

## КОМПЛЕКС ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ З ПІДВИЩЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ЯКОСТІ ГІДРАВЛІЧНИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ПРЕСАМИ

### COMPLEX OF TECHNICAL DECISIONS CONCERNING HYDRAULIC CONTROL SYSTEM QUALITY FACTOR INCREASING OF PRESSES

Розглянуто основні фактори, що впливають на якість керування гідравлічними пресами з насосно-акумуляторним приводом. Дано опис комплексу технічних рішень з підвищення коефіцієнта якості гідросистем, до складу якого входять: дросельні регулюючі клапани розвантаженої конструкції, методики загального компонування гідравлічних систем керування пресами на базі блоків клапанів наповнення, розводки гідроліній керування силовими циліндрами. Наведено практичні рекомендації з раціонального проектування та експлуатації гідравлічних систем керування пресами, що забезпечують підвищення їх коефіцієнта якості.

Ключові слова: прес гідравлічний, клапан, акумулятор, система керування, гідролінія

#### Вступ

Для гнучкого та точного керування швидкістю рухомої поперечини гідравлічного преса з насосно-акумуляторним приводом (НАП) на всіх етапах машинного циклу необхідно здійснювати ефективне дроселювання потоку робочої рідини. Це можливо здійснити тільки шляхом застосування клапанів з високими регулюючими властивостями та підвищеною стійкістю проти кавітаційної ерозії [1, 2]. При цьому регулюючі властивості дросельних клапанів значно покращуються при наявності індивідуального сервопривода, який керує їх роботою [3]. Для спрощення конструкції та підвищення чутливості керування необхідно, щоб основний затвор клапана був жорстко скріплений з сервоприводом при відсутності вбудованого у плунжер розвантажуючого клапана [4]. В пресах з НАП необхідні швидкісні параметри систем керування значною мірою залежать від правильного вибору регулюючих клапанів, їх характеристик та раціонального розташування у межах системи відносно акумулятора та виконавчого органа [5].

Коефіцієнт якості гідросистеми є важливою характеристикою системи керування, показуючи частку гідравлічного опору клапана у загальному опорі гідролінії «акумулятор – робочий циліндр». Чим вище ця частка, тим більшою мірою швидкісна характеристика клапана наближується до конструктивної, а отже і вище чутливість керування пресом, нижче рівень гідравлічних ударів, вище швидкодія, продуктивність та точність кування (штампування) [4, 5].

#### Основна частина

Для підвищення коефіцієнта якості гідросистеми керування пресами з НАП необхідним є розробка комплексу технічних рішень, що передбачає не тільки

розроблення нових конструкцій регулюючих клапанів, а й нових схем компонування та раціонального розведення гідроліній.

На рисунку 1 показаний дросельний регулюючий клапан розвантаженої конструкції [6], характерною особливістю якого є постійне з'єднання надклапанної порожнини з підклапанною, а також жорстке з'єднання штоку з сервоприводом, внаслідок чого усувається необхідність розвантаження середовища над клапаном, спрощується його конструкція, зменшується зусилля відкриття, підвищується динамічна стійкість.

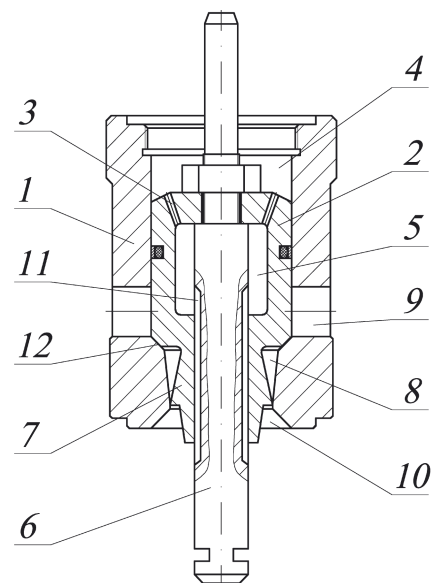


Рисунок 1 — Дросельний регулюючий клапан розвантаженої конструкції

До дросельного регулюючого клапана (рисунок 1) робоча рідина під тиском подається через отвір 9 до

стакана 1. Зусиллям сервопривода ущільнений плунжер 2 притиснутий до запірної фаски 12. Рідина із порожнини 10 через канали 11 і 3 заповнює порожнини 5 і 4. При підйомі штока 6 та відкритті запірної фаски 12 робоча рідина надходить до каналу 8, проходить між елементом 7 та конічним отвором стакана 1, відводиться до порожнини 10 – здійснюється процес дроселювання робочої рідини з одночасним регулюванням параметрів руху виконавчого органу – плунжера робочого циліндра преса.

Закриття запірної фаски 12 здійснюється зусиллям сервоприводу. Плунжер 2 і шток 6 з'єднані в єдиний елемент за допомогою гайки.

Жорстке з'єднання плунжера 2 зі штоком 6, а штока 6 з сервоприводом забезпечує досягнення будь-якого закону відкриття та закриття клапана, робить його керованим та динамічно стійким протягом всього періоду роботи. Наявність ущільнення плунжера 2 з високими антифрикційними властивостями різко знижує ступінь його абразивного зношення, характерного для аналогічних конструкцій дросельних клапанів без ущільнюючих елементів.

Дослідження, проведені автором цієї роботи у галузі насосно-акумуляторного привода пресів [4], свідчать, що на ефективність роботи гідравлічних пресів з НАП на всіх етапах машинного циклу впливає не тільки правильний підбір дросельних регулюючих клапанів, а й значення коефіцієнта якості гідросистеми. Тому системи керування гідравлічними пресами необхідно проектувати таким чином, щоб доля гідравлічного опору регулюючого клапана в загальному опорі гідролінії «акумулятор – робочий циліндр» була наближена до одиниці. При цьому слід керуватися наступними рекомендаціями:

- насосно-акумуляторний привод необхідно виконувати індивідуальним, що дозволить суттєво скоротити маневровий об'єм акумулятора та раціонально витратити рідину високого тиску на різних етапах машинного циклу [7];

- гідробалони акумулятора слід максимально наближувати до преса з тим, щоб знизити гідравлічні втрати в гідролініях та нагрів робочої рідини;

- гідролінію «акумулятор – робочий циліндр» необхідно розвантажити від зайвих гідравлічних опорів (поворотів, дроселів тощо);

- головний клапанний розподільник керування пресом рекомендується розділити на декілька окремих розподільників керування групами однорідних циліндрів (робочих, зворотних, виштовхуючих тощо);

- клапан-автомат слід встановлювати одразу ж на виході з акумулятора та прокладати від нього окремі гідролінії до кожного клапанного розподільника, виключаючи появу в гідролініях резонансних явищ [8].

Наведені рекомендації реалізовано у системі керування, яку показано на рисунку 2 [7].

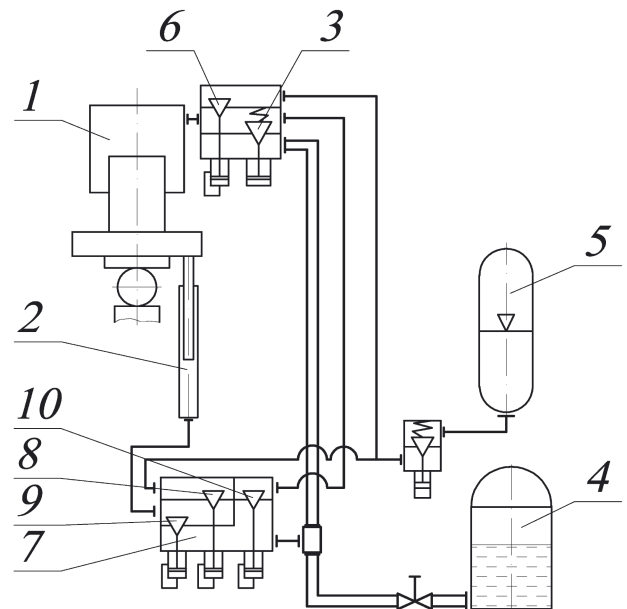


Рисунок 2 – Схема системи керування гідравлічним пресом з підвищеним коефіцієнтом якості

Акумулятор 5 і бак 4 встановлюють біля преса. Дросельний регулюючий клапан 6 з індивідуальним сервоприводом поміщають у блок клапана наповнення 3, розташований на пресі біля робочого циліндра 1. Клапан 6 з'єднують з акумулятором 5 гідролінією з мінімальним гідравлічним опором. Головний клапанний розподільник 7 вміщує напірний 8 та зливний 9 клапани керування зворотними циліндрами 2 та розвантажуючий зливний клапан 10 робочого циліндра 1. Клапани 8, 9 та 10 також керуються індивідуальними сервоприводами.

На робочому ході гальмування рухомої поперечини на заданому розмірі здійснюється закриттям клапана 6. Завдяки мініимальному гідравлічному опором гідролінії «акумулятор–робочий циліндр» забезпечується підвищення коефіцієнта якості гідросистеми.

В процесі роботи преса рекомендується здійснювати постійний контроль рівня робочої рідини високого тиску в акумуляторі 5, у відповідності до якого змінюють продуктивність насосів насосноакумуляторної станції (НАС). Таким чином, маючи інформацію щодо поточної величини маневрового об'єму, запобігають випорожненню акумулятора 5 та підтримують необхідний темп кування (штампування) [9].

До складу НАС також може входити не один, а декілька акумуляторів з розділенням середовищ – при випорожненні одного з балонів його поршень зупиняється в крайньому нижньому положенні та живлення преса рідиною високого тиску здійснюється від інших балонів [10].

Блоки клапанів наповнення 3 (рисунку 2) створюють з метою підвищення компактності систем керування та досягнення високих значень коефіцієнта якості гідросистеми. При цьому в них можуть поєднуватися наповнювальнозливні клапани (НЗК) та дросельні регулюючі клапани різних конструктивних виконань.

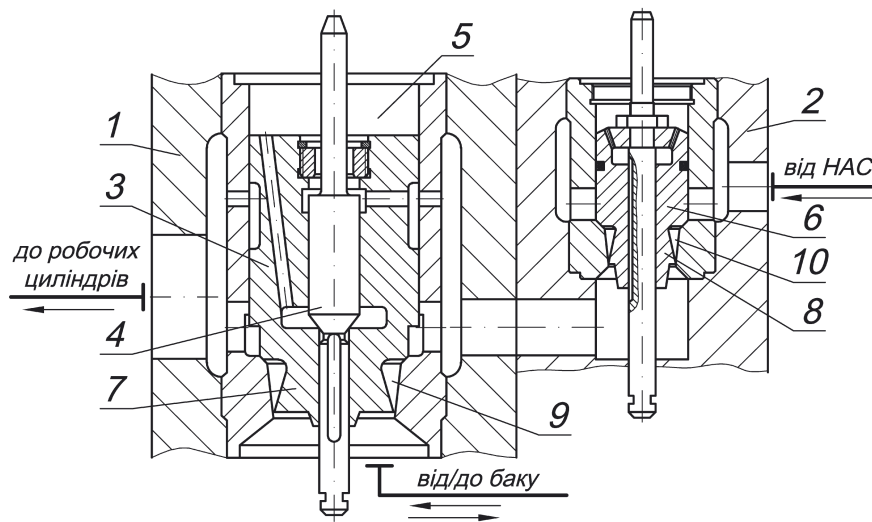


Рисунок 3 — Схема блоку клапана наповнення

На рисунку 3 показано схему блока клапана наповнення [11], в якому НЗК 1 виконано розвантажувально-зливним із вмонтованим усередину плунжера 3 розвантажувальним клапаном 4. Дросельний регулюючий клапан 2 має розвантажувальну конструкцію [6], встановлений в окремому корпусі та сполучається за допомогою каналів з надклапанною порожниною 5 НЗК 1. Плунжери 3 і 6 обох клапанів обладнано дроселючими елементами у вигляді конічних юбок 7 і 8 відповідно. Дроселючі канали 9 і 10 також виконані конічними.

Клапани 1 і 2 керуються індивідуальними сервоприводами, оснащено засобами контролю висоти підйому, програмно взаємодіють у рамках єдиної системи автоматичного керування гідравлічним пресом з НАП.

Клапан 1 крім виконання функції наповнення також може бути задіяним для здійснення декомпресії робочих циліндрів по закінченню робочого ходу завдяки наявності дроселючого елемента 7. При цьому в процесі підйому розвантажувального клапана 4 здійснюється відсічення надклапанної порожнини 5, що суттєво знижує зусилля індивідуального сервопривода.

компонування систем керування, але й на особливості розведення гідроліній уздовж металоконструкції преса. Так для забезпечення високого значення коефіцієнта якості гідросистеми направляючі колони слід виконувати порожнистими з можливістю прокладення усередині них напірних трубопроводів, кінці яких через різьбові елементи направляючих колон виводяться до фітингів робочих циліндрів, як це показано на рисунку 4 [12].

У випадку неможливості встановлення клапанних розподільників на верхній нерухомій поперечині біля робочих циліндрів, розподільники 5 (II ступеня зусиль) та 6 (I ступеня зусиль) розташовують у прямку біля станини преса.

Розподільник 5 має симетричне відведення 4 для забезпечення якісного заповнення бокових робочих циліндрів рідиною високого тиску на робочому ходу. Колони 1 виконані порожнистими, усередині них прокладені трубопроводи 2 високого тиску робочих циліндрів усіх ступенів зусиль. Окремо усередині однієї з порожнистих колон 1 розміщено гідролінії 3 керування сервоприводами пристроїв, розташованих на верхній нерухомій поперечині.

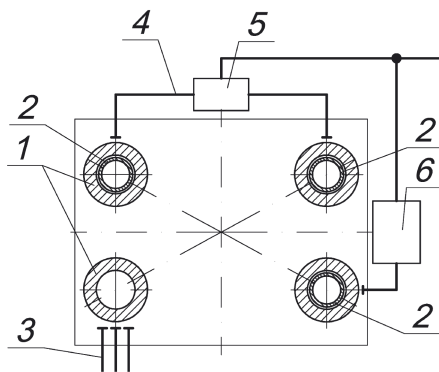


Рисунок 4 — Схема розведення гідроліній робочих циліндрів пресу

Застосування слідкуючого керування впливає не тільки на конструкцію регулюючих клапанів та

### Висновки

Підвищення коефіцієнта якості гідросистеми є результатом впровадження комплексу заходів, спрямованих на спрощення конструкцій систем керування шляхом раціонального проектування та взаємного розташування наступних базових компонентів – судів високого тиску, дросельних регулюючих клапанів та НЗК, розведень гідроліній. Кожний з цих компонентів потребує удосконалення конструкції та принципу дії для забезпечення узгодженої роботи з суміжними елементами систем керування пресами. Досягнення підвищеної компактності можливо тільки при виключенні із гідросистем зайвих локальних гідравлічних опорів та зменшення загальної довжини відповідних гідроліній.



**Література**

1. Ruger, H. Servopumpe hebt Pressenhydraulik in eine höhere Effizienzklasse / H. Ruger // Maschinenmarkt. — 2012. — Vol. 26. — P. 44—48.
2. Hydraulic components for industrial applications. Part 2: On/off valves. Isolator, directional, pressure and flow valves. REXROTH Bosch Group, 2003. — 1118 p.
3. Baumann, Hans D. Control valve primer : a user's guide. — The Instrumentation, Systems and Automation Society (ISA), 2009. — 171 p.
4. Шинкаренко, О.М. Совершенствование гидравлических приводов прессов : монография / О.М. Шинкаренко, Е. С. Корчак. — Краматорск : ДГМА, 2014. — 142 с.
5. Корчак, О.С. Методика створення систем керування гідравлічними пресами з не-обхідними швидкісними параметрами / О.С. Корчак // Промислова гідравліка і пневматика. — Вінниця, ВНАУ, 2015. — №3 (49). — С. 39—43.
6. Пат. 31398 України, МПК F16K17/00, F16K47/00. Розвантажений дросельно-регулюючий клапан / Шинкаренко О.М., Корчак О.С.; заявник та патентовласник Донбаська державна машинобудівна академія. — №u200712378; заявл. 07.11.2007; опубл. 10.04.2008, Бюл. №7.
7. Пат. 37639 України, МПК B21J09/00. Насосно-аккумуляторний привод преса / Шинкаренко О.М., Корчак О.С.; заявник та патентовласник Донбаська державна машинобудівна академія. — №u200805758; заявл. 05.05.2008; опубл. 10.12.2008, Бюл. №23.
8. Пат. 32172 України, МПК B21J09/12. Система керування гідравлічним пресом з насосно-аккумуляторним приводом / Корчак О.С.; заявник та патентовласник Донбаська державна машинобудівна академія. — №u200713800; заявл. 10.12.2007; опубл. 12.05.2008, Бюл. №9.
9. Пат. 58132 України, МПК B21B15/00. Спосіб керування роботою ковальського гідравлічного преса з приводом від насосно-аккумуляторної станції / Корчак О.С.; заявник та патентовласник Донбаська державна машинобудівна академія. — №u200906793; заявл. 30.06.2009; опубл. 11.04.2011, Бюл. №9.
10. Пат. 39749 України, МПК B21B15/00. Спосіб живлення гідравлічного преса рідиною високого тиску / Корчак О.С.; заявник та патентовласник Донбаська державна машинобудівна академія. — №u200811910; заявл. 07.10.2008; опубл. 10.03.2009, Бюл. №5.
11. Пат. 69056 України, МПК B21J09/12. Блок керування робочими циліндрами гідравлічного преса / Шинкаренко О.М., Корчак О.С.; заявник та патентовласник Донбаська державна машинобудівна академія. — №u201109296; заявл. 25.07.2011; опубл. 25.04.2013, Бюл. №8.
12. Пат. 94658 України, МПК B30B1/00. Ковальський гідравлічний прес / Корчак О.С.; заявник та патентовласник Донбаська державна машинобудівна академія. — №u201405972; заявл. 02.06.2014; опубл. 25.11.2014, Бюл. №22.

**References**

1. Ruger, H. Servopumpe hebt Pressenhydraulik in eine höhere Effizienzklasse / H. Ruger // Maschinenmarkt. — 2012. — Vol. 26. — P. 44—48.
2. Hydraulic components for industrial applications. Part 2: On/off valves. Isolator, directional, pressure and flow valves. — REXROTH Bosch Group, 2003. — 1118 p.
3. Baumann, Hans D. Control valve primer: a user's guide. — The Instrumentation, Systems and Automation Society (ISA), 2009. — 171 p.
4. Shinkarenko, O.M. Sovershenstvovanie gidravlicheskikh privodov pressov: monografiya / O.M. Shinkarenko, E.S. Korchak. — Kramatorsk: DGMA, 2014. — 142 s.
5. Korchak, O.S. Metodika stvorenniya system keruvannya gidravlichnyimi presami z neobkhidnyimi shvydkisnymi parametramy / O.S. Korchak // Promyslova gidravlika i pnevmatika. — Vinnycia, VNAU, 2015. — №3 (49). — S.39—43.
6. Pat. 31398 Ukrainy, MPK F16K17/00, F16K47/00. Rozvantazheny droselno-regulyuyuchiy klapn / Shinkarenko O.M., Korchak O.S.; zayavnyk ta patentovlasnyk Donbaska derzhavna mashynobudivna akademiya. — №u200712378; zayavl. 07.11.2007; opubl. 10.04.2008, Byul. №7.
7. Pat. 37639 Ukrainy, MPK B21J09/00. Nasosno-akumulyatorny pryvod presa / Shinkarenko O.M., Korchak O.S.; zayavnyk ta patentovlasnyk Donbaska derzhavna mashynobudivna akademiya. — №u200805758; zayavl. 05.05.2008; opubl. 10.12.2008, Byul. №23.
8. Pat. 32172 Ukrainy, MPK B21J09/12. Systema keruvannya gidravlichnym presom z nasosno-akumulyatornym pryvodom / Korchak O.S.; zayavnyk ta patentovlasnyk Donbaska derzhavna mashynobudivna akademiya. — №u200713800; zayavl. 10.12.2007; opubl. 12.05.2008, Byul. №9.
9. Pat. 58132 Ukrainy, MPK B21B15/00. Sposib keruvannya robotoyu kovalskogo gidravlichnogo presa z pryvodom vid nasosno-akumulyatornoi stancii / Korchak O.S.; zayavnyk ta patentovlasnyk Donbaska derzhavna mashynobudivna akademiya. — №u200906793; zayavl. 30.06.2009; opubl. 11.04.2011, Byul. №9.
10. Pat. 39749 Ukrainy, MPK B21B15/00. Sposib zhivlennya gidravlichnogo presa ridinoyu vysokogo tysku / Korchak O.S.; zayavnyk ta patentovlasnyk Donbaska derzhavna mashynobudivna akademiya. — №u200811910; zayavl. 07.10.2008; opubl. 10.03.2009, Byul. №5.
11. Pat. 69056 Ukrainy, MPK B21J09/12. Blok keruvannya robochymy cylindramy gidravlichnogo presa / Shinkarenko O.M., Korchak O.S.; zayavnyk ta patentovlasnyk Donbaska derzhavna mashynobudivna akademiya. — №u201109296; zayavl. 25.07.2011; opubl. 25.04.2013, Byul. №8.
12. Pat. 94658 Ukrainy, MPK B30B1/00. Kovalsky gidravlichny pres / Korchak O.S.; zayavnyk ta patentovlasnyk Donbaska derzhavna mashynobudivna akademiya. — №u201405972; zayavl. 02.06.2014; opubl. 25.11.2014, Byul. №22.

*Надійшла 27.08.2016 року*

**Комплекс технических решений  
по повышению коэффициента качества  
гидравлических систем управления прессами**

**Complex of technical decisions concerning  
hydraulic control system quality factor  
increasing of presses**

**О.С. Корчак**

**O.S. Korchak**

Рассмотрены основные факторы, влияющие на качество управления гидравлическими прессами с насосноаккумуляторным приводом. Дано описание комплекса технических решений по повышению коэффициента качества гидросистем, в состав которого входят: дроссельные регулирующие клапана разгруженной конструкции, методики общей компоновки гидравлических систем управления прессами на базе блоков клапанов наполнения, разводки гидролиний управления силовыми цилиндрами. Приведены практические рекомендации по рациональному проектированию и эксплуатации гидравлических систем управления прессами, обеспечивающие повышение их коэффициента качества.

*Ключевые слова: пресс гидравлический, клапан, аккумулятор, система управления, гидролиния*

The main factors having an effect on control quality of hydraulic presses with pumpaccumulator drive are considered. Complex of technical decisions concerning hydraulic control system quality factor increasing consisting of: throttling control valves of unloaded construction, methodic of presses hydraulic control systems general arrangement on the basis of feeding valve blocks, distributions of power cylinders control hydraulic lines is given. Practical recommendations of presses hydraulic control systems rational designing and maintenance providing its quality factor increasing are revealed.

*Keywords: hydraulic press, valve, accumulator; control system, hydraulic line*