

Міністерство освіти і науки України  
Вінницький національний технічний університет  
Дунайський університет Кремс  
Донбаська державна машинобудівна академія  
Західночеський університет  
Інститут проблем міцності ім. Г.С. Писаренка НАН України  
Люблінський технічний університет  
Національний технічний університет України «КПІ ім. Ігоря Сікорського»  
Національний університет «Львівська політехніка»  
Національний Центр зі співробітництва з ЄС у сфері науки та технологій  
Політехнічний університет Мадриду  
Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України  
Яський технічний університет

**Збірник тез доповідей  
II-ї Міжнародної науково-технічної конференції  
“Перспективи розвитку машинобудування  
та транспорту – 2021”**

13 – 15 травня 2021 р.

**Abstracts of papers presented at  
II-th International scientific and technical conference  
«Prospects for the development of mechanical engineering  
and transport – 2021»**

13 – 15 May 2021

**Вінниця – 2021 – Vinnytsia**

УДК 004+378+537+615+621+629

3-41

Рекомендовано до видання Вченою радою Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України (протокол № 43/21 від 31 травня 2021 року)

**Редакційна колегія:**

В. Біліченко, Р. Іскович-Лотоцький, Ю. Булига, О. Грушко,  
Л. Козлов, С. Павлов, А. Поляков, В. Савуляк,

**За загальною редакцією Леоніда Поліщука**

**Збірник** тез доповідей II-ї Міжнародної науково-технічної конференції «Перспективи розвитку машинобудування та транспорту – 2021»: Збірник тез [Електронний ресурс]. – Вінниця: ВНТУ. – 2021. – 536 с.

ISBN 978-966-641-864-0 (PDF)

В тезах доповідей представлені сучасні наукові, технічні та інженерні досягнення провідних вчених України і зарубіжних країн в напрямку розвитку динаміки та міцності машин і споруд, теоретичних та прикладних задач обробки металів тиском і автотехнічних експертиз, галузі штучних імплантів в механічній біоінженерії та підготовки фахівців в концепції реалізації проекту bioart, транспортних системах і технологіях, довговічності матеріалів, покриттів та конструкцій, використання вібрацій в техніці та технологіях, технології та системах автоматизації машинобудування, інноваційних технологій в галузі підготовки фахівців технічних спеціальностей.

Для наукових працівників, аспірантів, викладачів вищих навчальних закладів, інженерів та студентів.

УДК 004+378+537+615+621+629

ISBN 978-966-641-864-0 (PDF)

© Вінницький національний технічний університет, укладання, 2021

5. <i>Віталій Чухліб, Володимир Палієнко</i> (НТУ “ХПІ”, м. Харків, <i>Україна</i> ), <i>Nikolay Viba</i> (Temple Court, 107 Oxford Road, Oxford, OX4 2ER, U.K.). <b>ФОРМУВАННЯ ВНУТРІШНЬОГО УСТУПУ ПУСТОТЛИХ ПОКОВОК ЄМНОСТЕЙ ВИСОКОГО ТИСКУ</b> .....	81
6. <i>Миронова Тетяна, Ашкелянець Антон</i> (Національна металургійна академія України, Дніпро, <i>Україна</i> ). <b>ВИКОРИСТАННЯ ЕФЕКТУ ДАКТИЛОВАННЯ ДЛЯ ОТРИМАННЯ КОМПОЗИЦІЙНОЇ СТРУКТУРИ В БЛИХ ЧАВУНАХ ПРИ ОБРОБЦІ ТИСКОМ</b> .....	83
7. <i>Играмотдин Алиев</i> (Донбасская государственная машиностроительная академия, г. Краматорск, <i>Україна</i> ), <i>Левченко Владимир</i> (Институт радиофизики та електроніки ім. О.Я. Усикова Національної академії наук України, Харків, <i>Україна</i> ), <i>Лейла Алієва, Дмитро Картамишев</i> , (Донбасская государственная машиностроительная академия, г. Краматорск, <i>Україна</i> ). <b>ВІПЛИВ ГЕОМЕТРІЇ ТРИКУТНОГО КІНЕМАТИЧНОГО МОДУЛЯ З КРИВОЛІНІЙНОЮ СТОРОНОЮ НА ПИТОМИЙ ТИСК</b> .....	86
8. <i>Анна Бень</i> Національний університет «Запорізька політехніка», м. Запоріжжя, <i>Україна</i> ), <b>ОСОБЛИВОСТІ ФОРМОУТВОРЕННЯ БІМЕТАЛЕВИХ ЗАГОТОВОК МЕТОДАМИ ОБРОБКИ МЕТАЛІВ ТИСКОМ</b> .....	88
9. <i>Владислав Глазко, Володимир Кухар</i> (Приазовський державний технічний університет, г. Мариуполь, <i>Україна</i> ). <b>ДВОРІВНЕВІ ЕЛАСТОМІРНІ КОМПЕНСАТОРИ СИСТЕМИ «ПРЕС-ШТАМП»</b> .....	90
10. <i>Андрій Губанов</i> (Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, <i>Україна</i> ), <b>ЕНЕРГЕТИЧНИЙ КРИТЕРІЙНОШУВАННЯ ВУЗЛІВ ТЕРТЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН</b> .....	92
11. <i>Антон Матюхін</i> Національний університет «Запорізька політехніка», м. Запоріжжя, <i>Україна</i> ), <b>ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧА ТЕХНОЛОГІЯ КУВАННЯ ПОКОВОК ВИСОКОЛЕГОВАНИХ МАРОК СТАЛЕЙ НА ГІДРАВЛІЧНИХ ПРЕСАХ</b> .....	94
12. <i>Ірина Деревенко</i> (Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, <i>Україна</i> ). <b>ВИЗНАЧЕННЯ ГРАНИЧНО-ДОПУСТИМОГО ДІАМЕТРА ФЛАНЦЯ ПРИ РАДІАЛЬНОМУ ВИДАВЛЮВАННІ</b> .....	96
13. <i>Мозговий Олександр</i> (Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського, Вінниця, <i>Україна</i> ). <b>ВИКОРИСТАННЯ ОБЕРНЕНИХ ЗАДАЧ ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ РОЗСПОНАННЯ МЕХАНІЧНОЇ ЕНЕРГІЇ</b> .....	98
14. <i>Валерій Чигиринський</i> (Рудненський індустріальний інститут, м. Рудний, <i>Україна</i> ), <i>Елена Науменко</i> (Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», г. Дніпр, <i>Україна</i> ), <b>НОВІ ПІДХОДИ К ДОСЛІДЖЕННЮ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ЕЛЕМЕНТІВ ХОДОВОЇ ЧАСТИНИ АВТОМОБІЛЯ</b> .....	100
15. <i>Віктор Матвійчук</i> (Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця, <i>Україна</i> ), <i>Володимир Михалевич</i> (Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, <i>Україна</i> ), <i>Микола Колісник</i> (Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця, <i>Україна</i> ). <b>ОЦІНКА ДЕФОРМОВНОСТІ МАТЕРІАЛУ ЗАГОТОВОК ПРИ ПРЯМОМУ І ЗВОРОТНОМУ ВИТИСКУВАННІ МЕТОДОМ ШТАМПУВАННЯ ОБКОЧУВАННЯМ</b> .....	102
16. <i>Ігор Шепеленко, Юрій Пеханов, Яків Немировський, Володимир Мірзак, Василь Гуцул</i> (Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький, <i>Україна</i> ). <b>ДОСЛІДЖЕННЯ ПЛАСТИЧНОСТІ ЧАВУНУВ УМОВАХ ВСЕБІЧНОГО СТИСКАННЯ</b> .....	106

## 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 повзуну. 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 позacentрового 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. Позacentрово 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 позacentрового навантаження в даній конструкції є площина, на якій лежить бісектриса кута між двома абсолютно жорсткими плитами, що обмежують еластомерний елемент.

На підставі аналізу НДС позacentрово 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 компенсатора, 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, компенсатор позacentрового навантаження, прикладеного до однієї з зовнішніх плит, відбувається без появи паразитних обертаючих моментів на зовнішніх плитах. Результати даного теоретичного дослідження повністю підтверджуються методами натурного і математичного моделювання. На підставі літературного огляду та патентного пошуку можна зробити висновок, що теоретичне обґрунтування можливості паралельного перенесення вектору сили зроблено вперше.

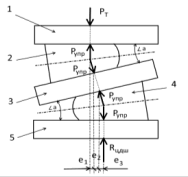
Порядок розрахунку дворівневого еластомерного компенсатора може передбачати наступні етапи: 1) побудова розрахункової схеми (рис. 1); 2) визначення розмірів перетину заданого типу; 3) визначення робочого кута нахилу конектору; 4) визначення висоти конектору (для варіанту 1) або еластомерного елемента (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:

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

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

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



- 1, 5 – зовнішні абсолютно жорсткі плити;
- 2, 4 – дзеркально розгорнуті еластомерні пружні елементи;
- 3 – конектор, буквами позначені:  $a$  – кут повороту між обмежуючими плитами та конектором;
- $P_t$  – технологічна сила;  $P_{\text{спр}}$  – сила пружності;
- $P_{\text{тех}}$  – реакція центру тиску штамп;
- $e_1, e_3$  – ексцентриситет, що компенсується еластомерними елементами;  $e_2$  – ексцентриситет, що компенсується конектором

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

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

Як видно з наведеної методики розрахунку, вона дозволяє отримати основні конструктивні параметри дворівневого еластомерного компенсатору зміщення центру тиску штампя 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](mailto: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](mailto:kvv.maripol@gmail.com).

*Електронне наукове видання  
комбінованого використання  
Можна використовувати в локальному та мережному режимах*

**Збірник тез доповідей  
II-ї Міжнародної науково-технічної конференції  
“Перспективи розвитку машинобудування  
та транспорту – 2021”**

Підписано до видання 25.06.2021 р.  
Формат 29,7×421/4. Папір офсетний.  
Гарнітура Times New Roman.  
Обсяг 25 Мб. Зам. № P2021-030.

Видавець - Вінницький національний технічний університет,  
інформаційний редакційно-видавничий центр,  
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95,  
ВНТУ, ГНК, к. 114. Тел. +380 432 65-18-06.  
**[press.vntu.edu.ua](http://press.vntu.edu.ua)**;  
*email: [irvc.vntu@gmail.com](mailto:irvc.vntu@gmail.com)*  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи  
серія ДК № 3516 від 31.07.2012 р.