

УДК 621.979:681.587

**Корчак О. С., Коткова В. В.**

## **УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ СИЛОВИМИ ЦИЛІНДРАМИ АВТОМАТИЗОВАНИХ ГІДРОПРЕСОВИХ КОМПЛЕКСІВ ДЛЯ ЗАПОБІГАННЯ ЇХ РІДИННОМУ ГОЛОДУВАННЮ**

В гідравлічних системах керування обладнанням автоматизованих ковальських комплексів (АКК) виконавчими є силові гідроциліндри різного функціонального призначення, в яких сконцентровані значні об'єми робочої рідини [1]. Під час перехідних процесів, що мають місце в гідросистемах обладнання АКК при розгонах та гальмуванні рухомих мас, нерідкими є явища рідинного голодування силових циліндрів, які супроводжуються їх розрідженням, втратою рівномірності та плинності руху плунжерів, підсосом повітря зовні, внутрішніми витоками у поєднанні з коливаннями та гідроударами [2].

Досвід промислової експлуатації АКК показує, що для створення ефективних систем керування, у тому числі й процесом прискореного заповнення силових циліндрів, необхідно удосконалювати не тільки їх конструкцію та режим роботи складових елементів, а й змінювати принцип функціонування самих систем керування [3, 4].

Метою даної роботи є удосконалення систем керування силовими циліндрами для запобігання їх рідинному голодуванню шляхом аналізу основних причин виникнення цього явища в гідроциліндрах різного функціонального призначення з послідуною розробкою відповідних заходів його усунення.

Робочі циліндри мають найбільший об'єм серед гідроциліндрів обладнання АКК. Тому вони в найбільшій мірі піддаються рідинному голодуванню адже значний об'єм їх внутрішніх порожнин потребує деякий час для заповнення, що не завжди поєднується з вимогами швидкодії пресу, від якого очікують максимальну кількість ходів в одиницю часу [5].

Найбільш часто рідинне голодування робочих циліндрів виникає на ході наближення рухомої поперечини до поковки. При цьому цей етап машинного циклу АКК безпосередньо не пов'язаний з деформуванням заготовки, тому необхідно його здійснювати за якомога короткий час, величина якого знаходиться в залежності від тривалості заповнення робочих циліндрів пресу рідиною низького тиску, яка надходить в них від наповнювально-зливного баку. Запобігання рідинному голодуванню під час опускання рухомої поперечини до поковки здійснюють наступним методом, який умовно можна поділити на декілька етапів [6].

Спочатку визначають відповідні параметри гідролінії «робочий циліндр – зливний клапан – наповнювально-зливний бак» на базі креслень розводок трубопроводів за допомогою відповідних теоретичних залежностей. До цих параметрів у тому числі належать [7]:

- активна площа робочих циліндрів відповідної ступені зусиль;
- прохідний перетин наповнювально-зливних клапанів (НЗК);
- об'єм та тиск у наповнювально-зливному баці;
- довжина та розміри поперечного перетину основного зливного трубопроводу;
- величини коефіцієнтів місцевих гідравлічних опорів гідролінії.

НЗК максимально наближують до робочих циліндрів відповідних ступенів зусиль та зосереджують основну частку загального гідравлічного опору гідролінії «робочий циліндр – НЗК – наповнювально-зливний бак» на відповідному НЗК. Поточні значення швидкості та переміщення рухомої поперечини безперервно вимірюють засобами контролю системи автоматичного керування АКК [8].

Прохідний перетин  $f_{\text{НЗК}}$  НЗК визначають з урахуванням двох важливих факторів – швидкості опускання рухомої поперечини до поковки  $V_{xx}$  та швидкості течії робочої рідини  $V_p$  у прохідному перетині НЗК. Перший фактор ( $V_{xx}$ ) буде визначати швидкість роботи АКК, а другий ( $V_p$ ) – відсутність гідроударних та кавітаційних явищ. Обидва фактори у сукупності дадуть можливість визначити необхідний прохідний перетин  $f_{\text{НЗК}}$  НЗК для запобігання рідинному голодуванню робочих циліндрів на ході наближення рухомої поперечини до поковки. На рис. 1 і 2 показані криві залежності величини прохідного перетину  $f_{\text{НЗК}}$  НЗК від зусилля преса  $P_n$  для різних значень  $V_{xx}$  (рис. 1) та  $V_p$  (рис. 2) [9].

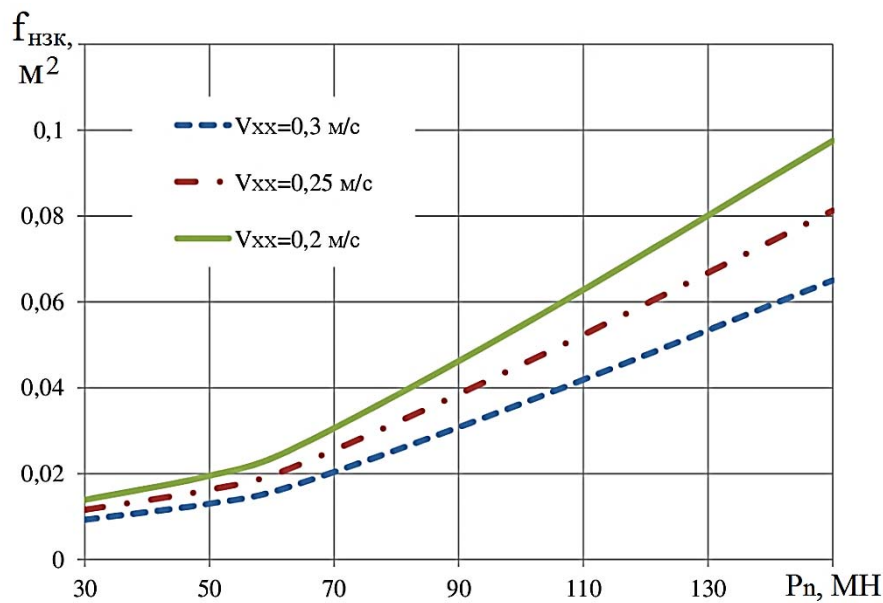


Рис. 1. Графік залежності величини прохідного перетину НЗК від зусилля гідравлічного преса при різних значеннях швидкості опускання рухомої поперечини до поковки

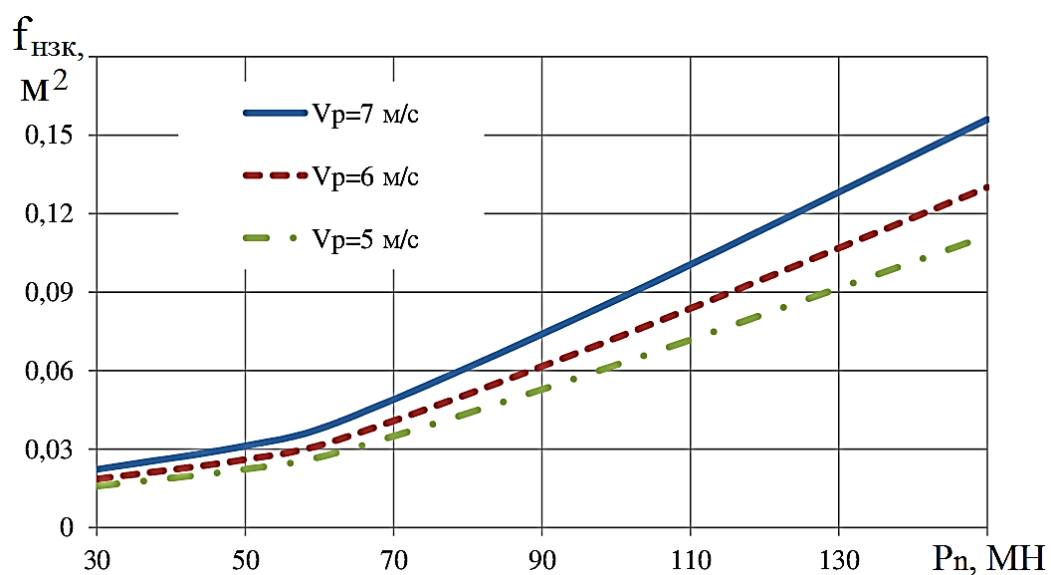


Рис. 2. Графік залежності величини прохідного перетину НЗК від зусилля гідравлічного преса при різних значеннях швидкості течії робочої рідини у прохідному перетині НЗК

Також для забезпечення відсутності рідинного голодування наповнювально-зливний бак повинен вміщувати достатні для здійснення машинного циклу об'єми рідини низького тиску – загальний об'єм  $W_{\sigma}$ , об'єм рідини для заповнення зворотних циліндрів  $W_{\sigma\kappa}$ , резервний об'єм для заповнення циліндрів допоміжних механізмів  $W_{\sigma p}$ , а також об'єм повітряної порожнини  $W_{\sigma\kappa}$  для створення пневмосистемою необхідного тиску рідини й демпфування коливальних явищ. На рис. 3 показані криві залежності величин об'ємів рідини низького тиску у наповнювально-зливному баці від зусилля преса  $P_n$ .

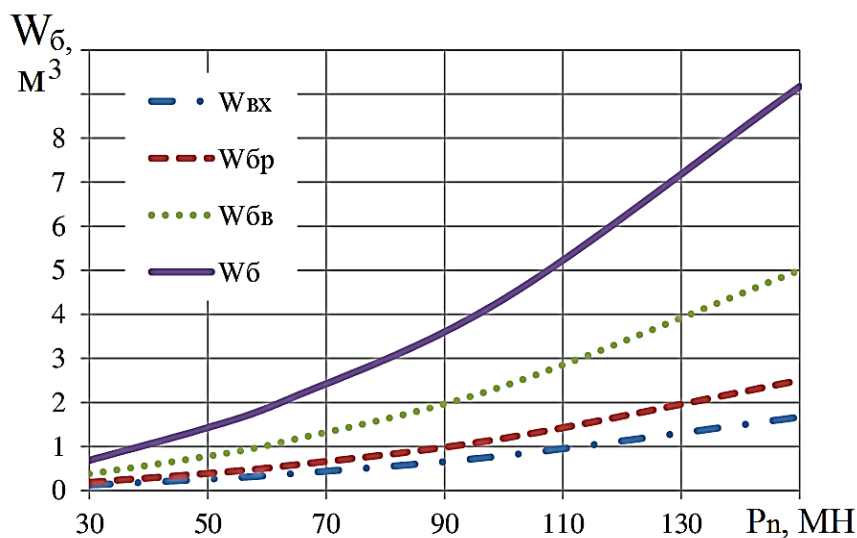


Рис. 3. Графік залежності величин об'ємів рідини низького тиску у наповнювально-зливному баці від зусилля преса

Для запобігання рідинному голодуванню силових циліндрів в системі автоматичного керування АКК програмно пов'язують наступні датчики [10]:

- тиску робочих циліндрів;
- тиску рідини у наповнювально-зливному баці;
- рівня рідини у наповнювально-зливному баці.

З цими ж датчиками в межах системи автоматичного керування програмно пов'язують засоби регулювання і контролю зливного клапана зворотних циліндрів. У відповідності до закладеного в систему автоматичного керування алгоритму постійно контролюють показники зазначених датчиків та порівнюють поточний тиск у робочих циліндрах з розрахунковим, визначеним у даний момент часу з урахуванням змінного гідравлічного опору зливного клапана зворотних циліндрів. У випадку зменшеної величини тиску у робочих циліндрах, системою автоматичного керування діють на засоби регулювання і контролю зливного клапана зворотних циліндрів, змінюючи його опір та час відкриття. Таким чином усувають можливість виникнення рідинного голодування силових циліндрів АКК.

Схема удосконаленої системи керування силовими циліндрами автоматизованих гідропресових комплексів для запобігання їх рідинному голодуванню наведена на рис. 4.

На схемі (рис. 4) введені наступні умовні позначення складових елементів [11]: 1 – циліндр робочий; 2 – колона напрямна; 3 – циліндр зворотний; 4 – розподільник клапанний робочих циліндрів; 5 – розподільник клапанний зворотних циліндрів; 6 – клапан-автомат; 7 – НЗК; 8 – розподільник двох клапанний; 9 – система запобіжно-переливна; 10 – бак наповнювально-зливний; 11 – колонка контролю рівня рідини; 12 – компенсатор гідроударів; 13 – клапан запобіжний; 14 – датчик тиску; 15 – клапан регулюючий; 16 – насос відцентровий; 17 – ресивер гідропневматичний; 18 – клапан зворотний.

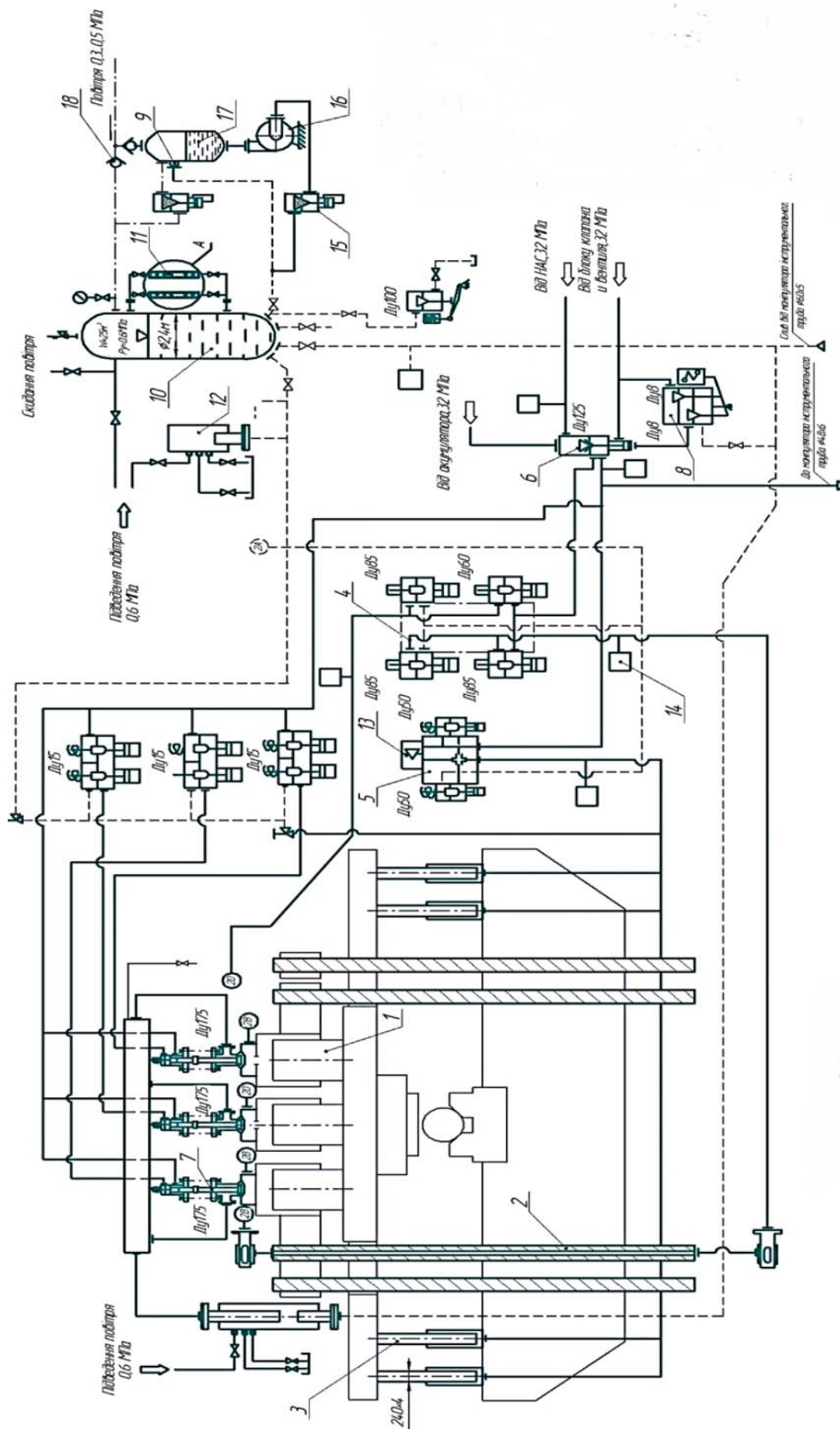


Рис. 4. Схема удосконаленої системи керування силовими циліндрами автоматизованих гідропресових комплексів для запобігання їх рідинному голодуванню

Запобігти зниженню тиску в наповнювально-зливному баці 10 (рис. 4) можна шляхом забезпечення незалежності роботи системи наповнення від коливань тиску повітря в цеховій магістралі. Для цього систему керування оснащують відцентровим насосом 16, живлення якого здійснюють від наповнювально-зливного бака 10 через регулюючий клапан 15, та гідропневматичним ресивером 17. Пневматичну порожнину ресивера 17 через зворотний клапан 18 з'єднано з цеховою магістраллю подачі стиснутого повітря та з пневматичною порожниною наповнювально-зливного бака 10. Відцентровий насос 16 нагнітає рідину під тиском 0,7...1,0 МПа в ресивер 17, де вона акумулюється та сприяє підвищенню тиску в його пневматичній порожнині до того ж рівня. При здійсненні пресом ходу наближення відбувається підвищення тиску в наповнювально-зливному баці 10 застосуванням відцентрового насосу 16, забезпечуючи, таким чином, незалежність роботи системи наповнення від коливань тиску повітря в цеховій магістралі.

### ВИСНОВКИ

Рідинне голодування виникає внаслідок невідповідності компоновки системи керування силовими циліндрами режимам роботи виконавчих механізмів АКК. Для запобігання рідинному голодуванню силових циліндрів в систему автоматичного керування пресом закладають алгоритм, відповідно до якого постійно контролюють показники датчиків системи керування та порівнюють поточний тиск у робочих циліндрах з розрахунковим, визначеним у даний момент часу з урахуванням змінного гідравлічного опору зливного клапана зворотних циліндрів. При цьому доцільним є виключення можливості падіння рівня тиску в системі наповнення шляхом внесення змін в конструкцію та принцип дії системи керування пресом.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. *The open-die forging industry associated with the German Steel Institute VDEh / M. Franzke, S. Sheikhi, R. Rech, G. Hirt and other // Proceedings of the 17-th International forge masters meeting (IFM 2008), Santander, Spain, 3–7 November. – 2008. – P. 12–20.*
2. *Vullo V. Circular Cylinders and Pressure Vessels : Stress Analysis and Design. – Switzerland: Springer International Publishing, 2014. – 409 p.*
3. *Cechura M. Convectional versus multiple operating press / M. Cechura, Z. Chval // Kovarenstvi. – Brno, 2013. – Vol. 17. – P. 67–70.*
4. *Корчак Е. С. Разработка системы ускоренного заполнения рабочих цилиндров гидравлических пресов жидкостью низкого давления / Е. С. Корчак // Заготовительные производства в машиностроении. – М. : Машиностроение, 2011. – № 7. – С. 26–28.*
5. *Korchak E. S. Stressed-and-deformed state analysis of bottom part of high-pressure hydraulic cylinder body / E. S. Korchak, A. V. Sereda // Proceedings of the 14th International Conference “Research and Development in Mechanical Industry” RaDMI 2014, 18–21 September 2014, Topola, Serbia. – Vol. 1. – P. 250–252.*
6. *Корчак О. С. Розвиток методів запобігання рідинному голодуванню силових циліндрів автоматизованих гідропресових комплексів / О. С. Корчак, В. В. Коткова // Вісник ДДМА. – 2018. – № 1 (43) – С. 128–132.*
7. *Hydraulic components for industrial applications. Part 6: Hydraulic cylinders. – REXROTH Bosch Group, 2003. – 528 p.*
8. *Пат. 116016 України, МПК В30В15/00. Система керування ходом наближення гідравлічного преса підвищеної ефективності / Корчак О.С. ; заявник та патентовласник Донбаська державна машинобудівна академія (ДДМА). – № u201609742 ; заявл. 21.09.2016 ; опубл. 10.05.2017, Бюл. № 9.*
9. *Пат. 117735 України, МПК В30В15/00. Система наповнення та зливу гідравлічного преса / Корчак О. С. ; заявник та патентовласник Донбаська державна машинобудівна академія (ДДМА). – № u201613465 ; заявл. 27.12.2016 ; опубл. 10.07.2017, Бюл. № 13.*
10. *Пат. 116202 України, МПК В30В15/00, В30В15/16. Спосіб прискореного заповнення робочих циліндрів гідравлічного преса рідиною низького тиску на ході наближення рухомої поперечини до поковки / Корчак О. С. ; заявник та патентовласник Донбаська державна машинобудівна академія (ДДМА). – № u201612118 ; заявл. 29.11.2016 ; опубл. 10.05.2017, Бюл. № 9.*
11. *Пат. 52246 України, МПК В21В15/00. Система керування пресом з використанням бака наповнення / Корчак О. С. ; заявник та патентовласник Донбаська державна машинобудівна академія (ДДМА). – № u200913099 ; заявл. 16.12.2009 ; опубл. 25.08.2010, Бюл. № 16.*

Стаття надійшла до редакції 12.05.2019 р.