

Технологія же лазерної термічної різки дозволить суттєво знизити затрати на отримання заготовок, забезпечивши при цьому високе якість кромок.

Отримані газолазерною різкою пластини, повністю можуть бути зварені автоматичною аргонодуговою, плазменно-дуговою та лазерною зварками без проміжної механічної обробки. При товщині металу до 2-х мм, якість реза дозволить зібрати заготовку під зварку з зазором не більше 0,2 мм [5]. Така збірка дозволить отримувати більш якісні зварні з'єднання з використанням даних видів зварок.

Таким чином, лазерна термічна технологія успішно застосовується в машинобудуванні на операціях зварки та різки титанових сплавів. При цьому рішення комплексних питань, тобто лазерної зварки титана та його сплавів по кромкам, отриманим лазерною різкою (без проміжної механічної обробки) є найбільш перспективним напрямком використання даної технології.

Література

1. Лазерная и электронно-лучевая обработка материалов: Справочник / Рыкалин Н.Н., Углов А.А., Зуев И.В., Кокора А.Н. – М.: Машиностроение, 1985. – 496 с.
2. Лазерная техника и технология: В 7 кн. – Кн. 5. Лазерная сварка металлов: Учебное пособие для вузов / Григорьянц А.Г., Шиганов И.Н. / Под ред. Григорьянца А.Г. – М.: Высшая школа, 1988. – 207 с.
3. Лазерная техника и технология: В 7 кн. – Кн. 7. Лазерная резка металлов. Учебное пособие для вузов / Григорьянц А.Г., Соколов А.А. / Под ред. Григорьянца А.Г.:– М.: Высшая школа, 1988. – 127 с.
4. Измаилова Г.М. Лазерная термическая технология. Газолазерная резка титановых сплавов // Ученые записки Крымского государственного индустриально-педагогического университета. – 2002. – выпуск 3. – С. 15–19.
5. Измаилова Г.М., Шабдинов М.Л. Лазерная термическая технология: сварка титанового сплава // Ученые записки Крымского государственного инженерно-педагогического университета. – 2004. – выпуск 5. – С. 15–18.

Надійшла 6.9.2011 р.

УДК 687.03:685.34:67/68

С.В. ЧУМАКОВА, О.С. ПОЛІЩУК, А.К. КАРМАЛІТА
Хмельницький національний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ВИРУБУВАННЯ ОТВОРІВ ПІД МЕТАЛЕВУ ФУРНІТУРУ У ВИРОБАХ ЛЕГКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

З метою дослідження процесу вирубування отворів під металеву фурнітуру у виробі легкої промисловості, було розроблено експериментальний стенд. Він включає в себе: робочі інструменти (технологічне оснащення) для виконання технологічної операції вирубування отворів у матеріалі під металеву фурнітуру; силовий блок та комп'ютерну вимірювальну систему. В результаті проведених експериментальних досліджень та теоретичних розрахунків визначено технологічні зусилля вирубування отворів під металеву фурнітуру у різних матеріалах. Проведено визначення роботи, необхідної для вирубування отворів в матеріалах експериментальним та теоретичним шляхом.

An experimental stand was developed to investigate the process of punching out the openings for metal accessories in light industry goods. It includes working instruments (technological equipment) for performing the technological operation of punching out the openings in the material for metal accessories; a power block and a computer measuring system. Technological force of punching out the openings for metal accessories in different materials was determined according to the result of the experimental research and theoretical calculations. The work determination necessary for punching out the openings in the materials by experimental and theoretical way was done.

Ключові слова: вирубування отворів; металева фурнітура; пробійник; зусилля вирубування; робота вирубування

Вступ

В останнє десятиліття рівень асортименту і якості одягу, взуття, шкіряно-галантерейних виробів, що випускаються в Україні, значно підвищився. Цьому сприяє обов'язкова їх відповідність багатьом стандартам.

Металева фурнітура в багатьох виробі легкої промисловості часто визначає їх довговічність, а іноді і безпеку та термін експлуатації, який може скоротитися до декількох днів при наявності та застосуванні неякісної встановленої фурнітури.

Практично в Україні фурнітурної галузі не існує. Більшість фурнітурних підприємств або ліквідовані, або доведені до невеликих майстерень. Тому на ринку України існує дефіцит металевої фурнітури власного виробництва та робочих інструментів для її встановлення, зокрема пробійників, пуансонів та матриць.

Дефіцит фурнітури на ринку України заповнюють оптові приватні посередницькі фірми, що

поставляють фурнітуру у великих об'ємах із Китаю, Туреччини, Тайваню, Південної Кореї в основному неякісну, але за низькими цінами. Така ж доля спіткала і робочі інструменти для її встановлення. Тому неякісна фурнітура та неякісні інструменти для її встановлення ведуть до появи дефектів у готових виробах.

Якість фурнітури та якість її встановлення більшість спеціалістів визначають частіш за все по зовнішньому вигляді і по наявності дефектів на виробі. Для проведення досліджень самої фурнітури, якості її встановлення у виробі відповідно стандартів необхідна наявність спеціальних стендів і приладів, яких немає у сертифікаційних центрах. Тому будь-які дослідження в цьому напрямку є актуальною задачею.

Постановка завдання

Одним із факторів, що визначає ресурс з'єднання за допомогою фурнітури, є точність виконання отворів. Точність виконання отворів, на нашу думку, залежить від оптимальних параметрів леза пробійника, властивостей матеріалів та обладнання, за допомогою якого дані отвори будуть зроблені.

Кожне підприємство, яке займається пошиттям одягу, випуском взуття і шкіряно-галантерейних виробів стикається із проблемою виготовлення отворів під металеву фурнітуру. В теперішній час отримання отворів під металеву фурнітуру здійснюється контактними (механічними та фізичними) методами: свердлінням спеціальними свердлами; пропалюванням жалом паяльника; вирубуванням пробійником.

Отримання отвору за допомогою операції свердління потребує спеціального інструменту. Торцева поверхня отвору отримується рваною. Пропалювання жалом паяльника потребує додаткових затрат електричної енергії, відбувається також отримання неякісного отвору. Найбільш висока продуктивність праці здійснюється вирубуванням пробійником.

Для вирубування отворів під металеву фурнітуру використовуються різні засоби, починаючи від ручних (удар молотка) і закінчуючи механічними пристроями. Це нерідко приводить до травматизму на виробництві і зниження якості продукції, що випускається. На сьогоднішній день на ринку представлено різне обладнання для виконання даної операції [1].

В роботі [2] відмічається перспективність використання в пресовому обладнанні для встановлення металевої фурнітури лінійних електричних двигунів. Тому необхідно провести експериментальні дослідження вирубування отворів під металеву фурнітуру в різних виробках легкої промисловості з метою знаходження технологічних зусиль та роботи вирубування, необхідних при проектуванні даного обладнання.

Результати дослідження

З метою знаходження технологічних зусиль, що виникають при вирубуванні отворів в матеріалі, було розроблено експериментальний стенд. Конструктивна схема експериментального стенду представлена на рис.1.

Експериментальний стенд включає в себе: робочі інструменти (технологічне оснащення) для виконання технологічної операції вирубування отворів в матеріалі під металеву фурнітуру; силовий блок та комп'ютерну вимірювальну систему (КВС).

В якості робочих інструментів та технологічного оснащення виступають пробійники для вирубування отворів різного діаметру і вирубна плита.

Силовий блок представляє собою пристрій у вигляді важеля 2 (рис.1) з набором вантажів 1 певної ваги, які дають змогу створювати необхідне зусилля вирубування $F_{вир.}$ в залежності від типу і товщини матеріалу Δ .

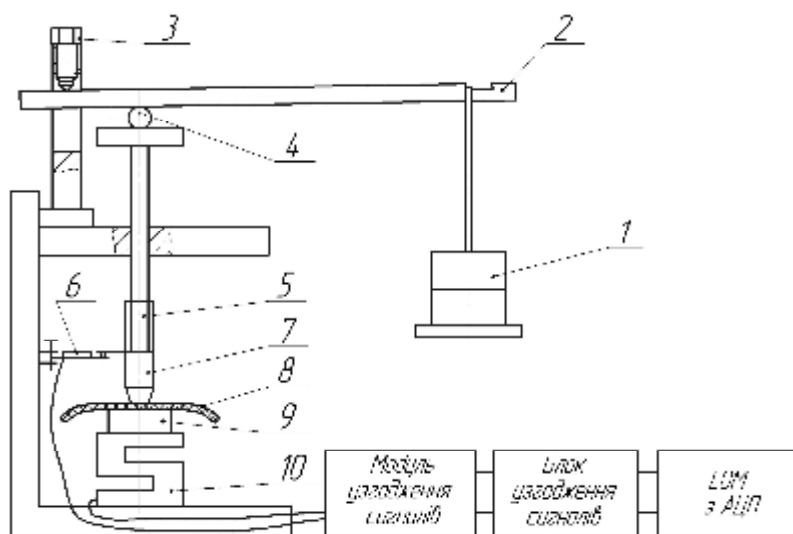


Рис.1. Конструктивна схема експериментального стенду: 1 – набір вантажів; 2 – важіль; 3 – регулюючий гвинт; 4 – кулька; 5 – перехідник; 6 – тензобалка; 7 – пробійник; 8 – матеріал; 9 – вирубна плита; 10 – датчик сили

КВС була створена з метою автоматизації вимірювань технологічних зусиль та переміщень технологічного оснащення при виконанні даної технологічної операції.

В склад КВС входять: вимірювальний блок; апаратні засоби, а також відповідне програмне забезпечення. Для створення даної системи було використано апаратно-програмні засоби компанії National Instruments [3].

В блок вимірювання входять аналогові датчики, зокрема: силувимірювальний датчик 10 Tedea 619-2T фірми Vishay для вимірювання технологічного зусилля; тензобалка 6 з наклеєними по напівмостовій схемі активними тензорезисторами (вимірювання переміщення робочого органу) (рис.1).

На рис.2 приведено загальний вигляд розробленого експериментального стенду.



Рис.2. Експериментальний стенд для дослідження технологічної операції вирубання отворів під металеву фурнітуру у матеріалах: 1 – експериментальна установка; 2 – ЕОМ з вмонтованим АЦП; 3 – блок узгодження сигналів; 4 – інтерфейс програмного забезпечення LabVIEW

В якості апаратних засобів використано обладнання фірми National Instruments, зокрема: аналоговий модуль SCC-SG03; блок узгодження сигналів SCC-68; багатофункціональний пристрій збору даних PCI-6251.

В якості програмного забезпечення даної вимірювальної системи використано середовище графічного програмування LabVIEW 8.5. Використовуючи програму LabVIEW 8.5, було розроблено блок-діаграму віртуального приладу для дослідження операції вирубання отворів під металеву фурнітуру у виробів легкої промисловості.

Комп'ютерна вимірювальна система працює наступним чином. Аналогові сигнали з первинних вимірювальних перетворювачів, у якості яких використовуються два описаних вище аналогових датчики: для вимірювання технологічного зусилля та величини переміщення пробійника, у вигляді електричних сигналів зміни напруги надходять на модуль узгодження сигналів SCC-G03, далі – на блок узгодження сигналів SCC-68, який на основі відповідного опрацювання вхідних даних переводить їх у форму, найбільш зручну для вхідних характеристик аналого-цифрового перетворювача (АЦП), вмонтованого у електронно-обчислювальну машину (ЕОМ). Результати експерименту записуються у файл та зберігаються у пам'яті ЕОМ.



Рис.3. Пробійники для вирубання отвору в матеріалі

Для дослідження операції вирубання отворів у матеріалі під металеву фурнітуру в якості інструмента та технологічного оснащення було використано пробійники та вирубну плиту. Зокрема, було використано круглі пробійники з ріжучим лезом замкнутого контуру діаметром 2, 3, 4, 5, 6, 8 мм. Вони були виготовлені із сталі У7А, з оптимальним кутом загострення 25° та без притуплення [4]. Дані пробійники представлені на рис.3. Вирубна плита була виготовлена із матеріалу полівінілхлорид, з якого виготовляються вирубні плити, що використовуються при вирубванні деталей взуття на електрогідравлічних пресах.

Суть проведеного експерименту заключалася в наступному. Матеріал товщиною Δ , в якому вирубється отвір, встановлюється на вирубну плиту. В перехідник 5 рухомого штока (рис.1) вкручується пробійник 7 певного діаметру. За допомогою силового блоку, шляхом підбору вантажів 1, створюється необхідне зусилля для вирубання отвору F_{vir} в даному матеріалі. Вантажі підбираються таким чином, щоб відбулося повне занурення пробійника в матеріал та на глибину $\Delta_1 = 0,5 - 0,8 \text{ мм}$ у вирубну плиту, що гарантує повне вирубання отвору по всьому контуру [5]. При прикладанні визначеного зусилля пробійник вирубє отвір у матеріалі.

В процесі виконання даної операції за допомогою КВС знімаються діаграми залежності технологічного зусилля вирубання отвору F_{vir} і глибини занурення Δ_2 ($\Delta_2 = \Delta + \Delta_1$) пробійника в

матеріал та вирубну плиту від часу виконання даної технологічної операції.

На сьогоднішній день при виготовленні швейних, взуттєвих та шкіряно-галантерейних виробів легкої промисловості використовують велику кількість матеріалів природного та штучного походження. Будова матеріалу, вид його структури та фізико-механічні властивості здійснюють значний вплив на процес вирубання отворів. Тому при аналізі цього процесу необхідно враховувати властивості матеріалів.

За відомостями, наведеними в роботі [6], при розгляді процесів розкрою та різання всі матеріали доцільно класифікувати на такі групи: ізотропно-однорідні (до них відносять синтетичні шкіри на нетканій основі, гуми, деякі картони та ін.); анізотропно-однорідні (штучні шкіри на тканий основі, тканина, трикотаж та ін.); анізотропно-неоднорідні (шкіри різного призначення). Процес вирубання отворів належить до способів механічного різання матеріалів легкої промисловості [7].

Для проведення експериментальних досліджень було вибрано декілька з найбільш поширених матеріалів, у які встановлюють металеву фурнітуру при виготовленні швейних, взуттєвих та шкіряно-галантерейних виробів – сукно, джинсову та бавовняні тканини, кирзу, натуральну та штучну шкіри. Вибрані матеріали можна систематизувати з відповідністю до наведеної вище класифікації. Таким чином, шкіру верху взуття ДСТУ 27294 ялівку середню, штучну шкіру та взуттєву кирзу ГОСТ 16119-70 можна віднести до анізотропно-неоднорідних матеріалів; а сукно, бавовняну та джинсову тканини – до анізотропно-однорідних.

В результаті проведеного експерименту за допомогою КВС у файл ЕОМ було записано результати експериментальних досліджень, зокрема зміни технологічних зусиль вирубання отворів $F_{вир}$ і глибини занурення Δ_2 пробійника в матеріал та вирубну плиту від часу для вибраних матеріалів.

Для обробки результатів експерименту та побудови діаграм зміни технологічного зусилля вирубання отворів $F_{вир}$ від глибини занурення Δ_2 пробійника в матеріал та вирубну плиту було використано програму Microsoft Office Excel. На рис.4 приведено приклад діаграми залежності технологічного зусилля вирубання отворів $F_{вир}$ для різних матеріалів від глибини занурення Δ_2 пробійника з діаметром ріжучого леза 8 мм.

Також було проведено експериментальне дослідження по вирубанню отворів у названих вище матеріалах пробійниками з діаметрами ріжучого леза 2, 3, 4, 5, 6 мм. На основі отриманих експериментальних даних по вирубанню отворів у даних матеріалах пробійниками з різним діаметром ріжучого леза було отримано діаграми залежності технологічного зусилля вирубання отвору $F_{вир}$ від глибини занурення пробійника Δ_2 . На рис.5 і 6 приведено діаграми, отримані при вирубанні отворів в шкірі для верху взуття ДСТУ 27294 ялівка середня та сукні, дубльованому бортовою тканиною.

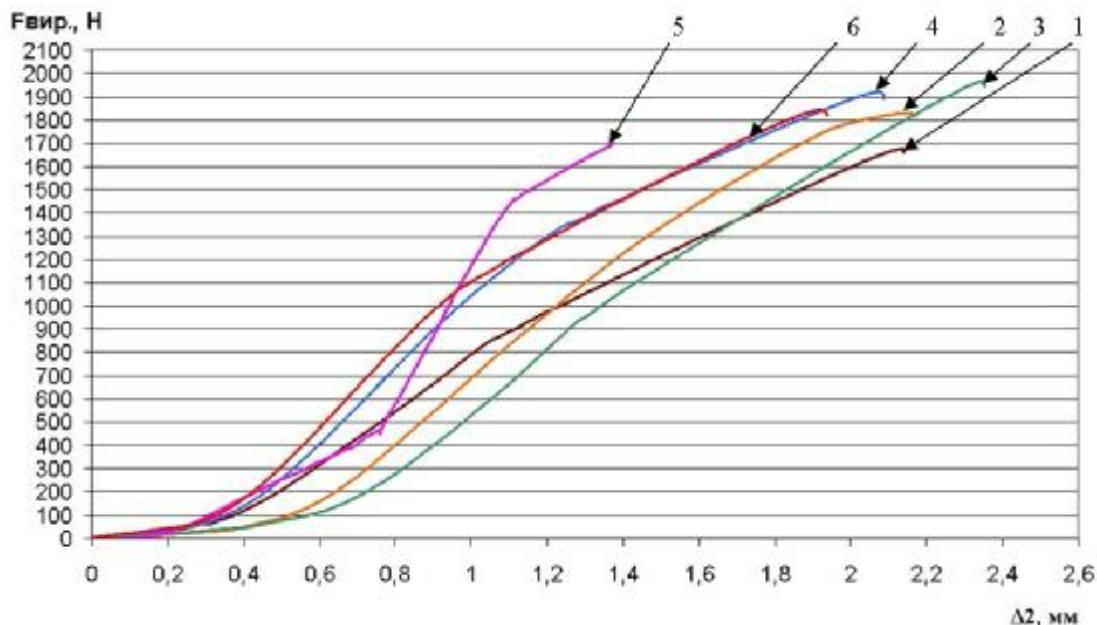


Рис.4 Діаграми залежності технологічного зусилля вирубання отвору $F_{вир}$ для різних матеріалів від глибини занурення Δ_2 пробійника з діаметром ріжучого леза 8 мм в матеріал та вирубну плиту: 1 – шкіра для верху взуття ДСТУ 27294 ялівка середня; 2 – штучна шкіра; 3 – сукно, дубльоване бортовою тканиною; 4 – джинсова тканина; 5 – бавовняна тканина; 6 – взуттєва кирза ГОСТ 16119-70

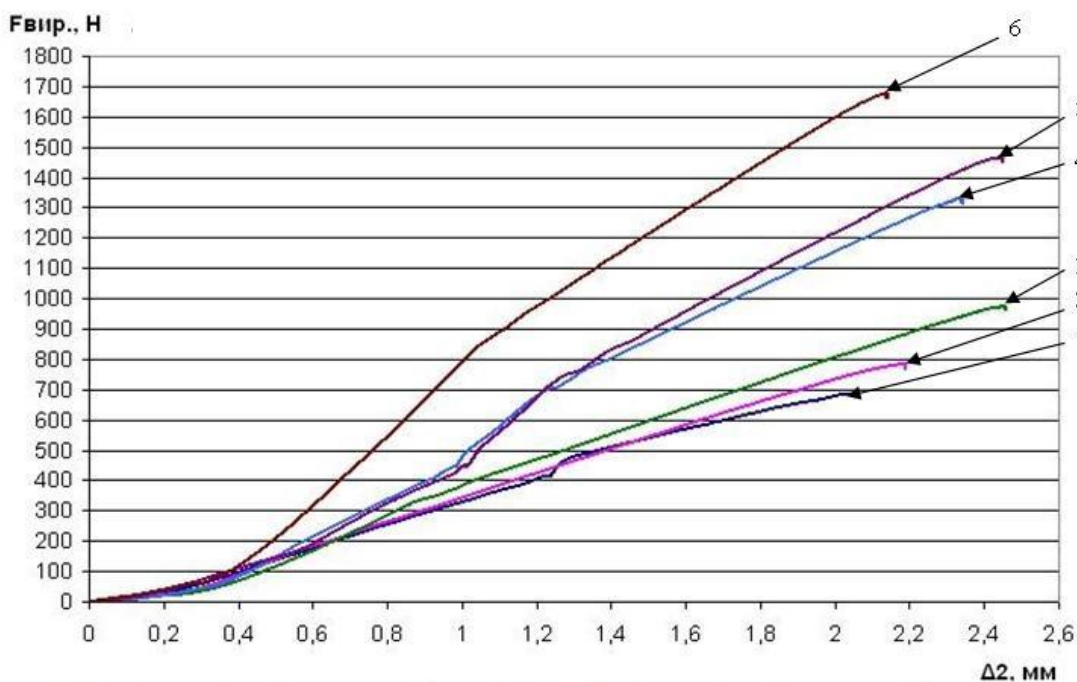


Рис.5 Діаграми залежності технологічного зусилля вирубання отвору $F_{вир.}$ в шкірі верху взуття ДСТУ 27294 ялівка середня від глибини занурення Δ_2 пробійника з різним діаметром ріжучого леза в матеріал та вирубну плиту: 1 – діаметр ріжучого леза пробійника 2 мм; 2 - діаметр ріжучого леза пробійника 3 мм; 3 - діаметр ріжучого леза пробійника 4 мм; 4 - діаметр ріжучого леза пробійника 5 мм; 5 - діаметр ріжучого леза пробійника 6 мм; 6 - діаметр ріжучого леза пробійника 8 мм

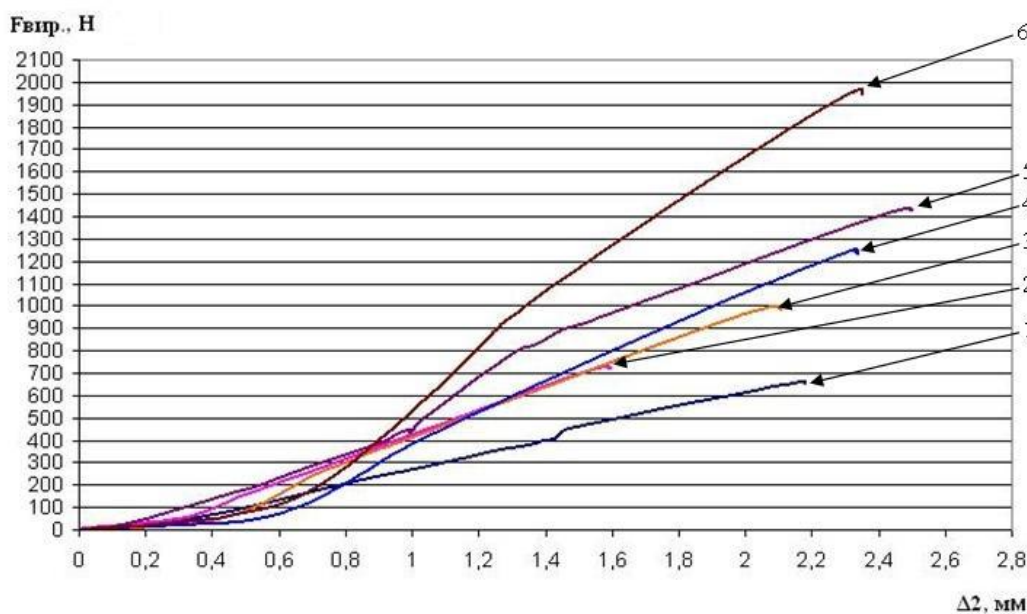


Рис.6 Діаграми залежності технологічного зусилля вирубання отвору $F_{вир.}$ в сухій, дубльованому бортовою тканиною, від глибини занурення Δ_2 пробійника з різним діаметром ріжучого леза в матеріал та вирубну плиту: 1 – діаметр ріжучого леза пробійника 2 мм; 2 - діаметр ріжучого леза пробійника 3 мм; 3 - діаметр ріжучого леза пробійника 4 мм; 4 - діаметр ріжучого леза пробійника 5 мм; 5 - діаметр ріжучого леза пробійника 6 мм; 6 - діаметр ріжучого леза пробійника 8 мм

Аналіз отриманих діаграм дав змогу зробити висновок про характер зміни технологічного зусилля при зануренні пробійника в матеріал. При вирубванні отворів технологічне зусилля $F_{вир.}$ наростає практично пропорційно та досягає свого максимального значення в кінці виконання даної технологічної операції. Тому для визначення максимального технологічного зусилля вирубання отвору можна використати спрощену емпіричну формулу Капустіна І.І. [7]:

$$F_{вир.} = qLk_{\Delta}k_Bk_V, \quad (1)$$

де q - погонне зусилля вирубання, Н/мм; L - периметр леза пробійника, м; k_{Δ} - коефіцієнт, який враховує притуплення леза різача; k_B - коефіцієнт, який враховує кут загострення леза різача; k_V -

коефіцієнт, який враховує швидкість процесу вирубання.

На основі отриманих експериментальних даних по вирубванню отвору в вибраних матеріалах пробійниками з різним діаметром ріжучого леза та теоретичних розрахунків за формулою (1), було побудовано діаграми залежностей максимальних експериментальних та теоретичних технологічних зусиль вирубання отвору від діаметра ріжучого леза пробійника. Для прикладу на рис.7 приведено отримані діаграми по вирубванню отвору в матеріалі сукно.

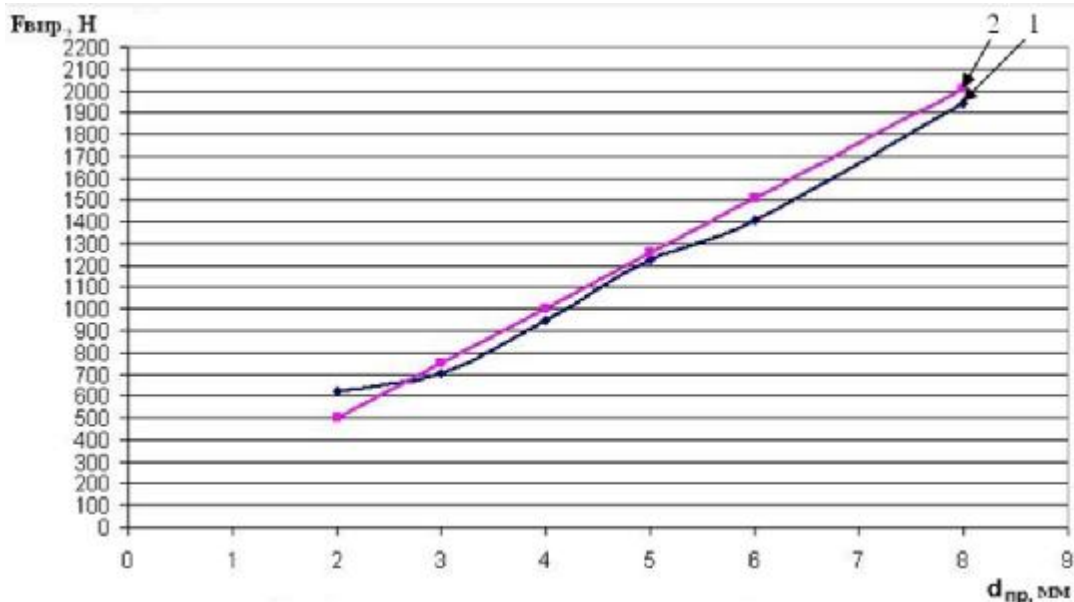


Рис.7 Діаграми залежності максимального технологічного зусилля вирубання отвору $F_{вир}$ в сукні, дубльованому бортовою тканиною, від діаметра ріжучого леза $d_{пр}$ пробійника: 1-експериментальна крива; 2-теоретична крива

Проаналізувавши отримані експериментальні та теоретичні значення максимального технологічного зусилля вирубання отвору в різних матеріалах, було визначено максимальну похибку між ними. При вирубванні отворів пробійниками з діаметром ріжучого леза 2 мм у всіх досліджуваних типах матеріалів, окрім взуттєвої кирзи, похибка складає більше 20 %. При вирубванні отворів у тих самих матеріалах пробійниками з діаметром ріжучого леза 3, 4, 5, 6 та 8 мм максимальна похибка становить 12,95%, що лежить в межах допустимого. Таку особливість отриманих результатів експериментальних досліджень, на нашу думку, можна пояснити тим, що при вирубванні отворів малого діаметру – 2 мм матеріал стискається та деформується сильніше, ніж при вирубванні отворів більших діаметрів. Внаслідок цього висічка діаметром 2 мм, в порівнянні з висічками більших діаметрів, має деформацію по висоті та заокруглення на верхній частині. Це підтверджують і результати досліджень, отримані авторами статті [9]. Таким чином, при вирубванні отворів діаметром 2 мм матеріал піддається впливу факторів, які значно збільшують опір занурення пробійника в матеріал та вирубну плиту і дія яких не врахована формулою 1.

Взуттєва кирза, завдяки особливостям своєї структурної побудови, не зазнає такого сильного стискання та деформації, як інші типи матеріалів при вирубванні отворів діаметром 2 мм, тому й похибка між експериментальними та розрахунковими значеннями в цьому випадку склала приблизно 6%.

Таким чином, формулу (1) можна використовувати для розрахунку максимальних технологічних зусиль вирубання отворів під металеву фурнітуру пробійниками з діаметром ріжучого леза 2 мм – для взуттєвої кирзи та матеріалів подібних за властивостями до неї, а також для матеріалів шкіри верху взуття ДСТУ 27294 ялівка середня, штучної шкіри, сукна, джинсової та бавовняної тканин, взуттєвої кирзи ГОСТ 16119-70 та інших матеріалів, подібних за властивостями до них, пробійниками з діаметром ріжучого леза більше 3 мм.

Роботу вирубання отвору під металеву фурнітуру можна розрахувати за формулою [8]:

$$A_{вир} = \int F_{вир.мит} \cdot dz, \quad (2)$$

де $F_{вир.мит}$ - миттєве значення технологічного зусилля вирубання отвору, Н; dz – елементарна глибина занурення пробійника у матеріал та вирубну плиту.

Для того, щоб знати миттєве значення технологічного зусилля вирубання отвору, необхідно мати рівняння кривої, що описує закон зміни зусилля вирубання отвору при зануренні пробійника в матеріал.

Аналіз отриманих діаграм, як вже відмічалось, показав, що технологічне зусилля вирубання отвору в різних матеріалах змінюється практично пропорційно та досягає максимального значення

$F_{\text{вир.макс.}}$ при повному вирубванні деталі. Тому в подальшому для розрахунку роботи $A_{\text{вир.}}$ робимо припущення, що при зануренні пробійника в матеріал технологічне зусилля зростає пропорційно та досягає максимального значення $F_{\text{вир.макс.}}$ при повному вирубванні деталі.

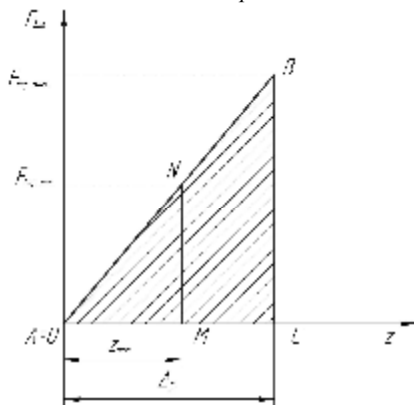


Рис.8. Схема для визначення роботи вирубання $A_{\text{вир.}}$.

Враховуючи те, що закон зміни технологічного зусилля вирубання отвору в матеріалі можна описати рівнянням прямої АВ, то корисна робота, необхідна для виконання даної технологічної операції, дорівнює площі трикутника ABC (рис.8). Миттєве значення роботи дорівнює площі трикутника ANM.

Провівши відповідні математичні підстановки та перетворення, було отримано вираз для визначення роботи вирубання отвору:

$$A_{\text{вир.}} = \int_0^{\Delta_2} \frac{F_{\text{вир.макс.}} \cdot z_{\text{мит.}}}{\Delta_2} dz = \int_0^{\Delta_2} \frac{qLk_{\Delta}k_bk_v z_{\text{мит.}}}{\Delta_2} dz \quad (3)$$

Проінтегрувавши вираз (3), отримаємо:

$$A_{\text{вир.}} = \frac{1}{2} qLk_{\Delta}k_bk_v \Delta_2 = \frac{1}{2} F_{\text{вир.макс.}} \Delta_2 \quad (4)$$

З метою перевірки того, чи буде достатньо роботи вирубання отвору, розрахованої за формулою (4) для виконання даної технологічної операції, було проведено визначення роботи вирубання отвору, отриманої експериментальним шляхом. Визначення даної роботи проводилося по величинах площ діаграм „максимальне технологічне зусилля вирубання отворів у матеріалі – глибина занурення пробійника в матеріал та вирубну плиту” за допомогою програми Microsoft Office Excel.

На основі отриманих значень теоретичної та експериментальної роботи вирубання отвору в матеріалах, що досліджувалися пробійниками з різними діаметрами ріжучого леза, було побудовано діаграми залежностей корисних робіт $A_{\text{вир.}}$ вирубання отвору від діаметра ріжучого леза пробійника. На рис.9 для прикладу представлено діаграму залежностей експериментальних та теоретичних корисних робіт вирубання $A_{\text{вир.}}$ отвору у взуттєвій кирзі ГОСТ 16119-70 від діаметра ріжучого леза $d_{\text{пр}}$ пробійника.

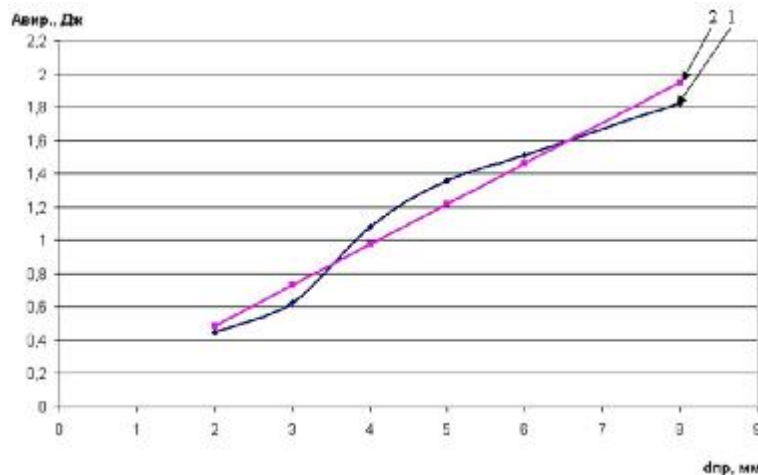


Рис.9 Діаграма залежності експериментальних та теоретичних корисних робіт вирубання отвору у взуттєвій кирзі ГОСТ 16119-70 від діаметра ріжучого леза $d_{\text{пр}}$ пробійника: 1 –експериментальна крива; 2 –теоретична крива

Проаналізувавши отримані результати, можна зробити висновок про те, що розбіжність між теоретичним значенням роботи вирубання отвору і експериментальним лежить в межах допустимої похибки. Отже, формулу (4) можна рекомендувати для визначення корисної роботи вирубання отворів у матеріалах.

Висновок

На основі вище викладеного матеріалу можна зробити висновок, що проведені дослідження операції вирубання отворів під металеву фурнітуру у матеріалах дало змогу встановити закономірності протікання даної операції, визначити технологічні зусилля та роботу вирубання отвору в матеріалі, необхідну в подальшому для проектування пристрою для встановлення металевої фурнітури у виробі легкої промисловості.

1. Чумакова С.В. Аналітичний огляд способів та обладнання для встановлення металевої фурнітури у виробі легкої промисловості / Світлана Чумакова, Олег Поліщук // Вісник КНУТД. – 2010. – №5, т.2. – С. 142-148.
2. Поліщук О.С. Перспективи застосування імпульсного лінійного електромагнітного приводу в пресовому обладнанні для вставки металевої фурнітури при виготовленні виробів легкої промисловості / О.С. Поліщук, Д.В. Прибега, С.В. Чумакова // Вісник ХНУ. – 2009. - №5. – С.11-14.
3. Поліщук О.С. Використання інформаційних технологій "National Instruments" для лабораторних і наукових досліджень машин легкої промисловості та електропобутової техніки / О.С. Поліщук, С.Л. Горященко, Д.В. Прибега // Вісник ХНУ. – 2008. – №2. – С. 175-180.
4. Стронгин Б.М. Конструирование технологической оснастки : [учебник для средних специальных учебных заведений легкой промышленности] / Стронгин Б.М. – Москва: Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 104 с.
5. Прибега Д.В. Удосконалення технології розкроявання та перфорування деталей верху взуття: дис. ... кандидата технічних наук: 05.19.06 / Прибега Дмитро Володимирович. – Хмельницький, 2006. – 178 с.
6. Абрамов В.Ф., Костылева В.В., Литвин Е.В., Соколов В.Н., Соколов И.В. и др. Технологические процессы производства изделий легкой промышленности. Часть 1. / Под общей ред. проф., д.т.н. Фукина В.А./: – М.: Московский государственный университет дизайна и технологии, 2003. – 572 с.
7. Базюк Г.П. Резание и режущий инструмент в швейном производстве / Базюк Г.П. – Москва: Легкая индустрия, 1980. – 192 с.
8. Поліщук О.С. Підвищення ефективності застосування пресового обладнання в легкій промисловості: дис. ... кандидата технічних наук: 05.05.10/ Поліщук Олег Степанович. – Київ, 2001. – 145 с.
9. Кармаліта А.К. Дослідження процесу перфорування деталей взуття / А.К. Кармаліта, Є.Р.Пильник, Д.В.Прибега // Вісник ХНУ. – 2010. - №3. – С.95-98.

Надійшла 26.9.2011 р.

УДК 519.832.4

В.В. РОМАНЮК

Хмельницький національний університет

КОНТИНУУМ ОПТИМАЛЬНИХ СТРАТЕГІЙ ПРОЕКТУВАЛЬНИКА У МОДЕЛІ УСУНЕННЯ ЧОТИРЬОХЕЛЕМЕНТНИХ НЕВИЗНАЧЕНОСТЕЙ З ЧАСТКОВОЮ НЕДООЦІНКОЮ ЇХ ВЕРХНІХ МЕЖ ЯК АНТАГОНІСТИЧНІЙ ГРИ НА ШЕСТИВИМІРНОМУ ГІПЕРПАРАЛЕЛЕПЕДІ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ КОНСТРУЮВАННЯ ЧОТИРЬОХОПОРНОЇ ПЛАТФОРМИ

Розглядається проблема усунення невизначеностей при частковій недооцінці їх верхніх меж. Доводяться твердження про континууми оптимальних стратегій проектувальника в антагоністичній грі на шестивимірному гіперпаралелепеді для оптимізації конструювання чотирьохопорної платформи.

There is investigated a problem of removing uncertainties by partial underestimation of their upper boundaries. There are proved claims on continuums of the projector optimal strategies in the antagonistic game on six-dimensional hyperparallelepiped for optimizing the four-propped platform construction.

Ключові слова: опорна платформа, площа поперечного перетину, часткова невизначеність, опукла антагоністична гра, шестивимірний гіперпаралелепед, оптимальна стратегія проектувальника, часткова недооцінка.

Вступ та узагальнений опис проблематики

Вертикальні опорні або горизонтальні з'єднувальні платформи є одним з найважливіших вузлів монтажних конструкцій. Найбільш часто використовують чотири опори, адже виготовляти опору суцільною і збитково, і не вигідно з точки зору збільшення масогабаритів, що особливо небажано для багатоповерхових вертикальних опорних конструкцій. Розрахунок площі поперечного перетину (ППП) опор ведеться, очевидно, з урахуванням передбачуваного навантаження на платформу. Але бувають такі експлуатаційні умови, що навантаження на кожну з чотирьох опор є різним, а його оцінки можливо дати тільки як інтервали або відрізки. Тоді величини тиску та ППП нормуються так, що сумарне навантаження на платформу і сумарні ППП дорівнюють одиницям: тиск на i -ту опору

$$x_i \in [a_i; b_i] \subset (0; 1) \subset [0; 1] \quad (1)$$

та її ППП

$$y_i \in [a_i; b_i] \subset (0; 1) \subset [0; 1] \quad (2)$$

при $\mu_x([a_i; b_i]) > 0 \quad \forall i = \overline{1, 4}$ та