

Форма № 24

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
 Національний університет «Запорізька політехніка»

Машинобудівний інститут, машинобудівний факультет
 (повне найменування інституту, факультету)
Обробка металів тиском
 (повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

(ступінь вищої освіти)

на тему Дослідження впливу пластичної
деформації на експлуатаційні характеристики
літників при виготовленні їх заготовками у
прес автомобілі

Виконав: студент(ка) 5 курсу, групи _____

Спеціальності 131 - "Прикладна механіка"
 (код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)

Обладнання та технології пластичного
формування конструкцій машинобудівання
 (прізвище та ініціали)

Керівник Матюсяк А. Ю.
 (прізвище та ініціали)

Рецензент _____
 (прізвище та ініціали)

2020

Форма № 25

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»
 (повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут, факультет МІМФ
 Кафедра Обробка металів тиском
 Ступінь вищої освіти магістр
 Спеціальність 131 Прикладна механіка
(код і найменування)
 Освітня програма (спеціалізація) Всн та техн. маст. форм. констр. маш. буд.
(назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____

« _____ » _____ 20 _____ року

ЗАВДАННЯ
 НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)

Жуленко Віталій Вікторович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Дослідження впливу пластичної деформації на експлуатаційні характеристики мітчиків при встановленні їх заготовок у прес автомобільні керівник проекту (роботи) Матюшин А. Ю доц. канд. техн. наук
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від « _____ » _____ 20 _____ року № _____

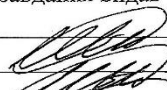
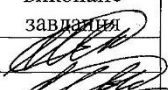
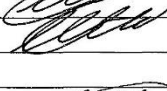
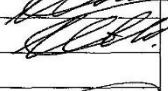



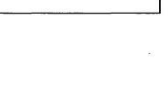
2. Строк подання студентом проекту (роботи) 18.12.2020
 3. Вихідні дані до проекту (роботи) Звіт з предметної практики.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1) Механіка встановлення металорізного інструменту. 2) Дослідження властивостей швидкорізальних сталей для встановлення мітчиків. 3) Дослідження впливу пластичного деформування на властивості швидкорізальних сталей. 4) Око рона праці.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Презентація.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
1	Матюшин А. Ю доцент каф. Р.М.Д		
2	Матюшин А. Ю доцент каф. Р.М.Д		
3	Матюшин А. Ю доцент каф. Р.М.Д		
4	Кестеров О. В зав. каф. Р.М.		
Всього контролю	Матюшин А. Ю доцент каф. Р.М.Д		

7. Дата видачі завдання « 01 » вересня 2020 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1.	Технологія виготовлення металарматурного інст.	4.09.20 - 10.10.20	
2.	Дослідження власт. швидк. різ. сталей для виготовлення мінківів.	11.10.20 - 01.11.20	
3.	Дослідження впливу масивного деформування на властивості швидкорізальних сталей	02.11.20 - 29.11.20	
4.	Охорона праці.	30.11.20 - 01.12.20	

Студент(ка)


(підпис)

В.В. Шумко
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)


(підпис)

А.Ю. Матюшин
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 91 стор., 23 мал., 14 табл., 52 джерела.

Об'єкт дослідження – мітчи́ко-штампувальний прес-автомат.

Метод розрахунків – в роботі використовувалися стандартні методи розрахунку задач обробки металів тиском, а також при проектуванні нової конструкції автоматизованого виробничого комплексу застосовувалися метод конструювання і метод конструктивної спадковості.

Метою роботи є розвиток теоретичних основ створення автоматизованого виробничого комплексу з виготовлення мітчиків, до складу якого входить спеціальний мітчи́ко-штампувальний прес-автомат, різьбошліфувальний верстат та допоміжне обладнання для переміщення, орієнтації та фіксації заготовок у просторі, а також, дослідження впливу холодної пластичної деформації на механічні та експлуатаційні властивості швидкоріжучої сталі.

для досягнення поставленої мети були вирішені наступні питання:

- здійснений огляд наукової літератури по технологіям виготовлення мітчиків;
- вибране устаткування для автоматизованого виготовлення мітчиків;
- складений технологічний маршрут виготовлення мітчиків;
- проведено дослідження впливу холодної деформації на механічні та експлуатаційні властивості сталі Р6М5.

МІТЧИ́К, ПРЕС-АВТОМАТ, ПЛАСТИЧНІСТЬ, ДЕФОРМАЦІЯ, ЗАГОТОВКА, СТАЛЬ, НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН, ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ

ABSTRACT

EN: 91 23pages, 14 tables, , 52 sources.

The object of research is a tap-stamping press machine.

Method of calculations - in work standard methods of calculation of problems of processing of metals by pressure were used, and also at designing of a new design of the automated industrial complex the method of designing and a method of constructive heredity were applied.

The aim of the work is to develop the theoretical foundations of an automated production complex for the manufacture of taps, which includes a special tap-stamping press, threading machine and ancillary equipment for moving, orienting and fixing workpieces in space, as well as studying the effects of cold plastic deformation on mechanical and operational properties of high-speed steel.

To achieve this goal, the following issues were resolved:

- a review of the scientific literature on the technology of manufacturing taps;
- selected equipment for automated production of taps;
- the technological route of manufacturing of taps is made;
- a study of the effect of cold deformation on the mechanical and operational properties of steel P6M5.

TAPER, MACHINE, PLASTICITY, DEFORMATION, PROCUREMENT,
STEEL, STRESS-DEFORMED STATE, MANUFACTURING TECHNOLOGY

Зміст

Вступ.....	7
1. ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ МЕТАЛОРІЗУЮЧОГО ІНСТРУМЕНТУ.....	8
1.1 Матеріали, що використовуються для виготовлення мітчиків.....	8
1.2 Традиційні способи проектування та виготовлення мітчиків.....	18
2 ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ШВИДКОРІЗАЛЬНИХ СТАЛЕЙ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ МІТЧИКІВ.....	26
2.1 Експлуатаційні властивості мітчиків.....	26
2.2 Швидкорізальні сталі.....	28
2.3 Легування швидкоріжучих сталей.....	34
2.4 Мікролегування (модифікування) швидкорізальних сталей.....	43
3. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПЛАСТИЧНОГО ДЕФОРМУВАННЯ НА ВЛАСТИВОСТІ ШВИДКОРІЗАЛЬНИХ СТАЛЕЙ... ..	48
3.1 Обґрунтування мети дослідження.....	48
3.2 Аналіз структури сталі Р6М5.....	50
3.3 Автоматизована технологія виготовлення мітчиків.....	51
4. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	74
4.1 Аналіз потенційних небезпек.....	74
4.2 Заходи забезпечення техніки безпеки.....	75
4.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарної гігієни праці.....	79
4.4 Заходи з пожежної безпеки.....	82
4.5 Заходи по забезпеченню.....	83
Висновки	85
Перелік джерел посилання.....	91

Вступ

Одним з найпоширеніших та універсальних способів кріплення деталей в машинобудуванні є різьбове з'єднання. В свою чергу, для отримання внутрішнього профілю різьби широкого застосування отримав такий металоріжучий інструмент як мітчик. Саме застосування мітчиків дозволяє скоротити час на нарізання різьби, збільшити продуктивність праці та отримати точну геометрію профілю. Зазвичай, найпоширеніший матеріал з якого виготовляють мітчики це сталь Р6М5, що відноситься до швидкоріжучих інструментальних сталей.

Відомо, що при традиційному виготовленні виробів інструментального господарства, металоріжучі інструменти мають досить високу собівартість. Це відбувається через високу трудоемність виробництва, багато стадійність технологічного циклу механічної обробки, низький коефіцієнт використання матеріалу, а також, через високу вартість вихідного матеріалу. Крім того, виробництво металоріжучого інструменту лише засобами обробки металів різанням не дозволяє виправити дефекти литої структури вихідного матеріалу, що призводить до зниження експлуатаційних характеристик інструменту.

Від конструкційних та міцнісних характеристик мітчиків залежать якість різьбового з'єднання, стійкість та технологічні параметри процесу нарізання різьби.

РОЗДІЛ 1

ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ МЕТАЛОРІЖУЧОГО ІНСТРУМЕНТУ

1.1 Матеріали, що використовуються для виготовлення мітчиків

Високі експлуатаційні характеристики ріжучих інструментів в значній мірі залежать від якості матеріалу, з якого ці інструменти виготовлені. Матеріали, призначені для ріжучих інструментів, повинні по ряду показників значно перевершувати матеріали, що застосовуються в машинобудуванні для виготовлення різних деталей. Нижче наведені основні вимоги до інструментальних матеріалів.

1. Інструментальний матеріал повинен мати високу твердість в стані поставки або досягається в результаті його термічної обробки - не менше 62 ... 65 HRC по Роквеллу.

2. При різанні металів виділяється значна кількість теплоти, і ріжуча частина інструменту нагрівається. Температура робочих поверхонь і ріжучих кромek інструменту залежить від умов, при яких ведеться обробка, і може досягати декількох сотень градусів. Необхідно, щоб при значних температурах різання твердість поверхонь інструментів істотно не зменшувалася. Здатність матеріалу зберігати високу твердість при підвищених температурах і вихідну твердість після охолодження називається теплостійкістю. Інструментальний матеріал повинен мати високу теплостійкість.

3. Поряд з теплостійкістю інструментальний матеріал повинен мати високу зносостійкість при підвищеній температурі, тобто володіти хорошою опірністю стиранню оброблюваних матеріалом.

4. Важливою вимогою є досить висока міцність інструментального матеріалу. Якщо висока твердість матеріалу робочої частини інструменту супроводжується значною крихкістю, це призводить до поломки інструменту

і викришування різальних крайок.

5. Інструментальний матеріал повинен володіти технологічними властивостями, що забезпечують оптимальні умови виготовлення з нього інструментів. Для інструментальних сталей - це добре обробляється різанням і тиском, сприятливі особливості термічної обробки (мала чутливість до перегріву і знеуглецювання, хороші закалюваність і прокалюваність, мінімальні деформування і утворення тріщин при загартуванні і т.д.), хороша шліфувана після термічної обробки.

Для твердих сплавів перші два вимоги менш істотні, але зате особливого значення набуває хороша шліфувана, а також відсутність тріщин і інших дефектів, які виникають в твердому сплаві після припаювання пластин, при шліфуванні і заточенню інструменту.

1.1.1 Вуглецеві та леговані інструментальні сталі

Вуглецеві і леговані інструментальні сталі. Номенклатура інструментальних матеріалів різноманітна. Раніше інших матеріалів для виготовлення різучих інструментів почали застосовувати вуглецеві інструментальні сталі марок У7 ... У13, У7А ... У13А (табл. 1.1)

Таблиця 1.1 - Хімічний склад вуглецевих інструментальних сталей,%
(ГОСТ 1435-99)

Марка сталі	С	Мп	%	Марка сталі	С	Мп	%
У7	0,65.. 0,74	0,20.. 0,40	0,15...0,35	У7А	0,65.. 0,74	0,15.. 0,30	0,15...0,30
У8	0,75.. 0,84	0,20.. 0,40	0,15...0,35	У8А	0,75.. 0,84	0,15.. 0,30	0,15...0,30
У9	0,85.. 0,94	0,15.. 0,35	0,15...0,35	У9А	0,85.. 0,94	0,15.. 0,30	0,15...0,30

У10	0,95..	.1,04	0,15..	.0,35	0,15...0,35	У10А	0,95..	1,04	0,15..	.0,30	0,15...0,30
У11	1,05..	.1,14	0,15..	.0,35	0,15...0,35	У11А	1,05..	.1,14	0,15..	..0,30	0,15...0,30
У12	1,15..	.1,24	0,15..	.0,35	0,15...0,35	У12А	1,15..	.1,24	0,15..	.0,30	0,15...0,30
У13	1,25..	1,35	0,15..	.0,35	0,15...0,35	У13А	1,25..	.1,35	0,15..	..0,30	0,15...0,30

Крім заліза і вуглецю зазначені сталі містять 0,2 ... 0,4% марганцю. Інструменти з вуглецевих сталей володіють достатньою твердістю при кімнатній температурі, але теплостійкість їх невелика, так як при порівняно невисоких температурах (200 ... 250 ° С) їх твердість різко зменшується. Області застосування вуглецевих інструментальних сталей вказані в табл. 1.2.

Таблиця 1.2 - Області застосування вуглецевих інструментальних сталей

Марка сталі	Область применения
У7, У7А У8, У8А У10, У10А, У11, У11А У12. У12А У13. У13А	Зубила, стамески, пили, керни, слюсарний інструмент Ножиці, цилі, ролики накатні, пробійники, матриці, ручний деревобробний інструмент Дрібнорозмірні ріжучий інструмент Ріжучий інструмент, який працює при низьких швидкостях різання Напилки, шабери, різці, гравірувальний інструмент

Леговані інструментальні сталі за хімічним складом відрізняються від вуглецевих підвищеним вмістом кремнію або марганцю або наявністю одного або декількох легуючих елементів: хрому (збільшує твердість, міцність, корозійну стійкість матеріалу, знижує його пластичність), нікелю (підвищує міцність, пластичність, ударну в'язкість, прокаліваємость матеріалу), вольфраму (підвищує твердість і теплостійкість матеріалу), ванадію (підвищує твердість і міцність матеріалу, сприяє утворенню дрібнозернистої структури), кобальту (збільшує ударну в'язкість і жароміцність матеріалу), молібдену (підвищує

пружність, міцність, теплостійкість матеріалу). Для ріжучих інструментів використовуються низьколеговані сталі марок 9ХФ, 11ХФ, 13Х, В2Ф, ХВ4, ХВСГ, ХВГ, 9ХС і ін. (Табл. 1.3).

Таблиця 1.3 - Хімічний склад деяких легованих інструментальних сталей,% (ГОСТ 5950-2003)

Марка сталі	С	Мп	81	Сг		V
Х	0,95...1,10	0,15...0,45	0,10...0,40	1.30..	.1.65	
ХГ9Г2Ф	0,85...0,95	1,70...2,00	0,10...0,40			
9ХС	0,85...0,95	0,30...0,60	1,20...1,60	0,95...1,25		
В2Ф	1,05...1,22	0,15...0,45	0,10...0,40	0,20...0,40		
ХВГ	0,90...1,05	0,85...1,25	0,40...0,70	0,90...1,20		0,10...0,30
ХВСГФ	0,95...1,05	0,60...0,90	0,65...1,00	0,60...1,10		
9Х5ВФ	0,85...1,00	0,15...0,45	0,10...0,40	4.50..	.5.50	0,15...0,30
					1,6...2,0	
					1,2...1,6	
					0,5...0,8	0,05...0,15
					0,8...1,2	0,15...0,30

Леговані інструментальні сталі мають більш високими технологічними властивостями - кращої закаліваємостю і прокаливаємостю, меншою схильністю до викривлення, але теплостійкість їх практично дорівнює теплостійкості вуглецевих сталей (350 ... 400 ° С), тому вони використовуються для виготовлення ручних інструментів або інструментів, призначених для обробки на верстатах з низькими швидкостями різання (табл. 1.4).

Таблиця 1.4 – Области застосування легованих інструментальних сталей

Марка сталі	Область застосування
ІХ, ІІХФ	Мітчики і інший ріжучий інструмент діаметром 30 мм, гартувати з охолодженням в гарячих середовищах
Х, ІПХ15	Зубила, калібри і кільця, токарні, довбальні й стругальне різці Ріжучий інструмент, клейма Круглі плашки, розгортки і т.д.
9ХС ХВСГФ	Різьбові калібри, подовжені інструменти, холодновисадочні матриці і пуансони
ХВГ	Різьбонакатні інструмент (ролики і плашки), ручні ножівкові полотна, деревообробний інструмент
Х6ВФ	Холодні штампи, накатні плашки, матриці і пуансони вирубних і просічних штамтів
Х12Ф1	
Х12МФ	

1.1.2 Швидкорізальні сталі

З групи високолегованих сталей для виготовлення ріжучих інструментів використовуються швидкорізальні сталі з високим вмістом вольфраму, молібдену, кобальту, ванадію. Сучасні швидкорізальні сталі можна розділити на три групи (табл. 1.5).

До сталей нормальної теплостійкості відносяться вольфрамові Р18, Р12, Р9 і Вольфрамомолібденові Р6М5, Р6М3, Р8М3, Р2М5, 11М5Ф. Вони мають твердість в загартованому стані 62 .. 65 HRC, межа міцності при вигині 2900 ... 3400 МПа, ударну в'язкість 2,7 ... 4,8 Дж / м² і теплостійкість 600 - 650 ° С. Зазначені марки сталей отримали найбільш широке поширення при виготовленні ріжучих інструментів. Вони використовуються при обробці конструкційних сталей, чавунів, кольорових металів, пластмас. Застосовуються також швидкорізальні сталі, додатково леговані азотом (Р6АМ5, Р18А і ін.), Які є модифікаціями звичайних швидкорізальних сталей. Легування азотом підвищує ріжучі властивості інструменту на 20 ... 30%, твердість - на 1-2 одиниці HRC.

Сталі підвищеної теплостійкості характеризуються підвищеним вмістом вуглецю (10Р8М3, 10Р6М5), ванадію (Р12Ф3, Р2М3Ф8, Р9Ф5), кобальту

(P18Ф2К5, P6M5K5, P9K5, P9K10, P9M4K8Ф, 10P6M5K8Ф2 і ін.). Твердість цих сталей в загартованому стані досягає 65 ... 69 HRC, вони мають більш високу теплостійкість (до 620 ... 670 ° С). Це дозволяє використовувати їх для обробки жароміцних і нержавіючих сталей і сплавів, а також конструкційних сталей підвищеної міцності і загартованих. Період стійкості інструментів з таких сталей в 3-5 разів вище, ніж з сталей P18, P6M5.

Сталі високої теплостійкості характеризуються зниженим вмістом вуглецю, але вельми великою кількістю легуючих елементів (B11M7K23, B14M7K25, 3B20K20X4). Вони мають твердість 68 ... 69 HRC і теплостійкість 700 ... 720 ° С. Найбільш раціональна область їх застосування - різання важкооброблюваних матеріалів і титанових сплавів. В останньому випадку період стійкості інструментів в 30-80 разів вище, ніж зі сталі P18, і в 8-15 разів вище, ніж з твердого сплаву ВК8. При різанні конструкційних сталей і чавунів період стійкості зростає менш значно (в 3-8 разів).

Таблиця 1.5 - Склад легуючих елементів в швидкорізальних сталях,%

Марка сталі	C		Cr	V	Mo	Co
<i>Сталі нормальної теплостійкості</i>						
P18	0,70...0,80	17,0...18,5	3,8...4,4	1,0...1,4	До 1,0	—
P12	0,80...0,90	12,0...13,0	3,8...4,4	1,5...1,9	До 1,0	—
P9	0,85...0,95	8,5...10,0	3,8...4,4	2,0...2,6	До 1,0	—
P6M5	0,80...0,90	5,5...6,5	3,8...4,4	1,7...2,1	5,0...5,5	—
P6M3	0,85...0,95	5,5...6,5	3,0...3,5	2,0...2,5	3,0...3,6	—
P8M3	0,80...0,90	7,6...8,4	3,6...4,0	1,6...1,9	3,0...3,5	—
P2M5	0,95...1,05	1,7...2,3	3,8...4,3	0,9...1,3	4,8...5,3	—
11M5Ф	1,0	—	3,8	1,2	5,1	—
<i>Сталі збільшеної теплостійкості</i>						
10P8M3	0,96...1,05	7,5...8,5	⊗ ⊙ ⊗ ⊙	1,7...2,1	3,0...3,6	—
10P6M5	1,05	6,0	4,0	2,4	5,0	—
P12Ф3	0,94...1,04	12,0...13,5	3,5...4,0	2,5...3,3	До 1,0	—
P2M3Ф8	0,90...1,05	2,0...2,5	4,0...4,8	7,5...8,5	2,5...3,0	—
P9Ф5	1,40...1,50	9,0...10,5	3,8...4,4	4,3...5,1	До 1,0	—
P18Ф2К5	0,85...0,95	17,0...18,5	3,8...4,4	1,8...2,4	До 1,0	5,0...6,0

Р6М5К5	0,80...0,90	6,0...7,0	3,8...4,3	1,7...2,2	4,8...5,8	4,8...5,3
Р9К5	0,90...1,00	9,0...10,5	3,8...4,4	2,0...2,6	До 1,0	5,0...6,0
Р9К10	0,90...1,00	9,0...10,5	3,8...4,4	2,0...2,6	До 1,0	9,5...10,5
Р9М4К8Ф	1,00...1,10	8,5...9,6	3,0...3,6	2,1...2,5	3,8...4,3	7,5...8,5
10Р6М5К8Ф2	1,0	5,76	4,1	2,1	6,0	8,0
Р3М3Ф4К5	1,0	3,0	4,0	4,0	3,0	5,0

У промисловості використовуються також маловольфрамове (Р2М5, Р3М3Ф4К5, Р2М3Ф8, 11Р3АМ3Ф2) і безвольфрамове (11М5Ф) стали. Експлуатаційні властивості зазначених сталей близькі до властивостей традиційних швидкорізальних сталей відповідних груп. Склад і властивості швидкорізальних сталей обумовлені в ГОСТ 19265-73.

Перспективним для підвищення якості швидкорізальних сталей є отримання їх методами порошкової металургії. Стали Р6М5К5-П (П - порошкова), Р9М4К8-П, Р12М3Ф3К10-П та інші мають цілу низку переваг перед традиційними сталями даного класу: карбідна однорідність, підвищена різанням і шліфуванням, малі викривлення форми при зміцненні, мелкодисперсное зерно аустеніту, більш високі твердість і міцність. Період стійкості ріжучих інструментів з таких сталей зростає до 1,5 рази. Випускаються також економно леговані порошкові швидкорізальні стали типу М5Ф5МП і М6Ф7МП.

Області застосування швидкорізальних сталей вказані в табл. 1.6.

Таблиця 1.6 – Область застосування деяких швидкорізальних сталей

Марка сталі	Область застосування та технологічні особливості
-------------	--

P18	Для всіх видів різального інструменту при обробці звичайних конструкційних матеріалів. Володіє високою технологічністю Для всіх видів різального інструменту, можна використовувати для інструментів, що працюють з ударними навантаженнями. Більш вузький, ніж у сталі P18, інтервал гартівних температур, підвищена схильність до знеуглецювання
P6M5	Чистові і напівчистове інструменти (фасонні різці, розгортки, протяжки і ін.) При обробці конструкційних сталей Те ж, що і сталь P6M5, але в порівнянні зі сталлю P6M має дещо більшою твердістю і меншою міцністю
P6M5Ф3	Для інструментів простої форми, які не потребують великого обсягу шліфувальних операцій; рекомендуються для обробки матеріалів з підвищеними абразивними властивостями (склопластики, пластмаси, ебоніт тощо), для чистових інструментів, що працюють з середніми швидкостями різання і малими перетинами зрізу. Шліфуємість знижена
10P6M5 P9Ф5, P14Ф4	Для інструментів простої форми, які не потребують великого обсягу шліфувальних операцій; рекомендуються для обробки матеріалів з підвищеними абразивними властивостями (склопластики, пластмаси, ебоніт тощо), для чистових інструментів, що працюють з середніми швидкостями різання і малими перетинами зрізу. Шліфуємість знижена
P12Ф3	Для чистових і получистових інструментів, що працюють з середніми швидкостями різання; для матеріалів з підвищеними абразивними властивостями; рекомендується замість сталей P6Ф5 і P14Ф4 як сталь кращої шліфована при приблизно однакових ріжучих властивостях

Деякі види ріжучого інструменту, наприклад черв'ячні фрези, долбьки, зенкери, діаметром більше 50 мм мають ріжучі елементи, які вписуються в зовнішній кільцевої шар циліндричної заготовки. Для цих інструментів дуже ефективні біметалічні заготовки з сердечником з недорогої інструментальної або конструкційної сталі і зовнішнім шаром з порошкової швидкорізальної сталі. Така конструкція економить до 50% швидкорізальної сталі на одиницю інструменту. Процес отримання біметалічною заготовки забезпечує міцне схоплювання (зварювання) порошкового шару з сердечником. Розроблено технології отримання біметалевих заготовок із зовнішнім діаметром від 40 до 100 мм.

В даний час на ринку широко представлені ріжучі інструменти виробництва зарубіжних фірм, що використовують інші позначення

швидкорізальних сталей. Найбільш широко поширене позначення швидкорізальних сталей першої групи - H88, другої групи - H88E або H88C. Згідно з нормою країн Євросоюзу ISO 10027-1: тисячу дев'ятсот дев'яносто два швидкорізальні сталі позначаються символом H8 і поруч цифр, які показують процентний вміст вольфраму, молібдену, ванадію і кобальту. Таким чином, сталь P6M5 буде позначена H8 6-5-2, а сталь P9M4K8 - H8 E-4-2-8.

1.1.3 Тверді сплави

Тверді сплави отримують методами порошкової металургії у вигляді пластин або коронок. Основними компонентами твердих сплавів є карбіди вольфраму WC, титану TiC, танталу TaC і ніобію NbC, найдрібніші частинки яких сполучені допомогою порівняно м'яких і менш тугоплавких кобальту або нікелю в суміші з молібденом (табл. 1.7, 1.8).

Тверді сплави мають високі твердість і теплостійкість: 88 ... 92 HRA (71 ... 75 HRC), до 850 ... 1000 ° C. Це дозволяє працювати зі швидкостями різання в 8-4 рази більшими, ніж інструментами верб швидкорізальних сталей.

Таблиця 1.7 - Марки, хімічний склад і властивості вольфрамівмісні твердих сплавів

Група сплавів	Марка сплаву	Склад сплаву, %				Фізико-механічні властивості	
		Карбід вольфраму	Карбід титану	Карбід танталу	Кобальт	Межа міцності при гнутті, МПа, не менше	Твердість, не менше
ВК	ВК3	97	—	2	3	1176	89,5
	ВК3-М	97	—	2	3	1176	91,0
	ВК4	96	—	2	4	1519	89,5
	ВК4-В	96	—	2	4	1470	88,0
	ВК6	94	—	2	6	1519	88,5
	ВК6-М	94	—	2	6	1421	90,0
	ВК6-ОМ	92	—	2	6	1274	90,5
	ВК6-В	94	—	2	6	1666	87,5
	ВК8	92	—	2	8	1666	87,5
	ВК8-В	92	—	2	8	1813	86,5
ТК	Т5К10	85	5	—	10	1421	88,5
	Т15К6	79	15	—	6	1176	90,0
	Т14К8	78	14	—	8	1274	89,5
	Т30К4	66	30	—	4	980	92,0
ТТК	ТТ7К12	81	4	3	12	1666	87,0
	ТТ8К6	84	8	2	6	1323	90,5
	ТТ10К8-Б ТТ20К9	82 71	3 8	7* 12	8 9	1617 1470	89,0 89,0

Таблиця 1.8 – Марки, хімічний склад та властивості без вольфрамових твердих сплавів

Марка сплаву	Склад сплаву, %					Фізико-механічні властивості	
	Карбіди титану та ніобію	Карбо-нітриди титану	Карбіди титану	Нікель	Молибден	Межа міцності при гнутті, МПа, не менше	Твердість, не менше
ТМ-1	90	—	—	5	5	764	92
ТМ-3	64	—	—	21	15	1176	89
ТН-20	—	—	79	15	6	1050	90
КНТ-16	—	74	—	19,5	6,5	1200	89

Випускаються також пластини зі спеціальних твердих сплавів серії МС або ВП, що володіють більш високими експлуатаційними властивостями.

Позначення сплаву складається з відповідних букв і тризначного (для пластин без покриттів) або чотиризначного (для пластин з покриттям карбідом титану) числа: перша цифра позначення відповідає області застосування сплаву по класифікації ISO (1 - група P; 2 - група M; 3 - група K); друга і третя цифри характеризують підгрупу вживаності, а четверта цифра - наявність покриття. Наприклад, MC111 - аналог стандартного твердого сплаву T15K6, VP3325 - аналог стандартного твердого сплаву BK8 з покриттям.

Тверді сплави випускаються у вигляді стандартизованих пластин, які припаиваються, приклеюються або кріпляться механічно до державки з конструкційної сталі. Випускаються також інструменти, робоча частина яких цілком виконана з твердого сплаву (монолітні).

Правильний вибір марки твердого сплаву забезпечує ефективну експлуатацію ріжучих інструментів. Для конкретного випадку обробки сплав вибирають виходячи з оптимального поєднання його теплостійкості і міцності.

1.2 Традиційні способи проектування та виготовлення мітчиків

До різей, а отже, і до різьбоутворюючих інструментів пред'являються високі вимоги. Способи виготовлення різьблення, використовувані в промисловості, залежать від характеру і масштабу виробництва, а також наявного обладнання. В індивідуальному і дрібносерійному виробництві застосовують найпростіші різьбонарізні інструменти: ручні і машинні мітчики, мітчики-протягання, бесстружечной мітчики, різьбові різці і гребінки, круглі ріжучі та накатні плашки, дискові і борін різьбові фрези. Дрібні точні різьблення утворюються за допомогою шліфувальних профільованих кіл без попередньої лезової обробки. Для великих резьб і ходових гвинтів шліфування

проводиться після попередньої лезової обробки.

У серійному і великосерійному виробництві, розполагающем універсальним обладнанням з удосконаленою технологічним оснащенням, агрегатними верстатами і автоматичними лініями, застосовують машинні, гайкові та бесстружечной мітчики, різьбонарізні, вихрові і накатні головки, накатні ролики і плоскі накатні плашки.

У поточно-масовому виробництві велике місце займає накочення різьблення на автоматизованих верстатах з бункерній завантаженням заготовок і Різьбонарізні голівки. Нарізають різьблення машинними і гайковим мітчиками, різьбонарізні головки, різьбовими різцями по багатопрохідної схемою.

Вибір способу нарізування різьби визначається вимогами до її точності і шорсткості. При цьому використовуються різні кінематичні схеми обробки в залежності від поєднання кількості проходів інструменту і різьбових ниток на ньому:

- 1) многопроходное нарізування однострижковим інструментом (рис. 1.1, а) - різцем, однострижковим шліфувальним кругом;
- 2) одно- або двоходне нарізування многониточной інструментами (рис. 1.1, б) - гребінкою, плашкою, метчиком, многониточной кругом;
- 3) одноходное фрезерування однострижкової різьбовій фрезою або вихровою голівкою (рис. 1.1, в);
- 4) фрезерування многониточной фрезою (рис. 1.1, г), ширина якої більше довжини різьблення;
- 5) накочення широкими роликами або плашками (рис. 1.1, д);
- б) одноходное накочення вузькими роликами з осьової подачею і раскатніками (рис. 1.1, е).

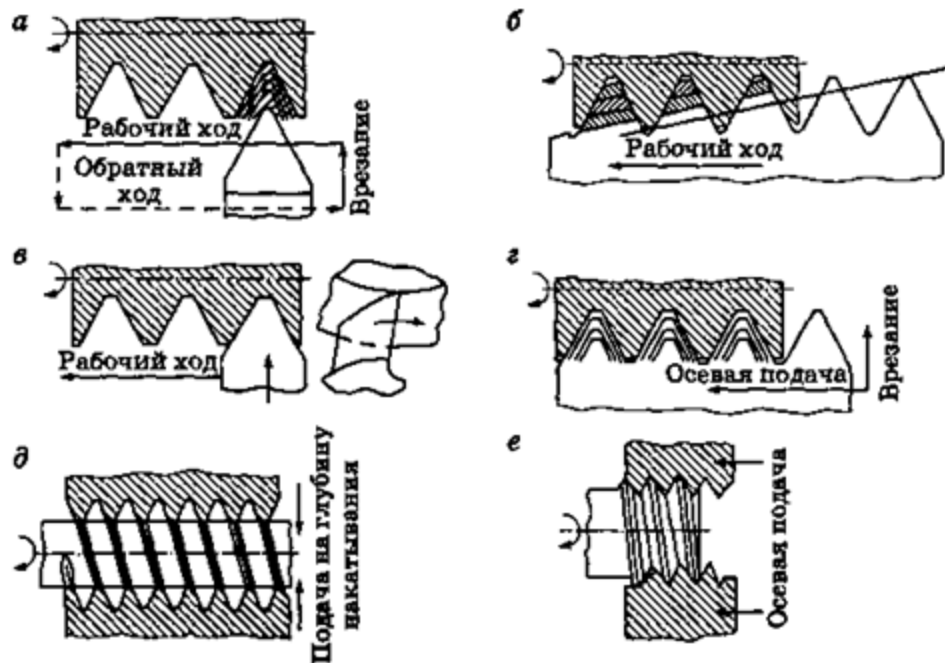


Рисунок 1.1 – Схеми обробки різей

В залежності від типу різі, її призначення та конструктивних особливостей, різі можуть нарізатися різцями, плашками, мітчиками, спеціальними фрезами та різенакатними інструментами, тощо.

Оскільки тема магістерської роботи неопосередковано пов'язана з мітчиками, тому саме цьому різенарізному інструменту буде приділена основна увага.

Отже, мітчик нарізає різьбу в отворах. За способом застосування і призначенням мітчики бувають:

- машинно-ручні, призначені для нарізування різьблення на верстатах і вручну; профіль різьблення шліфований і затилований;
- ручні, призначені для нарізування різьблення вручну; профіль різьблення нешліфований і не затилований; як наслідок, великі крутний момент і тертя на робочих поверхнях. Ці мітчики виготовляють в комплекті з двох або трьох штук з відповідним розподілом припуску по площі вирізується западини;
- гайкові мітчики, службовці для нарізування різьблення в гайках; вони працюють без викручування, відрізняються від машинно-ручних

використовуються вуглецеві (У11) або леговані (9ХС) інструментальні сталі.

Табл 1.9 - Матеріали робочої частини мітчика

Області застосування	Марки інструментального матеріалу
Нарізування різьблення в сталях, кольорових металах	P6M5, P6M3 P9K5, P6M5K5
Нарізування різьблення в матеріалах з підвищеними фізико-механічними властивостями	
Нарізування різьблення в загартованих сталях	T15K6
нарізування різьблення в чавуні	BK10-M, BK8, BK6, P6M5
різьблення в титанових сплавах	P9M4K8, P9K5, BK6-M

Твердість робочої частини мітчиків діаметром менше 3 мм - 60 ... 63 HRC, діаметром від 3 до 6 мм - 61 ... 64 HRC, діаметром понад 6 мм - 62. ..65 HRC.

Твердість робочої частини мітчиків, виконаних з кобальтових і ванадієвих швидкорізальних сталей, повинна бути вище на 1-2 одиниці HRC. Твердість хвостовиків - 36 .. .51 HRC. У цільних гучних мітчиків твердість хвостовика повинна бути витримана на довжині на 5-9 діаметрів від робочої частини, для зварних - на довжині 5-6 діаметрів.

Конструктивні елементи мітчиків. Мітчик складається з хвостовика і робочої частини. На циліндричній шліфованій хвостовике виконані квадрат для передачі крутного моменту і (іноді) канавка для захоплення кульками швидкозмінного патрона. У деяких випадках виготовляють хвостовики з конусами Морзе.

При нарізуванні різьблення в отворі, що має пази, паралельні осі отвору, мітчик рекомендується робити з непарним числом зубів ($\tau > 5$).

Форма канавки повинна забезпечувати вільне розміщення стружки,

сприяти її легкому відведення, не допускати налипання і спресовиванія в канавці. Найбільш широко використовується двухрадіусная форма канавки, для мітчиків малих діаметрів - однорадіусная. Профілі фрез для стружкових канавок нормалізовані, тому на кресленні мітчика можна вказати номер профілю фрези (рис. 1.3).

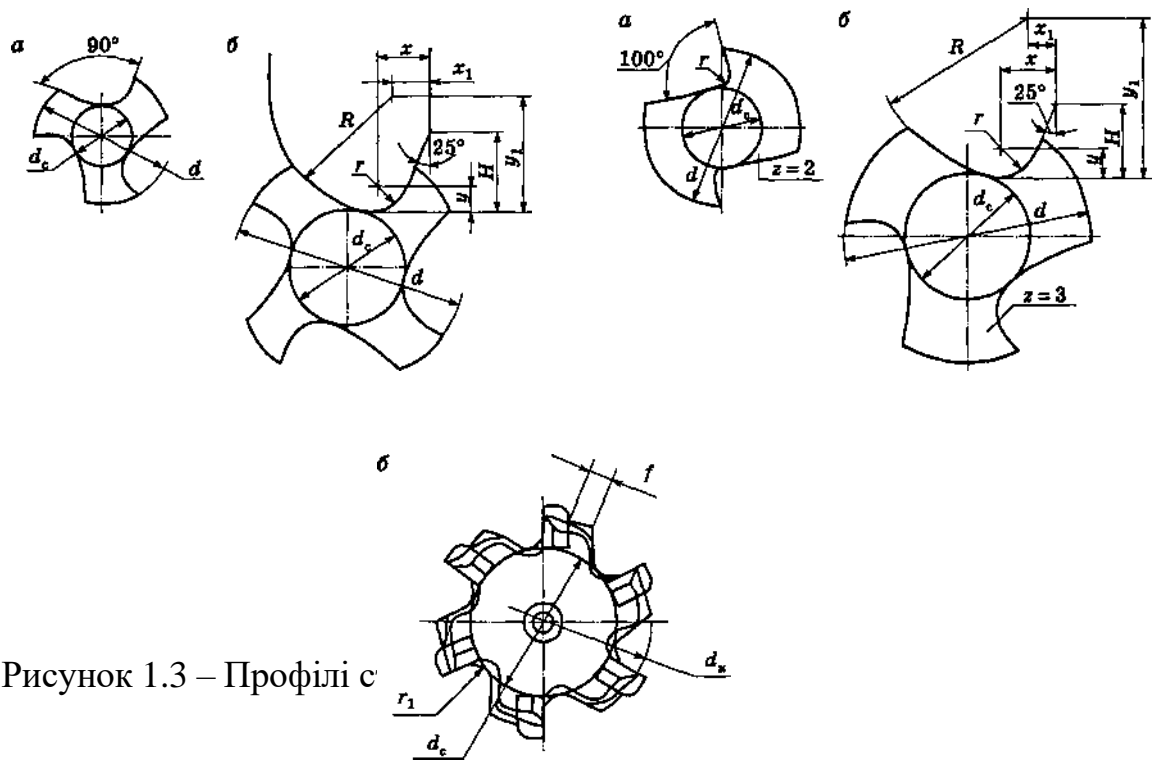


Рисунок 1.3 – Профілі с

Геометричні параметри мітчиків. Геометрія мітчика визначається переднім кутом γ , заднім кутом α , кутом забірної частини і кутом нахилу гвинтових канавок. Передній кут у вибирається в залежності від властивостей оброблюваного матеріалу і необхідної шорсткості нарізати різьблення. Зі збільшенням кута шорсткість нарізаною різьблення зменшується, особливо при обробці пластичних матеріалів

Задній кут α забезпечується шляхом затилованія. Зі збільшенням

заднього кута зменшується міцність зуба і збільшується ймовірність заклинювання мітчика стружкою при його вивертанні з нарізаного отвору. Найбільш поширеною кривою затилювання задньої поверхні є спіраль Архімеда, рідше зустрічаються дуга окружності з зміщеним центром і комбінація згаданих кривих. На плоску заточку задньої поверхні ($\alpha \sim 20^\circ$) переходять для збільшення заднього кута, щоб виключити заклинювання мітчика при його вивертанні. З цією ж метою іноді виконують седлообразно затилювання, при якому залишилися частинки зрізаного шару підрізають задньою частиною пера мітчика (рис. 1.4).

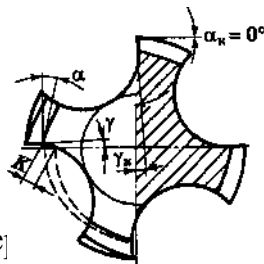


Рисунок 1.4 – Кути в попе

і мітчика

Розрізняють машинні мітчики з прямими і спіральними канавками. Прямозубіє мітчики (рис. 1.5, а) завдяки простоті виготовлення та можливості повторного заточення набули найбільшого поширення, іноді на шкоду експлуатаційним переваг. Для нарізування наскрізного різьблення передню грань прямозубих мітчиків постачають подточкой - «лівим скосом» під кутом $8 \dots 15^\circ$ (рис. 1.5, б). Початок кромки розташовується на відстані 2-8 мм від робочого торця мітчика.

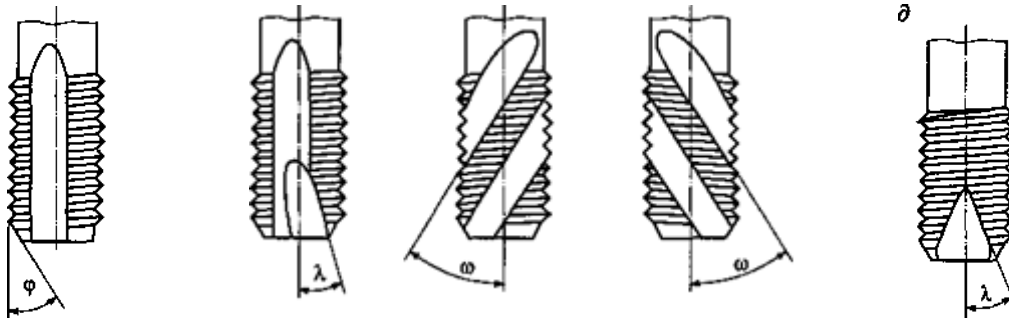


Рисунок 1.5 – Конструктивні різновиди мітчиків

Спіральні мітчики з кутом підйому правої гвинтової лінії канавок (рис. 1.5, в) сприяють виведенню стружки з глухих отворів. Для прямозубих мітчиків отвір під різьбу в цьому випадку має бути просвердлений глибше, щоб забезпечити простір для розміщення стружки. Для глухих лівих різьб напрямок гвинтових канавок ліве (рис. 1.5, г). Спіральні мітчики застосовують також для нарізування наскрізних різьб, щоб направити стружку в сторону подачі: левоспіральні для правих різей і правоспіральні для лівих [1, 2].

РОЗДІЛ 2

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ШВИДКОРІЗАЛЬНИХ СТАЛЕЙ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ МІТЧИКІВ

2.1 Експлуатаційні властивості мітчиків

Виходячи з попереднього розділу можна зробити висновок про те, що матеріал для виготовлення мітчиків повинен мати досить високу зносостійкість і теплостійкість, а також бути хімічно інертним до розплавленого скла і навколишньої атмосфери. Слід зазначити, що порушення геометрії різальних кромки, а також знос поверхонь тертя ножів призводять до зниження якості різку і до утворення на поверхні готових скловиробів специфічних дефектів - ділянок зі зміненими оптичними властивостями. Крім того, для заміни поламаних ножів необхідна зупинка склоформувальної машини, що призводить до зниження не тільки кількості, але і якості виробів, що випускаються.

З урахуванням умов, роботи мітчиків для нарізання різьблення найбільш перспективними матеріалами для їх виготовлення є інструментальні сталі і сплави. При цьому слід зазначити, що спроби застосування вуглецевих і низьколегованих інструментальних сталей виявилися безуспішними внаслідок їх недостатньої теплостійкості. У зв'язку з цим основним матеріалом, застосовуваним в даний час для виготовлення мітчиків є швидкорізальні сталі, що володіють високими зносостійкістю, теплостійкістю і міцністю, а також задовільною в'язкістю. Найчастіше застосовуються сталі Р18, Р9, Р6М5 та ін., які мають помірну теплостійкість 615-625 °С.

З метою збільшення термінів експлуатації мітчиків, а також з урахуванням того, що їх ріжучі кромки нагрівається до 800 °С, робилися спроби виготовлення мітчиків з твердих сплавів, які мають красностійкість 800-1000 °С. Мітчики робилися збірними зі змінною ріжучою частиною з твердих сплавів. Було досягнуто суттєве підвищення стійкості мітчиків, проте

широкого застосування такі сталі не знайшли по ряду причин. Основними з них є: висока вартість, низькі теплопровідність і в'язкість твердих сплавів, що призводили до перегріву мітчиків і обмеження продуктивності машин, а також до крихкого руйнування різальних кромки мітчиків.

У роботі [3] з метою збільшення інтенсивності тепловідведення від різальних кромки пропонується робочу частину мітчика, виготовлену з твердого сплаву на основі карбідів вольфраму, титану і танталу, припаювати срібним припоєм до несучої частини (державки) з берилієвої бронзи, яка має високу теплопровідність. Технічна цінність запропонованої ідеї безперечна, проте її економічна доцільність викликає сумніви.

Як зазначалося вище, основним матеріалом для виготовлення ножів є швидкорізальні сталі. При цьому, якщо раніше знаходили застосування сталі типу P18, P12, P9, то в даний час практично повсюдно застосовується найбільш поширена в машинобудуванні сталь марки P6M5. Застосування цієї сталі для мітчиків пояснюється не тільки більш низьким вмістом в ній дефіцитного вольфраму, а й її більш високими експлуатаційними характеристиками.

Були проведені промислові випробування мітчиків для нарізання різьблення, виготовлених із сталей P18, P6M5, P6M5K5. Найбільш високу стійкість мали мітчики зі сталі P5M6. Перевагу цієї сталі перед сталлю P18 можна пояснити більш високими механічними властивостями першої (міцність, в'язкість), які позитивно позначилися на експлуатаційній надійності і довговічності мітчиків (зросла зносостійкість матеріалу, різко зменшилися випадки викришування і утворення тріщин на різучих кромках). Можна також припустити, що найменш легована сталь P6M5 володіє більш високим у порівнянні з іншими сталями опором зтиранню.

Сталь P6M5 відноситься до сталей нормальної продуктивності. Додаткове легування цієї сталі кобальтом переводить її в розряд сталей підвищеної продуктивності внаслідок збільшення вторинної твердості, красностійкості і теплопровідності [4]. Можна було очікувати, що підвищення

зазначених показників позитивно позначиться на стійкості мітчиків із сталі Р5М5К5. Однак, навпаки, мітчики зі сталі з кобальтом мали стійкість приблизно на 35% нижче, ніж мітчики зі сталі Р6М5. На підставі літературних даних можна припустити, що кобальт знизив опір сталі окислення на повітрі, в результаті чого прискорився ерозійне руйнування ножів із сталі Р6М5К5.

У зв'язку з високою вартістю швидкорізальної сталі розроблена технологія виготовлення складових мітчиків, при якій ріжуча частина виготовляється зі сталі Р6М5, а державка - з вуглецевої, сталі. Обидві частини мітчика виготовляється методом штампування з стрижневих заготовок діаметром 4-8 мм, а потім з'єднується з допомогою аргоно-дугового зварювання.

Зварні мітчики отримали широке застосування на ряді заводів з виробництва інструменту та показали хороші техніко-економічні результати експлуатації [5]. Однак на ряді виробництв потрібно мітчики діаметром 8-10 мм, виготовлення яких з урахуванням ряду факторів (можливість використання відходів швидкорізальних сталей, низька собівартість виробництва і ін.) найбільш доцільно виконувати методом лиття. Не викликає сумніву те, що найбільш перспективним матеріалом для виготовлення мітчиків є швидкорізальні сталі, хоча зміст легуючих елементів в них з урахуванням умов роботи мітчиків вимагає уточнення.

2.2 Швидкорізальні сталі

Швидкорізальні сталі відносяться до класу інструментальних сталей і є основним матеріалом для виготовлення ріжучого інструменту, що працює в умовах силового навантаження і значного розігріву (до 500-700 °С) робочих кромки. Крім того, швидкорізальні сталі знаходять застосування для виготовлення ряду деталей, що працюють при підвищених температурах і в

умовах зносу (мітчики для нарізання внутрішніх різьблень, голки паливної апаратури, штампи холодного пресування і ін.).

Швидкорізальні сталі діляться на 2 групи за способом отримання службових властивостей: сталі з карбідним зміцненням і сталі з інтерметаллідним зміцненням. Нижче розглядаються тільки сталі першої групи.

Основними службовими характеристиками, що забезпечують високу стійкість інструменту і інших деталей з швидкорізальних сталей, є: вторинна твердість, красностійкість (теплостійкість), зносостійкість, міцність і в'язкість.

Теплостійкість - здатність зберігати, високу твердість (не нижче HRC 60) при нагріванні (4 год) до температури 500 - 650 °С - швидкорізальні сталі набувають в результаті спеціального легування і загартування з дуже високих (1200-1300 °С) температур. Розрізняють сталі (з карбідним зміцненням) зниженою, помірної і підвищеної теплостійкості, що зберігають твердість HRC 60 протягом 4 год відповідно при температурах 500-600, 600-625 і 630-650 °С [3].

Високі ріжучі властивості швидкорізальні сталі набувають в результаті легування сильними карбідоутворюючими елементами: вольфрамом, молібденом і ванадієм, а також некарбідоутворюючим елементом - кобальтом. Крім того, сталі містять близько 1% вуглецю і близько 4% хрому (вміст першого в позначенні марок вказується не завжди, зміст іншого - не вказується). Вміст сірки і фосфору в швидкорізальних сталях припускається до 0,03% кожного.

Основними легуючими елементами в швидкорізальних сталях є вольфрам (P18, P12, P9), або вольфрам разом з молібденом (P6M5, P6M3). В останні роки з'явилися безвольфрамові сталі типу 11M5Ф, P0M3Ф3, тощо. Однак, як показали в роботі [6] для отримання оптимального рівня властивостей швидкорізальних сталей вміст вольфраму в них має становити близько 12%. При цьому без зниження теплостійкості вольфрам може бути

замінений молібденом в співвідношенні $Mo:W = 1:1,4-1,5$. Такий зміст вольфраму або їх суми $W + (1,4-1,5) Mo = 12\%$ прийнято для ряду сучасних марок сталі (рис.2.1).

В литому стані евтектичні карбіди утворюють в швидкорізальних сталях суцільну сітку на кордонах зерен, що негативно позначається на її властивості. Значною мірою карбідна неоднорідність зменшується в результаті пластичної деформації. Так як, при нагріванні до температур гартування відбувається неповне розчинення карбідів, то в сталях використовуваних в литому стані, частина з них зберігається на кордонах зерен, знижуючи властивості сталі. Карбідна неоднорідність зростає зі збільшенням в сталі змісту вольфраму, ванадію та кобальту, і знижується при легуванні молібденом.

Структура швидкорізальної сталі в відпаленому стані являє собою зернистий перліт + евтектичні карбіди; в загартованому стані структура складається з легованого мартенситу, що містить 0,3-0,5% вуглецю, евтектичних карбідів в сталях, що містять більше 1,4% ванадію і залишкового аустеніту. У процесі загартування при високих температурах (1200-1300 °C) відбувається розпад частини карбідів і легування твердого розчину. При цьому сталь набуває твердість 56-62 HRC. В процесі подальшого відпуску при 550-560 °C відбувається подальше підвищення твердості сталі до 60-65 HRC в результаті перетворень аустеніту в мартенсит, і виділення дисперсних карбідів. Твердість, одержану в результаті відпуску, називають вторинною твердістю.

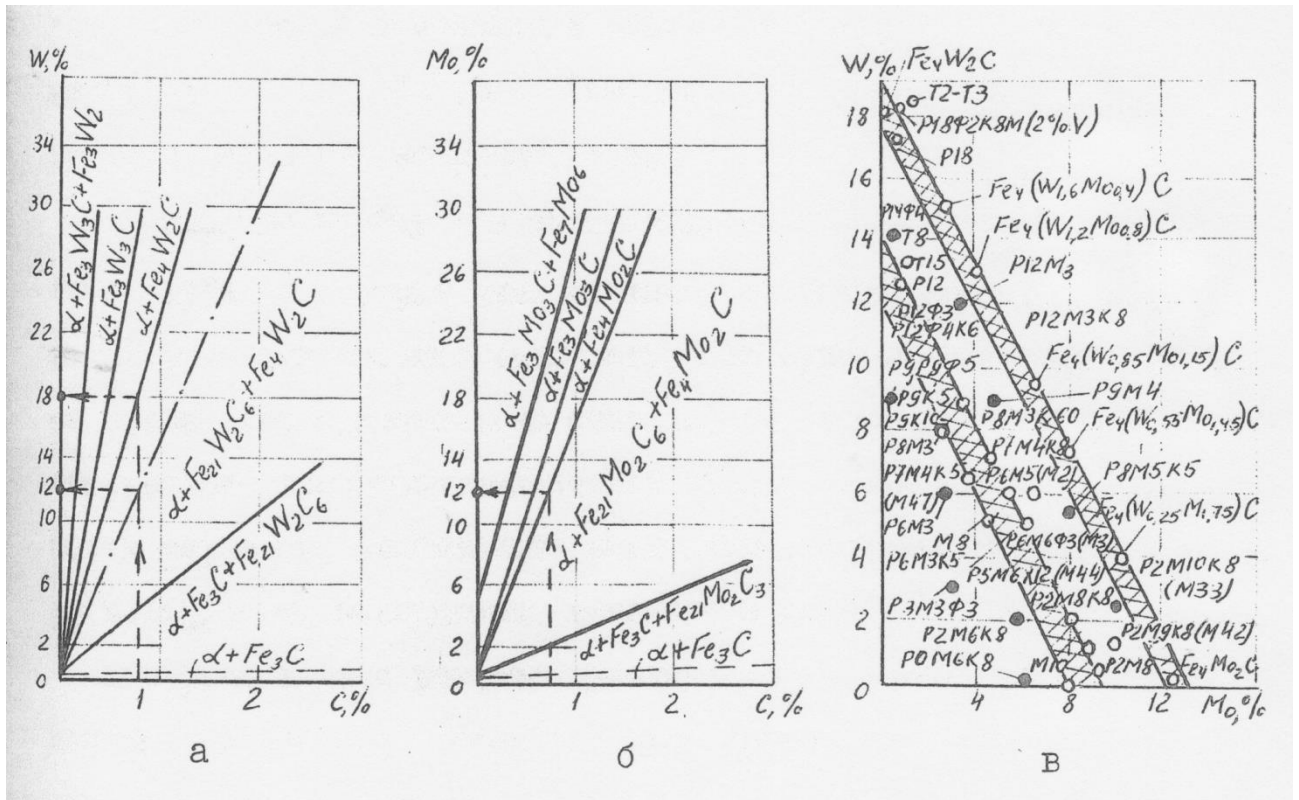


Рисунок 2.1 - Діаграми фазового стану відіжених сплавів: а - Fe-W-C; б - Fe-MoC; в - Fe-W-V-C.

Основним карбідом в швидкорізальних сталях є карбід який лише частково розчиняється в процесі загартування. В умовах високих температур при загартуванні відбувається зростання зерна сталі, що негативно позначається на її властивостях. Тому легування швидкорізальних сталей ставить перед собою цілі обмеження зростання зерна при максимально можливому насиченні твердого розчину вольфрамом, молібденом, ванадієм і хромом.

Перше завдання вирішується збільшенням в сталі кількості карбідів, які не повністю розчиняються в аустениті і тому затримують зростання зерна. Друге завдання (легування аустеніту; вирішується створенням в сталі повністю розчинних карбідів при високих температурах, і карбідів, частково розчинних. З цією метою швидкорізальні сталі містять 3,2-4,5% хрому і не менше 1,0% ванадію.

Структура загартованої і відпущеної сталі складається з легованого мартенситу і евтектичних карбідів, що створюють карбідне зміцнення. Теплостійкі сталі з карбідним зміцненням містять більше 0,6% вуглецю і відносяться до ледебуритних, вони представляють собою групу найбільш характерних інструментальних сталей.

Структура визначає рівень властивостей швидкорізальних сталей. Завдяки карбідному зміцненню вони володіють високим опором до пластичної деформації.

Здатність структури зберігати стабільність - чинити опір розпаду мартенситу і коагуляції карбідів - при підвищених температурах забезпечує основну властивість швидкорізальних сталей - теплостійкість. За даними [6] температура початку, незворотного разупрочнення сталі $T_{пр}$ визначається, головним чином, складом і властивостями металевої основи (твердого розчину) і пов'язана наступною залежністю з температурою початку фазового перетворення $T_{пр}$:

$$T_{пр} \cong (0,7-0,8) T_{пр}, K$$

Зносостійкість швидкорізальних сталей визначається твердістю легованого мартенситу, а також кількістю, розмірами і типами карбідів. Кількість карбідів в сталях в залежності від їх складу і термічної обробки складає 10-30 об'ємних %, при цьому максимальна кількість карбідів в сталі міститься після відпалу, а мінімальне - після гартування (табл.2.1).

Міцність сталей змінюється - в широких межах в залежності від складу, для основної номенклатури сталей межа міцності при згині складає 2500-4000 МПа.

Таблиця 2.1 – Наявність карбідів в сталі

Сталь	Термообробка	Кількість карбідів, об'ємні %			
		M ₆ C	MC	M ₂₃ C ₆	усього
P18	Відпал	18	2	9	29
	Гартування з 1290 °C	10	1	-	11
P6M5	Відпал	17	1,5	9	27,5
	Гартування з 1220 °C	8	1,5	-	9,5

Швидкорізальні сталі, незважаючи на високий вміст вуглецю (0,7-1,4%), характеризуються порівняно високою ударною в'язкістю (0,3-0,4 МДж/м²). Цей показник визначає чутливість інструмента до викришування робочої кромки і до поломок в процесі експлуатації. В'язкість знижується з ростом розмірів зерна, збільшенням кількості карбідів і ступеня легування мартенситу. При однакових розмірах зерен в'язкість вольфрамо-молібденової сталі P6M5, у якій при відпуску виділяється менше карбідів по межах зерен, в 1,5-2 рази вище в'язкості вольфрамової сталі P18. При цьому збільшення вмісту вуглецю з 0,7 до 1,0% призводить до зниження ударної в'язкості сталі P6M5 в середньому з 0,65 до 0,45 МДж/м², а сталі P18 - з 0,45 до 0,20 МДж/м².

Опір швидкорізальних сталей малим пластичних деформацій на думку Ю.М.Скринченко і К.Ю.Сокольчука [7] вірогідніше можна оцінювати за допомогою критерію $\sigma_{0,05}^{СЖ}$, який при виборі оптимального складу сталі необхідно враховувати нарівні з гарячою твердістю. Проведені ними

дослідження на сталі Р12МЗФ2К8МП підтвердили доцільність використання цього критерію.

2.3 Легування швидкоріжучих сталей

З моменту появи швидкорізальних сталей зусилля металознавців були спрямовані в основному на вирішення двох завдань:

- подальше підвищення службових і механічних властивостей сталей;
- зниження вартості швидкорізальних сталей.

Перше завдання вирішувалася, перш за все, шляхом додаткового легування і модифікування (ванадієм, кобальтом, азотом, алюмінієм, ніобієм, рідкоземельними металами та ін.) опробуваних та добре зарекомендувавших себе складів; друге завдання - шляхом зниження вмісту легуючих елементів або заміною їх менш дорогими та дефіцитними за можливості суттєвого зниження властивостей сталей.

Нижче коротко розглядається вплив основних легуючих елементів на властивості швидкорізальних сталей.

Вуглець. Зміст вуглецю необхідного для отримання мартенситно-карбідної структури, в основній масі швидкорізальних сталей становить 0,70-0,75%. Встановлено, що при підвищенні вмісту вуглецю з 0,77 до 1,17% кількість залишкового аустеніту після гартування з 1050 °С швидкорізальної сталі зростає з 18 до 33%; а при збільшенні вмісту вуглецю з 1,04 до 1,37% кількість залишкового аустеніту зросла з 25 до 95%. За даними Ю.А.Геллера [6] збільшення в сталях помірною теплостійкості вмісту вуглецю на 0,2 призводить до зростання кількості карбиду, а також збільшення в них концентрації вуглецю. При відпуску ці явища призводять до посилення ефекту дисперсійного твердіння і, як наслідок, до підвищення вторинної твердості до 65-66 HRC і теплостійкості до 625-630 °С.

Вольфрам є одним з основних легуючих елементів в швидкорізальних сталях. У залізо-вуглецевих сплавах утворює карбіди: $\text{Fe}_{21}\text{W}_2\text{C}(\text{M}_{23}\text{C})$; $\text{Fe}_4\text{W}_2\text{C}(\text{M}_6\text{C})$; $\text{Fe}_2\text{W}_4\text{C}(\text{M}_6\text{C})$. Середній склад двох останніх карбідів, за даними Ю.А.Геллера [6], відповідає формулі $\text{Fe}_3\text{W}_3\text{C}$. Карбід типу M_6C частково розчиняється в процесі гартування, що призводить до легування твердого розчину вольфрамом; частково зберігається при температурах гартування, обмежуючи зростання зерна сталі. Ці два процеси забезпечують необхідний рівень властивостей швидкорізальних сталей.

Для утворення подвійного карбіду M_6C при 1% вуглецю, необхідно близько 20% вольфраму. Твердість карбіду HV 1200-1300, (HRC 72-73) він забезпечує сталі не тільки теплостійкість (розчиняючись в аустеніт), але і зносостійкість, завдяки порівняно високій твердості. Інші карбідоутворюючі (ванадій, хром, залізо, молібден, титан) заміщають в карбіді частини атомів вольфраму і полегшують розчинення карбіду при термічній обробці.

Хром знижує критичну швидкість загартування і збільшує прокаліваємість сталі. Подібно вольфраму легує твердий розчин і бере участь в карбідоутворенні. Заміщає частину вольфраму в M_6C , що дозволяє знизити вміст цього дефіцитного елемента в сталі. Зміст хрому в швидкорізальних сталях становить близько 4%. При його більш високому вмісті підвищується кількість стійкого при відпустці аустеніту і розвивається крихкість сталі [6].

Ванадій є сильним карбідоутворюючим елементом і активним розкислювачем сталі. При утриманні до 1,5% утворює незначна кількість карбіду MC і присутній головним чином в карбідах M_{23}C і M_6C . У процесі розчинення цих карбідів при нагріванні для загартування ванадій переходить в γ -фазу, При відпуканні він виділяється у вигляді карбіду MC , що підвищує вторинну твердість і теплопровідність.

Кращий комплекс властивостей досягається при 2-2,5% ванадію. Зносостійкість зростає інтенсивно лише до вказаного змісту і загасає зі збільшенням кількості ванадію понад 3% [6].

Молибден є хімічним аналогом вольфраму, вплив цих елементів на властивості швидкорізальних сталей багато в чому схожий. Подібно вольфраму молибден легує аустеніт (мартенсит) і бере участь в утворенні карбіду, близького до формули Fe_2Mo_3C , а при нестачі вуглецю - до Fe_2Mo_2C . Молибден і вольфрам заміщають один одного в карбіді M_6C в співвідношенні, відповідному їх вмісту в сталі (атомних відсотках) [6], утворюючи карбіди типу $Fe_3(Mo,W)_3C$. Вольфрамо-молибденовий карбід M_6C , в порівнянні з вольфрамовим карбідом, виділяється з рідини при більш низьких температурах і має менші розміри частинок. Евтектика в сталях з молибденом має більш тонку будову, ніж евтектика вольфрамових сталей. Молибден знижує стійкість аустеніту, полегшуючи його перетворення в мартенсит і дисперсні карбіди при відпустці. При вмісті більше 3% кілька погіршує жаростійкість, що пов'язано з сублімацією оксиду молибдену і розвитком пористості оксидної плівки [6].

Кобальт відноситься до числа не карбідоутворюючих елементів, його головна функція полягає в легуванні металевої основи. Значно покращує теплопровідність сталі, що позитивно позначається на стійкості інструменту. Збільшує кількість залишкового аустеніту після гарту. Підсилює процес знеуглецювання сталі як в атмосфері печі, так і в розплавлених солях [6]. Трохи знижуючи міцність і в'язкість, кобальт помітно підвищує вторинну твердість і теплостійкість, що робить його перспективним легуючим елементом для швидкорізальних сталей.

Крім кобальту в якості легуючих елементів знаходять застосування ванадій, азот, алюміній і ін.

В даний час ванадій входить до складу всіх швидкорізальних сталей з карбідним зміцненням. Ванадій при його утриманні до 1,4% заміщає вольфрам в карбіді M_6C , що дозволяє знизити кількість вольфраму в сталі. При подальшому збільшенні вмісту ванадію утворюється карбід $VC(MC)$, який виконує функції, що і карбід M_6C . Легування ванадієм найбільш поширеної в

свій час і універсальної сталі P18 дозволило отримати сталі P12 і P9 з більш низьким вмістом вольфраму (табл.2.2).

Таблиця 2.2 – Хімічний склад швидкорізальних сталей

Сталь	Хімічний склад, %					Карбіди	
	C	Cr	W	V	Mo	Кількість, %	Склад
P18	0,7-0,8	3,8-4,4	17,0-18,5	1,01-1,4	1,0	29	M ₆ C
P12	0,8-0,9	3,1-3,6	12,0-13,0	1,5-1,9	0,5	24	M ₆ C+MC
P9	0,85-0,95	3,5-4,4	8,5-10,0	2,0-2,6	1,0	18	M ₆ C+MC

Як видно з таблиці 1.11, зменшення вмісту вольфраму призводить до зниження кількості карбідів, що в цілому негативно позначається на службових властивостях сталі. Крім того, зі збільшенням в швидкорізальних сталях кількості карбиду ванадію знижується їх шліфуємість. Причина цього явища полягає в тому, що твердість зерен електрокорунду в шліфувальних кругах становить HV 2000 - 2500, що вище твердості карбідів типу M₆C і значно нижче твердості карбідів ванадію. У зв'язку з вищевикладеним інструмент з сталей, в яких переважає карбіди ванадію типу MC, погано шліфується і при перезаточці швидко втрачає свої ріжучі властивості.

Аналіз складу швидкорізальних сталей показує, що багато марок сталей підвищеної теплостійкості, наприклад P18Ф2К5, P12Ф4К5, P9M4K8Ф і ін. отримані в результаті додаткового легування стандартних сталей помірною теплостійкості P18, P12, P9, P6M5 ванадієм і кобальтом. Заміна частини вольфрамового або вольфрамо-молібденового карбиду високотвердим карбідом ванадію і легування твердого розчину кобальтом позитивно позначається на зносостійкості, теплостійкості, в'язкості і міцності сталей.

З метою збільшення кількості карбідної фази в сталях з ванадієм, а також з ванадієм і кобальтом, збільшують кількість вуглецю до 1,05-1,40% проти 0,70-0,95 в сталях Р9-Р18. Додаткова концентрація вуглецю приймається з розрахунку 0,15-0,2 на 1% ванадію, що вводиться понад 2-2,5% .

В даний час близько 60% інструменту і ін. виробів в нашій країні виробляється зі сталі Р6М5, що прийшла на зміну більш високолегованій сталі Р18. Сума найбільш дорогих і дефіцитних легуючих елементів: вольфраму і молібдену в сталі Р6М5 становить 10,5-12% (ГОСТ 1926-73).

В останні роки були проведені численні дослідження, наприклад [36, 47], мета яких полягала в зниженні сумарного вмісту вольфраму і молібдену в швидкорізальних сталях. На думку Л.С.Кремнева [8], в результаті цих та інших робіт не запропоновано сталі, яка мала б такіж основні і технологічні властивості як сталь Р6М5, за винятком стали 11М5Ф, про яку буде сказано нижче.

Причина невдалих спроб отримання більш економнолегованих сталей, ніж Р6М5, при повному збереженні всього комплексу її фізико-механічних, технологічних і службових властивостей пояснюється природою швидкорізальних сталей. Вище зазначалося, що основна властивість цієї сталі - теплостійкість досягається високим ступенем легування (не менше 3 ат.%) Мартенситу вольфрамом, молібденом і ванадієм в результаті високотемпературної гарту (вище 1200 °С). Щоб уникнути зростання зерна при високих температурах необхідно, щоб в структурі сталі була достатня кількість (приблизно 5 %) надлишкових карбідів. Роль цих карбідів виконують карбіди типу M_6C : в вольфрамових сталях Fe_2W_3C , в вольфрамово-молібденових $Fe_3(Mo,W)_3C$, а в без вольфрамових зі зниженим вмістом молібдену – карбіди ванадію типа VC .

Окрім вольфраму, молібдену і ванадію участь в процесі карбідоутворення приймають хром і залізо, а також інші карбідоутворюючі елементи (титан, ніобій), якщо вони вводяться в сталь. Зі зміною температури змінюється хімічна спорідненість елементів до вуглецю, внаслідок чого в

процесі термічної обробки змінюються співвідношення між елементами, що утворюють карбіди (табл.2.3).

В роботі [9] виказана думка, що склад сталі типу P18 забезпечив високий рівень властивостей тому, що при 0,7-0,8% вуглецю та 0,2% ванадію для отримання подвійного карбіду заліза та вольфраму, який є носієм теплостійкості, необхідно 18% вольфраму. Пізніше було встановлено, що при 1,5-2,0% ванадію та 4% хрому подвійний карбід утворюється при більш низькому (12-13%) вмісті вольфраму, що відповідає сталі P12 або з можливою заміною частини вольфраму на молібден сталі P6M5. Таким чином, хоча класичні швидкоріжучі сталі P18, P12, P6M5 отримані експериментально-дослідним способом, вони мають оптимальний тип карбідної фази, що забезпечує високий рівень властивостей.

Таблиця 2.3 – Склад карбідів в швидкорізальних сталях

Сталь	Стан сталі	Склад карбідів									
		M ₆ C					MC				
		Fe	Cr	W	Mo	V	Fe	Cr	W	Mo	V
P18	Лита	3,21	0,65	1,35	0,18	0,61	0,09	0,14	0,08	0,03	0,66
	Відпалена	2,97	0,41	2,34	0,02	0,26	0,02	0,12	0,10	0,02	0,74
	Загартована	2,96	0,43	2,05	0,22	0,34	0,09	0,14	0,08	0,03	0,66
P6M5	Лита	3,08	0,59	0,66	0,18	0,49	0,06	0,10	0,05	0,17	0,61
	Відпалена	3	0,35	0,8	1,75	0,10	0,02	0,07	0,09	0,1	0,70
	Загартована	3,06	0,43	0,93	1,29	0,29	0,04	0,08	0,08	0,13	0,67

Як зазначалося вище, ці сталі відносяться до лтдебурітному класу, приблизно половина карбідів M₆C в них ставитися до евтектичним, нерозчинну при нагріванні до температур гартування, і половина - до вторинних карбідів, розчиними при гартуванні. В цілому в цих сталях вторинних карбідів достатньо, щоби наситити твердий розчин вольфрамом, молібденом та

ванадієм та забезпечити необхідні твердість та теплостійкість, та разом з тим, нерозчинених евтектичних карбідів достатньо для гальмування росту зерна при температурах гартування. Зменшення цих легуючих елементів призводить таким чином до втрати теплостійкості на зросту зерна аустеніту.

В якості заміників класичної сталі можна Р6М5 відокремити три групи сталей:

- 1) Сталі зі зменшеним вмістом вольфраму типу Р2М5;
- 2) Сталі зі зниженим вмістом вольфраму та збільшеним вмістом вуглецю та ванадію типу 10Р3М3Ф3;
- 3) Без вольфрамові сталі зі збільшеним вмістом вуглецю та ванадію типу 11М3Ф3.

Якщо сталь Р6М5 можна назвати універсальною, то сталь Р2М5 може застосовуватися при обробці порівняно легко оброблюваних матеріалів: вуглецевих та низколегованих сталей, графітизованого чавуну, м'яких кольорових металів на основі алюмінію, магнію, міді та ін. Сталі другої групи мають приблизно такий самий вміст вольфраму та молібдену в своєму складі як Р6М5 має як в своєму твердому розчині так і в складі нерозчинних карбідів. Внаслідок цього вони помітно поступаються сталі Р6М5 за своїми службовими і механічними властивостями. Сталі третьої групи мають ще нижчий рівень властивостей і застосовуються для виготовлення обмеженої номенклатури інструменту. Слід відзначити також, що підвищений вміст ванадію в сталях другої і третьої груп негативно позначається на їх шліфованості.

Неординарний вихід з положення, що створилося запропонований в роботі Д.С. Кремнева з співавторами [10], в якій показано, що в безвольфрамових сталях з 0,7% вуглецю і 5,0-5,5% молібдену можна уникнути протікання перитектичної і евтектичної реакцій, характерних для швидкорізальних сталей ледебуритного класу. Автори встановили, що в зазначених сталях всі карбіди, включаючи карбід M_6C , виділяються з аустеніту в процесі кристалізації і охолодження, внаслідок чого є вторинними

і тому можуть бути розчинені в аустеніт при гартуванні сталі. Таким чином в сталі відсутні нерозчинні евтектичні карбіди, які як зазначалося вище, обмежують зростання аустеніту при високих температурах. Проте зростання зерна вдається уникнути завдяки кращій розчинності в аустеніті карбідів молібдену і можливості за рахунок цього знизити температуру гарту до 1140-1180 °С, тобто на 60-100 °С нижче, ніж для сталей Р18 і Р6М5.

Запропонована авторами сталь 11М5Ф має середній склад 1% вуглецю, 5% молібдену, 1,5% ванадію і 4% хрому. Після гартування в твердий розчин переходить 3,8% (Мо+V), що навіть більше, ніж в сталі Р6М5, в якій сума легуючих елементів в твердому розчині (W+Мо+V) становить 3,6%.

Сталь 11М5Ф є заевтектоїдною, вона має достатньо високий рівень властивостей: вторинну твердість 652-64 HRC, теплостійкість 620-625 °С, межу міцності при згині 3500 МПа, ударну в'язкість 0,35-0,45 МДж/м². Вона задовільно піддається шліфуванню в наслідок невеликого вмісту ванадію, має велику стійкість до обезвуглераження внаслідок більш низьких температур гартування.

В цілому, на думку авторів [10] сталь 11М5Ф може служити заміником більш легованої сталі Р6М5. Правда, в роботі [11] наголошується, що сталь 11М5Ф має основні властивості тільки на рівні сталі Р2М5 і на відміну від останньої, характеризується більшою схильністю до обезвіглерожування, окислення і різнозернистості при термічній обробці, що вимагає при її виробництві ретельного регламентування режимів гарячої механічної і термічної обробок. Автори [11] вважають що найближче до сталі Р6М5 знаходиться сталь 11Р3АМ3Ф2, далі йдуть сталі Р2М5 і 11М5Ф. Настільки різні оцінки сталі 11М5Ф в роботах [10, 11] можна пояснити різними умовами їх виробництва (маса злитка, режими ОМТ і термообробки, зміст неконтрольованих домішок і ін.) і випробувань.

Безвольфрамкові сталі типу 10М3Ф3 поступаються за всіма показниками класичним швидкорізальним сталей типу Р18 і Р6М5 і не можуть розглядатися в якості їх повноцінних заміників [11]. Вони рекомендуються для

виготовлення нескладного інструменту, що працює у відносно легких умовах (обробка дерева, пластмас, магнію, алюмінію і т.д.).

У висновку цього розділу необхідно зазначити, що леговані швидкорізальні сталі представляють інтерес в якості матеріалу для ножів крапельних живильників за наступними причини:

- процес відрізки краплі скломаси характеризується незначними механічними зусиллями;
- ножі стикаються з розплавленою скломасою короткий час (частки секунди), після чого проводиться їх охолодження.

2.4 Мікролегування (модифікування) швидкорізальних сталей

В літературі відсутні чіткі визначення таких понять як мікро легування та модифікування. Наприклад, в роботі [12] присадка в сталь Р9 0,1-0,15% титану називається модифікуванням, а в роботі [13] той же процес називається мікролегуванням. Це пов'язано з тим, що, з одного боку, немає чіткої межі між легированим і мікролегуванням, при яких змінюються властивості твердого розчину і вторинних фаз, а також можуть утворюватися нові фази; а з іншого, введення в метал малих доз (іноді тисячних часток) окремих елементів (мікролегування) часто супроводжується модифікуючими (зміна дисперсності, морфології і: розташування структурних складових) і рафінуючим (видалення з рідкого металу або переклад в інактивну форму шкідливо домішок) ефектами.

На наш погляд, визначаючи назву і суть процесу при обробці рідкого металу мікродозами тих чи інших елементів, необхідно враховувати основну мету процесу (розкислення, модифікування, легування) і мають місце при цьому побічні ефекти. З цих позицій введення в попередньо розкислений метал невеликих доз присадок елементів, що впливають на будову основних і

вторинних структурних складових доцільно називати модифікуванням. Цієї точки зору дотримується більшість авторів.

Відомо, що модифікатори поділяються на два роду. Модифікатори першого роду - це поверхнево активні речовини, адсорбуючиєся на поверхні зростаючих кристалів, і знижують, в наслідок цього, швидкість росту їх граней. До модифікаторів другого роду відносяться елементи, що утворюють в рідкому металі суспензії високодисперсних частинок, що служать зародками центрів кристалізації і сприяють подрібненню структури.

При обробці швидкорізальної сталі алюмінієм, титаном, цирконієм, рідкоземельними металами (РЗМ) і ін. Хімічно активними елементами ефект, отриманий в результаті впливу на процес кристалізації (ефект модифікування) Обачним перевищує ефект від легування твердого розчину (при вмісті вводяться елементів не менше 1%). Тому, на наш погляд, в подібних випадках більш правильно буде говорити про модифікування, ніж про мікролегування.

Відомо, що службові та механічні властивості швидкорізальної сталі визначаються, в першу чергу, розмірами зерен, а так само кількістю, типами, розмірами і розташуванням карбідів. тому в процесі модифікування, як правило, вирішуються два завдання: отримання дрібнозернистої структури і сприятливою карбідної фази.

Кристалізації найбільш поширеної сталі Р6М5 починається з виділення δ -фериту, потім слід перитектичне перетворення і виділяється евтектика. Тому на думку автора [14] модифікатори можуть мати наступний вплив на процес кристалізації швидкорізальної сталі:

змінити дисперсність будови дендритів в δ -фериті і тим самим вплинути на повноту перитектичного перетворення і на кількість евтектику;

змінити швидкість протікання дифузійних процесів на межі між рідкою і твердою фазами і вплинути на процеси формування литої структури;

змінити хімічний склад карбиду евтектики, а також кількість і морфологію евтектики в структурі сплаву.

З цих позицій елементи, що застосовуються в якості модифікаторів для швидкорізальних сталей можна умовно розділити на 4 групи:

- поверхнево-активні, що адсорбуються на зростаючих поверхнях кристалів фериту і обмежують внаслідок цього їх зростання (вісмут, селен, телур та ін.);

- ті що утворюють стійкі карбіди, які є центрами кристалізації, і які надають внаслідок цього вплив на процеси зародження і зростання карбідної фази при кристалізації, а також на її перетворення при термічній обробці, а отже і на розміри зерна сталі (титан, цирконій, ніобій та ін.)

- хімічно активні до шкідливих домішок (сірки, кисню, свинцю, вісмуту, сурми і ін.), що забезпечують рафінування сталі і збільшення за рахунок цього її механічних і службових властивостей (кальцій, алюміній, РЗМ і ін.)

- що утворюють в сталі додаткові фази (азот, бор).

У роботі [15] встановлено позитивний вплив поверхнево-активних кальцію і вісмуту, а також кальцію і вісмуту спільно з бором на структуру первинного зерна, морфологію евтектики і розподіл легуючих елементів в швидкорізальних сталях. Достатньо докладно комплексний вплив поверхнево-активних і хімічно активних елементів на властивості сталі Р6М5 вивчено в роботі [14], в якій показано, що комплексна добавка алюмінію, бору, церію, вісмуту, селену і телуру в різні поєднаннях підвищує дисперсність первинного зерна, забезпечує більш сприятливе розташування і морфологію евтектики, а також впливає на механізм перитектичного перетворення і на розподіл легуючих елементів між структурними складовими. На жаль, представлені в роботі [14] матеріали не дозволяють оцінити одиничний вплив окремих модифікаторів (в сталь вводилися комплексні присадки), а також визначити оптимальні концентрації модифікаторів в сталі. Г.А.Прошін з співавт. [12] показав, що модифікування сталей Р9 і Р18 титаном (залишковий вміст титану близько 0,1%) при литті в кокіль призводило до подрібнення зерна, більш рівномірному розподілу карбідів, отримання розірваної карбідної сітки, підвищення ступеня легування твердого розчину вольфрамом і ванадієм і, як

наслідок, До підвищення красностійкості стели. Стійкість литих ножів торцевих фрез підвищилася в 1,7 рази.

Позитивний вплив титану на властивості швидкорізальної сталі відзначається також в роботі [13]. В останній роботі показано, що оптимальний вміст титану в сталі залежить від співвідношення V/C. При V/C близько 4 найбільш високу красностійкість мала: сталь 95X6M3Ф5Т с 0,2% титану, при V/C біля 3 - сталь з 0,4% титану.

Властивості сталей з титаном, а також з іншими карбідоутворючими елементами (ніобієм, цирконієм і танталом) описані в роботах [16, 17]. Так в роботі [16] показано, що ніобій підвищує термостійкість і знижує здатність сталі до вуглецювання. Навіть в кількостях 0,1% карбід Nb не розчиняється у аустениті при температурах гартування внаслідок чого затримує зростання зерна. Утворює досить стабільні карбіди MC, які слабо розчиняють інші легуючі елементи і тому майже відповідають карбиду N_6C має стехіометричний склад. Допускає підвищення температури гарту на 10-20 °C, збільшує корозійну стійкість і жаростійкість [17].

У порівнянні з ніобієм цирконій і тантал мають більш високу вартість (в 2-3 рази), але їх модифікуючий вплив на твердий розчин і карбідну фазу, а отже, і на властивості швидкорізальної сталі, більш ефективно. За даними [18] титан, ніобій, стронцій, а також вісмут, магній і кальцій підвищують ударну в'язкість швидкорізальних сталей в 1,5-2 рази. При цьому характер руйнування сталі змінюється від міжзерністого до внутрізерного, на ударних зразках з'являються ознаки пластичної деформації.

Церій та інші рідкоземельні елементи нейтралізують шкідливий вплив домішок в сталі (вісмут, свинець, олово, сірка), розкисляють і дегазують її, а також впливають на межі зерен, видаляючи з них шкідливі домішки. Сталі, що містять церій, лантан та іттрій і інші рідкоземельні елементи мають досить високі механічні і службові властивості [17]. За даними Е.Н.Бусалаевой та М.П.Станішевской [19] введення в сталі Р6М5К3-Ш і Р6М5К5-Ш з нормальним і зниженим вмістом вуглецю (0,63-0,67% C) при литві з них

електродів для електрошлакової переплавки РЗМ (неодиму, церію, лантану) до ніобію призвело до стоншування сітки первинних карбідів по межах зерен і до зменшення скупчень ледебуритної евтектики на стику трьох зерен. Особливо ефективним в цьому плані виявилось застосування неодиму. Найбільш високі значення твердості (HRC 66,5-67,0) були отримані в сталях з нормальним вмістом вуглецю, що містять 0,05% неодиму, або 0,011% лантану; найбільшу в'язкість (0,15-0,18 МДж/м²) проти 0,05-0,10 МДж/м² мали сталі зі зниженим вмістом вуглецю, модифіковані церієм і неодимом. Стійкість фрез в результаті модифікування РЗМ зросла на 140-160%. За модифікуючим ефектом РЗМ перевершували ніобій.

Спільне застосування церію і ніобію дало можливість, знизити в сталях типу Р6М5 зміст вольфраму до молібдену до 3-4% кожного і підвищити при цьому стійкість інструментів в 4-5 разів у порівнянні зі стійкістю інструментів, виготовлених зі стандартної сталі Р6М5К5. Однак до наведених в даній роботі даними необхідно підходити критично, так як автори в досить широких межах варіювали складом пропонованої сталі: 1,3-2,4% вуглецю, 0,1-0,5% ніобію, 3-0-4,5 % ванадію.

Введення азоту в швидкорізальну сталь підвищує її твердість і теплостійкість. Азот збільшує число нітридів і затримує зростання зерна в швидкорізальних сталях з вмістом 7-10% вольфраму. Сталі, що містять азот, можна нагрівати під гартування до температур, на 10-15 °С вище зазвичай застосовуваних і тим самим підвищити їх теплостійкість без збільшення розмірів зерна.

Ефективним легуючим елементом для литих швидкорізальних сталей є бор. Знижуючи температуру плавлення і практично не впливаючи на рідкотекучість, бор при утриманні 0,2-0,3% підвищує стійкість різального інструмента в 1,5-2 рази.

Бор присутній в сталі у вигляді карбідів. Він сприяє збільшенню карбідів М₂₃С₆ і знижує кількість карбідів в результаті чого в карбідах концентрація хрому зростає, а концентрація вольфраму знижується і, отже, концентрація

вольфраму в твердому розчині зростає, покращуючи теплостійкість. При концентрації бору в межах 0,4-0,5% твердість литої швидкорізальної сталі істотно зростає. Низкою дослідників було використано позитивний вплив бору при розробці ряду складів швидкорізальних сталей.

В цілому аналіз літературних даних з питань модифікування показує наступне:

- модифікування є ефективним засобом підвищення властивостей швидкорізальних сталей;
- найефективніше комплексне модифікування елементами, що володіють різними механізмами дії;
- ефективність модифікування багато в чому залежить від складу сталі;
- величини оптимальних присадок модифікаторів до кінця не встановлені.

РОЗДІЛ 3

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПЛАСТИЧНОГО ДЕФОРМУВАННЯ НА ВЛАСТИВОСТІ ШВИДКОРІЗАЛЬНИХ СТАЛЕЙ

3.1 Обґрунтування мети дослідження

Одним з найпоширеніших та універсальних способів кріплення деталей в машинобудуванні є різьбове з'єднання. В свою чергу, для отримання внутрішнього профілю різьби широкого застосування отримав такий металоріжучий інструмент як мітчик. Саме застосування мітчиків дозволяє скоротити час на нарізання різьби, збільшити продуктивність праці та отримати точну геометрію профілю. Зазвичай, найпоширеніший матеріал з якого виготовляють мітчики це сталь Р6М5, що відноситься до швидкоріжучих інструментальних сталей.

Відомо, що при традиційному виготовленні виробів інструментального господарства, металоріжучі інструменти мають досить високу собівартість. Це відбувається через високу трудоемність виробництва, багато стадійність технологічного циклу механічної обробки, низький коефіцієнт використання матеріалу, а також, через високу вартість вихідного матеріалу. Крім того, виробництво металоріжучого інструменту лише засобами обробки металів різанням не дозволяє виправити дефекти литої структури вихідного матеріалу, що призводить до зниження експлуатаційних характеристик інструменту.

Від конструкційних та міцнісних характеристик мітчиків залежать якість різьбового з'єднання, стійкість та технологічні параметри процесу нарізання різьби. Необхідність застосування пластичного деформування для отримання працездатного різьбового з'єднання та моделювання самого процесу отримання внутрішньої різьби наводиться у роботі [20]. В дослідженні автори використовували на відміну від традиційних інструментів (мітчиків), пуансон, що обертається.

В роботі [21] розглядається питання підвищення стійкості мітчиків за допомогою напилення твёрдосплавного покриття. Насправді, зносостійкість робочої поверхні мітчика збільшується, проте, не наводиться жодних даних про підвищення собівартості виготовлення мітчика.

Також в роботах [22, 24] наводиться дослідження основних механізмів зношування робочої поверхні мітчиків. Зокрема виділяються наступні механізми виходу з ладу металоріжучого інструменту є: абразивний та адгезійний знос, пластична та втомлювальна деформації. Для запобігання появи браку виробництва автори детально розповідають про експериментальний розвиток та впровадження нового автоматичного моніторингу та системи класифікації, що спрямована на прогнозування моменту часу, коли вітки різьби стають неприйнятними в результаті зносостійкості мітчика.

На відміну від роботи [23], де автор пропонує проводити перед профілюванням мітчика за допомогою операції фрезерування, в нашому випадку це робиться без зняття стружки, а саме перерозподілом металу за допомогою пластичної формозміни.

Таким чином, наявність технології та обладнання, що дасть можливість налагодити масове ресурсозберігаюче виробництво мітчиків при зниженій трудоемності процесу виготовлення, високому коефіцієнті використання матеріалу та зі збільшеними експлуатаційними характеристиками дозволить збільшити конкурентну спроможність на світовому ринку.

Метою роботи є розвиток теоретичних основ створення автоматизованого виробничого комплексу з виготовлення мітчиків, до складу якого входить спеціальний мітчи́ко-штампувальний прес-автомат, різьбошліфувальний верстат та допоміжне обладнання для переміщення, орієнтації та фіксації заготовок у просторі, а також, дослідження впливу холодної пластичної деформації на механічні та експлуатаційні властивості швидкоріжучої сталі.

3.2 Аналіз структури сталі Р6М5

В останні роки були проведені дослідження [25-28], мета яких полягала в зниженні сумарного вмісту вольфраму і молібдену в швидкорізальних сталях. Однак отримати сталі, що володіють комплексом і технологічних властивостей сталі Р6М5, отримати не вдалося. У зв'язку з цим представляється перспективним оптимізація складу сталі з урахуванням умов роботи штамів. Результати досліджень [25, 26] показали, що для даної сталі найбільш ефективними легуючими елементами є молібден, вольфрам і ванадій. Оптимальна концентрація в сталі даних легуючих елементів складає 1,7 ... 2,0% молібдену, 2,0 ... 2,5% вольфраму і 1,6 ... 1,8% ванадію, що забезпечує успішну експлуатацію.

Основною структурною складовою є легований мартенсит пакетного типу, що руйнується, як правило, квазісколом, а також порівняно великі евтектичних карбідів М6С і дисперсні карбіди МС на основі ванадію. Евтектичні карбіди типу М6С мали порівняно великі розміри (5 ... 10 мкм), а в окремих випадках до 20 мкм, і неправильну, найчастіше, витягнуту форму. Вони розташовуються тільки в междендрітних просторах. Дрібнодисперсні карбіди типу МС мають розміри до 1 мкм і розташовуються в тілі зерна. При цьому їх щільність біля кордонів зерен значно вище, ніж в центральних зонах зерен. Форма дисперсних карбідів змінюється від сферичної до столбчатої і пластинчастої в залежності від вмісту легуючих елементів в сталі. У всіх випадках руйнування евтектичних карбідів М6С і МС відбувається чистим сколом, що свідчить про їх високу крихкість (рис.3.1).

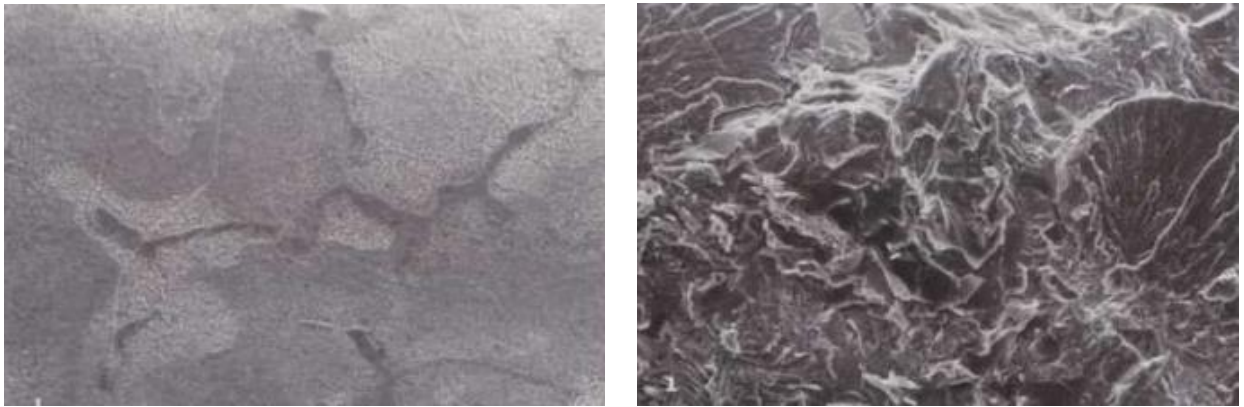


Рис.3.1 - Будова зламів сталі, х 1500

3.3 Автоматизована технологія виготовлення мітчиків

Найбільш трудомісткою та металозатратною операцією при виготовленні мітчиків є створення стружкових канавок. Утворення стружкових канавок у мітчиків МЗ—М8 робиться методом фрезерування і методом вишліфовування на шліфувально-прорізних верстатах.

Рівчаки мітчиків фрезерують як до виготовлення різьби, так і після цього. При фрезеруванні канавок після нарізання різьби задири заходять далеко між зубами, і видалення їх ускладнене. При нарізанні різьби після фрезерування канавок різець ударяється об передню поверхню мітчика, внаслідок чого при виході різця з різьби походять сколи, що погіршує якість різьби яка нарізається. У більшості випадків рівчаки фрезерують до нарізання різьби. При фрезеруванні і шліфуванні різьби з цілого металу доцільно заздалегідь фрезерувати рівчаки. Задири, що утворилися, видаляють за допомогою металевих щіток або шліфувальним кругом під час заточування передньої поверхні мітчика.

Операція фрезерування канавок у мітчиків робиться на горизонтальних і подовжньо-фрезерних верстатах. У великосерійному виробництві рівчаки фрезерують за допомогою три -, п'яти - і семишпindelних головок.

Для вирішення вищезазначених недоліків технології виробництва мітчиків був розроблений та створений мітчи́ко-штампувальний прес-автомат [29]. При невеликих габаритних розмірах та при відносно малій потужності електродвигуна, встановленого на пресі - автоматі, завдяки своїй кінематичній схемі досягається зусилля в 100 кН на пуансоні, яке використовується повністю при штампуванні заготовки мітчика. Продуктивність може сягати 18000 деталей за одну робочу зміну, при цьому, для обслуговування мітчи́ко-штампувального прес-автомату задіяна лише одна особа, як наприклад, наладчик – оператор 3-го розряду.

Це досягається тим, що приводний механізм повзунно-пуансонного блоку виконаний у вигляді С-подібних шатунів з двома кінцевими і проміжною голівками. При цьому одна кінцева голівка кожного з них ексцентрично пов'язана з приводним валом за допомогою одночерв'ячного багатоколісного редуктора, інша забезпечена направляючими зі встановленою в них повзушкой, ексцентрично пов'язаною віссю із станиною. Проміжна голівка шарнірно сполучена, з повзунно - пуансонним блоком. На рис.3.2 представлений пропонований прес - автомат; на рис. 3.3 - переріз А-А, а на рис. 3.4 – вид зверху

На станині, що складається з основи 1, пов'язаного шпильками 2 з платформою 3, змонтовані елементи 4 і 5 приводу і двигун 6. На стійках 7 установлений повзунно - пуансонний блок 8, який складається з плити 9 і направляючих для повзунів і пуансонів 10.

Плита 9 стягнута з платформою шпильками 11. Між стійками 7 на осях 12 розміщені черв'ячні колеса 13, ступиці 14 які виконані з циліндричними посадковими поверхнями, зміщеними по відношенню до центру осей 12 центрами обертання. На ступиці 14 по ковзаючій посадці надіті одні з кінцевих голівок шатунів 15. Колеса 13 знаходяться в зачепленні з черв'яком 16, опори якого розміщені в плиті 9 і платформі 3.

Шатуни 15 мають також проміжні головки 17 і додаткові кінцеві головки 18. Головки 17 за допомогою пальців 19 сполучені з шатунами 20, які

сполучені з повзунами 21, що взаємодіють з пуансонами 22. У плиті 9 розміщений рухливий упор 23 для утримання заготовки під час штампування. У центрі плити в черв'яку 16 і в елементі 5 приводу є наскрізні отвори для видалення відштампованих заготовок. На плиті 9 на шпильках 24 встановлена верхня платформа 25 із стійками для осей 26 головок 18 і з магазином 27 для заготовок, встановленим за допомогою шпильок 28. У направляючих головках 18 розміщені повзушка 29, що взаємодіє з осями 26.

Між магазином 27 і платформою 25 розміщена напрямна 30 з профільованою поверхнею, забезпечена штифтом 31 для орієнтації заготовок, що подаються. Магазин 27 забезпечений штифтом механізму поштучної подачі з приводом від електромагніту 32 і касетою під заготовки з приводом від електромагніту 33.

При включенні двигуна 6 через елементи 4 і 5 - черв'як 16 передає рух колесам 13. В результаті приводиться в рух повзуни 21 і пуансони 22. При цьому прямий робочий хід повзунів виявляється в 1,5 разу за часом довше за зворотній хід завдяки з'єднанню головок 18 шатунів 15 з осями 26 через повзушки 29. Під час знаходження повзушок в крайніх положеннях упор 23 виходить на робочу позицію, електромагніт 32 подає заготовку 34 в направляючу 30 і заготовка падає вниз. При цьому вона орієнтується штифтом 31 і входить в направляючі повзунно - пуансонного блоку 8.

Процес подачі заготовки на робочу позицію закінчується до моменту проходження повзушками половини свого повного ходу. Після відходу повзунів на величину робочого ходу упор 23 переміщає заготовку в тару.

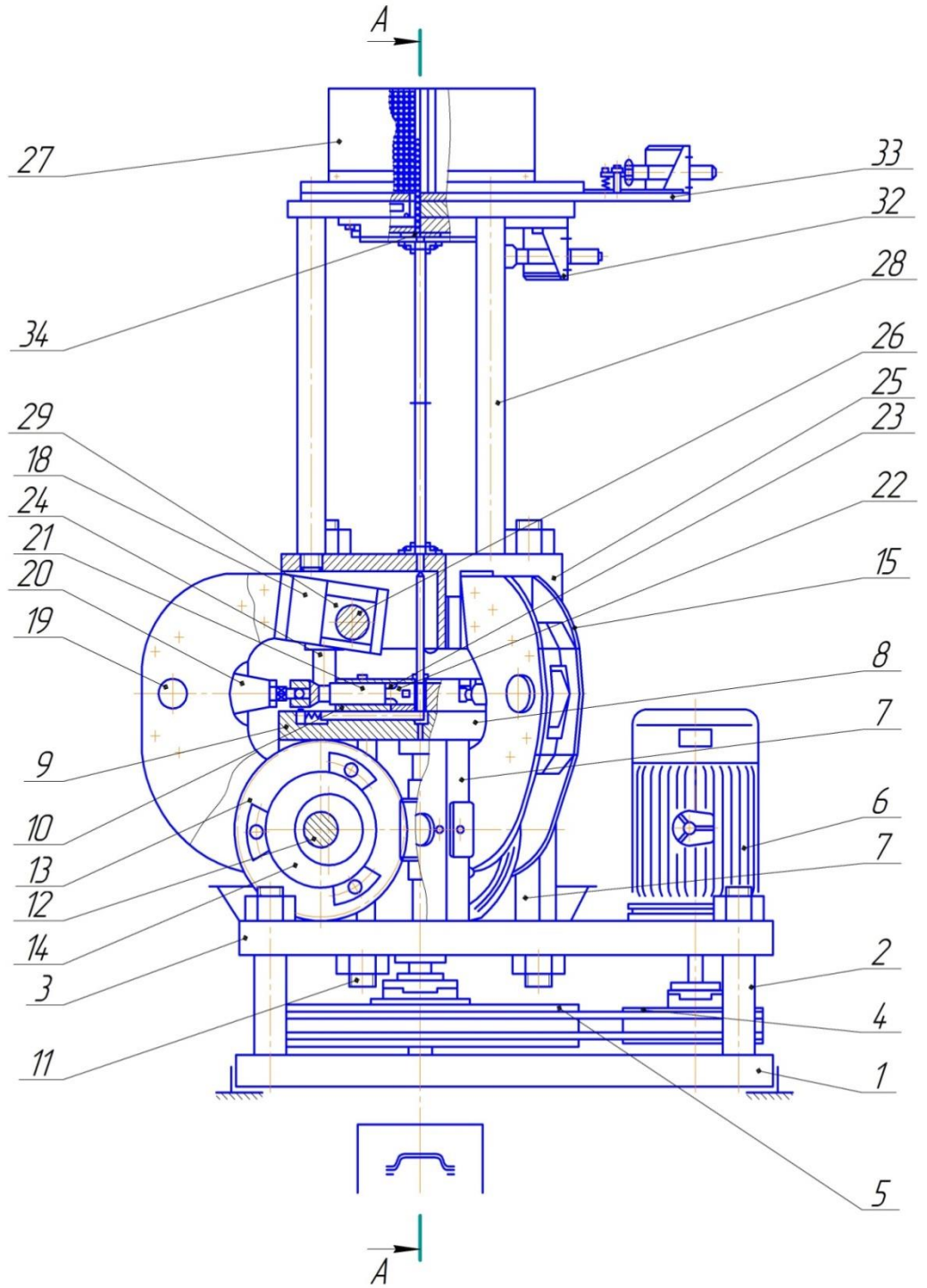


Рисунок 3.2 – Радіально - штампувальний прес-автомат

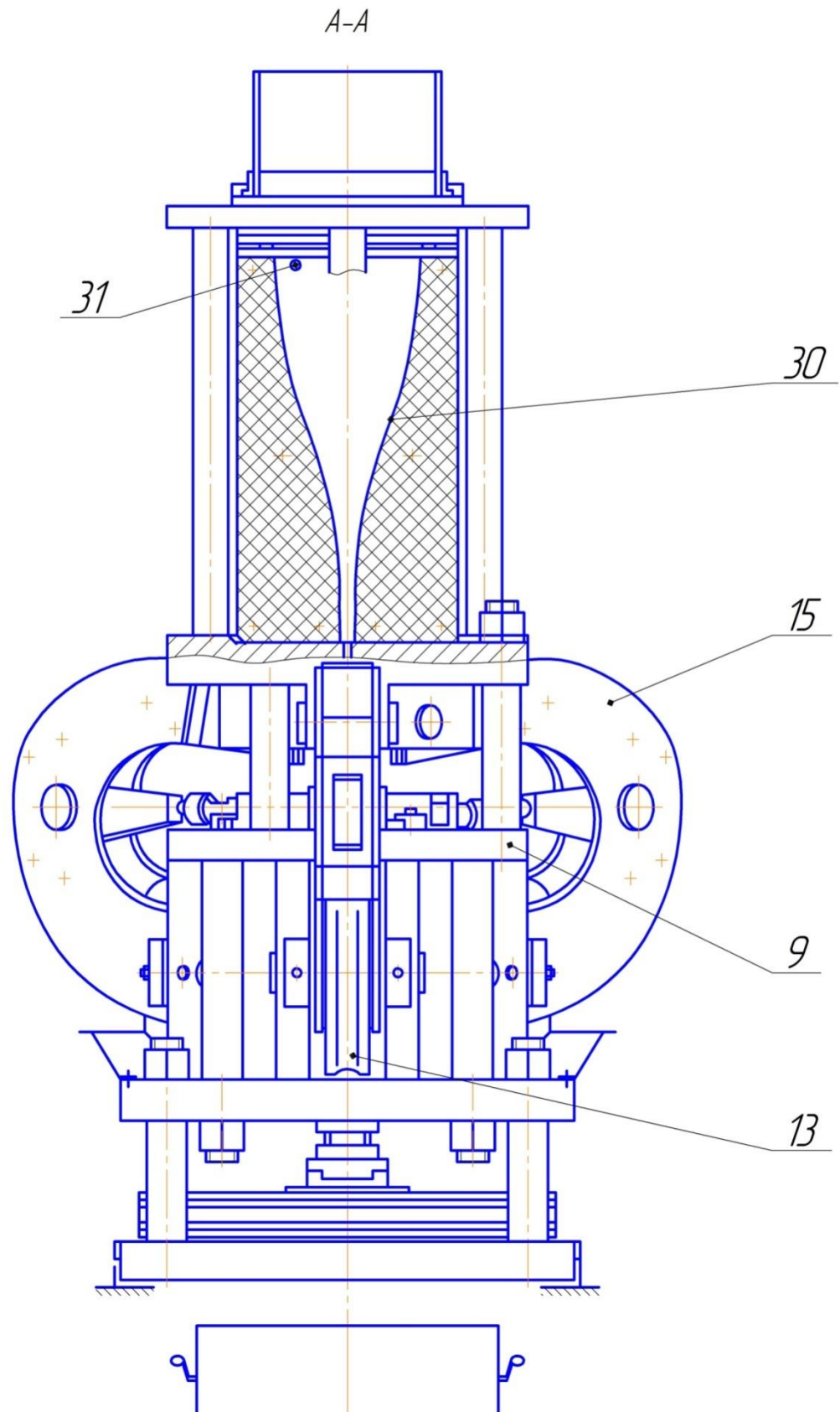


Рисунок 3.3 - Переріз А-А на рис. 2.2

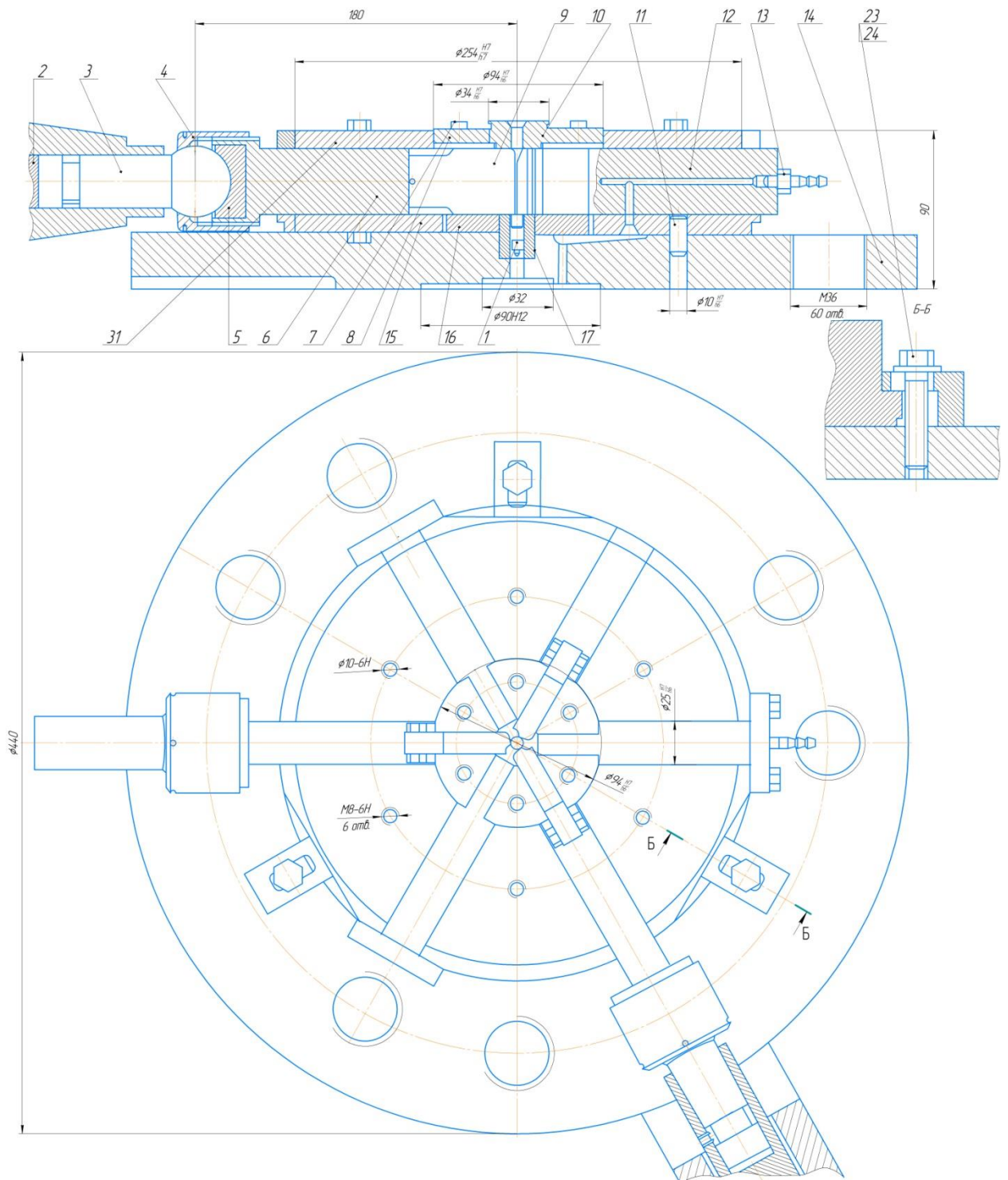


Рисунок 3.4 – Вид сверху

Цикл повторюється. Запропонований пристрій при зниженні металоємності має високу продуктивність роботи [29].

Конструкція прес – автомату виконана у вигляді п'яти вертикально розміщених один над одним блоків (рис. 3.5):

1 - електропривід;

2 - головний виконуючий механізм;

3- радіальні направляючі для повзунів і пуансонів;

4– живильник і автоматичний транспортуючий пристрій(АТУ);

5 – магазин заготовок.

В свою чергу кожен блок складається з вузлів:

1 блок – електродвигун і клинопасова передача;

2 блок – черв'ячний редуктор;

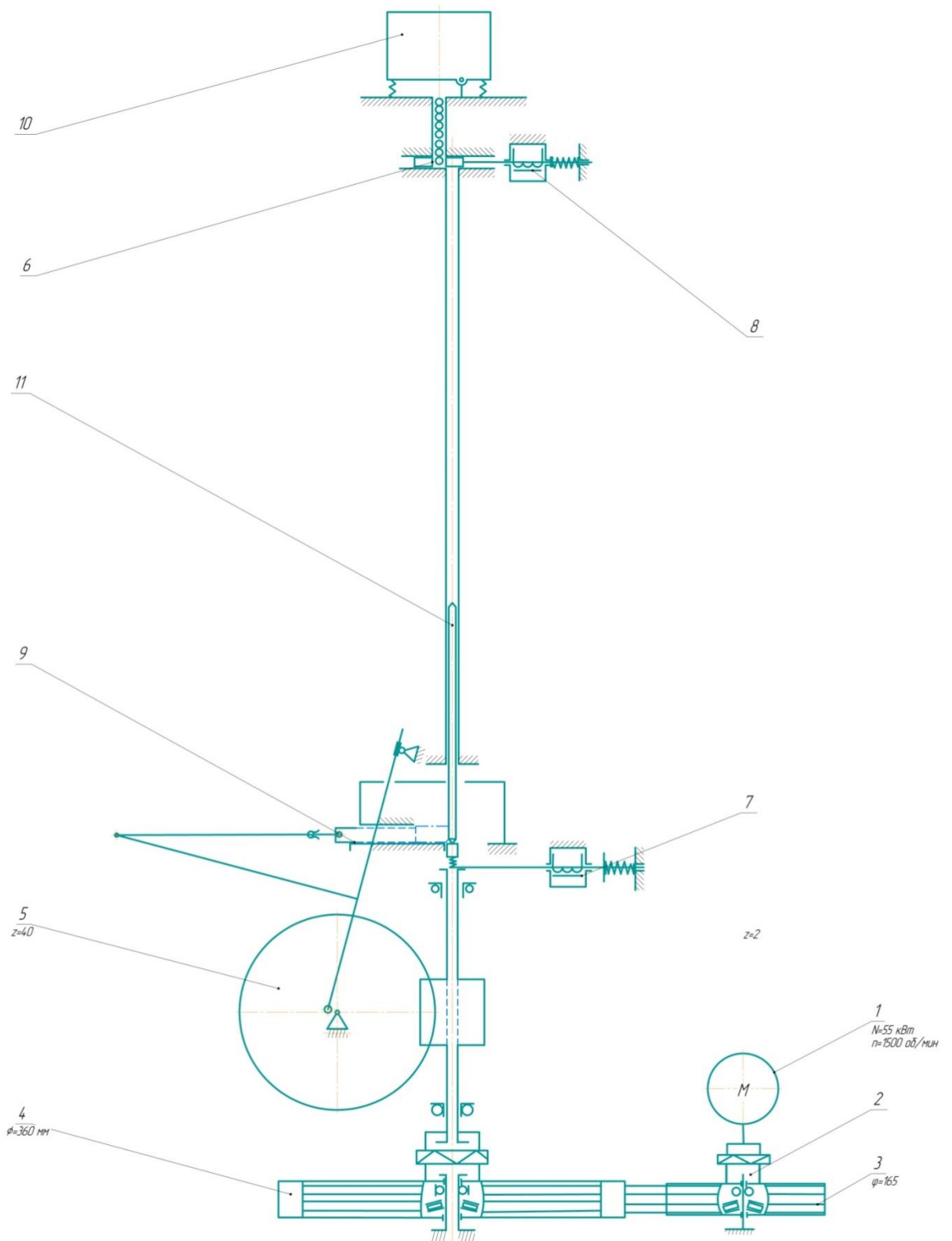
3блок – радіальні направляючі повзунів і радіальні направляючі пуансонів;

4 блок – гравітаційний пері орієнтатор заготовок, механізм поштучної видачі з приводом від електромагніта;

5 блок – накочувач і механізм шагового переміщення від електромагніту.

Всі блоки змонтовані на станині і стягнуті між собою шпильками.

Рух від електродвигуна через клинопасову передачу передається черв'яку і від нього одночасно трьом черв'ячним колесам, а потім – трьом кривошипам головного виконуючого механізма. Для змащування черв'ячного редуктора окунанням передбачено піддон, який змонтований на траверсі. Змащування всіх деталей між якими виникає тертя відбувається за допомогою масляного насосу, який встановлений у нижній частині пресу. Масло від насосу по шлангам подається до всіх деталей які мають між собою тертя і поверхностям. Для змащування застосовується масло циліндрове ГОСТ 1841-74. Підшипники кочення на шківу клинопасової передачі змащуються консистентною змазкою – солідол ГОСТ 4366-76.



1- електродвигун; 2 – редуктор; 3,4 – приводи двигуна; 5 – черв’ячне колесо; 6 – механізм поштучної видачі; 7,8 – електромагніти; 9 – направляюча повзунів; 10 – магазин; 11 – заготовка.

Рисунок 3.5 Кінематична схема РШПА

Таблиця 3.1 Технічна характеристика прес - автомату

Номінальне зусилля	100 кН
Число ходів повзуна	35 за хв.
Хід одного повзуна	4,5 мм
Продуктивність	35 шт. за хв.
Потужність електродвигуна	0,8 кВт
Довжина	1100 мм
Ширина	700 мм
Висота	1500 мм

Принцип роботи преса наступний: повзун, що знаходиться в крайньому передньому положенні, впливає на штифт електроконтактних датчиків механізмів поштучної видачі та рухомий упор, датчики подають сигнал на відповідні електромагніти і нова заготовка починає переміщатися на позицію штампування, досягаючи її за час переміщення повзуна на величину зворотного ходу. Відштампована заготовка починає рухатися після того, коли її звільнять повзуни.

Завдяки застосуванню вказаного радіально-штампувального прес-автомату з штучної мірної заготовки певного діаметру, утворюється заготовка мітчика (рисунок 3.6) для подальшої обробки на мітчишкошліфувальному верстаті. Тривимірна модель представлена на рисунку 3.7

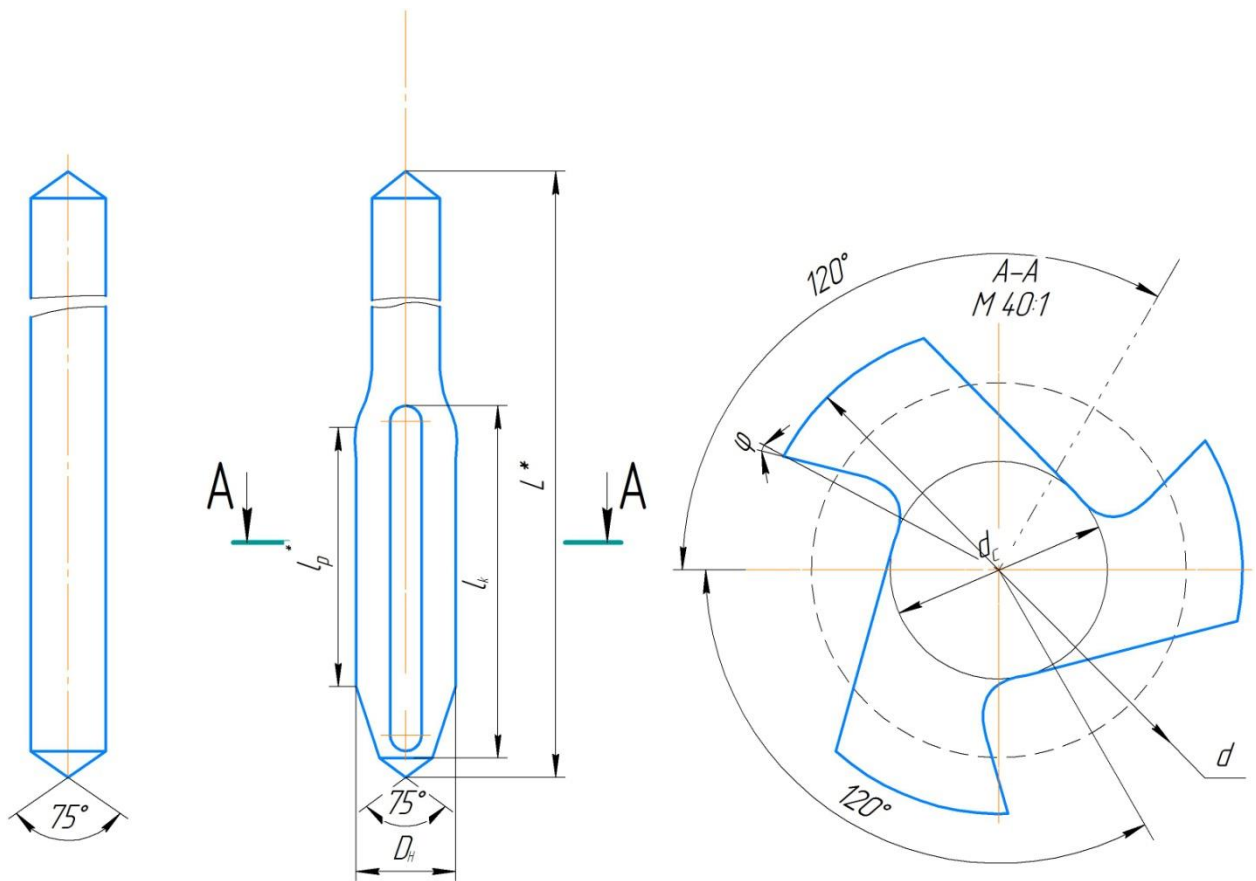


Рисунок 3.6 – Заготовка мітчика

До безпосередніх переваг застосування цього прес-автомату порівняно з традиційними технологіями виготовлення мітчиків можна віднести [30]:

- підвищення коефіцієнту використання металу на 10-30%;
- підвищення продуктивності штампування у порівнянні з продуктивністю штампувальника у 3,5 рази;
- зниження енерговитрат у порівнянні з енерговитратами при штампуванні на кривошипних пресах у 8 разів;
- зниження капітальних витрат у 3 рази;
- зменшення виробничої площі у 4 рази.

Проте, не зважаючи на цілий ряд суттєвих переваг, прес-автомат має і недоліки. Одним з основних недоліків можна вважати те, що він виготовляє лише заготовку під наступні технологічні операції на металорізальних верстатах, де мітчик отримує остаточні геометричні розміри (різбонарізний

профіль) та необхідні клас і чистоту поверхні. До другорядних недоліків слід віднести:

- застосування гравітаційного постачальника штучної заготовки, що обмежує автономність роботи прес-автомату;
- відсутність у відштампованій заготовці квадратного хвостовика для кріплення у мітчикотримачі;
- недосить чіткий профіль трьох стружкових канавок.
- вузький діапазон типорозмірів.

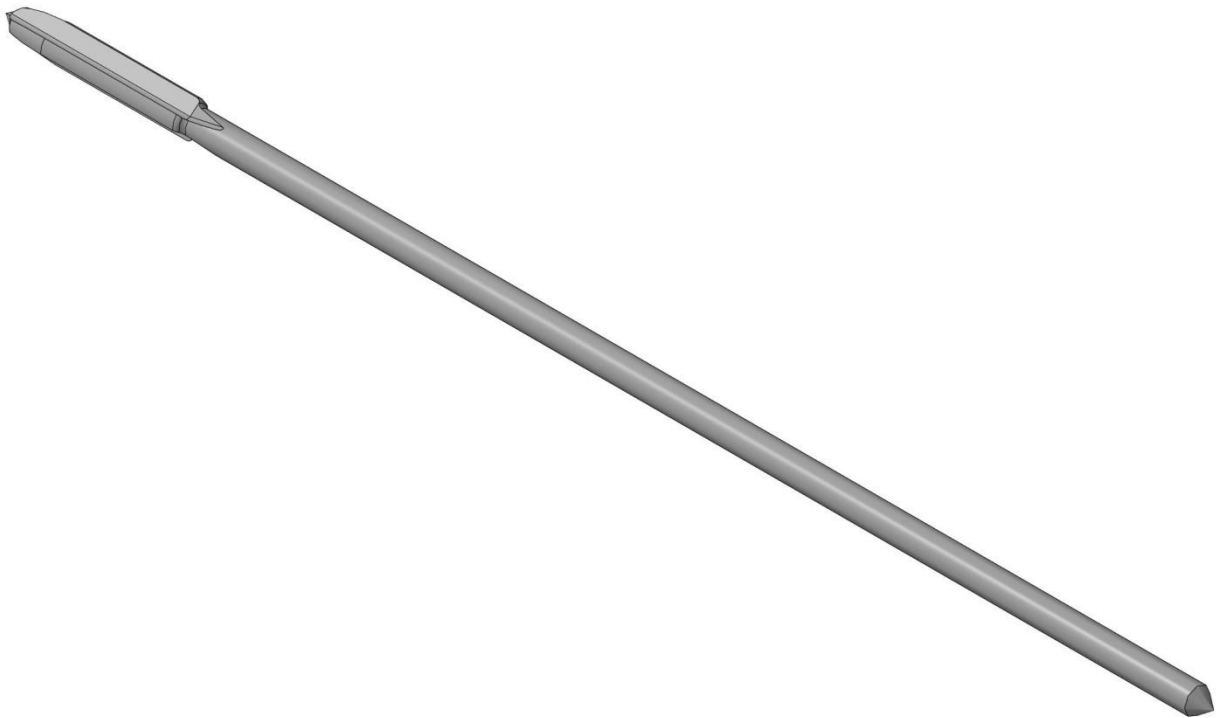


Рисунок 3.7 - Тривимірна модель заготовки мітчика

Основною ідеєю запропонованої роботи є створення повністю автоматизованого комплексу з виробництва готових до експлуатації мітчиків різних типорозмірів. Це дозволить суттєво збільшити обсяг виробництва за рахунок збільшення продуктивності праці; зменшити верстатоемність за

рахунок відмови від старого універсального та спеціалізованого обладнання для обробки металів тиском та різанням; зменшити собівартість виробництва мітчиків. Автоматизований комплекс має включати в себе, окрім радіально-штампувального прес-автомату, як наприклад, наступне обладнання:

1. Правильно - розмотувальна машина.
2. Прес та штамп для чистового розрізання дроту.
3. Транспортувальний пристрій у вигляді конвеєра з еластичною стрічкою.
4. Різьбошліфувального верстат.

Принципова схема автоматизованого комплексу з виробництва мітчиків може виглядати, як наприклад, наступним чином (рис. 3.8).

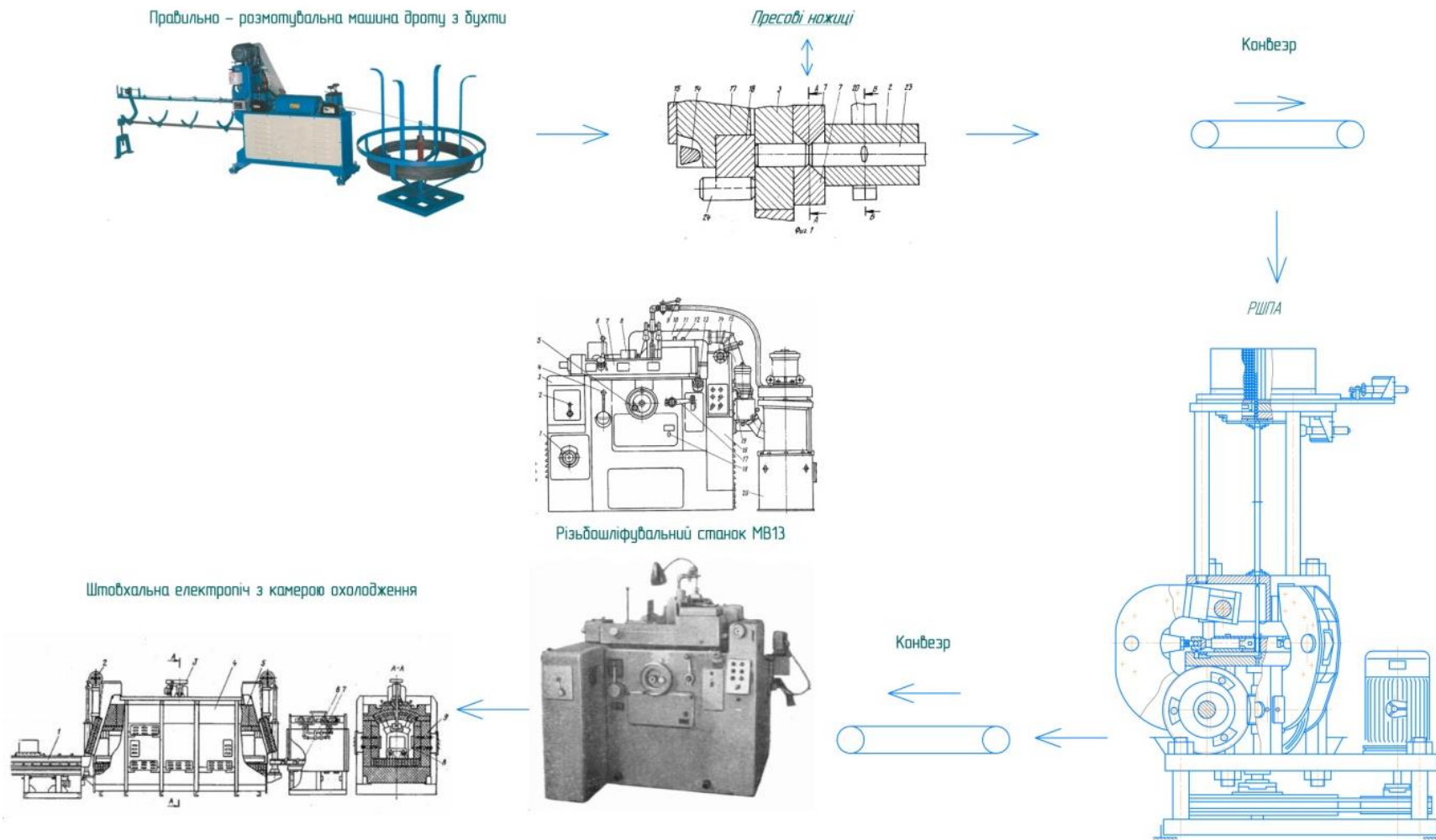


Рисунок 3.8 - Технологічний маршрут виготовлення мітчика

До основних операцій при реалізації нової автоматизованої технології виробництва мітчиків слід віднести:

1. Розмотування та правильні операції із заготовкою (дротом потрібного перерізу) на правильно - розмотувальній машині моделі СYA-103L короткі характеристики приведенні в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Характеристики правильно - розмотувальної машини моделі СYA-103L

Тип	Одиниця вимірювання	СYA-103L
Діаметр дроту	мм	3–6
Довжина дроту	мм	40 -2500
Потужність двигуна подачі	л.с.	1;5
Маса	кг	130
Пакувальні розміри	см	1400*950*1500

2. Розрізання дроту на мірні заготовки буде відбуватися за допомогою штампу для чистової розрізки патент 988472 [31], він має перевагу перед іншими методами [32, 33] чистотою зрізу та дешевизною.

Патент 988472 відносяться до області знань різання металу, а саме до чистового різання прокату, переважно пруткового на мірні деталі. Відомий штамп для різання прокату на мірні довжини, що містить плиту із закріпленим на ній нерухомим ножем, приводну рухому частину з ножем, кільцеві затискні вставки, розташовані на відстані, рівному довжині заготовки яка відрізається, упор, що обмежує переміщення заготовки [34]. Недолік даного штампа визначається неможливістю отримання якісної фаски по лінії поділу деталі від прутка по всьому поперечному контуру деталі безпосередньо в штампі за один хід преса.

Метою винаходу є підвищення якості виробів і продуктивності. Поставлена мета досягається тим, що штамп для різання прокату на мірні довжини, що містить плиту із закріпленим на ній рухомим ножем, приводну рухому частину з ножем, кільцеві затискні вставки, розташовані на відстані, рівному довжині відрізуваної заготовки, упор, що обмежує переміщення заготовки, забезпечений просічними ножами, встановленими на верхній плиті від рухомого ножа на відстані, рівному двократної довжині заготовки, яку відрізають. Втулка, що направляє, яка розташована в нижній плиті і виконана з пазами для проходу просічних ножів, а також державками у вигляді шарнірно змонтованих одними своїми кінцями на нерухомій плиті важелів, що охоплює вільні кінці важелів, обоймою з клиновий поверхнею і клином, встановленим на рухомій плиті з можливістю взаємодії з клиновий поверхнею обойми, при цьому кільцеві затискні вставки встановлені на зазначених важелях.

На рис. 3.9 зображена схема штампа для різання прутка; на рис. 3.10 - розріз А-А на рис. 3.9 (за місцем затискання прутка кільцевими вставками); на рис. 3.11 - розріз Б-Б на рис. 3.9 (за місцем просічення прутка просічними ножами); на рис. 3.13 - розріз В-В на рис. 3.5 (по поздовжній осі прутка); на рис. 3.12 - план низу штампа; на рис. 3.14 - розріз Г-Г на рис. 3.12 (вузол затиску і розтискання кільцевих вставок в кінцевий момент обтиснення); на рис. 3.15 - розріз Д-Д, на рис. 3.12 (кінцеве положення просічних ножів).

Штамп складається з нижньої плити 1, на якій закріплені напрямна втулка 2, нерухомий ніж 3. У бічному виступі плити 1 вставлені дві осі 4 з шплінтами 5. На осях 4 надіті і вільно повертаються дві державки 6 із закріпленими на них затискними вставками 7 гвинтами 8. Державки 6 охоплює обойма 9. Зверху обойми розташована кришка 10, закріплена на плиті 1 болтами 11. Державки 6 мають наскрізні пази, через які за допомогою пальців 12 вони з'єднані з обоймою 9 і зашплінтовані шплінтами 13. Для обмеження подачі прутка на плиті 1 укріплений упор 14. Для запобігання відтискання рухомого ножа на плиті 1 закріплений противідтискач 15. На верхній плиті 16 закріплена

державка 17 з рухомим ножем 18, державка просічних ножів 19 з просічними ножами 20, клин 21 і два клини 22.

Робота штампа здійснюється наступним чином. При розкритому стані штампа пруток 23 подається по рольгангу (не показаний) 2 в отвір А направляючої втулки 2 до виступів кільцевих затискних вставок 7. При русі верхньої частини штампа вниз просічні ножі 20 роблять просічки на бічній поверхні прутка 23 на зовнішню глибину, а затискні вставки 7 роблять обтиск кінця заготовки 24 на потрібну глибину. Повзун займає верхнє положення. Пруток 23 подається до упору 14. Цикл повторюється. Просічні ножі 20 роблять просічки, а затискні вставки 7 затискають пруток 23 по всьому поперечному контуру на потрібну глибину в місці нанесених просічок. Рухомий ніж 18 розділяє заготовку 24 від прутка 23 по лінії затискання зрушенням заготовки вниз. Розмикання і змикання державок 6 здійснюється за рахунок обойми 9, яка взаємодіє за допомогою пальців 12 з державками 6 і своїми задніми скошеними площинами з клинами 21 і 22, жорстко пов'язаними з верхньою плитою штампа.

У порівнянні з базовим об'єктом, за який прийнятий прототип, запропонований штамп дозволяє підвищити якість отриманих виробів і продуктивність.

У цього патенту така формула винаходу. Штамп для різання прокату на мірні довжини, що містить плиту з закріпленням на ній нерухомий ніж, приводну рухому частину з ножем, кільцеві затискні вставки, розташовані на відстані, рівному довжині відрізуваної заготовки, упор, що обмежує переміщення заготовки, який відрізняється тим, що, з метою підвищення якості виробів і продуктивності, він забезпечений просічними ножами, встановленими на верхній плиті на відстані від рухомого ножа, рівному двократній довжині заготовки яку потрібно обрізати, втулкою яка направляє, розташованій в нижній плиті і виконаній з пазами для проходу просічних ножів, а також державками у вигляді шарнірно змонтованих одними своїми кінцями на нерухомій плиті важелів, що охоплює вільні кінці важелів,

обоймою з клиновою поверхнею і клином, встановленим на рухомій плиті з можливістю взаємодії з клиновою поверхнею обойми, при цьому кільцеві затискні вставки встановлені на зазначених важелях.

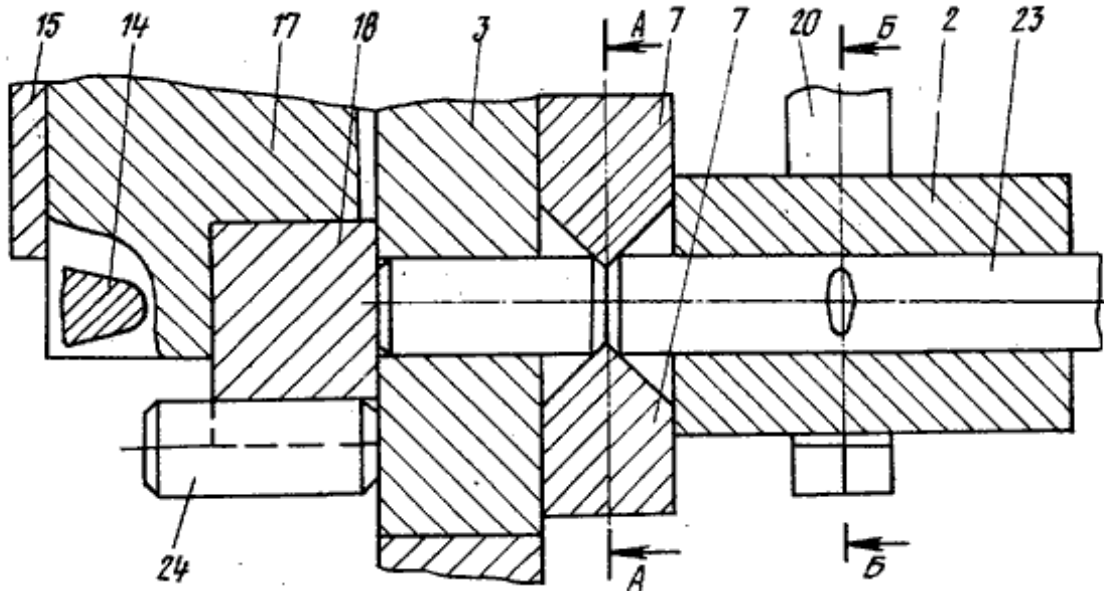


Рисунок 3.9 – Схема штампа для різання прутка

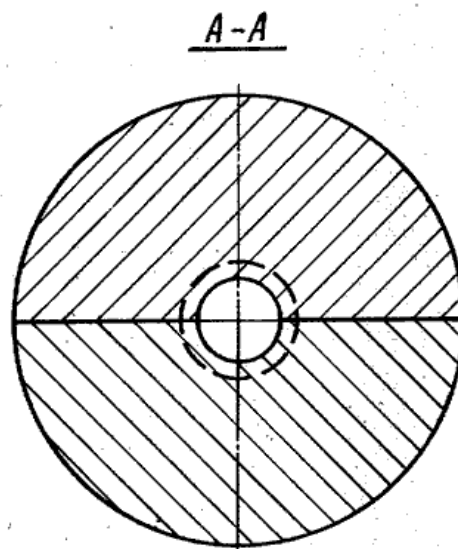


Рисунок 3.10 – Переріз А-А рисунка 3.9

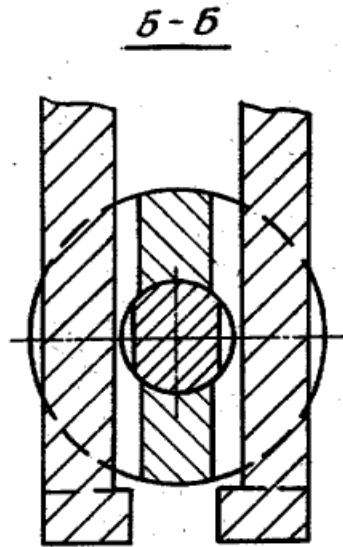


Рисунок 3.11 – Переріз Б-Б рисунка 3.9

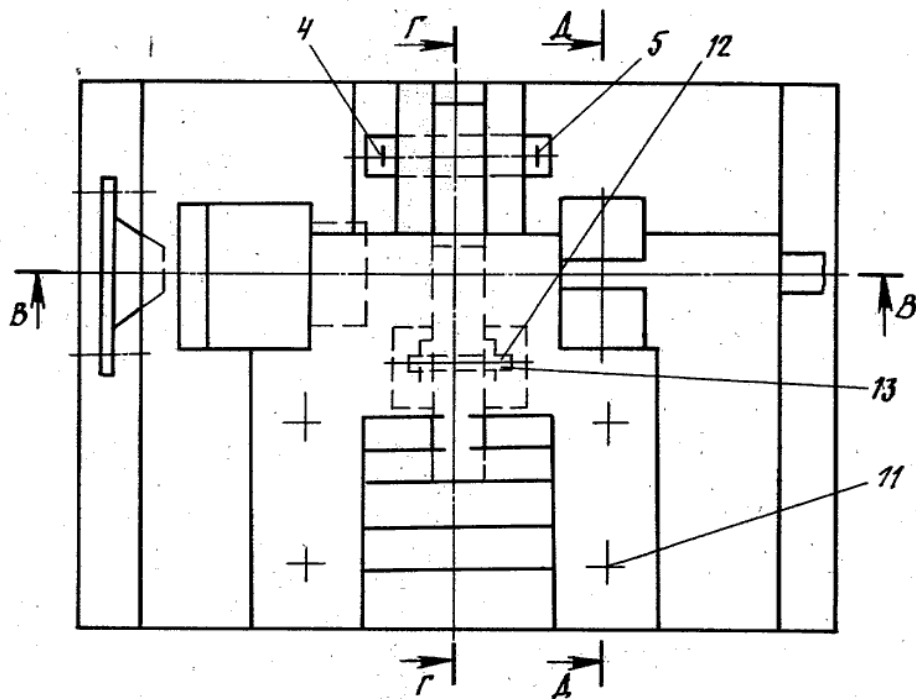


Рисунок 3.12 - План низу штампа

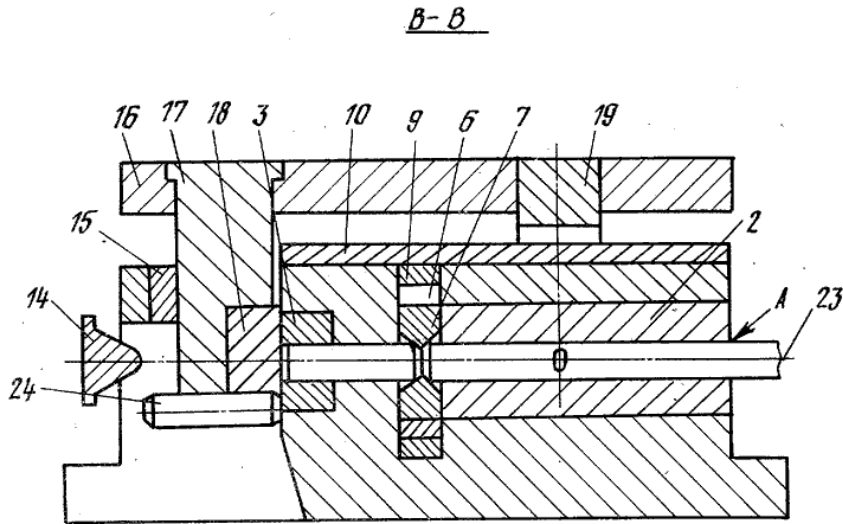


Рисунок 3.13 – Переріз В-В рисунка 3.12

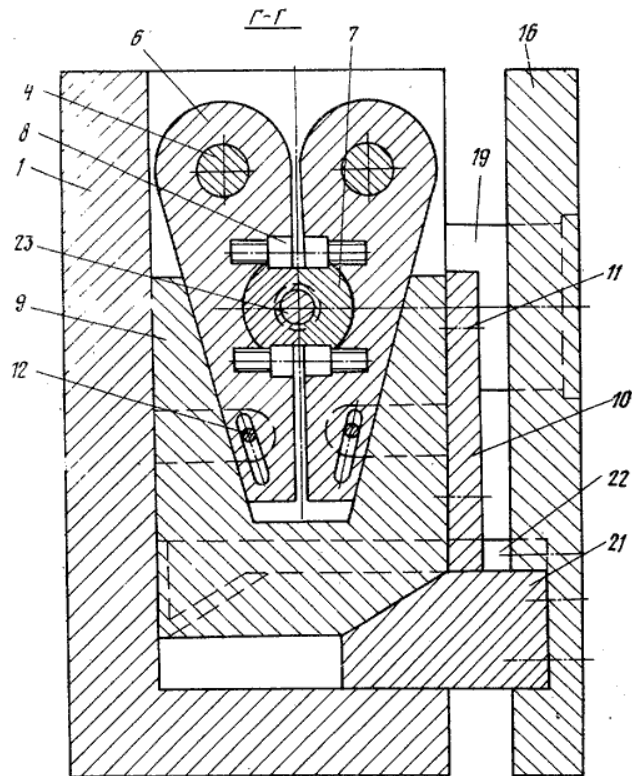


Рисунок 3.14 – Переріз Г-Г рисунка 3.12

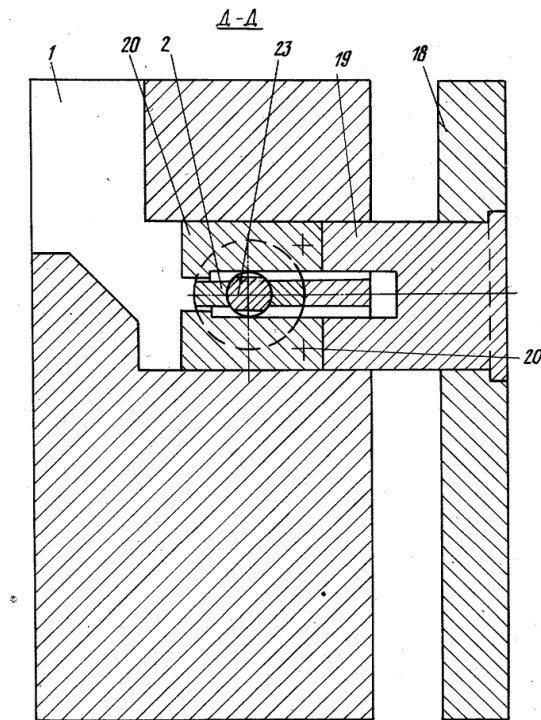


Рисунок 3.15 – Переріз Д-Д рисунка 3.12

3. Транспортування та влаштування одиничних заготовок у вібраційний бункер радіально-штампувального прес – автомату відбуватиметься за допомогою конвеєра з еластичною стрічкою;

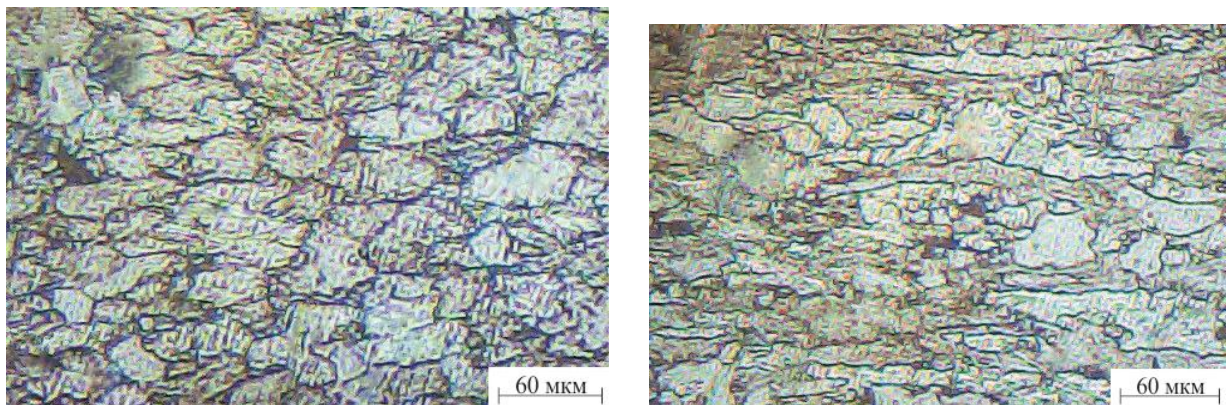
4. Формування стружкових рівчаків та квадратного хвостовика на мітчиках буде відбуватись на поліпшеній конструкції радіально-штампувального прес – автомату, а саме конструкція цього пресу буде доповнена механізмом для формування квадрата хвостовика на заготовках мітчика;

5. Далі йде транспортування на конвеєрі з еластичною стрічкою до різьбошліфувального верстата моделі MB13, на якому відбуватиметься остаточна обробка мітчика та набуття їм усіх геометричних профілів метало ріжучого інструменту;

6. Кінцевою операцією є термічна обробка для набуття основних фізико – механічних характеристик мітчика.

Технологія виготовлення мітчиків при застосуванні автоматизованих виробничих ліній має ряд суттєвих переваг порівняно з традиційними, зокрема: підвищена продуктивність праці та коефіцієнту використання металу, знижена метало- та верстатоемність; збільшені показники енерго- та ресурсоефективності [35, 36]..

Крім того, було проведено дослідження впливу пластичної деформації на зміну структури та властивостей вихідного матеріалу (рис.3.16).



a

б

a – структура вихідного матеріалу; *б* – структура пластично деформованого матеріалу

Рисунок 3.16 – Мікроструктура деформованих зразків сталі.

Як відомо, заготовки, що мають литу структуру (злитки, литі заготовки), зазвичай піддають обробці тиском в умовах гарячої деформації. Лита структура характеризується наявністю в ній великих кристалітів первинної кристалізації, по межах яких розташовані прошарки, збагачені домішками і неметалевими включеннями. Деформування литої структури призводить до дроблення кристалітів і витягуванню їх в напрямку найбільш інтенсивного течії металу. Одночасно з цим відбувається витягування в тому ж напрямку міжкристалічних прошарків, що містять неметалеві включення. При досить

великому ступені деформації неметалеві включення приймають форму пасом, витягнутих в напрямку найбільш інтенсивного течії металу, утворюючи так звану полосчату макроструктуру. Полосчатість макроструктури виявляється при травленні шліфа і при наявності значної кількості неметалевих включень спостерігається неозброєним оком або при незначному збільшенні (до десятикратного). При цьому будова металу на макрошліфі має волокнистий вигляд. Виникнення полосчатої макроструктури одночасно призводить до векторіальних механічних властивостей (анізотропії). Показники пластичності уздовж і поперек волокон значно відрізняються, причому різниця в їх значеннях зростає зі збільшенням ступеня деформації. Показники пластичності в поздовжньому напрямку (вздовж волокон) збільшуються зі збільшенням ступеня деформації, але інтенсивність збільшення поступово зменшується. Якщо в якості показника ступеня деформації прийняти відносне обтиснення (відношення вихідної площі поперечного перерізу до поточного її значення), то показники пластичності в поздовжньому напрямку інтенсивно збільшуються до ступеня обтиску $F_0/F_1 < 4$, потім повільно збільшуються до $F_0/F_1 = 10$, а при подальшому збільшенні ступеня обтиску практично не змінюються. Показники пластичності в поперечному щодо волокон напрямку зменшуються в міру збільшення обтиску (більш інтенсивно до ступенів обтиску $F_0/F_1 < 6$ і менш інтенсивно при подальшому збільшенні обтиску). Різниця між показниками пластичності в поздовжньому і поперечному напрямках виражена менш яскраво для відносного звуження площі поперечного перерізу (для сталі при $F_0/F_1 = 10$ різниця становить близько 10%), дещо більше для відносного подовження і максимально для ударної в'язкості (для сталі при $F_0/F_1 = < 10$ різниця досягає 20%). Характеристики міцності металу вздовж і поперек волокон відрізняються незначно, причому збільшення ступеня деформації практично не позначається на їх величині. Таким чином, пластична деформація металів супроводжується рядом явищ, що впливають на механічні властивості металу, а також призводять до зміни їх фізико-хімічних властивостей. Свідомо враховуючи ці явища і керуючи ними, при обробці

металів тиском можна забезпечувати такі умови деформування, при яких отримана деталь буде володіти найкращими службовими якостями. При обробці тиском зазвичай прагнуть вести процес деформування таким чином, щоб волокна макроструктури були розташовані в напрямках найбільших нормальних напружень, що виникають в деталі при навантаженні в умовах її роботи. У ряді випадків явище зміцнення використовують для збільшення показників міцності металу[37].

Як видно з рисунку 3.16 пластична деформація заготовки мітчика позитивно впливає на мікроструктуру швидкорізальної сталі. Це призводить до покращення механічних властивостей, і як наслідок, експлуатаційних характеристик, зокрема збільшення стійкості та міцності мітчиків. Це дозволить збільшити експлуатаційний термін використання метало ріжучого інструменту

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В розділі наданні основні заходи з охорони праці при дослідженні впливу пластичної деформації на експлуатаційні характеристики мітчиків при виготовленні їх заготовки у прес автоматі.

4.1 Аналіз потенційних небезпек

а) можливість ураження електричним струмом при знаходженні в приміщенні лабораторії, або при виконанні певних досліджень. Що може бути пов'язане з порушенням правил з електробезпеки в частині відсутності навчання та перевірки знань електробезпеки, або несправності електроспоживчого обладнання, зокрема обриву захисного заземлення, відсутності надійних загороджень струмоведучих ланцюгів, що може призвести до тяжких фізичних травм, або летального наслідку;

б) можливість отримання механічних травм при проведенні дослідницьких робіт з виготовлення заготовок мітчиків на прес автоматі.

в) можливість отримання механічних травм при проведенні дослідницьких робіт з використанням різьбошліфувального верстата при виготовленні мітчиків.

г) можливість отримання механічних травм при проведенні випробувань механічних властивостей мітчиків на універсальній випробувальній машині фірми «INSTRON».

д) незадовільні параметри повітряного середовища в приміщенні дослідницької лабораторії в наслідок не ефективної роботи систем опалення та повітрообміну, що може призвести до зниження працездатності та загальних захворювань;

е) недостатній рівень освітлення робочих зон лабораторії внаслідок неоптимальної організації системи освітлення або виходу з ладу

освітлювальних приладів, що може призвести до зниження працездатності на органи зору;

є) можливість загорянь внаслідок порушень правил пожежної безпеки, порушень регламенту виконання досліджень, відсутності первинних засобів пожежогасіння.

ж) незадовільна організація цивільного захисту на територіях де розміщені промислові об'єкти.

4.2 Заходи забезпечення техніки безпеки

А) Для виключення можливих випадків ураженням струмом передбаченні наступні організаційні та технічні заходи НПАОП 40.1-1.01-97. «Правила безпечної експлуатації електроустановок»[39]:

— до виконання робіт допускаються особи віком більше 18 років, які пройшли перевірку знань з електробезпеки та згідно правил влаштування електроустановок ПУЕ 2015, отримали відповідну групу з електробезпеки (при напрузі до 1000 В 2 група, при напрузі вище 1000 В 3 група);

— для кожного виду обладнання повина бути складена схема безпечного управління процесами та наведення дій в аварійних ситуаціях;

— ремонт електроустановок повинен здійснювати тільки спеціально підготовлений персонал;

— струмоведучі кабелі повині бути екранованими;

— обов'язковим є встановлення швидкодіючих автоматичних вимикачів, які спрацьовують при коротких замиканнях, або при перевантаженні ланцюга;

— обов'язковим є устрій захисного заземлення з опором меншим 4 кОм, принцип дії якого засновано на відведенні електричного току який з'явився на не струмопровідних елементах.

Б) Забезпечення техніки безпеки при штампуванні. Згідно ГОСТ 12.2.109-89 «Штампы для листовой штамповки. Общие требования безопасности.»[40] для забезпечення безпеки при штампуванні в конструкції преса необхідно передбачити наступні запобіжні пристрої: муфту-гальмо фрикційного типу, урівноважувач, що виключає опускання повзуна під дією власної маси в разі обриву шатуна, огорожу міжштампового простору, виносні пульти управління, дворуке включення, коли натискання пускових кнопок відбувається одночасно тільки двома руками, що виключає перекриття кнопок механічним способом, огорожу, що не допускає випадкового натискання на педаль при ножному управлінні. Міжштамповий простір повинен бути достатньо освітлений світильником місцевого освітлення.

Щоб уникнути травмування при налаштуванні штампа необхідно відключити електропривод, вивісити на пусковому пристрої забороняючий плакат «Не включати - працюють люди» і переконатися в повній зупинці обертання маховика. Регулювати хід повзуна слід тільки в режимі «налагодження», користуючись кнопкою «Налагодження», яка не має блокування контактів. Необхідно пам'ятати, що неправильна установка штампа і неправильне регулювання ходу повзуна можуть призвести до поломки штампа і травмування робітників. Тому вирубні штампи слід встановлювати в закритому зібраному стані, а гнучкі і калібрувальні, крім того - тільки з вкладеною в штамп заготовкою або деталлю.

Безпека залежить від конструкції штампів, яка повинна забезпечувати неможливість доступу рук в зону штампування між матрицею і пуансоном. У разі неможливості виконання цієї вимоги слід небезпечні зони захищати. У штампах з направляючими колонками необхідно виключити випадки сходу направляючих втулок при підйомі повзуна щоб уникнути травмування робочого через поломки колонки.

Штампи масою понад 20 кг повинні мати пристосування для зачалування при переміщенні їх за допомогою вантажопідйомних машин (пази, отвори, рим-болти і т. д.). Встановлювати важкі штампи на прес

необхідно за допомогою рольганга або системи блоків, щоб виключити установку штампа підвішуванням на гак електромостового крана з відтягуванням і розгойдуванням при цьому, що може привести до травмування робітника.

Однією з головних заходів для забезпечення безпеки праці в штампувальном виробництві є автоматизовані лінії для штампування шляхом застосування пресів-автоматів (наприклад, вітчизняних пресів моделі А-6032, зарубіжних «Шуллер», «Аїда» і ін.). Автоматичне штампування з застосуванням, рулонної сталі значно покращує умови праці, скорочує число робочих-штампувальників і практично виключає можливість травмування рук в небезпечній зоні штампа.

Обов'язковим є надійне огороження в зоні деформування або встановлення автоматичних вимикачів, які здатні зупиняти процес при внесенні верхніх кінцівок в зону деформування (фоторельє).

В) З метою забезпечення безпеки дослідницьких робіт з виготовлення заготовок мітчиків слід дотримуватись правил техніки безпеки з використанням різьбошліфувального верстата згідно ГОСТ 12.2.009-99 «Станки металлообрабатывающие. Общие требования безопасности»[41].

Техніка безпеки при різьбошліфуванні має свої особливості, викликані застосуванням абразивного інструменту для шліфування різьби. Цей інструмент дуже крихкий, тому при установці на планшайбу необхідно переконатися в його придатності та наявності клейма про перевірку. Швидкість різання абразивного інструменту не повинна перевищувати зазначеної в технічній характеристиці кола.

Для безпечної роботи різьброшліфувальник повинен:

— вивчити і знати ГОСТ 3881-65 «Інструмент абразивний. Правила і норми безпечної роботи з ним»[42].

- під час роботи шліфувального кола, а також при виправленні його не перебувати в площині обертання кола.

- знати допустиму швидкість шліфувального кола і не перевищувати її.

- знати властивості абразивного кола і дбайливо поводитися з ним.

- знати будову всіх механізмів верстата, щоб своєчасно усунути найменші неполадки в його роботі.

- строго дотримуватися встановлених режимів роботи, що забезпечують дотримання правил техніки безпеки.

- правити профіль кола тільки із застосуванням правильних пристосувань, які гарантують безпеку робітника; у процесі правки абразивне коло омивати мастильно-охолоджувальною рідиною, щоб запобігти від потрапляння частинок в очі, які відлітають від абразивного матеріалу.

- абразивні кола необхідно зберігати тільки у вертикальному положенні.

- утримувати постійно в чистоті верстат і робоче місце.

- не захаращувати проходи біля верстата і своє робоче місце.

Для забезпечення безпеки працюючих, абразивне коло закривають сталевим кожухом, в передній частині якого є спеціальний виріз. Щоб уникнути нещасного випадку при розриві кола забороняється приступати до роботи без захисного кожуха. При установці нового кола на верстат необхідно його «обкатати» на робочих обертах протягом 5-10 хв, тільки після цього можна приступати до його виправлення і роботи.

Г) Забезпечення безпеки при визначенні механічних властивостей. В разі необхідності проведення випробувань механічних або технологічних властивостей дослідницьких зразків виконувати правила з охорони праці, зазначені в експлуатаційній документації випробувального обладнання.

Найбільш показовим методом визначення дослідницьких робіт є випробування механічних властивостей, отриманих виробів. До таких властивостей відносяться: межа міцності, межа плинності і ударна в'язкість.

Випробування цих характеристик виконуються на універсальному обладнанні, одним з яких є комплекс фірми «INSTRON».

Основними небезпеками при випробуванні є руйнування зразків або частин обладнання в наслідок хибного налаштування зразків перед випробуванням, або виходу з ладу обладнання при максимальному режимі випробування, що може привести до травмування.

Інсталяція фірми INSTRON має три ступення попередження аварійних ситуацій, зокрема: незалежно центруючі втулки, що нівелюють похибку при налаштуванні зразка; гідравлічний привід, що поліпшує точність випробувань та здатний змінювати навантаження згідно комп'ютерних програм; при виникненні аварійних ситуацій, ланцюг управління знеструмлюється при продовженні роботи гідравлічної системи.

- 4.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарної та гігієни праці

Е) Організаційні заходи:

- дотримання вимог охорони праці жінок та осіб віком до 18 років;
- проведення попередніх та періодичних медичних оглядів осіб, які працюють у шкідливих умовах;
- забезпечення працюючих у шкідливих умовах лікувально-профілактичним обслуговуванням тощо.

Технічні заходи передбачають:

- систематичне підтримання чистоти у приміщеннях і на робочих місцях;
- розробку та конструювання обладнання, що вилучає виділення пилу, газів та пари, інших шкідливих речовин у виробничих приміщеннях;
- забезпечення санітарно-гігієнічних вимог до повітря виробничого середовища;

- улаштування систем вентиляції та кондиціонування робочих місць зі шкідливими умовами праці;
- забезпечення захисту працюючих від шуму, ультра - та інфразвуку, вібрації, різних видів випромінювання.

Таким чином, запобігання професійних захворювань і отруєнь здійснюється через здійснення комплексу організаційних і технічних заходів, які спрямовані на оздоровлення повітряного середовища, виконання вимог гігієни та особистої безпеки працюючих.

До метеопараметрів повітря в адміністративних приміщеннях відносять: температуру (T $^{\circ}C$), вологість (B %), переміщення повітряних мас (V м/с). Згідно СНП 23.01-99 "будівельна кліматологія"[43], оптимальні значення цих параметрів наступні:

- холодний період року $T = 18 - 22$ $^{\circ}C$, $B = 40 - 60$ %, $V =$ до 0,1 м/с;
- теплий період року $T = 21 - 23$ $^{\circ}C$, $B = 40 - 60$ %, $V =$ до 0,2 – 0,4 м/с.

В адміністративних приміщеннях доцільно використовувати поєднання природного повітрообміну та кондиціонування.

Для досягнення нормованого рівня освітленості робочих місць та робочих зон і дослідницької лабораторії який у ДБН В.2.5-28-2016 «Інженерне обладнання будинків і споруд (природне і штучне освітлення)»[44] визначається як не менш 200 люкс. Для забезпечення такого рівня доцільно використовувати природне та штучне освітлення. В якості джерел штучного освітлення доцільно використовувати світлодіодні та люмінесцентні лампи.

Розрахунок загального рівномірного штучного освітлення приміщення дослідницької лабораторії методом світлового потоку.

Метод базується на розрахунку світлового потоку від джерела освітлення

$$\Phi_{\Sigma} =$$

де - нормативне значення освітлення – 200 лк;

S – площа 20 м²;

– коефіцієнт запасу, який характеризується зношенням ламп – 1.4;

z – коефіцієнт мінімальної освітленості , який залежить від обраного типу джерела освітлення, для люмінесцентних ламп – 1,1;

– коефіцієнт який характеризує ступінь відбиття світла від поверхонь приміщень , за умови використання люмінесцентних ламп потужністю 40 Вт; обираємо світильник типу НСП, при цьому індекс приміщення є 0,8 , тому коефіцієнт = 0,44.

$$\Phi_{\Sigma} = = 14000 \text{ лм}$$

За умови світловіддачі від однієї лампи ЛД – 40 Вт = 2500 лм, тому потрібна кількість ламп буде 6.

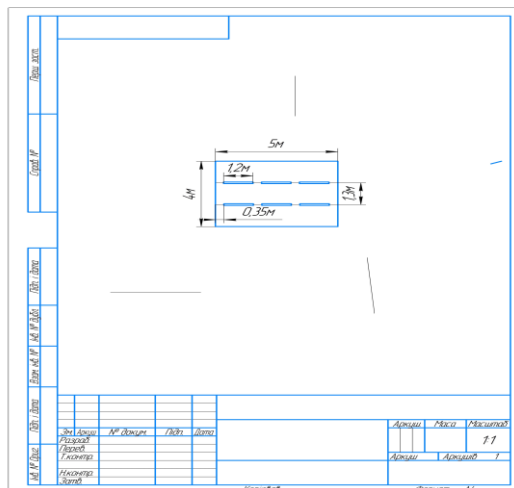


Рисунок 4.3 Схема розміщення ламп в дослідницькій лабораторії

4.4 Заходи з пожежної безпеки

Є) Заходи з пожежної безпеки визначаються відповідно до вимог НАПБ А.01.001-2014 «Правила пожежної безпеки в Україні»[45]. Категорію виробництва за пожежною небезпекою (А, Б, В, Г, Д) споруд (приміщень) цеху (ділянки, підстанції) визначають на основі аналізу речовин і матеріалів, що використовуються у виробництві, відповідно до вимог ДСТУ Б В.1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою»[46] і СНиП 2.09.02-85* «Производственные здания»[47]. Відповідно до категорії виробництва з пожежної небезпеки та вимогами ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги»[48], визначають ступінь вогнестійкості приміщення цеху (дільниці, підстанції). Шляхи евакуації працівників на випадок пожежі (переходи, евакуаційні виходи) передбачають згідно вимог ДБН В.1.1-7:2016 57 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги»[48]. Максимальну відстань від найбільш віддаленого робочого місця до найближчого евакуаційного виходу визначають згідно п. 2.29 (табл. 2) СНиП 2.09.02-85* «Производственные здания»[49]. Відповідність обладнання, силових і освітлювальних мереж вимогам пожежної безпеки в першу чергу залежить від відповідності ступеня захисту їх оболонок (ІР) класу пожежанебезпечної зони (П-І, П-ІІ, П-ІІа і П-ІІІ) визначених згідно НПАОП 40.1-1.32-01 «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок»[50]. Засоби виявлення займань та пожеж передбачаються згідно вимог ДБН В.2.5-56:2014 «Системи протипожежного захисту»[51].

В даний час можуть використовуватися:

- охоронно-пожежна сигналізація (ОПС) неадресного типу;
- порогова охоронно-пожежна сигналізація;
- адресно-порогова охоронно-пожежна сигналізація.

4.5 Заходи по забезпеченню безпеки у надзвичайних ситуаціях

Правове регулювання цивільного захисту України.

Ж) Загальні положення кодексу «Цивільного захисту України»[52] Прийнятий 1 липня 2013 року. Кодекс регулює відносини учасників цивільного захисту населення, навколишнього середовища і майна в умовах надзвичайного стану(НС).

ЦЗ – це єдина державна система яка складається з:

- КМУ, ВРУ – формована державними політиками в створенні законодавчої бази.

- РНБО України, Державна служба України з надзвичайних ситуацій – організація діючої системи захисту населення і територій в умовах надзвичайного стану, контроль за ефективністю цієї системи; особливістю ДСНС – як учасника в організації системи, так і в проведенні реальних заходів в НС, або ліквідування його наслідків.

- органи місцевого самоврядування – підготовка територій і населення до умов життєдіяльності в умовах виникнення НС.

- господарчі об'єкти – підготовка цих об'єктів до продовження своєї діяльності в умовах НС різного виду (техногенний, природний, військовий, соціальний, епідеміологічний).

Система має класифікацію по територіально – виробничому принципу. Де діє система ЦЗ в залежності від масштабів і особливості прогнозованих НС, система функціонує в наступних режимах:

- повсякденного функціонування; встановлюється при нормальних радіаційних, хімічних, сейсмічних, гідрометричних, техногенних умовах при відсутності епідемій і великих пожеж.

— режим підвищеної готовності; встановлюється тимчасово в повному або частковому об'ємі при небезпеці виникнення НС.

— режим НС встановлюється тимчасово в повному або частковому об'ємі, як правило для окремих територій при виникненні реального НС; режим НС характерний введенням особливого правового режиму на окремих територіях або для країни в цілому, встановлений тимчасово або постійно.

2. Повноваження суб'єктів забезпечення громадянської оборони ЦЗ.

На господарчих об'єктах єдиною відповідальною особою є керівник при чисельності більше 3000 осіб. При чисельності від 200 до 300 питанням НС займаються штатні особи штабу ГО. До 200 осіб залучаються не штатні спеціалісти. В навчальних закладах при чисельності 500 і більше осіб, які навчаються утворюють також штаби ГО. Іноземці і особи без громадянства в систему не включаються.

Для оперативного реагування на виникаючі вражаючі фактори НС в системі ДСНС створенні наступні підрозділи:

а) оперативно – рятувальні служби спеціалізовані і неспеціалізовані, головною задачею яких є ліквідація НС;

б) аварійно – рятувальна служба, яка також ділиться на державні, регіональні, об'єктні і комунальні;

в) добровільні формування, які формуються із числа добровольців.

3. Положення міжнародного гуманітарного права Женевської конвенції.

Відносно захисту населення особливе значення має 4 конвенція, по захисту цивільного населення під час війни. Конвенція класифікує цивільних осіб по двом категоріям: цивільні, які знаходяться в країні супротивника та населення на окупованих територіях. Відповідно до вимог конвенції, влада у якої знаходяться ці дві категорії повинна забезпечити дотримання прав, продовольчі товари, медицину, підтримку і можливість вільного пересування. З метою підтримки життєдіяльності, не підлягають нападу склади продуктів харчування, сільські господарчі райони, споруди для постачання питної води. Крім цього не підлягають нападу небезпечні об'єкти. Виникнення

другорядних факторів уражень, які можуть призвести до ще більших негативних наслідків, до цих об'єктів відносяться греблі, дамби, атомні електростанції, небезпечні хімічні підприємства і підприємства де виготовляються, зберігаються і утилізуються вибухонебезпечні суміші.

Висновки

У результаті виконання магістерської роботи можна зробити наступні висновки:

1. Проведений аналіз матеріалів для виготовлення мітчиків вказує на доцільність використання швидкорізальних сталей, а саме Р6М5.

2. Запропонована нова технологія виготовлення мітчиків, що дозволить підвищити коефіцієнт використання металу, продуктивність праці, зменшити станкоємність, металоємність, конструкції верстатів, збільшити показники енерго- та ресурсоефективності. Перелічені переваги, в кінцевому рахунку, зменшать собівартість виготовлення мітчика, що дасть змогу гідно конкурувати виробнику на світовому ринку метало ріжучого інструменту.

3. Проведені додаткові дослідження вказують на позитивний вплив пластичного деформування заготовки мітчика на механічні та експлуатаційні характеристики, в наслідок зміни структури вихідного матеріалу.

Перелік джерел посилання

1. Фельдштейн Е.Э. Металлорежущие инструменты: справочник конструктора / Е. Э. Фельдштейн, М. А. Корниевич.- Минск: Новое знание, 2009.- 1039 с.
2. Жученко В.В. Звіт з переддипломної практики/ Запоріжжя, НУ «Запорізька політехніка».-2020.-24с.
3. Геллер Ю.А. Современные быстрорежущие стали/ Ю.А. Геллер// Металловедение и термическая обработка металлов.-1977.-№10.-С.36-41.
4. Позняк Л.А. Инструментальные стали. Справочник/ Л.А. Позняк, С.И. Тишаев, Ю.М. Скрынченко и др.- М.: Металлургия, 1977.- 168с.
5. Александрович А.Б. Быстрорежущая сталь/ А.Б. Александрович, Б.А. Даниленко// Известия АН СССР. Металлы.-1990.-№5.- С. 166-168.
6. Геллер Ю.А. Инструментальные стали/ Ю.А. Геллер.- М.: Металлургия,1983.-527 с.
7. Скрынченко Ю.М. О критериях оценки работоспособности быстрорежущих сталей/ Ю.М. Скрынченко, К.Ю. Сокольчук// Теория и технология формования и спекания.-К.: ИПМ АН УССР.-1985.- С. 134-140.
8. Кремнев Л.С. От стали Р18 к безвольфрамовым низколегированным быстрорежущим сталям/ Л.С. Кремнев//Металловедение и термическая обработка металлов.-1986.-№7.- С. 27-43.
9. Кремнев Л.С. Влияние вольфрама на свойства быстрорежущих сталей/ Л.С. Кремнев, Ю.А. Геллер// Известия АН СССР. Серия металлургия и горное дело.-1964.-№1.- С.136-142.
10. Кремнев Л.С. Исследование структуры и свойств малолегированной быстрорежущей стали/ Л.С. Кремнев, Ю.Е. Седов, Л.М. Колобекова// Сталь.- 1978.- №8.- С. 749-753.
11. Натапов Б.Э. Свойства и рациональное использование низколегированных быстрорежущих сталей/ Б.Э. Натапов, С.И. Тишаев,

Ю.М. Скрынченко и др.// *Металловедение и термическая обработка металлов.*-1988.-№5.- С. 51-55.

12. Прошин Г.А. Режущая способность литой стали Р9 модифицированной титаном/ Г.А. Прошин, Н.М. Рудяк, Л.А. Солнцев// *Станки и инструмент.*- 1964.-№8.- . 27-29.

13. Ланская К.А. Влияние легирования и термической обработки на свойства низколегированной безвольфрамовой быстрорежущей стали типа 95Х6МЗФЗТ/ К.А. Ланская, А.Г. Рахштадт, Н.М. Сулейманов и др.// *Металловедение и термическая обработка металлов.*-1988.-№5.- С. 42-47.

14. Комаров О.С. Комплексное модифицирование быстрорежущей стали Р6М5/ О.С. Комаров, Н.И. Урбанович, Д.О. Комаров// *Рукопись деп. во ВНИИТЭМР 15.06.86г.*

15. Gierek Adam I inni. Wptyw modyfikowaniano struktura pierwotna stali szybkotnacij SW7M.- *Zesz.nauk Pst. Hutn.*, 1981, s. 5-20.

16. Геллер Ю.А. Влияние микролегирования на улучшение свойств стали Р6М5/ Ю.А. Геллер, Л.Я. Гришина// *Станки и инструмент.*-1976.-№6.- С. 23-24.

17. Гуляев А.Н. *Металловедение/ А.Н. Гуляев.*- М.: *Металлургия*, 1986.- 542с.

18. Бельский Е.И. Разработка и применение новых литых быстрорежущих сталей/ Е.И. Бельский, В.Ф. Соболев, А.С. Чаус и др.//*Материаловедение в машиностроении*, Минск.:*Высшая школа*, 1983.- С. 6-9.

19. Бусалаева Е.Н. Влияние содержания углерода на свойства литой быстрорежущей стали/ Е.Н. Бусалаева, М.П. Станишевская// *Металловедение и термическая обработка металлов.*-1986.-№5.- С.7.

20. Piska, M., Sliwkova, P. Surface parameters, tribological tests and cutting performance of coated HSS taps (2015) *Energy Procedia*, 100 (C), pp. 125-134.

21. Zhu, X.-H., Wang, Y., Tong, H. The parameter sensibility analysis for fishing box tap based on the overall process of elastoplasticity in oil and gas wells (2013) *Mathematical and Computer Modelling*, 58 (7-8), pp. 1540-1547.
22. Lee, S.W., Nestler, A. Simulation-aided design of thread milling cutter (2012) *Procedia CIRP*, 1 (1), pp. 120-125.
23. Shalamov, P.V., Kulygina, I.A., Yaroslavova, E.N. ANSYS Software-based Study of Thermal Drilling Process (2016) *Procedia Engineering*, 150, pp. 746-752
24. Gil Del Val, A., Fernández, J., Arizmendi, M., Veiga, F., Urizar, J.L., Berriozábal, A., Axpe, A., Diéguez, P.M. On line diagnosis strategy of thread quality in tapping (2013) *Procedia Engineering*, 63, pp. 208-217.
25. Sereda B., Belokon' Y., Sheyko S., Sereda D. The research of influence alloying elements on processes structure formation in stamp steel // *AIST Steel Properties and Applications Conference Proceedings – Combined with MS and T12 // Materials Science and Technology*. 2012. 7 – 11 October. 2012. Pittsburg, USA. P. 453 – 456.
26. Sereda B., Sheyko S., Belokon Y., Sereda D. The influence of modification on structure and properties of rapid steel // *Materials Science and Technology*. 2011. 16 – 20 October. 2011. Columbus, USA. P. 713 – 716.
27. Sereda B., Sheyko S., Belokon Y., Sereda D. The influence of modification on structure and properties of rapid steel // *AIST Steel Properties and Applications Conference Proceedings – Combined with MS and T'11*. 2011. 16 – 20 October. 2012. Columbus, USA. P. 457 – 460.
- 28 Hryhoriev S. A Study of environmentally safe obtaining of molybdenum-based alloying material by solid phase extraction / S. Hryhoriev, A. Petryshchev, K. Krupey, A. Andreev, A. Katschan, D. Stepanov, Y. Manidina, V. Ryzhkov, N. Berenda, A. Matiukhin // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies* .- 2017 .- Vol 6, no 12 (90) .- P. 35-40.

29. Пат. 710741 СССР, М. Кл². В 21 J 7/16. Радиально-штамповочный пресс автомат [Электронный ресурс] / Б. Н. Чумаков, А. А. Соловьев, В.Я. Лайко (СССР) ; заявл. 24.07.78 ; опубл. 25.01.80, Бюл. № 3.

30. Матюхін, А. Ю. Спосіб отримання заготовки мітчика [Електронний ресурс] / А.Ю. Матюхін, А. М. Бень, А. А. Ленок, Доля С. П. // Машинобудування очима молодих: прогресивні ідеї – наука – виробництво. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції 31 жовтня — 02 листопада 2018 року / Під заг. ред. В. Д. Ковальова. — Краматорськ: ДДМА, 2018. — с. 127-129.

31. Пат. 988472 СССР, М. Кл³. В 23 D 23/00. Штамп для резки проката на мерные длины [Электронный ресурс] / Огрызков П. М. (СССР) ; заявл. 12.06.81 ; опубл. 15.01.83, Бюл. № 2. – Режим доступа: [http:// patents.su](http://patents.su)

32. Пат. 662283 СССР, М. Кл². В 23 D 25/04. Импульсная машина для резки проката [Электронный ресурс] / С. А. Мазниченко, В. Г. Кононенко, С.В. Яценко (СССР) ; заявл. 06.08.76 ; опубл. 15.05.79, Бюл. № 18. – Режим доступа: <http:// patents.su>

33. Пат. 1819737 СССР, М. Кл². В 23 D 23/00. Нож для резки сортового проката [Электронный ресурс] / Ю. А. Иванов, О. А. Рыжухин, М. Н. Карасев (СССР) ; заявл. 28.02.91 ; опубл. 07.06.93, Бюл. № 21. – Режим доступа: <http:// patents.su>

34. Пат. 557884 СССР, М. Кл². В 23 D 23/00. Способ резки проката на мерные длины и штамп для его осуществления [Электронный ресурс] / И.З. Беланов (СССР) ; заявл. 27.08.75 ; опубл. 15.05.77, Бюл. № 18. – Режим доступа: <http:// patents.su>.

35. Матюхін А.Ю. Виготовлення заготовок мітчиків засобами пластичної формозміни [Текст] / А.Ю. Матюхін, А.М. Бень, В.В. Жученко // Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем: X міжнар. наук.-техн. Конф., 29-30 квітня 2020 р.: тези доп. – Чернігів. - С. 129-130.

36. Матюхін А.Ю. Огляд технологій виготовлення мітчиків способами обробки металів тиском / А.Ю. Матюхін, В.В. Жученко // Тиждень науки-2020.

Машинобудівний факультет. Тези доповідей науково-практичної конференції, Запоріжжя, 13-17 квітня 2020 р. [Електронний ресурс] / Редкол.: В.В. Наумик (відпов. ред.) Електрон. дані.- Запоріжжя : ЗНТУ, 2020. - 1 електрон. опт. диск (DVD-ROM); 12 см. - Назва з тит. екрана. - С. 77-78.

37. Сторожев М.В. Теория обработки металлов давлением. Учебник для вузов / М.В. Сторожев, Е.А. Попов.-М.: Машиностроение, 1977.-424с.

38. Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлення: ДСТУ 3008:2015.- К.: ДП «УкрНДНЦ», 2016.- 26 с.

39. ГОСТ 12.0.003-74* Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. [Введ. 1976-01-01]. М. : Госстандарт СССР, 1974. 4 с. (Межгосударственный стандарт)

40. ПУЕ-2017. Правила улаштування електроустановок. [На заміну ПУЕ-86 ; чинний з 2017-08-21]. К. : Міненерговугілля України, 2017. 617 с.

41. НПАОП 40.1-1.21-98. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. [На заміну ДНАОП 0.00.1.21-84 ; чинний з 1998-01-09]. К. : Мінпраці України, 1998. 89 с. (Нормативно-правовий акт охорони праці)

42. 90/270/ЄЕС. Про мінімальні вимоги безпеки та здоров'я при роботі з екранними пристроями. [Чинний від 1990-05-29]. Брюссель. : Рада Європейських співтовариств, 1990. 14 с. Режим доступу: <http://docs.pravo.ru/document/view/32704903/>. (Директива)

43. ДСанПіН 3.3.2.007-98. Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин. [Чинний від 1998-12-10]. К. : МОЗ України, 1998. URL: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=2445>. (Державні санітарні правила та норми)

44. ДБН В.2.5-28-2018. Природне і штучне освітлення. [На заміну ДБН В.2.5-28-2006 ; чинний з 2019-03-01]. К. : Мінрегіон України, 2018. 133 с. (Державні будівельні норми України)

45. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. [Чинний від 1999-12-01]. К. : МОЗ України, 1999. 106 с. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/rada/show/va042282-99>. (Державні санітарні норми)

46. ГОСТ 12.1.005-88. Система стандартів безпеки труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. [На заміну ГОСТ 12.1.005-76 ; чинний з 1989-01-01]. М. : МОЗ СРСР, 1988. 50 с. (Міждержавний стандарт)

47. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. [На заміну СНиП 2.04.05-91 ; крім розділу 5 та додатка 22. ; чинний від 2014-01-01]. К. : Мінрегіонбуд України, 2013. 149 с. (Державні будівельні норми України)

48. НАПБ А.01.001-14. Правила пожежної безпеки в Україні. [На заміну НАПБ А.01.001-04 ; чинний від 2014-12-30]. К. : МВС України, 2014. 91 с. (Нормативний акт пожежної безпеки)

49. ДСТУ EN 2:2014. Класифікація пожеж (EN 2:1992; EN 2:1992/A1:2004, IDT). [На заміну ГОСТ 27331-87 ; чинний з 01.01.2016]. К. : Мінекономрозвитку України, 2014. 7 с. (Державний Стандарт України)

50. ДСТУ Б В.1.1-36:2016. Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою. [На заміну НАПБ Б.03.002-2007 ; чинний від 2017-01-01]. К. : Мінрегіонбуд України, 2016. 66 с. (Державний Стандарт України)

51. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. [На заміну ДБН В.1.1.7-2002 ; чинний від 2017-06-01]. К. : Мінрегіон України, 2017. 47 с. (Державні будівельні норми)

52. Кодекс цивільного захисту України : Закон України від 02.10.2012 р. № 5403-VI. Редакція від: 03.07.2020. Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/5403-17>. (Закон України)