

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

машинобудівний
(повне найменування інституту, назва факультету)
Обробка металів тиском
(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

магістр
(ступінь вищої освіти (освітній ступінь))

на тему Траектування автомобільового
штампувального комплексу з виробництва
заготовок мітчиків

Виконав: студент VI курсу, групи М-8/5.м
спеціальності (напряму підготовки)

131 Трикоординатна механіка
(код і назва напряму підготовки, спеціальності)

Доя С. П.
(прізвище та ініціали)

Керівник Матюхін А. Ю.
(прізвище та ініціали)

Рецензент _____
(прізвище та ініціали)

м. Запоріжжя
2018 рік

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет
 (повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут, факультет машинобудівний
 Кафедра обробки металів тиском
 Ступінь вищої освіти (освітній ступінь) магістр
 Спеціальність 131 прикладна механіка
 (код і назва)
 Напрямок підготовки обл. та техн. маст. форми констр. машбур.
 (код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Ширкобокова В.В.

"18" 12 2018 року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ

Долі Сергію Павловичу
 (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Проектування автоматизованого металургійного комплексу з виробництва заготовок митчиків

керівник проекту (роботи) Матюшин А. Ю. канд. техн. наук
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від " " 20 року №

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 17.12.2018






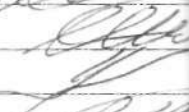
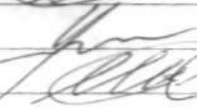
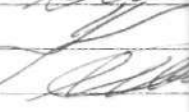
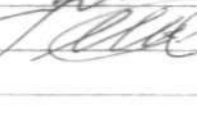
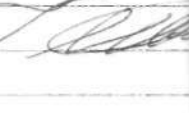
3. Вихідні дані до проекту (роботи) звіт з перед дипломної практики

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Літературний огляд стану питання по виробництву митчиків. 2. Технології виробництва заготовок митчиків за допомогою пластичної деформації. 3. Проектування технології виготовлення митчика. 4. Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.

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

презентаційний матеріал

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконав завдання
1.	Матюхін А. Ю. канд. техн. наук		
2.	Матюхін А. Ю.		
3.	Матюхін А. Ю.		
4.	Нестеров О. В. канд. техн. наук, доцент		
5.	Моршкова Ольга Матюхін А. Ю.		

7. Дата видачі завдання 1.10.2018

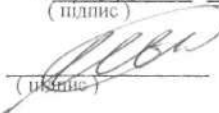
КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1.	Літературний огляд стану питань про виробництво літників.	10.10.2018	
2.	Технології виробництва заготовок літників за допомогою пластичної деформації.	20.10.2018	
3.	Проектування технології виготовлення літника	20.11.2018	
4.	Оцінка праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	10.12.2018	

Студент


(підпис)Довід С. П.
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)


(підпис)А. Ю. Матюхін
(прізвище та ініціали)

Зміст

РЕФЕРАТ.....	6
ВСТУП	12
РОЗДІЛ 1 ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД СТАНУ ПИТАННЯ ПО ВИРОБНИЦТВУ МІТЧИКІВ.....	13
1.1 Види мітчиків та їх застосування в машинобудуванні.....	13
1.2 Технології виробництва мітчиків методом обробки металів різанням.....	19
РОЗДІЛ 2 ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ЗАГОТОВОК МІТЧИКІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ПЛАСТИЧНОЇ ДЕФОРМАЦІЇ.....	38
2.1 Технології виробництва мітчиків методом обробки металів тиском.....	38
2.2 Напружено - деформований стан мітчиків під час їх виготовлення та експлуатації	48
РОЗДІЛ 3 ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ МІТЧИКА.....	73
3.1 Проектування традиційної технології.....	73
3.1.1 Проектування маршрута обробки основних поверхонь.....	73
3.1.2 Аналіз деталі на технологічність.....	80
3.1.3 Обґрунтування технологічних баз.....	84
3.1.4 Маршрут виготовлення деталі (таблиця МВД).....	86
3.2 Нова технологія виготовлення мітчиків із застосуванням автоматизованої виробничої лінії.....	91
3.3 Висновок.....	100

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	101
4.1 Аналіз потенційних небезпек.....	101
4.2 Заходи забезпечення техніки безпеки.....	102
4.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарної та гігієни праці.....	108
4.4 Заходи з пожежної безпеки.....	110
4.5 Заходи по забезпеченню безпеки у надзвичайних ситуаціях.....	112
Перелік використаних джерел.....	115

РЕФЕРАТ

ПЗ: с. 118, рис. 32, табл.11, джерел 30.

Актуальність теми. Різьбове з'єднання є найпоширенішим кріпленням в машинобудуванні. У вітчизняній та закордонній промисловості існує багато різноманітних способів отримання різьбових з'єднань в деталях машинобудівного призначення. Однак, найбільш розповсюдженою технологією отримання внутрішньої різьби є нарізання за допомогою такого металорізального інструменту як мітчик [1]. Від конструкційних та міцнісних характеристик мітчиків залежать якість різьбового з'єднання, стійкість та технологічні параметри процесу нарізання різьби [2,3,4]. Існують новітні аналітичні математичні моделі та он-лайн діагностичні системи, що дозволяють керувати технологічними параметрами процесу нарізання різьби для попередження та запобігання виникнення браку виробництва [5,6]. Одне залишається незмінним – необхідність застосування мітчиків для нарізання внутрішньої різьби та налагодження їх масового виробництва.

Мета і завдання. Спроекувати автоматизований штампувальний комплекс для виготовленню заготовок мітчиків.

Для досягнення поставленої мети необхідно сформулювати і вирішити наступні питання:

- здійснити огляд наукової літератури по технологіям виготовлення мітчиків;
- вибрати устаткування для автоматизованого виготовлення мітчиків;
- скласти технологічний маршрут виготовлення мітчиків.

Наукова новизна. Традиційна технологія виготовлення мітчиків базується на операціях та обладнанні для обробки металів різанням. Застосування операцій пластичного формування здійснюється лише в

другорядних технологічних переходах (наприклад, отримання квадратного хвостовика для закріплення мітчика у мітчикотримачі). При цьому, в літературних джерелах відсутня інформація про наявність автоматизованого виробничого комплексу з виготовлення мітчиків, що включатиме в свій склад обладнання для пластичного формування та металорізання.

Вдосконалення мітчикоштампувального прес-автомату дозволяє виготовляти заготовку для мітчикошліфувального верстату з готовим стійким профілем стружкового рівчака. Таким чином, буде змінений традиційний підхід (засобами обробки металів різанням) до формування профілю стружкових канавок, що збільшить коефіцієнт використання металу (КВМ) на 10-30 %.

Методи дослідження. 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.

МІТЧИК, НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНІЙ СТАН, ЗАГОТОВКА,
РАДІАЛЬНО-ШТАМПУВАЛЬНИЙ АВТОМАТ, ТЕХНОЛОГІЯ
ВИГОТОВЛЕННЯ.

РЕФЕРАТ

Актуальность темы. Резьбовое соединение является самым распространенным креплением в машиностроении. В отечественной и зарубежной промышленности существует много различных способов получения резьбовых соединений в деталях машиностроительного назначения. Однако, наиболее распространенной технологией получения внутренней резьбы является резка с помощью такого металлорежущего инструмента как метчик [1]. От конструкционных и прочностных характеристик метчиков зависят качество резьбового соединения, устойчивость и технологические параметры процесса нарезания резьбы [2,3,4]. Существуют новейшие аналитические математические модели и онлайн диагностические системы, позволяющие управлять технологическими параметрами процесса нарезания резьбы для предупреждения и предотвращения возникновения брака производства [5,6]. Одно остается неизменным - необходимость применения метчиков для нарезания внутренней резьбы и налаживания их массового производства.

Цель и задачи. Спроектировать автоматизированный штамповочный комплекс для изготовления заготовок метчиков.

Для достижения поставленной цели необходимо сформулировать и решить следующие вопросы:

- осуществить обзор научной литературы по технологиям изготовления метчиков;
- выбрать оборудование для автоматизированного изготовления метчиков;
- составить технологический маршрут изготовления метчиков.

Научная новизна. Традиционная технология изготовления метчиков базируется на операциях и оборудовании для обработки металлов резанием. Применение операций пластического формования осуществляется только во второстепенных технологических переходах (например, получение квадратного хвостовика для закрепления метчика в воротке). При этом, в литературных источниках отсутствует информация о наличии автоматизированного производственного комплекса по изготовлению метчиков, включающий в свой состав оборудования для пластического формования и металорезания.

Совершенствование метчиковоштамповочного пресс-автомата позволяет изготавливать заготовки для метчиковшлифовального станка с готовым устойчивым профилем стружечной канавки. Таким образом, будет изменен традиционный подход (средствами обработки металлов резанием) к формированию профиля стружечных канавок, что увеличит коэффициент использования металла (КВМ) на 10-30%.

Методы исследования. В работе использовались стандартные методы расчета задач обработки металлов давлением, а также при проектировании новой конструкции автоматизированного производственного комплекса применялись метод конструирования и метод конструктивной наследственности.

МЕТЧИКИ, НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЯ,
ЗАГОТОВКА, РАДИАЛЬНО-ШТАМПОВОЧНЫЙ АВТОМАТ,
ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ.

ABSTRACT

Actuality of theme. Screw connection is the most common fastening in mechanical engineering. In the domestic and foreign industries, there are many different ways of obtaining threaded joints in the details of machine-building applications. However, the most commonly used technology for obtaining internal threads is cutting using such a metal cutting tool as a marker [1]. The quality of the threaded joint, the stability and technological parameters of the thread cutting process depend on the structural and strength characteristics of the taps [2,3,4]. There are the latest analytical mathematical models and on-line diagnostic systems that allow controlling the technological parameters of the thread cutting process to prevent and prevent the production gap [5,6]. One remains unchanged - the need to use taps for cutting the internal thread and adjusting their mass production.

Target and objectives. To design an automated stamping complex for the manufacture of blanks.

To achieve the goal, it is necessary to formulate and solve the following issues:

- To carry out the review of the scientific literature on the technologies of manufacturing of taps;
- to choose equipment for automated manufacturing of taps;
- make a technological route for the manufacture of taps.

Scientific novelty. The traditional technology of manufacturing taps is based on the operations and equipment for the processing of metals by cutting. The application of plastic forming operations is carried out only in secondary technological transitions (for example, receiving a square shank for fixing the tin in the holder holder). At the same time, in the literature there is no information on the availability of an automated production complex for the manufacture of taps,

which will include in its warehouse equipment for plastic forming and metal cutting.

Improvement of the stylus press machine allows you to make a workpiece for a blade grinding machine with a finished, stable profile of the chip groove. Thus, the traditional approach (metal cutting tools) to the formation of a profile of chipped grooves will be changed, which will increase the utilization rate of the metal by 10-30%.

Research methods. We used standard methods for calculating the tasks of metal forming, and also used the design method and the method of constructive heredity when designing a new design of an automated production complex.

TAP, STRESS-DEFORMED STATE, TRAINING, RADIAL-STAMPING
AUTOMATION, PRODUCTION TECHNOLOGY.

ВСТУП

Холодне об'ємне штампування є одним з найбільш прогресивних методів виготовлення деталей складних форм з вуглецевої і легованої сталі, кольорових металів і сплавів. В результаті застосування холодного об'ємного штампування підвищується коефіцієнт використання металу в порівнянні з різанням в 2 рази і більше, а в порівнянні з литтям і гарячим штампуванням - на 10 - 30 %.

Різьбове з'єднання є найпоширенішим кріпленням в машинобудуванні, а найбільш розповсюдженою технологією отримання внутрішньої різьби є нарізання мітчиком. Тому є велика потреба в масовому виробництві цього інструменту. Забезпечення вирішення цього завдання можливе при впровадженні у виробництво радіально - штампувального прес - автомату РШПА зусиллям 250 кН для штампування мітчиків М6, М8, а також інших пресів - автоматів розроблених на базі РШПА.

Технологічна і конструктивна схема цього прес - автомату прийняті аналогічними таким схемам прес - автомату для штампування заготовок мітчиків М3, М5 зусиллям 100кН. Підставою для такого прийняття було подібність заготовки.

В процесі розробки визначилися основні конструктивні розміри прес - автомату. Після завершення даної роботи можливо приступити до розрахунків і розробки робочої документації.

1. ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД СТАНУ ПИТАННЯ ПО ВИРОБНИЦТВУ МІТЧИКІВ

1.1 Види мітчиків та їх застосування в машинобудуванні

Мітчик — різальний інструмент, призначений для нарізання внутрішньої різьби в глухих та наскрізних отворах.

Залежно від призначення мітчики діляться на ручні, машинно-ручні, гайкові, плашкові і маткові. Залежно від профілю різьби яка нарізається мітчики поділяються на п'ять типів: для метричної різьби, дюймової різьби, трубної різьби, трапецеїдальної різьби і конічної різьби. За конструкцією мітчики поділяються на цілісні, зі вставними пір'ям і спеціальні [тези].

Мітчик (рис. 1.1) складається з двох основних частин: робочої та хвостової.

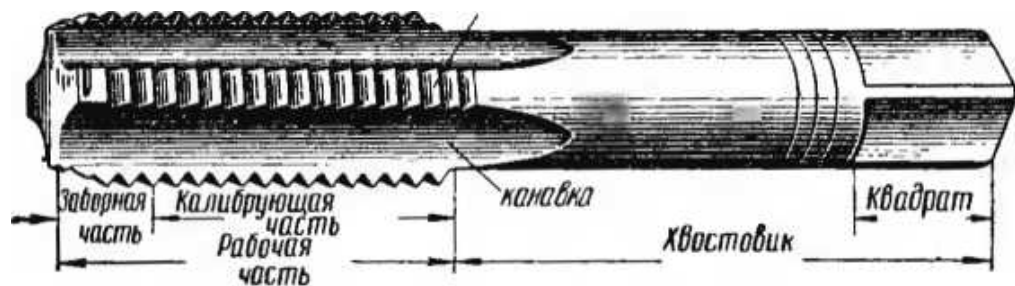


Рисунок 1.1 – Конструкція мітчика

Робоча частина являє собою гвинт з декількома поздовжніми прямими або гвинтовими рівчачками. Напрямок канавок може бути правим (мітчик з лівою різьбою) і лівим (мітчик з правою різьбою). Робоча частина мітчика служить для нарізання різьби. Мітчики з гвинтовими рівчачками застосовуються для нарізання точних різьб. Робоча частина мітчика

складається з забірної і калібруючої частин. Заборна (або ріжуча) частина зазвичай робиться у вигляді конуса, вона робить основну роботу при нарізанні різьби. Калібруюча частина служить для зачистки різьби, має циліндричну форму зі зворотним конусом і направляє мітчик при нарізанні. Ріжучі зубці (пір'я) мітчика виконані у формі різців, розташованих по колу. Зубці мітчика мають всі ріжучі елементи. Число зубців по колу мітчика визначається наявністю числа канавок. Рівчаки - поглиблення між ріжучими зубцями, призначаються для утворення різальних крайок, а також виходу стружки, що утворюється при нарізанні різьби. Мітчики діаметром до 20 мм зазвичай виготовляють з трьома, а діаметром від 22 до 52 мм з чотирма рівчаками. Спеціальні мітчики не мають рівчаків на частині яка калібрує. Хвостова частина мітчика виконана у вигляді стержня з квадратом на кінці, вона служить для закріплення мітчика в патроні або у воротку.

Ручні мітчики застосовуються для нарізання різьби вручну. Ручні мітчики для метричної та дюймової різьби стандартизовані по ГОСТ 3266-81 і виготовляються комплектом з 2 шт. для різьби з кроком до 3 мм включно (для основної метричної різьби діаметром від 1 до 52 мм і для дюймової різьби діаметром від $\frac{1}{4}$ до 1 ") і комплектом з 3 мітчиків для різьби з кроком понад 3 мм (для метричної різьби від 30 до 52 мм і для дюймового різьблення діаметром від $\frac{1}{8}$ до 2 ").

У комплект, що складається з трьох мітчиків, входить чорновий, середній і чистовий мітчики (рис. 1.2) або 1, 2, 3-й. Всі мітчики комплекту мають різний діаметр.

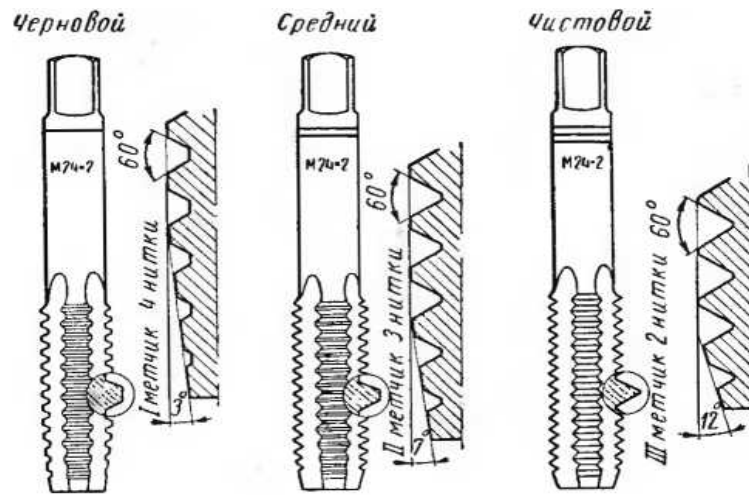


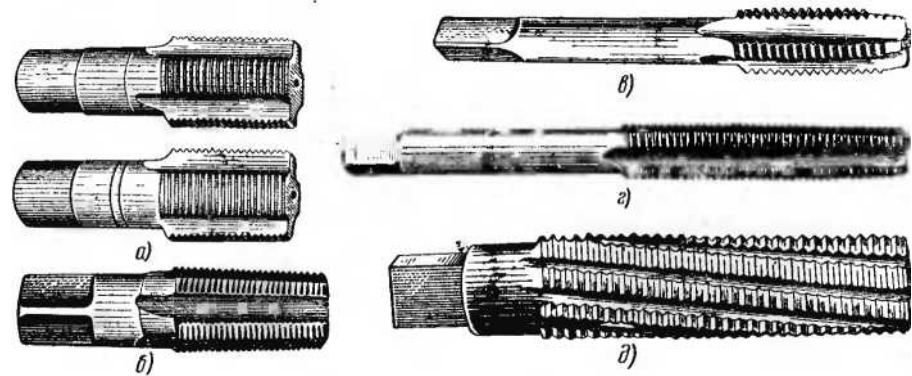
Рисунок 1.2 - Комплект мітчиків

Перший (чорновий) мітчик нарізає чорнову різьбу, знімаючи при цьому до 60% металу; другий (середній) мітчик дає вже точнішу різьбу, знімаючи до 30% металу; третій (чистовий) мітчик знімає до 10 % металу, має повний профіль різьби і використовується для остаточного, точного нарізання різьби і її калібрування. Щоб визначити, який мітчик є чорновим, який середнім, а який чистовим, на хвостовій частині роблять відповідно одну, дві або три кругові риси (кільця) або ж ставлять відповідний номер. На хвостовій частині проставляють розмір різьби, для нарізання якої призначений цей мітчик. Комплект ручних мітчиків з двох штук виготовляють шляхом подовження забірної конуса і деякого збільшення діаметра першого мітчика.

За конструкцією ріжучої частини мітчики бувають циліндричні і конічні. При циліндричній конструкції мітчиків усі три інструменти комплекту мають різні діаметри. У чистового мітчика повний профіль різьби, діаметр середнього мітчика менше нормального на 0,6 глибини нарізки, а діаметр чорнового мітчика менший за діаметр різьби на повну глибину нарізки. У чорнового мітчика довжина забірної частини дорівнює 4-7 ниткам, у середнього - 3-3,5 і у чистового - 1,5-2 ниткам. При конічній конструкції

мітчиків усі три інструменти комплекту мають однаковий діаметр і повний профіль різьби з різною довжиною забірних частин. Різьба в межах забірної частини робиться конічною і додатково зрізається по вершинах зубів на конус. У конічних мітчиках забірна частина дорівнює: у чорнового мітчика - всій довжині робочої частини, у середнього - половині цієї довжини, у чистового - двом ниткам. Конічні мітчики застосовуються зазвичай для нарізування наскрізних отворів. Глухі отвори нарізаються циліндричними мітчиками.

Машинно-ручні мітчики застосовуються для нарізання метричної, дюймової та трубної циліндричної і конічної різьби машинним способом всіх розмірів і для нарізування вручну різьб з кроком до 3 мм включно. Машинно-ручні мітчики для циліндричної різьби (рис. 1.3, а) згідно ГОСТ 3266-81 виготовляються двох видів: одинарні для нарізання різьби в наскрізних і глухих отворах і комплектні з 2 шт. Одинарні мітчики для нарізування наскрізних отворів мають на забірній частині 6 ниток, а для нарізування глухих отворів - три нитки.

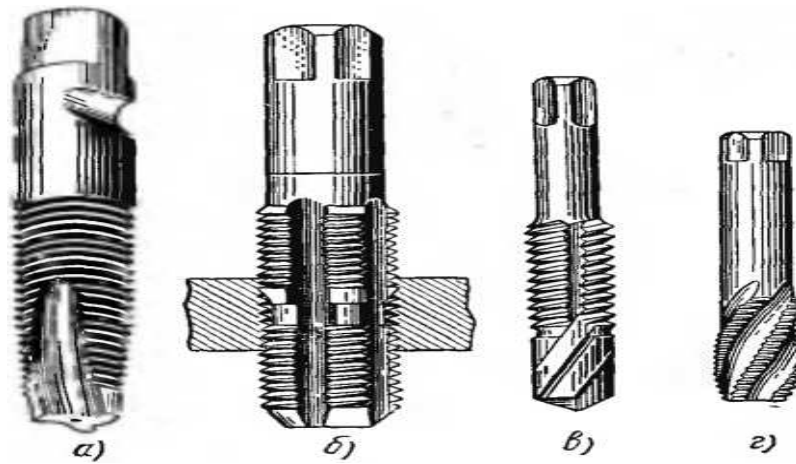


а - циліндричні, б - конічний, в - гайковий, г – плашковий, д – матковий
Рисунок 1.3 - Види мітчиків

Машинно-ручні мітчики для конічної різьби (рис. 1.3, б) призначаються для нарізання конічної різьби з кутом профілю 60° і для трубної конічної різьби. На відміну від мітчиків для циліндричної різьби ці мітчики працюють не тільки забірним конусом, а й всією поверхнею різьбової частини; тому довжина мітчика залежить від довжини нарізання.

Гайкові мітчики (рис. 1.3, в) служать для нарізання наскрізних отворів в гайках за один прохід вручну або на верстатах. Вони виготовляються за ГОСТ 1604-71 з подовженим хвостовиком для збирання на ньому нарізаних гайок. Плашкові мітчики (рис. 1.3, г) відрізняються від гайкових наявністю великого забірної конуса і призначаються для попереднього нарізання різьби в плашках за один прохід. Маткові мітчики (рис. 1.3, д) застосовують для зачищення різьби в плашках після нарізання плашковим мітчиком, а також зачистки різьби в плашках, що знаходяться в роботі. У маткових мітчиках рівчаки роблять з правою спіраллю.

Спеціальні мітчики складають велику групу, в яку входять ненормалізовані конструкції мітчиків: без рівчаків, комбіновані, мітчик-свердло, з гвинтовими рівчакми, мітчик-протяжка. Мітчики без рівчаків (рис. 1.4, а) застосовуються для нарізання наскрізних різьб діаметром до 10-12 мм. Довжина забірної частини мітчика така ж, як і у звичайних машинних. Довжина рівчака (з виходом) на 3-5 ниток більше довжини забірної частини. Без рівчаків мітчики набагато міцніші за звичайні. Завдяки довгій різьбовій частині мітчик можна переточувати кілька разів. Висока продуктивність праці при нарізанні різьби є головною перевагою без рівчаків мітчиків. Вони іноді використовуються для нарізання різьби і в глухих отворах.



а - без рівчаків, б - комбінований, в – мітчик - свердло, г - з гвинтовими рівчаків

Рисунок 1.4 - Спеціальні мітчики

Комбіновані мітчики складаються з двох частин, розділених шийкою (рис. 1.4, б). Перша частина служить для попереднього нарізання різьби, а друга - для остаточного (чистового) нарізання різьби, комбінований інструмент - свердло-мітчик (рис. 1.4, в), що дозволяє поєднати свердління і нарізання різьби в одну операцію, що значно підвищує продуктивність. Застосування свердла-мітчика можливо при нарізанні наскрізних отворів без примусової подачі за умови, що мітчик вступає в роботу після виходу вершини свердла з отвору. В іншому випадку свердло змушене працювати з подачею, яка дорівнює кроку нарізання різьби.

Застосовують і інші комбіновані інструменти: мітчик - розгортка, зенкер-розгортка-мітчик і ін. Заміна кількох інструментів одним комбінованим дозволяє значно скоротити допоміжний час, що витрачається на зміну інструменту. Недоліком комбінованого різального інструменту є складність і висока вартість його виготовлення.

Мітчики з гвинтовими рівчаків (рис. 1.4, г) мають кут нахилу рівчака 35° , що забезпечує вільний вихід стружки по спіралі і виключає можливість зриву різьби. Мітчиком можна нарізати різьбу на високих швидкостях. Один

мітчик із гвинтовим рівчаком рівноцінний комплекту звичайних мітчиків. Застосування цих мітчиків для обробки деталей з чавуну, латуні, нержавіючої сталі та інших матеріалів дозволило підвищити продуктивність праці в 3 рази [7].

1.2 Технології виробництва мітчиків методами обробки металів різанням

Порядок виконання технологічних операцій при виготовленні мітчиків М3 - М6 зі швидкорізальної сталі:

1. Токарно-автоматна обробка.
2. Проточка рівчака на хвостовику.
3. Протягування квадрата.
4. Таврування.
5. Термічна обробка.
6. Шліфування зворотних центрів.
7. Шліфування хвостової частини.
8. Шліфування робочої частини по зовнішньому діаметру.
9. Шліфування різьби із цілого прутка металу.
10. Прорізання рівчака шліфувальним кругом.
11. Заточка задньої поверхні.
12. Заточка передньої поверхні під кутом.
13. Доведення передньої поверхні пір'їв.
14. Антикоровійна обробка.
15. Упаковка.

Порядок технологічних операцій при виготовленні мітчиків М7 - М8 зі швидкорізальної сталі:

1. Токарно-автоматна обробка.
2. Проточка рівчака на хвостовику.
3. Фрезерування квадрата.
4. Накатка різьблення.
5. Фрезерування канавок.
6. Зняття задирок.
7. Таврування.
8. Термічна обробка.
9. Шліфування зворотних центрів.
10. Шліфування хвостової частини.
11. Шліфування робочої частини по зовнішньому діаметру.
12. Поліровка канавок.
13. Шліфування різьби.
14. Заточка передньої поверхні.
15. Заточка задньої поверхні.
16. Заточка передньої поверхні під кутом.
17. Доведення передньої поверхні пір'їв.
18. Антикорозійна обробка.
19. Упаковка.

Розглянемо основні операції технологічного процесу виготовлення мітчиків М3-М8 зі швидкорізальної сталі:

1. Токарно-автоматна обробка заготовок мітчиків

В умовах великосерійного і масового виробництва машинних мітчиків малих розмірів найбільш рентабельна токарно-автоматна обробка на одно- і багатошпіндельних автоматах подовжнього точіння . Ці автомати забезпечують повну токарну обробку заготовок, а саме обточування робочої і хвостової частин з одночасним утворенням зворотних центрів і зняття фасок

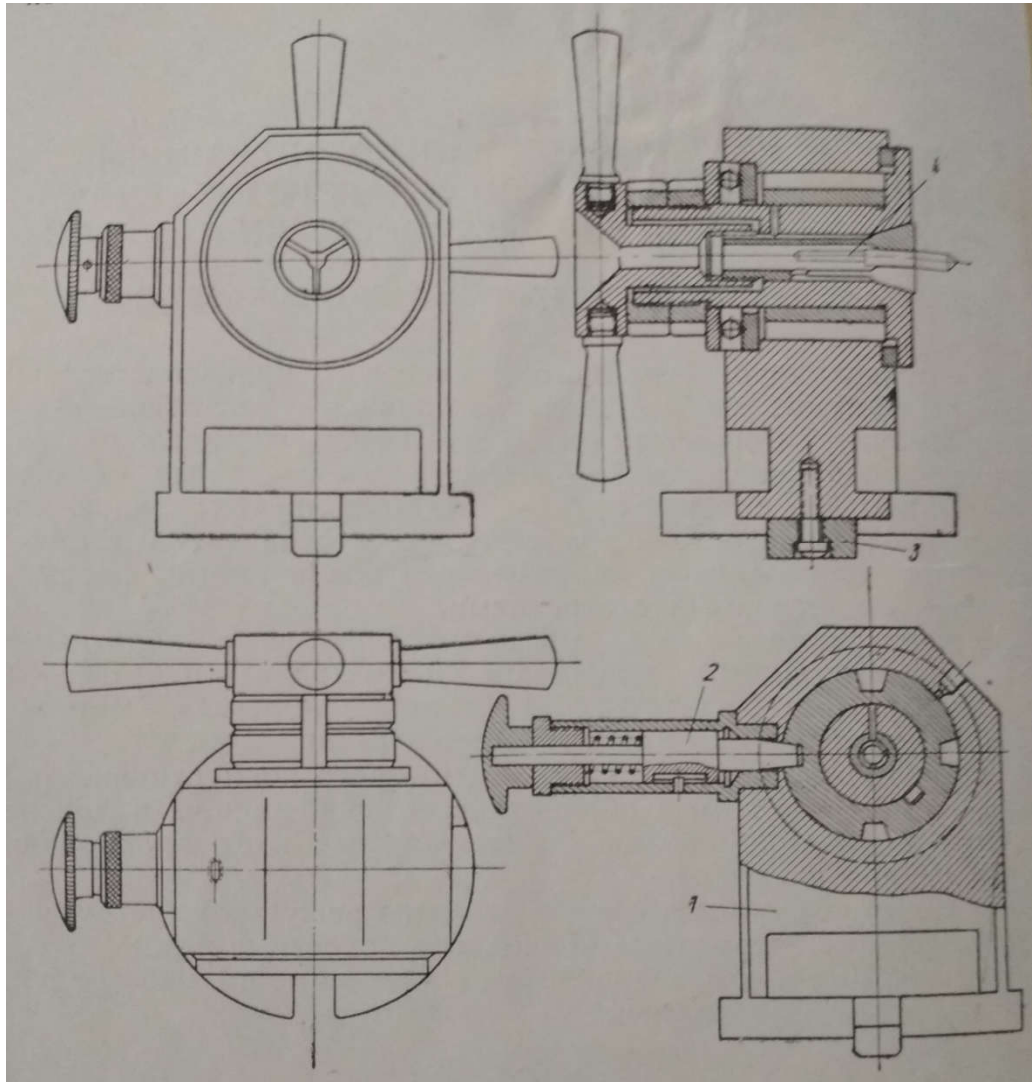
у заготовок з центровими отворами. Мітчики діаметром М3-М6 виготовляються із зворотними центрами (виступами), а починаючи з діаметру М7 і вище, - з центровими отворами. Центрові отвори мають бути суворо концентричні робочій частині і ретельно оброблені. Риски, надири і інші дефекти на центрових отворах, а також їх неправильна форма не допускаються. При виготовленні мітчиків, в якості різального інструменту застосовуються автоматні прохідні і відрізні різці. Розміри мітчиків контролюють за допомогою скоб, налаштованих на даний розмір.

2. Утворення квадратів у мітчиків

Утворення квадратів у мітчиків робиться фрезеруванням, протяганням і холодним штампуванням.

Для виготовлення мітчиків при великосерійному і масовому виробництві застосовуються спеціальні фрезерні напівавтомати або горизонтально-фрезерні верстати з використанням спеціальних пристосувань. Одночасно фрезерують дві грані квадрата набором з двох - і тристоронніх фрез. Після обробки першої пари граней стіл верстата відводять в початкове положення і за допомоги ділильної голівки повертають мітчик на 90° навколо подовжньої осі. Для фрезерування квадрата у мітчиків діаметром до 6 мм застосовується пристосування, показане на рис.1.5.

Заготовку, що підлягає обробці, встановлюють в цангу 4 пристосування і затискають штурвальною гайкою з руків'ям. Ділення заготовки на чотири частини відбувається в результаті повороту втулки з чотирма вирізами для фіксатора 2, який при необхідності може виходити з пазів втулки за допомогою кнопки. Повернення фіксатора в початкове положення робиться пружиною.



1 - корпус пристосування, 2 - фіксатор, 2 - сухар, 4 — цанга

Рисунок 1.5 - Загальний вигляд пристосування для фрезерування квадратів у мітчиків і розгортки діаметром до 6 мм

Заготовку яка підлягає обробці, встановлюють в цангу 4 пристосування і затискають штурвальною гайкою з руків'ям. Ділення заготовки на чотири частини відбувається в результаті повороту втулки з чотирма вирізами для фіксатора 2, який при необхідності може виходити з пазів втулки за допомогою кнопки. Повернення фіксатора в початкове положення відбувається за рахунок пружини.

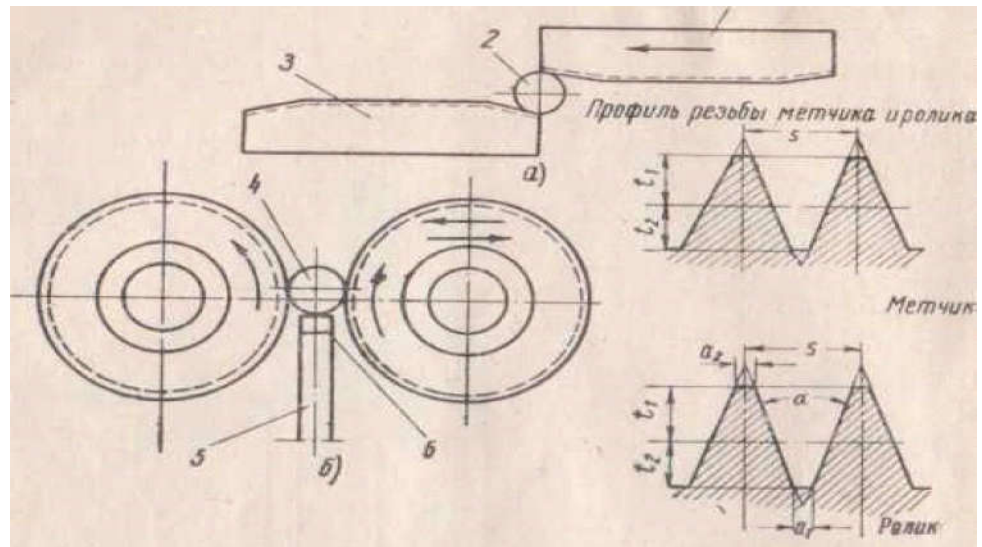
Для одночасного фрезерування квадратів у двох і більше заготовок декількома наборами фрез застосовують багатомісні пристосування. Поворот мітчика на 90° здійснюється за допомогою рейки. В якості різального інструменту для фрезерування квадратів застосовуються дискові тристоронні фрези. Діаметр фрез і кількість зубів вибирають залежно від діаметру оброблюваного виробу.

Також протягування квадрата у мітчиків робиться на протяжних верстатах. Але найбільш прогресивним способом утворення квадрата є холодне штампування, завдяки якому досягаються найбільша продуктивність обробки і хороша якість деталей, а також повністю ліквідовуються відходи металу на цій операції і підвищується стійкість квадрата.

3. Нарізання різьби на мітчиках

У великосерійному виробництві нарізання різьби на машинних мітчиках МЗ-М8 здійснюється в основному накатуванням з подальшим шліфуванням на різьбошліфовальних верстатах і шліфуванням одно- або багатонитковими кругами цілого прутка металу. Нарізання різьби способом накатки здійснюється за допомогою плоских плашок чи роликів на спеціальних різьбонакатних верстатах.

У першому випадку заготовку прокатують між двома плоскими плашками, забезпеченими рівчачками, що мають профіль різьби; одній плашці повідомляють зворотно - поступальне переміщення, а іншу залишають нерухомою (рис. 1.6, а). У другому випадку заготовку поміщають по напрямній лінійці між двома роликками, що обертаються в одному напрямі (рис. 1.6, б). Накатування різьби роликками в порівнянні з накатуванням плоскими плашками має наступні переваги: а) на різьбошліфовальних верстатах виходить точніша різьба на роликках; б) зусилля при накатуванні роликками значно нижче; в) у накатних роликків можна регулювати режими накатки.



а - плоскими плашками, б - двома роликами. 1 - рухлива плашка, 2 – виріб, 3 - нерухома плашка, 4 - виріб, 5 - напрямна лінійка, 6 - твердий сплав

Рисунок 1.6 - Схема накатування різьби

Діаметр заготовки під накатку різьби машинних мітчиків вибирають по таблиці 1. При накатуванні різьби роликами заготовка обертається навколо своєї осі кілька разів до утворення різьби на встановленій довжині. Діаметр роликів коливається в межах 120 - 250 мм залежно від конструкції верстата.

Оскільки розміри роликів значно перевищують розміри накатуваних мітчиків, для отримання необхідного кута підйому різьбу на роликах роблять багатозахідной. Кількість заходів різьби визначається з наступного вираження:

$$n = \frac{D_{\text{ср ролика}}}{d_{\text{ср мітника}}}$$

Таблиця 1.1 - Діаметри заготовок під накатку різьби на машинних мітчиків

Номінальні розміри в мм			Операційні розміри		
D	S	№ мітчика	D _{0,02}	l	
Різьба основна метрична ОСТ НКТП 94 и 32	3	0,5	1 2	3,16 3,22	18 _{-0,8}
	(3.5)	0,6	1 2	3,59	18 _{-0,8}
	4	0,7	1 2	4,02 4,09	20 _{-0,8}
	5	0,8	1 2	4,95 5,02	22 _{-0,8}
	6	1	1 2	5,82 5,90	20 _{-0,8}
	(7)	1	1 2	6,80 6,90	20 _{-0,8}
	8	1,25	1 2	7,70 7,79	25 _{-0,1}

При проектуванні роликів приймають наступні положення: а) дно западини профілю не повинне брати участь в утворенні зовнішнього діаметру різьби яка накатується; б) головка різьби мітчика який накатується, збільшена на припуск під шліфування по зовнішньому діаметру, повинна поміщатися в западині ролика.

Розглянемо різьбошліфувальний верстат моделі МВ13. Різьбошліфувальний верстат-напівавтомат моделі МВ 13 (рис.1.7) призначений для шліфування мітчиків.

Технічна характеристика верстата:

1. Діаметр шліфувальних мітчиків, мм 3-12.
2. Найбільша відстань між центрами, мм 200.
3. Найбільша довжина шліфувальної різьби, мм 45.
4. Частота обертання шпинделя виробу, об / хв 30-300.
5. Діаметр шліфувального кола, мм 350.

6. Частота обертання шліфувального кола, об / хв 1550-1950.

7. Величина затилування, мм 0,02-0,04.

Основні механізми наступні: головного руху, поздовжньої подачі, поперечної подачі, обертання заготовки, затилування, швидких поперечних переміщень шліфувальної бабки, компенсації зазорів, в ланцюзі приводу обертання заготовки, правлення абразивного кола, компенсації зносу абразивного кола. Кінематична схема верстата показана на рис. 1.8.

Рухи у верстаті: головний обертальний рух шліфувального кола; рух поздовжньої подачі стола, обертальний рух шпинделя виробу, рух поперечної подачі шліфувальної бабки, затилування і правки шліфувального кола. Ланцюг головного руху. Обертання шліфувального кола 72, встановленим на шпинделі I шліфувальної бабки, повідомляється електродвигуном постійного струму через дві клиноремінні передачі $\frac{d_1}{d_2} = \frac{89}{82}$

$$i \frac{d_2}{d_4} = \frac{89}{82}.$$

Ланцюг обертання заготовки. Обертальний рух заготовці повідомляється від електродвигуна М2 через редуктор реверсу 3, клиноремінну передачу $\frac{d_5}{d_6}$, зубчасту пару $\frac{36}{36}$, вал II, зубчасту пару $\frac{70}{70}$ механізм вибірки зазорів 52, вал III, зубчасту передачу $\frac{28}{56}$, повідкову планшайбу 55.

Опорний центр 54 передньої бабки не обертається, а тільки зміщується рукояткою 56 в осьовому напрямку при встановленні і знятті заготовки з центрів. Опорний центр до заготовки підискається пружиною 53. Редуктор реверсу, що складається з черв'ячної пари $\frac{4}{24}$, циліндричних зубчастих передач і електромагнітних муфт 1 і 2, дозволяє змінювати напрямок обертання планшайби і поздовжнього переміщення стола. При включенні муфти 2 вихідний вал редуктора одержує обертання через черв'ячну пару $\frac{4}{24}$ і

зубчасту передачу $\frac{45}{45} \frac{50}{50}$, а при включенні муфти - по ланцюгу $\frac{4}{24} \frac{45}{45}$, і напрямком обертання вихідного валу змінюється на протилежний.

Ланцюг поздовжніх подач. Поздовжнє переміщення столу 85 повідомляється від плоскої поворотної лінійки 39. Лінійка рухається разом з полозками 37 в поперечному напрямку. При певному куті повороту лінійки вона впливає через ползушки 40 на пов'язану зі столом штангу X, переміщаючи стіл в поздовжньому напрямку. Полозки отримують рух з вала II і далі по ланцюгу: $\frac{36}{80}$, змінні зубчасті колеса $\frac{a}{b}$, вал IV, черв'ячна пара $\frac{1}{100}$, барабан 36 зі сталевими стрічками 35, кінці яких прикріплені до полозок. При обертанні барабана сталева стрічка перемотується і рухає полозки з плоскою лінійкою в поперечному напрямку. Постійний підтиск штанги, а значить і столу до лінійки забезпечується вантажем 49. Вантаж висить на одному кінці троса 50, перекинутому через блок 51 і закріпленому іншим кінцем в столі. Лінійку 39 на полозках встановлюють під потрібним кутом за допомогою плиток кінцевих мір. Величину ходу полозок, а значить величину поздовжнього переміщення стола обмежують кінцевими вимикачами 45-48 і переставними упорами 41-44. Потрапляння профілю шліфувального кола в западину шліфуючої різьби роблять обертанням штурвала 38, від якого рух передається по ланцюгу $\frac{3}{30} \frac{40}{40}$ на гайку 31. Гайка обертається і при нагвинчуванні або згвинчуванні з різьбового кінця штанги X зміщує стіл в поздовжньому напрямку.

Ланцюг поперечних подач. Переміщення шліфувальної бабки в поперечному напрямку здійснюють за допомогою гвинтової пари 75. Гвинт 76 отримує обертання або від штурвала 28 (ручна подача) через пару зубчастих коліс $\frac{36}{108}$, або від гідро двигуна 19 (автоматична подача) через зубчасту передачу $\frac{66}{50}$, храповий механізм 30 і зубчасту пару $\frac{36}{108}$. Величина

автоматичної поперечної подачі визначається кутом повороту диска 20, встановленого на одному валу з ротором гідро двигуна. Кут повороту диска, а значить і ротора гідро двигуна обмежується переставними упорами, розташованими на диску. Поворот ротора гідро двигуна відбувається під тиском масла, що надходить в ту чи іншу порожнину гідро двигуна від насоса 33 через двопозиційний золотник 14. Прискорене підведення шліфувального кола до заготовки і відведення відбувається при піднятті і опусканні хвостової частини шліфувальної бабки 73 ексцентриком 74, який отримує обертання від рукоятки 12 через пару зубчастих коліс $\frac{49}{41}$ і вал V.

Положення рукоятки 12 фіксують в корпусі 10. Тонку поперечну подачу шліфувального кола отримують при повороті рукоятки 12 разом з корпусом 10. Для цього обертають лімб 4, який через гвинтову зубчасту пару $\frac{22}{22}$, гвинт 7 і гайку переміщує корпус 10, і повільно повертає рукоятку 12. Зазори в гвинтовій парі поперечної подачі шліфувальної бабки усувають за допомогою вантажу 80.

Ланцюг затилування. Затилування мітчика на даному верстаті відбувається не шляхом зворотно-поступального руху шліфувальної бабки, що має значну масу, а шляхом похитування тільки центру 78 задньої бабки, що дозволяє істотно збільшити число затиловочних рухів в одиницю часу. Шпиндель IX задньої бабки спирається на два пальця 77 і 79, які дозволяють йому повертатися в горизонтальній площині при дії затиловочного кулачка 83 на задній кінець шпинделя. Задній кінець шпинделя пов'язаний з корпусом бабки за допомогою пластинчастих пружин, що притискають ролик 82 до затиловочного кулачку.

Рух затилування шпиндель задньої бабки отримує від вала II. При затилуванні мітчиків з прямими стружковими рівчачками подвійний блок зубчастих коліс $z = 30 \div 45$ на валу II перемикають вправо, вимикають муфту 84 і рух до затиловочного кулачку передається по ланцюгу $\frac{30}{60} \frac{60}{60}$. Коли

затилують мітчики з гвинтовими рівчаками, в роботу включають диференційний механізм 81, для чого перемикають блок зубчастих коліс $z = 30 \div 45$ вліво, включають муфту 84 і рух до затиловочного кулачка від вала II передається по ланцюгу $\frac{45}{45} \frac{45}{32} \frac{1}{30} \frac{a_1}{b_1} \frac{c_1}{d_1} \frac{1}{36}$, диференціал 81 ($i_{1-0} = 1/2$), кулачкова муфта 84, зубчаста пара $\frac{60}{60}$ затиловочний кулачок. Для можливості

шліфування і затилування в обидві сторони в ланцюзі затилування є пристрій для компенсації зазорів, подібне пристрою 52 в ланцюзі обертання заготовки.

Ланцюг правки шліфувального кола. Автоматичну правку шліфувального кола здійснюють за допомогою спеціального механізму, який включається по сигналу від кулачка 21, встановленого на диску 20. При цьому алмазні олівці 68 отримують гойдальний рух від електродвигуна МЗ, через зубчасту пару, змінні зубчасті колеса $\frac{a_2}{b_2} \frac{c_2}{d_2}$, дві черв'ячні пари $\frac{2}{32}$ і $\frac{2}{32}$, гвинтовий копір 71, кулачкову муфту 70, двоплечовий важіль 69, тяги 66 і зубчасті сектори 67. Відключення механізму правки відбувається від кінцевого вимикача 65.

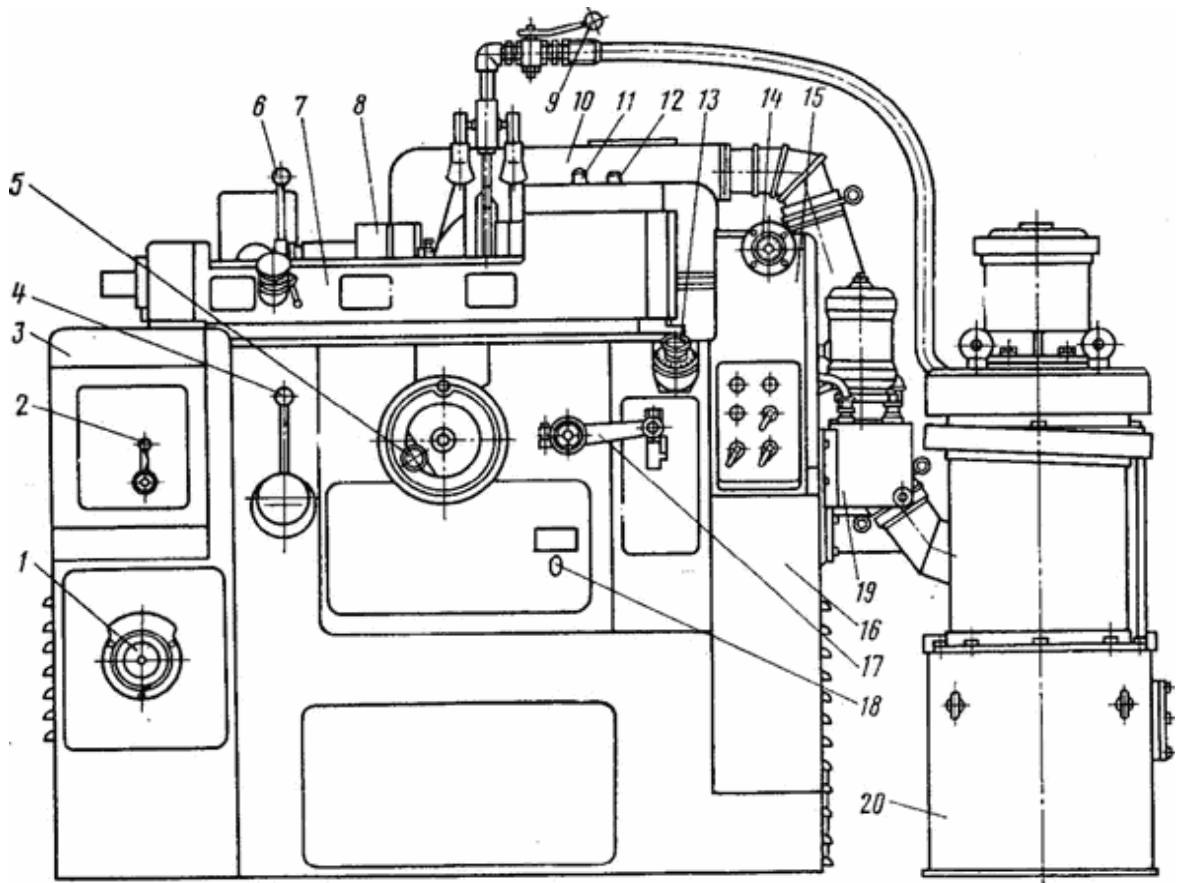
Правку шліфувального кола вручну роблять поворотом кнопки 64, яку попередньо витягають, для того щоб вимкнути кулачкову муфту і тим самим відключити ланцюг автоматичної правки. При автоматичній правці шліфувального кола одночасно з включенням механізму правки приводяться в дію механізм подачі правильного кола на шліфувальне коло і механізм компенсації зносу кола. Команда на включення цих механізмів подається при натиску кулачка 21 на пускач 29. За командою включається електродвигун механізму правки і спрацьовує електромагнітний золотник 34, який відкриває доступ масла до двох циліндрів 57 і 59 зі шток-рейками 58 і 60. Шток - рейка 58 через зубчасте колесо $z = 32$, храповик $z = 30$, черв'ячну $\frac{2}{27}$ і гвинтову пару насуває правильний прилад на шліфувальне коло. Шток-рейка 58 через

зубчасте колесо $z = 38$, храповик $z = 44$, черв'ячну $\frac{2}{28}$ і гвинтову 75 пари переміщує шліфувальну бабку до заготовки, компенсуючи знос шліфувального кола при його виправленні. Подати правильний прилад в напрямку шліфувального кола можна вручну обертанням лімба 61, пов'язаного з храповиком $z = 30$, або більш швидким обертанням рукоятки 62, яка пов'язана з гвинтом 63 зубчастою передачею $\frac{11}{14}$.

Цикл роботи верстата при шліфуванні різьби виконується в такій послідовності. Поворотом рукоятки 12, пов'язаної з ексцентриком 74, швидко підводять шліфувальне коло до заготовки. Одночасно кулачок 18 на валу V натискає через важіль 15 на кінцевий вимикач 16 і двопозиційний золотник 14. В результаті кінцевий вимикач підключає електродвигун M2, що приводить в рух ланцюг обертання заготовки і поздовжньої подачі стола, а золотник пропускає масло від насоса 33 до гідро двигуна, який, повертаючи диск 20 з кулачком 22 до упору 25, повідомляє шліфувальній бабці поперечну подачу. При реверсуванні полозок і столу кінцевий вимикач 45 подає команду на включення електромагніту 26, який через важіль 27 відводить упор 25, дозволяючи гідро двигуну здійснювати подальший поворот диска і поперечну подачу шліфувальної бабки. Однак при відведенні упору 25 важіль 27 одночасно натискає на кінцевий вимикач 32 і відключає електромагніт 26. В результаті пружина 24 швидко поверне упор 25 в початкове положення, в нього упреться вже наступний кулачок на диску 20 і подальша поперечна подача шліфувальної бабки припиниться. Далі цикл роботи верстата повториться.

Останні кілька робочих ходів виконуються без періодичної поперечної подачі. Відлік їх кількості відбувається за допомогою релейної лічильної схеми, після чого подається сигнал електромагніту 5, який через важіль 6, рейку 8, зубчасте колесо 9 і ще одну рейку 13 в корпусі 10 виштовхує фіксатор 11 рукоятки 12 з гнізда корпусу. Рукоятка під дією пружини

повертається. Разом з нею повертається вал V з ексцентриком 74 і кулачком 18. В результаті шліфувальна бабка швидко опускається і відводить шліфувальне коло від заготовки, а важіль 15 звільняє кінцевий вимикач 16 і золотник 14. Кінцевий вимикач 16 відключить електродвигун M2 приводу обертання заготовки і подачі столу, а золотник направить масло в іншу порожнину гідро двигуна, який поверне в початкове положення диск 23 з кулачками і шліфувальну бабку.



1 - рукоятка регулювання частоти обертання шліфувального круга; 2 - рукоятка правки круга в неавтоматичному циклі; 3 - механізм переміщення столу; 4 - рукоятка управління рухом столу (пуск, стоп, вліво, вправо); 5 - маховичок поперечної подачі; 6 - рукоятка відведення переднього центру; 7 - стіл; 8 - передня бабка; 9 - рукоятка пуску охолодження; 10 - шліфувальна бабка; 11, 12 - гвинти повороту і закріплення шпинделя шліфувального круга; 13 - лімб гвинта мікроподачі; 14 - тахометр; 15 - привід столу і деталі; 16 - кінцевий вимикач; 17 - золотник; 18 - кулачок; 19 - важіль; 20 - корпус електродвигуна.

Рівчаки в мітчиків фрезерують фрезами із затилованими зубами і фрезами з заточеними гострими зубами. Фрезерування фрезами з заточеними гострими зубами забезпечує кращу чистоту оброблюваної поверхні і вищу продуктивність операції. У фрез із затилованими зубами після кожного переточування збільшується простір для поміщення стружки, але ці фрези не забезпечують такої чистоти оброблюваної поверхні, як з заточеними гострими зубами. Кількість зубів у затилованих фрез значно менша, ніж у фрез з заточеними гострими зубами. При неправильному вибраному режимі або при недостатньо гострій кромці вершина затилованого зуба швидко руйнується, внаслідок чого при заточуванні необхідно видаляти великий шар металу. Тому необхідно стежити за тим, щоб затиловані фрези були завжди добре заточені і не доводилися до великого затуплення.

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.

Робота на багатоцентричних пристосуваннях вимагає точної установки робочих фрез, які мають бути насаджені на оправляння на відповідній відстані один від одного. Розміри настановних кілець, товщина і діаметр фрез мають бути суворо витримані. Комплекти фрез слід виготовляти з точністю 0,03-0,05 по діаметру.

При роботі з тришпindelною ділильною головкою, призначеною для фрезерування прямих канавок в осьовому інструменті, застосовується також спеціальна задня трицентрова бабка. При цьому, треба виконувати наступні рекомендації :

- відстань між осями центрів задньої бабки має бути однаковою з відстанями між осями поворотних шпindelів ділильної головки;
- при фрезеруванні канавок не слід давати велику подачу для мітчиків з нарізаною різьбою і не слід доводити фрези до значного затуплення;
- при фрезеруванні канавок необхідно суворо дотримуватися профілю рівчаки, передбаченого при створенні конструкції мітчика.

З профілем рівчака пов'язані наступні елементи мітчика : передній кут, ширина пера, площа перерізу рівчака і кути задньої кромки. Форма рівчака має бути такою, щоб на всьому протязі різальної кромки величина переднього кута різко не змінювалася.

5. Термічна обробка мітчиків.

Машинні мітчики МЗ-М8 виготовляються із сталей Р18 і Р9 цільними. Режим термічної обробки і порядок технологічних операцій виготовлення мітчиків з різьбою і без різьби однаковий.

Термічна обробка (загартування і відпуск) мітчиків зі швидкорізальної сталі здійснюється при нагріві їх в соляних ваннах, що забезпечує швидший і рівномірний нагрів виробів і збільшує продуктивність печей. У розплавлених солях, внаслідок великої швидкості нагріву, можна робити місцевий нагрів інструменту (його робочій або хвостовій частині), чого не можна здійснити в газових, мазутних і електроповітряних печах. Застосування розплавлених солей для нагріву під загартування при відповідному розкислюванні їх, дозволяє уникнути знеуглецювання поверхні інструменту.

Солі і їх суміші використовуються залежно від призначення і робочої температури ванн. Загартування мітчиків, виготовлених із сталі Р18,

робиться при 1270-1280°, а із сталі Р9 - при 1220-1230° з двоступінчатим попереднім підігріванням.

Перше попереднє підігрівання здійснюється при 400-500° в шахтній, муфельній або камерній печі з електричним, газовим або мазутним обігрівом. Друге підігрівання робиться при 840-860° в розплаві солей 78% BaCl₂ + 22% NaCl. У тих випадках, коли немає соляної ванни для другого підігрівання, його можна робити в муфельних і камерних печах із захисною атмосферою.

Остаточний нагрів робиться в хлорбарієвій електродній ванні (100% BaCl₂). Витримку при остаточному нагріві під загартування приймають з розрахунку 6-8 сек/мм. Витримка при другому підігріванні дорівнює подвоєній витримці при остаточному нагріві.

Охолодження при загартуванні здійснюється в розплавленій селітрі KNO₃ або в лузі NaOH при 400-500°. Якщо немає ванни для ступінчастого охолодження, мітчики можна охолоджувати в олії при 100-120°.

6. Заточка мітчиків

В процесі нарізання різьби мітчик зношується в основному по задній поверхні зубів різальної частини, і тому заточування повинне робитися головним чином по задній поверхні різальної частини. Слід враховувати, що в результаті переточувань мітчика по задній поверхні різальної частини поступово зменшується довжина його калібруючої частини, внаслідок чого кількість переточувань обмежується мінімально допустимою довжиною калібруючої частини (2-3 витки).

При нормальній експлуатації мітчика і відсутності викришувань на передній поверхні, його пір'я немає необхідності заточувати по передній поверхні. Проте в цілях збільшення сумарної стійкості мітчика необхідно час від часу робити заточування його пір'я по передній поверхні.

Можна рекомендувати наступну послідовність переточувань мітчика в умовах його нормальної експлуатації: два переточування - по задній поверхні різальної частини, одне - по передній, потім знову два - по задній, одне - по передній. Кількість переточувань по передній поверхні обмежується

товщиною переточеного пера мітчика (не менше 0.5 первинної товщини пера).

Задню поверхню різальної частини пера можна заточувати: а) на спеціальних верстатах з використанням шліфувального пристосування; б) на токарно - затиловочних верстатах з використанням шліфувального пристосування; в) на універсально-заточувальних верстатах за допомогою спеціальних пристосувань. В усіх трьох випадках заточування можна здійснювати урізуванням (без використання подовжньої подачі), якщо ширина круга більше довжини різальної частини, або на прохід (з використанням подовжньої подачі), якщо ширина круга менше довжини різальної частини[8].

Розглянемо технологію виготовлення безстружкових мітчиків. Маршрутна технологія виготовлення безстружкових мітчиків багато в чому аналогічна технології виготовлення ріжучих мітчиків і складається з наступних операцій:

- відрізка заготовки зі швидкорізальної сталі;
- відрізка заготовки з вуглецевої сталі;
- обточування робочої частини заготовки під зварювання;
- очищення від окалини робочої і хвостової частин;
- зварювання;
- відпал;
- обточування зварювального шва;
- підрізання торців;
- центрування з двох сторін;
- попереднє і остаточне обточування хвостовика, калібруючої частини і забірного конуса з припуском під шліфування;
- обробка квадрата;
- таврування;
- термічна обробка;
- шліфування центрових отворів;

- шліфування хвостової частини;
- затилування (шліфування) робочої частини по зовнішньому діаметру;
- шліфування різьби по контуру робочої частини;
- доведення різьбового профілю.

При виготовленні безстружкових мітчиків відсутні такі операції, як фрезерування стружкових канавок, заточка пера по передній грані і шліфування затилку забірного конуса, необхідні при виготовленні ріжучих мітчиків. Для безстружкових мітчиків діаметром до 12 мм, які виготовляють не зварними, а цільними, операції від відрізки заготовки до обточування зварювального шва також виключаються[9].

2. ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА МІТЧИКІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ПЛАСТИЧНОЇ ДЕФОРМАЦІЇ

2.1 Технологія виробництва мітчиків способами обробки металів тиском

У сучасному виробництві мітчиків штампуванням утворюють квадрат . Тому що, найбільш прогресивним способом утворення квадрата є холодне штампування, завдяки якому досягаються найбільша продуктивність обробки і висока якість деталей, а також повністю ліквідовуються відходи металу на цій операції і підвищується стійкість квадрата.

Розглянемо приклад на рис. 2.1, на якому зображена схема штампу для холодного витискування квадрата у мітчиків. Пристрій штампу наступний: у блоці штампу 4 є конічний отвір, в якому розташована напрямна втулка 5; у пазах, що направляють вільно можуть пересуватися в радіальному напрямі чотири сухарі 3, зовнішні сторони яких зв'язані з конічною поверхнею отвору блока штампу, а внутрішні плоскі сторони є робочими поверхнями; у направляючої втулки є центральний отвір, в який при витискуванні вставляють заготовку під мітчик; згори штамп закритий кришкою 1; у кришці знаходиться упор 2, постійно притискуваний пружиною до блока штампу; знизу штамп закритий кришкою 6, яка утримує направляючу втулку від випадання при неробочих положеннях штампу; штамп встановлюють на циліндричну підставку 8, з одного боку якої є широкий проріз.

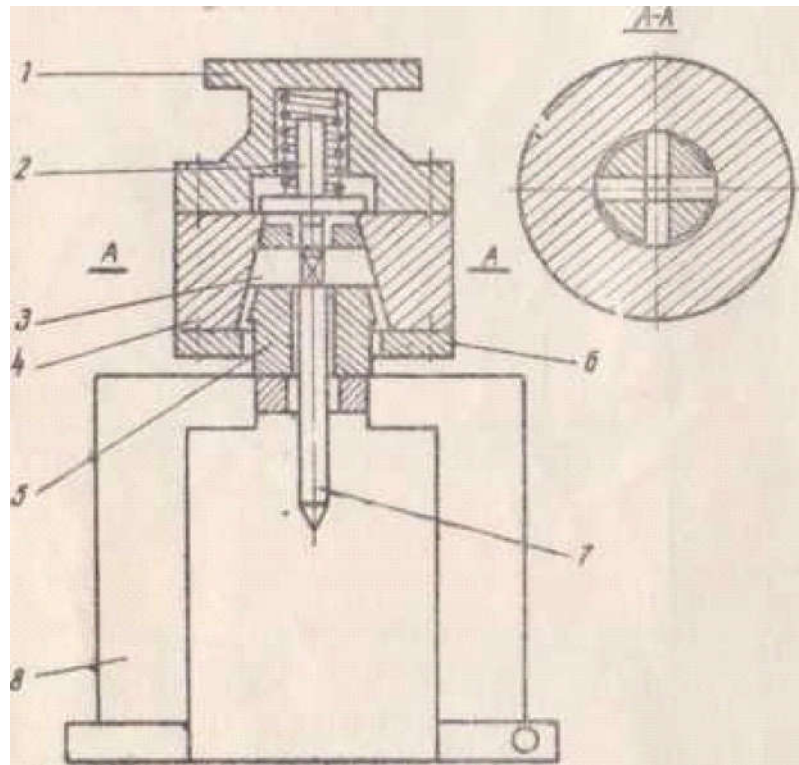


Рисунок 2.1 - Схема штампа для холодного видавлювання квадрату у мітчиків[8].

Штамування квадрата робиться таким чином. Заготовку мітчика 7 вставляють в центральний отвір направляючої до упору і включають прес. Переміщаючись вниз, блок штампу одночасно притискає сухарі до мітчика з чотирьох сторін, внаслідок чого утворюються відразу чотири грані квадрата. Після витискування квадрату шток пресу припіднімається, і заготовка падає.

Також штамповкою утворюють у мітчика стружкові рівчаки завдяки РШПА. Цей прес-автомат розглядався в способі отримання заготовки мітчика на науковій конференції [10, 11]. Винахід відноситься до обробки металів тиском, а саме до конструкцій пресового устаткування.

Метою цього винаходу є підвищення продуктивності і зменшення металоємності. Це досягається тим, що приводний механізм повзунно-пуансонного блоку виконаний у вигляді С-подібних шатунів з двома кінцевими і проміжною головками. 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 повзушкою, ексцентрично пов'язаною віссю із станиною. Проміжна голівка шарнірно сполучена, з повзунно - пуансонним блоком. На рис.2.2 представлений пропонуванний прес - автомат; на рис. 2.3 - переріз А-А на рис. 2.2.

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.

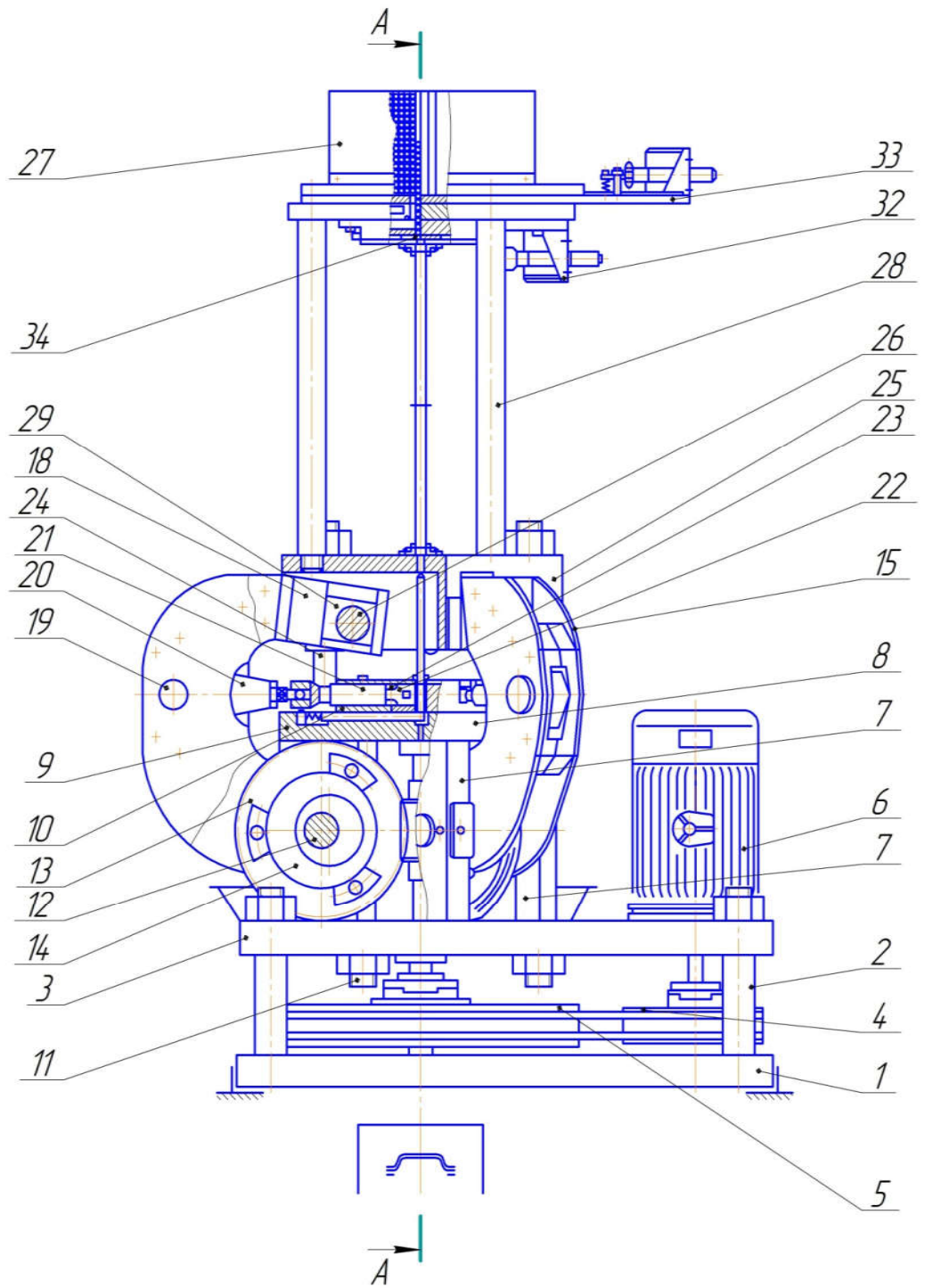


Рисунок 2.2 – Радіально - штампувальний прес-автомат

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. Цикл повторюється. Запропонований пристрій при зниженні металоємності має високу продуктивність роботи [12].

Конструкція прес – автомату виконана у вигляді п'яти вертикально розміщених один над одним блоків (рис. 2.4):

- 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;

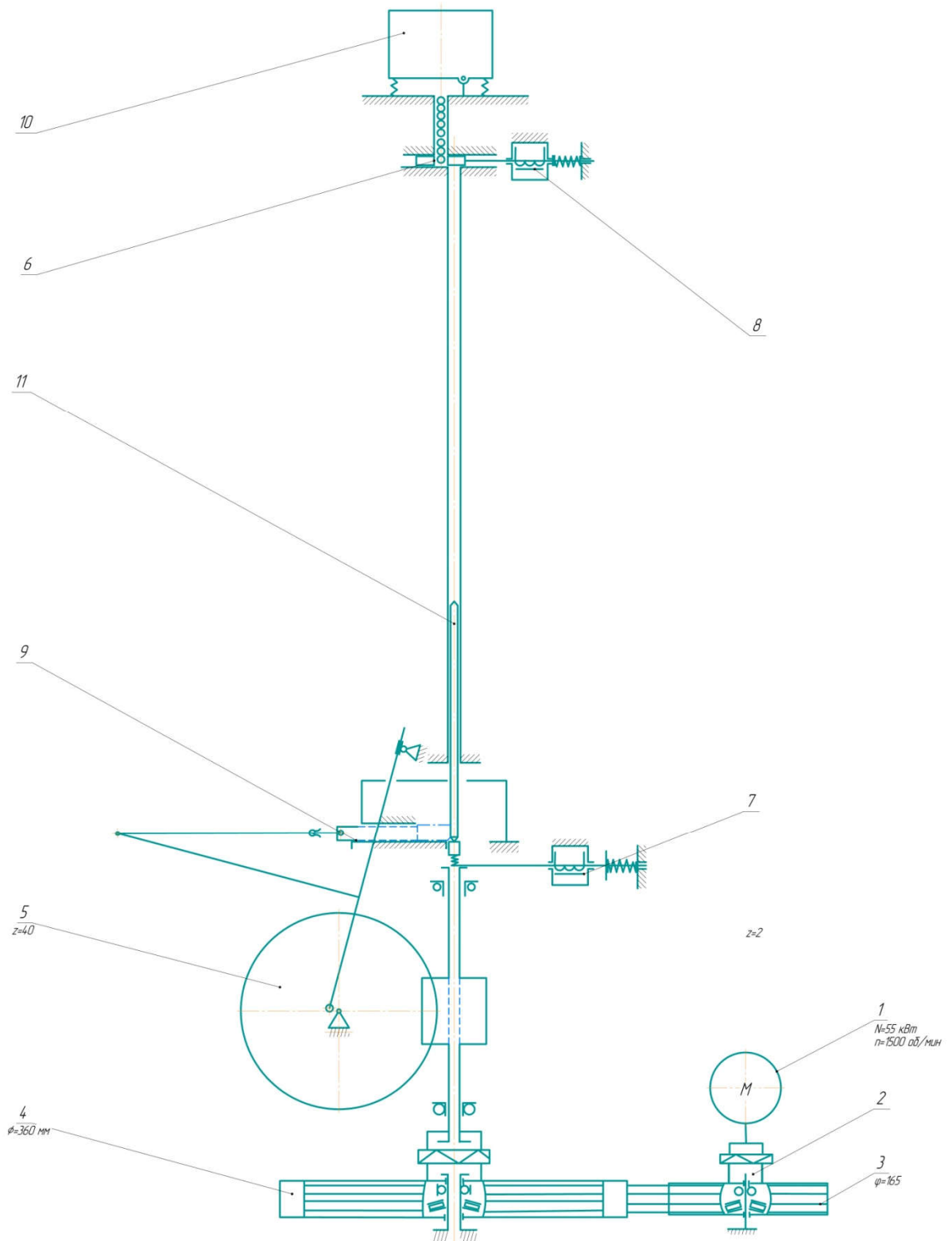
4 блок – гравітаційний пері орієнтатор заготовок, механізм поштучної видачі з приводом від електромагніта;

5 блок – наочувач 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.

Принцип роботи преса: коли повзун знаходиться в крайньому передньому положенні він впливає на штифт електроконтактних датчиків механізмів поштучної видачі та рухомого упору, 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.



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 2.4 Кінематична схема РШПА

Таблиця 2.1 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

Основною перевагою преса - автомата в порівнянні з існуючими моделями пресів є велика продуктивність. Якщо на існуючій моделі кривошипного преса типу КД 2330 і інших, не дивлячись на малу вагу заготовки, штампувальник 4-го розряду може відштампувати в зміну 5000-8000 штук заготовок, то при продуктивності 18000 штук і більше заготовок прес - автомат обслуговується одним наладчиком – оператором 3-го розряду.

Необхідно також враховувати що праця штампувальника одноманітна (штампувальник під час роботи не рухається, працюють тільки руки). У цеху, де встановлені преси застарілих моделей, має місце високий рівень шуму від вихлопів стисненого повітря (або приводиться в зачеплення муфта і гальмо кривошипного преса).

При відносно малій потужності електродвигуна, встановленого на пресі - автоматі, завдяки своїй кінематичній схемі отримують на пуансоні зусилля в 100 кН, яке використовується повністю при штампуванні заготовки, в той час, як енергетичні можливості преса КД 2330 використовуються на 10-30%, що явно не припустимо при масовому і великосерійному виробництві.

Особливу увагу необхідно приділити також якості штампування, дотримання ГОСТів. Точність штампування діаметра серцевини заготовок мітчика на прес - автоматі вище, ніж в штампі. Закон розсіювання розмірів діаметра, серцевини мітчика при штампуванні на прес - автоматі відповідає нормальному. При штампуванні в штампі такого немає. Більш того, установка НО-7502 в даний час не працює в слідстві того, що вона не забезпечує необхідної точності штампування і зсуву осі відштампованого квадрата і рівчака від осі заготовок, яка перевищує допустимі норми, обумовлені ГОСТом 3266-71. Необхідно також відзначити, що вищезгадані типи обладнання не в повній мірі відповідають нинішньому рівню розвитку науки і техніки, так як вони є метало - і енергоємні, займають великі виробничі площі і малопродуктивні при досить великій вартості.

Основний недолік прес - автомату полягає в складності налаштування пуансонів, тому що тут необхідний спеціальний оптичний прилад, яким завод ім. Войкова не володіє. Тому налагодження доводиться робити чисто візуально, шляхом проб і помилок, перевіряючи якість налаштування по відштампованим заготовкам. У зв'язку з цим багато заготовок з дорогого металу йде на брак.

2.2 Напружено - деформований стан мітчиків під час їх виготовлення та експлуатації

При дослідженнях роботи мітчиків у зв'язку з обмеженістю їх радіальних розмірів є дуже актуальні питання визначення міцності робочої частини цього інструменту, яка значно ослаблена стружковими ривчачками, що викликають концентрацію напруги при навантаженнях на мітчик, які виникають при різанні. Мітчики в основному сприймають скручувальні навантаження, іноді - вигинаючі через неспіввісності інструменту і отвору. У зв'язку з цим в переважаючій більшості робіт, присвячених розрахункам міцностних характеристик мітчиків, розглянуті розрахунки робочої частини цього інструменту на кручення[13, 14, 15]. Завдання по крученню тіл, що мають в поперечному перерізі профіль, подібний або ідентичний профілю мітчиків, вирішували наближеними методами на основі відомих рівнянь двомірної теорії пружності - методами аналогій і чисельними. Застосування ЕОМ (електронна обчислювальна машина) значно полегшило рішення таких завдань.

Методом кінцевих різниць з використанням способу послідовних наближень Лібмана були проведені розрахунки напруги і деформацій, що виникають при крученні в шліцьових валах, трехах прокатних станів, тобто у тілах, що мають профіль поперечного перерізу, аналогічний профілю мітчиків. Були проведені розрахунки мітчиків на міцність з використанням ЕОМ, визначаючи наближення до функції кручення варіаційним методом найменших квадратів [16] . Для визначення міцнісних характеристик робочої частини мітчиків застосовувався метод мембранної аналогії Л. Прандтля [17, 15]. Збіжність розрахункових руйнівних моментів і емпіричних, отриманих при випробуванні мітчиків, на машині кручення була в межах 15 - 20 %. Формули, отримані з використанням методів мембранної аналогії,

забезпечували точність $\pm 20\%$. Різниця величин емпіричних і теоретичних кутів закручування не перевищувала 10% [14].

Порівняльна складність теоретичних досліджень напружено-деформованого стану робочої частини мітчиків зі швидкорізальної сталі і цільних тврдосплавних була виправдана інформацією, отриманою в результаті цих досліджень, що дозволила до певної міри оптимізувати умови експлуатації цього інструменту, підвищити його ефективність. При аналізі виконаних теоретичних робіт за розрахунком мітчиків на міцність абсолютно очевидне висновок, що вживані методики розрахунків напруги і деформацій в однорідних тілах не можуть бути використані для подібних розрахунків складених, неоднорідних в поперечному перерізі тіл. В усіх вказаних роботах розглядалося чисте кручення однорідних тіл.

Спостереження за роботою мітчиків (M12 - M30), оснащених пластинами твердого сплаву, показали, що більшість поломок цього інструменту також пов'язана з крученням робочої частини (рис. 2.5). При скручуванні робочої частини починали руйнуватися пластини мітчиків, внаслідок чого різко зростали крутні моменти, і відбувалася поломка інструментів. Враховуючи відмічені обставини, а також те, що вартість тврдосплавних мітчиків приблизно в 5-10 разів більше вартості мітчиків зі швидкорізальних сталей, необхідно вміти оцінювати їх міцність, не доводячи до руйнування великі партії інструменту, що можливо тільки при поєднанні теоретичних методів з експериментальною перевіркою. Отже, потрібно було знайти такий метод, який би дозволяв оцінити міцнісні характеристики складених тіл складної конфігурації, аналогічній формі робочої частини мітчиків, оснащених пластинами, при роботі на кручення.

Було розроблено методику чисельного рішення на ЕОМ, в кінцевих різницях, задач кручення неоднорідних стержнів. Але для використання цього методу в тому вигляді, в якому він був представлений, потрібно було значне спрощення конфігурації контура, що могло привести до істотних помилок. В роботі [19] запропонований варіаційно - різницевий метод

рішення аналогічних задач, причому дано рішення для тіла простої форми, а як відомо, при використанні різницевого методів для тіл із складним контуром цей метод стає досить громіздким.

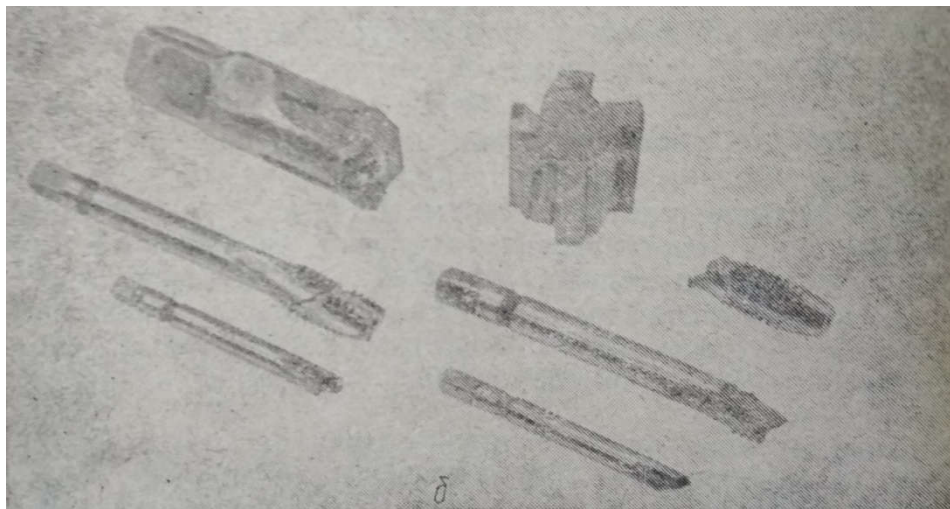
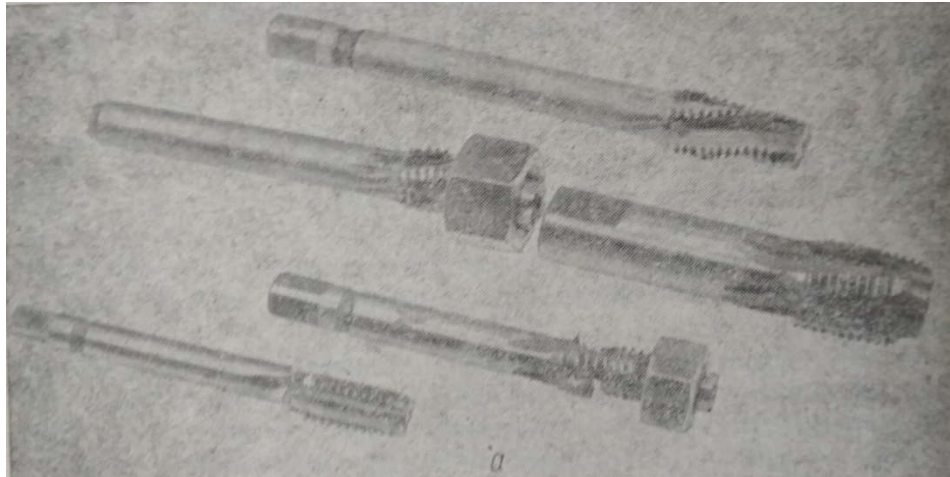


Рисунок 2.5. Руйнування мітчиків, які мають твердосплавні пластини з міцністю корпусів 15-25 HRC (а) і 35-40 HRC (б).

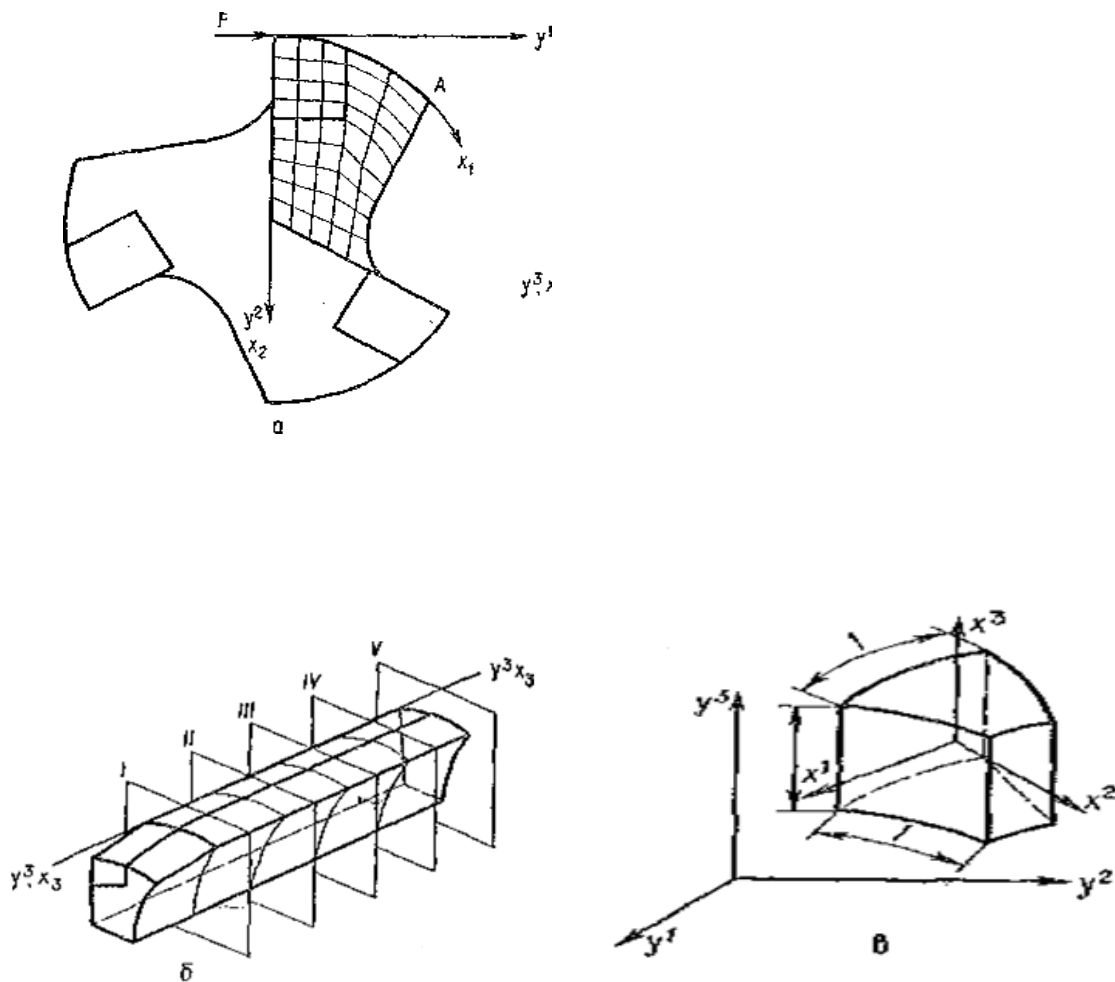
Було розроблено методику чисельного рішення на ЕОМ, в кінцевих різницях, завдань кручення неоднорідних стержнів. Але для використання цього методу в тому вигляді, в якому він був представлений, потрібно було значне спрощення конфігурації контура, що могло привести до істотних помилок. Запропонований варіаційно - різницевий метод рішення аналогічних задач, причому дано рішення для тіла простої форми, а як

відомо, при використанні різницевого методу для тіл із складним контуром цей метод стає досить громіздким[19].

У приведених роботах по крученню неоднорідних тіл розглядалося чисте кручення. Але на напругу, що виникає поблизу місць прилягання сил, можна не вважати тільки тоді, коли дані перерізи знаходяться від цих місць на відстань, більшу діаметру стержня, тобто при розрахунку тіл, що мають значну довжину. Отже, при теоретичних дослідках для отримання найбільш реальної картини розподілу напруги і деформацій в тілах, схильних до закручувальних навантажень і що мають довжину, рівну одному - двом зовнішнім діаметрам, бажано розглядати просторовий напружений стан, тобто вирішувати задачу тривимірної теорії пружності.

Завдяки широкому використанню швидкодіючих обчислювальних машин, для розрахунків напружено-деформованого стану тіл різної конфігурації отримав застосування чисельний метод кінцевих елементів (МКЕ)[19]. Цей метод використаний для розрахунку напруги і деформацій в різучій частині інструменту. Різниця результатів розрахунків, зроблених по МКЕ і отриманих поляризаційно-оптичним методом, не перевищувала 5-10%. В принципі застосування МКЕ дозволяє розраховувати розподіл напруги в тілі, як при об'ємній, так і площинній його деформаціях, при будь-яких видах і формах навантаження, враховуючи неоднорідність тіл. Сенса методу полягає в тому, що досліджуваний об'єкт замінюється сукупністю кінцевих елементів (КЕ) відносно простої геометричної форми. Математична модель об'єкту являє собою систему рівнянь алгебри, що описують стан кожного КЕ окремо у взаємозв'язку з іншими на основі використання умов спільності деформацій. Рішення такої системи рівнянь дозволяє визначити значення переміщень вузлових точок, після чого на підставі геометричних і фізичних співвідношень теорії пружності знаходять деформації і напруга для усіх КЕ. Для конструкцій, що мають складну конфігурацію, до яких можуть бути віднесені і мітчики, оснащені пластинами твердого сплаву, КЕ

застосовують у вигляді не вироджених криволінійних паралелепіпедів, утворених перетином тіла системою криволінійних поверхонь і площин I - V (рис. 2.6, а, б). Контрваріантні координати будь-якої точки на поверхні контакту елементів визначаються, (рис.2.6, в) в місцевій криволінійній системі координат ($x^i, i = 1, 2, 3$) і в координатах Ейлера ($y^k, k = 1, 2, 3$). Це дозволяє істотно спростити вирази, пов'язані з геометричними характеристиками елементів, і значною мірою зменшити число обчислень при досить високій мірі апроксимації геометрії.



а - сітка на поперечному перерізі; б - ділення уздовж осі мітчика; в - схема КЕ.

Рисунок. 2.6 - Схема ділення робочої частини мітчика на кінцеві елементи

Початок координат місцевих систем для зручності поєднуються з центрами тяжіння КЕ, сторони якого в масштабах місцевої системи координат мають довжину, рівну одиниці.

При описі стану КЕ як самостійного об'єкту, тобто при побудові матриць жорсткості (МЖ) кінцевого елемента задаються законом, що зв'язує переміщення його точок через переміщення його вузлів. В якості такого закону в приведеному розрахунку прийняті поліноми Лагранжа наступного типу:

$$U^n = \sum_{s_i} U^n (s_1)(s_2)(s_3) \prod_{\delta=1}^3 (s_{(\delta)} x^{(\delta)} + \frac{1}{2}) \quad (2.1)$$

де U^n - переміщення будь-якої точки КЕ з координатами x^i в місцевій системі в напрямку n -ї декартової осі; $U_{s_i}^n$, - переміщення в напрямку n -го вузла КЕ, визначеного поєднанням значень

$$s_i = \begin{cases} +1 & \text{при } x^i > 0 \\ -1 & \text{при } x^i < 0. \end{cases}$$

У формулі (2.1) і інших по індексах, які в круглих дужках, підсумовування не робиться. Рівняння, необхідні для побудови матриці жорсткості, отримуємо, скориставшись принципом віртуальних робіт. Варіації функціонала енергії КЕ представляються у вигляді

$$\delta W = \int_{-\frac{1}{2}}^{\frac{1}{2}} \int_{-\frac{1}{2}}^{\frac{1}{2}} \int_{-\frac{1}{2}}^{\frac{1}{2}} C^{ijkl} e_{ij} \delta e_{ij} \sqrt{q} dx^1 dx^2 dx^3. \quad (2.2)$$

Тут q — визначник матриці компонентів коваріантного метричного тензора; C^{ijkl} і e_{ij} — компоненти тензора постійних пружних і тензора деформацій,

$$C^{ijkl} = \lambda q^{ij} q^{kl} + \mu (q^{ik} q^{jl} + q^{il} q^{jk}),$$

Величиною C^{ijkl} враховується різномірність матеріалів та їх механічні властивості; λ і μ (G) — параметри Ламе; q^{ij} — контрваріантні компоненти метричного тензора;

$$e_{ij} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial y^n}{\partial x^i} \frac{\partial u^n}{\partial x^j} + \frac{\partial y^n}{\partial x^j} \frac{\partial u^n}{\partial x^i} \right),$$

де U^n беруть по формулі (2.1).

Зважаючи на малі розміри KE вводиться допущення про постійність функцій q^{ik} , \sqrt{q} і C^{ijkl} у середині елемента.

Після перетворень і обчислень у відповідності з методикою [20], з вираження (2.2) маємо

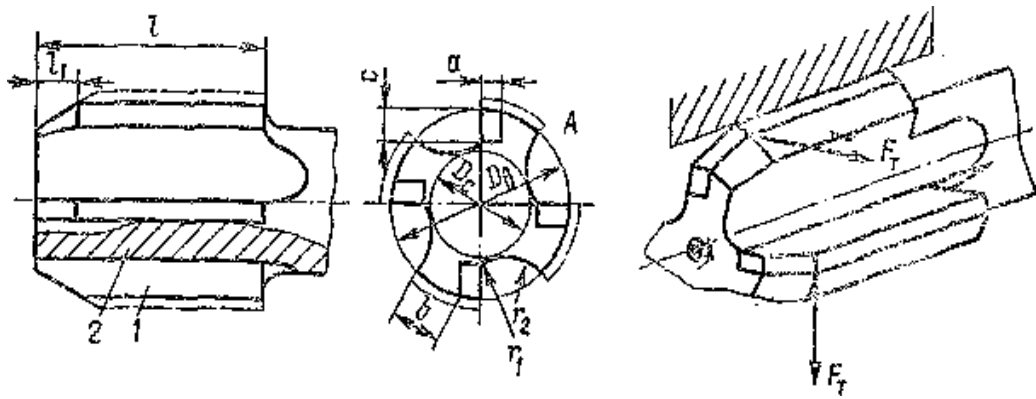
$$\delta W = \sum_{r_{123}} \sum_{s_{123}} \delta U_{\eta'}^{(r)} U_{\mu'}^{(s)} R^{\eta' \mu'}. \quad (2.3)$$

Значення $r_i = \pm 1$ визначаються за таким же принципом, як і s_i ;

$R^{n \times n}$ — коефіцієнти матриці жорсткості кінцевого елемента, залежні від постійних пружних і геометрії об'єкту [20]. Виходячи з умов рівноваги і спільності деформацій за допомогою матриць жорсткості КЕ формується система вирішення рівнянь у вигляді $AX = B$, де A — матриця коефіцієнтів лінійних рівнянь алгебри розміром $3N \times 3N$ (N — число вузлів); X — матриця-стовпець переміщень розміром $3N$; B — матриця-стовпець зусиль у вузлах розміром $3N$.

На універсальній алгоритмічній мові ЦЕРН-ФОРТРАН для ЕОМ ВЕРМ- 6 розроблений комплекс програм об'єктів довільної конфігурації, що дозволяють визначати напружено-деформований стан, складаються з різнорідних матеріалів, при дії на них різних силових чинників. Процес формування коефіцієнтів матриць рівнянь повністю автоматизований. Система лінійних рівнянь алгебри вирішується модифікованим блоковим методом Гауса . Вхідною інформацією для вирішення завдання служать координати вузлів сіткової області, зовнішні навантаження і механічні характеристики матеріалів (ν , G або E).

На основі викладених положень робили розрахунок напружено-деформованого стану мітчиків [21] . Робоча частина мітчиків розглядалася як тіло, до якого в точках переходу забірної частини до калібруючої прикладені зосереджені тангенціальні сили (рис. 2.7) $F_t = 2M/D_{Bz}$, де z - число пір'їв (канавок) мітчика.



1 - твердосплавна пластина; 2 - корпус.

Рисунок 2.7 - Робоча частина і розрахункова схема навантаження мітчика

Як показали дослідження, витки різьблення істотно не впливали на міцність, тому вони при розрахунку не враховувалися. Розміри робочої частини досліджуваних мітчиків (див. рис. 2.7) приведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 - Розміри робочої частини досліджуваних мітчиків

Мітчик	Розміри мітчика, мм								
	D_B	D_C	c	a	b	H	r_1	r_2	l_k
M12, три пера	H10	4,4	1/5	1,2	2,8	4,8	1,5	—	22
		6,0			3,8				
G ₂ ¹ чотири пера	18,7	11	2,5	2,5	2,5	—	3,0	12,6	25
			3,5	3,5	3,5				

Для профілів мітчиків, що мають циклічну симетрію, виділяли області А (див. рис. 2.6, а) і ділили їх на КЕ (див. рис. 2.6, б). Нумерацію вузлів виконували по координатних лініях x_1, x_2, x_3 (див. рис. 2.6, в). Для кожного вузла визначали базисні декартові координати y^1, y^2, y^3 . У нашому випадку область А мала 300 вузлів. Для усієї області отримали матрицю коефіцієнтів 900-го порядку. При розрахунку приймалося, що тіло мітчика працює в межах пружності, а корпус мітчика і твердосплавні пластини жорстко сполучені між собою і кожна з цих складових частин однорідна і ізотропна. Характеристики пружних властивостей матеріалів, з яких складаються мітчики, приведені в таблиці 2.3. Властивості матеріалу припою не враховувалися.

Таблиця 2.3 - Характеристики пружних властивостей матеріалів

Параметр	Сталь 9ХС	Сплав ВК8
Модуль пружності, Гпа при розтягуванні	216	580
при зсуві	82	22
Коефіцієнт Пуассона	0,30	0,22

Також приймалося, що в площині V накладені зв'язки, що перешкоджають переміщенням по напрямку осей y^1 і y^2 . Переміщення визначалися в чотирьох поперечних перерізах I - IV (див. рис. 2.6, б), віддалених один від одного на відстані 5,5 мм у мітчиків з трьома пір'ями і 6,2 мм з чотирма. Компоненти тензора напруги обчислювали в центрах КЕ, причому умовно прийнято, напругу, що виникає в КЕ, утворених перерізами

I і II, є напругою I перерізу, перерізами II і III - напругою II перерізу і т. д. Розрахунок мітчиків з трьома пір'ями робили при навантаженні їх крутним моментом рівним 50 Н·м, з чотирма - 250 Н·м.

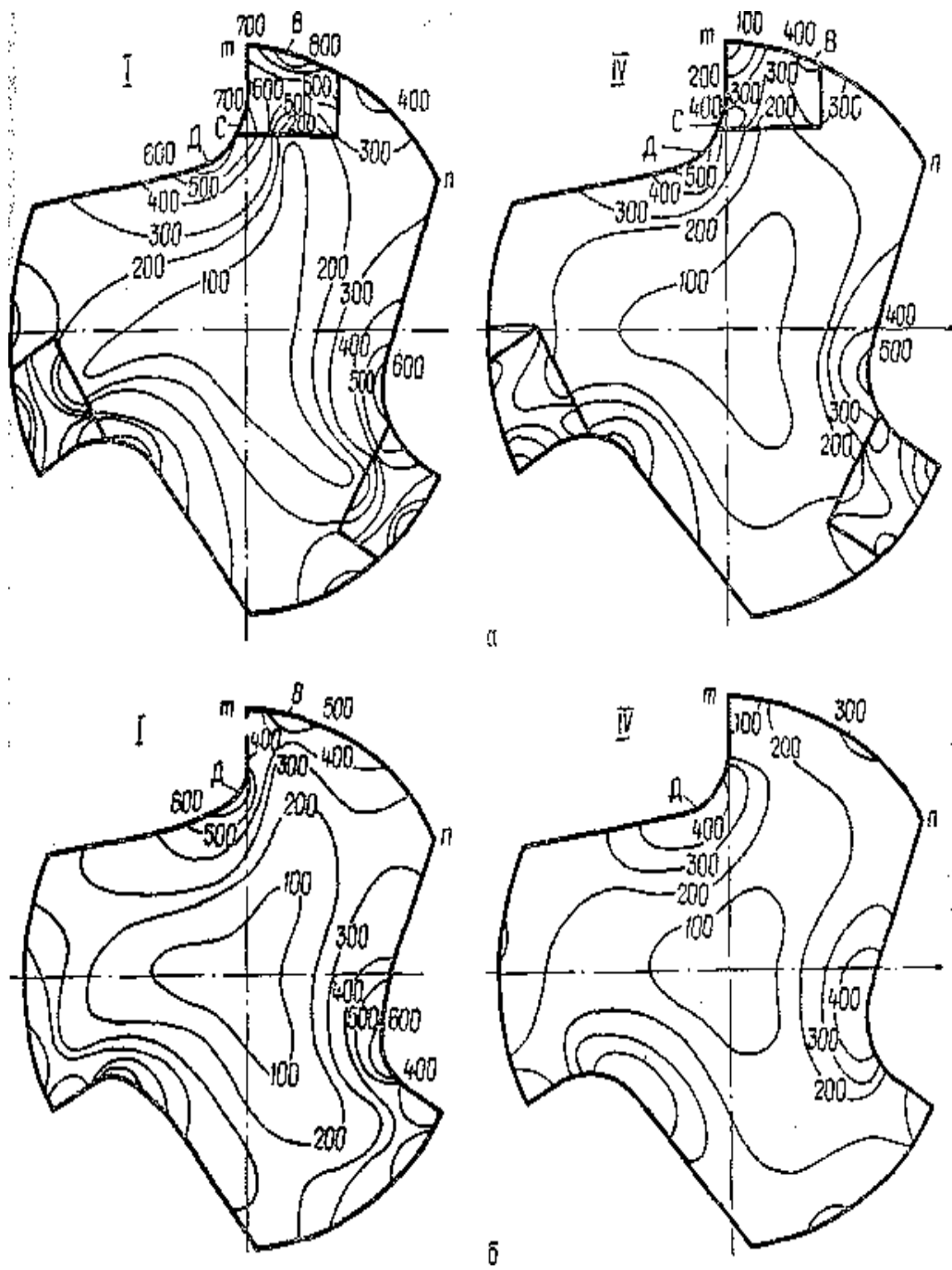
При вибраній схемі навантаження, коли на досліджувану область діє одна сила, її величина при розрахунку може бути задана довільно, оскільки напруга і деформації прямо пропорційні цій силі і можуть бути легко підраховані при зміні сили. Це положення вірно і тоді, коли діють декілька сил із заданими співвідношеннями величин. У приведеному розрахунку були узяті навантаження, близькі до тих, що руйнують. Для порівняння по методу кінцевих елементів був зроблений також розрахунок цільних (однорідних) мітчиків з трьома та чотирма пір'ями.

Для визначення впливу розмірів твердосплавних пластин і діаметру серцевини (див. таблицю 2.2) на напружено - деформований стан робочої частини мітчиків були виконані розрахунки для різних варіантів поєднань цих розмірів, складених на основі математичного планування багатофакторних експериментів типу 2^2 і 2^3 . Рівні і інтервали варіювання вказаних чинників приведені в таблицю 2.4. При обробці результатів таких розрахунків залежності визначали також за методикою математичного планування, тобто матричним способом. В результаті виконаних на ЕОМ розрахунків були знайдені значення усіх компонентів тензорів напруги і деформацій у мітчиків з трьома пір'ями із складною і цільною однорідною робочою частиною, а також у складених і цільних мітчиків з чотирма пір'ями.

Аналіз отриманих даних показав, що переважаючими компонентами є дотичні напруги $\tau = \sqrt{\tau_{32}^2 + \tau_{31}^2}$, що виникають в площині поперечного перерізу, які розглядаються нижче. На рис. 2.8 показаний розподіл дотичної напруги у мітчиків з трьома пір'ями, а на рис. 2.9 - у мітчиків з чотирма пір'ями.

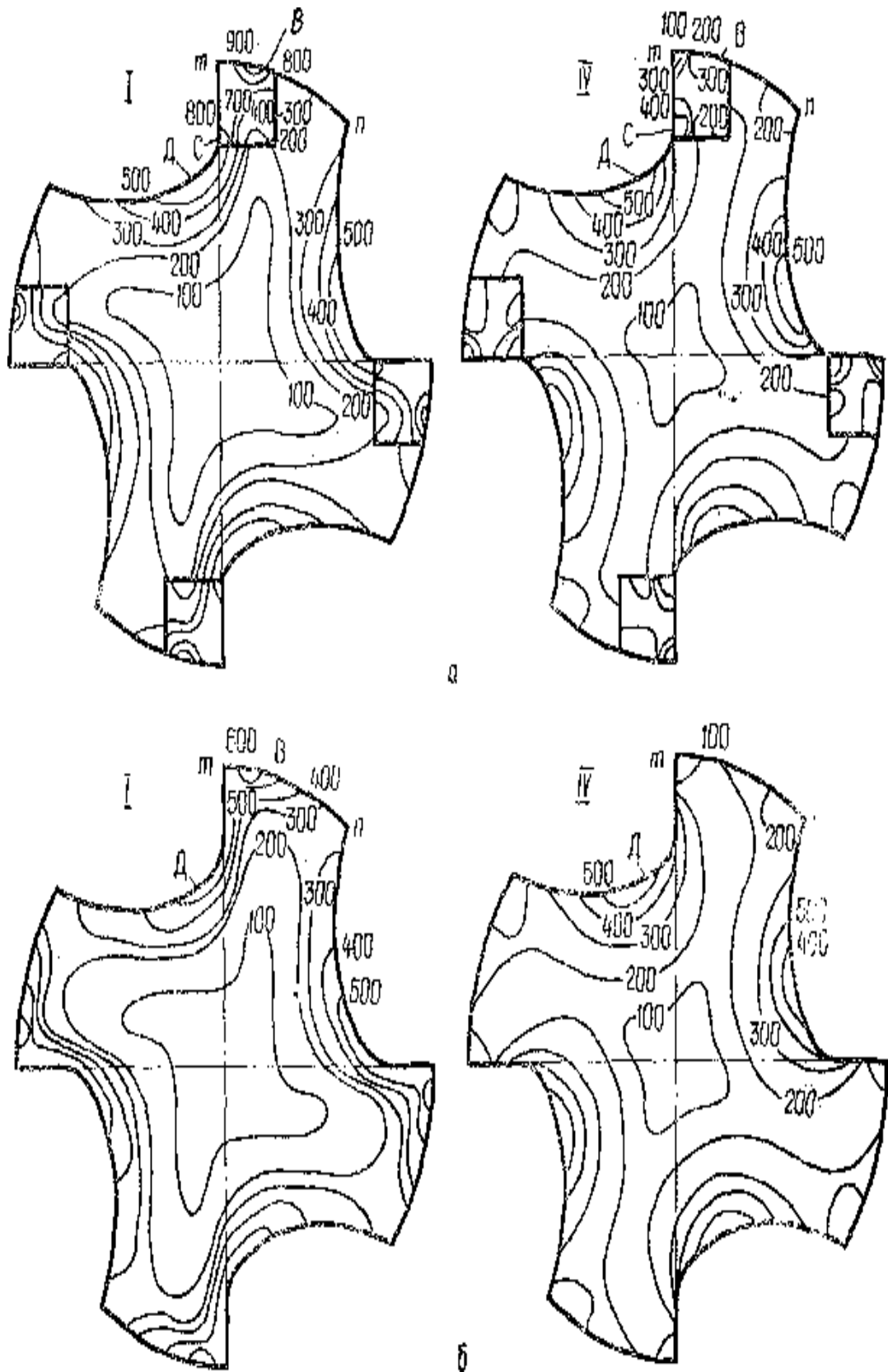
Таблиця 2.4 - Рівні і інтервали варіювання чинників

№ досліда	$\frac{x_1}{D_c}$	$\frac{x_2}{c}$	$\frac{x_3}{a}$	$K_{\text{тmax}}^T$	$K_{\text{тmax}}^C$	$\Theta \cdot 10^{-3}, \frac{\text{мм}}{\text{мм}}$ при $M = 10 \text{ Н}\cdot\text{м}$
Мітчики з трьома пір'ями						
1	$\frac{-}{4,4}$	$\frac{-}{1,5}$	$\frac{-}{1,0}$	2,36	2,00	0,70
2	$\frac{-}{4,4}$	$\frac{-}{2,5}$	$\frac{-}{1,0}$	2,65	2,25	0,52
3	$\frac{-}{4,4}$	$\frac{-}{1,5}$	$\frac{-}{2,0}$	2,37	1,96	0,64
4	$\frac{-}{4,4}$	$\frac{-}{2,5}$	$\frac{-}{2,0}$	2,21	2,15	0,43
5	$\frac{+}{6,0}$	$\frac{-}{1,5}$	$\frac{-}{1,0}$	1,96	1,27	0,37
6	$\frac{+}{6,0}$	$\frac{+}{2,5}$	$\frac{-}{1,0}$	2,12	1,64	0,31
7	$\frac{+}{6,0}$	$\frac{-}{1,5}$	$\frac{+}{2,0}$	2,12	1,58	0,33
8	$\frac{+}{6,0}$	$\frac{+}{2,5}$	$\frac{+}{2,0}$	1,0	1,26	0,27
9	$\frac{+}{5,4}$	$\frac{+}{2,0}$	$\frac{+}{2,0}$	2,12	1,70	0,37
Мітчики з чотирма пір'ями						
1	$\frac{0}{11}$	$\frac{-}{2,5}$	$\frac{-}{2,5}$	2,95	1,73	0,045
2	$\frac{0}{11}$	$\frac{+}{3,5}$	$\frac{-}{2,5}$	2,94	2,05	0,048
3	$\frac{0}{11}$	$\frac{-}{2,5}$	$\frac{+}{3,5}$	2,76	1,76	0,045
4	$\frac{0}{11}$	$\frac{+}{3,5}$	$\frac{+}{3,5}$	2,62	2,62	0,042



а - складені з перерізом пластин $1,5 \times 2$ мм; б - цільні.

Рисунок 2.8 - Ізолінії дотичної напруги (МПа) в поперечних перерізах I і IV мітчиків M12



а - складені з перерізом пластин $2,5 \times 2,5$ мм; б – цільні.

Рисунок 2.9 - Ізолінії дотичної напруги (МПа) в поперечних перерізах I і IV мітчиків $G \frac{1}{2}$

З малюнків видно, що розподіли цієї напруги у мітчиків з твердосплавними пластинами і у цільних в основному співпадають. Проте у складених мітчиків дотична напруга в області пластин в 1,3- 1,5 раза більше, ніж у цільних, і на лініях розділу між сталевією і твердосплавною частинами має, місце стрибок напруги.

У мітчиків з трьома пір'ями, $D_C = 6$ мм, максимальна напруга виникає в перерізі I в твердосплавних пластинах у зовнішнього діаметру контура (точка В на рис. 2.8). Зі збільшенням площі поперечного перерізу пластин ця напруга дещо знижувалася. Так, зі збільшенням площі перерізу пластин в 3,5 раза напруга зменшилась в 1,1 раза, максимальна напруга в корпусі знизилася при цьому в 1,3 раза. При зменшенні D_C до 4,4 мм максимальна напруга спостерігалася також в твердосплавних пластинах, але в точках С у контура, що лежать найближче до центру перерізу.

У мітчиків з чотирма пір'ями, так само як і з трьома, максимальна дотична напруга, що виникає в перерізі I, в твердосплавних пластинах у зовнішнього діаметру контура (точка В на рис. 2.9, а) зі збільшенням площі поперечного перерізу пластин трохи зменшувалася.

Зі збільшенням площі перерізу пластин в 2 рази напруга знижувалася в 1,1 раза, тоді як найбільшу напругу, що виникає в корпусі в місцях у контура профілю, найбільш близьких до центру (точка Д на рис. 2.8, а, 2.9, а), навпаки збільшувалися, проте вони були на 30-40 % менше максимальних напруг, що виникають в твердосплавних пластинах.

У міру віддалення від точок прикладення сил уздовж подовжньої осі мітчика значення напруги у зовнішнього діаметра різко знижуються (рис. 2.10), а максимальна напруга має місце тільки в точках у контура, найближчих до центру. Причому за величиною напруги в перерізі III близькі до напруги в перерізі IV. Така картина спостерігалася у однорідних і у складених мітчиків. Очевидно, у міру віддалення від місць прикладання сил настає напружений стан, близький до стану, що відповідає крученню згідно принципу Сен-Венана.

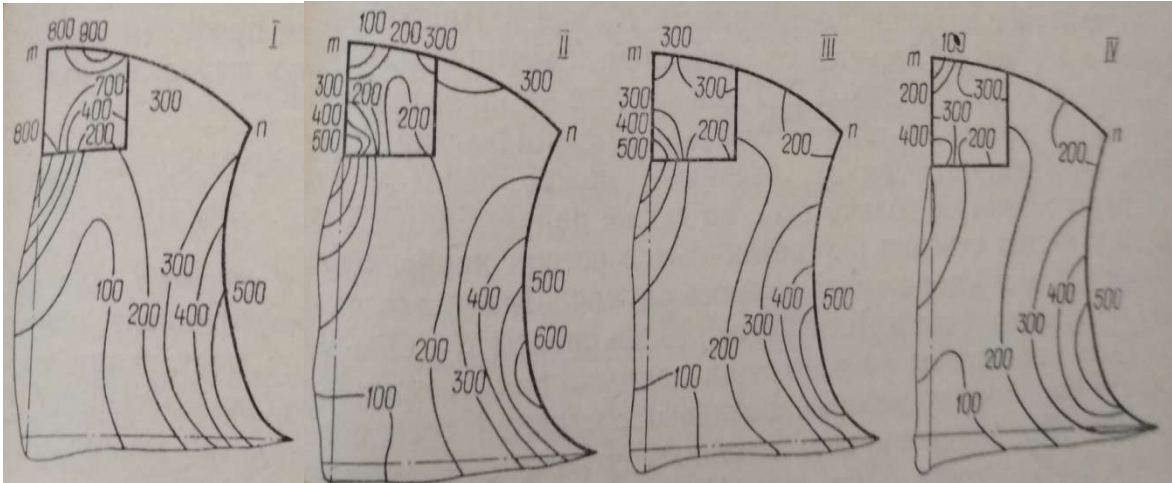


Рисунок 2.10 - Ізолінії дотичної напруги (МПа) в різних поперечних перерізах мітчика G 1/2.

Максимальні дотичні напруження при чистому крученні циліндричних стержнів із складним профілем перерізу, аналогічним профілю мітчика, можуть бути виражені відомою формулою

$$\tau_{max} = K_{\tau} \frac{M}{r^2} \quad (2.4)$$

де r - радіус зовнішнього контура перерізу стержня, для мітчиків це $r_b = D_b/2$ (див. рис. 2.7); K_{τ} - коефіцієнт, що враховує форму поперечного перерізу стержня, рівний для мітчика з трьома пір'ями з однорідною робочою частиною в перерізах IV 1, 2, а для мітчиків з чотирма пір'ями - 1,8 (для круглого однорідного стержня $K_{\tau} = 0,63$).

Отримане значення коефіцієнта K_{τ} для мітчика з чотирма пір'ями добре узгоджується зі значенням коефіцієнта 1,77, знайденим Б. А. Розовской

при розрахунку на кручення трэф валків прокатних станів, що мають близький за формою профіль. Вказану формулу, очевидно, можна використати для визначення не лише τ_{max} , але також напруг в різних місцях перерізу і у різних в осьовому напрямі перерізів, тобто і для даного випадку. Для цього мають бути знайдені відповідні коефіцієнти K_{τ} . Вони можуть бути визначені на підставі даних, отриманих при розрахунку напружено-деформованого стану тіла за допомогою МКЕ для конкретно заданих умов. Наприклад, для місця С перерізу І (див. рис. 2.8), де $\tau = 700$ МПа, $K_{\tau} = 1,75$, оскільки з формули (2.4) $K_{\tau} = \tau r_{\text{в}}^3/M$, а $r_{\text{в}} = 5$ мм і $M = 50$ Н·м. Знайшовши K_{τ} , при розрахунку мітчиків одного діаметру і використовуючи принцип подібності, можна розрахувати τ для мітчиків будь-якого діаметру.

Для визначення допустимих навантажень і запасів міцності мітчиків, оснащених пластинами твердого сплаву, на підставі обробки результатів розрахунків напружено-деформованого стану цього інструменту, виконаних за планом багатофакторних експериментів, були знайдені залежності $K_{\tau_{max}}^T$ і $K_{\tau_{max}}^C$ від діаметру серцевини D_c мітчика, товщина a і висоти c пластин ($K_{\tau_{max}}^T$ - коефіцієнт, що відповідає точкам з максимальною напругою в твердосплавних пластинах, $K_{\tau_{max}}^C$ - в корпусах мітчиків).

Матриці планування і величини коефіцієнтів, знайдених по МКЕ, приведені в табл. 2.4, де дані величини відносних кутів закручування Θ при $M = 10$ Н·м.

Для мітчиків з трьома пір'ями ($D_{\text{в}} = 10$ мм) отримані наступні залежності:

$$K_{\tau_{max}}^T = 2,97 - 0,12D_c - 0,03c - 0,06a; \quad (2.5)$$

$$K_{\tau_{max}}^C = 2,95 - 0,21D_c - 0,03c - 0,06a \quad (2.6)$$

для мітчиків з чотирма пір'ями :

$$K_{\tau_{max}}^T = 3,32 - 0,04c - 0,13a; \quad (2.7)$$

$$K_{\tau_{max}}^C = 1,68 - 0,08c - 0,02a \quad (2.8)$$

Перевірка апроксимації за критерієм G_0 [22] показала достатню достовірність отриманих рівнянь. Прорахунок додаткової точки (див. таблицю 2.4, дослід 9) показав, що коефіцієнти, знайдені по рівняннях (2.5) і (2.6), відрізнялися від отриманих безпосереднім розрахунком по МКЕ не більше ніж на 2 %. З цих рівнянь видно, що на величину напруги τ в твердосплавних пластинах мітчиків з трьома пір'ями найбільш впливає діаметр серцевини мітчика. Товщина пластин сильніше впливає на напругу, що виникає в них, ніж висота. Зі збільшенням товщини пластин, напруги зменшуються більшою мірою, чим при збільшенні їх висоти.

Так само як і у мітчиків з трьома пір'ями, напруга в твердосплавних пластинах з чотирма пір'ями зі збільшенням їх товщини знижувалися більшою мірою, чим зі збільшенням висоти. Знайдені залежності (2.5) справедливі в інтервалах значень розмірів робочих частин мітчиків, приведених в таблиці 2.4, і можуть поширюватися на мітчики, що мають геометричні подібності з дослідженими. Співвідношення розмірів мітчиків в долях D_B , для яких застосовні вказані рівняння, представлені в таблиці 2.5. Для інших співвідношень коефіцієнт K_{τ} повинен визначатися шляхом додаткових розрахунків напружено-деформованого стану досліджуваних інструментів. При використанні формул (2.5) (2.8) для знаходження K_{τ} мітчиків з D_B , що відрізняються по величині від тих, для яких робилися розрахунки, значення D_C , a і c мають бути перед підстановкою в ці формули помножені на коефіцієнт лінійної подібності $K_{\Pi} = D'_B / D''_B$. Тут для D'_B ,

розрахунок зроблений по МКЕ, в нашому випадку для мітчиків з трьома пір'ями $D_B^I = 10$ мм, з чотирма $D_B^I = 18,7$ мм; D_B^{II} - внутрішній діаметр різьби мітчика, для якого необхідно знайти K_T .

Таблиця 2.5 - Співвідношення розмірів мітчиків в долях D_B

Число пір'їв мітчиків	Розміри мітчиків в долях від D_B						
	D_C	H	r_1	r_2	c	a	l_k
3	0,44-0,66	0,48	0,15	-	0,15-0,25	0,1-0,2	2,2
4	0,59	0,32	0,16	0,68	0,13-0,19	0,13-0,19	1,4

Як показав аналіз результатів розрахунку напружено - деформованого стану мітчиків, оснащення пластинами твердого сплаву підвищує жорсткість мітчиків з трьома пір'ями ($D_C = 0,6 D_B$) в 1,3 – 1,8 раза, у мітчиків з чотирма пір'ями ($D_C = 0,59 D_B$)- в 1,4-1,5 раза, причому чим більше площа поперечного перерізу пластин, тим вище збільшення жорсткості. Так зі збільшенням площі пластин в два рази жорсткість мітчиків з трьома пір'ями збільшилася на 37 %. Відносні кути закручування Θ при $M = 10$ Н·м для мітчиків з трьома пір'ями, перерізи яких показані на рис. 2.8, складених і однорідних (із сталі 9ХС), відповідно рівні $0,33 \times 10^{-3}$ і $0,49 \times 10^{-3}$ рад/мм, а з чотирма пір'ями (див. рис. 2.9) - відповідно $0,045 \times 10^{-3}$ і $0,065 \times 10^{-3}$ рад/мм. Значення діаметру серцевини робить вплив не лише на дотичну напругу, але і особливо на жорсткість мітчиків. Зменшення діаметру серцевини тврдосплавного мітчика з трьома пір'ями в 1,4 раза привело до збільшення T_{max} в пластинах в 1,2 раза, а жорсткість робочої частини мітчика при цьому зменшилася в 1,6 раза.

По аналогії з визначенням τ відносний кут закручування можна знайти по формулі

$$\Theta = K_{\Theta} \frac{M}{r^4} \quad (2.9)$$

де K_{Θ} - коефіцієнт, який визначається розрахунком по МКЕ (рад·мм²)/Н.

Для співвідношень розмірів робочої частини мітчиків, приведених в таблиці 2.5, значення K_{Θ} можуть бути знайдені з рівнянь: для мітчиків з трьома пір'ями

$$K_{\Theta} \cdot 10^{-3} = 0,63 - 0,05d_c - 0,03c - 0,02a; \quad (2.10)$$

з чотирма пір'ями

$$K_{\Theta} \cdot 10^{-3} = 0,437 - 0,047a \quad (2.11).$$

Помилка при знаходженні K_{Θ} по вказаних рівняннях досягає 30 %, тому їх можна використати тільки для отримання орієнтовних даних. Ймовірно, точна залежність K_{Θ} від D_c , c і a має складніший характер. Проте, у зв'язку з тим що для розрахунку мітчиків на міцність немає необхідності у визначенні K_{Θ} , такі залежності додатково не досліджувалися. При визначенні K_{Θ} для мітчиків, що мають внутрішні діаметри різьби, відмінні від діаметрів мітчиків, для яких виконаний розрахунок по МКЕ, значення D_c , a і c , так само як і при визначенні K_{τ} , множаться на коефіцієнт подібності.

При розрахунку напружено-деформованого стану також були визначені величини депланації поперечних перерізів. Максимальні переміщення уздовж осі мітчика спостерігалися у зовнішнього діаметру контура перерізу I. Величини переміщень точки m відносно точки n (див. рис. 2.8 і 2.9) при навантаженні мітчиків $M = 10$ Н·м знаходяться для мітчиків М12 (D_c рівний

6 і 4,4 мм) в межах 2,9-5,4 мкм, для мітчиків $G\frac{1}{2}$ - 1,0-1,5 мкм. Величина депланації у мітчика який має три пера з напаяними пластинками перерізом 1,5×2 0 мм в 1,3 раза менше, ніж у цільного (із сталі 9ХС), причому зі зміною площі пластин в 1,6 раза ця величина практично не змінювалася. Величина депланації цільного мітчика який має чотири пера більша, ніж у мітчика з твердосплавними пластинами перерізом 2,5×2,5 мм в 1,5 раза. Збільшення жорсткості мітчиків і зменшення їх депланації до певної міри сприяє підвищенню точності нарізуваної різьби, відвертанню залипанню металу на бічних поверхнях різьби мітчика, зниженню навантажень, що виникають в результаті тертя витків різьби мітчика і оброблюваної поверхні.

Одночасно з теоретичними були проведені експериментальні дослідження напружено-деформованого стану мітчиків при їх статичному навантаженні, що дозволили визначити крутні моменти при яких руйнуються твердосплавні пластини, а також експериментальні відносні кути Θ , закручування і порівняти їх зі значеннями, розрахованими теоретично.

Випробуванням піддавали мітчики М12 М14, $G\frac{1}{2}$ - і $G\frac{3}{4}$, оснащені пластинами твердого сплаву ВК8. Розміри їх робочих частин дивись в таблиці 2.5. Мітчики М12 і М14 руйнувалися на машині кручення, спеціально спроектованій і виготовленій в ІБМ АН УРСР (рис. 2.11). Прикладене навантаження заміряли динамометром ДОСМ - 3-0,05. Схема навантаження мітчика представлена на рис. 2.12. Виміри кута закручування робочої частини робили індикаторами з шкалою ділення 2 мкм в точках з відстанню між ними 8,75 мм.

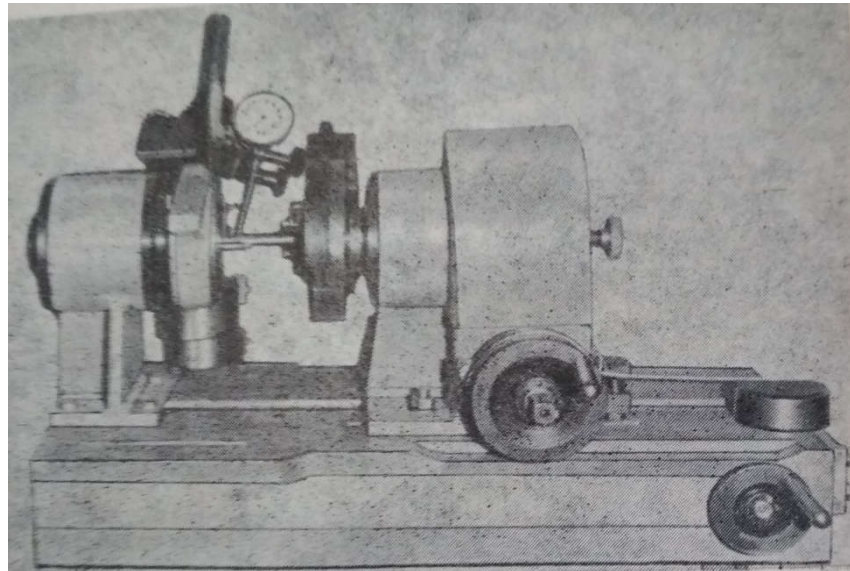


Рисунок 2.11 - Машина кручення для випробування мітчиків.

Випробування мітчиків $G\frac{1}{2}$ і $G\frac{3}{4}$, а також М12 в цілях перевірки методики здійснювали на верстаті 1К62. Мітчик робочою частиною вставляли в спеціальну втулку, закріплену в патроні верстата. Обертання патрона обмежувалося встановленим на верстаті упором. Хвостовик мітчика підпирався обертаючим центром задньої бабки станка. Навантаження робили за допомогою важеля, один кінець якого закріплювався на хвостовику інструменту. До другого кінця важеля через еталонний динамометр ДОСМ- 0,2 докладали зусилля. Для плавного регулювання навантаження використали гідравлічний домкрат. Від проворота мітчик у втулці утримувався штирями. У втулку мітчик вставлявся (як і на машині кручення) на глибину 8-10 мм, так що зусилля сприймали пір'я на довжині заборного конуса.

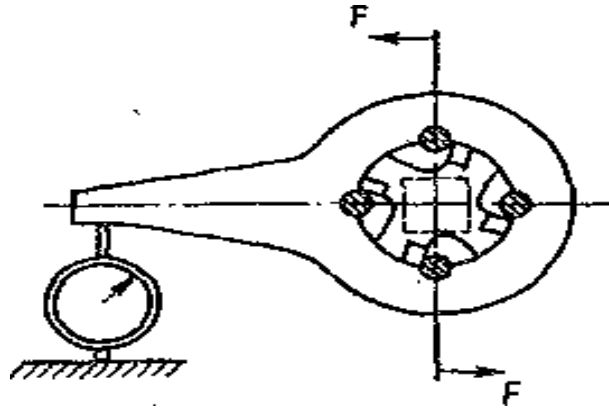
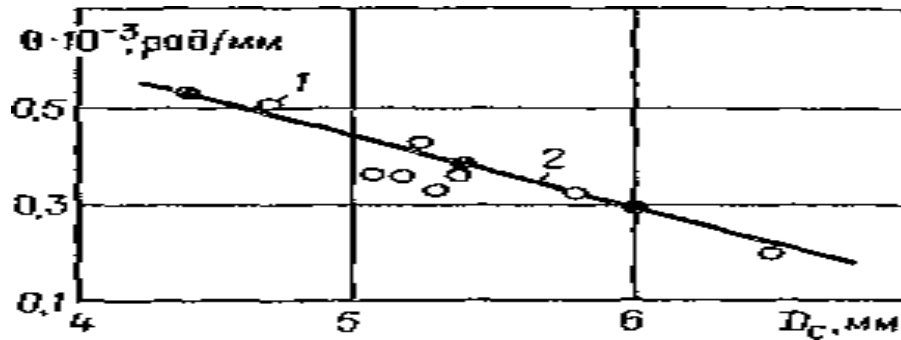


Рисунок 2.12 - Схема навантаження мітчиків на машині кручення.

За критичний момент, тобто момент початку руйнування пластин, приймався такий, при якому на твердосплавних пластинах з'являлися тріщини. Початок руйнування пластин визначали по характерному звуку. Тріщини спочатку виникали поблизу точок прикладення сили, а потім поширювалися по всій калібруючій частині.

У таблиці 2.6 приведені критичні моменти, експериментальні $M_{к,е}$ і розрахункові $M_{к,р} = \tau_k r_B^3 / K_T^T$. При визначенні $M_{к,р}$ за межу міцності τ_k при крученні твердого сплаву ВК8 прийнята величина 680 МПа . Корпуси випробуваних мітчиків мали твердість 24-45 HRC. Для порівняння відносних кутів закручування робочої частини мітчиків з трьома пір'ями М12 (з пластинами перерізом 2×2 мм і різними діаметрами серцевини), отриманих розрахунковим і експериментальним шляхом, на рис. 2.13 приведена залежність кутів закручування від діаметрів серцевини. При розрахунку відносних кутів закручування, віднесених до $M = 10$ Н·м, використали рівняння $\Theta = 1,14 - 0,14D_C$. Це рівняння отримане інтерполяцією величин Θ (рад/мм), знайдених розрахунком по МКЕ, для мітчиків з розмірами $D_C = 4,4$; $D_C = 6$ мм; $c = 1,5$; $c = 2,5$ мм; $a = 2$ мм.



1 - експериментальні точки; 2 - розрахункова пряма.

Рисунок 2.13 - Залежність кута закручування від діаметру серцевини

Розрахунок напружено-деформованого стану по МКЕ був вироблений також для зразків, використаних при дослідженнях по вибору матеріалу корпусів мітчиків. У перерізі IV, для якого характерне чисте кручення, максимальна дотична напруга в твердосплавних пластинах таких зразків складала 350 МПа. Зразки навантажувалися при $M = 100 \text{ Н}\cdot\text{м}$. Отже, $M_{к.р} = 200 \text{ Н}\cdot\text{м}$. Випробування показали, що коли корпуси працювали без явищ плинності, критичні моменти, при яких починалося руйнування пластин, досягали 160 - 180 Н·м, тобто відрізнялися від розрахункових на 12-20 %.

Таблиця 2.6 - Критичні моменти, експериментальні $M_{к.е}$ і розрахункові $M_{к.р} = \tau_k r_B^3 / K_T^T$

Мітчик	Кількість пір'їв	$M_{к.е}$				$M_{к.р}$	Незбіжність $M_{к.р}$ і \bar{M} , %
		\bar{M} і довірливі інтервали	Кількість дослідів	f, %	V		
M12	3	45±4	12	4	0,14	41	10
M14	3	65±0,6	3	1	0,05	66	2
G_{2}^1	4	230±19	6	3	0,08	195	16
G_{4}^3	4	412±32	7	3	0,08	495	3

Таким чином, розбіжність між розрахунковими і експериментальними величинами, що характеризують напружено-деформований стан мітчиків, не перевищувало 20 %, що прийнятно для практичних цілей[23].

3. ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ МІТЧИКА

3.1 Проектування традиційної технології

3.1.1 Проектування маршрута обробки основних поверхонь

Основні поверхні на деталі це ті, які мають найжорсткіші показники якості по допуску, шорсткості, биттю.

План обробки поверхні містить в собі кількість технологічних переходів, послідовність цих переходів, методи обробки поверхонь. На зміст плану впливає ряд факторів:

1. Вимоги до точності розмірів, і до точності взаємного розташування осей і поверхонь. Чим вище ці вимоги, тим більше потрібно переходів. Порівняно часто розміри, що пов'язують поверхні або осі, мають широкі допуски, і їх можна забезпечити за один прохід.

2. Вимоги до якості поверхні. Якщо засіб остаточної обробки забезпечує необхідну точність розміру, але не забезпечує якість поверхні, то в план обробки додатково вводять один, два переходи, такі як: тонке шліфування, притирання, суперфініш, полірування і інше.

3. Наявність і характер термічної обробки. Відомо, що цементація, азотування, гарт, відпустка, і інші методи призводять до втрати вже досягнутих показників точності. Для відтворення втраченої точності необхідно додатково ввести один, два переходи.

4. Вимоги до точності настановних технологічних баз. Якщо поверхня виконує в технологічному процесі роль настановної бази, то кількість переходів її обробки збільшується. Зазвичай додаткові переходи вводяться після чорнової обробки.

5. Вимоги до показників якості вихідної заготовки.

Вибір кількості переходів для будь-якої поверхні проводиться по наступній послідовності:

1. Загальні уточнення за показниками точності:

$$\varepsilon_{Td} = \frac{Td_3}{Td_d}; \quad (3.1)$$

де Td_3 - допуск на параметр вихідної заготовки;

Td_d - допуск на параметр готової деталі.

$$\varepsilon_{Ra} = \frac{Ra_3}{Ra_d}; \quad (3.2)$$

де Ra_3 - шорсткість на параметр вихідної заготовки;

Ra_d - шорсткість на параметр готової деталі.

$$\varepsilon_{\Delta} = \frac{\Delta_3}{\Delta_d}; \quad (3.3)$$

де Δ_3 - допуск на шорсткість вихідної заготовки;

Δ_d - допуск на биття готової деталі.

2. За переважаючим показником розраховуємо кількість переходів механічної обробки:

$$K_p = 2 \times \lg \varepsilon_{заг.}; \quad (3.4)$$

де $\varepsilon_{заг.}$ - максимальне значення уточнення по контрольованих параметрах.

3. Відповідно до [24] проводимо вибір показників якості по переходах. По (3.1-3.3) розраховуємо уточнення по переходах.

Виконуємо перевірку за формулою (3.5) для кожного показника:

$$\prod_{j=1}^k \varepsilon_j \geq \varepsilon_{заг}; \quad (3.5)$$

де $\varepsilon_{заг}$ - загальне уточнення;

ε_j - уточнення на переході.

Визначення МОП для поверхні $\varnothing 10$ (напрямна частина)

Параметри заготовки, згідно [24], див. Таблицю 3.1.

Параметри поверхні після обробки згідно креслення: допуск на шорсткість $T_{Ra} = 0,8$, допуск на розмір $Td = 0,036$, допуск на биття $T_{\Delta} = 0,02$.

Згідно (3.1 - 3.3) проводимо розрахунок загальних уточнень:

$$\varepsilon_{Td} = \frac{0,43}{0,036} = 11,94; \quad \varepsilon_{Ra} = \frac{50}{0,8} = 63; \quad \varepsilon_{\Delta} = \frac{0,8}{0,02} = 40;$$

Згідно (3.4) проводимо розрахунок кількості переходів механічної обробки:

$$K_p = 2 \times \lg 63 = 3,5;$$

Приймаємо кількість переходів механічної обробки рівне чотири. Послідовність обробки представляє собою таку закономірність: чорнове точіння (IT14), точіння чистове (IT12), шліфування чорнове (IT10), шліфування чистове (IT9).

Проміжні параметри, згідно [24], див. Таблицю 3.1.

По (3.1-3.3) розраховуємо уточнення по переходах, тому що допуск на розмір залишається незмінним, то уточнення можна не брати до уваги. Виконуємо перевірку за формулою (3.5) для кожного показника:

Перший перехід - точіння чорнове:

$$\varepsilon_{d1} = \frac{0,43}{0,036} = 11,94; \quad \varepsilon_{Ra_1} = \frac{50}{12,5} = 4; \quad \varepsilon_{\Delta_1} = \frac{0,8}{0,12} = 6,66;$$

Другий перехід - точіння чистове:

$$\varepsilon_{Ra_2} = \frac{12,5}{3,2} = 3,91; \quad \varepsilon_{\Delta_2} = \frac{0,12}{0,08} = 1,5;$$

Третій перехід - шліфування чорнове:

$$\varepsilon_{Ra_3} = \frac{3,2}{1,6} = 2; \quad \varepsilon_{\Delta_3} = \frac{0,08}{0,02} = 4;$$

Четвертий перехід - шліфування чистове:

$$\varepsilon_{Ra_4} = \frac{1,6}{0,4} = 4; \quad \varepsilon_{\Delta_4} = \frac{0,02}{0,008} = 2,5;$$

$$\prod_{j=1}^k \varepsilon_j^{Ra} = 4 \times 3,91 \times 2 \times 4 = 125,12 \geq \varepsilon_{заг} = 125;$$

$$\prod_{j=1}^k \varepsilon_j^{\Delta} = 6,66 \times 1,5 \times 2,5 \times 4 = 50,1 \geq \varepsilon_{заг} = 100$$

Отримані значення заносимо в таблицю 3.1.

Визначення МОП для поверхні Ø10 (калібруюча частина)

Параметри заготовки, згідно [24], див. Таблицю 3.1.

Параметри поверхні після обробки згідно креслення: допуск на шорсткість $T_{Ra} = 0,8$, допуск на розмір $T_d = 0,07$, допуск на биття $T_{\Delta} = 0,02$.

Згідно (3.1 - 3.3) проводимо розрахунок загальних уточнень:

$$\varepsilon_{Td} = \frac{0,43}{0,07} = 6,14; \quad \varepsilon_{Ra} = \frac{50}{0,8} = 63; \quad \varepsilon_{\Delta} = \frac{0,8}{0,02} = 40;$$

Згідно (3.4) проводимо розрахунок кількості переходів механічної

обробки:

$$K_p = 2 \times \lg 63 = 3,5;$$

Приймаємо кількість переходів механічної обробки рівне чотири. Послідовність обробки представляє собою таку закономірність: чорнове точіння (IT14), точіння чистове (IT12), шліфування чорнове (IT10), шліфування чистове (IT9).

Проміжні параметри, згідно [24], див. Таблицю 3.1.

По (3.1-3.3) розраховуємо уточнення по переходах, тому що допуск на розмір залишається незмінним, то уточнення можна не брати до уваги. Виконуємо перевірку за формулою (3.5) для кожного показника:

Перший перехід - точіння чорнове:

$$\varepsilon_{d1} = \frac{0,43}{0,07} = 6,14; \quad \varepsilon_{Ra_1} = \frac{50}{12,5} = 4; \quad \varepsilon_{\Delta_1} = \frac{0,8}{0,12} = 6,66;$$

Другий перехід - точіння чистове:

$$\varepsilon_{Ra_2} = \frac{12,5}{3,2} = 3,91; \quad \varepsilon_{\Delta_2} = \frac{0,12}{0,08} = 1,5;$$

Третій перехід - шліфування чорнове:

$$\varepsilon_{Ra_3} = \frac{3,2}{1,6} = 2; \quad \varepsilon_{\Delta_3} = \frac{0,08}{0,02} = 4;$$

Четвертий перехід - шліфування чистове:

$$\varepsilon_{Ra_4} = \frac{1,6}{0,4} = 4; \quad \varepsilon_{\Delta_4} = \frac{0,02}{0,008} = 2,5;$$

$$\prod_{j=1}^k \varepsilon_j^{Ra} = 4 \times 3,91 \times 2 \times 4 = 125,12 \geq \varepsilon_{заг} = 125$$

$$\prod_{j=1}^k \varepsilon_j^{\Delta} = 6,66 \times 1,5 \times 2,5 \times 4 = 99,9 \geq \varepsilon_{заг} = 100$$

Отримані значення заносимо в таблицю 3.1.

Таблиця 3.1 – Маршрут обробки основних поверхонь деталі.

Поверхність	Показник j	Уточнення ε_{j0}	Перехід		МОП	Допуск, мм			Уточнення				
			Розр.	Прин.		i	Метод обробки	Td	Ra	Δ	Td	Ra	Δ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Ø 10	$T_{Ra} = 0,8$ $T_d = 0,036$ $T_{\Delta} = 0,02$	$\varepsilon_{Td} = 11,94$ $\varepsilon_{Ra} = 63$ $\varepsilon_{\Delta} = 40$	3	4	1	Заготовка	0,43	50	0,2				
					2	Точіння чорнове	0,036	12,5	0,12	11,94	4	6,66	
					3	Точіння чистове	0,036	3,2	0,08	1	3,91	1,5	
					4	Закалка	-	-	-	-	-	-	
					5	Ціанування	-	-	-	-	-	-	
					6	Шліфування чорнове	0,036	1,6	0,02	1	2	4	
					7	Шліфування чистове	0,036	0,4	0,008	1	4	2,5	
$\prod_{j=1}^k \varepsilon_j$									11,94	125,12	100		

Продовження таблиці 3.1

Поверхність	Показник j	Уточнення ε_{j0}	Перехід		МОП i	Допуск, мм			Уточнення				
			Розр.	Прин.		T_d	R_a	Δ	T_d	R_a	Δ		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Ø 10	$T_{Ra} = 0,8$ $T_d = 0,036$ $T_{\Delta} = 0,02$	$\varepsilon_{Td} = 6,14$ $\varepsilon_{Ra} = 63$ $\varepsilon_{\Delta} = 40$	3	4	1	Заготовка	0,4 3	50	0,2				
					2	Точіння чорнове	0,0 7	12, 5	0,12	6,1 4	4	6,6 6	
					3	Точіння чистове	0,0 7	3,2	0,08	1	3,91	1,5	
					4	Закалка	-	-	-	-	-	-	
					5	Ціануван ня	-	-	-	-	-	-	
					6	Шліфува ння чорнове	0,0 7	1,6	0,02	1	2	4	
					7	Шліфува ння чистове	0,0 7	0,4	0,00 8	1	4	2,5	
$\prod_{j=1}^k \varepsilon_j$									6,1 4	125, 12	10 0		

3.1.2 Аналіз деталі на технологічність

Під технологічністю конструкції виробу розуміють сукупність конструктивних особливостей виробу, яке забезпечує зручність в експлуатації, ремонт і технічне обслуговування при використанні економічних і продуктивних методів обробки. Існує два види оцінки технологічності деталі:

- якісна;
- кількісна.

Якісна оцінка включає до себе оброблення її конструкції з метою максимальної уніфікації елементів (діаметральні розмірів, різьб, фасок, рівчаків, шліцьових з'єднань та інше); правильний вибір і проставляння розмірів, оптимальних допусків і шорсткості поверхонь; дотримання всіх вимог, які пред'являються до заготовок; дотримання всіх вимог, які пред'являються до технологічності елементів при механічній обробці (доступність обробки, можливість входу і виходу інструменту, наявність надійних поверхонь для кріплення деталі при механічній обробці) та інше.

Кількісна оцінка визначається за коефіцієнтами:

$$K_{tex} = \frac{K_{y.э} + K_t + K_{ш} + K_{и.з.}}{4} > (0,6...1); \quad (3.6)$$

де $K_{y.э}$ - коефіцієнт уніфікованих елементів;

K_t - коефіцієнт точності;

$K_{ш}$ - коефіцієнт шорсткості;

$K_{и.з.}$ - коефіцієнт виготовлення заготовки.

Коефіцієнт уніфікації визначається за формулою:

$$K_{y.э.} = \frac{Q_{y.э.}}{Q_{общ.}} \geq 0,6; \quad (3.7)$$

де $Q_{y.э.}$ - кількість уніфікованих елементів;

$Q_{общ.}$ - загальна кількість елементів.

Коефіцієнт точності визначається за формулою:

$$K_m = 1 - \frac{1}{A_{cp}} > 0,8; \quad (3.8)$$

де A_{cp} - середній квалітет точності визначається за формулою:

$$A_{cp} = \frac{15 \times n_1 + 14 \times n_2 + \dots + 6 \times n_n}{\sum n}; \quad (3.9)$$

де $n_{1 \dots n}$ - кількість розмірів, які мають відповідний квалітет;

$\sum n$ - кількість всіх розмірів.

Коефіцієнт шорсткості визначається за формулою:

$$K_w = \frac{1}{B_{cp}} < 0,32; \quad (3.10)$$

де B_{cp} - середній квалітет шорсткості визначається за формулою:

$$B_{cp} = \frac{K_4 \times n_1 + K_5 \times n_2 + \dots + K_7 \times n_n}{\sum n}; \quad (3.11)$$

де $K_{4...n}$ - клас шорсткості.

Деталь вважається технологічною, якщо загальний рівень технологічності становить $k_{\text{техн.}} > (0,6 \dots 1)$.

Показники точності геометричних розмірів і якості поверхонь мітчика приведені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Параметри деталі

№ Р-ра	Поверхність та її хар-ка	Вид поверхності	Квалітет точності	Шорсткість	Кл. горсткості	Уніфікованні елементи
1	$\varnothing 10_{-0,036}$	циліндрична	h 9	0,8	11	+
2	$\varnothing 10_{-0,07}$	циліндрична	h 8	0,8	11	+
3	$\varnothing 9,026_{-0,070}^{+0,098}$	циліндрична	h 8	0,8	11	+
4	$\varnothing 8,376_{-0,015}$	циліндрична	h 7	0,8	11	+
5	$\varnothing 8_{-0,09}$	циліндрична	h 11	0,8	11	–
6	$\varnothing 7,5_{-0,36}$	циліндрична	h 14	1,6	10	–
7	$\varnothing 7_{-0,36}$	циліндрична	h 14	1,6	10	–
8	$80_{-0,74}$	торцева	h 14	1,6	10	–
9	$22_{-0,52}$	торцева	h 14	1,6	10	–
10	$18 \pm 0,215$	торцева	js 14	1,6	10	–
11	$15_{-0,43}$	торцева	h 5	1,6	10	–
12	$11^{+0,011}$	торцева	H6	1,6	10	–

Виконуємо якісну оцінку:

1. Деталь має геометричну форму середньої складності, відноситься до класу «вал».

2. Деталь має жорстку конструкцію.
3. Деталь нормальної точності.
4. Уніфіковані елементи фаски, які виконані з урахуванням можливості обробки.

5. Деталь можна обробляти звичайним інструментом.

6. Всі поверхні деталі доступні для обробки.

Виконуємо кількісну оцінку технологічності деталі:

Коефіцієнт уніфікації:

$$K_{y.э.} = \frac{8}{12} = 0,66 \geq 0,6;$$

За даним коефіцієнту деталь технологічна.

Коефіцієнт точності:

$$A_{cp} = \frac{14 \times 5 + 11 \times 1 + 9 \times 1 + 8 \times 2 + 7 \times 1}{12} = 9,42;$$

$$K_m = 1 - \frac{1}{9,42} = 0,86 > 0,8;$$

За даним коефіцієнту деталь технологічна.

Коефіцієнт шорсткості:

$$B_{cp} = \frac{0,8 \times 5 + 1,6 \times 7}{12} = 1,27;$$

$$K_{ш} = \frac{1}{1,27} = 0,79 < 0,32;$$

За даним коефіцієнту деталь не є технологічною.

Коефіцієнт виготовлення заготовки:

$$K_{и.з.} = \frac{0,037}{0,139} = 0,266 \geq 0,8 ;$$

Так як $K_{и.з.} \geq 0,8$, то деталь за даним показником вважається не технологічною.

Загальний рівень технологічності:

$$K_{тех} = \frac{0,66 + 0,89 + 0,79 + 0,27}{4} = 0,65 > 0,6 .$$

На підставі вище викладених, якісної і кількісної оцінки технологічності конструкції можна зробити висновок, що деталь - технологічна.

3.1.3 Обґрунтування технологічних баз

Базою називають поверхню, вісь, точку деталі або складальної одиниці, по відношенню до яких орієнтуються інші деталі виробу або поверхню деталі, які обробляються. При проектуванні технологічного процесу для забезпечення необхідної точності велике значення має вибір баз.

При виборі технологічних баз для обробки заготовок необхідно застосовувати принцип суміщення баз, тобто для технологічної бази необхідно брати поверхню, яка є вимірювальною базою. При побудові маршруту обробки необхідно дотримуватися принципу сталості баз; на всіх основних технологічних операціях використовувати для технологічних баз одні і ті ж поверхні.

Конструкторської базою мітчика є центровочний отвір, який протягом техпроцесу використовується в якості технологічної бази.

Похибку установки заготовки в пристосування $\Delta_{\epsilon y}$, обчислюють з

урахуванням похибок: $\Delta_{\varepsilon\sigma}$ базування, $\Delta_{\varepsilon\beta}$ закріплення заготовок, $\Delta_{\varepsilon_{пр}}$ виготовлення і зносу опорних елементів пристосувань. Похибку установки визначають як граничне поле розсіювання положень вимірювальної поверхні відносно поверхні відліку в напрямку витримуючого розміру. Оскільки вказані похибки є випадковими величинами, то:

$$\Delta_{\varepsilon y} = \sqrt{(\Delta_{\varepsilon\sigma})^2 + (\Delta_{\varepsilon\beta})^2 + (\Delta_{\varepsilon_{пр.}})^2}; \quad (3.12)$$

Похибка пристосування не пов'язана з процесом установки заготовок у пристроях; тому часто її враховують при розрахунках точності окремо. Тоді:

$$\Delta_{\varepsilon y} = \sqrt{(\Delta_{\varepsilon\sigma})^2 + (\Delta_{\varepsilon\beta})^2}; \quad (3.13)$$

При укрупнених розрахунках точності обробки похибка $\Delta_{\varepsilon y}$, відповідну останньої формулі, можна визначити по [24].

Похибки установки в трикулачному патроні:

$\Delta_{\varepsilon y} = 80\text{мкм}$ - радіальна; $\Delta_{\varepsilon y} = 200\text{мкм}$ - осьова;

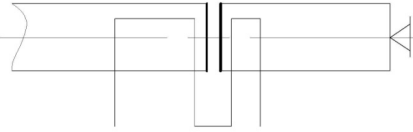
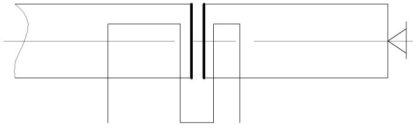
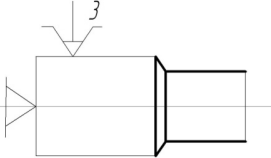
$\Delta_{\varepsilon y} = 0,080\text{мм} < TL = 0,4\text{ мм}$; $\Delta_{\varepsilon y} = 0,2 < Td = 0,39\text{мм}$;

Дане пристосування забезпечує обробку із заданою точністю.

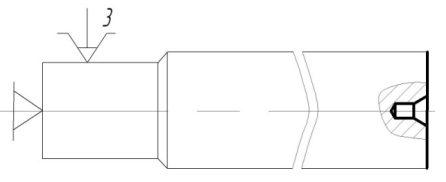
Протягом усього техпроцесу виготовлення мітчика принципи призначення технологічних і вимірювальних баз дотримується.

3.1.4 Маршрут виготовлення деталі (таблиця МВД)

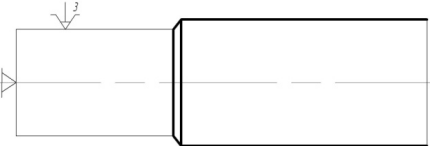
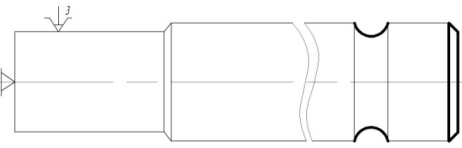
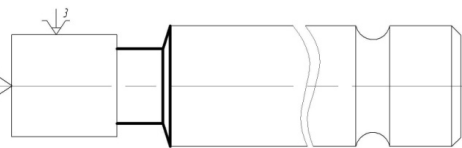
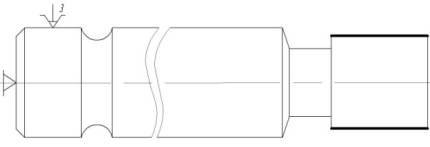
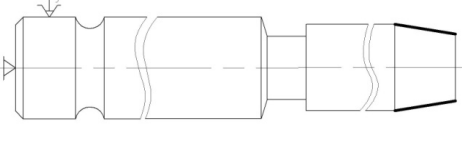
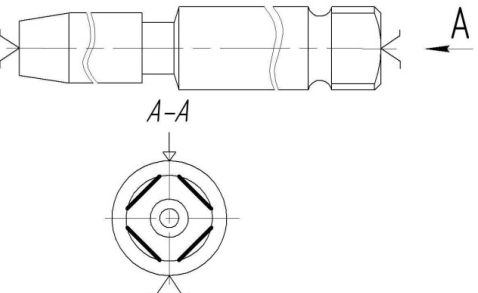
Таблиця 3.3 - Маршрут обробки

Операція	Зміст операцій	Обладнання	Операційний ескіз
1	2	3	4
005 Відрізка	Відрізка заготовки для робочої частини	Абразивно-відрізний 8В220	
010 Відрізка	Відрізка заготовки для хвостової частини	Абразивно-відрізний 8В220	
015 Токарно-револьверна	Проточування шийки на робочій частині	Токарно-револьверний 1Е316	
020 Слюсарна	Очистка		

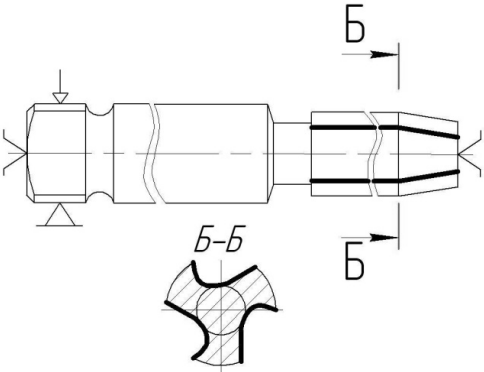
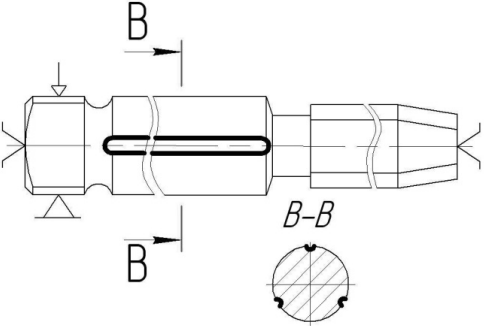
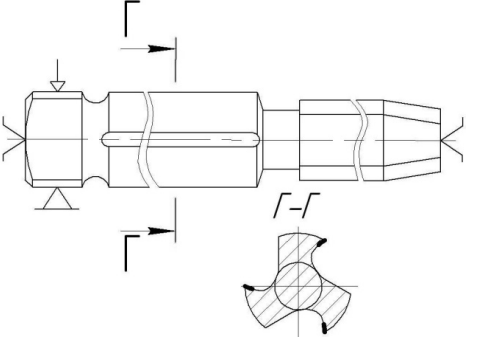
Продовження таблиці 3.3

1	2	3	4
025 Зварювальна	1 Зварювання в стик 2 Обточування зварювального шва на електро- зварювальних стикових машинах	Напівавтомат для зварки тертям МФ341	
030 Термічна	Відпал	Піч	
035 Токарно- револьве- рна	1 Підрізання торця робочої частини і центрування 2 Підрізання торця хвостової частини і центрування	Токарно- револьверний 1Е316	1  2 
040 Слюсарна		Слюсарний стіл	

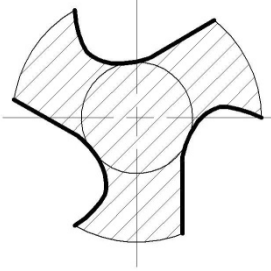
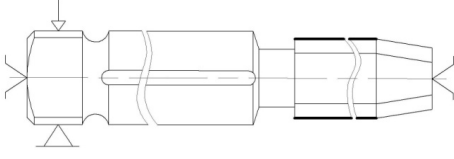
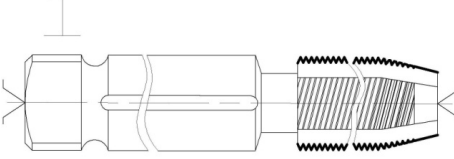
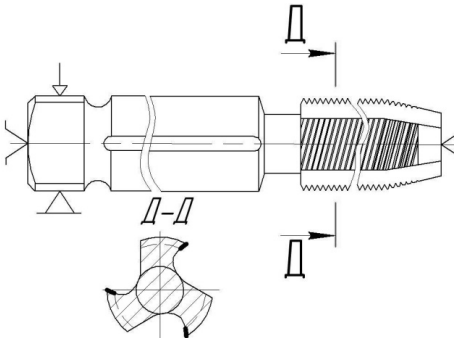
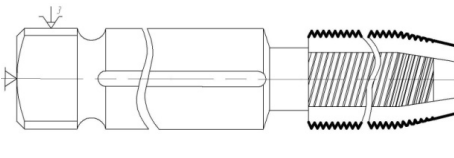
Продовження таблиці 3.3

1	2	3	4
<p>045</p> <p>Токарно-револьверна</p>	<p>1 Обточування зовнішнього діаметру хвостової частини</p> <p>2 Точіння радіуса $R=4,5$ і зняття фаски</p> <p>3 Обточування шийки і зняття фаски</p> <p>4 Обточування зовнішнього діаметру робочої частини</p> <p>5 Точіння конуса</p>	<p>Токарно-револьверний</p> <p>1E316</p>	<p>1 </p> <p>2 </p> <p>3 </p> <p>4 </p> <p>5 </p>
<p>050</p> <p>Горизонтально фрезерна</p>	<p>Фрезерування квадрата хвостової частини</p>	<p>Горизонтально фрезерний</p> <p>6P81</p>	<p></p>

Продовження таблиці 3.3

1	2	3	4
<p>055</p> <p>Горизонтально фрезерна</p>	<p>Фрезерування 3-х стружкових ривчаків робочої частини</p>	<p>Горизонтально фрезерний напіваавтомат 6В2</p>	
<p>060</p> <p>Горизонтально фрезерна</p>	<p>Фрезерування 3-х стружкових ривчаків на напрямок</p>	<p>Горизонтально фрезерний напіваавтомат 6В2</p>	
<p>065</p> <p>Заточувальна</p>	<p>Заточування передньої поверхні</p>	<p>Універсально-заточувальний 3А642</p>	

Продовження таблиці 3.3

1	2	3	4
070 Слюсарна	Полірування рівчаків вручну		
075 Круглошлі- фувальна	Шліфування зовнішньої поверхні робочої частини	Круглошлі- фувальний 3A110B	
080 Різьбошлі- фувальна	1 Нарізати і шліфувати профіль різьби 2 Довести профіль різьби	Різьбошлі- фувальний 5822M	
085 Різьбошлі- фувальна	Шліфування профіля різьби з затилуванням по профілю	Різьбошлі- фувальний 5822M	
090 Токарно- револьве- рна	Зняття загусенців на різьбі	Токарно- револьверна 1E316	

Продовження таблиці 3.3

1	2	3	4
095 Круглошлі- фувальна	1 Шліфування забірної частини 2 Затилювання Забірної частини	Круглошлі- фувальний 3A110B	
100 Мийна		Мийна машина	
105 Гравірюваль- на		Гравірюваль- на машина	
110 Контрольна	Контроль параметрів мітчика	Стіл контрольний	

3.2 Нова технологія виготовлення мітчиків із застосуванням автоматизованої виробничої лінії

Запропонований технологічний маршрут (рис. 3.1) виготовлення мітчика буде складатися із наступних операцій та технологічних переходів:

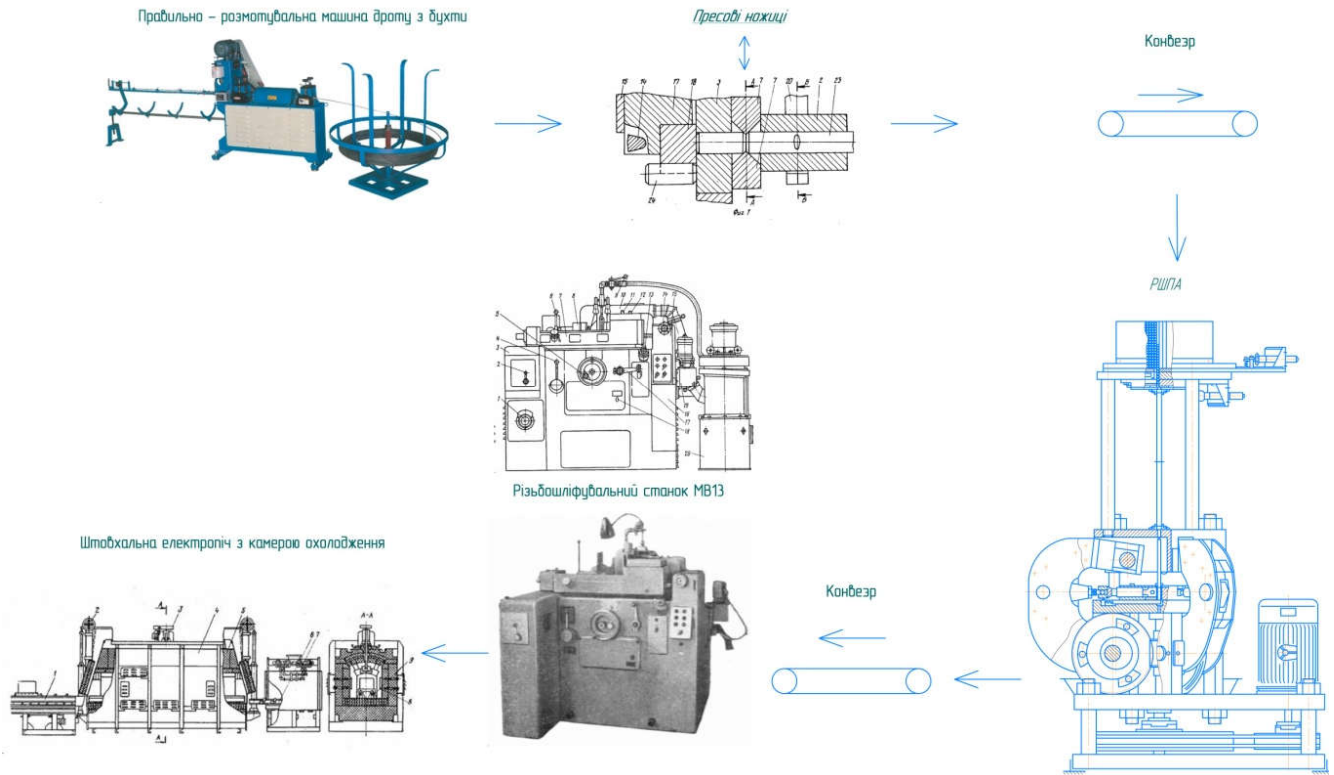


Рисунок 3.1 – Технологічний маршрут виготовлення мітчика

1. Розмотування та правильні операції із заготовкою (дротом потрібного перерізу) на правильно - розмотувальній машині моделі СYA-103L короткі характеристики приведенні в табл. 3.4.

Таблиця 3.4 – 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 [25], він має перевагу перед іншими методами [26,27] чистотою зрізу та дешивизною.

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 [28]. 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 двократній 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. 3.2 зображена схема штампа для різання прутка; на рис. 3.3 - розріз А-А на рис. 3.2 (за місцем затискання прутка кільцевими вставками); на рис. 3.4 - розріз Б-Б на рис. 3.2 (за місцем просічення прутка просічними

ножами); на рис. 3.6 - розріз В-В на рис. 3.5 (по поздовжній осі прутка);, на рис. 3.5 - план низу штампа; на рис. 3.7 - розріз Г-Г на рис. 3.5 (вузол затиску і розтискання кільцевих вставок в кінцевий момент обтиснення); на рис. 3.8 - розріз Д-Д, на рис. 3.5 (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 протівідтискач 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, пропонований 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, розташованої в нижній плиті і виконаної 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 клинковою поверхнею і клином, встановленим на рухомій плиті з можливістю взаємодії з клинковою поверхнею обойми, при цьому кільцеві затискні вставки встановлені на зазначених важелях.

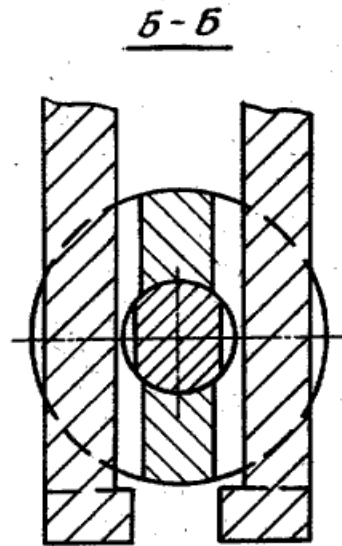


Рисунок 3.4 – Переріз Б-Б рисунка 3.2

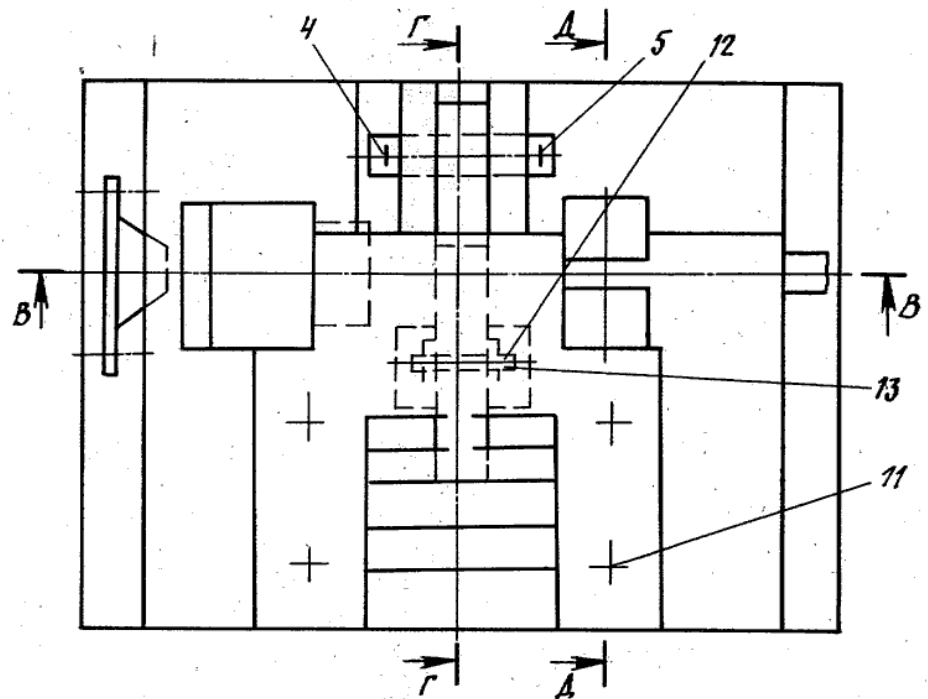


Рисунок 3.5 - План низу штампа

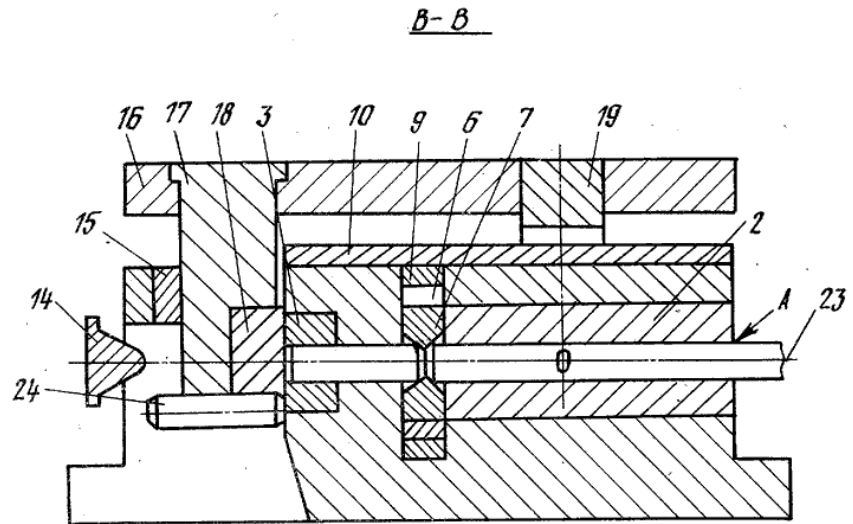


Рисунок 3.6 – Переріз В-В рисунка 3.5

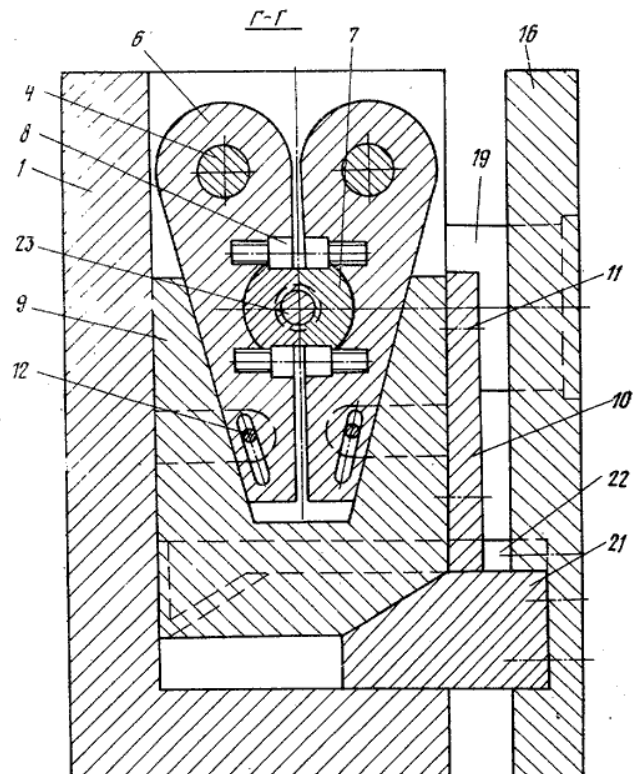


Рисунок 3.7 – Переріз Г-Г рисунка 3.5

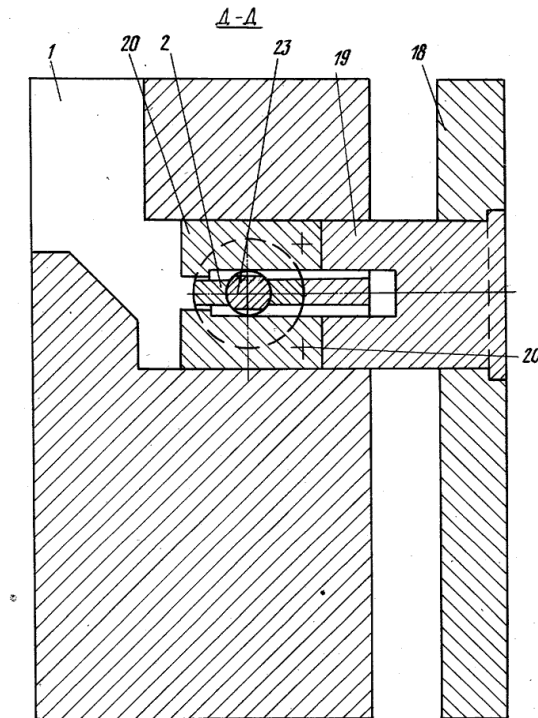


Рисунок 3.8 – Переріз Д-Д рисунка 3.5

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-штампувальному 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.

3.3 Висновок

Таким чином запропонована нова технологія виготовлення мітчиків дозволить підвищити КВМ, продуктивність праці, зменшити станкоємність, металоємність, конструкції верстатів, збільшення показників енерго- та ресурсоефективності. Перелічені переваги, в кінцевому рахунку, зменшать собівартість виготовлення мітчика, не знижуючи його механічних та технологічних властивостей, що дасть змогу гідно конкурувати національному виробнику як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В розділі надані основні заходи з ОП при проектуванні автоматизованого штампувального комплексу для виготовлення заготовок мітчиків.

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) негативний вплив конструктивних особливостей робочих зон де розміщені робочі місця дослідників. Внаслідок не виконання вимог ергономіки, що може призвести до надмірних статичних навантажень, захворювань опорно – рухового апарату, зниження працездатності;

в) можливість отримання механічних травм при проведенні дослідницьких робіт з використанням різьбошліфувального верстата, прес-ножиць, прес-автомату;

г) небезпеки при визначенні механічних властивостей;

г) небезпеки, які пов'язані з використанням персональних комп'ютерів, зокрема: електромагнітних полів (діапазон радіочастот: ВЧ, УВЧ і СВЧ), інфрачервоного та іонізуючого випромінювання, шуму і вібрацій, статичної електрики;

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:

— 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) Для забезпечення безпеки і комфортних умов праці робочих зон де відбувається процес дослідження повинен відповідати вимогам ергономіки:

— стосовно робочих місць дослідника передбачено: наявність робочого столу конструкція якого забезпечувала б моторну досяжність, стілець повинен бути поворотним та регульованим за висотою та кутом нахилу спинки, основні ергономічні вимоги до проектування робочого місця в системі "людина - техніка - виробниче середовище" зображені на рис 4.1;

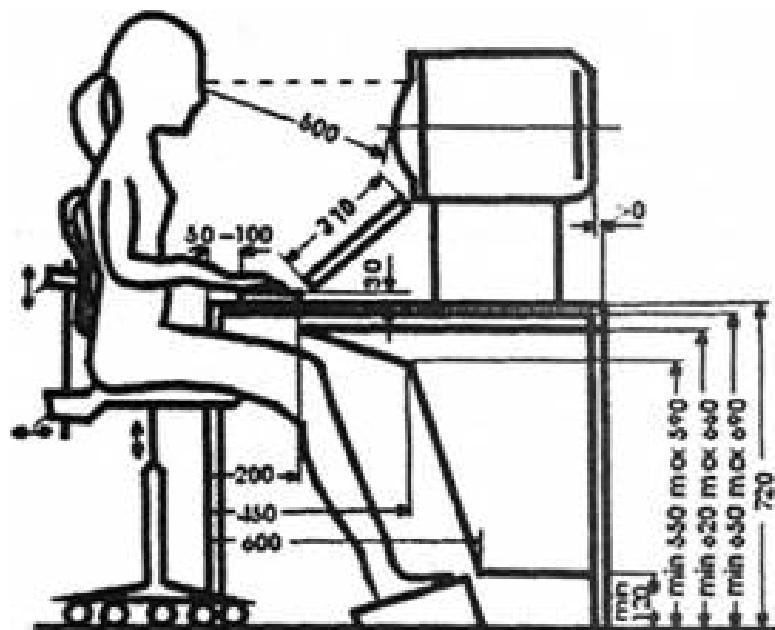
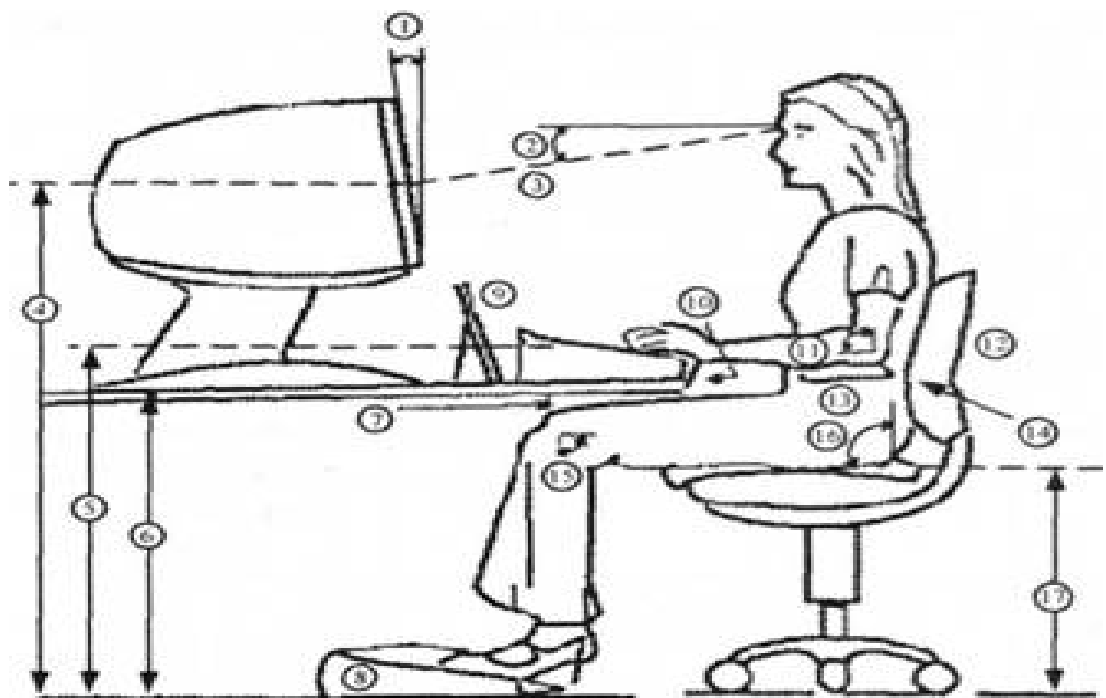


Рисунок 4.1 Робочий стіл і розміщення користувача з ПК

— організація робочого місця користувача комп'ютера повинна забезпечувати відповідність усіх елементів робочого місця та їх взаємного розташування ергономічним вимогам (рис 4.2), монітор ПК повинен

розташовуватись на відстані від користувача 50 – 60 см, глибина стола повина дозволяти покласти лікті на стіл при користуванні миші або клавіатури, що запобігає напруженню зору і запалення тунельного нерву.

— стосовно робочих зон де розміщене робітницьке обладнання, норми передбачають: ширина проходу не менше 1 метра; суворо забороняється захаращеність робочих зон; ті предмети, якими користуються частіше, розташовуються ближче, ніж предмети, якими користуються рідше; організація робочого місця повинна забезпечувати необхідну оглядовість; розташування обладнання повино відбуватись в межах ланцюгового виконання досліджень; норми безпеки визначають площу на одного працюючого не менше $4,5 \text{ м}^2$, висота робочої зони не менше 2 - 3 м, об'єм на одного працюючого не менше 15 м^3 .



1 - кут екрану, 2 - кут огляду (зору), 3 - відстань огляду, 4 - висота середини екрану, 5 - висота клавіатури, 6 - висота столу, 7 - відстань колін від столу, 8 - підставка для ніг, 9 - документообіг, 10 - положення рук, 11 - кут

ліктів, 12 - спинка крісла, 13 - підлокотник, 14 - опора для попереку, 15 - кут колін, 16 - кут спинки крісла, 17 - висота сидінь.

Рисунок 4.2 - Робоче місце і робоча поза користувача комп'ютера[29]

в) З метою забезпечення безпеки дослідницьких робіт з виготовлення заготовок мітчиків слід дотримуватись правил техніки безпеки з використанням різьбошліфувального верстата, прес-ножиць, прес - автомату, металевих матеріалів.

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 різьбошліфувальник повинен:

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

— 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 [30].

Забезпечення техніки безпеки при штампуванні.

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).

г) Забезпечення безпеки при визначенні механічних властивостей. 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 обладнання при максимальному режимі випробування.

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

д) Заходи забезпечення оптимальних метеоумов в приміщенні лабораторії; до метеопараметрів повітря в адміністративних приміщеннях відносять: температуру (T $^{\circ}C$), вологість (B %), переміщення повітряних мас (V м/с). Згідно СНІП 23.01-99 (будівельна кліматологія), 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.

е) 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)»

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

$$\Phi_{\Sigma} = \frac{E_n S k_z z}{\eta}$$

де E_n - нормативне значення освітлення – 200 лк;

S – площа 20 м²;

k_z – коефіцієнт запасу, який характеризується зношенням ламп – 1.4;

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

η – 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 $\eta = 0,44$.

$$\Phi_{\Sigma} = \frac{200 \cdot 20 \cdot 1.4 \cdot 1.1}{0.44} = 14000 \text{ лм}$$

За умови світловіддачі від однієї лампи ЛД – $40 \text{ Вт} = 2500 \text{ лм}$, тому потрібна кількість ламп буде 6 (рис. 4.3).

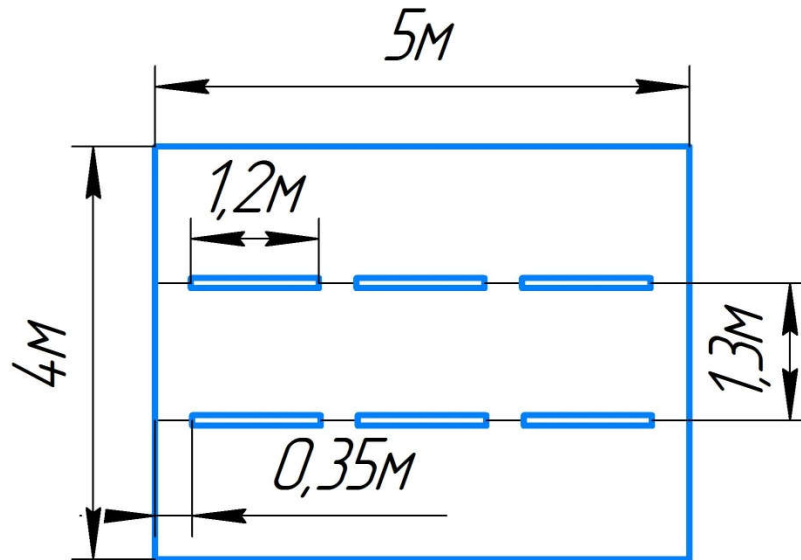


Рисунок 4.3 Схема розміщення ламп в дослідницькій лабораторії

4.4 Заходи з пожежної безпеки

Згідно нормативно правових актів з пожежної безпеки до роботи допускаються посадові особи, які пройшли навчання в спеціальних навчально-методичних центрах та отримали відповідне посвідчення. Обов'язковим є наявність системи автоматичного сповіщення та первинних засобів пожежогасіння. Слід дотримуватись наступних вимог:

— меблі та обладнання необхідно розміщувати таким чином, щоб забезпечувався вільний евакуаційний прохід до дверей виходу з приміщення

(завширшки не менше 1 м). Евакуаційні шляхи та виходи необхідно постійно утримувати вільними, нічим не захащувати;

— електромережі, електроприлади і апаратуру експлуатувати тільки у справному стані з урахуванням вказівок та рекомендацій підприємств-виробників. У разі виявлення пошкоджень електромереж, вимикачів, розеток та інших електровиробів слід негайно вимкнути їх та вжити необхідних заходів щодо приведення в пожежобезпечний стан;

— документи, папір та інші горючі матеріали слід зберігати на відстані не менше 1 м від електрощитів; 0,5 м від електросвітильників; 0,6 м від сповіщувачів автоматичної пожежної сигналізації та 0,15 м від приладів центрального водяного опалення.

— засоби протипожежного захисту слід утримувати у справному стані.

Усі працівники повинні вміти користуватись наявними вогнегасниками, іншими первинними засобами пожежогасіння, знати місце їх знаходження. Відстань від найбільш віддаленого місця приміщення до місця розташування вогнегасника не повинна перевищувати 20 м.

У службових приміщеннях не допускати:

- влаштування тимчасових електромереж;
- прокладання електричних проводів безпосередньо по горючій основі;
- експлуатація електроприладів, які мають механічні пошкодження;
- захащування підступів до засобів пожежогасіння;
- куріння, використання легкозаймистих рідин;
- проведення вогневих, зварювальних та інших робіт без спеціального дозволу;

— вмикання електронагрівальних приладів (чайників, кип'ятильників тощо) без негорючих підставок та в тих місцях, де їх використання не передбачено (або заборонено);

— захащування шляхів евакуації та евакуаційних виходів.

Адміністрація повинна зобов'язати відповідального за протипожежний стан службових приміщень після закінчення роботи:

- оглядати приміщення, переконуватись у відсутності порушень, що можуть призвести до пожежі;

- перевіряти, щоб скрізь було вимкнене освітлення, електроживлення приладів та обладнання (за винятком електрообладнання, яке за вимогами технології повинно працювати цілодобово).

4.5 Заходи по забезпеченню безпеки у надзвичайних ситуаціях

Правове регулювання цивільного захисту України.

1. Загальні положення кодексу «Цивільного захисту України 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 питань 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.

Перелік використаних джерел

1. **Gil-Del-Val, A.**, Diéguez, P.M., Arizmendi, M., Estrems, M. Experimental Study of Tapping Wear Mechanisms on Nodular Cast Iron (2015) Procedia Engineering, 132, pp. 190-196.
2. **Piska, M.**, Sliwkova, P. Surface parameters, tribological tests and cutting performance of coated HSS taps (2015) Energy Procedia, 100 (C), pp. 125-134.
3. **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.
4. **Lee, S.W.**, Nestler, A. Simulation-aided design of thread milling cutter (2012) Procedia CIRP, 1 (1), pp. 120-125.
5. **Shalamov, P.V.**, Kulygina, I.A., Yaroslavova, E.N. ANSYS Software-based Study of Thermal Drilling Process (2016) Procedia Engineering, 150, pp. 746-752
6. **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.
7. **Макиєнко, М. І.** Слесарное дело: учебник для подготовки рабочих на производстве [Текст] / М. И. Макиєнко. - Изд. 3-е, перераб. и доп. – М. : Высшая школа , 1968. – 400 с.
8. Технология изготовления метчиков из быстрорежущей стали [Текст] / под ред. Н. С. Дегтяренко.- Москва : Машгиз, 1961. -43с.
9. **Меньшаков, В. М.** Бесстружечные метчики : учеб. пособие для инженерно-технических работников машиностроительных заводов [Текст] / В. М. Меньшаков, Г. П. Урлапов, В. С. Середя – М. : Машиностроение, 1976. – 167с.
10. **Матюхін, А. Ю.** Спосіб отримання заготовки мітчика [Електронний ресурс] / А.Ю. Матюхін, А. М. Бень, А. А. Ленюк, 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.
11. **Матюхін, А. Ю.** Способи виробництва мітчиків [Електронний ресурс] / А.Ю. Матюхін, С. П. Доля // Тиждень науки. Тези доповідей науково-практичної конференції. - Запоріжжя, 16–20 квітня 2018. – с. 265.
 12. **Пат. 710741 СССР, М. Кл². В 21 J 7/16.** Радиально-штамповочный пресс автомат [Електронний ресурс] / Б. Н. Чумаков, А. А. Соловьев, В. Я. Лайко (СССР) ; заявл. 24.07.78 ; опубл. 25.01.80, Бюл. № 3. – Режим доступу:<http://patents.su>
 13. **Гордиенко, Б. И.** Качество инструмента и производительность [Текст] / Б.И. Гордиенко, М.А. Краплин ; под ред. [и с предисл.] И.Д. Третьякова, Науч.-исслед. ин-т механики и прикл. математики Сев.-Кавк. науч. центра высш. школы. Рост. ин-т с.-х. машиностроения. - Ростов н/Д : Изд-во Рост. ун-та, 1974. - 580 с.
 14. **Матвеев, В.В.** Нарезание точных резьб [Текст] / В.В. Матвеев. – М.: Машиностроение, 1978.- 88 с.
 15. **Прибылов, Б. П.** Исследование прочности и жесткости метчиков [Текст] / В кн.: Резьбообразующий инструмент. - М. : НИИМАШ, 1968, с. 43-53.
 16. **Дыхнов, А. Е.,** Методика прочностного расчета метчиков [Текст] / А. Е. Дыхнов, В. В. Матвеев // Технология машиностроения. – 1972. - № 26. - С. 3-11.
 17. **Агеев, А. Д.** Исследование процесса резьбонарезания мелкогабаритными твердосплавными машинно-ручными метчиками в высокопрочных, термически обработанных материалах [Текст] : Автореф. дис. ... канд. техн. наук.- М., 1971.-23 с.
 18. **Уманский, Э. С.** К исследованию локальных эффектов взаимодействия волокон и матрицы в композиционных материалах [Текст] / Э. С. Уманский, Е. И. Залужская, С. М. Медовая // Пробл. Прочности. - 1971. - № 7. - С. 11-17.

19. **Безухов, Н. И.** Приложение методов теории упругости и пластичности к решению инженерных задач : учеб. Пособие [Текст] / Н. И. Безухов, О. В. Лужин. - М. : Высшая школа, 1974. - 200 с.
20. **Сахаров, А. С.** Моментная схема конечных элементов с учетом жесткости смещений [Текст] / А. С. Сахаров // Сопротивление материалов и теория сооружений. - 1974. - №24. - С. 55-57.
21. **Эпштейн, В. М.,** Исследование прочности метчиков , оснащенных пластинками твердого сплав [Текст] / В. М. Эпштейн, А. С. Сахаров, Г. Г. Завьялов // Станки и инструмент. – 1976.- № 6. - С. 13-16.
22. **Солонин, И. С.** Математическая статистика в технологии машиностроения [Текст] / И. С. Солонин. – М. : Машиностроение, 1972. – 214 с.
23. **Эпштейн, В. М.** Твердосплавные метчики : монография / В. М. Эпштейн, В. Я. Рыбак С. И. Диденко. – К. : Наукова думка, 1984. – 152 с.
24. **Родин, П. Р.** Основы проектирования режущих инструментов [Текст] : учебник для студентов вузов / П. Р. Родин - К. : Высшая школа, 1990. - 424 с.
25. **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)
26. **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](http://patents.su)
27. **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](http://patents.su)
28. **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](http://patents.su)

29. **ГОСТ 12.2.032 – 78.** Издания. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования [Текст]. введ. 1979-01-01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001. – 9 с.
30. **Тюльпа, С. М.** Резьбошлифовальные работы [Текст] : учебник для проф. техн. училищ / С. М. Тюльпа. - Изд. 2-е, М. : Высшая школа, 1973. - 304 с.