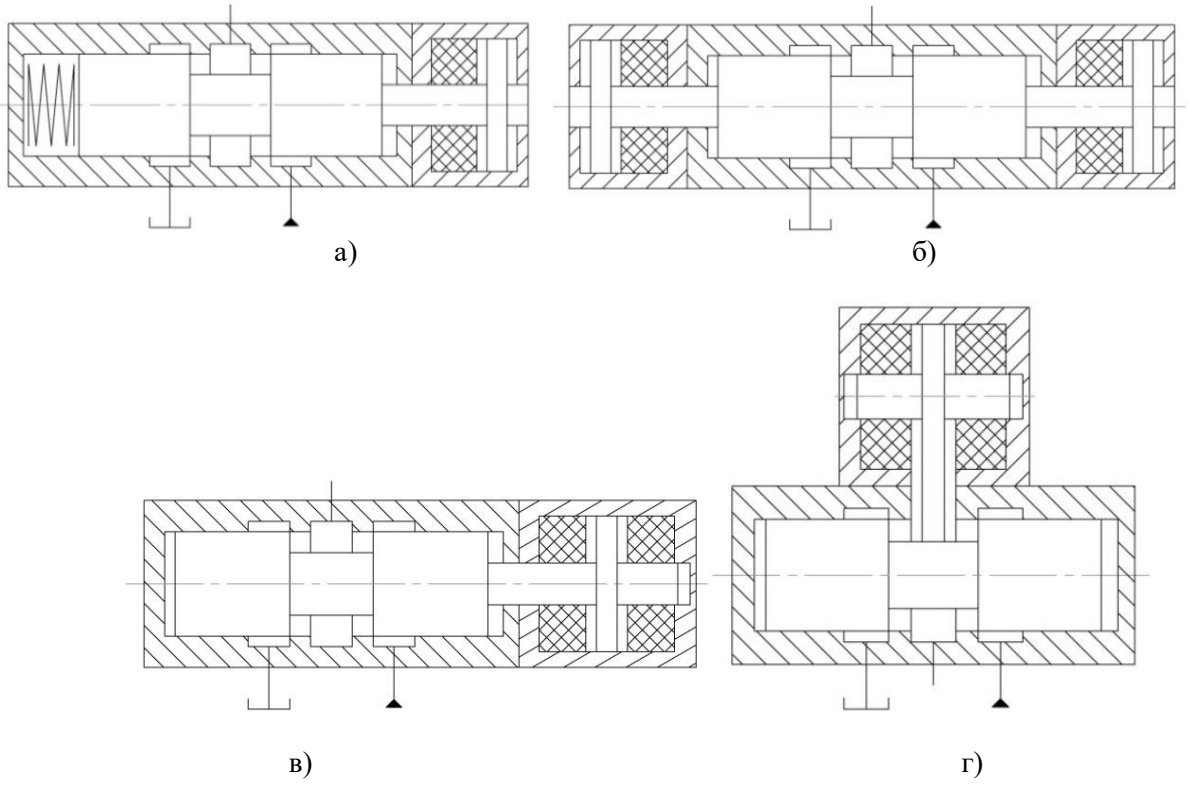



Рисунок 4 – Способи кріплення електромагніту: а) – з одностороннім одноходовим; б) – одноходовим з кріпленням по обидві сторони; в) – одностороннім двоходовим; г) – верхнім двоходовим

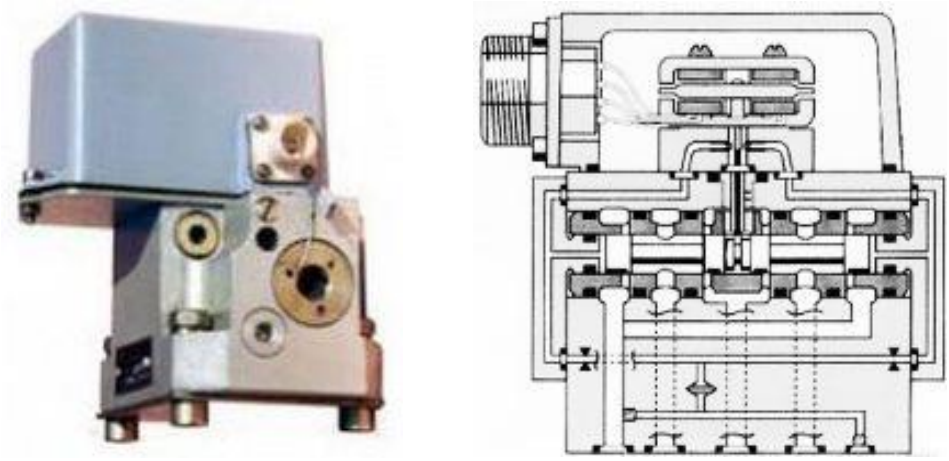
Однак виготовлення власного електрогідравлічного розподілювача є недоцільним і трудомістким. Тому нами запропоновано використовувати стандартний електрогідравлічний розподілювач, який відповідатиме вказаним вимогам, що дозволяє уніфікувати вібропресове обладнання і спрощує пошук розподілювачів з необхідними параметрами.

Саме використання стандартних електрогідравлічних розподілювачів, а не індивідуальне виготовлення, дозволяє підібрати обладнання з необхідними параметрами [5, 6, 7]. Як показав пошук та аналіз електрогідравлічних розподілювачів (ЕГР), їхня номенклатура та функціональні можливості досить широкі [4],основні технічні характеристики яких наведені у табл. 1.

Таблиця 1 – Технічні характеристики електрогідравлічних розподільників

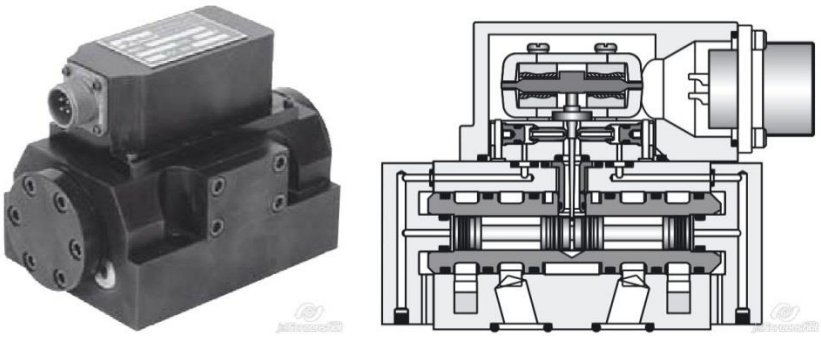
| Позначення | Виробник | Тиск живлення, МПа | Робочий діапазон температур мастил, °С | Витрата мастила, л/хв | Частота відповідна фазовому зміщенню 90°, Гц | $D_y$, мм |
|---|---|---|---|---|---|---|
| УЭГ.С-500 | Теплоавтомат | 1,6–32 | +20…+70 | 500 | 27 | 23 |
| УЭГ.С-200 | Теплоавтомат | 1,6–32 | +20…+70 | 200 | 70 | 18 |
| УЭГ.С-100 | Теплоавтомат | 1,6–32 | +20…+70 | 100 | 120 | 13 |
| SE2N | Parker | 1,0–21 | –1…+82 | 95–125 | >50 | 12,7 |
| SE60 | Parker | 1,0–21 | –30...+130 | 95–230 | >100 | 17,5 |
| BD30 | Parker | 7–9 | –1…+82 | 76–152 | 40 | 12,7 |
| 72D | Moog | 32 | +20…+80 | 95, 152, 228 | 70, 55, 35 | 13–20 |
| SM4-40 | Vikers | 21 | –10…+80 | 76–151 | 43 | 12–18 |
| 4WSE3E32-2X | Rexton | 32 | +10…+90 | 500, 700, 1000 | 60 | 21–32 |

Після детального аналізу ЕГР за віброзбуджувач було обрано електрогідравлічний розподілювач УЭГ.С-200 вітчизняного виробництва, що відповідає усім висунутим вимогам і зображення якого показано на рис. 5. Для того, щоб продемонструвати однакові конструктивні параметри УЭГ.С-200 з закордонними прототипами, на рис. 6 зображено електрогідравлічний розподілювач Parker SE60.



а) б)

Рисунок 5 – Загальний (а) та конструктивний (б) вигляди УЭГ.С-200



а) б)

Рисунок 6 – Загальний а) та конструктивний б) вигляди Parker SE60

## ВИСНОВКИ

Під час аналізу конструкцій та номенклатури електрогідравлічних розподілювачів встановлено: що електрогідравлічні розподілювачі з золотниковим запірним елементом у порівняні з кульковим та конусним є найбільш поширенні, прості у виготовленні і дозволяють працювати з декількома гідроканалами одночасно; електромагніти для електрогідравлічних розподілювачів слід використовувати з одностороннім двоходовим зовнішнім якорем, що притягується, це дозволить спростити процес керування; у зв'язку з широкою номенклатурою електрогідравлічних розподілювачів різної конфігурації і різних технологічних характеристик виготовлення власного електрогідравлічного розподілювача буде не доцільним.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ


1. Абрамов Е. И. Элементы гидропривода : Справочник / Е. И. Абрамов, К. А. Колесниченко, В. Т. Маслов. – К. : Техніка, 1977. – 320 с.

2. Башта Т. М. Машиностроительная гидравлика / Т. М. Башта. – М. : Машиностроение, 1971. – 672 с.

3. Дрючин О. О. Електротехнічні пристрої. Частина 1. Електричні машини та апарати : навчальний посібник / О. О. Дрючин, А. В. Рудик, О. М. Возняк. – Вінниця : ВНТУ, 2004. – 150 с.

4. Свешников В. К. Гидрооборудование: Международный справочник. Книга 2. Гидроапаратура: Номенклатура, парметры, размеры, взаимозаменяемость. – М. : «Техинформ» МАИ, 2002. – 508 с.

5. Іскович-Лотоцький Р. Д. Генератори імпульсів тиску для керування гідроімпульсними приводами вібраційних та віброударних технологічних машин : монографія / Р. Д. Іскович-Лотоцький, Р. Р. Обертюх, М. Р. Архипчук. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2008. – 171 с.

6. Іскович-Лотоцький Р. Д. Вібраційне пресування порошків вібропрес-молотом з електрогідравлічним керуванням / Р. Д. Іскович-Лотоцький, В. П. Міськов // Збірник наукових праць Полтавського національного технічного університету ім. Юрія Кондратюка. – Полтава : ПолтНТУ, 2014. – Вип. 2(41). – С. 66–72.

7. Іскович-Лотоцький Р. Д. Експериментальний вібропрес-молот з електрогідравлічним керуванням для формоутворення заготовок порошкових матеріалів / Р. Д. Іскович-Лотоцький, В. П. Міськов // Вібрації в техніці та технологіях. – 2015. – № 2(78). – С. 80–86.

8. Искович-Лотоцкий Р. Д. Разработка комбинированного электрогидравлического привода вибрационных технологических машин / Р. Д. Искович-Лотоцкий, В. П. Миськов // Наукоемкие комбинированные и виброволновые технологии обработки материалов : сборник трудов Международной научно-технической конференции. – Ростов н/Д : Издательский центр ДГТУ, 2013. – С. 236–241.


## REFERENCES


1. Abramov E. I. Hydraulic drive Features: Manual / E. I. Abramov, K. A. Kolesnichenko, V. T. Maslov. – K. : Tehnika, 1977. – 320 p.

2. Basta T. M. Engineering Hydraulics / T. M. Basta. – M. : Mechanical engineering, 1971. – 672 p.

3. Dryuchin O. O. Elektrotehnichni pristroy. Chastina 1. Elektrichni that aparata MACHINES: The Teaching posibnik / O. O. Dryuchin, A. V. Rudik, O. M. Wozniak. – Vinnitsa : VNTU, 2004. – 150 p.

4. Sveshnikov V. K. Hydraulic: International Directory. Book 2. Gidroaparatura: Nomenclature, parameter memory, size, interchangeability. – M. : "Techinform" MAI, 2002. – 508 p.

5. Iskovich-Lototsky R. D. generator impulsiv vice to keruvannya gidroimpulsnimi drives vibratsiynih that vibroudarnih tehnologichnih machines: monograph / R. D. Iskovich-Lototsky, R. R. Obertyuh, M. R. Arhipchuk. – Vinnitsa: UNIVERSUM-Vinnitsa, 2008. – 171 p.

6. Iskovich-Lototsky R. D. Vibratsiyne presuvannya poroshkiv vibropres-hammer s elektrogidravlichnim keruvannyam / R. D. Iskovich-Lototsky, V. P. Miskov // Collection Naukova Prace Poltava natsionalnogo tehnichnogo universitetu IM. Yuriya Kondratyuk. – Poltava: PoltNTU, 2014 – Vip. 2 (41). – S. 66-72.

7. Iskovich-Lototsky R. D. Experiental vibropres hammerhead s elektrogidravlichnim keruvannyam for formoutvorennya powder blanks materialiv / R. D. Iskovich-Lototsky, V. P. Miskov // Vibratsiї in tehnitsi that tehnologiyah. – 2015. – № 2 (78). – S. 80-86.

8. Iskovich-Lototskii R. D. Development of combined electro-hydraulic drive technology of vibrating machines / R. D. Iskovich-Lototskii, V. P. Misko // High vibrovolnovye combined and material handling technology: Proceedings of the International scientific and technical conference. – Rostov n / D: Publishing Center DSTU, 2013. – P. 236-241.

**Р. Д. Іскович-Лотоцький[1], В. П. Міськов[1]**

## ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРОГІДРАВЛІЧНИХ РОЗПОДІЛЮВАЧІВ У ГІДРОІМПУЛЬСНОМУ ПРИВОДІ

[1]Вінницький національний технічний університет

У статті наведено основні вимоги до електрогідравлічних розподілювачів, які можуть бути використанні у гідроімпульсному приводі, їх конструктивні і технологічні характеристики та надано рекомендації щодо їх використання для різних схем підключення.

Об'єкт дослідження – електрогідравлічні розподілювачі, які можуть бути використанні у гідроімпульсному приводі.

Мета дослідження – провести аналіз конструктивних і технологічних характеристик сучасних електрогідравлічних розподілювачів для подальшого їх використання у гідроімпульсному приводі.

У статті розглянуто конструктивні особливості запірних елементів електрогідравлічних розподілювачів, наведено переваги та недоліки їх використання у гідроімпульсному приводі. Представлено способи встановлення у гідроімпульсному приводі електрогідравлічних розподілювачів з різними типами запірних елементів та можливостями отримання різних типів навантаження. Також розглянуто конструкції електромагнітів, способи їх керування та кріплення до корпусу електрогідравлічного розподілювача.

Наведено переваги використання саме стандартних електрогідравлічних розподілювачів у порівнянні з їх власним виготовлення, шляхом аналізу їх номенклатури, вартості та технічних характеристик, які зведенні у таблицю.

***Ключові слова:*** гидроімпульсний привод; електрогідравлічний розподілювач; корисні вібрації.

*Іскович-Лотоцький Ростислав Дмитрович*, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри «Галузеве машинобудування», Вінницький національний технічний університет, e-mail: vadimmiskov@mail.ru

*Міськов Вадим Петрович*, кандидат технічних наук, старший викладач кафедри «Галузеве машинобудування», Вінницький національний технічний університет, e-mail: vadimmiskov@mail.ru

**R. Iskovych Lototskyy[1], V. Miskov[1]**

## FEATURES USE ELECTROHYDRAULIC DISTRIBUTOR IN HYDRO DRIVES

[1]Vinnytsya National Technical University

In the article the basic requirements for electro distributors of which can be used in Hydro drive their design and technical specifications and recommendations for their use for different schemes to connect.

Object of study – electrohydraulic distribution systems that can be used in Hydro drive.

The aim – to analyze the structural and technological characteristics of modern electro distributors of further use in Hydro drive.

The article deals with the design features of locking elements distributors of electro, are the advantages and disadvantages of their use Hydro drive. Presented at ways of establishing Hydro drive electrohydraulic distributors of various types of locking elements and opportunities for different types of loads. Also the design magnets, methods of control and attachment to the body of electrohydraulic distributor.

An advantage is the use of standard electrohydraulic distributors of comparing their own making, by analyzing their nomenclature, cost and performance, which tabulation.

***Key words:*** hydroimpulsnyy drive; electrohydraulic distributor; useful vibration.

*Iskovych-Lototskyy Rostislav*, Doctor of technical sciences, Professor, Head of the industrial engineering department, Vinnitsya National Technical University, e-mail: islord@vntu.edu.ua

*Miskov Vadim*, PhD, senior lecturer "Engineering Sector", Vinnitsa National Technical University, e-mail: vadimmiskov@mail.ru

**Р. Д. Искович-Лотоцкий[1], В. П. Миськов[1]**

## ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКИХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЕЙ В ГИДРОИМПУЛЬСНОМ ПРИВОДЕ

[1]Винницкий национальный технический университет

В статье приведены основные требования к электрогидравлическим распределителям, которые могут быть использованы в гидроприводе, приведены их конструктивные и технологические характеристики и даны рекомендации по их использованию для различных схем подключения.

Объект исследования – электрогидравлические распределители, которые могут быть использованы в гидроприводе.

Цель исследования – провести анализ конструктивных и технологических характеристик современных электрогидравлических распределителей для дальнейшего их использования в гидроприводе.

В статье рассмотрены конструктивные особенности запорных элементов электрогидравлических распределителей, приведены преимущества и недостатки их использования в гидроимпульсном приводе. Представлены способы установления в гидроимпульсном приводе электрогидравлических распределителей с различными типами запорных элементов и возможностями получения различных типов нагрузки. Также рассмотрены конструкции электромагнитов, способы их управления и крепления к корпусу электрогидравлического распределителя.

Приведены преимущества использования именно стандартных электрогидравлических распределителей по сравнению с их собственным изготовлением, путем анализа их номенклатуры, стоимости и технических характеристик, которые сведены в таблицу.

***Ключевые слова:*** гидроимпульсный привод; электрогидравлический распределитель; полезные вибрации.

*Искович-Лотоцький Ростислав Дмитриевич*, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедры «Отраслевое машиностроение», Винницкий национальный технический университет, e-mail: vadimmiskov@mail.ru

*Миськов Вадим Петрович*, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры «Отраслевое машиностроение», Винницкий национальный технический университет, e-mail: vadimmiskov@mail.ru