

## **ВИЗНАЧЕННЯ ЗОНИ НЕЧУТЛИВОСТІ ЗВОРОТНЬО-ЗАПОБІЖНОГО КЛАПАНА ДО КОЛИВАНЬ ТИСКУ В ВИКОНАВЧОМУ ГІДРОЦИЛІНДРІ**

Вінницький національний технічний університет

### **Анотація**

*Запропоновано метод визначення зони нечутливості зворотньо-запобіжного клапана до коливань тиску у виконавчому гідроциліндрі системи дистанційного керування частотою обертання клинопасового варіатора приводу молотильного барабана зернозбирального комбайна.*

**Ключові слова:** зворотньо-запобіжний клапан, тиск, система керування, зона нечутливості, коливання, еластичний запірний орган.

### **Abstract**

*The method is proposed for determining the dead zone of the back-pressure valve to pressure fluctuations in the actuating cylinder of the remote control system of the speed of the V-belt variator for the threshing drum of a combine harvester..*

**Keywords:** safety valve, pressure, control system, dead band, vibrations, elastic shut-off element.

### **Вступ**

В деяких системах гідроавтоматики успішно використовуються регулюючі гідроагрегати, конструкція яких побудована на нетрадиційних складових, а саме, на використанні в якості запорно-регулюючого органу еластичних елементів. Одним із прикладів є система дистанційного керування частотою обертання клинопасового варіатора приводу молотильного барабана зернозбирального комбайна, в якій використовується зворотньо-запобіжний клапан (ЗЗК). Особливості функціонування ЗЗК в такій системі вимагає від його технічних характеристик, крім традиційних – герметичність, статична точність, швидкодія, ще і специфічні, наприклад, нечутливість, в певних межах, до коливань тиску у виконавчому гідроциліндрі.

Метою роботи є розроблення методики визначення зони нечутливості ЗЗК до коливань тиску у виконавчому гідроциліндрі.

### **Результати дослідження**

ЗЗК в системі регулювання функціонує в трьох режимах: ЗЗК повинен забезпечувати максимально ступінь герметичності порожнини гідроциліндра при сталому передаточному відношенні варіатора, що забезпечує незмінність його значення; в режимі зміни передаточного відношення варіатора, у випадку коли виконавчий гідроциліндр активний, ЗЗК працює в ролі зворотнього клапана (при цьому забезпечується вільний прохід робочої рідини в порожнину гідроциліндра), а також у ролі запобіжного клапана, у випадку коли виконавчий гідроциліндр пасивний (при цьому режимі ЗЗК створює опір руху штока гідроциліндра за рахунок перепаду тиску, налаштованого пружиною). Також має місце специфічний режим роботи ЗЗК, який пов'язаний із його "нечутливістю" до коливань тиску в порожнині виконавчого гідроциліндра. Причина виникнення таких коливань пов'язана із жорстким контактом штока гідроциліндра з рухомим шківом варіатора, торець якого при обертанні, внаслідок геометричних неточностей, що виникли при виготовленні, має торцеве биття. Ні одна із традиційних конструкцій ЗЗК, де герметичність забезпечується безпосереднім контактом металевих деталей спряження "затвор-сідло" не може забезпечити таку функцію.

Поставлена задача вирішувалась математичним моделюванням с подальшим розв'язком в середовищі Matlab-Simulink. Розробка математичної моделі гідравлічного контуру в складі виконавчого гідроциліндра та ЗЗК розроблялась згідно розрахункової моделі, представленої на рис.1.

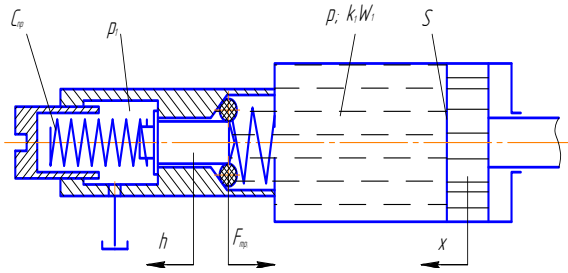


Рис. 1. Розрахункова схема гідравлічного клапана

Так як ЗЗК має певні конструкторські відмінності від традиційних зразків клапанної гідроапаратури, то при його математичному моделюванні виникає необхідність введення нових складових диференціальних рівнянь в його математичному описі, причому вони виражаються суттєво нелінійними залежностями. Так на рис. 2 в, г представлені залежності, відповідно, площі робочого вікна  $f_{вк}$  клапана та сили тертя  $F_{тр.з}$  від переміщення  $h$  затвору. Зазначені залежності підпадають під типові за назвою «зона нечутливості».

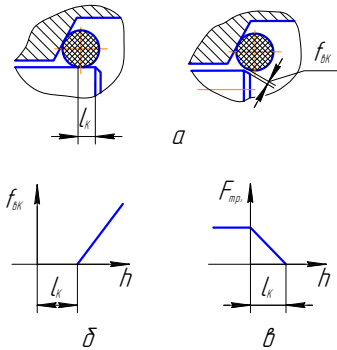


Рис. 2. Елементи розрахункової схеми зворотно-запобіжного контуру з зворотно-запобіжним клапаном:  
а – схема затвора в закритому та відкритому стані; б - залежність площі робочого вікна від переміщення затвора;  
в - залежність сили тертя між затвором та еластичним ЗО

Загалом математична модель гідравлічного контуру із ЗЗК має наступний вигляд.

$$m_3 \frac{d^2 h}{dt^2} + \beta_3 \frac{dh}{dt} + c_{np}(h_0 + h) = f_3 \cdot p - F_{mp.з}$$

$$S \cdot \frac{dX}{dt} = B_{кл} \cdot f_{вк} \sqrt{p - p_1} + k_1 \cdot W_1 \cdot \frac{dp}{dt} + f_3 \cdot \frac{dh}{dt} S,$$

$$F_{mp.з} = \begin{cases} f_{тр.з} \cdot \pi \cdot d \cdot (l_k - h) + \frac{T}{\tan \alpha} \cdot \text{sign} \frac{dh}{dt}, & \text{при } h \leq l_k \\ 0, & \text{при } h > l_k \end{cases} \quad (1)$$

$$f_{вк} = \begin{cases} B_{кл} \cdot \pi \cdot d \cdot (h - l_k), & \text{при } h > l_k; \\ 0, & \text{при } h \leq l_k \end{cases}$$

$$X = A_d \cdot \sin \omega t$$

В наведених рівняннях використовуються наступні позначення:  $m_z$  - маса затвора;  $h$  - координата положення затвора;  $\beta_z$  - коефіцієнт в'язкого тертя;  $c_{np}$  - жорсткість пружини;  $h_0$  - величина попередньої деформації пружини;  $f_3$  - площа поперечного претину затвора;  $p$  - тиск на вході ЗЗК;  $F_{тр,з}$  - сила тертя між ЕЗО та затвором;  $S; X$  - площа торця поршня та координата його переміщення;  $B_{кл}$  - постійний коефіцієнт робочого вікна клапана;  $f_{вк}$  - площа робочого вікна клапана;  $p_1$  - тиск в зливній магістралі;  $k_r$  - коефіцієнт стиснення робочої рідини;  $W_1$  - об'єм вхідної магістралі ЗЗК.

В результаті проведених досліджень отримані діаграми розташування областей нечутливості ЗЗК до коливань тиску у порожнині виконавчого гідроциліндра в координатах "амплітуда  $A_\theta$  торцевого биття шківів – об'єм порожнини гідроциліндра" та "амплітуда  $A_\theta$  торцевого биття шківів – перекриття  $l_k$  затвора ЗЗК", які представлені на рис. 3.

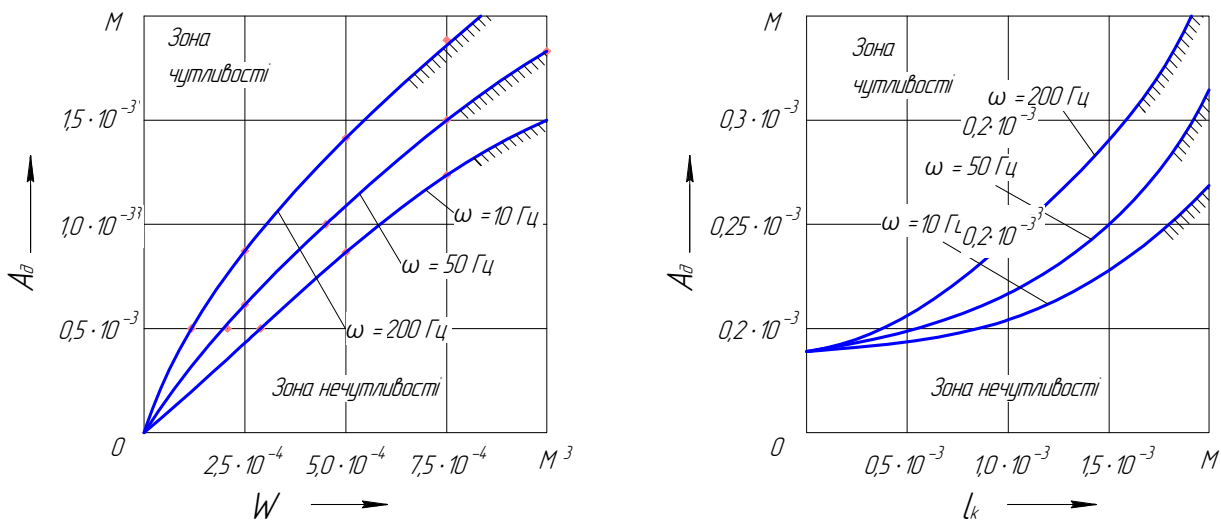


Рис. 3. Области нечутливості ЗЗК до коливань тиску в гідроциліндрі

### Висновки

Встановлено, що запропонований підхід дозволяє визначити області нечутливості зворотньо-запобіжного клапана до коливань тиску в порожнині виконавчого гідроциліндра системи дистанційного керування передаточним відношенням клинопасового варіатора привода молотильного барабана зернозбирального комбайна.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Пурдик В.П. Динаміка системи дистанційного керування клинопасовим варіатором молотильного барабана зернозбирального комбайна в режимі регулювання. Дис. канд. техн. наук 050202, М., 1986. — 2008 с.

**Пурдик Віктор Петрович** — канд. техн. наук, доцент кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет

**Роїк Владислав Васильович** – студент групи ІПМ-18м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

**Романюк Андрій Сергійович** - студент групи ІПМ-18м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

**Purdyk Victor P.** — Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor, Assistant Professor of the Department of Technology and Automation of Mechanical Engineer, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

**Rojk Wladislaw W.** – Student of the Faculty of Mechanical Engineering and Transport

**Romanjuk Andriy S.** - Student of the Faculty of Mechanical Engineering and Transport