

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 запорний орган.

Abstract

The method of determining the zone of the insecurity of the reverse-protective valve for the pressure variations in the executive hydraulic cylinder of the remote control system is proposed. The speed of the crank-propulsion variator of the threshing drum drive of the combine harvester is proposed.

Keywords: back safety valve pressure control system, insensitivity, fluctuation, elastic shut-off body.

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 контура в складі виконавчого гідроциліндра та ЗЗК розроблялась згідно розрахункової моделі, представлена на рис.1.

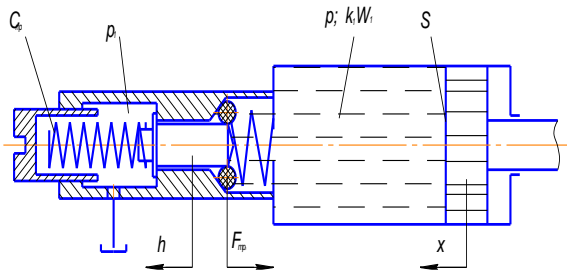


Рис. 1 - Розрахункова схема гідралічного контура з зворотньо-запобіжним клапаном

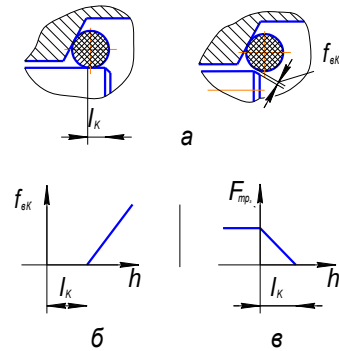


Рис.2 – Елементи розрахункової схеми зворотньо-запобіжного клапана: а – схема затвора в закритому та відкритому стані; б - залежність площі робочого вікна від переміщення затвора; в - залежність сили тертя між затвором та еластичним ЗО

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 затвора. Зазначені залежності підпадають під типові за назвою «зона нечутливості».

Загалом математична модель гідралічного контура із ЗЗК має наступний вигляд.

$$m_з \frac{d^2 h}{dt^2} + \beta_з \frac{dh}{dt} + cnp(h_0 + h) = f_з \cdot p - F_{тр.з}$$

$$S \cdot \frac{dX}{dt} = V_{кл} \cdot f_{вк} \sqrt{(p - p_1)} + k_1 \cdot W_1 \cdot \frac{dp}{dt} + f_з \cdot \frac{dh}{dt} S,$$

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

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

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

В наведених рівняннях використовуються наступні позначення: $m_з$ - маса затвора; h - координата положення затвора; $\beta_з$ -коefficient в'язкого тертя; cnp - жорсткість пружини; h_0 - величина попередньої деформації пружини; $f_з$ - 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; $V_{кл}$ – постійний coefficient робочого вікна клапана; $f_{вк}$ - площа робочого вікна клапана; p_1 - тиск в зливній магістралі; k_1 - coefficient стиснення робочої рідини; W_1 - об'єм входньої магістралі ЗЗК

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

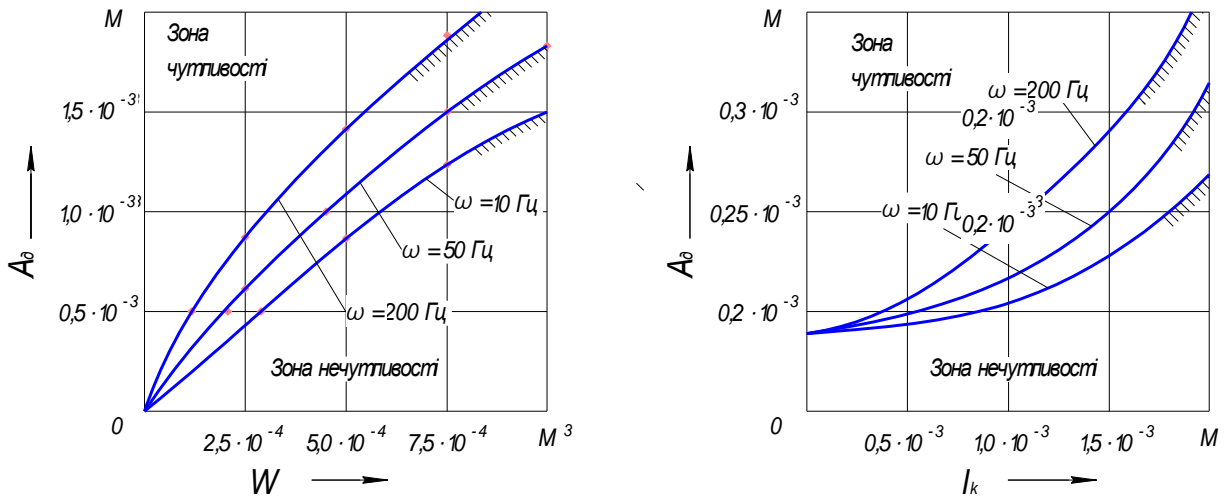


Рис. 3 – Области нечутливості ЗЗК до коливань тиску в гідроциліндрі

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

Purdyk Victor P. — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of , Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia