

ДВОРІВНЕВІ ЕЛАСТОМІРНІ КОМПЕНСАТОРИ СИСТЕМИ «ПРЕС-ШТАМП»

ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет», м. Маріуполь

Анотація

Розглянуто сили, що діють на двошаровий еластомерний компенсатор системи "прес-штамп". Показано раціональність впровадження додаткової ланки - конектору, який забезпечує принципи паралельного перенесення сил і зменшує похибки у системі "прес-штамп" при асиметричному навантаженні повзуна. Запропоновано узагальнений метод розрахунку двошарових компенсаторів із конектором.

Ключові слова: прес-штамп, похибка, листове штампування, асиметричне навантаження, повзун.

В процесі розробки принципу дії компенсатора, що забезпечує паралельне перенесення сили реакції центру тиску штамп, був проаналізований характер напружено-деформованого стану одинарного еластомерного пружного елемента довільного перетину. Додавання стискаючої сили викличе деформацію еластомеру, що призведе до появи рівних, співвісних стискаючим, сил пружності, що прагнуть повернути його в початковий стан. Можна вважати, що дана конструкція знаходиться в стані стійкої рівноваги незалежно від величини і ексцентриситету позацентрального навантаження [1] до досягнення максимальних напружень в перерізі еластомеру, що припустимі для обраного матеріалу.

Аналіз характеру НДС одинарного еластомерного пружного елемента, замкнутого між двома абсолютно жорсткими паралельними плитами, при прикладанні стискаючих сил в характерних точках його горизонтального перетину, дозволяє зробити наступні висновки: 1. При прикладанні стискаючих сил в межах ядра перетину, площа кожного еластомерного елемента, що сприймає розподілене навантаження, не змінюється і відповідає його загальній площі. 2. Зміна напрямку вектора стискаючої сили залежить від її величини. 3. Позацентрово стиснений еластомерний елемент, в даній конструкції, має властивість заломлювати вектор прикладеної стискаючої сили на кут, рівний куту між двома абсолютно жорсткими плитами. 4. Площиною заломлення вектора позацентрального навантаження в даній конструкції є площина, на якій лежить бісектриса кута між двома абсолютно жорсткими плитами, що обмежують еластомерний елемент.

На підставі аналізу НДС позацентрово навантаженого одинарного еластомерного елемента, обмеженого двома абсолютно жорсткими плитами, можна припустити, що паралельний перенос вектору технологічної сили в точку центру тиску штамп може бути реалізований за допомогою конектору – проміжної плити дворівневого еластомерного компенсатору, що передає розподілене навантаження між несучими площинами еластомерних елементів.

При збігу напрямків векторів сили пружності верхнього і нижнього еластомерних елементів в точці, що лежить в середньому перетині проміжної плити, компенсація позацентрального навантаження, прикладеного до однієї з зовнішніх плит, відбувається без появи паразитних обертаючих моментів на зовнішніх плитах. Результати даного теоретичного дослідження повністю підтверджуються методами натурального і математичного моделювання. На підставі літературного огляду та патентного пошуку можна зробити висновок, що теоретичне обґрунтування можливості паралельного перенесення вектору сили зроблено вперше.

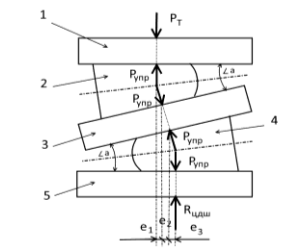
Порядок розрахунку дворівневого еластомерного компенсатору може передбачати наступні етапи: 1) побудова розрахункової схеми (рис. 1); 2) визначення розмірів перетину заданого типу; 3) визначення робочого кута нахилу конектору; 4) визначення висоти конектору (для варіанту 1) або еластомерного елемента (для варіанту 2); 5) визначення відносного монтажного зміщення між центрами ваги верхнього і нижнього еластомерних елементів.

Після виконання всіх необхідних перетворень та підстановок отримані залежності для визначення сумарного ексцентриситету, що компенсується при обраній розрахунковій схемі:

$$e_{\Sigma} = \frac{H_0 \cdot \varepsilon_{\text{дон}}}{l_x} \cdot \left(\frac{H_0 \cdot P}{F \cdot E} \left(1 + \frac{x_p^2 \cdot F}{I_y} \right) + H_K \right); \quad (1)$$

$$e_{\Sigma} = \frac{H_0^2 \cdot P \cdot \varepsilon_{\text{дон}}}{F \cdot E \cdot I_y \cdot l_x} (I_y + F \cdot x_p^2) + \frac{H_0 \cdot H_K \cdot \varepsilon_{\text{дон}}}{l_x}, \quad (2)$$

де H_0 і H_K – висота еластомірного елемента до стиснення і конектору відповідно; $\varepsilon_{\text{дон}}$ – допустимий коефіцієнт деформації; l_x – габаритний розмір еластомірного елемента у точці прикладання сили P ; F і E – площа перетину і модуль Юнга матеріалу еластомірного елемента; x_p – координата точки прикладання навантаження; I_y – осьовий момент інерції перетину еластомірного елемента.



1, 5 – зовнішні абсолютно жорсткі плити;
2, 4 – дзеркально розгорнуті еластомірні пружні елементи; 3 – конектор, буквами позначені: α – кут повороту між обмежувачими плитами та конектором, P_T – технологічна сила; $P_{\text{упр}}$ – сила пружності; $R_{\text{цдш}}$ – реакція центру тиску штамп; e_1, e_3 – ексцентриситет, що компенсується еластомірними елементами; e_2 – ексцентриситет, що компенсується конектором

Рисунок – Схема паралельного перенесення вектору сили у конструкції дворівневого компенсатору позacentрового навантаження

Взаємне розташування однакових еластомірних елементів дворівневого компенсатору по осі X на вигляді зверху визначається одним зі способів: а) відстанню між їх центрами тяжіння по вісі X : $c_x = 2 \cdot x_p + e_{\Sigma}$; б) зовнішніми габаритами їх проєкцій: $L_x = 2 \cdot (x_p + a_x) + e_{\Sigma}$, де a_x – відстань від центра ваги перерізу еластоміру до його нестисливого краю, тобто, до нейтральної лінії. Для простих перерізів: а) квадратних елементів: $c_x = (b/3) + e_{\Sigma}$; $L_x = (b/3) + e_{\Sigma}$, де b – габаритна сторона квадратного елемента; б) для однакових круглих елементів: $c_x = (D/8) + e_{\Sigma}$; $L_x = (D/4) + e_{\Sigma}$, де D – габаритний діаметр еластомірного елемента.

Як видно з наведеної методики розрахунку, вона дозволяє отримати основні конструктивні параметри дворівневого еластомірного компенсатору зміщення центру тиску штамп щодо вектора технологічного навантаження завдяки реалізації принципу паралельного перенесення вектору сили. Запропонована методика розроблена вперше та не вимагає складних обчислень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1 Z. Chval, M. Cechura. Optimization of Power Transmission on Mechanical Forging Presses. *Procedia Engineering*, 2014, 69, pp. 890–896

Глазко Владислав Володимирович, аспірант, ДВНЗ «ПДТУ», м. Маріуполь
Кухар Володимир Валентинович, д-р. техн. наук, проф., завідувач кафедри ОМТ, ДВНЗ «ПДТУ», м. Маріуполь, kvv.maripol@gmail.com.

TWO-LEVEL ELASTOMERIC COMPENSATOR FOR THE "PRESS-DIE" SYSTEM

Abstract

The forces acting system on a two-layer elastomeric "press-die" system compensator is considered. The rationality of using an additional link – a connector is shown, which provides the principles of forces parallel displacement and reduces errors in the "press-die" system under slider eccentric loading. A generalized method for calculating two-layer compensators with a connector is proposed.

Keywords: press-die, error, sheet forming, asymmetrical load, slider.

Glazko Vladyslav, Post-Graduate, Metal-Forming Department, Pryazovskyi State Technical University, Mariupol.

Kukhar Volodymyr, D.Sc. (Eng.), Professor, Head of Metal-Forming Department, Pryazovskyi State Technical University, Mariupol, kvv.maripol@gmail.com.