

УДК 685.34.02

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ
РОЗКРОЮВАННЯ ДЕТАЛЕЙ ВЕРХУ ВЗУТТЯРОСУЛ Р.В., ЧІЗМАР П.П.
Мукачівський державний університет

В роботі приведені принципи, підходи для точного дослідження факторів, що впливають на якість розкроювання деталей верху взуття. За допомогою нового пристрою із застосуванням інформаційних технологій досліджено, як ці чинники впливають на технологічне зусилля, стійкість інструменту та режими виконання технологічних операцій при диференційованих навантаженнях. Зокрема, закономірності, що характеризують процес різання м'яких шкір, ще мало досліджені. Відомо, що такі характеристики, як технологічне зусилля, стійкість інструменту та режими виконання технологічних операцій входять в число основних параметрів, що визначають потужність, габарити і продуктивність вирубного пресу. В зв'язку з цим виникає необхідність у визначенні залежності параметрів пресового обладнання від характеристик різання. Поставлена мета досягається тим, що запропонований нами пристрій оснащено спеціальним пристосуванням для магнітно-імпульсної обробки металів. В останні роки в машинобудуванні і приладобудуванні отримав розповсюдження метод (МІОМ). Суть цього методу полягає в тому, що металеву заготовку поміщають в сильне магнітне поле, яке створюється за допомогою миттєвого розряду конденсаторної батареї. Встановлено, що збільшення швидкості занурення різачка в матеріал вирубної плити на 0,5 мм, для забезпечення гарантованого вирубання, не веде до значного збільшення коефіцієнта динамічності. При швидкостях вирубання в межах 1...7 м/с коефіцієнт k_d , як показав експеримент, для матеріалів, що досліджувались змінюється в межах 1,52...1,9. Отримано графічні залежності, що дозволяють визначити глибину занурення різачка в матеріал в залежності від матеріалу вирубної плити, кута загострення різачка та швидкості його занурення. Дані залежності підтверджують, що швидкість занурення різачка в матеріал близька до швидкості розвитку тріщини. Отримані залежності використані в математичній моделі при розрахунку технологічного зусилля вирубання.

Ключові слова: розкроювання, навантаження, технологічне зусилля, різак, випереджаюча тріщина, лезо, вирубна плита, магнітно-імпульсна обробка, вирубний прес, ударник.

Постановка проблеми. При виконанні таких технологічних операцій, як вирубання деталей верху взуття, невірний вибір геометричних параметрів різачка та матеріалу вирубної плити зокрема призводить до зменшення стійкості різачка, що в свою чергу викликає додаткові витрати енергії, та роботу обладнання в режимі переважання. З іншого боку, така невідповідність призводить, як до неякісного виконання даних технологічних операцій, так і до інтенсивного зношення поверхні вирубної плити, що відповідно призводить до додаткових витрат матеріалів та енергії, пов'язаних з переробкою, відновленням та виготовленням нових плит, а також до зниження продуктивності праці. Крім того, неякісна поверхня різання після вирубання веде до погіршення товарного виду взуття, що вимагає проведення додаткових технологічних операцій. Зважаючи на постійно зростаючу роль точності вирубання і підвищення зносостійкості вирубної плити, високоточне дослідження цього процесу із використанням ПЕОМ є актуальною проблемою.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Операція вирубання деталей верху взуття є окремим етапом операції різання. Оскільки існують загальні принципи теорії різання, доцільно розглянути роботи по дослідженню процесу різання.

Зокрема, закономірності, що характеризують процес різання м'яких шкір, ще мало досліджені. Відомо, що такі характеристики, як технологічне зусилля, стійкість інструменту та режими виконання технологічних операцій входять в число основних параметрів, що визначають потужність, габарити і продуктивність вирубного пресу. В зв'язку з цим виникає необхідність у визначенні залежності параметрів пресового обладнання від характеристик різання.

Дослідження процесу різання та ріжучого інструменту почалося в першій

половині ХХ сторіччя, при цьому спочатку вивчали різання та ріжучий інструмент, що застосовувався при обробці металів. Пізніше з'явилися роботи по дослідженню процесу різання дерева, ще пізніше роботи по дослідженню різання м'яких матеріалів, зокрема: продуктів харчової промисловості, гуми, шкіри, полімерних матеріалів, картону, та інших не металевих матеріалів. В зв'язку з цим теорія різання не металевих матеріалів запозичила методи дослідження, а також закони різання з теорії обробки металів і деревини.

В роботах по дослідженню процесу різання текстоліту, пластмас, формули стійкості та швидкості побудовані за методикою, прийнятою при обробці металів [1 - 4].

Зовсім іншою повинна бути теорія різання матеріалів, що застосовуються при виготовленні верху взуття, а саме: натуральної та синтетичної шкіри текстилю тощо. Тут необхідно виводити поняття про ріжучу здатність леза різачка та його стійкість, тобто збереження цієї здатності протягом певного періоду часу.

Перші роботи по дослідженню процесу різання шкіри, текстилю, картону, гуми належать Л.Я. Шуранову, Г.Ф. Гебелю, К.М. Платунову, Д.М. Сидорову, С.А. Черкудінову, І.Є. Антонечко, І.В. Можасєву, І.І. Капустіну.

К.М. Платунов і Д.М. Сидоров [24] вперше використали осцилограф при проведенні експериментальних досліджень, визначивши при цьому зусилля, діючі при вирубуванні шкіри. Досліди проводились з різними матеріалами з використанням набору різаків з різними кутами загострення та величиною притуплення.

В цих роботах автори встановили наступне:

1. Найбільший опір виникає при прорізання і прорубуванні шкіри, тобто при вирубуванні її лицьового прошарку.

2. Встановлений оптимальний кут загострення різачка 15° .

3. Затуплення різачка супроводжується збільшенням зусилля різання.

В даних дослідженнях вперше розглянута система "різак-матеріал", а результати втриманні авторами та методика проведення експерименту використовувались в подальших дослідженнях. Однак, авторами не враховувалась зносостійкість леза різачка, в результаті чого, на наш погляд, отримане значення оптимального кута загострення дещо занижене.

Формулювання цілі статті. При розкроюванні верху взуття встановлена доцільність застосування магнітно-імпульсної установки для виконання технологічних операцій вирубування з метою підвищення їх якості, адаптовано конструкцію магнітно-імпульсного пресового обладнання ударної дії для виконання технологічних операцій вирубування, вибір оптимальних режимів занурення різачка в матеріал та його взаємодії з вирубною плитою.

Виклад основного матеріалу. Для розрахунку технологічного зусилля вирубування розглянемо залежність зусилля Q , тобто максимальної сили вирубування, що діє на різак з двостороннім симетричним загостренням з боку матеріалу:

$$Q_2 = P + 2 \cdot t \cdot \sigma_{cm} \cdot (f + tg\beta) \quad (1)$$

де 2β – кут загострення різачка;

P, f, σ_{cm} - вид матеріалу, що обробляється;

Q_4, f_n - вид матеріалу вирубної плити;

B - периметр різачка, мм;

$V_{вир}$ - швидкість руху ударника преса м/с;

Враховуючи довжину леза різачка

$$Q_2 = B \cdot [P + 2 \cdot t \cdot \sigma_{cm} \cdot (f + tg\beta)] \quad (2)$$

Як видно з формули (1), технологічного зусилля співставлене із зусиллям Q , яке необхідне для занурення різачка в матеріал плити на 0,5 мм, що забезпечує гарантоване вирубування. Якщо при зіставленні зусилля занурення різачка в матеріал плити перевищує технологічне зусилля за формулою, то необхідно або замінити матеріал вирубної плити, або на етапі проектування, при визначенні основних параметрів пресового обладнання, використовувати значення Q . За результатами експериментальних досліджень встановлено, що при виконанні технологічних операцій вирубування деталей взуття, як правило виникає випереджаючий розрив матеріалу. Глибина занурення різачка в матеріал залежить від наступних факторів: швидкості ударника та інструмента, матеріалу вирубної плити, коефіцієнтів тертя в системі „різак-матеріал-плита”, геометричних параметрів інструмента. За результатами експериментальних досліджень встановлено, що при швидкостях 4...7 м/с можна досягти занурення різачка в матеріал на глибину 0,7...0,9 його товщини. Даних швидкостей можна досягти, використовуючи пресове обладнання з електромагнітним двигуном та на магнітно-імпульсних установках.

Поставлена мета досягається тим, що запропонований нами пристрій оснащено спеціальним пристосуванням для магнітно-імпульсної обробки металів В останні роки в машинобудуванні і приладобудуванні отримав розповсюдження метод (МІОМ). Суть цього методу полягає в тому, що металеву заготовку поміщають в сильне магнітне поле, яке створюється за допомогою миттєвого розряду конденсаторної батареї. Спочатку конденсатори батареї за допомогою блоку живлення заряджаються до робочої напруги. А потім проходить розряд конденсаторної батареї на котушку індуктивності – робочий індуктор. При цьому в металі заготовки індуються вихрові струми, взаємодія яких зі струмом індуктора призводить до виникнення зусиль, що деформують заготовку. Таким чином, електрична енергія безпосередньо перетворюється в роботу деформації заготовки [1 – 4].

Принципова схема установки для отримання імпульсного магнітного поля працює наступним чином (рис. 1) [5].

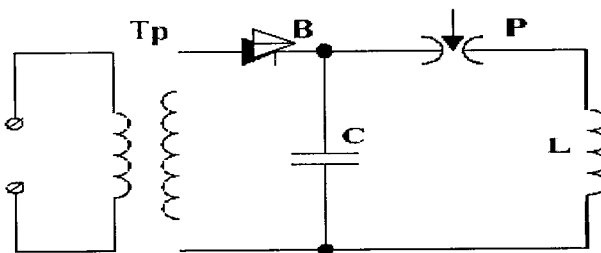


Рис. 1. Принципова схема установки для магнітно-імпульсної обробки металів

Від джерела струму через трансформатор Tr і випрямляч B здійснюється зарядка батареї конденсаторів C . При досягненні заданого рівня енергії за допомогою розрядника P здійснюється миттєвий розряд конденсаторної батареї на робочий індуктор L .

Тривалість дії магнітного поля не перевищує декілька десятків мікросекунд. При цьому енергія, що виділяється, витрачається на роботу по деформуванню заготовки, на проникнення магнітного поля в заготовку і на її нагрівання. Короткочасність дії імпульсу приводить до того, що на проникнення магнітного поля в заготовку і на її нагрівання витрачається лише невелика частина всієї енергії. Але короткочасність дії магнітного поля повинна бути компенсована створенням високого тиску, необхідного для надання заготовці кінетичної енергії, достатньої для здійснення її формозміни. Іншими словами, для створення таких полів необхідна значна кількість енергії, що

виділяється за дуже малий проміжок часу.

Даний метод здійснює формозміну деталей з різних металів і сплавів. Але переважне використання отримала обробка металів і сплавів, що мають високу електропровідність (алюміній, мідь і їх сплави), оскільки вони допускають пряму формозміну заготовок. Для деформування заготовок з матеріалів з низькою електропровідністю використовують матеріали і покриття з металів, що мають високу електропровідність – “супутники”.

Порівняно з традиційними методами обробки металів метод магнітно-імпульсної обробки має деякі вагомі переваги до яких можна віднести [98 – 112]:

- високу продуктивність технологічного процесу;
- можливість легкої механізації і автоматизації технологічного процесу;
- велику технологічну гнучкість процесу;
- простоту технологічної оснастки;
- високу культуру виробництва і простоту обслуговування обладнання;
- безшумність роботи;
- економічність та екологічну чистоту.

На рис. 2. представлено конструктивну схему магнітно-імпульсної установки. Вона включає в себе закріплену на консолі 1 індукторну систему, що містить плоский індуктор 2, рухомий супутник 3, що продубльований технологічною прокладкою 4, а також направляючі шпильки 5. В технологічне оснащення входять: різак 6, плита 7. Гайка 8 дає змогу закріплювати пружину 11 різної жорсткості, а також замінювати супутник. За допомогою гайки 8 та шпильки 9 регулюється початкове положення супутника по відношенню до індуктора 2.

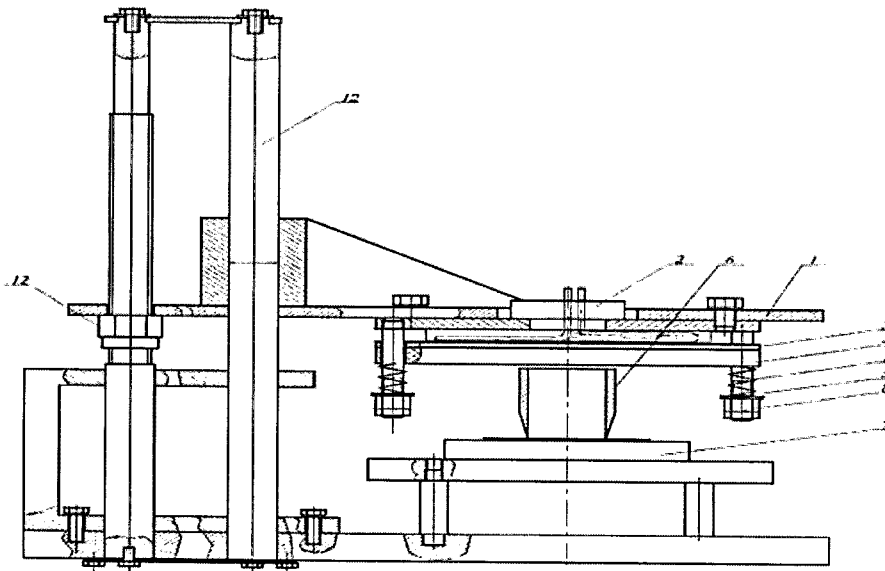


Рис. 2. Конструктивна схема МІУ

Гайка 10 дає змогу встановити положення індукторної системи відносно технологічного оснащення. Поворотом гайки забезпечується переміщення консолі 1 разом із закріпленою індукторною системою по напрямним 12. Магнітно-імпульсне пресове обладнання, що призначене для виконання технологічних операцій легкої промисловості, працює наступним чином. Супутник 3 разом з технологічною прокладкою 4 знаходиться в початковому положенні завдяки пружинам 11. Початкове положення супутника, як по відношенню до індуктора так і технологічної оснастки, визначається в залежності від умов виконання та режимів технологічної операції вирубкування чи перфорування. При подачі імпульсу напруги на спіраль індуктора 2 в

матеріалі супутника індуються вихрові струми, взаємодія яких зі струмом індуктора призводить до виникнення електромагнітної сили F_{el} . Під дією електромагнітної сили супутник 3 разом з технологічною прокладкою відштовхується від індуктора.

Після досягнення ударником різачка відбувається виконання технологічної операції вирубування зразка деталі взуття. По закінченню виконання операції ударник повертається в початкове положення під дією пружин 11, після чого цикл повторюється.

На даному пристрої проведено дослідження впливу швидкості вирубування на глибину занурення різачка в матеріал, до початку виникнення випереджаючого розриву було розроблено експериментальну установку. На рис. 3. представлена графічна залежність динамічного зусилля від часу занурення різачка в матеріал. Знаючи товщину матеріалу та швидкість занурення різачка в матеріал, на діаграмі наносилась теоретична точка Γ закінчення занурення різачка в матеріал, тобто за умови різання до кінця. Також визначали точку початку вирубування A та виникнення тріщини B . За даними точками визначалась глибина занурення різачка до початку виникнення випереджаючого розриву.

U, B

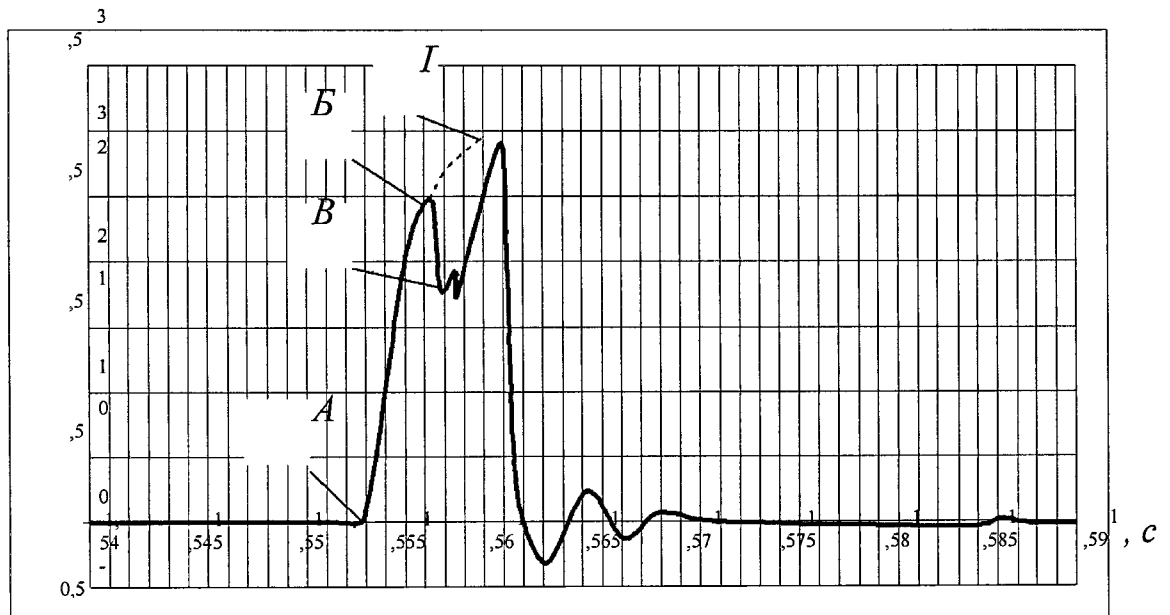


Рис. 3. Діаграма зміни динамічного зусилля (U, B) від часу при зануренні різачка в матеріал: A – початок занурення різачка в матеріал, B – початок виникнення випереджаючого розриву, B – контакт різачка з вирубною плитою, Γ – теоретична точка закінчення занурення різачка.

За визначеними графічними залежностями рис.4 можна встановити глибину занурення різачка в матеріал в залежності від матеріалу вирубної плити, кута загострення різачка та швидкості його занурення. Отримана залежність показує, глибину занурення різачка в матеріал до початку виникнення випереджаючого розриву. Дані залежності використовуються для коректування значення технологічного зусилля.

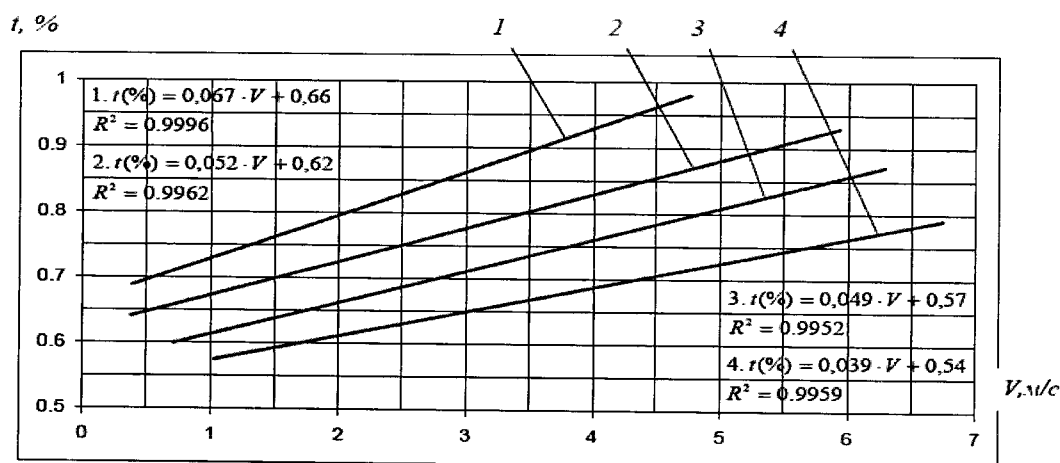


Рис.4. Залежність глибини занурення різака в шкіру до початку виникнення випереджаючої тріщини від його швидкості занурення
1- $\beta=25^\circ$, 2- $\beta=35^\circ$, 3- $\beta=45^\circ$, 4- $\beta=55^\circ$

Отже при стисканні верхніх прошарків матеріалу різак, величина сили пружного опору буде залежати від площі їх контакту. Довжина поверхні різака, що контактує з матеріалом, явно залежить від кута загострення різака. При цьому, при однаковій глибині стискання і однаковому радіусі закруглення, довжина поверхні контакту збільшується за рахунок збільшення контактуючої довжини бічних граней. З першого погляду довжина перехідної поверхні зменшується зі збільшенням кута загострення. Це справедливо лише при однаковому радіусі закруглення. В дійсності довжина перехідної поверхні збільшується із збільшенням величини кута загострення, за рахунок збільшення нерівностей та більшого радіусу закруглення.

Висновки:

1. Встановлено, що збільшення швидкості занурення різака в матеріал вирубної плити на 0,5 мм для забезпечення гарантованого вирубання, не веде до значного збільшення коефіцієнта динамічності. При швидкостях вирубання в межах 1...7 м/с коефіцієнт k_V , як показав експеримент, для матеріалів, що досліджувались змінюється в межах 1,52...1,9. Отримані рівняння залежності коефіцієнта k_V від швидкості вирубання для різних матеріалів вирубних плит будуть використовуватись для коректування розрахункового значення технологічного зусилля вирубання.

2. Отримано графічні залежності, що дозволяють визначити глибину занурення різака в матеріал в залежності від матеріалу вирубної плити, кута загострення різака та швидкості його занурення. Дані залежності підтверджують, що швидкість занурення різака в матеріал близька до швидкості розвитку тріщини. Отримані залежності використані в математичній моделі при розрахунку технологічного зусилля вирубання.

Перспективи подальших розробок. В подальших дослідженнях передбачається оснащення розглянутого пристрою поліетиленовими плитами при виконанні технологічних операцій вирубання як на електрогідравлічному так і на магнітно-імпульсному пресовому обладнанні.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Раскин В.Л. Технология раздела металла на заготовки. – М.: Машпром, 1961. – 245 с.
2. Кононенко В.Г., Зайцев К.И. Высокоскоростное (импульсное) разделение холодного металла. – В сб.: Импульсная обработка металлов давлением. Вып. 2. – Х.: Харьковский авиационный институт, 1970. – С. 15–39.
3. Германиес Э. Справочник книга технолога – полиграфиста. Перевод с немецкого. – М.: Книга, 1982. – 336 с.
4. Энштейн Б.Г., Кайбышев О.А. Высокоскоростная деформация и структура металлов. – М.:

Металлургия, 1971. – 317 с.

5. Степанов В.Г., Шавров И.А. Высокоэнергетические импульсные методы обработки металлов давлением. – Л.: Машиностроение. 1975. – 280 с.

АННОТАЦИЯ

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА РАСКРОЯ ДЕТАЛЕЙ ВЕРХА ОБУВИ

В работе приведены принципы, подходы для точного исследования факторов, влияющих на качество раскроя деталей верха обуви. С помощью нового устройства с применением информационных технологий исследовано, как эти факторы влияют на технологическое усилие, стойкость инструмента и режимы выполнения технологических операций при дифференцированных нагрузках. В частности, закономерности, характеризующие процесс резки мягких кож, еще мало исследованы. Известно, что такие характеристики, как технологическое усилие, стойкость инструмента и режимы выполнения технологических операций входят в число основных параметров, определяющих мощность, габариты и производительность вырубного пресса. В связи с этим возникает необходимость в определении зависимости параметров прессового оборудования от характеристик резки. Поставленная цель достигается тем, что предложенный нами устройство оснащено специальным приспособлением для магнитно-импульсной обработки металлов. В последние годы в машиностроении и приборостроении получил распространение метод (миома). Суть этого метода заключается в том, что металлическую заготовку помещают в сильное магнитное поле, которое создается с помощью мгновенного разряда конденсаторной батареи. Установлено, что увеличение скорости погружения резака в материал вырубной плиты на 0,5 мм, для обеспечения гарантированного вырубки, не ведет к значительному увеличению коэффициента динамичности. При скоростях вырубки в пределах 1 ... 7 м / с коэффициент kV , как показал эксперимент, для материалов, исследовались изменяется в пределах 1,52 ... 1,9. Получены графические зависимости, позволяющие определить глубину погружения резака в материал в зависимости от материала вырубной плиты, угла обострения резака и скорости его погружения. Данные зависимости подтверждают, что скорость погружения резака в материал близка к скорости развития трещины. Полученные зависимости использованы в математической модели при расчете технологического усилия вырубки.

Ключевые слова: раскрой, нагрузка, технологическое усилие, резак, опережающая трещина, лезвие, вырубная плита, магнитно-импульсная обработка, вырубной пресс, ударник.

SUMMARY

STUDY OF TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF THE PROCESS OF SUCCESSION OF DETAILS OF OVENS

The principles and the approaches for the exact study of factors affecting the quality of cutting the details of the shoe top have been presented in the article. With the help of a new device and the use of information technology, it was investigated how these factors affect the technological effort, the tool's durability and the modes of performing technological operations under differentiated loads. In particular, the regularities characterizing the process of cutting soft leathers have not been explored yet. It is known that such characteristics as the technological effort, the tool's durability and the operating modes of operation are among the main parameters determining the thickness, dimensions and productivity of the punching press. In this connection, there is a need to determine the dependence of parameters of press equipment on the characteristics of cutting. The goal is achieved by the fact that the device proposed by us is equipped with a special device for magnetic-pulse processing of metals. In recent years, the technique (myoma) has become widespread in machine building and instrument making. The essence of this method is that a metal blank is placed in a stronger magnetic field, which is created by the instantaneous discharge of a capacitor bank. It is established that an increase in the speed of the cutter's submergence in the material of the cutting board by 0.5 mm, in order to ensure the guaranteed cutting, does not lead to a significant increase in the dynamic factor. At the cutting rates within 1 ... 7 m / s, the kV coefficient, as the experiment has shown, for materials, has been studied to vary between 1.52 ... 1.9. Graphic dependencies are obtained that allow to determine the depth of the cutter's immersion into the material, depending on the material of the cutting plate, the angle of sharpening of the torch and the speed of its immersion. These dependences confirm that the velocity of the cutter's immersion in the material is close to the rate of development of the crack. The obtained dependences were used in the mathematical model when calculating the technological effort of cutting.

Key words: cutting, loading, technological efforts, cutter, advanced crack, blade, cutting plate, magnetic - pulse processing, cutting press, drummer.



МУКАЧІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

89600, м. Мукачево, вул. Ужгородська, 26

тел./факс +380-3131-21109

Веб-сайт університету: www.msu.edu.ua

E-mail: info@msu.edu.ua, pr@mail.msu.edu.ua

Веб-сайт Інституційного репозитарію Наукової бібліотеки МДУ: <http://dspace.msu.edu.ua:8080>

Веб-сайт Наукової бібліотеки МДУ: <http://msu.edu.ua/library/>