

Вінницький національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет машинобудування та транспорту

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра галузевого машинобудування

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Бакалаврська кваліфікаційна робота на тему:
«РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ШТАМПУ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ
КОНТАКТІВ ЗАПОБІЖНИКІВ»

Виконав: студент 4 курсу, групи 1ГМ-206

спеціальності 133 – галузеве машинобудування

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Бабій О. В.

(прізвище та ініціали)

Керівник: д. т. н., проф., доцент каф. ГМ

Сивак Р. І.

(прізвище та ініціали)

«_____» _____ 2024 р.

Рецензент: к. т. н., доц., доцент каф. АТМ

Смирнов Є. В.

(прізвище та ініціали)

«_____» _____ 2024 р.

Допущено до захисту

Зав. кафедри _____

«14» червня 2024 р.

Вінниця ВНТУ - 2024 рік

Вінницький національний технічний університет

Факультет машинобудування та транспорту
(повне найменування інституту, факультету)

Кафедра галузевого машинобудування
(повна назва кафедри)

Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

Галузь знань – 13 «Механічна інженерія»
(шифр і назва)

Спеціальність – 133 «Галузеве машинобудування»
(шифр і назва спеціальності)

Освітньо - професійна програма – Галузеве машинобудування
(назва освітньо - професійної програми)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

“12” березня 2024 року

ЗАВДАННЯ **НА БАКАЛАВРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Бабію Олександрю В'ячеславовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Розробка конструкції штампу для виготовлення контактів запобіжників»

Керівник роботи Сивак Роман Іванович, д. т. н., професор,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від “11” березня 2024 року
№80

2. Термін подання студентом роботи 14 червня 2024 р.

3. Вихідні дані до роботи: загальна висота заготовки – 36 мм; висота платформи заготовки – 3 мм; діаметр заготовки – 34 мм; ширина контакту - 24 мм; товщина контакту - 4 мм; довжина прутка - 26 мм; границя текучості – 90 МПа; методичні вказівки до виконання дипломних проєктів.

4. Зміст текстової частини: обсяг пояснювальної записки – 62 стор., рисунків – 42, таблиць – 7.

5. Перелік ілюстративного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
складальне креслення (формат А1) – 1 лист; деталювання (формат А3) – 4 листа; результати розрахунку геометричних та силових параметрів (формат А1) – 1 лист

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Технічний розділ (основна частина)	д. т. н., доц. Роман СИВАК	12.03.24	09.06.24
Охорона праці, безпека життєдіяльності	к. т. н., доц. Інна ВІШТАК	06.05.24	24.05.24

7. Дата видачі завдання 12.03.2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів бакалаврської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів бакалаврської кваліфікаційної роботи	Примітка
1	Теоретичний огляд	24.05.2024 р.	
2	Розробка конструкції	24.05.2024 р.	
3	Розрахунок геометричних та силових параметрів	24.05.2024 р.	
4	Розробка складальних креслень	24.05.2024 р.	
5	Охорона праці	24.05.2024 р.	
6	Оформлення текстової та графічної частини проекту	09.06.2024 р.	
7	Перевірка на плагіат	10.06.2024 р.	
8	Нормо контроль БКР	11.06.2024 р.	
9	Попередній захист БКР	12.06.2024 р.	
10	Рецензування БКР	14.06.2024 р.	
11	Захист БКР	за графіком	

Студент _____ О. В. Бабій
(підпис) (ініціали і прізвище)

Керівник роботи _____ Р. І. Сивак
(підпис) (ініціали і прізвище)

АНОТАЦІЯ

Бакалаврська кваліфікаційна робота складається з 62 стор. формату А4, на яких є 42 рисунка, 7 таблиць, список використаних джерел містить 24 найменування.

Метою даної роботи є розробка пристрою для реалізації процесу відрізання штампування із забезпеченням безвідходного виготовлення осесиметричних напівфабрикатів з алюмінієвих прутків за одну операцію в одному штампі.

Для досягнення цієї мети необхідно провести аналіз сучасних способів виготовлення циліндричних заготовок. Обрати найбільш ефективний технологічний процес для виготовлення циліндричних заготовок та осесиметричних напівфабрикатів з алюмінієвих прутків. Цей процес повинен забезпечувати значне підвищення продуктивності, зниження кількості одиниць штампового оснащення та ковальсько-пресового обладнання, а також скорочення технологічних операцій.

Виконати оцінку напружено-деформованого стану відрізаної заготовки під час її штампування осадкою та видавлюванням. Визначити взаємозв'язки енергосилових та геометричних параметрів досліджуваного процесу для реалізації на ковальсько-штампувальному обладнанні. Виявити вплив на силу та безрозмірний тиск співвідношення розмірів та форми поперечного перерізу заготовки у вигляді кола, квадрату та смуги. Оцінити взаємозв'язок геометричних та кінематичних параметрів штампування контакту для виключення можливості утворення дефектів.

Науково-обґрунтована методика розрахунку технологічних параметрів суміщеного процесу відрізання штампування забезпечить виготовлення якісних циліндричних заготовок та осесиметричних напівфабрикатів з алюмінієвих прутків.

Ключові слова: комбіноване штампування, напруження, деформації, метод скінчених елементів, штамп.

ABSTRACT

The bachelor's qualification work consists of 62 pages. A4 format, with 42 figures, 7 tables, the list of used sources contains 24 items.

The purpose of this work is the development of a device for the implementation of the punching cutting process with the provision of waste-free production of axisymmetric semi-finished products from aluminum rods in one operation in one die.

To achieve this goal, it is necessary to conduct an analysis of modern methods of manufacturing cylindrical blanks. Choose the most effective technological process for the production of cylindrical blanks and axisymmetric semi-finished products from aluminum rods. This process should provide a significant increase in productivity, a reduction in the number of units of die equipment and forging and press equipment, as well as a reduction in process operations.

To evaluate the stress-strain state of the cut workpiece during its stamping and extrusion. Determine the interrelationships of energy and geometric parameters of the researched process for implementation on forging and stamping equipment. To identify the effect on the force and dimensionless pressure of the size ratio and cross-sectional shape of the workpiece in the form of a circle, square and strip. Evaluate the relationship between the geometric and kinematic parameters of contact stamping to exclude the possibility of defects.

A scientifically based method of calculating the technological parameters of the combined cutting and stamping process will ensure the production of high-quality cylindrical blanks and axisymmetric semi-finished products from aluminum rods.

Key words: combined stamping, stresses, deformations, method of finite elements, stamp.

ЗМІСТ

Вступ.....	8
1 СТАН РОЗРОБОК В ОБЛАСТІ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОБНИЦТВА ЦИЛІНДРИЧНИХ ЗАГОТОВОК.....	9
1.1 Аналіз сучасних процесів виготовлення циліндричних заготовок	9
1.2 Використання операцій холодного штампування для виготовлення заготовок процесом відрізання з подальшою осадкою та видавлюванням.....	20
2 ПРОЕКТУВАННЯ ПРОЦЕСУ ТА РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ШТАМПУ.....	23
2.1 Методика проектування процесу виготовлення осесиметричних заготовок відрізанням-штампуванням.....	23
2.2 Розробка конструкції промислового штампу	28
3 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ВІДРІЗАННЯ-ШТАМПУВАННЯ В ЦИЛІНДРИЧНІЙ МАТРИЦІ.....	31
3.1. Моделювання процесу відрізання–штампування.....	31
3.2. Комп'ютерне моделювання штампування видавлюванням.....	41
4 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	47
4.1. Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкта.....	48
4.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць.....	48

4.1.2. Електробезпека.....	50
4.2. Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії.....	51
4.2.1. Мікроклімат.....	51
4.2.2 Виробниче освітлення.....	53
4.2.3 Виробничий шум та вібрації.....	54
4.3. Технічні рішення з пожежної безпеки.....	55
 ВИСНОВКИ.....	 58
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	59
ДОДАТКИ.....	62

ВСТУП

Розширення застосування легких алюмінієвих сплавів визначається сучасними способами їх деформаційної обробки як найбільш продуктивної та ресурсозберігаючої. З часом спостерігається збільшення питомої ваги алюмінієвих деталей в автомобільній промисловості. Розвиток галузі радіоелектронної та електротехнічної промисловості пов'язаний із зростанням вимог мініатюризації та спрощення конструкції обладнання. А це, в свою чергу, вимагає розробки інноваційних технологій холодного об'ємного штампування.

Технології промислових підприємств щодо виготовлення осесиметричних циліндричних заготовок, що використовуються для виготовлення конденсаторів, резисторів, запобіжників, аерозольних балонів, туб і тубиків тощо, засновані на використанні штучних заготовок. Ці заготовки виготовлені вирубкою з листового прокату. А це призводить до утворення 30-40% відходів та необхідності їх утилізації. Крім того, для реалізації таких процесів потрібно кілька одиниць оснастки та штампів.

В поєднаному процесі відрізання-штампування в одному штампі за одну технологічну операцію реалізується відрізання штучної заготовки від алюмінієвого прутка і подальша деформація осадкою, видавлюванням або їх поєднанням. Це призводить до здешевлення технології, скорочення числа штампів та підвищення коефіцієнта використання металу. Поєднання операцій в одному процесі робить його ресурсозберігаючим і практично безвідходним. Розв'язок економічного завданнями практичного використання при дослідженні процесу відрізання-штампування є основою для розробки виробничого штампу для виготовлення осесиметричних заготовок для контакту запобіжника.

1 Стан розробок в області технологій виробництва циліндричних заготовок

1.1 Аналіз сучасних процесів виготовлення циліндричних заготовок

Можлива наступна класифікація циліндричних заготовок на групи: довгі – з відношенням висоти до діаметру більше 2.5, компактні – коли відношення висоти до діаметру перебуває у межах від 1 до 2.5, короткі - коли відношення висоти до діаметру перебуває у межах від 0,1 до 1 та тонкі - з відношенням висоти до діаметру менше 0,1.

Область застосування таких заготовок це виготовлення виробів листового та об'ємного штампування вирубкуванням, карбуванням, витяжкою, прямим та зворотним видавлюванням, рельєфним формуванням.

В якості об'єкту дослідження виступають тонкі та короткі циліндричні заготовки з листового та сортового прокату. Призначення цих заготовок - подальше виготовлення осесиметричних напівфабрикатів холодним штампуванням.

Матеріалом заготовок є пластичні алюмінієві сплави АД1, АД31. Діаметри заготовок перебувають у межах від 10 мм до 50 мм.

Використання заготовок обмежується штампуванням осесиметричних напівфабрикатів, у тому числі – карбовані вироби, тонколистових виробів типу туб та тубиків, а також деталей радіотехнічної промисловості, зокрема – контактів запобіжників.

Заготовки отримують із прокату смугового, квадратного, круглого і прямокутного профілів перерізу.

Класифікація прокату та одержуваних із них заготовок наступна.

По формі перерізу вихідного профілю:

- смуга;
- круг;
- квадрат;

- шестигранник.

По відносній висоті циліндричних заготовок:

- тонкі;
- короткі;
- компактні;
- довгі.

По абсолютним розмірам:

- мілкі;
- середні;
- великі;
- громіздкі.

По ефективному способу виготовлення:

- вирубка із листового прокату;
- відрізання у штампах з подальшою осадкою;
- відрізання у штампах і на ножицях;
- відрізання на станках і пилах.

Для виготовлення різноманітних заготовок циліндричної форми застосовуються такі основні процеси металообробки:

- 1) відрізання на металорізальному обладнанні;
- 2) вирубкування з листового прокату;
- 3) відрізання на ножицях та у штампах пресів із сортового прокату;
- 4) поєднане відрізання від смугового або круглого прокату з подальшим штампуванням осадкою, видавлюванням, або поєднанням цих процесів.

Головною перевагою відрізання циліндричних заготовок від прутків на металорізальних верстатах є можливість з одного типорозміру прокату отримувати заготовки різного діаметра та довжини (рис. 1.1). Тобто обладнання та інструмент в цьому випадку є універсальними.

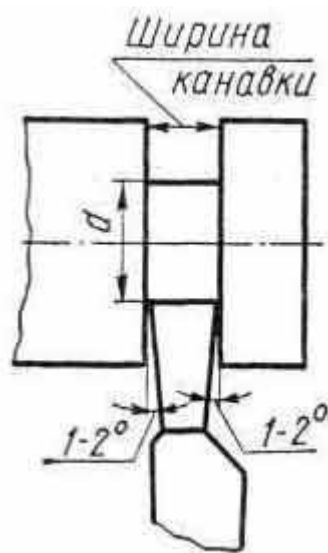
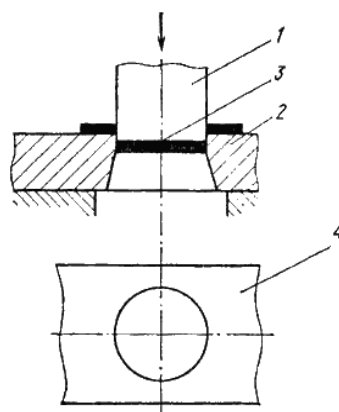


Рисунок 1.1 – Відрізання циліндричної заготовки різцем з прутка

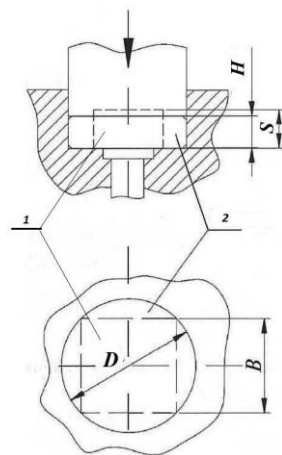
Вирубання заготовок з листового прокату на пресах (рис. 1.2, а) це високопродуктивний процес. Але штампування смуги характеризується коефіцієнтом використання металу, що не перевищує значень 0,3-0,4. Використання багатомісного штампу (рис. 1.2, б) призводить до величини коефіцієнту використання металу не вище 0,69 [1, 2].

Застосування безвідходного відрізання квадратної картки від смугового прокату з подальшою осадкою в циліндричній матриці [3, 4] (рис. 1.3) забезпечує максимальний коефіцієнт використання металу близький до 1.



1 - пуансон; 2 – матриця; 3 – заготовка; 4 - відходи смуги

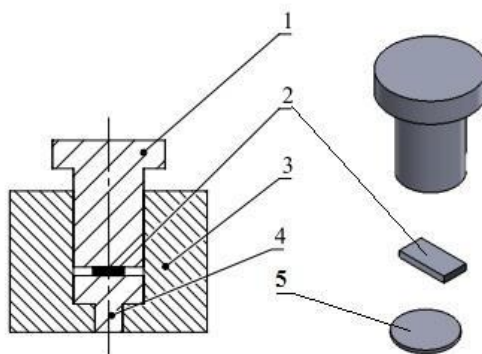
Рис. 1.2 - Схема вирубки циліндричної заготовки



1 – картка квадратна зі смуги; 2 – заготовка циліндрична

Рис. 1.3 - Схема виготовлення заготовки із квадратної картки

Технологія виготовлення тонких циліндричних заготовок діаметром до 50 мм і висотою до 5мм з прямокутних карток шляхом відрізання від смуги товщиною від 3 до 10 мм без відходів та подальшої осадки в циліндричній матриці (рис. 1.4) [5, 6] теж є досить перспективною з можливістю подальшого розвитку.

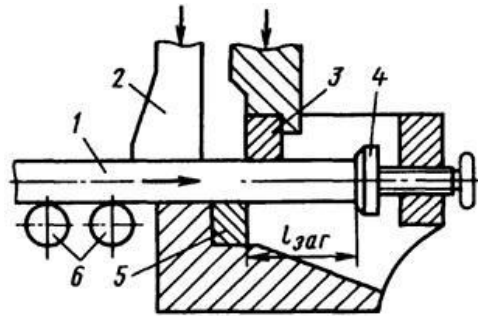


1 – пуансон, 2 – картка, 3 – матриця, 4 – виштовхувач, 5 – заготовка

Рисунок 1.4 – Схема штампу для осадки прямокутної картки в циліндричній матриці

Розрізання прокату на ножицях (рис. 1.5) доцільно лише для заготовок з відносною довжиною більше 2,5, щоб уникнути спотворення форми під час

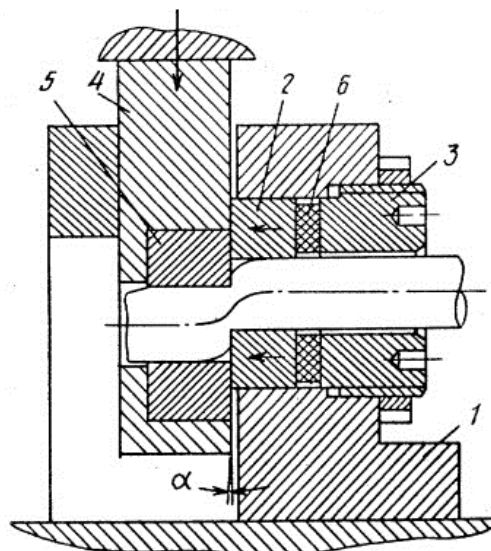
поділу. Отримані викривлення форми усуваються механічною обробкою або калібруванням.



1 – прокат вихідний; 2 – притиск; 3 – ніж рухливий; 4 - опора регульована;
5 – ніж нерухомий; 6 - ролик напрямний

Рисунок 1.5 – Схема розрізання прокату на ножицях

Компактні заготовки з відносною довжиною від 1 до 2,5 зазвичай виготовляються відрізанням від прокату в штампах кривошипних пресів (рис. 1.6). Геометрична точність розмірів і якість заготовок, що відрізаються, визначається схемою відрізки, конструкцією штампу, механічними властивостями оброблюваних матеріалів [7, 8].



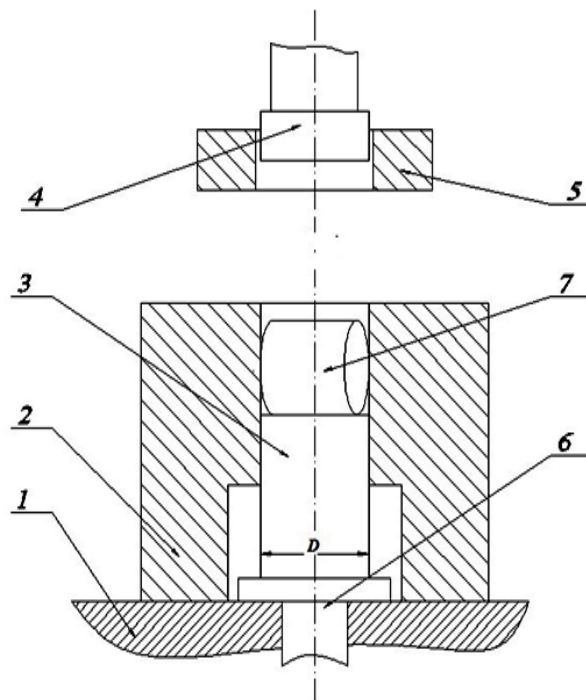
1 – корпус; 2 – ніж нерухомий; 3 - втулка різьбова; 4 – повзун; 5 – ніж рухомий; 6 – елемент пружний; α - кут самовстановлюваний

Рис. 1.6 - Схема штампу для відрізання компактних заготовок від прокату

Відрізання заготовок від прокату в штампі (рис. 1.6) здійснюється шляхом переміщення рухомого ножа 4. Цей процес призводить до зміни схеми напружено-деформованого стану в осередку деформації або в зоні поділу. Призначення пружного елемента 6 полягає у більш щільному приляганні рухомих ножів 2 і 5, також він необхідний для їх взаємного повороту на кут α . Цей поворот призводить до підвищення якості та геометричної точності відрізаної заготовки.

Короткі заготовки із пластичних металів та сплавів можна деформувати у штампах з комплексним процесом відрізки об'єднаним із закритою осадкою [5]. Штампи з такою організацією процесу деформування перетворюють компактную заготовку у коротку після осадки.

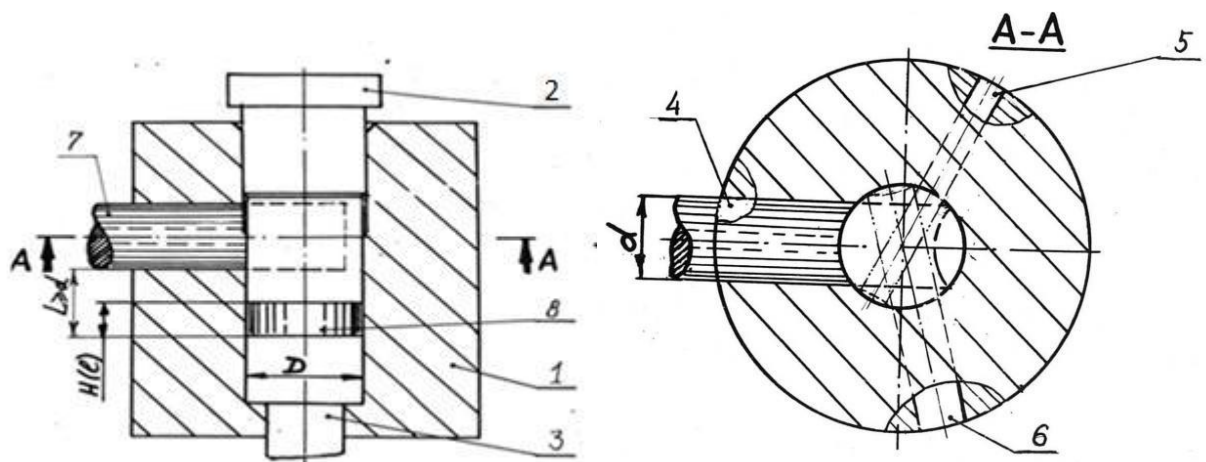
Такий прийом використовувався у технологічному процесі поперечної осадки в закритій циліндричній матриці. В якості вихідного напівфабрикату використовувалася відрізана від круглого прокату заготовка (рис. 1.7).



1 – плита, 2 – матриця, 3 – виштовхувач, 4 – пуансон, 5 – знімач, 6 – штовхач

Рисунок 1.7 – Схема штамп для виготовлення заготовок із круглого прокату поперечною осадкою

Для успішної реалізації такого процесу повинна бути жорстка залежність між розмірами заготовки та напівфабрикату при осадці. Це є обмеженням при застосуванні даної технології. Щоб це усунути [7] в матриці для кожного дроту виконується свій радіальний отвір. В цьому випадку він буде виконувати функцію нерухомого ножа. А в якості рухомого ножа та одночасно інструментом для осадки буде пуансон. Розміри прутків розраховуються з умови сталості об'єму для отримання циліндричної заготовки необхідної висоти (рис. 1.8).



1 - матриця, 2 - пуансон, 3 - виштовхувач, 4-6 - отвори радіальні різних діаметрів, 7 - пруток, що розрізається, 8 - осаджена заготовка

Рисунок 1.8 – Схема штампу для виготовлення циліндричних заготовок різної висоти із прутків різних діаметрів

Суттєвий недолік описаної технології виготовлення циліндричної заготовки відрізанням – поперечною осадкою відображається у значному тискові при осадці тонких (коротких) заготовок. Завершальна стадія осадки може характеризуватися перевищенням напруження течії у 8...10 раз. А навантаження на інструмент при цьому (пуансон 2 і матрицю 1, малюнок 10), досягає 1,5-2 ГПа, що знижує стійкість штампової оснастки.

Деталь «контакт запобіжника» поширена в силових електричних установках. Випуск цієї деталі може бути значно ефективнішим при застосуванні методу холодного штампування із пруткової заготовки та за умови освоєння технології виготовлення осесиметричних напівфабрикатів, яка може бути використана у значній номенклатурі масового виробництва.

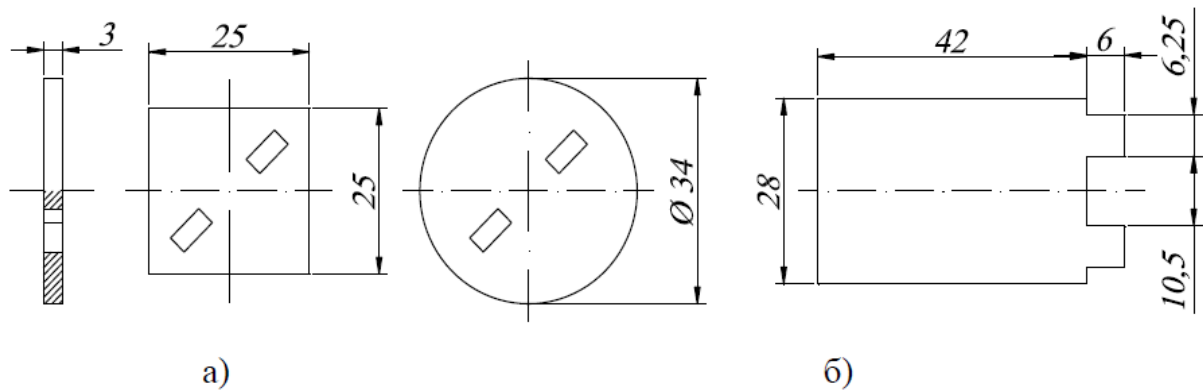
Найбільш широко використовуються плавкі ножові запобіжників для електричних кіл з великими струмами (до 1000 А). Їх використання пов'язане із підвищеною небезпекою, оскільки вони встановлюються у тримач із неізолюваними губками. Тому запобіжники застосовуються лише в електроустановках, що обслуговуються висококваліфікованим персоналом, що володіє відповідними навичками техніки безпеки та принципом дії необхідного обладнання.

Матеріалом для корпусів плавких вставок зазвичай служать високоміцні марки спеціальної кераміки (стеатит, порцеляна або корундо-мулітова кераміка). При виготовленні корпусів плавких вставок з малими номінальними струмами використовується спеціальне скло. Корпус плавкої вставки служить базовою деталлю із можливістю фіксування на ньому плавкого елемента з контактами плавкої вставки, вільних контактів, показчика спрацьовування, таблички з номінальними даними, пристроїв для керування плавкою вставкою, а також корпус може бути камерою гасіння електричної дуги.

Плавкий запобіжник складається із плавких вставок і корпусу. В плавкі вставки незалежно від конструкції входить плавкий елемент та струмопровідний елемент з металу, металевого сплаву або спаяних шарами різних металів з'єднаних з тримачем і ножовим контактом. Корпус виконує функцію механізму або системи кріплення плавкого елемента до контактів. Таким чином включається плавкий запобіжник в якості пристрою в електричний ланцюг. Контакти також можуть бути круглої форми.

Існуюча технологія виготовляє основу та ніж контакту окремо. Вона представляє собою послідовні окремі операції вирубання зі смуги та подальше з'єднання шляхом розклепування елементів, що виступають.

Технологія отримання деталі «контакт» з квадратною або круглою основою полягає у збиранні його із заготовок основи та ножа. Обидві заготовки це пластини, що відрізаються з листового прокату (рис. 1.9). Щоб скласти ці заготовки у готовий виріб виконуються додаткові операції. В заготовці ножа вирубуються два прямокутні виступи, а в заготовці основи пробивається два прямокутні отвори під виступи. Наступною операцією є складання з одночасною розчеканкою надлишкового об'єму металу (рис. 1.10).

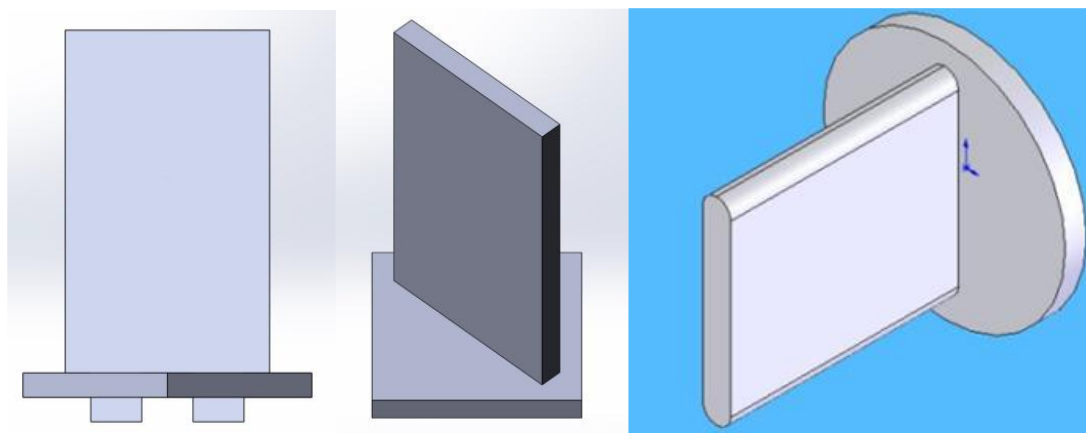


а) - основа; б) – ніж

Рисунок 1.9 – Креслення роз'ємних заготовок контакту

Контакт виготовляється з алюмінієвого сплаву АД1 або АД31 з такими властивостями. Сплав АД1 містить алюмінію не менш 99,5%, а решта це домішки заліза (0,3%), кремнію (0,3%), міді (0,02%), цинку (0,07%). Сплав АД31 містить алюмінію не менш 97,65...99,35%, а решта це домішки заліза (до 0,5%), кремнію (0,2...0,6%), міді (до 0,1%), цинку (0,1%), магнію (0,45...0,9%), хрому (до 0,1%), титану (до 0,15%). Механічні властивості цих сплавів наступні. Сплав АД1: границя міцності - 100МПа, границя текучості

– 50МПа. Сплав АД31: границя міцності - 240МПа, границя текучості – 200МПа.



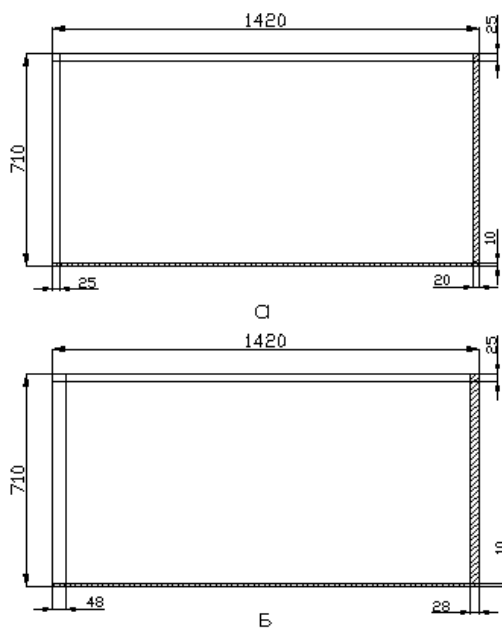
а)

б)

а – квадратна основа, б - кругла основа

Рисунок 1.10 – Твердотільні моделі контакту

На рис. 1.11 представлений стандартний розмір постачаємого листа 1420×710 мм.



а) для квадратної основи; б) для ножа

Рисунок 1.11 - Схеми розкрою

Залежність коефіцієнту використання металу при вирубванні циліндричних заготовок від виду розкрою матеріалу наступна. При однорядній вирубці (рис. 1.12) коефіцієнту використання металу 0,62; при двохраній вирубці (рис. 1.13)– 0,63; при трирядній (рис. 1.14) – 0,66; при шестирядній (рис. 1.15) – 0,69.

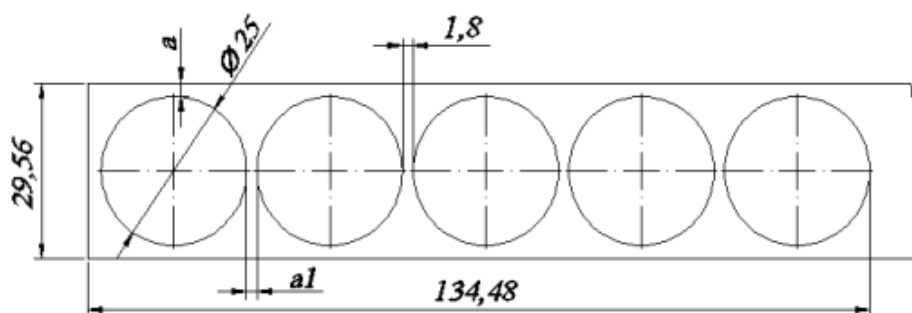


Рисунок 1.12 - Однорядне вирубвання

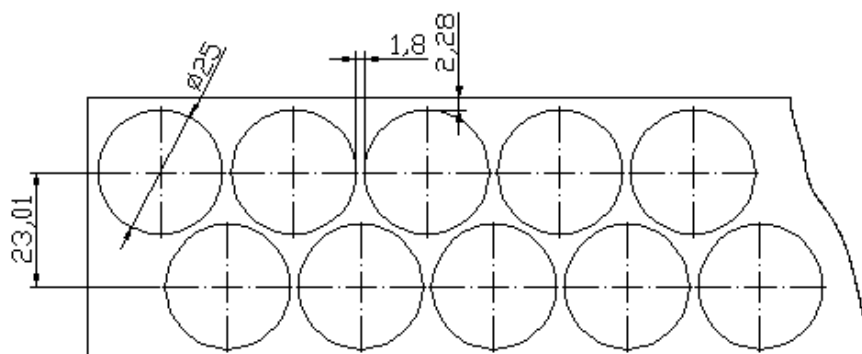


Рисунок 1.13 - Двохране вирубвання

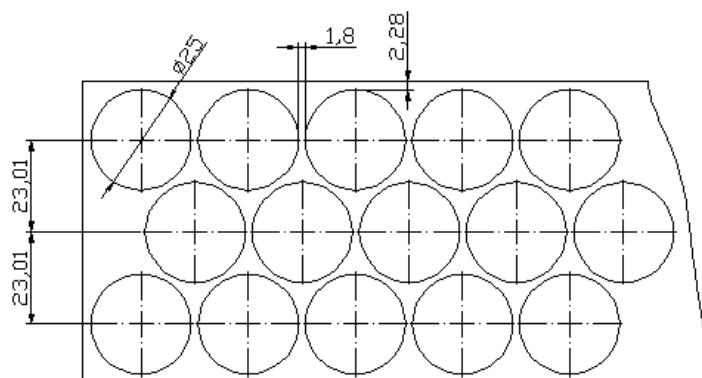


Рисунок 1.14 - Трирядне вирубвання

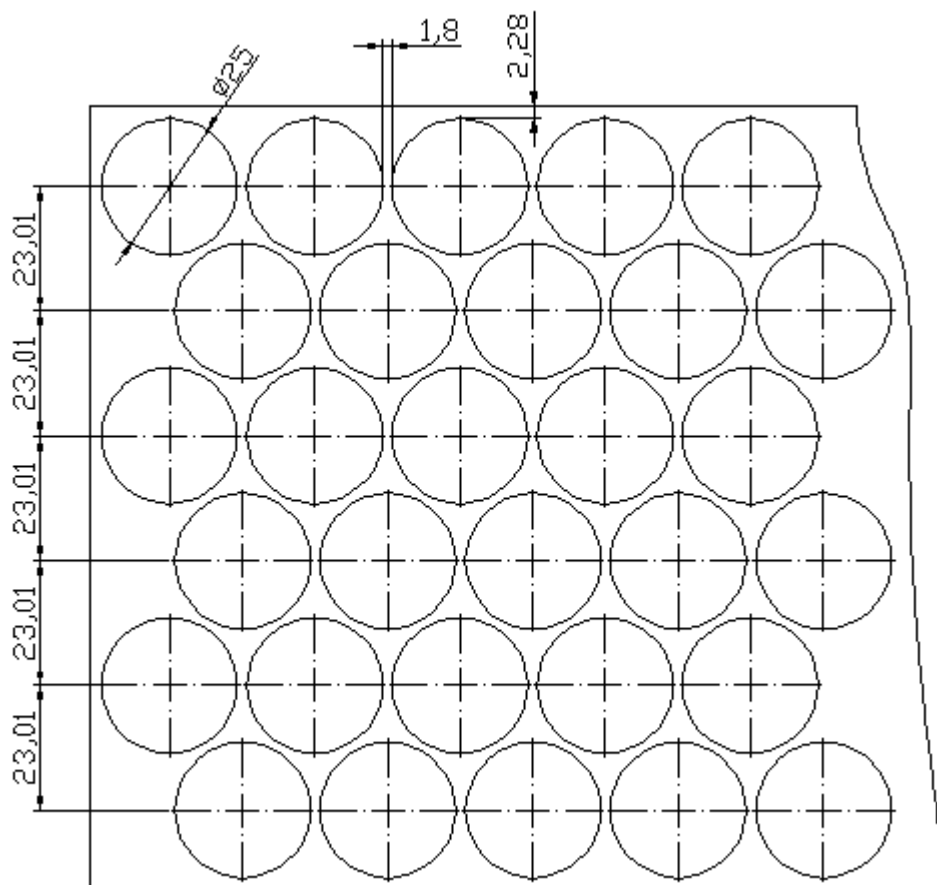


Рисунок 1.15 - Шестирядне вирубвання

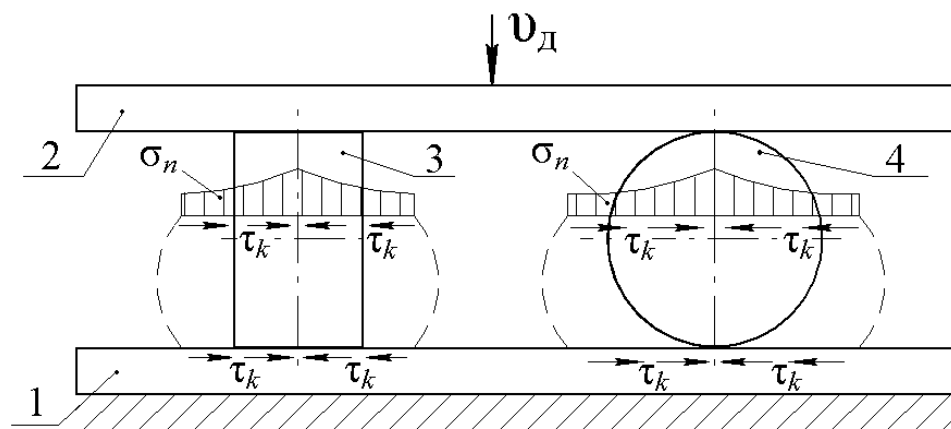
1.2 Використання операцій холодного штампування для виготовлення заготовок процесом відрізання з подальшою осадкою та видавлюванням

Пріоритетним напрямком металообробної промисловості є впровадження ресурсозберігаючих технологій. Такі технології мають забезпечувати економію матеріалів та зниження трудомісткості шляхом скорочення кількості технологічних операцій. Забезпечення стійкого виконання технологічних процесів дає надійність, довговічність та отримання необхідних показників якості. Для забезпечення такої стабільності потрібне проведення додаткових досліджень силових та технологічних параметрів процесів. Оптимізація та вибір відповідного обладнання,

зниження витрати металу та зменшення трудомісткості виробництва дозволить отримати готовий цільний виріб за рахунок скорочення числа операцій шляхом безвідходного відрізання заготовки від прутка безпосередньо у штампі з подальшою осадкою та видавлюванням.

У випадку поздовжньої осадки прикладання сили деформування здійснюється у напрямку осі заготовки, у випадку поперечної – перпендикулярно до осі (рис. 1.16).

Поздовжня осадка застосовується для виготовляються довгих та компактних заготовок. Осадка довгих заготовок обмежена можливістю втрати стійкості при значенні відносної висоти 2,5. Головний недолік цього процесу при штампуванні в закритій матриці полягає у необхідності точної фіксації осі заготовки для уникнення нерівномірної деформації і неповному заповненню металом кутів матриці. Поперечна осадка це процес позбавлений цих недоліків. У випадку поперечної осадки заготовка чітко фіксується в порожнині матриці.



1 - плита нижня; 2 - плита верхня; 3 - заготовка для осадки поздовжньої; 4 – заготовка для осадки поперечної

Рисунок 1.16 – Схеми поздовжньої та поперечної осадки

Основна перевага штампування видавлюванням порівняно з іншими процесами це отримання виробів з високою точністю та низькою шорсткістю поверхні. Штампування видавлюванням унеможливорює перевантаження

обладнання у разі надмірного об'єму заготовки. Виготовлені видавлюванням поковки мають високу якість поверхні, відрізняються відсутністю внутрішніх тріщин та порожнин по об'єму та інших дефектів. Це пояснюється заліковуванням дефектів при деформації в умовах нерівномірного стиску.

До недоліків слід віднести наступне:

1) високі енерговитрати та великі сили деформування, як наслідок зниження стійкості інструменту та використання високоміцних інструментальних матеріалів;

2) нерівномірне зношування штампової оснастки внаслідок високої неоднорідності деформації за довжиною і об'ємом, що призводить до відмінності у властивостях міцності деталі.

2 Проектування процесу та розробка конструкції штампу

2.1 Методика проектування процесу виготовлення осесиметричних заготовок відрізанням-штампуванням

Класифікація циліндричних заготовок з алюмінієвих прутків та осесиметричних напівфабрикатів показана в таблиці 2.1.

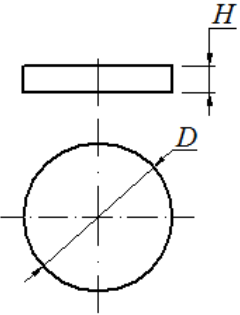
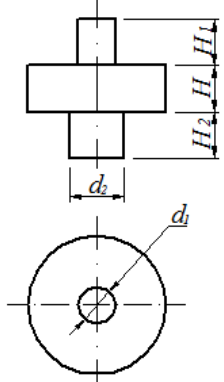
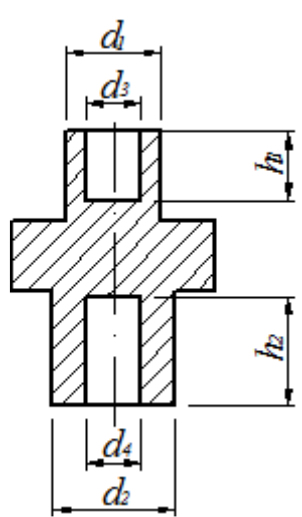
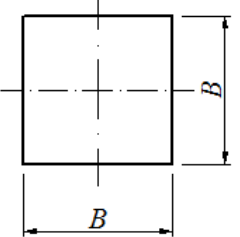
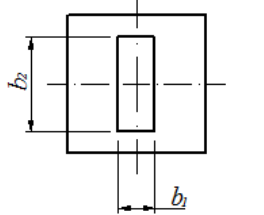
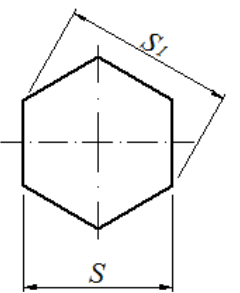
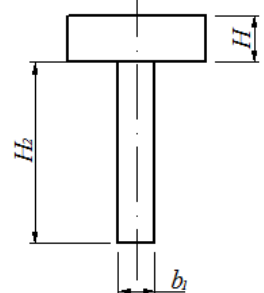
Теоретичні та експериментальні дослідження стали основою розробки методики проектування одноопераційного технологічного процесу виготовлення осесиметричних напівфабрикатів з алюмінієвих прутків. Даний процес складається із відрізання та подальшого штампування осадкою шляхом видавлювання або шляхом поєднання цих операцій. Вихідними даними для проектування технологічного процесу є задані геометричні розміри напівфабрикату. Сумарний об'єм вихідної заготовки визначається шляхом розбивання напівфабрикату на елементарні об'єми. Величина цих об'ємів розраховується і результати підсумовуються для визначення сумарного об'єму.

Твердотільна модель інструменту та додаткового штампового оснащення експортується до програмного обчислювального комплексу на основі кінцево-елементної системи. Креслення вихідної заготовки експортується в препроцесор програмного комплексу, поєднуючись з твердотільною моделлю оснастки. Послідовність постановки задачі для програмного комплексу наступна: занесення граничних умов, ввід механічних властивостей заготовки. В подальшому виконується розрахунок основних кінематичних та деформаційних параметрів процесу.

На основі результатів розрахунку в постпроцесорі будуються необхідні результати. В цьому випадку необхідно знати поля переміщень, інтенсивності швидкостей деформації, швидкостей течії, накопиченої деформації, ймовірного розподілу пошкоджуваності, інтенсивності напружень, середнього напруження на поверхні та в об'ємі, температури та

тиску. Також існує можливість виконання аналізу шляхом прогнозування утворення дефектів у вигляді утяжин, складок та затискачів. Подібні дефекти свідчать про нестабільність процесу.

Таблиця 2.1 - Класифікація осесиметричних заготовок, виготовлених відрізанням-штампуванням

Вид в плані	Геометрія деталі		
	Плоска	З виступами	З виступами і отворами
Круглі			
Квадратні			
Шестигранні			

Алгоритм методики проектування процесу виготовлення осесиметричних напівфабрикатів відрізкою від алюмінієвих прутків та подальшим закритим штампуванням наступний:

- 1) Введення геометричних параметрів та механічних властивостей матеріалу.
- 2) Визначення об'єму заготовки, визначення діаметра вихідного дроту

3) Розрахунок силових параметрів.

4) Аналіз напружено-деформованого стану: полів переміщень, швидкостей, деформацій, напружень, пошкоджуваності

5) Висновок про можливість виготовлення осесиметричної заготовки із сортового прокату

У таблиці 2.2 наведено ідентифікацію конструктивно-технологічних ознак осесиметричних напівфабрикатів для розробленого алгоритму, а на рис. 2.1 - алгоритм методики автоматизованого проектування процесу виготовлення осесиметричних напівфабрикатів відрізкою від алюмінієвих прутків та подальшим закритим штампуванням.

Таблиця 2.2 – Ідентифікація конструктивно-технологічних ознак

№	Найменування признаков	Розмірність	Позначення
1	Діаметри компонентів деталі	мм	D, D1, D2, D3, D4, D5
2	Висота компонентів деталі	мм	H, H1, H2, H3, H4, H5
3	Розміри матриці при видавлюванні	мм	A, B
4	Радіус матриці при осадці	мм	R
5	Величина сегментної фаски при осадці	мм	Del
6	Довжина заготовки	мм	Lphoy
7	Діаметр вихідного прутка	мм	Dphoy
8	Об'єм заготовки	мм ³	Vphoy
9	Контактна площа між пуансоном та заготовкою	мм ²	dTich
10	Границя текучості	МПа	SigmaS
11	Безрозмірний тиск	-	Q_SigmaS
12	Тиск	МПа	Q
13	Зусилля	кН	P



Рисунок 2.1 – Алгоритм методики автоматизованого проектування

Співвідношення геометричних розмірів осесиметричних напівфабрикатів та вихідних прутків наступні (рис. 2.2, 2.3)

$$H \approx 0,22D, l \approx 0,87D, D \approx 2d, d \approx 0,5B, S=L=1,73d$$

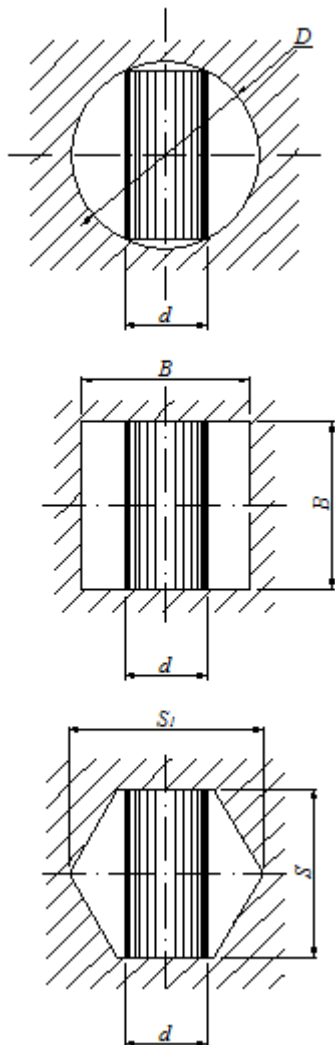


Рисунок 2.2 – Вид у плані

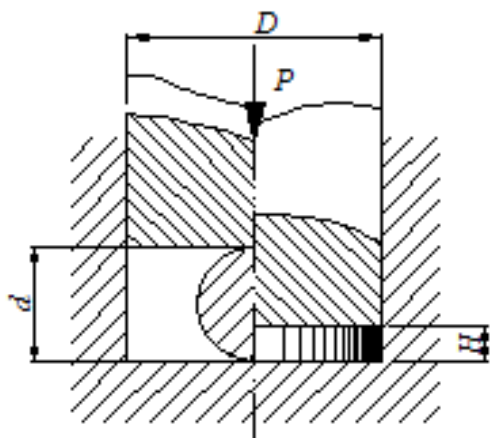


Рисунок 2.3 – Схема процесу поперечної осадки

2.2 Розробка конструкції промислового штампу

На підставі аналізу способів отримання заготовок контактів запобіжників та досліджень процесів отримання осесиметричних циліндричних заготовок запропоновано конструкцію промислового штампу (рис. 2.4).

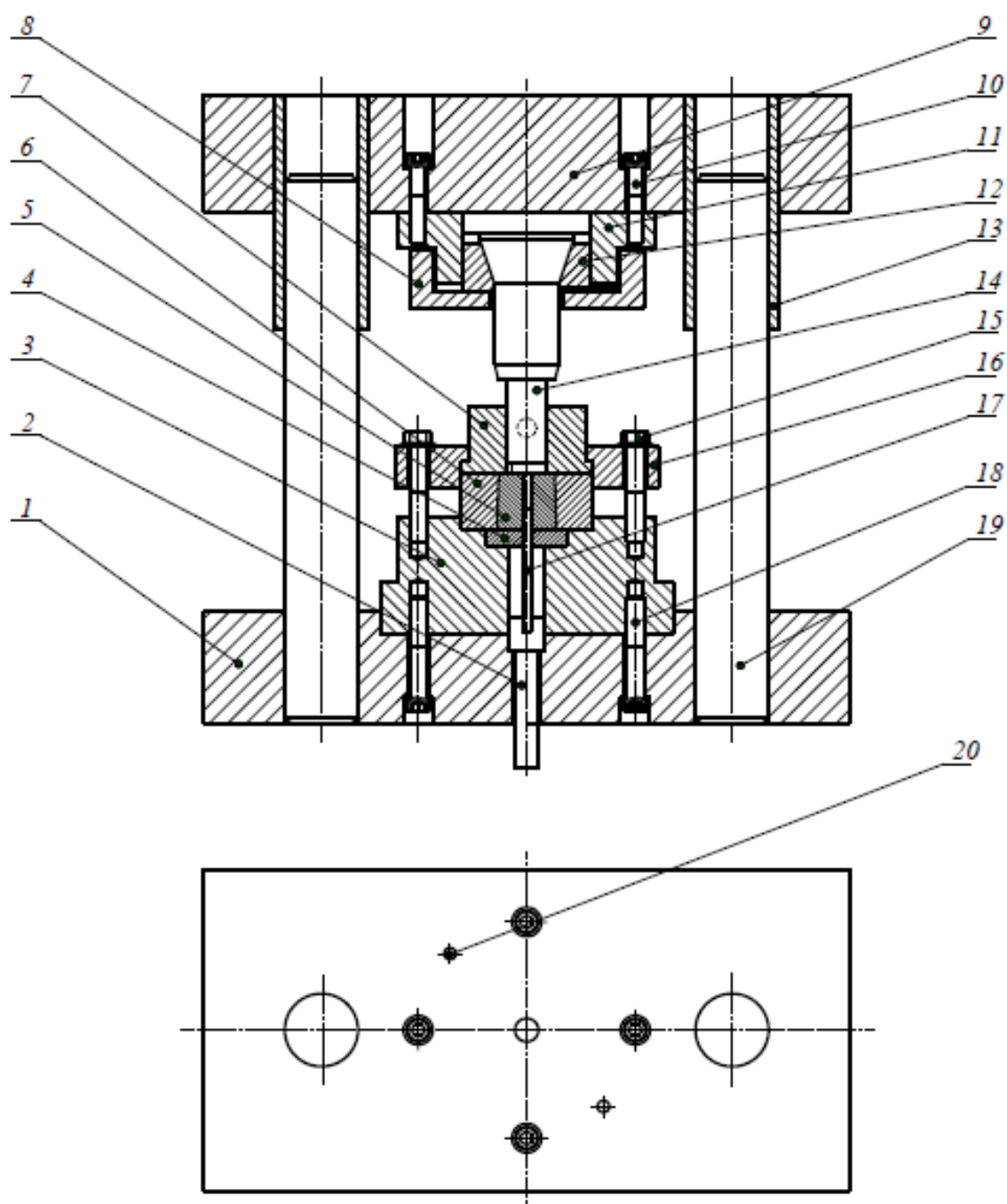


Рисунок 2.4 – Штамп для виготовлення контакту запобіжників

Штамп складається з плит нижньої 1 і верхньої 9, з'єднаних між собою двома парами колонок напрямних 19 та втулок 13. На плиті нижній за допомогою гвинтів та штифтів закріплений матрицетримач 3 з отвором осьовим для встановлення штовхача 2 та виштовхувача 17. На матрицетримачі встановлена матриця бандажована 5, 6 для видавлювання ножової частини контакту. На матриці бандажованій закріплена матриця ножова 7 з радіальним отвором для відрізання заготовки від прутка та осьовим отвором для її поперечної осадки.

На плиті верхній за допомогою гвинтів і штифтів закріплений пунсонотримач 10 із встановленим в ньому пуансоном 12, що утримується втулкою конічною 11 і гайкою 8. Для забезпечення співвісності пуансона і матриці їх з'єднують у робочому (крайньому нижньому) положенні, розточують два отвори та з'єднують нижню плиту з матрицеутримувачем за допомогою штифтів 20.

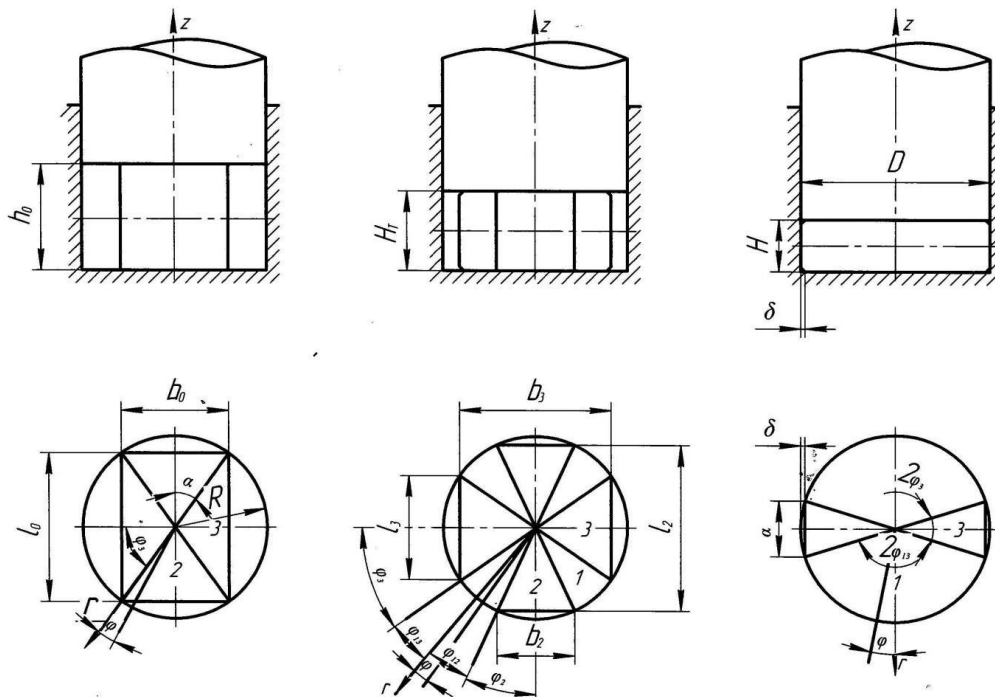
Штамп встановлюється на пресі з нижнім приводом (виштовхувачем або пружинним буфером) та працює наступним чином. У верхньому положенні повзуна преса пуансон виведено з матриці. Здійснюється подача прутка через радіальний отвір (нерухомий ніж) до упору в стінку циліндричної матриці. Під час руху повзуна преса донизу послідовно здійснюється відрізання заготовки пуансоном та її переміщення до контакту з щілинною вставкою. Відбувається закрита поперечна осадка заготовки в циліндричній матриці до моменту, коли сила осадки менше сили видавлювання. Зі збільшенням сили осадки починається видавлювання ножової частини в щілинний паз до досягнення необхідних розмірів напівфабрикату, що визначається налаштуванням преса. Після закінчення робочого ходу преса пуансон разом з повзуном переміщається вгору у вихідне положення, а видавлений напівфабрикат контакту видаляється виштовхувачем на дзеркало матриці і забирається з робочої зони преса. Надалі цикл повторюється.

Таким способом можна отримати як готовий виріб так і заготовки, які в подальшому застосовуються для виготовлення виробів листовим та об'ємним штампуванням, вирубуванням, витяжкою, карбуванням, рельєфним формуванням, прямим та зворотним видавлюванням.

3 Дослідження процесу відрізання-штампування в циліндричній матриці

3.1 Моделювання процесу відрізання–штампування

Теоретичний аналіз силового режиму закритої осадки здійснено за допомогою методу верхньої оцінки. Стадією відкритої осадки є початок процесу. Для дослідження цієї стадії використано модель з двох пар жорстких блоків (рис. 3.1, а). При торканні торцями бічної стінки відбувається закрыта осадка. Для дослідження використана модель з трьох пар жорстких блоків (рис. 3.1, б). Завершальною стадією утворення сегментної фаски з параметрами формозміни α і δ та розмірами $a \times \delta$ (рис. 3.1, в). Розрахунки методом верхньої оцінки дали вирази для сили деформування та безрозмірного тиску в залежності від одного з параметрів формозміни, а саме сегментної фаски з розмірами a .



а) початок осадки; б) стадія розвинених пластичних деформацій; в)
завершення осадки

Рисунок 3.1 – Кінематично можливі моделі деформування призматичної заготовки у циліндричній матриці з вихідними розмірами $b_0 \times h_0 \times l_0$

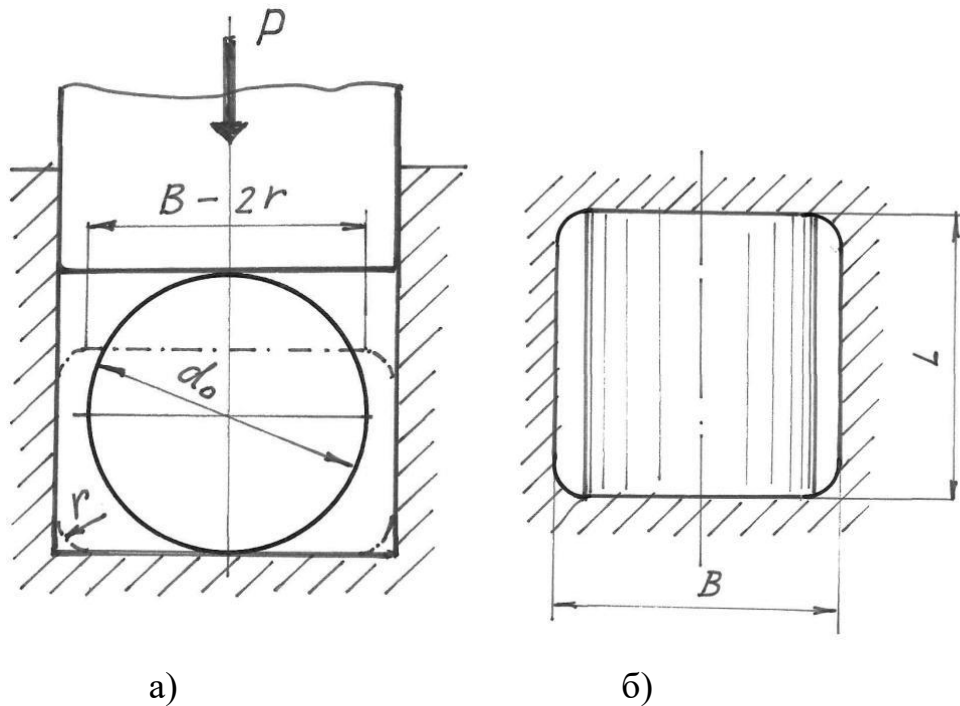
Сила поперечної осадки P_0 (рис. 3.2) визначається за формулою

$$P_0 = qL(B - 2r),$$

де q – тиск осадки, МПа;

L, B - довжина та ширина контактної поверхні заготовки, мм;

r - радіус заокруглення кутової кромки, мм.

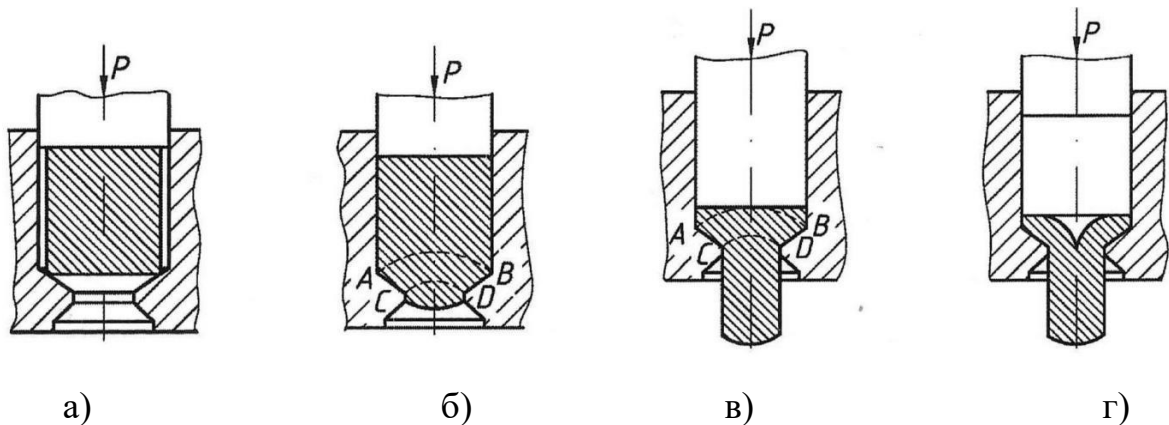


а) - осьовий розріз; б) – вид у плані

Рисунок 3.2 – Розрахункові схеми для визначення сили при осадці у квадратній матриці

На першій стадії відбувається осадка, яка полягає у заповненні всіх зазорів між інструментом і заготовкою, яка повністю по всьому контуру набуває форми робочого інструменту. Ця стадія називається розпресуванням. Наприкінці розпресування (рис. 3.3, б) закінчується формування осередку деформації (область ABCD). Закінчення першої стадії характеризується максимальним значенням зусилля. На другій стадії процесу зусилля видавлювання дещо зменшується. Це відбувається за рахунок зменшення висоти залишеної в матриці заготовки і, як результат, зменшення

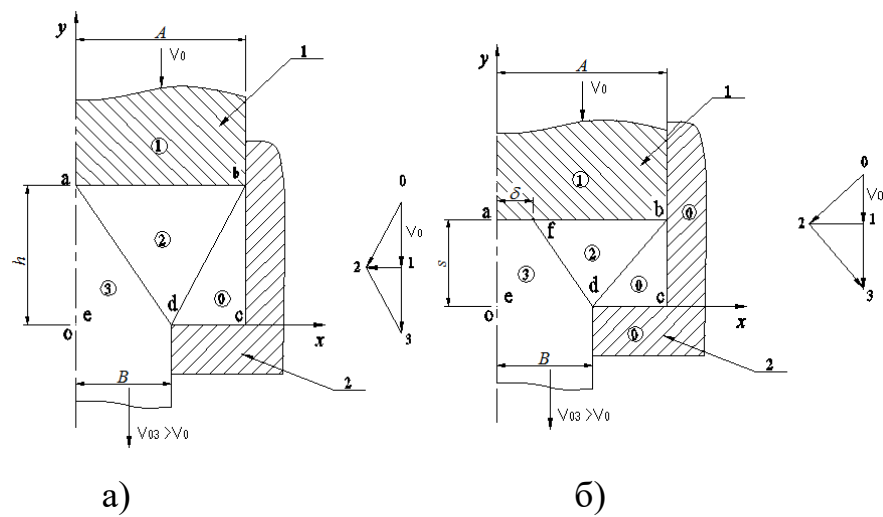
витраченого на подолання тертя зусилля. Ця стадія називається усталеною або стаціонарною. Є припущення, що на цій стадії безрозмірний тиск чисельно дорівнює накопиченій деформації. Це дозволяє зіставляти результати виконаних аналітичними методами теоретичних розрахунків, у тому числі – методом верхньої оцінки, з розрахунками методом кінцевих елементів. На заключній стадії подальший рух пуансона викликає третя. На цій стадії відбувається різке збільшення відносних швидкостей переміщення металу центральній зоні і утворюється утяжина (рис. 3.3, г). Тому необхідно зупинити процес видавлювання до моменту утворення утяжини. Ця стадія називається несталіонарною.



а – завантаження заготовки; б - розпресування; в – перехід від усталеної стадії до неусталеної; г- утворення утяжини

Рисунок 3.3 – Стадії прямого видавлювання

Щоб виявити умови утворення утяжини при осадці заготовки з подальшим видавлюванням необхідно розглянути три стадії процесу формозміни: усталена стадія (рис. 3.4, а), неусталена стадія без тертя (рис. 3.4, б) та утворення утяжини тертям (рис. 3.5). З використання при цьому аналізу блокової моделі формозміни та побудову годографа кінематично можливих полів швидкостей. Довжина відрізків визначається через відомі координати їх кінців: точка а має координати – $(0,h)$, точка б – (A,h) , точка с – $(A,0)$, точка d – $(B,0)$, точка е – $(0,0)$.



а - стаціонарна стадія, б – неусталена стадія

Рисунок 3.4 - Схеми моделей з жорстких блоків і годографи швидкостей при видавлюванні без урахування тертя

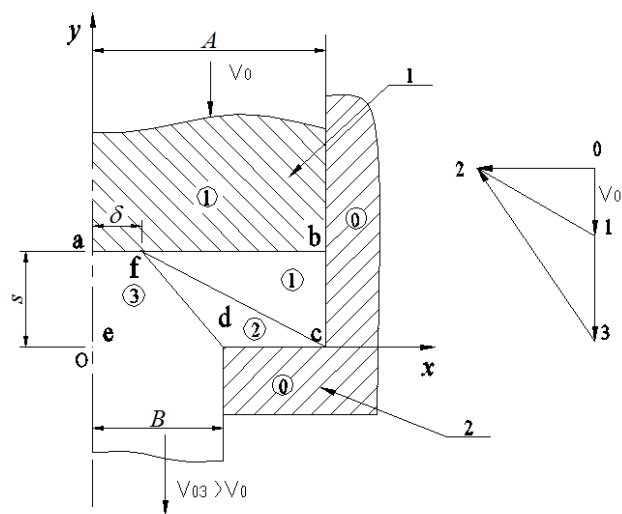
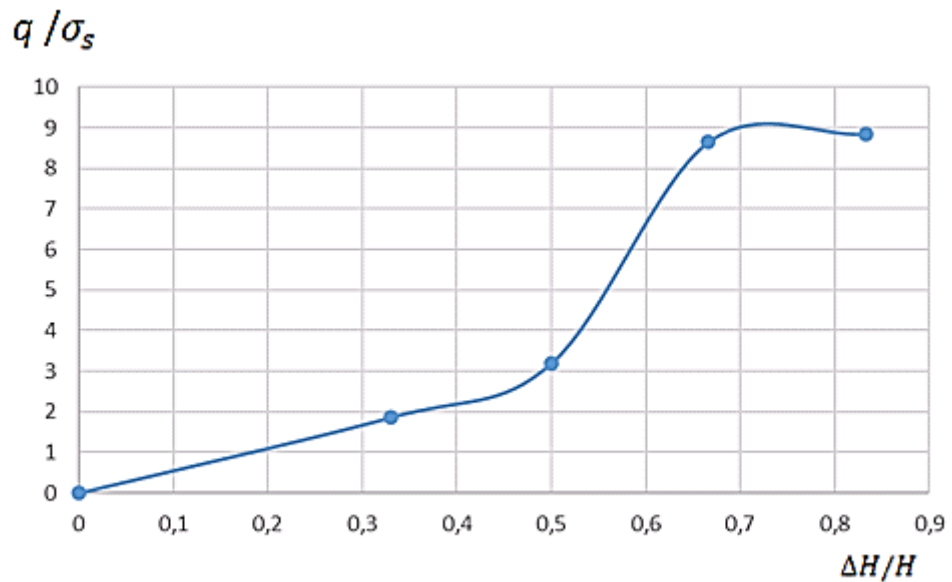
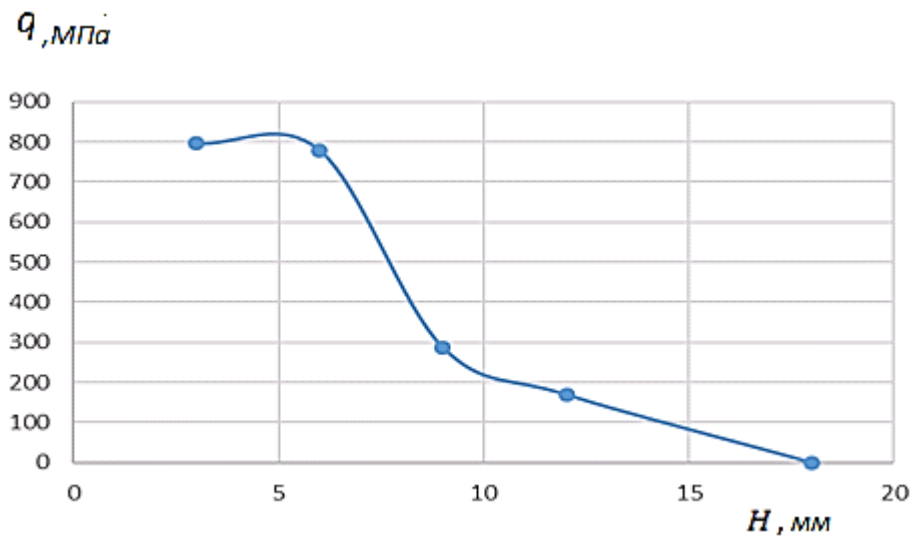


Рисунок 3.5 – Схема моделі із жорстких блоків та годографи швидкостей при видавлюванні з урахуванням максимального тертя

Результати розрахунків дозволили побудувати залежність безрозмірного тиску від відносної деформації та тиску осадки від висоти заготовки (рис. 3.6).



а)



б)

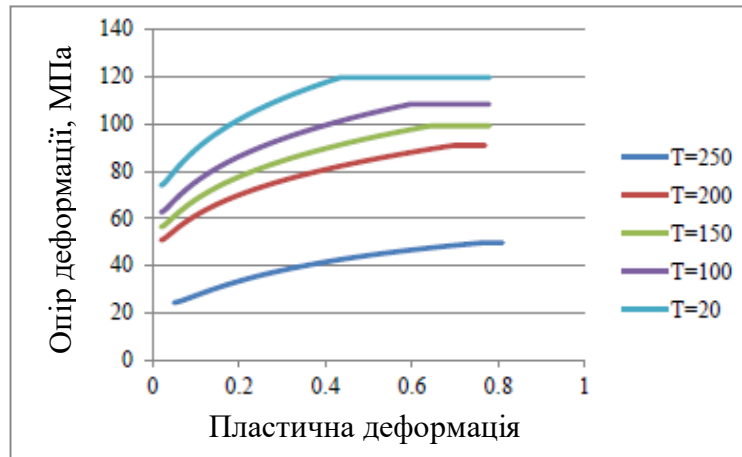
а - безрозмірний тиск від відносної деформації; б - тиску осадки від поточної висоти заготовки

Рисунок 3.6 – Залежності отримані в результаті розрахунків по методу верхньої оцінки

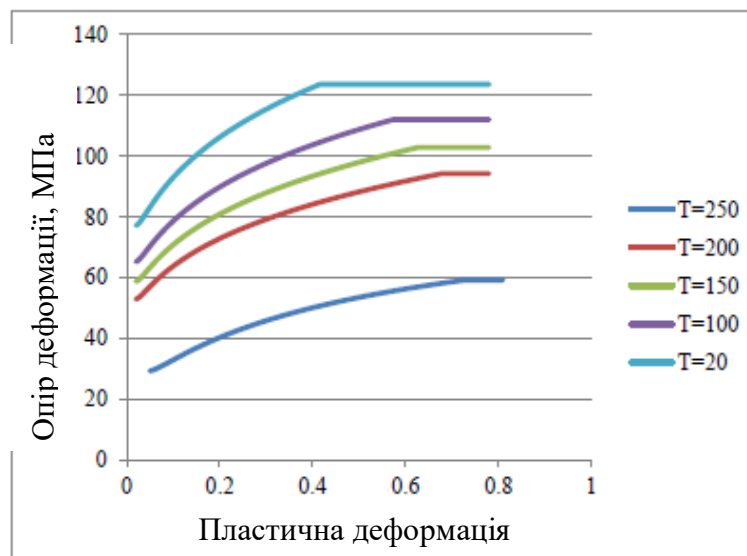
На малюнку 3.7 представлені результати високотемпературних випробувань.

Вплив форми перерізу та розмірів вихідних заготовок на напружено-деформований стан заготовки в процесі осадки в циліндричній матриці діаметром 25 мм оцінено для таких параметрів. Кругла форма поперечного перерізу має діаметр – 11 мм, 17 мм, довжину відповідно – 22 мм, 17 мм,

відносну довжину відповідно – 2, 1, відносну висоту відповідно - 0,17, 0,4. Квадратна форма поперечного перерізу мала розміри – 11×11 мм, 17×17 мм та 11×22 мм, довжину відповідно – 22 мм, 17 мм, 22 мм, відносну довжину відповідно – 2, 1, 2, відносну висоту відповідно - 0,1, 0,51, 0,1. Також досліджена смуга розмірами – 11×22 мм, довжиною – 11 мм, відносною довжиною – 0,5, відносною висотою - 0,43.



а)



б)

а – швидкість деформації 0,01; б – швидкість деформації 0,1

Рисунок 3.7 – Залежності опору деформації від величини пластичної деформації за різних температур

Розрахунок проводився для технічного алюмінію АД1 у характерних точках (1-9) з параметром незаповнення $\delta/R = 0,04$ (рис. 3.8). Ці розрахунки стали основою для побудови залежності тиску та середнього напруження від поточного радіусу R . Рис. 3.8 показує, що при осадці квадратної в плані заготовки значення тиску майже вдвічі нижче аналогічних величин для смуги (точки P2-P6) і близькі до значень периферійних зон (точки P1 та P7).

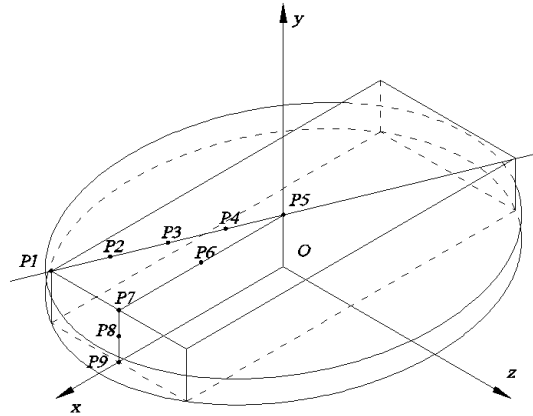


Рисунок 3.8 – Схема позначення точок на поверхні заготовки з прямокутним профілем перерізу при осадці в циліндричній матриці

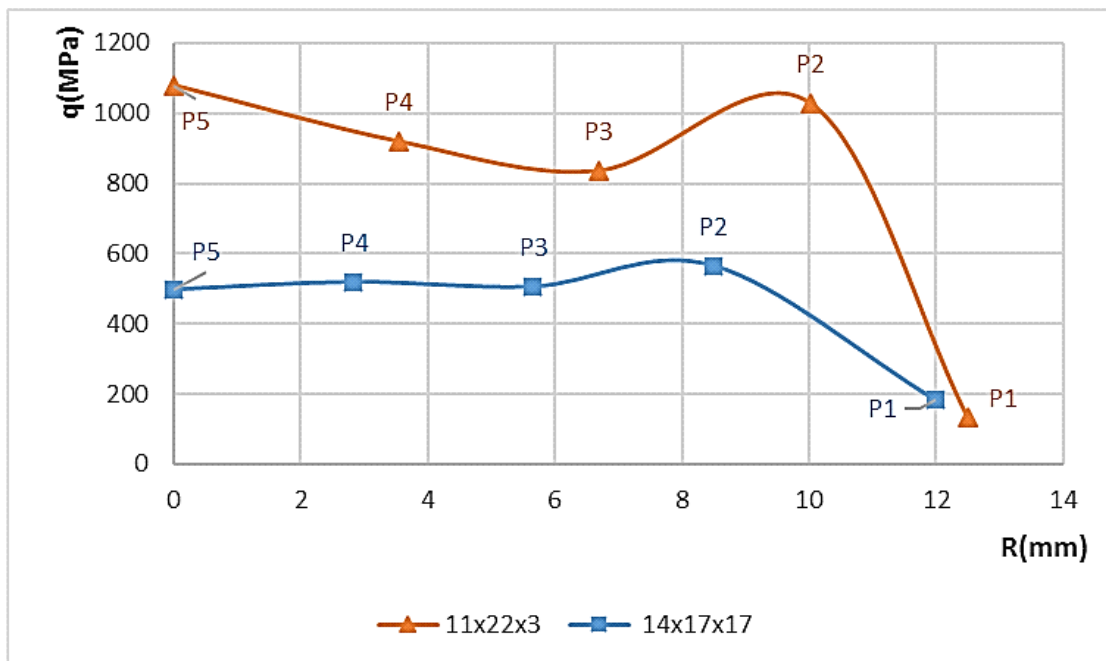
Середні напруження периферійної зони (точки P1 і P7, рис. 3.9) мають близькі значення, а осьової зони (точки P2-P6) дещо різні. Тоді висновок можна зробити такий - квадратні в плані (компактні) заготовки мають певні переваги в порівнянні з довгими (прямокутними в плані) заготовками. Це сприяє осадці із значно меншими тисками.

На рис. 3.10 показана схема розділового переходу при фізичному моделюванні відрізання заготовок від прутків плоским пуансоном [9-11]. Також виконаний аналіз та підтвердження отриманих раніше результатів.

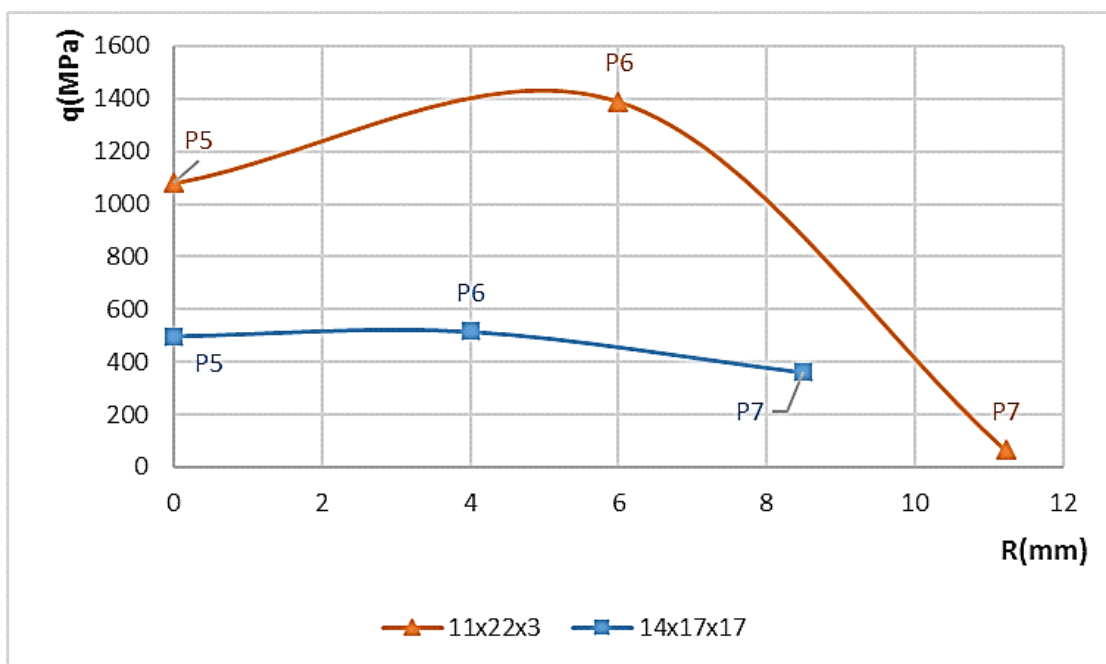
На рис. 3.11 показана узагальнена схема вимірювання геометричних параметрів даного процесу по вищезгаданій схемі розділового переходу та виконані дослідження [12-15].

При виборі схеми закритої поздовжньої або поперечної осадки була виконана попередня фізична та комп'ютерна імітація для підтвердження

доцільності тієї чи іншої схеми. На рис. 3.12 представлені результати закритої поздовжньої осадки заготовок з подальшим видавлюванням ножової частини контакту.



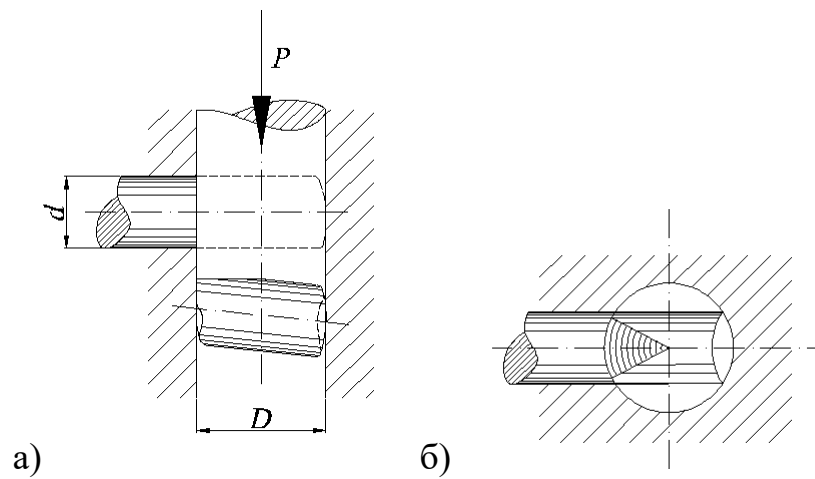
а)



б)

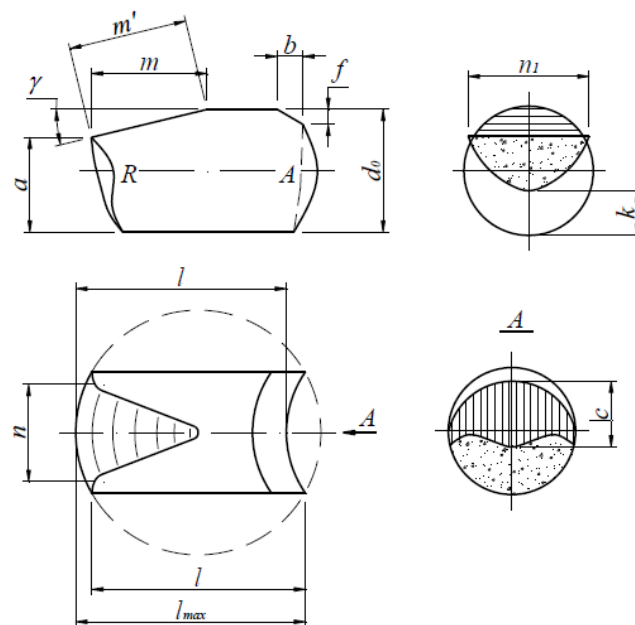
а – точки 1-5; б – точки 5-7

Рисунок 3.9 – Залежність тиску поперечної осадки смугової та квадратної заготовки залежно від поточного радіусу



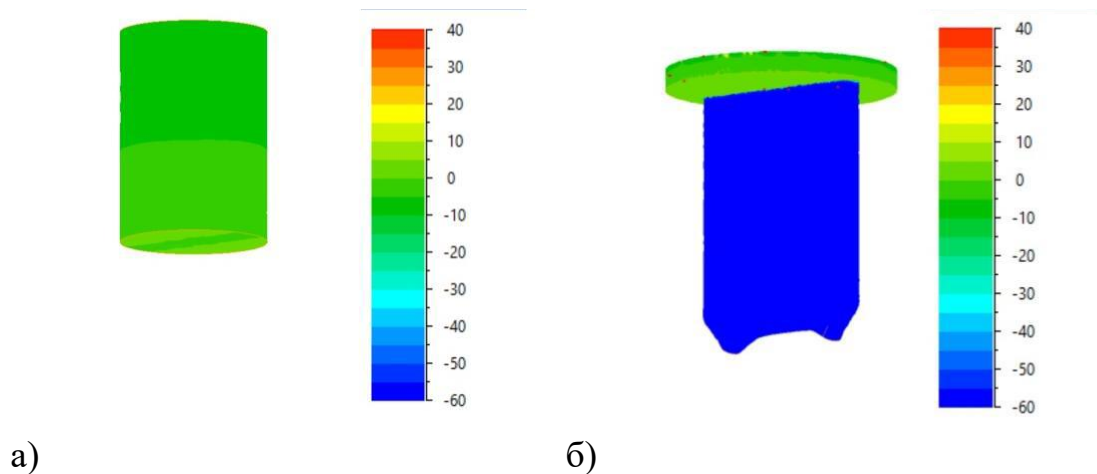
а - осьовий розріз; б - вид у плані

Рисунок 3.10 – Схема розділового переходу відрізання пруткової заготовки



d_0 - діаметр прутка, l_0 - довжина відрізаної заготовки, γ - кут скосу, m - поздовжнє зминання, n - поперечне зминання, f - утяжина поперечна, b - утяжина поздовжня, c - пасок блискучий торця переднього, k - пасок блискучий торця заднього

Рисунок 3.11 - Схема вимірювання геометричних параметрів відрізаної від дроту плоским пуансоном заготовки



а - вихідна заготовка; б - напівфабрикат контакту запобіжника

Рисунок 3.12 – Комп'ютерне моделювання

Як впливає з результатів комп'ютерного моделювання поздовжня схема закритої осадки не забезпечує отримання рівної торцевої частини ножа через значну нерівномірність швидкостей течії та деформації по ширині напівфабрикату. У той самий час, поперечна осадка дозволяє отримувати рівний торець видавленого напівфабрикату (рис. 3.13).

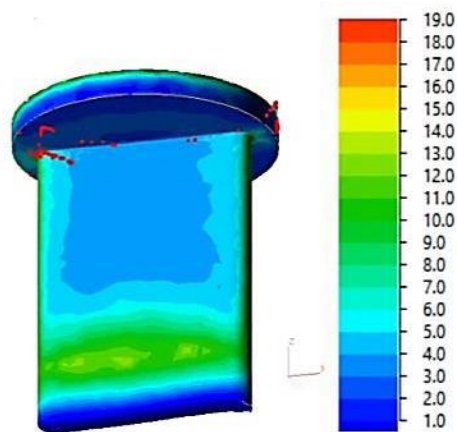
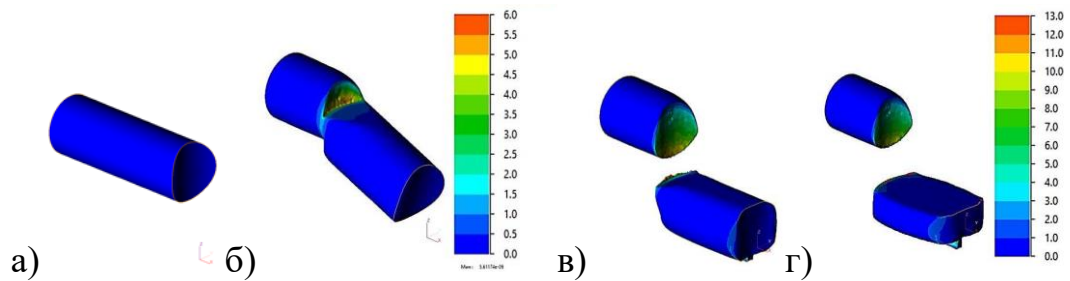


Рисунок 3.13 - Комп'ютерне моделювання виду напівфабрикату контакту запобіжника із заготовки, виготовленої поперечною осадкою

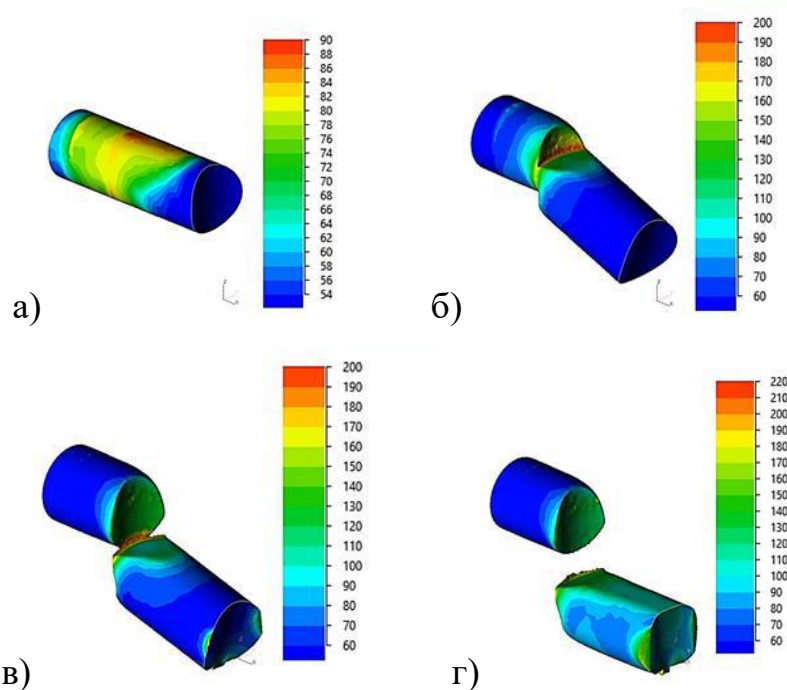
3.2 Комп'ютерне моделювання штампування видавлюванням

На рис. 3.14-3.17 представлені поля розподілу накопиченої деформації, інтенсивності напружень, середнього напруження та силовий режим.



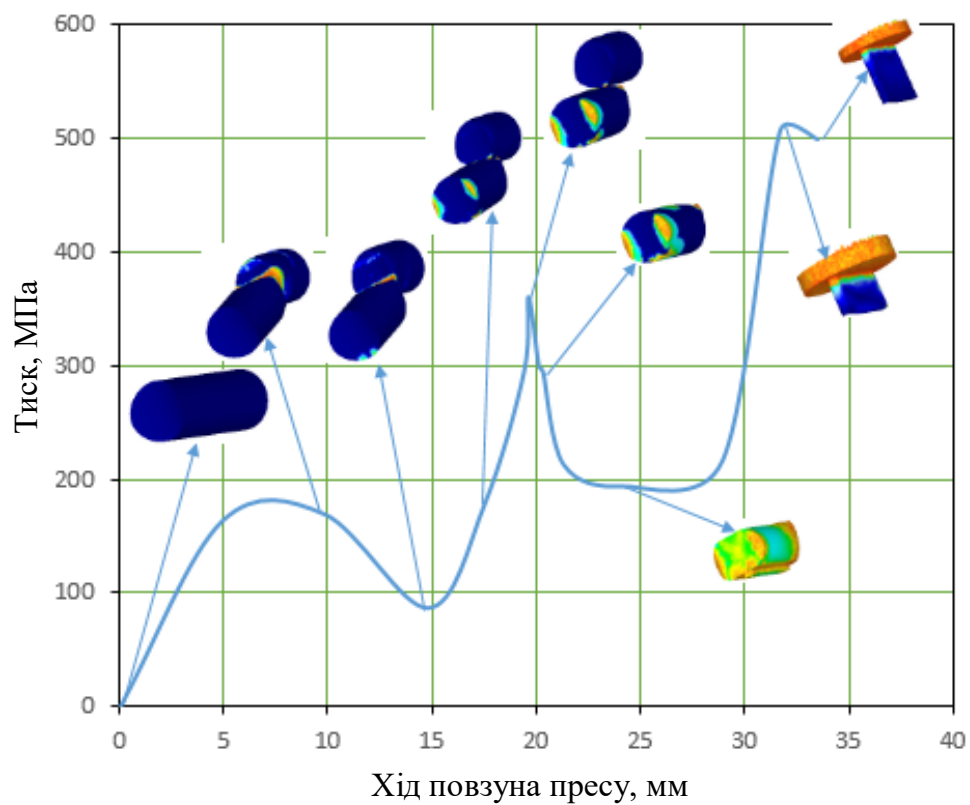
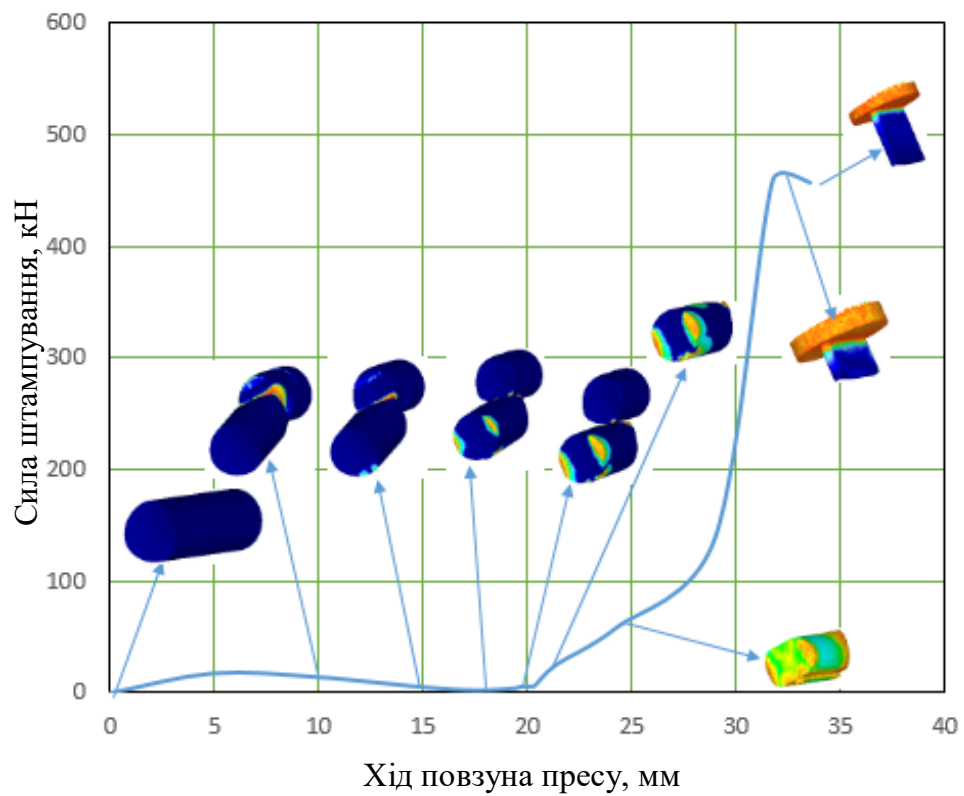
а - вихідне положення; б - при максимальній силі відрізання; в – на початку осадки та видавлювання; г – на усталеній стадії

Рисунок 3.14 – Поля розподілу накопиченої деформації на різних стадіях



а – на початку навантаження; б - при максимальній силі відрізання; в) – на початку осадки та видавлювання; г) – на усталеній стадії

Рисунок 3.15 – Поля розподілу інтенсивностей напружень на різних стадіях відрізання та на початку штампування, МПа



а - залежність сили від переміщення; б - тиску від переміщення

Рисунок 3.16 - Відрізання–штампування напівфабрикату контакту

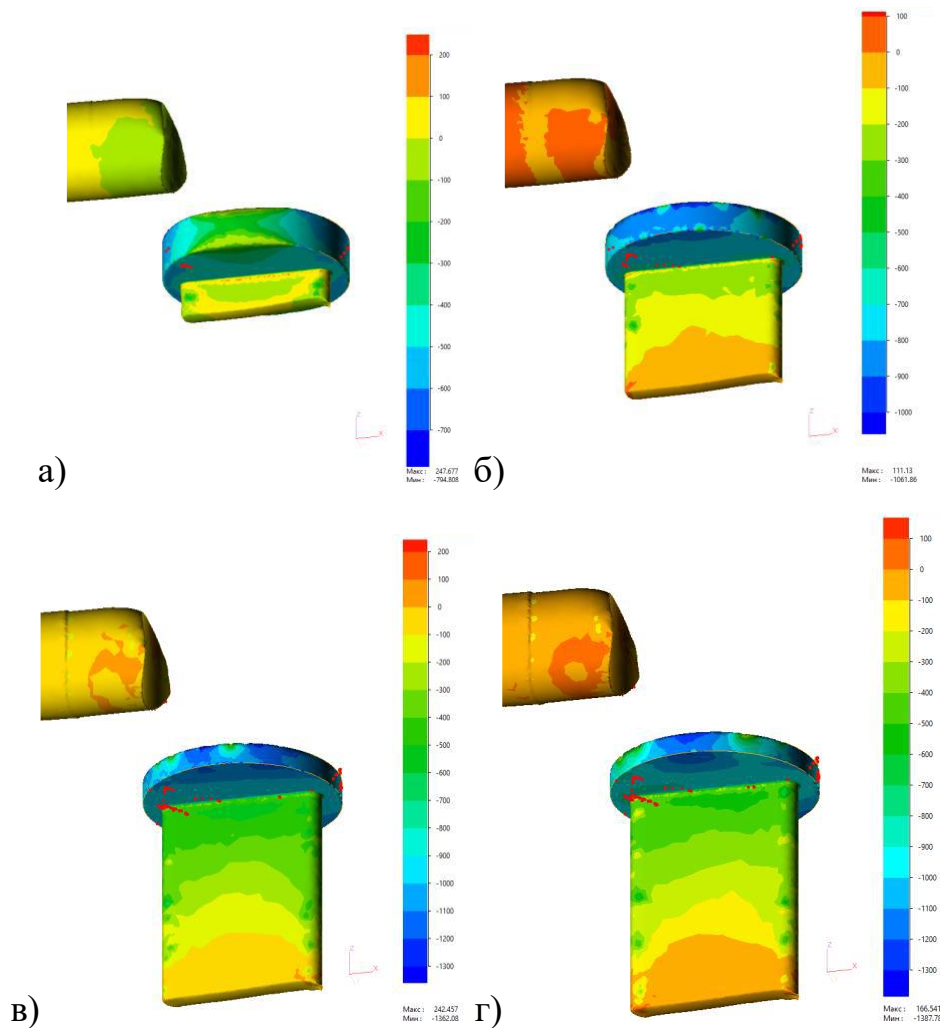
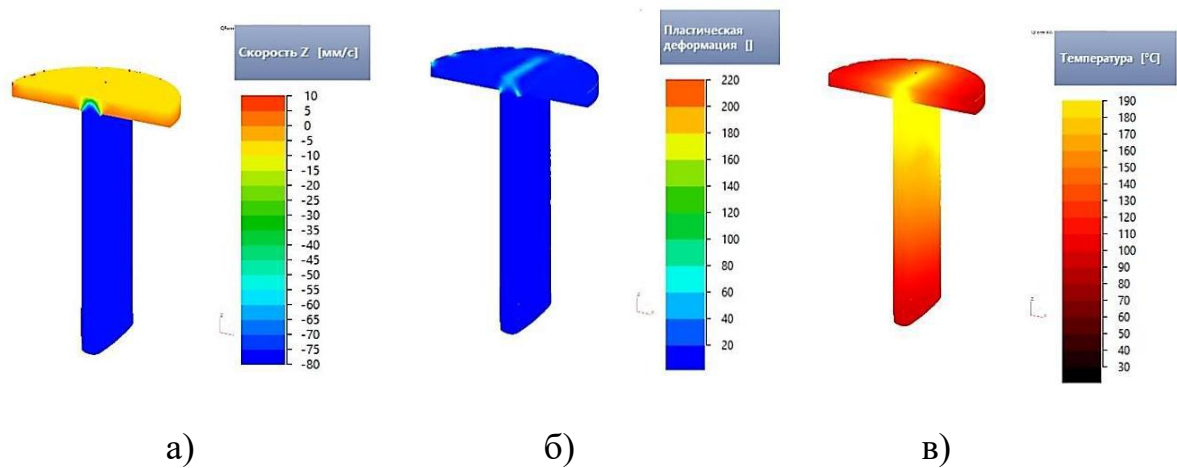


Рисунок 3.17 - Поля середнього напруження в заготовці в процесі видавлювання напівфабрикату контакту, МПа

Результати комп'ютерного моделювання процесу видавлювання ножової частини напівфабрикату контакту виявили значну нерівномірність швидкостей течії та деформацій та підвищення температури в осередку деформації, що тягне за собою підвищення пластичності у цій зоні. Це дозволило сформулювати умови зародження та розвитку дефекту у вигляді утяжини. Поля розподілу цих характеристик напружено-деформованого стану представлені на рис. 3.18.

Проведений аналіз привів до висновку, що при виготовленні напівфабрикату контакту переваги використання має круглий прокат порівняно із смужовою заготовкою.



а - швидкість течії, б – деформації, в - температура

Рисунок 3.18 – Поля розподілу характеристик деформування при утворенні утяжини.

На рис. 3.19, 3.20 представлені залежності тиску осадки від параметрів незаповнення для заготовок із профілем кола, квадрату і смугу та співвідношення розмірів. Аналізуючи наведені на цих рисунках залежності, приходимо до висновку про виникнення найменшого тиску при осадці компактних заготовок із прутків, що мають круглий переріз.

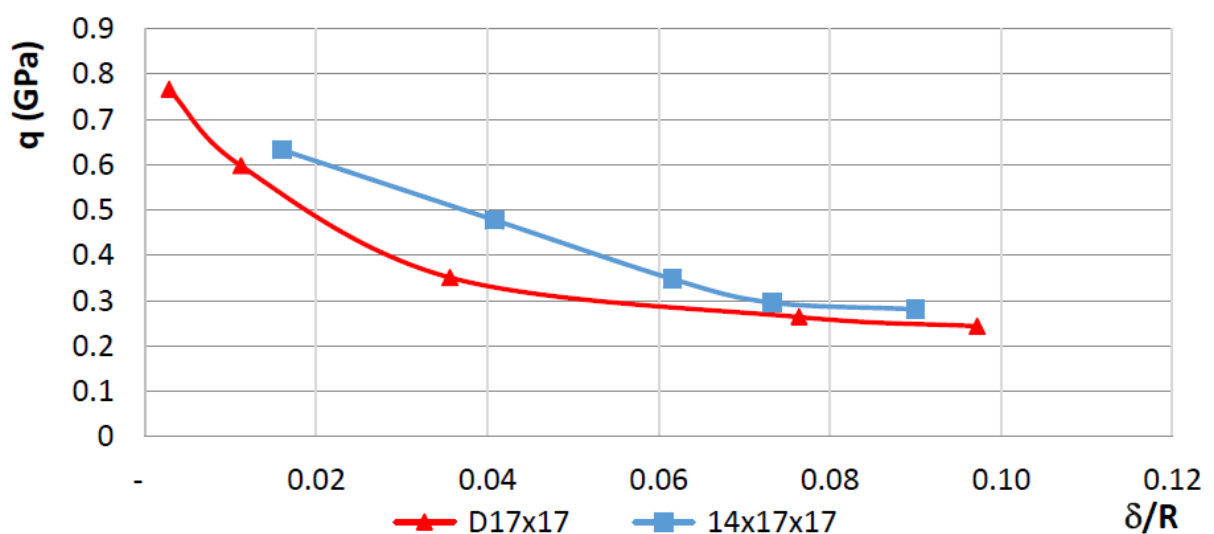


Рисунок 3.19 – Залежність тиску осадки від параметра не заповнення для компактних заготовок круглого та квадратного перерізу

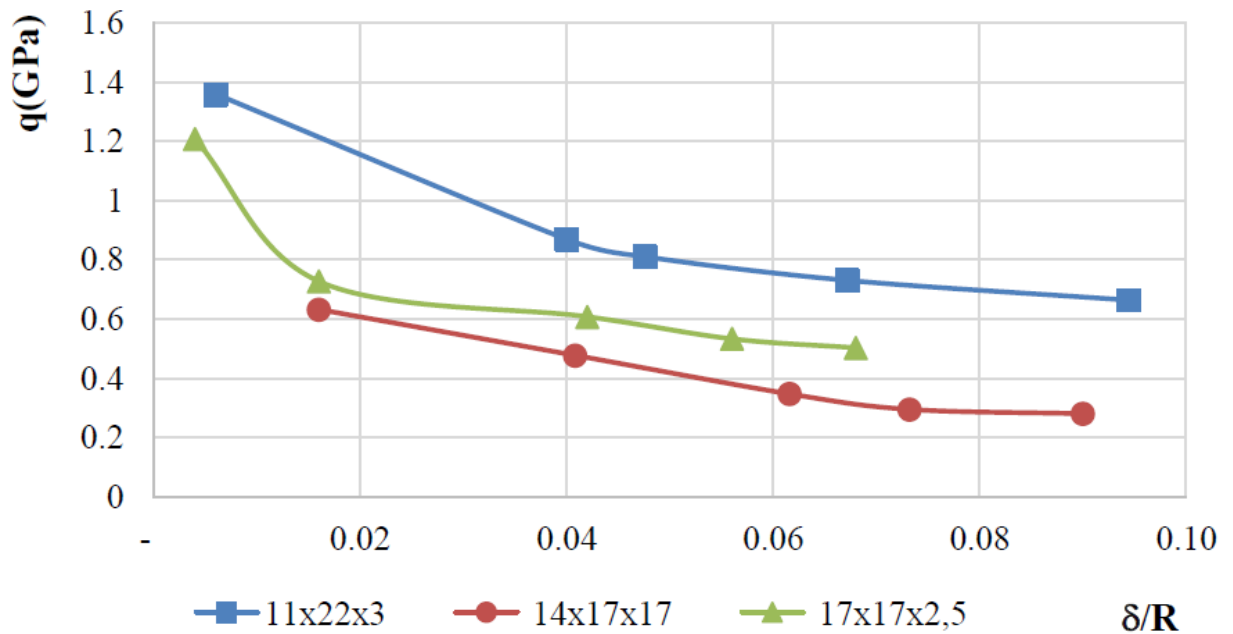
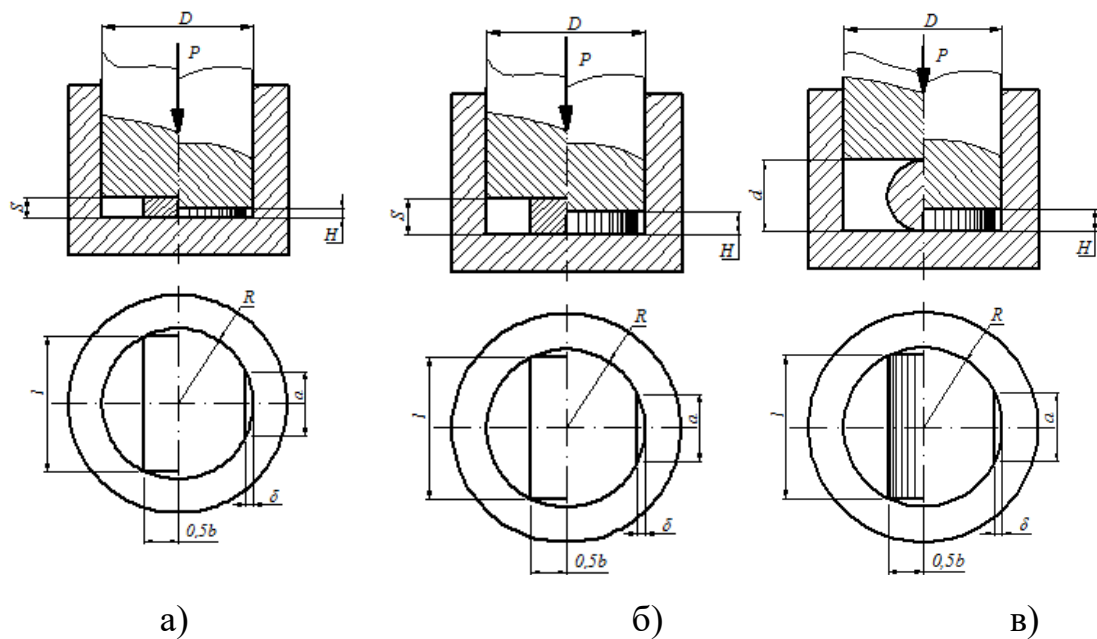


Рисунок 3.20 - Залежність тиску осадки від параметра незаповнення для довгих, компактних і тонких заготовок зі смугового прокату

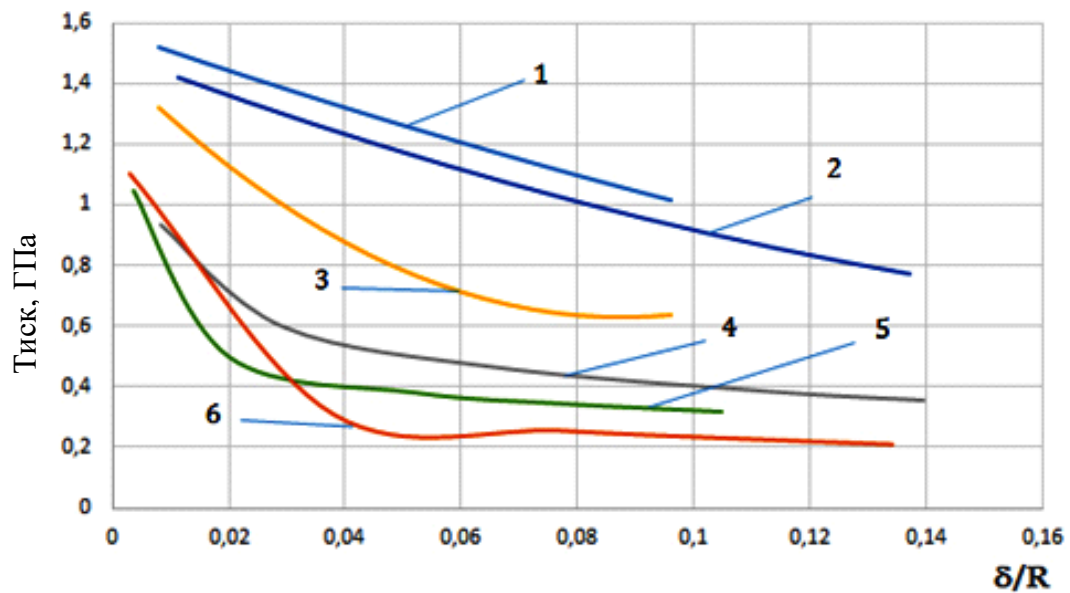
На рис. 3.21 показані схеми поперечної осадки смугового, круглого, та квадратного профілів перерізу.



а – смуговий прокат, б – квадратний прокат, в - круглий прокат

Рисунок 3.21 - Схеми закритої поперечної осадки заготовок в циліндричній матриці (ліворуч у вихідному положенні; праворуч у завершальній стадії)

На рис. 3.22 представлені отримані в результаті моделювання залежності тиску поперечної осадки від відносних геометричних параметрів.



1, 2, 3 – за рівняннями регресії: 1-($H/D=0,06$); 2-($H/D=0,08$); 3-($H/D=0,1$); 4, 5, 6 – за результатами комп'ютерного моделювання: 4-($H/D=0,06$); 5-($H/D=0,08$); 6-($H/D=0,1$)

Рисунок 3.22 – Взаємозв'язок тиску осадки та відносної сегментної фаски

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

Вступ

Перелік шкідливих та небезпечних виробничих факторів які можуть виникати на ділянці з виготовлення штампу для контактів запобіжників , що розташована в виробничому цеху одноповерхової будівлі.

У місцях виконання робіт на ділянці можуть мати місце такі основні небезпечні та шкідливі фактори:

- ураження електричним струмом працівників;
- ураження кінцівок ;
- падіння деталей, вузлів, агрегатів;
- знижена температура повітря у холодний період року;
- недостатня освітленість;
- недостатній рівень надходження повітря у приміщенні;
- швидка стомлюваність, послаблення уваги, головний біль, нудота, порушення координації руху у наслідок дії підвищених рівнів шуму та вібрації.

Крім того, невірне користування органічними розчинниками (бензином, керосином, дизельним паливом), ароматичними вуглеводами (бензолом, толуолом, ксилолом), синтетичними миючими засобами для очистки складальних одиниць, різноманітними герметиками та клеями створює небезпеку отруєнь.

Використання при ремонті легкоспалахуючих та горючих речовин з однієї сторони та джерел струму із можливістю іскріння чи короткого замикання – із іншої, створює небезпеку виникнення пожеж і вибухів.

4.1. Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкта

4.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць

Біля кожного верстата повинна бути вивішена інструкція з безпечної його експлуатації та табличка із зазначенням особи, яка відповідає за його експлуатацію.

На кожному робочому місці біля верстата на підлозі повинні бути дерев'яні трапи на всю довжину робочої зони і шириною не менше 0,6 м від частин верстата, що виступають.

Робоче місце повинно мати достатнє освітлення, в тому числі і місцеве.

Пускові пристрої, електродвигуни, а також металеве обладнання, яке може опинитись під напругою, повинні бути заземленими.

Пускові ящики електродвигунів повинні мати блокування, яке дозволяє відкривати ящик тільки після виключення рубильника.

Пускові кнопки повинні бути заглиблені, що виключає самовільне вмикання при випадковому дотику.

Для запобігання шкірних захворювань при користуванні охолоджуючими рідинами (емульсії, масла та інше) необхідно перед початком роботи змастити руки спеціальними пастами.

Прутковий матеріал, що подається до верстата для обробки, не повинен мати кривизни.

Перед початком роботи потрібно одягти спецодяг, застібнутися, заправити одяг так, щоб не було звисаючих кінців, одягти головний убір.

Перевірити наявність, справність інструменту і розкласти його в порядку, зручному для роботи.

Відрегулювати освітлення так, щоб робоча зона була достатньо освітлена, а світло не засліплювало очі.

Перевірити верстат на холостому ході: справність органів керування (механізмів головного руху, подачі, пуску, зупинки та інше), справність

системи змащення і охолодження, справність фіксації важелів включення і переключення (впевнитись, що можливість самовільного переключення з холостого ходу на робочий виключена), відсутність слабини в рухомих частинах верстата, особливо в шпинделі, подовжніх і поперечних полозках супорта.

Перевірити справність та наявність усіх огорожень і пристроїв, надійність закріплення різального інструменту.

При виявленні несправностей інструменту, обладнання верстата, не приступаючи до роботи, необхідно повідомити про це керівника робіт.

Під час установки (нагвинчування) патрона чи планшайби на шпиндель необхідно підкладати під них на верстат дерев'яні прокладки з виїмкою по формі патрона (планшайби); нагвинчувати тільки вручну.

Потрібно надійно та жорстко закріплювати деталі в патроні верстата. Після закріплення деталі вийняти з патрона торцевий ключ. Не допускати, щоб кулачки виступали за бокову поверхню патрона. Якщо кулачки виступають, необхідно замінити патрон або встановити спеціальні захисні пристосування.

Під час обробки заготовок в центрах необхідно застосовувати безпечні хомути або повідкові патрони.

Під час швидкісної обробки забороняється працювати з нерухомим центром.

Під час обробки металів, котрі дають стружку, не допускати намотування її на заготовку, що обробляється, інструмент, патрон; в цих випадках користуються спеціальними різцями. Скидати стружку необхідно від себе і в бік від патрона.

Поверхню заготовки, що обробляється, необхідно розміщувати ближче до патрону.

Для захисту очей від стружки та бризок охолоджувальної рідини необхідно користуватися захисним екраном або окулярами.

Під час центрування деталей на верстаті та їх вимірюванні, а також при виконанні операцій по шліфуванню наждаком, зачищенню або відпилюванню - різець необхідно відводити від патрона на безпечну відстань.

У разі вібрації верстата його необхідно зупинити та ліквідувати причини вібрації (змінити режим обробки, перевірити правильність закріплення деталі та ін.).

4.1.2. Електробезпека

Дільниця відноситься до приміщень з особливою небезпекою враження людей електричним струмом.

Враження електричним струмом може статися в результаті:

- випадкового дотику до струмонесучих частин, які знаходяться під напругою;
- виникнення напруги на металевих конструкціях електрообладнання (корпусах, кожухах, тощо), внаслідок пошкодження ізоляції;
- порушення правил безпечної експлуатації електроустановок.

Для захисту людей від небезпеки враження електричним струмом проведені такі заходи:

- 1) занулення корпусів електричних машин, електричних апаратів, освітлювачів, каркасів розподільчих щитів, щитів керування, металевих кабельних конструкцій;
- 2) захисне відключення стенду для перевірки форсунок та ТНВД;
- 2) застосування працюючим персоналом засобів захисту: ізолюючих підставок, діелектричних рукавиць, інструмента з ізолюючими ручками.

4.2. Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії

4.2.1. Мікроклімат

Метеорологічні умови (мікроклімат) виробничого приміщення визначаються діючими на організм людини сукупністю температури, вологості, та швидкості руху повітря, а також температури оточуючих поверхонь.

Допустимі та дійсні значення температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні станції з урахуванням теплонадлишків, важкості виконуваної роботи та періоду року встановлені санітарними нормами [16].

Роботи на ремонті автомобілів відносяться до категорії – Пб. Для якої згідно [16]. визначені допустимі і оптимальні параметри. наведені в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Характеристика умов на ділянці

Категорія робіт	Період року	Температура, °C			Відносна вологість, %		Швидкість руху, м/с	
		Дійсна	Допустима на постійних робочих місцях		Дійсна	Допустима на постійних робочих місцях	Дійсна	Допустима на постійних робочих місцях
			Верхня межа	Нижня межа				
Середньої важкості Пб	Холодний	18 ÷ 20	21	15	40 ÷ 60	75	0,1 ÷ 0,2	Не більше 0,3
	Теплий	21 ÷ 23	27	16	40 ÷ 60	Примітка 1	0,2 ÷ 0,3	0,2 ÷ 0,4

Інтенсивність теплового випромінювання не повинна перевищувати 140 Вт/м² при опроміненні до 25% поверхні тіла.

Нормальні метеорологічні умови в приміщенні станції забезпечуються раціональною вентиляцією і опаленням на рівні допустимих значень температури повітря, відносної вологості та швидкості руху повітря.

Шкідливі речовини на станції, які виділяються показані в таблиці 4.2.

Це в основному речовини, які містяться в матеріалах для очищення забруднених зовні форсунок та для очищення внутрішніх деталей елементів паливних систем в ультразвуковій ванні, а також матеріалах та речовинах що безпосередньо використовуються для ремонту та перевірки форсунок.

Таблиця 4.2 – шкідливі речовини та їх ГДК

№ п/п	Найменування речовини	Величина ГДК, мг/м ³	Класи небезпеки
1	Бензин паливний	100	IV
2	Уайт-спірит	300	IV
3	Луги їдкі	0,5	II
4	Сірки моно хлорид +	0,3	II
5	Сірковуглець (CS)	0,03	II

Для захисту від шкідливих речовин, що знаходяться в повітрі робочої зони ділянки застосовують такі заходи:

- 1) Обладнано місцевою витяжною вентиляцією для видалення шкідливих речовин безпосередньо з місць їх утворення;
- 2) Попереджувальні та періодичні медичні огляди, профілактичне харчування і дотримання правил особистої гігієни.

При виконанні вказаних заходів і при працюючій загально-обмінній та місцевій вентиляції концентрація шкідливих речовин в повітрі ділянки значно менша від норм ГДК.

Перед запуском в експлуатацію заново змонтованих вентиляційних установок, а також після їх реконструкції і ремонту, вони проходять наладку і випробування.

Викиди в атмосферу із системи вентиляції розташовані на відстані від приймальних пристроїв для зовнішнього повітря більше 10 м. по горизонталі, викиди із системи місцевого відсмоктувача розташовані на висоті більше 2 м. над найвищою точкою покрівлі.

В мережу вентиляції необхідно встановити:

- 1) Фільтр для очистки подаваного повітря;
- 2) Колорифер для обігріву подаваного повітря в холодну пору року.

4.2.2 Виробниче освітлення

Згідно [17] приміщення з постійним перебуванням людей повинно мати, як правило, природне освітлення. Роботи на ділянці по ремонту паливної апаратури відносяться до розряду зорових робіт – III

Таблиця 4.3 – Освітлення згідно [17]

Розряд та під розряд зорової роботи	Комбіноване освітлення, лк	Загальне освітлення, лк	КПО, e_n^3 , %
III	2000	500	2

Нормативне значення КПО e_n для будинків, розташованих в 1,2,4,5 поясах світлового клімату слід визначати формулою:

$$e_n^{1,2,4,5} = e_{n^3} \cdot m \cdot c, \quad (5.1)$$

де m – коефіцієнт світлового клімату;

c – коефіцієнт сонячності клімату.

На ділянці використовується комбіноване освітлення і природне бічне, штучне загальне освітлення здійснюється лампами розжарювання,

4.2.3 Виробничий шум та вібрації

На ділянці працюючі постійно піддаються впливу дії шуму та вібрації. Джерелами шуму та вібрації є верстати, компресори, вентиляційні системи, обладнання.

Шум та вібрації погіршують умови праці.

Допустимі значення шуму згідно з [18] вказані в таблиці 4.4, а вібрації згідно з [19] – в таблиці 4.5.

Таблиця 4.4 – Значення шуму на робочих місцях ділянки

Значення	Рівні звукового тиску, дБ і активні полоси, з середньо геометричними частотами, Гц									Рівні звука і еквівалентність рівня звука, дБ
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Нормативні	103	91	83	77	73	70	68	66	64	75
Фактичні	80 ÷ 93	62 ÷ 88	54 ÷ 76	35 ÷ 69	38 ÷ 70	29 ÷ 67	15 ÷ 55	18 ÷ 55	25 ÷ 59	70

Таблиця 4.5 – Санітарні норми одно чисельних показників вібраційного навантаження на оператора при тривалості зміни 8 год

Вид вібрації	Категорія	Напрямок дії	Значення	Нормативні коректовані по частоті та еквіваленті коректовані значення			
				Віброприскорення		Віброшвидкість	
				$A_H, \text{м/с}^2$	$L_{aH}, \text{дБ}$	$V_H 10^{-2} \text{м/с}$	$L_{vH}, \text{дБ}$
Локаль на		X_π, Y_π, Z_π	нормативне	2,0	126	2,0	112
			фактичне	$1 \div 1,7$	$10 \div 116$	$0 \div 18$	$0 \div 105$
Загаль-на	3 тип «а»	X_0, Y_0, Z_0	нормативне	0.10	100	0.2	92
			фактичне	$0.07 \div 0.08$	$10 \div 84$	$0.05 \div 0.14$	$39 \div 78$

На ділянці рівень шуму та вібрації знаходяться в допустимих межах і загрозу здоров'ю працюючих не створюють, це було досягнуто раціональними акустичними рішеннями планування будівлі, раціональним розміщенням робочих зон, та правильним розміщенням необхідного для роботи обладнання.

Крім того, з метою покращення умов праці робочого персоналу для захисту від надмірного шуму були застосовані засоби звукоізоляції та звукового поглинання, а від вібрації – засоби віброізоляції та демпфірування.

4.3. Технічні рішення з пожежної безпеки

Будівля станції технічного обслуговування автомобілів має несучі стіни з кам'яних матеріалів товщиною 0,6 м., та залізобетонну стіну посередині вздовж будівлі, в якості перегородки, товщиною 0,6 м., що відповідає [24]. Перекриття будівлі виконане залізобетонними плитами – відповідно будівля відноситься до I категорії пожежостійкості.

У виробничому приміщенні в повітрі присутній горючий пил, легкозаймисті рідини з температурою спалаху більше 28°C, горючі рідини такі як бензин, дизельне паливо, в такій кількості, що можуть утворювати вибухонебезпечні пилоповітряні або пароповітряні суміші, у разі займання яких розвивається розрахунковий надлишковий тиск вибуху у приміщенні, що перевищує 5 кПа. згідно НАПБ Б.03.002-2007 «Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною безпекою» відповідна категорія приміщення— Б - Вибухопожежо-небезпечна.

Приміщення підприємства має один евакуаційний вихід, відповідно на його території дозволяється одночасно розміщувати (дозволяється перебування) не більше 50 осіб.

Двері на шляхах евакуації відчиняються в напрямку виходу з приміщення підприємства.

Для підвищення рівня пожежостійкості здійснено нанесення вогнезахисного покриття. Відповідно після цього повинні здійснюватись заходи щодо підтримання його у відповідному технічному стані

На станції технічного обслуговування автомобілів забороняється:

- прибирати приміщення і прати одяг із застосуванням бензину, гасу та інших легкозаймистих речовин та горючих рідин, а також відігрівати замерзлі труби із застосуванням відкритого вогню;

- розкидати й залишати неприбраними промаслені обтиральні матеріали. Їх необхідно прибирати в металеві ящики, щільно закривати кришками і після закінчення роботи видаляти з приміщення у спеціально відведені за межами будівель місця, забезпечені негорючими збірниками з кришками, які щільно закриваються;

Не допускається:

- улаштовувати на шляху евакуації пороги, виступи, турнікети, які перешкоджають вільній евакуації людей;

- захищати шляхи евакуації меблями, обладнанням, різними матеріалами;
- замінити скло, що не дає скалок при руйнуванні, на звичайне у дверях/

ВИСНОВКИ

Циліндричні заготовки для виготовлення багатьох деталей в промисловості є широко поширеними виробами металообробки. Відомі технології отримання виробів електро- та радіотехнічної промисловості обробкою різанням, листовим штампуванням вирубкуванням, пробивкою та збиранням, відрізкою від сортового прокату в штампах та на ножицях не дозволяють задовольнити сучасним вимогам виробництва як технологій з мінімальною кількістю переходів. Найбільш ефективним способом виробництва циліндричних заготовок є суміщений процес відрізання та закритої поперечної осадки, а також відрізання-штампування осадкою з подальшим прямим видавлюванням. Розроблено конструкцію промислового штампу для виготовлення осесиметричних напівфабрикатів із алюмінієвих прутків для отримання контакту силового запобіжника. У процесі видавлювання ножової частини контакту в осередку деформації температура підвищується до 200 °С, що призводить до зниження напруження течії та інтенсивної пластичної деформації в цій зоні.

Зниження вартості за рахунок використання суміщеного процесу деформування контактів запобіжників збільшить термін їх гарантованої експлуатації та у комплексі дозволить отримати вагомий економічний ефект.

Список використаних джерел

1. Alieva, L. I., Markov, O. E., Aliiev, I. S., Levchenko, V. N., Malii, K. V. Analysis of Power Parameters of Combined Three-Direction Deformation of Parts with Flange. *FME Transactions*, 2021, 49(2), pp. 344–355. DOI:[10.5937/fme2102344A](https://doi.org/10.5937/fme2102344A).
2. Faraji, G., & Torabzadeh, H. (2019). An overview on the continuous severe plastic deformation methods. *Materials transactions*, 60(7), 1316-1330. <https://doi.org/10.2320/matertrans.MF201905>
3. Aliev I. S., Sivak R. I., Markov O. E., Levchenko V. N. The evaluation of workpiece deformability for the process of two-stage extrusion of hollow hull / *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. 2023. 129(3-4). PP. 1345–1353. DOI:[10.1007/s00170-023-12353-6](https://doi.org/10.1007/s00170-023-12353-6).
4. Beygelzimer, Y., Filippov, A., Estrin, Y. ‘Turbulent’ shear flow of solids under high-pressure torsion. *Philosophical Magazine*, 2023, 103(11), pp. 1017–1028. DOI:[10.1080/14786435.2023.2180681](https://doi.org/10.1080/14786435.2023.2180681).
5. Mykhalevych, V., Dobraniuk, Y., Matviichuk, V., Smailova, S., Kozbakova, A. A comparative study of various models of equivalent plastic strain to fracture. *Informatyka, Automatyka, Pomiar w Gospodarce i Ochronie Srodowiska*, 2023, 13(1), pp. 64–70. <https://doi.org/10.35784/iapgos.3496>.
6. Kukhar, V., Hrushko, O., Markov, O., Anishchenko, O., Prysiashnyi, A. Bypass Bends Deformability of CuZn5 Brass, X10CrNiTi18-9 and C22 Steel at Forming by Euler-Mode Buckling. *Lecture Notes in Networks and Systems*. 2023, 510, pp. 1533–1542. DOI:[10.1007/978-3-031-11051-1_158](https://doi.org/10.1007/978-3-031-11051-1_158).
7. Brünig M, Koirala S, Gerke S. A stress-state-dependent damage criterion for metals with plastic anisotropy. *International Journal of Damage Mechanics*. 2023; 32(6): 811-832. doi:[10.1177/10567895231160810](https://doi.org/10.1177/10567895231160810).
8. Zhou, L., & Wen, H. (2019). A new dynamic plasticity and failure model for metals. *Metals*, 9(8), 905. <https://doi.org/10.3390/met9080905>.

9. Shtern, M. B., Mikhailov, O. V., & Mikhailov, A. O. (2021). Generalized continuum model of plasticity of powder and porous materials. *Powder Metallurgy and Metal Ceramics*, 60(1-2), 20-34. doi:10.1007/s11106-021-00211-7.
10. Sree Lakshmi Gundebommu, Matvijchuk Victor, Rubanenko Olena, Branitskyi Yurii. Justification and development of methods building curves boundary deformation of metals. *Materials Today: Proceedings*, Volume 38, Part 5, 2021, Pages 3337-3344, <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.10.243>.
11. Rothman, D., Sansome D. H. An investigation of rod-drawing with die-rotation. *International Journal of Machine Tool Design and Research*. June 2020. Vol. 10. №2. P. 179–192.
12. G. Hasemann, C. Müller, D. Grüner, E. Wessel, M. Krüger. Room temperature plastic deformability in V-rich V–Si–B alloys. *Acta Materialia*, Volume 175, 2019, Pages 140-147. <https://doi.org/10.1016/j.actamat.2019.06.007>.
13. Seong-Yong Yoon, Frédéric Barlat, Shin-Yeong Lee, Jin-Hwan Kim, Min-Su Wi, Dong-Jin Kim. Finite element implementation of hydrostatic pressure-sensitive plasticity and its application to distortional hardening model and sheet metal forming simulations. *Journal of Materials Processing Technology*, Volume 302, 2022, 117494. <https://doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2022.117494>.
14. Longfei Lin, Wenfei Peng, Viacheslav Titov, Moliar Oleksandr, Xiaocheng Wu, He Li. Interface phenomena and bonding mechanism in the new method of cross wedge rolling bimetallic shaft. *Journal of Materials Research and Technology*, Volume 24, 2023, Pages 1132-1149. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2023.03.049>.
15. Wang Dou, Zejian Xu, Yang Han, Finglei Huang. A ductile fracture model incorporating stress state effect. *International Journal of Mechanical Sciences*, Volume 241, 2023, 107965. <https://doi.org/10.1016/j.ijmecsci.2022.107965>.
16. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. URL: <http://mozdocs.kiev.ua/vie>.

17. ДБНВ.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. К. : Мінрегіонбуд України, 2013.
18. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=79885
19. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.
20. ДСН 3.3.6.039-99 Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації.
21. ДСТУ 2272:2006 Пожежна безпека. Терміни та визначення основних понять. URL: https://ammokote.com/wp-content/uploads/2020/08/DSTU_2272_2006.pdf.
22. ДСТУ 8828:2019 Пожежна безпека. Загальні положення. URL: <https://dwg.ru/dnl/15125>.
23. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. URL: http://www.poliplast.ua/doc/dbn_v.
24. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпек. URL: https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu_b_v_1_1_36/5-1-0-1759.

ДОДАТОК А

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ГМ

д. т. н., професор Леонід ПОЛЩУК,

(підпис)

«_____» _____ 2024

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на розробку конструкції штампу для виготовлення контактів запобіжників

Розробив студент

Спеціальності 133 «Галузеве
машинобудування»

Олександр БАБІЙ

«_____» _____ 2024

Керівник: д. т. н., доцент

Роман СИВАК

1 Найменування і область застосування

Найменування – контакт запобіжник, який є плавким струмопровідним елементом з металу циліндричної форми або циліндричної форми з ножовою частиною.

2 Підстава для виконання роботи

Підставою для розробки даного дипломного проекту є індивідуальне завдання на бакалаврську кваліфікаційну роботу та наказ ректора по ВНТУ про закріплення тем.

3 Мета і призначення дослідження

Мета: розробка пристрою для реалізації процесу відрізання штампування із забезпеченням безвідходного виготовлення осесиметричних напівфабрикатів з алюмінієвих прутків за одну операцію в одному штампі.

Призначення розробки – застосування енергоефективної та ресурсозберігаючої технології отримання заготовок контактів запобіжників суміщеним штампуванням.

4 Джерела розробки

Список використаних джерел розробки:

- 4.1 Aliiev, I. S., Sivak, R. I., Markov, O. E., Levchenko, V. N. The evaluation of workpiece deformability for the process of two-stage extrusion of hollow hull / *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 2023, 129(3-4), pp. 1345–1353.
- 4.2 Hrudkina, N. S., Markov, O. E., Shapoval, A. A., Abhari, P., Malii, K. V. Mathematical and Computer Simulation for the Appearance of Dimple Defect by Cold Combined Extrusion / *FME Transactions*, 2022, 50(1), pp. 90–98.
- 4.3 Aliieva, L. I., Markov, O. E., Aliiev, I. S., Levchenko, V. N., Malii, K. V. Analysis of Power Parameters of Combined Three-Direction Deformation of Parts with Flange / *FME Transactions*, 2021, 49(2), pp. 344–355.

- 4.4Hrudkina, N., Aliiev, I., Markov, O., Sukhovirska, L., Tahan, L. Designing a kinematic module with rounding to model the processes of combined radial-longitudinal extrusion involving a tool whose configuration is complex / *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2021, 2(1-110), pp. 81–89.
- 4.5Markov, O. E., Aliiev, I. S., Aliieva, L. I., Hrudkina, N. S. Computerized and physical modeling of upsetting operation by combined dies / *Journal of Chemical Technology and Metallurgy*, 2020, 55(3), pp. 640–648.

5 Вихідні дані для розробки:

1	Загальна висота заготовки, мм	36
2	Висота платформи заготовки, мм	3
3	Діаметр заготовки, мм	34
4	Ширина контакту, мм	24
5	Товщина контакту, мм	4
6	Довжина прутка, мм	26
7	Границя текучості, МПа	90

5.1 Технічні вимоги

- гідравлічний прес зусиллям - 2000 kH
- температура відпалу сплаву АД31 – 350-430⁰C
- витримка відпалу сплаву АД31 – 1 год
- твердість інструменту – 56-60HRC
- шорсткість робочої поверхні інструменту – Ra=0.4

5.2 Вимоги до надійності:

довговічність – не менше 10 тис. год; безвідмовність – напрацювання на відмову – 1 тис. год; збереженість – повинна забезпечуватися працездатність деталі в режимі очікування, роботи, консервації; ремонтпридатність – деталь повинна відповідати вимогам експлуатації.

5.3 Вимоги до технологічності розробки, виробництва і експлуатації – повинна гарантувати надійну і безпечну роботу обладнання, витримувати інтенсивні динамічні навантаження.

5.4 Вимоги до рівня уніфікації і стандартизації, вимоги до використання стандартних, уніфікованих і запозичених складальних одиниць і деталей при розробці, показники рівня уніфікації – по можливості під час розробки конструкції штампу для виготовлення контактів запобіжників використовувати уніфіковані деталі, стандартні вироби та загальнодоступні матеріали і речовини.

5.5 Вимоги безпеки життєдіяльності – забезпечується безпека під час монтажу і ремонту. Допустимі рівні вібраційних і шумових навантажень, допустимі випаровування робочої рідини у відповідності з санітарними нормами. Повинні бути розроблені заходи, що забезпечують технічну безпеку під час монтажу, експлуатації і ремонті пристрою.

5.6 Конструкція повинна відповідати естетичним і ергономічним вимогам, повинна бути зручною в обслуговуванні та управлінні.

5.7 Матеріали, що використовуються для деталей слід вибирати відповідно до рекомендацій.

5.8 Умови експлуатації, вимоги до технічного обслуговування і ремонту:

–умови експлуатації, при яких повинно забезпечуватися використання продукції з заданими технічними показниками – продукція призначена для використання у середньоширотних кліматичних умовах;

–час підготовки продукції до використання після транспортування і зберігання – 10 год;

–вид обслуговування - періодичний;

–періодичність і орієнтовна трудомісткість технічного обслуговування і ремонту – 2 дні (один раз в три місяці);

5.9 Вимоги по транспортуванню і збереженню

–можливість транспортування на будь-якому виді транспортних засобів

–захист від ударів під час завантаження і розвантаження

- зберігання на складі готової продукції
- зберігання у законсервованому вигляді
 - складування на стелажах.

6 Економічні показники:

- орієнтований термін окупності витрат на розробку – 1,3 роки,
- освоєння виробництва продукції – 1 місяць,
- економічна перевага розробленої продукції у порівнянні з кращими зразками – прогнозований прибуток 1 048 363,79 грн. за три роки.

7 Виконавці НДР: студент спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»
Олександр БАБІЙ

8 Етапи НДР і терміни їх виконання:

- теоретичне дослідження проблематики теми БКР;
- патентно-інформаційний огляд по темі БКР
- розробка конструкції штампів для виготовлення контактів запобіжників;
- охорона праці;
- висновки.
- оформлення текстових документацій та ілюстративних матеріалів для захисту БКР.

9 Порядок контролю і прийомки

- попередній захист проекту
- захист проекту перед БКР

ДОДАТОК Б

СТАН РОЗРОБОК В ОБЛАСТІ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОБНИЦТВА ЦИЛІНДРИЧНИХ ЗАГОТОВОК

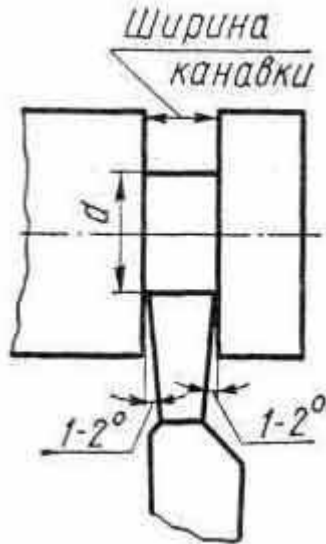
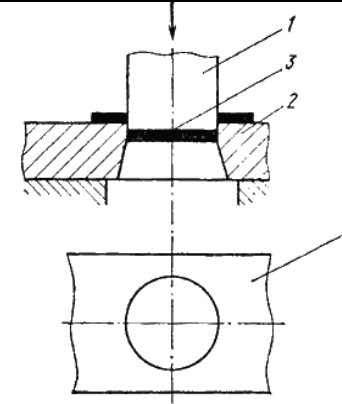
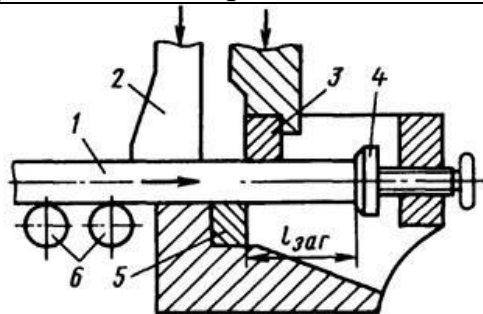


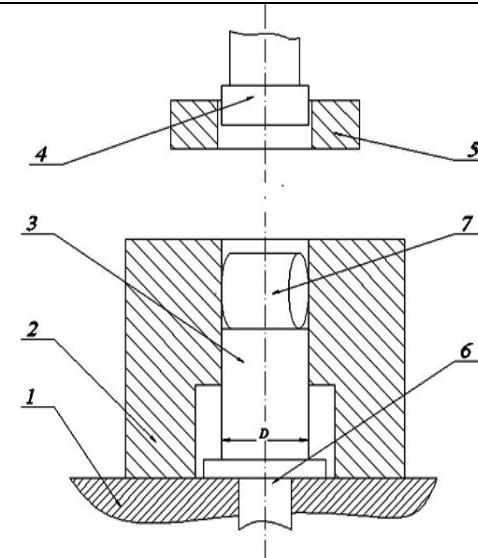
Рисунок 1 – Відрізання циліндричної заготовки різцем з прутка



1 - пуансон; 2 - матриця; 3 - заготовка; 4 - відходи смуги
Рисунок 2 - Схема вирубкки циліндричної заготовки



1 – прокат вихідний; 2 – притиск; 3 – ніж рухливий; 4 - опора регульована; 5 – ніж нерухомий; 6 - рольганг напрямний
Рисунок 3 – Схема розрізання прокату на ножицях



1 – плита, 2 – матриця, 3 – виштовхувач, 4 – пуансон, 5 – знімач, 6 – штовхач

Рисунок 4 – Схема штампу для виготовлення заготовок із круглого прокату поперечною осадкою

Конструкція промислового штампу для отримання заготовок контактів запобіжників

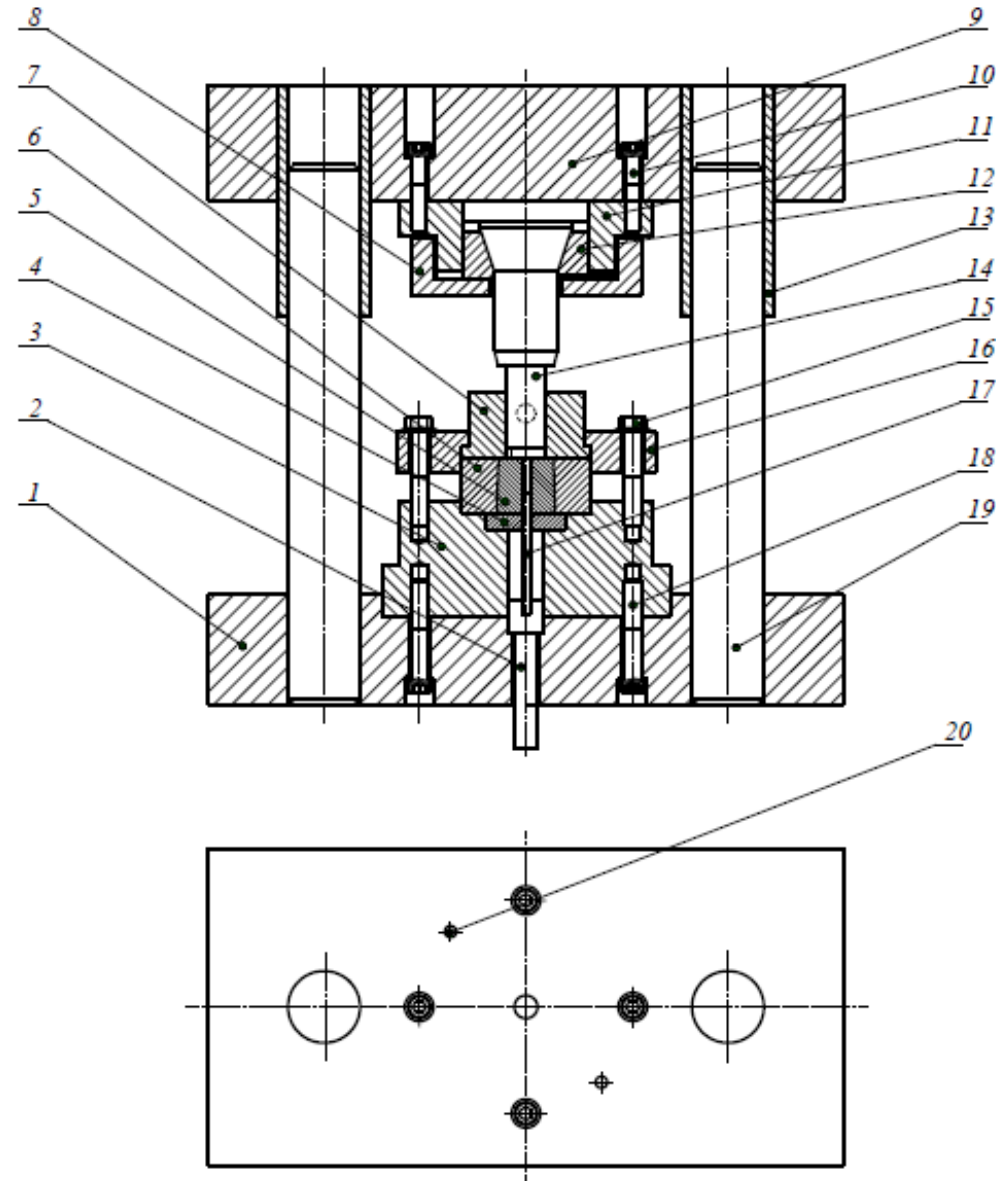
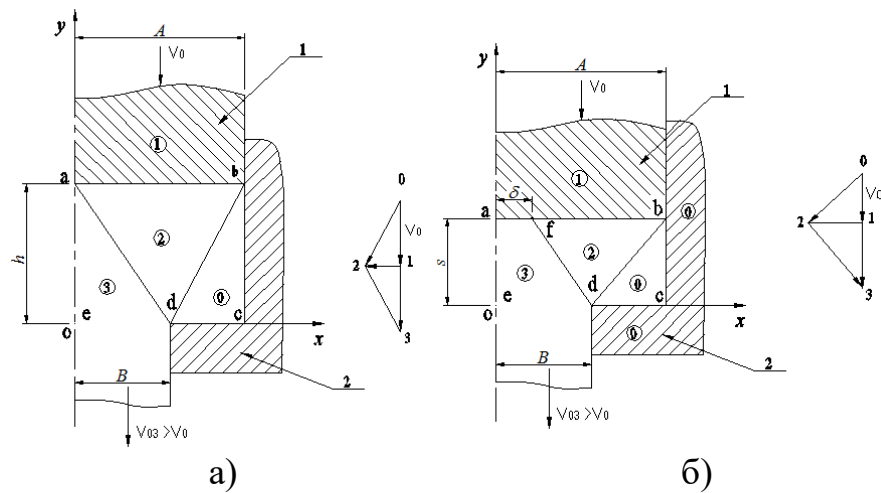


Рисунок 5 – Штамп для виготовлення контакту запобіжників

Силові параметри прямого видавлювання ножової частини контакту



а - стаціонарна стадія, б – неусталена стадія

Рисунок 6 - Схеми моделей з жорстких блоків і годографи швидкостей при видавлюванні без урахування тертя

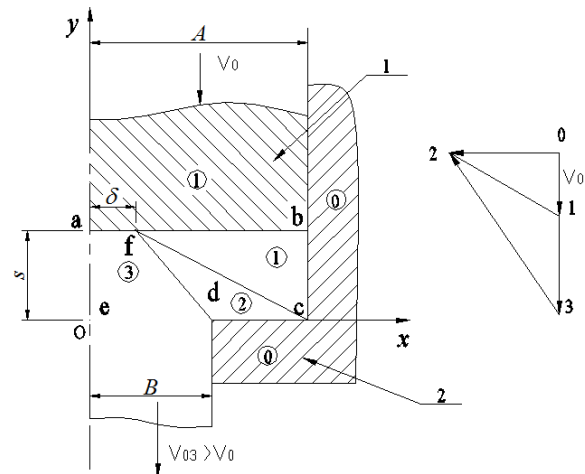
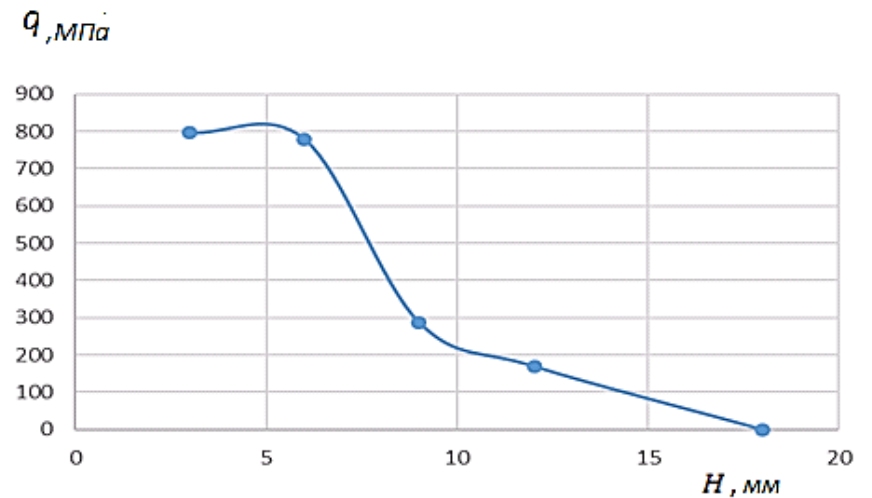
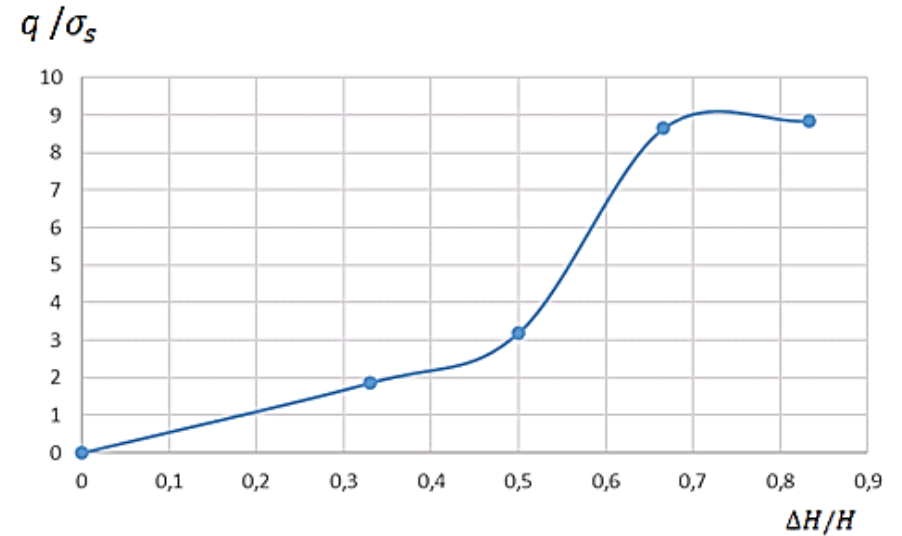


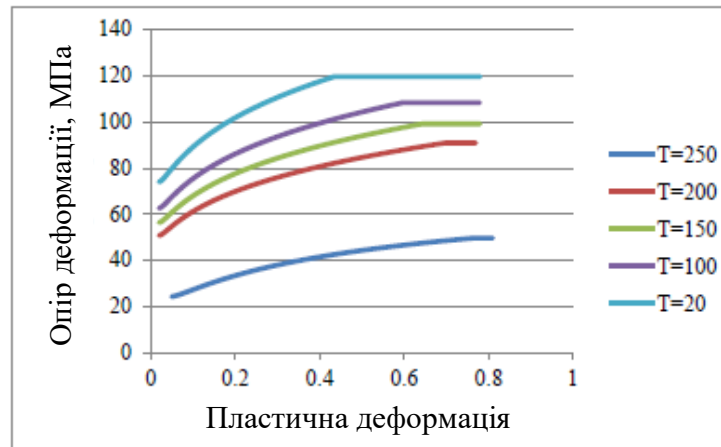
Рисунок 7 – Схема моделі із жорстких блоків та годографи швидкостей при видавлюванні з урахуванням максимального тертя



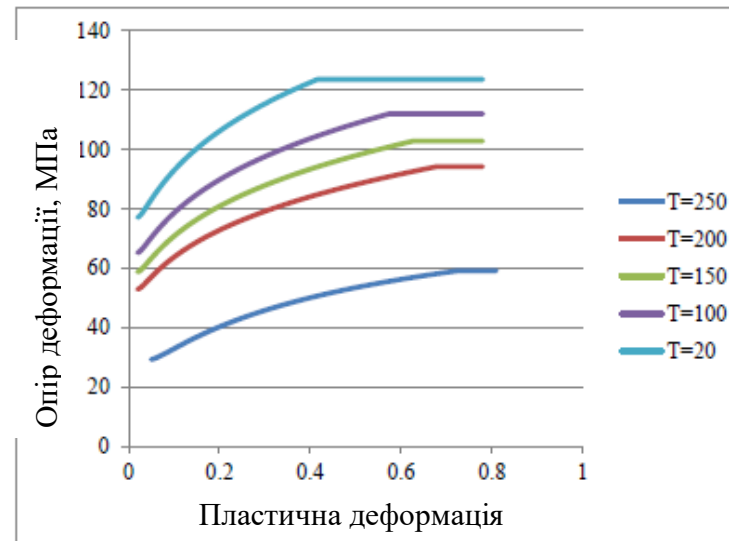
а - безрозмірний тиск від відносної деформації; б - тиску осадки від поточної висоти заготовки

Рисунок 8 – Залежності отримані в результаті розрахунків по методу верхньої оцінки

Побудова діаграм істинного напруження алюмінієвого сплаву АД1



а)



б)

а – швидкість деформації 0,01; а – швидкість деформації 0,1

Рисунок 9 – Залежності опору деформації від величини пластичної деформації за різних температур

Дослідження впливу форми перерізу та співвідношення розмірів прокату на силові та геометричні параметри штампування заготовок

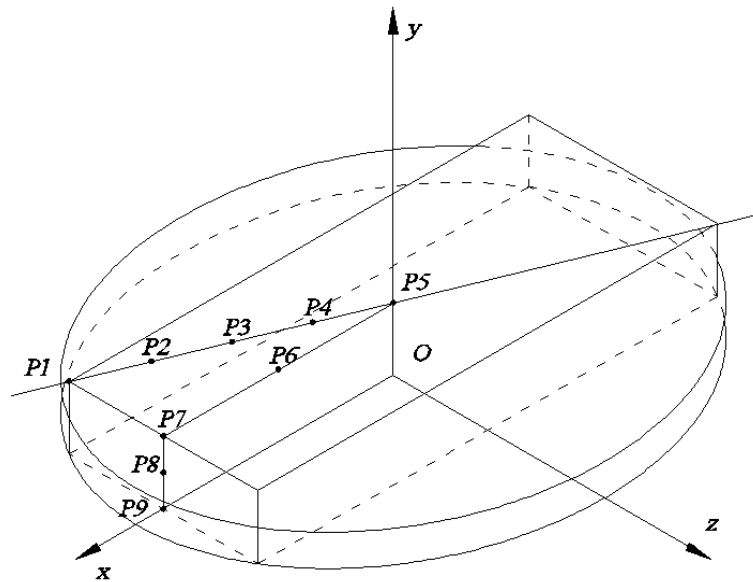
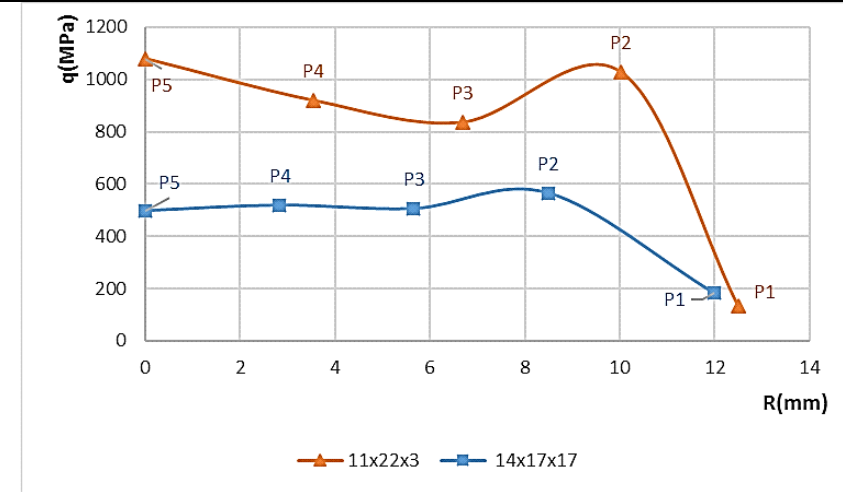
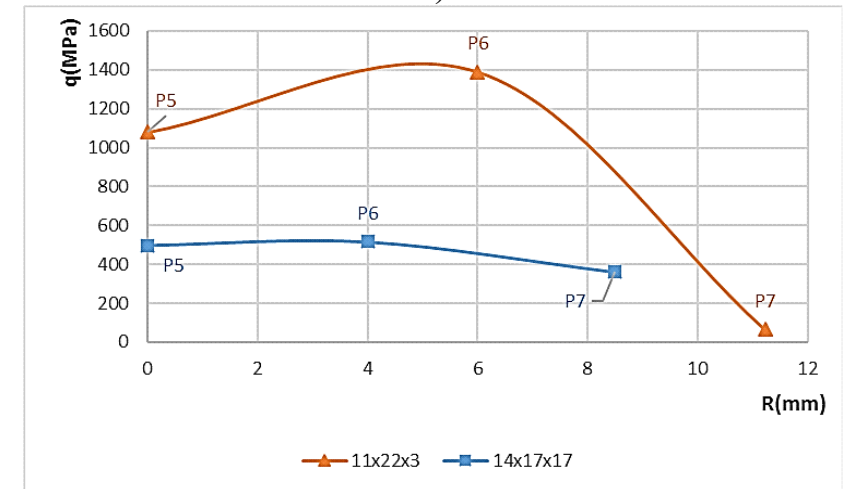


Рисунок 10 – Схема позначення точок на поверхні заготовки з прямокутним профілем перерізу при осадці в циліндричній матриці



а)

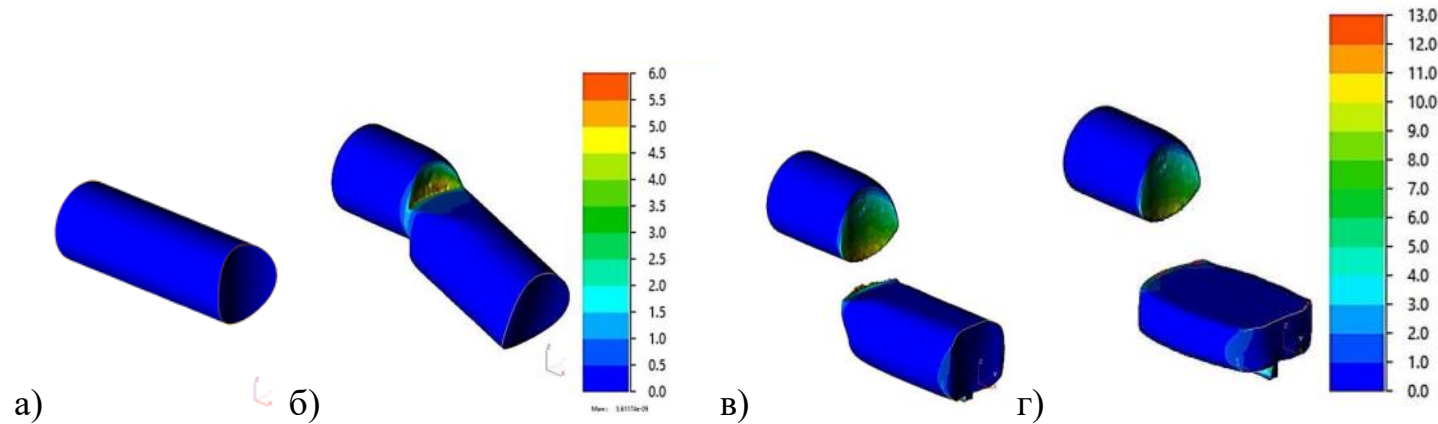


б)

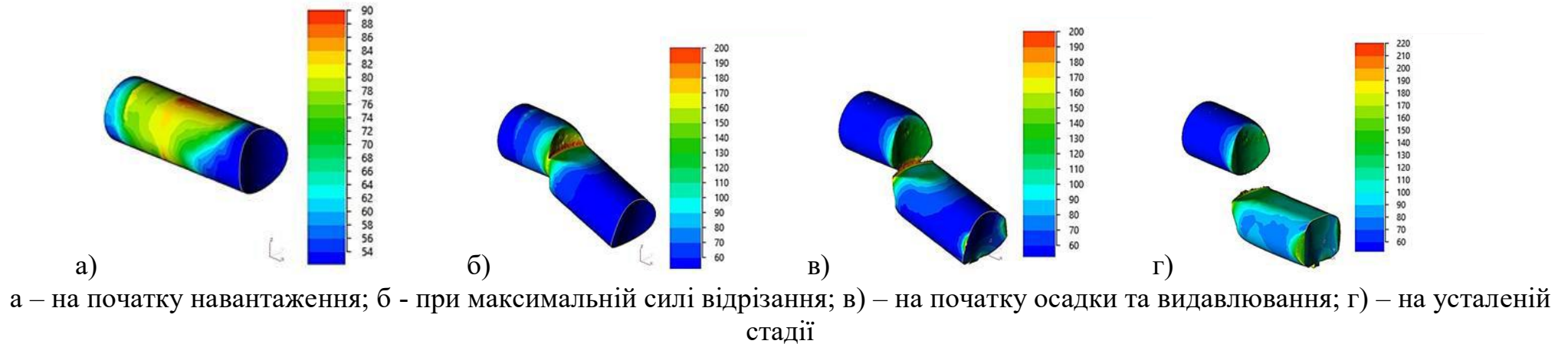
а – точки 1-5; б – точки 5-7

Рисунок 11 – Залежність тиску поперечної осадки смугової та квадратної заготовки залежно від поточного радіусу

Комп'ютерне моделювання процесу відрізання – штампування



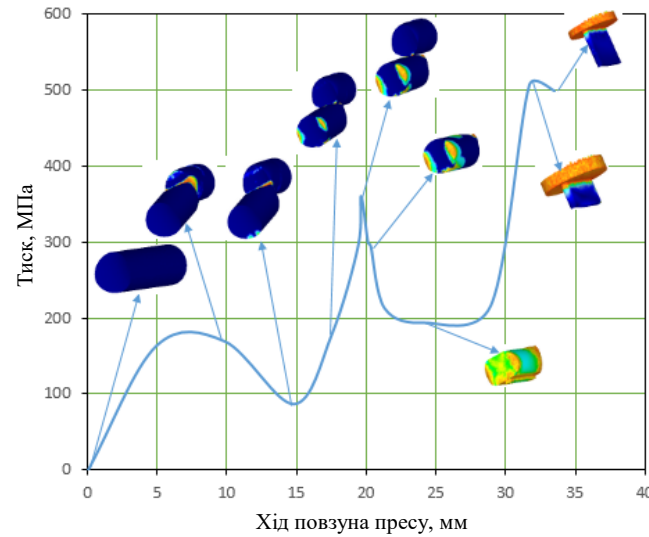
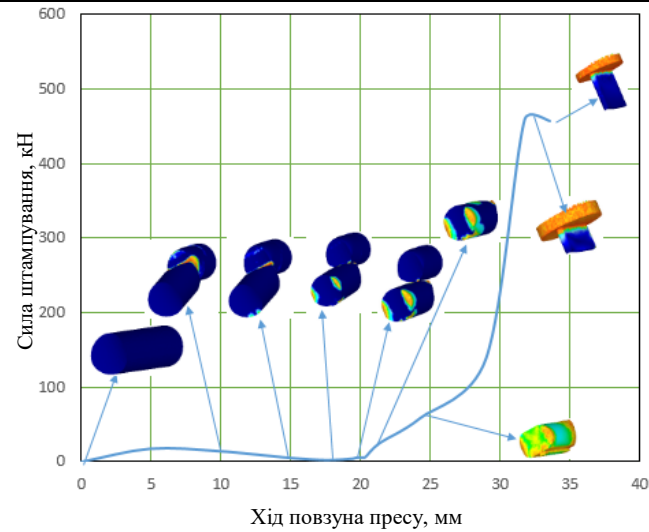
а - вихідне положення; б - при максимальній силі відрізання; в – на початку осадки та видавлювання; г – на усталеній стадії
Рисунок 12 – Поля розподілу накопиченої деформації на різних стадіях



а – на початку навантаження; б - при максимальній силі відрізання; в) – на початку осадки та видавлювання; г) – на усталеній стадії

Рисунок 13 – Поля розподілу інтенсивностей напружень на різних стадіях відрізання та на початку штампування, МПа

Комп'ютерне моделювання штампування видавлюванням для виготовлення напівфабрикату контакту



а - залежність сили від переміщення; б - тиску від переміщення
Рисунок 14 - Відрізання-штампування напівфабрикату контакту

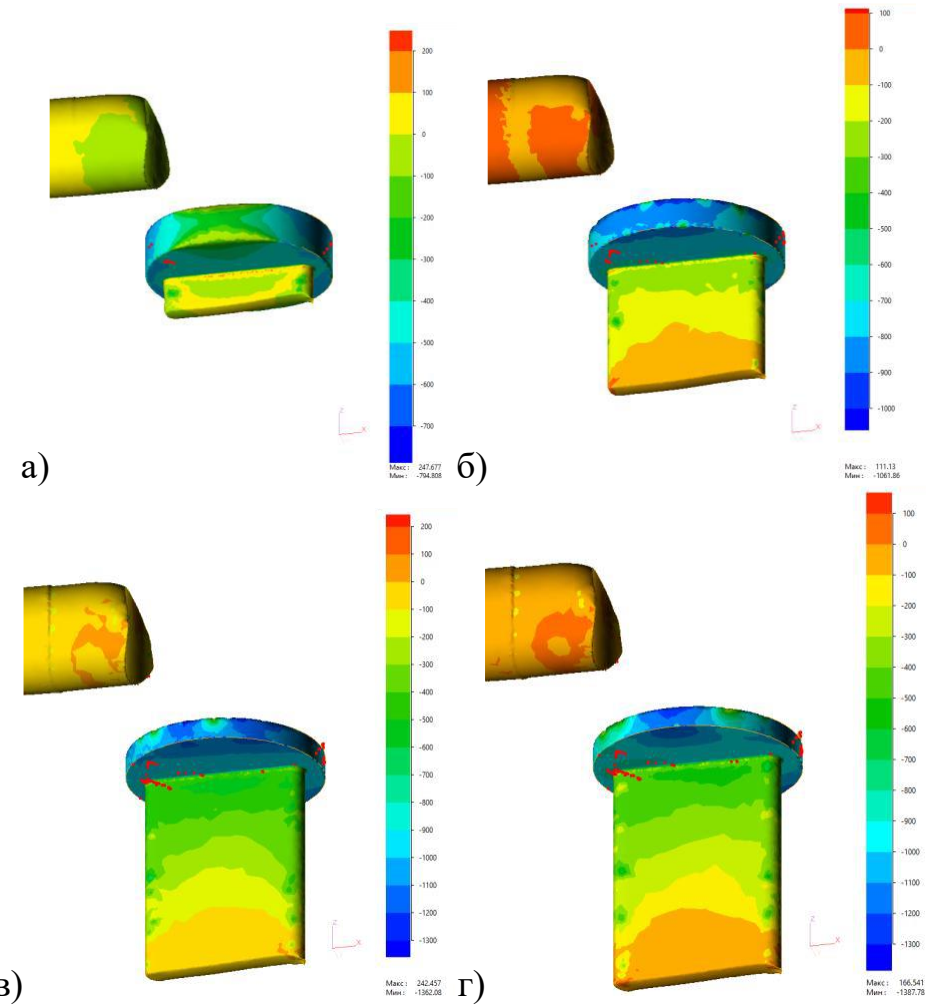


Рисунок 15 - Поля середнього напруження в заготовці в процесі видавлювання напівфабрикату контакту, МПа

Висновки

1. Аналіз розробок у галузі технології холодного штампування осесиметричних напівфабрикатів з алюмінієвого прокату показав актуальність виконаних досліджень.

2. Для виготовлення циліндричних заготовок і осесиметричних напівфабрикатів з алюмінієвих прутків обраний найбільш ефективний технологічний суміщений процес - штампування, що здійснюється в одному штампі за одну технологічну операцію.

3. Теоретичне дослідження суміщеного процесу відрізки – штампування, виконане на основі енергетичного методу прикладної теорії пластичності та методу кінцевих елементів дозволяє визначити кінематичний та напружено-деформований стан відрізаної заготовки в процесі її штампування осадкою та видавлюванням що дає можливість визначити взаємозв'язки енергосилових та геометричних параметрів досліджуваного процесу для реалізації на ковальсько-штампувальному устаткуванні.

4. Запропонована конструкція штампу дозволяє зробити процес виготовлення осесиметричних напівфабрикатів ресурсозберігаючим і практично безвідходним шляхом поєднання процесу відрізання і штампування за одну технологічну операцію.

ПРОТОКОЛ
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: «Розробка конструкції штампуну для виготовлення контактів запобіжників»

Тип роботи: бакалаврська кваліфікаційна робота
(БДР, МКР)

Підрозділ Кафедра «Галузевого машинобудування», ФМТ.
(кафедра, факультет)

Показники звіту подібності Unichesk

Оригінальність 99,2% Схожість 0,8%

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):

✓ 1. Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.

2. Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її автора. Роботу направити на доопрацювання.

3. Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

Особа, відповідальна за перевірку _____ Шенфельд В. Й.
(підпис) (прізвище, ініціали)

Ознайомлені з повним звітом подібності, який був згенерований системою Unichesk щодо роботи.

Автор роботи _____ Бабій О. В.
(підпис) (прізвище, ініціали)

Керівник роботи _____ Сивак Р. І.
(підпис) (прізвище, ініціали)