



УКРАЇНА

(19) UA (11) 27615 (13) U

(51) МПК (2006)

B21J 9/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ КОЛИВАНЬ ТИСКУ У ЗЛИВНОМУ ТРУБОПРОВОДІ ПРИ РОЗВАНТАЖЕННІ РОБОЧИХ ЦИЛІНДРІВ ГІДРАВЛІЧНИХ ПРЕСІВ ВІД ТИСКУ

1

2

(21) u200706632

(22) 13.06.2007

(24) 12.11.2007

(72) КОРЧАК ОЛЕНА СЕРГІЇВНА, UA

(73) ДОНБАСЬКА ДЕРЖАВНА МАШИНОБУДІВНА
АКАДЕМІЯ, UA

(56)

(57) Спосіб визначення коливань тиску у зливному трубопроводі при розвантаженні робочих циліндрів гідралічних пресів від тиску, що включає визначення коливань двомасової системи по переміщенню пружного елемента в процесі його динамічного навантаження, при цьому коливання здійснюються з опором переміщенню, пропорційним швидкості пружного елемента, який відрізняється тим, що визначають переміщення S_1 стовпа рідини, що виходить із робочого циліндра і надходить до зливного трубопроводу, після чого визначають відповідні переміщенню S_1 коливання S_2 пружного стовпа рідини масою m_{cl} , що знаходиться у зливному трубопроводі, а з урахуванням переміщень S_1 і S_2 визначають величину коливань тиску в цьому трубопроводі, при цьому визначення параметрів коливання здійснюється у відповідності з наступними залежностями:

$$S_1 = -\frac{W_{cl}}{E_{cl}} \cdot \frac{t}{f_{mp}} \cdot \frac{dp_{cl}}{dt},$$

$$\frac{d^2 S_2}{dt^2} + 2 \cdot h \cdot \frac{dS_2}{dt} + \omega^2 \cdot (S_2 - S_1) = \frac{f_{mp}}{m_{3l}} \cdot p_{\delta},$$

$$P_{cl} = \frac{k_p}{f_{mp}} \cdot (S_1 - S_2),$$

де S_1 - переміщення стовпа рідини, що виходить із робочого циліндра, м;

S_2 - переміщення стовпа рідини, що знаходиться у зливному трубопроводі, м;

W_{cl} - об'єм робочого циліндра, м³;

$\frac{dp_{cl}}{dt}$ - швидкість зміни тиску у робочому циліндрі, Па/с;

E_{cl} - приведений модуль пружності рідини та металу циліндра, МПа;

p_{δ} - тиск у наповнювально-зливному баці, МПа;

k_p - лінійна жорсткість стовпа рідини, Н/м;

m_{3l} - маса пружного стовпа рідини, що знаходиться у зливному трубопроводі, кг;

$\frac{dS_2}{dt}$ - швидкість переміщення стовпа рідини, що знаходиться у зливному трубопроводі, м/с;

$\frac{d^2 S_2}{dt^2}$ - прискорення, з яким рухається стовп рідини, що знаходиться у зливному трубопроводі, м/с²;

f_{mp} - площа прохідного перерізу зливного трубопровода, мм²;

h, ω - параметри коливальної системи, с⁻¹;

t - поточне значення часу, с;

P_{3l} - тиск у зливному трубопроводі, МПа;

p_{cl} - тиск у робочому циліндрі, МПа.

Корисна модель відноситься до галузі машинобудування, а саме до обробки матеріалів тиском і може знайти застосування для визначення коливань тиску у зливному трубопроводі при розвантаженні робочих циліндрів гідралічних пресів від тиску.

У сучасній практиці дослідження динаміки приводів гідралічних пресів використовуються різні способи визначення коливань тиску у трубопроводах.

Відомий спосіб визначення коливань у трубопроводах пресів, які постачено

(13) U

(11) 27615

(19) UA

компенсатором гідроударів, [1], в основу якого покладено теорію хвильових процесів. У способі [2] ударні коливання в трубопроводі визначаються графічним методом.

Відомий також спосіб визначення гідралічного удару [3], який виникає у зливній магістралі преса. Цей аналіз проводиться на базі ланцюгових рівнянь Л. Алієві, які було отримано із загальних диференціальних рівнянь нествановленого руху з урахуванням пружності рідини та жорсткості стінок труби.

Однак спроби використання цих способів для визначення коливань тиску у зливному трубопроводі при розвантаженні робочих циліндрів гідралічних пресів від тиску не дають бажаного результату через відсутність урахування таких параметрів, як інерційність стовпа рідини, зміна опору регулюючого клапана під час його відкриття, характеристика клапана.

Відомий також, обраний як прототип, спосіб визначення навантаження пружного елемента [4]. Суть цього способу полягає в тому, що зміна динамічного навантаження пружного елемента описується диференціальними рівняннями коливань двохмасової системи. При цьому опір переміщенню пропорційний квадрату швидкості.

Загальними суттєвими ознаками відомого і способу, що заявляється, є визначення коливань двохмасової системи по переміщенню пружного елемента в процесі його динамічного навантаження, при цьому коливання здійснюються з опором переміщенню, пропорційним швидкості пружного елемента.

Для цього способу опису коливань характерною є значна неточність у визначенні динамічного навантаження пружного елемента, такого як стовп рідини, що не дозволяє провести доскональний аналіз процесів, що мають місце у зливному трубопроводі при розвантаженні робочих циліндрів гідралічних пресів від тиску.

В основу корисної моделі поставлена задача: забезпечення точності визначення динамічного навантаження стовпа рідини для проведення досконального аналізу процесів, що мають місце у зливному трубопроводі при розвантаженні робочих циліндрів гідралічних пресів від тиску, шляхом удосконалення способу визначення параметрів коливальних процесів.

Поставлена задача вирішується тим, що визначають переміщення S_1 стовпа рідини, що виходить із робочого циліндра і надходить до зливного трубопроводу, після чого визначають відповідні переміщенню S_1 коливання S_2 пружного стовпа рідини масою $m_{сл}$, що знаходиться у зливному трубопроводі, а з урахуванням переміщень S_1 і S_2 визначають величину коливань тиску в цьому трубопроводі, при цьому визначення параметрів коливання здійснюється у відповідності з наступними залежностями:

$$S_1 = -\frac{W_{ц}}{E_{ц}} \cdot \frac{t}{f_{мп}} \cdot \frac{dp_{ц}}{dt},$$

$$\frac{d^2 S_2}{dt^2} + 2 \cdot h \cdot \frac{dS_2}{dt} + \omega^2 \cdot (S_2 - S_1) = \frac{f_{мп}}{m_{сл}} \cdot p_{\delta},$$

$$P_{сл} = \frac{k_p}{f_{мп}} \cdot (S_1 - S_2)$$

де S_1 - переміщення стовпа рідини, що виходить із робочого циліндра, м;

S_2 - переміщення стовпа рідини, що знаходиться у зливному трубопроводі, м;

$W_{ц}$ - об'єм робочого циліндра, м³;

$\frac{dp_{ц}}{dt}$ - швидкість зміни тиску у робочому циліндрі, Па/с;

$E_{ц}$ - приведений модуль пружності рідини та металу циліндра, МПа;

p_{δ} - тиск у наповнювально-зливному баці, МПа;

k_p - лінійна жорсткість стовпа рідини, Н/м;

$m_{сл}$ - маса пружного стовпа рідини, що знаходиться у зливному трубопроводі, кг;

$\frac{dS_2}{dt}$ - швидкість переміщення стовпа рідини, що знаходиться у зливному трубопроводі, м/с;

$\frac{d^2 S_2}{dt^2}$ - прискорення, з яким рухається стовпа рідини, що знаходиться у зливному трубопроводі, м/с²;

$f_{мп}$ - площа прохідного перетину зливного трубопровода, мм²;

h, ω - параметри коливальної системи, с⁻¹;

t - поточне значення часу, с;

$P_{сл}$ - тиск у зливному трубопроводі, МПа;

$P_{ц}$ - тиск у робочому циліндрі, МПа.

За рахунок визначення коливань тиску у зливному трубопроводі при розвантаженні робочих циліндрів гідралічних пресів від тиску шляхом визначення переміщення стовпа рідини, що виходить із робочого циліндра, коливань пружного стовпа рідини, що знаходиться у зливному трубопроводі, та величини коливань тиску в цьому трубопроводі забезпечується підвищення точності визначення динамічного навантаження стовпа рідини, і, як наслідок, - проводиться доскональний аналіз процесів, що мають місце у зливному трубопроводі при розвантаженні робочих циліндрів гідралічних пресів від тиску.

Запропонований спосіб здійснюється таким чином.

Рідина в робочому циліндрі після робочого ходу - це стиснута пружина, яка утримується у стиснутому стані зливним клапаном. Між цим клапаном та наповнювально-зливним баком розташований стовп рідини масою $m_{сл}$, що має

лінійну жорсткість k_p .

Після відкриття зливного клапана пружина, розтискуючись, вдаряє у стовп рідини масою m_{cl} . Виникають коливання тиску у зливному трубопроводі. При цьому у зливну магістраль із робочого циліндра проривається не тиск, а витрата рідини, яка і призводить до коливань в цієї магістралі. Увесь тиск у циліндрі падає на зливному клапані.

Переміщення S_1 стовпа рідини, що виходить із робочих циліндрів, визначається наступним співвідношенням

$$S_1 = -\frac{W_{cl}}{E_{cl}} \cdot \frac{t}{f_{mp}} \cdot \frac{dp_{cl}}{dt} \quad (1)$$

Значення поточної величини тиску у робочих циліндрах пресу під час розвантаження P_{cl} можна визначити залежністю [5]

$$\frac{d^2 p_{cl}}{dt^2} = 0,5 \cdot \rho \cdot \frac{W_{cl}}{E_{cl} \cdot f_{mp} \cdot L} \cdot \zeta_{kmin} \cdot \left[1 + \alpha \cdot \left(\frac{1}{t_{отк}^{2n}} - 1 \right) \right] \cdot \left(\frac{dp_{cl}}{dt} \right)^2 + \frac{(p_{\delta} - p_{cl}) \cdot E_{cl} \cdot f_{mp}}{W_{cl} \cdot \rho \cdot L} \quad (2)$$

де L - приведена до площі плунжеру робочого циліндра довжина трубопроводу, м;

ρ - щільність робочої рідини, $кг/м^3$;

ζ_{kmin} - коефіцієнт гідравлічного опору повністю відкритого наповнювально-зливного клапана;

$t_{отк}$ - час відкриття наповнювально-зливного клапана, с;

n - показник виду конструктивної характеристики наповнювально-зливного клапана;

α - коефіцієнт якості гідросистеми, тобто частка гідравлічного опору наповнювально-зливного клапана у загальному опорі зливної магістралі.

Переміщення S_1 стискує пружину та призводить до коливань маси m_{cl} . Коливання S_2 пружного стовпа рідини масою m_{cl} , що знаходиться у зливному трубопроводі, визначається у відповідності з залежністю

$$\frac{d^2 S_2}{dt^2} + 2 \cdot h \cdot \frac{dS_2}{dt} + \omega^2 \cdot (S_2 - S_1) = \frac{f_{mp}}{m_{cl}} \cdot p_{\delta} \quad (3)$$

При цьому величина коливань тиску в зливному трубопроводі визначається по наведеній формулі

$$P_{cl} = \frac{k_p}{f_{mp}} \cdot (S_1 - S_2) \quad (4)$$

При підстановці відповідних параметрів у наведені залежності (1)-(4) визначається характер та чисельні значення коливань тиску у зливному трубопроводі при розвантаженні робочих циліндрів гідравлічних пресів від тиску в залежності від часу t .

Залежності (2) та (3) аналітично не розв'язуються. Це здійснюється одним з чисельних

методів, наприклад методами Рунне-Кута, Ейлера тощо.

При дотриманні всіх перелічених вище умов забезпечується підвищення точності визначення динамічного навантаження стовпа рідини, і, як наслідок, - проводиться досконалий аналіз процесів, що мають місце у зливному трубопроводі при розвантаженні робочих циліндрів гідравлічних пресів від тиску.

Джерела інформації

1. Синицкий В.М. Волновые процессы в трубопроводах прессов, оснащенных компенсатором гидроударов/ Кузнечно-штамповочное производство, 1995, №9. - С.22-24.

2. Добринский Н.С., Лыжников Е.И. Гидравлический удар в трубопроводе распределитель - рабочий цилиндр ковочного пресса/ Кузнечно-штамповочное производство, 1972, №11. - С.32-34.

3. Лыжников Е.И., Сафонов В.И. Анализ гидравлического удара, возникающего в сливной магистрали пресса/ Кузнечно-штамповочное производство, 1980, №9. - С.19-21.

4. Комаров М.С. Динамика механизмов и машин. М.: Машиностроение, 1969, с.172-175.

5. Патент 20181 Україна, В21Л 9/02. Спосіб розвантаження робочих циліндрів гідравлічних пресів від тиску/ О.М. Шинкаренко, О.С Корчак (Україна). - №u200607679, Заяв. 10.07.2006, Опубл. 15.01.2007, Бюл. №1.