Національний технічний університет України
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені Ігоря Сікорського»
НАВЧАЛЬНО - НАУКОВИЙ МЕХАНІКО-МАШИНОБУДІВНИЙ ІНСТИТУТ
Кафедра технології машинобудування

«На правах рукопису»
УДК _____

«**До захисту допущено**»

Завідувач кафедри
__Олександр Охріменко
(підпис) (власне ім'я, прізвище)

"___"_____2024 р.

Дипломний проект

на здобуття ступеня бакалавра
за освітньо-професійною програмою

«Технології машинобудування»

зі спеціальності 131 «Прикладна механіка»

на тему: Конструкторсько-технологічне забезпечення виготовлення деталі "Корпус напрямний"

Виконав:
студент 4 курсу, групи МТ-01

Бойко Кирило Ігорович _ _____
(прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

Науковий керівник доц., к.т.н. , доц. Малафєєв Ю, М, _____ _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Рецензент доц., к.т.н., доц. Красновид Д. О. _____ _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному проєкті немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.
Студент _____
(підпис)

Київ – 2024 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Навчально – науковий механіко-машинобудівний інститут
Кафедра технології машинобудування

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 131 «Прикладна механіка»

Освітньо-професійною програмою «Технології машинобудування»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____ Олександр Охріменко
«___»_____2024 р.

ЗАВДАННЯ
на дипломний проєкт студенту

Бойко Кирилу Ігоровичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дипломного проєкту Конструкторсько-технологічне забезпечення виготовлення деталі "Корпус напрямний"

_____
_____
_____

керівник проєкту Малафєєв Юрій Михайлович к.т.н. , доцент _____ ,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «___» .____2024__р. №_____

2. Термін подання студентом дипломного проекту «___» _____2024__р.

3. Вихідні дані до проєкту _____ _____
_____
_____

4. Зміст пояснювальної записки ,перелік завдань, які потрібно розробити
1. Вирішення загальних питань машинобудування.

2. Розробка креслень деталі та заготовки.
3. Проектування технологічного процесу виготовлення деталі.
4. Опис вибору верстатного пристосування.
5. Економічний розділ, розрахунок собівартості деталі.

5. Перелік графічно -ілюстративного матеріалу_____
1. Вирішення загальних питань машинобудування – 2 аркуші.
2. Кресленики деталі та заготовки – 1 аркуш.
3. Графічне зображення виконання технологічних операцій – 3 аркуші.
4. Складальні креслення верстатних пристроїв – 2 аркуші.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)*

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Технологічна частина	01.03.2024 р.	
2	Конструкторська частина	01.04.2024 р.	
3	Графічна частина	15.04.2024 р.	
4	Економічний розділ	01.05.2024 р.	
5	Індивідуальне завдання	15.05.2024 р.	
6	Оформлення диплома	01.06.2024 р.	

Студент Кирило Бойко

Керівник проєкту Юрій Малафєєв

Реферат

Дипломний проєкт складається з 20 ілюстрацій, 10 таблиць, 8 креслеників, 90 аркушів формату А4, 20 літературних джерел, 10 додатків з маршрутними картами, двох специфікацій до пристосування для деталі.

Задачі, що виконані в проєкті:

- Розглянуто основні методи отримання заготовки способом «Лиття» . Порівняння двох популярних методів отримання заготовки та обгрунтування вибраного методу для виготовлення заданої деталі;
- Описано основні проблеми ливарного вирбництва та можливі варіанти вирішення цих проблем;
- Зроблено аналіз службового призначення деталі;
- Представлено проектування операційного технологічного процесу виготовлення деталі;
- Обґрунтовано вибір пристосування для оброблення деталі.

Метою проекту є отримання практичних навичок у розробці технологічного процесу виготовлення деталі "Корпус напрямний". Цей процес охоплює не лише вибір оптимального методу отримання заготовки, але й належний підбір верстату, верстатних пристосувань та інструментів для кожної операції. Додатково, важливим аспектом є розрахунок необхідних припусків та часу на виконання кожного етапу виготовлення. Ці кроки спрямовані на створення оптимального технологічного процесу, що максимально ефективно використовує ресурси та забезпечує високу якість кінцевого продукту.

ЛИТТЯ , ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, ПРИСТОСУВАННЯ, БАЗУВАННЯ, КОРПУС

Abstrakt

Die Diplomarbeit besteht aus 20 Abbildungen, 10 Tabellen, 8 Zeichnungen, 90 Blätter A4-Format, 20 literarischen Quellen, 10 Anhängen mit Arbeitsablaufkarten, zwei Spezifikationen für Ausrüstung.

Im Projekt erledigte Aufgaben:

- Berücksichtigt die wichtigsten Methoden zur Herstellung eines Werkstücks nach der „Guß"-Methode. Vergleich zweier Methoden zur Herstellung eines Werkstücks und Begründung der gewählten Methode zur Herstellung eines bestimmten Teils;

- Die Hauptprobleme der Gießereiproduktion und mögliche Optionen zur Lösung dieses Problems werden beschrieben;

- Es wurde eine Analyse der Bestimmung des Bauteiles durchgeführt;

- Der Entwurf des betrieblichen technologischen Prozesses zur Herstellung des Teils wird vorgestellt;

- Die Wahl des Gerätes zur Bearbeitung des Teils ist vorgestellt.

Ziel des Projekts ist der Erwerb praktischer Kompetenzen in der Entwicklung des Herstellungsprozesses des Teils „Führungsgehäuse". Dieser Prozess umfasst nicht nur die Auswahl der optimalen Methode zur Herstellung des Werkstücks, sondern auch die geeignete Auswahl der Maschine, Werkzeugmaschinen und Werkzeuge für jeden Arbeitsgang. Ein wichtiger Aspekt ist darüber hinaus die Berechnung der notwendigen Zulagen und Zeiten für jede Produktionsstufe. Diese Schritte zielen darauf ab, einen optimalen technologischen Prozess zu schaffen, der die Ressourcen möglichst effizient nutzt und eine hohe Qualität des Endprodukts gewährleistet.

GUSS, TECHNOLOGISCHER PROZESS, AUSRÜSTUNG, BESTIMMUNG, GEHÄUSE

Зміст

Вступ 9
1. Індивідуальне завдання 10
1.1 Порівняння різних видів отримання заготовки деталі «Корпус напрямний» 10
1.1.1 Визначення ливарного виробництва 10
1.1.2 Класифікація ливарного виробництва 11
1.1.3 Основні проблеми ливарного виробництва 13
1.2 Розгляд призначення та особливостей заготовки та властивостей матеріалу 14
1.3 Порівняння окремих методів отримання заготовки способом лиття 16
1.3.1 Лиття в піщано-глинисті форми 16
1.3.2 Лиття в кокіль 19
1.4 Безпека працівників та навколишнього середовища 21
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ 24
2.1 Опис призначення та робочого середовища деталі 24
2.1.1 Опис конструктивних характеристик деталі 24
2.1.2 Опис робочого середовища деталі в вузлі 25
2.1.3 Опис вибору матеріалу 25
2.1.4 Оцінка якості креслення 26
2.2 Роз'яснення типу виробництва та його аналіз 26
2.2.1 Опис технологічності конструкції виробу 28
2.3 Розробка конструкції виробу 28
2.3.1 Роз’яснення виду та методу отримання заготовки 28
2.4 Визначення баз для технологічного процесу 30
2.4.1 Визначення загальних технологічних баз 30
2.4.2 Визначення технологічних баз для перших технологічних етапів 31
2.5 Розробка порядку обробки поверхонь деталі 32
2.6 Розробка технологічного процесу при виробництві виробу 37
2.7 Аналіз підбору верстатного обладнання 38
2.8 Обчислення припусків для технологічних операцій оброблення поверхонь 39
2.9 Визначення режимів різання 41

2.10 Обчислення режимів різання через аналоговий метод 44
2.10 Нормування технологічного процесу 46
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ 48
3.1 Обчислення конструкції верстатних пристроїв 49
3.1.1 Параметри для розробки верстатних пристроїв 51
3.1.2 Обчислення затискної системи верстатного обладнання 55
3.1.3 Обчислення силових механізмів обладнання 56
3.1.4 Розрахунок сили, що застовується для затиску деталі 57
3.1.5 Розрахунок сили прикладання 58
3.1.6 Визначення різьби на міцність 58
3.2.1 Порядок розробки конструкції обладнання 59
3.3 Основи визначення верстатних обладнань 60
3.3.1 Обчислення похибок базування 60
3.3.2 Обчислення похибок закріплення верстатного обладнання 61
3.4 Обчислення затискних систем верстатних обладнань 61
3.4.1 Розрахунок сил затиску 62
3.5 Висновок 62
4. ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ 63
4.1. Визначення собівартості матеріалу 63
4.1.1 Вартість сировини та матеріалу 63
4.1.2 Вартість виготовлення заготовки 65
4.1.3 Зворотні відходи 65
4.1.4 Витрати на паливо та енергію 65
4.1.5 Заробітна плата 66
4.1.6 Додаткова заробітна плата 66
4.1.7 Нарахування на заробітну плату 66
4.1.8 Витрати на утримання та експлуатацію устаткування 66
4.1.9 Відшкодування зносу інструментів 67
4.1.10 Загальновиробничі витрати 68
4.1.11 Загальногосподарські витрати 68
4.1.12 Додаткові виробничі витрати 69
4.1.13 Поза виробничі витрати 69

4.1.14 Висновки 70
Списки використаної літератури 70

Вступ

Значна роль машинобудування в Україні неоспорима – воно визначає технічний прогрес країни та має великий вплив на розвиток матеріально-технічної бази. Технологія машинобудування ставить перед собою завдання виготовлення механізмів відповідної якості та кількості, встановленої виробничою програмою та у визначені строки, з мінімальними витратами.

Проте, цей процес також включає в себе вирішення проблем якості продукції та продуктивності праці. Дипломний проєкт визначає дослідження у сфері ливарного виробництва, розробки технологічних процесів, представлення найбільш економічно доцільних методів обробки заготовок та визначення вартості виготовлення деталі.

Необхідність представлення вказаних процесів обумовлена відображенням загальних процесів машинобудування України та можливими варіанти покращення ефективності виготовлення виробів.

Для реалізації поставлених завдань використовувалась програма Inventor, яка забезпечує необхідний інструментарій для проектування та моделювання технічних систем.

1. Індивідуальне завдання

1.1 Порівняння різних видів отримання заготовки деталі «Корпус напрямний»

1.1.1 Визначення ливарного виробництва

Сутність ливарного виробництва полягає у отриманні виливків шляхом заливки металу у ливарну форму. Метод застосовується для виготовлення деталей різних розмірів та маси. Маса виливків у середньому складає приблизно 50-80% від загальної маси. Перевага лиття полягає у отриманні заготовок простих та складних форм. Отримання отворів та порожнин також є можливим завдяки цьому методу, у порівнянні з іншими методами отримання заготовок. Значне виробництво ливарної промисловості припадає на машинобудування (80%), будівництво (10%) та інші галузі промисловості.

Ливарне виробництво поділяється на плавлення металів, підготовка форм, лиття металу та оздоблювання виливків.

Рис. 1.1 - Ливарне виробництво

Основними задачами перед галуззю ливарного виробництва є зниження вартості виготовлення виливків у подальшій обробці шляхом покращення якості. Для цього використовуються різні методи виготовлення заготовок.

Проте з покращенням якості може також збільшуватись об’єм робіт та трудомісткість при виробництві. Важливим фактором при виборі способу отримання заготовки є мінімальна собівартість деталі, що складається з вартості матеріалу, витрат на механічну обробку та виготовлення заготовки.

Таким чином, в залежності від фізичних та хімічних характеристик виливку, обраного матеріалу, особливостей форми та багатьох інших показників вибирається окремий вид лиття, кожний з яких має свої переваги та недоліки у вигляді можливості використання форм для обробки у подальшому, поганий вплив на механічні властивості заготовки, вартість виробництва, трудомісткість.

Утворення виробів з різноманітних металів зявилось ще у 4 тис. до н. е. Це вказує на те, що метод лиття існує вже досить давно через просту методику отримання заготовок, а з деякими видами лиття цей метод зовсім не потребує високих технологій. Лиття завжди відігравало в Україіні значну роль, у 20 сторіччі відбувся значний ріст використання данного способу отримання заготовки. Проте в силу економічних факторів після 1990 р. значно зменшився випуск литих заготовок. Обсяг ливарного виробництва почав поступово збільшуватись з 1999 року. Таким чином, у 2000 році ливарне виробництво складало 1019 тис. тонн на рік, а в 2015 р. цей показник збільшився до 3475 тис. тонн.

На сьогодні основні труднощі з ливарним виробництвом в Україні пов’язані з логістикою, зниженням попиту на продукцію, підвищенням цін на сировину, бойовими діями біля території виробництва. Важливим прикладом є підприємтво «Укрфаворіт», яке знаходилось в м. Мелітополь, через бойові дії прийшлось припинити виробництво.

1.1.2 Класифікація ливарного виробництва

Існує велика кількість способів отримання заготовок литтям. Лиття в піщані, оболонкові форми та лиття за виплавляючими моделями

представляють лиття у одноразові форми. Форми, які можна використовувати багато разів, застосовуються при литті в кокіль, під тиском та відцентровим литтям. Класифікація ливарного виробництва та характеристика разних методів представлені в таблиці 1.

Таблиця 1.1 - Технологічна характеристика способів виготовлення заготовок

	Макс. маса виливків, кг	Матеріал	Рекомендована серійність	Клас точності виливків	Середня шорсткість поверхні Ra, мкм
Лиття в піщано-глиняні форми	200000	чавун, сталь, кольорові матеріали	необмежена	5-15	80…20
Лиття в кокіль	500 – 7000	чавун, сталь, кольорові метали	400…800	4-11	40…10
Лиття під тиском	100	кольорові метали	1000	3-8	10…2,5
Лиття в оболонкові форми	150	сталь, чавун, сп сплави	200…500	4-11	40…10
Відцентрове лиття	600	чавун, сталь, кольорові матеріали	100…1000	6-14	80…20

Кожний спосіб має певні показники та характеристики, як наприклад матеріал, клас точності виливків, максимальна та мінімальна товщина стінок, шорсткість поверхні тощо.

1.1.3 Основні проблеми ливарного виробництва

Ливарне виробництво є забруднювачем атмосфери. Основною проблемою є викиди в атмосферу. Внаслідок цього процесу утворюється пил та летючі органічні речовини. Під час плавлення металу та формування утворюється пил, він містить оксиди металу.

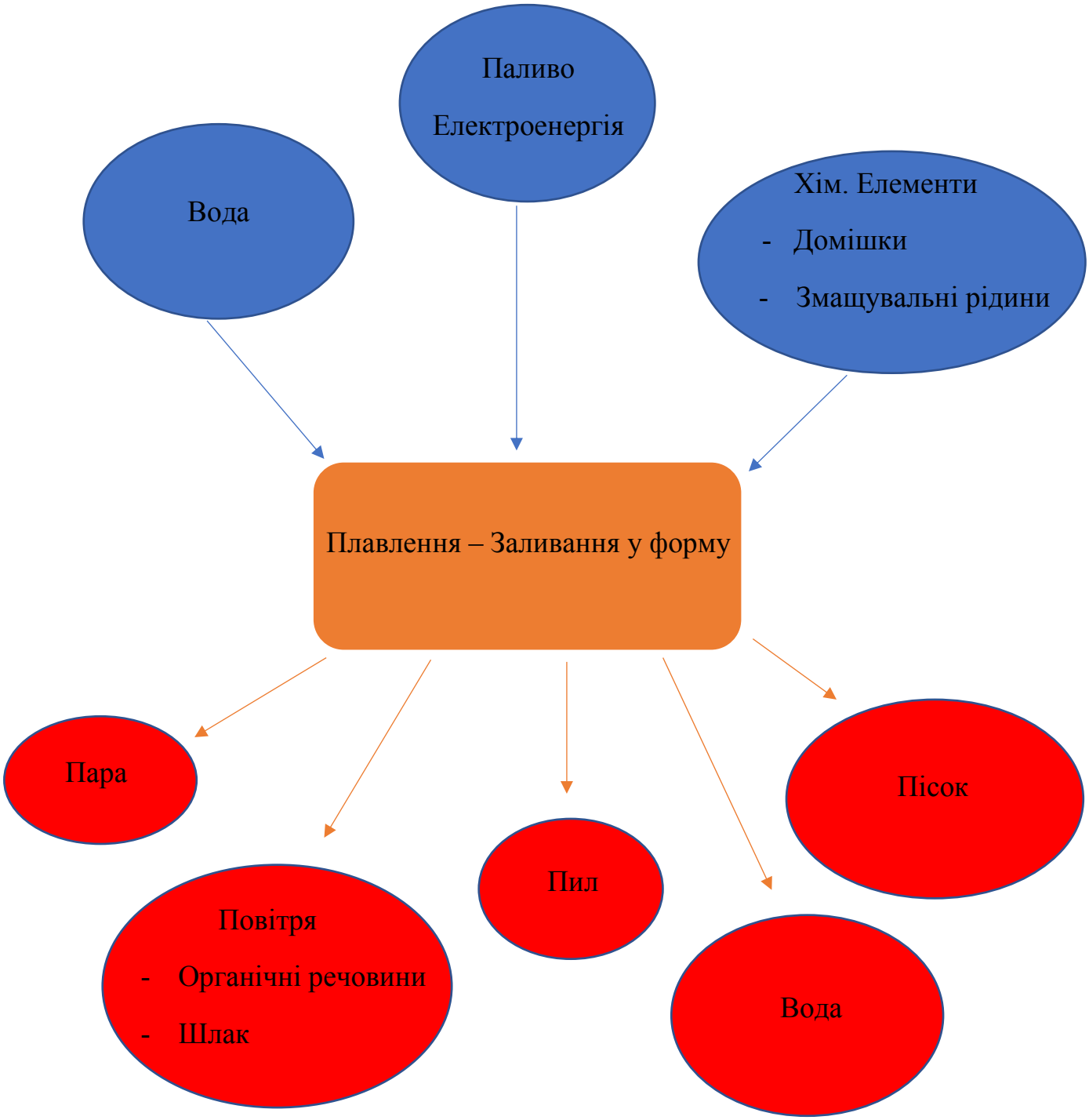


Рис 1.2 - Схематичне зображення процесу ливарного процесу та його наслідків

Проблема є комплексною, тому що викиди в атмосферу відбуваються по багатьом причинам. В тому числу наявність коксу та окремих елементів сприяють утворенню пилу.

Для покращення екологічних показників при ливарному виробництві необхідно очищувати викиди, використання ефективного обладнання та подальше використання використаних елементів.

Серед варіантів покращення показників екологічності ливарного виробництва запропоновані найкращі доступні технології та методи керування. Для мінімізації викидів передбачається відбір викидів одразу після виходу з печі, допалювання газів та застосування сухого обезпилення. Також представлений варіант повторного використання піску для формування. Завдяки термічній обробці та іншим варіантам відновлення пісок вдається повторно використовувати для ливарних прицесів.

У випадку використання лиття у багаторазові форми представлений варіант мінімізування по використанні води. Фільтрація та повторне використання стічних вод сприяє меншому використання води для оброблення в цілому.

1.2 Розгляд призначення та особливостей заготовки та властивостей матеріалу

Для виготовлення деталі був обраний чавун СЧ15 завдяки його придатності для лиття, що відповідає вимогам конструкції. Цей вибір зроблений для забезпечення необхідної міцності та стійкості під час експлуатації.

Таблиця 1.2 - Характеристика матеріалу СЧ15

Марка	СЧ15
Класифікація	Чавун сірий
Призначення	Виготовлення відливок

Таблиця 1.3 - Хімічний склад матеріалу СЧ15, %

C	Si	Mn	S	P
3.5 - 3.7	2 - 2.4	0.5 - 0.8	до 0.15	до 0.2

Таблиця 1.4 - Фізичні валастивості матеріалу СЧ15

T	E, 10^{-5}	α, 10^{6}	λ	ρ	C	R, 10^{9}
100		9			450	
20	0,9		60	7000		

де T – температура, за якої отримані дані властивості , [Град]

E – модуль пружності, [МПа]

α – Коефіцієнт температурного розширення, [1/Град]

λ – Коефіцієнт теплопровідності, [Вт/(м·град)]

ρ – густина, [кг/$м^3$]

C – питома теплоємність матеріалу, [Дж/(кг·град)]

R – питомий електроопір, [Ом·м]

Чавун СЧ-15 – це сплав заліза та вуглецю та декількох інших елементів. Частка заліза складає не менше 92,8%, вуглецю - не більше 3,7%. Даний сплав має високу рідкотекучість, високу міцність до стиснення. Завдяки цим параметрам різноманітність виливків з сірого чавуну є досить великою. Сплав відіграє значну роль у машинобудуванні, використовується для виробництва корпусів, коробок передач, корпусів редуктора тощо.

Рис. 1.3 - Металургічне підприємство

Білий чавун менше підходить для лиття заданого відливку, адже він більш крихкий, сірий чавун же має краще є кращим варіантом для лиття, через його особливі властивості, в тому числі його здатність витримувати вібрації.

1.3 Порівняння окремих методів отримання заготовки способом лиття

Для порівняння методу лиття в піщано-глиняні форми та в кокіль потрібно розглянути ці методи лиття по окремості.

1.3.1 Лиття в піщано-глинисті форми

Лиття в піщано-глинисті форми є найбільш роповсюдженим способом. Сутність полягає в лиття металу в форми, що виготовлені з піщаної формувальної суміші. В піщаних формах отримують переважно виливки з чавуну, сталі та кольорових металах. Використовується як в одиничному, так і в серійному виробництві. Для піщано-глинистих форм найбільш

поширеним є виготовлення корпусів, втулок, фланців, редукторів, кришок тощо. Затрудненим є отримання виливків з тонкими стінками та отворами маленьких діаметрів. Деталі, у яких передбачаються великі припуски на обробку, часто підходять під данний метод отримання виливку.

Серед недоліків присутня можливість утворення дефектів. Для якісного процесу виливки потрібно враховувати такі фактори, як умови заливки, властивість поверхневого шару виливки. Через усадку виливку можна очікувати на утворення тріщин, раковин тощо. Також може змінитися вага та щільність. Для обраного матеріалу усадка скаладє 1,2%. Труднощі виникають при транспортуванні та зберіганні великої кількості формувальної суміші. У середньому потребується суміш вагою в 10 разів більше за вагу отриманої заготовки.

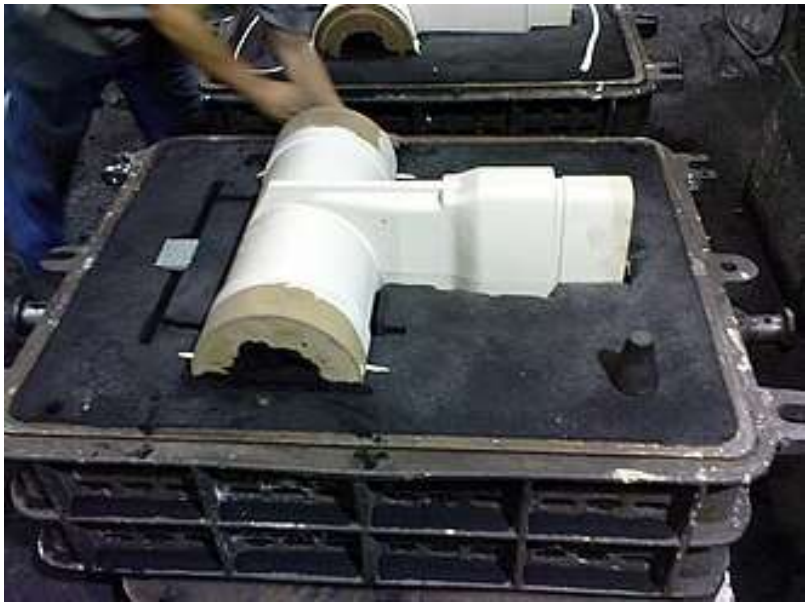


Рис 1.4 - Опока для ливарного виробництва

Формування є важливою частиною ливарного виробництва. Формування може бути в опоках, безопокове, в грунті та кесонах. В залежності від потрібного зміцнення існує формування з тепловим сушінням, фізичними способами та зміцненням суміші ущільнення.

Формування в ґрунті представляє здійснюється в кесонах та ямах. Найчастіше використовується для більших розмірів виливку. Недоліком

формування в ґрунті є складні умови роботи через копання ям та формування. Важливою частиною ливарної форми є стержень. Його використовують для отримання отворів, порожнин тощо. Для стержня потрібно забезпечити його закріплення.

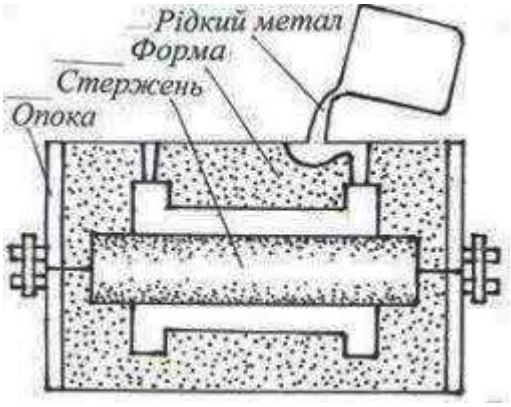


Рис. 1.5 - Процес отримання пиливка в піщано-глинистих формах

Для отримання виливка в піщано-глиняних формах потрібно провести наступні операції:

- встановити опоку та модель на плиту
- посипати поверхню моделі та опоку розділовим покриттям
- заповнити опоку піщано-гравійною сумішшю
- зчистити надлишок суміші
- зстановити верхню частину моделі на нижню, також установити верхню опоку
- засипати поверхню роздільним піском, формовою сумішшю та ущільнити її
- установити стержень
- штирі вводяться в втулки для точності форми
- для заливання розплаву слугує система каналів, що складається з шлакоутворювача, живильника та стояка
- після заливки розплаву форма має охолонути і внаслідок затвердіти
- зруйнувати форму, вичистити виплавок від формової суміші
- зрізати ливники

1.3.2 Лиття в кокіль

Лиття в кокіль представляє собою процес виготовлення заготовок з металу, що заповняє металеві форми, які називають кокіль. Спосіб лиття підходить найбільше для серійного та масового виробництва. Завдяки точності обробки є можливість отримання виливку з шорсткістю до 6 мкм.

Серед переваг данного методу лиття можна зазначити наступне:

- Багаторазовість використання кокіля
- Висока стійкість та розмірна точність
- Покращення механічних властивостей виливків завдяки великій теплопровідності матеріалу
- Зменшення припусків при подальшій обробці заготовки

Недоліки:

- Завчасне затвердіння металу через високу теплопровідність кокілю, як наслідок – труднощі при заливанні у форми з вузькими ребрами, тонкими стінками тощо
- Підвищена пористість через низьку газопровідність форми
- Невелика кількість номенклатури сплавів
- Трудомісткість виготовлення металевих форм

Для отримання виливка в коколі потрібно провести наступні операції:

- Очищення форми перед використанням
- Оброблення форми вогнетривким покриттям
- Нагрівання кокіля
- Установка стержнів, закріплення частин кокіля
- Заливання металу розливним ковшем
- Охолодження виливку та виштовхування з кокілю
- Очистка, обрубка виливка
- Термічна обробка виливка (за потреби)

Рис. 6 Кокіль для лиття

Вирішення недоліку з завчасним затвердінням може полягати у нанесенні покриттів, які будуть обмежувати теплопровідність кокілю, або наприклад підігрів кокілю перед використанням.

Отже, розглянувши позначенні способи лиття по окремості, можна порівняти їх між собою.

Щодо переваг лиття в кокіль у порівнянні з литтям у піщано-глиняні форми можна зазначити багаторазовість використання кокіля, коли при використанні формової суміші форма кожного разу руйнується. Як було зазначено раніше, є також труднощі при логістиці та зберіганні данної суміші. Через досить високу точність зменшуються витрати на подальшу обробку при використанні методу лиття в металеві форми. При литті в кокіль витрати металу скорочуються на 20% у порівнянні з литтям в піщано-глинисті форми. Враховуючи вищезазначені фактори та зменшення можливості браку, собівартість виготовлення виливку методом лиття у кокіль менша. Кокіль більше підходить для лиття алюмінієвих, магнієвих та мідних сплавів. Тому у випадку отримання заготовки корпусу, які часто виготовляють з чавуну краще підійде спосіб лиття в піщано-глинисті форми.

1.4 Безпека працівників та навколишнього середовища

Метою охорони праці та навколишнього середовища є створення здорових, безпечних умов на підприємтсві, а Також виключення захворювань та травматизму.

На підприємствах діють керівники, що відповідальні за охорону праці. Також існує комісія з питань охорони праці. Планування роботи з охорони праці існує перспективне, поточне та оперативне.

Перспективне планування з охорони праці містить довгострокові варіанти по покращенню охорони праці [15, стор. 26].

Поточне планування з охорони праці здійснюється протягом року у вирішенні питань покращення умов роботи працівників.

Оперативне планування важливе при вирішенні проблем власником підприємтсва.

Важливим аспектом збереження кращих умов праці є аналіз показників безпеки на підприємтсві. Аналіз може показати, наскільки дотримані умови праці та дізнатись причини недотримання загальних аспектів умов праці.

Аналізуються:

- Дотримання державних стандартів з охорони праці
- Стан робочого місця
- Вентиляція приміщення
- Стан обладнання на підприємстві
- Проведення навчань з пожежної безпеки
- Наявність медичного пункту на підприємтві
- Нещасні випадки на підприємстві
- Профзахворювання

Чинники, що можуть вплинути на безпеку, здоров’я, психологічний стан та ефективність персоналу

Електричний струм

Найбільшу загрозу мають електропечі та інші механізми, що працюють на електриці. Дані механізми найчастіше працюють при напрузі до 1100 В.

Шум

Велику кількість шуму видають дільниці формування та зачищення виливків. Нормування відбувається згідно ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ.

Вимоги щодо розміщення ливарних цехів на підприємстві

Дані вимоги є важливими для дотримування санітарних норм праці. Санітарно-захисні зони знаходяться залежно від типу підприємства. Розмір санітарно-захисних зон узгоджується з органами Державно санітарного нагляду.

Таблиця 5. Параметри мінімальної площі приміщень

Параметри приміщення	Значення
Площа приміщення на одного працівника, $м^2$	4,5
Об’єм приміщення на одного працівника, $м^3$	15
Висота приміщення, м	3,2
Висота приміщення без постійного перебування персоналу, м	3

Окис вуглецю

Основними джерелами окису вуглецю є механізми підсушування форм, сушильні печі та деякі плавильні печі. При заливанні чавуну і сталі також виділяється окис вуглецю, його кількість залежить від об’єму виливку та його часу знаходження в цеху.

Надлишкове виділення тепла

Плавлення металу призводить до виділення тепла близько 3000 МДж на тонну металу. Найбільша кількість тепла виділяється в дільницях заливання, вибивки та очищення виливків. Велику небезпеку мають інфрачервоні промені, у яких довжина хвилі становить не більше 1,5 мкм.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Опис призначення та робочого середовища деталі

2.1.1 Опис конструктивних характеристик деталі

Задана деталь – напрямний корпус. Він буде контактувати з іншими поверхнями. Напрямний корпус використовується для керування рухом або обмеження його у певних напрямках.

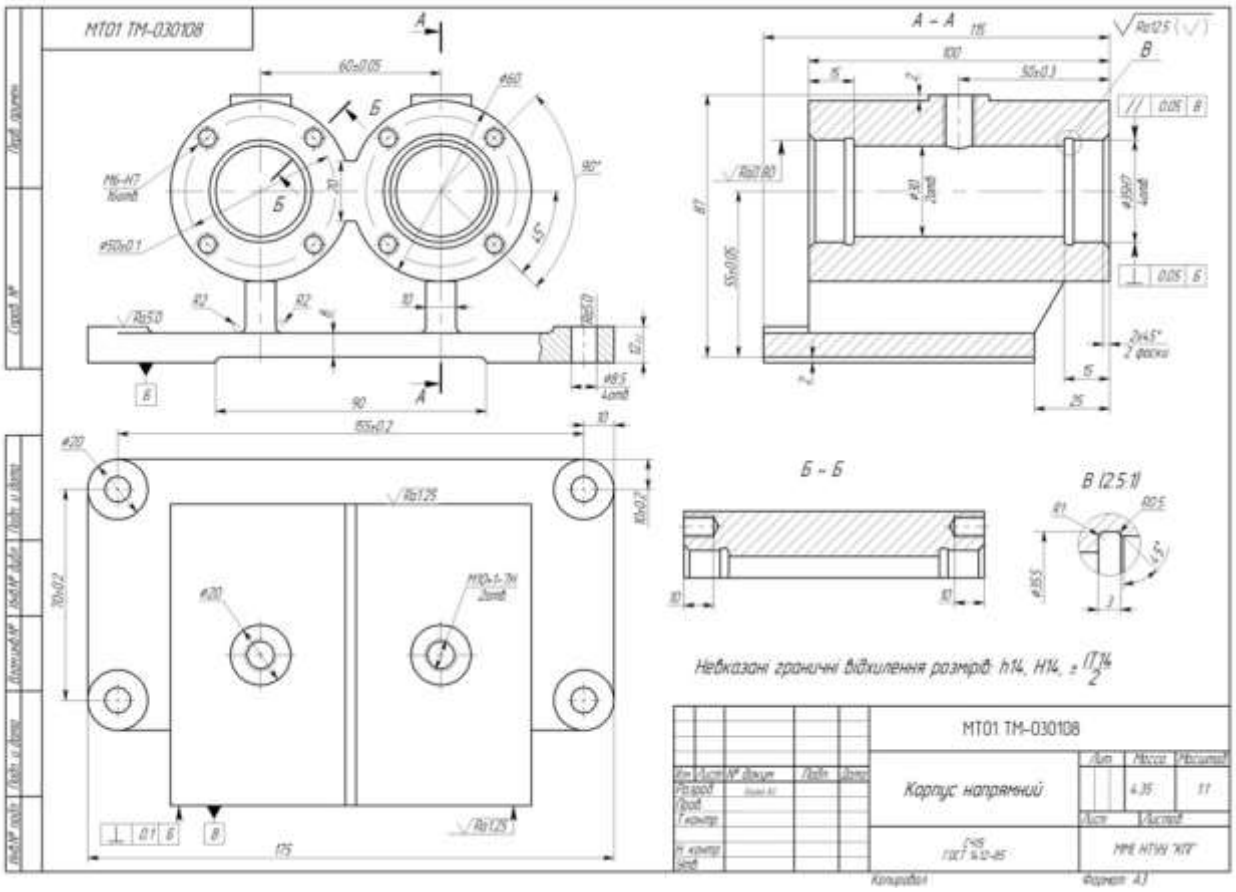


Рис. 2.1 - Креслення деталі

Ось декілька основних призначень напрямного корпусу:

- управління рухом: напрямні корпуси можуть використовуватися для визначення шляху руху певного об'єкта або механізму. Вони дозволяють обмежити рух в певному напрямку або надати точність у переміщенні;

- підтримка конструкцій: вони також можуть використовуватися як частина складних механізмів для підтримки рухомих частин чи пристроїв, забезпечуючи стабільність та точність в їх роботі;
- передача сили або руху: напрямні корпуси можуть служити для передачі сили або руху в певному напрямку, що допомагає в оптимізації роботи механізму або системи;
- зменшення тертя: вони можуть знижувати тертя та знос у механізмах, дозволяючи плавний рух частин без значного опору;
- деталь відноситься до категорії корпусних елементів з основними поверхнями простої геометричної форми. Вона має торцеву поверхню та отвори, осі яких розташовані під кутом до основних поверхонь.

2.1.2 Опис робочого середовища деталі в вузлі

Деталь функціонує у складі складальної одиниці або вузла, що підлягає механічним навантаженням. Це важливо враховувати при виборі матеріалу та розробці технологічного процесу виготовлення.

2.1.3 Опис вибору матеріалу

Для виготовлення деталі обрано чавун СЧ15 через його можливість відлиття, що відповідає особливостям конструкції. Такий вибір обумовлений необхідністю забезпечення необхідної міцності та стійкості під час експлуатації.

Чавун як матеріал має антифрикційні властивості, які можуть поглинати вібрацію, але не витримує високих ударних навантажень. Його властивості представлені в таблиці 2.1.

Також, враховуючи, що він піддається невеликим змінним навантаженням, то можна гарантувати, що всі вимоги стандарту будуть дотримані.

Таблиця 2.1 - Хмічний склад та фізико-механічні властивості сірого чавуну марки СЧ15

C,%	Si,%	Mn,%	S	P
			Не більше	
3,4…3,6	1,4…2,4	0,7…1,0	0,15	0,2
- границя міцності при розтягуванні (σ_B^D) – 180 МПа; - границя міцності при стисканні ($\sigma_A^{\tilde{n}\partial}$) – 700 МПа; - границя міцності при згині ($\sigma_A^{\varphi\partial}$) – 360 МПа; - твердість за Брінеллем (МПа) – 180...229 НВ.				

2.1.4 Оцінка якості креслення

Після аналізу креслення було виявленно наступне:

- на креслені вказані всі розміри, необхідні для виготовлення деталі;
- шорсткість поверхонь вказана відповідно до ГОСТ 2789-73;
- допуски вказані відповідно до ГОСТ 25346-89;
- вимоги до точності виготовлення корпусу відповідають вимогам шорсткості.

2.2 Роз'яснення типу виробництва та його аналіз

Тип виробництва - категорія виробництва, яка визначається факторами об’єму випуску продукції.

У процесі проектування верстатних пристроїв враховано різноманітні аспекти, включаючи технічні вимоги користувача, властивості матеріалів, потреби в точності та стійкості, а також механізми затиску для надійного закріплення заготовок. Тип виробництва зазначений у таблиці 2.2.

Перевірка механічних властивостей матеріалів, таких як чавун, дозволяє визначити максимально допустимі сили затиску, щоб уникнути пошкодження заготовок або пристроїв.

Застосування відповідних механізмів затиску, які враховують розміри та матеріали заготовок, дозволяє забезпечити безпечне та ефективне фіксування на верстатному пристрої.

Таким чином, відповідно до проведених розрахунків та аналізу, можна зробити висновок, що проект верстатних пристроїв відповідає вимогам щодо точності, стійкості та безпеки в експлуатації.

Таблиця 2.2 – Тип виробництва виготовлення деталі «Корпус напрямний»

Тип виробництва	Річний обсяг випуску деталей одного найменування, шт.		
	Легкі, масою до 20 кг	Середні, масою 20…30 кг	Важкі, масою більше 30кг
одиничне	До 100	До 10	1…5
малосерійне	101…500	11…200	6…10
середньосерійне	501…5000	201…1000	101…300
великосерійне	5001…50000	1001…5000	201…1000
масове	більше 50000	більше 5000	більше 1000

Приймаємо середньосерійний тип виробництва за факторами обсягу виробництва 5000 штук [3, стор. 44]. Тобто при даному типу виробництва деталі будуть оброблюватись регулярно при певній періодичності.

Розмір партії деталей визначається за формулою:

$$n = \frac{N \cdot t}{F}, \text{шт} \qquad (2.1)$$

$$n = \frac{5000 \cdot 5}{245} = 102 \text{ шт}$$

Де N - річна кількість випуску виробів, N=5000 шт.;

t - кількість днів для запасу деталей, t=5 днів;

F – робочі дні у році, F=245 днів.

2.2.1 Опис технологічності конструкції виробу

Матеріал виробу - чавун марки СЧ15 ГОСТ 1412-85, виготовлений з пластинчастого графіту.

Ресурс має відмінну ливарну здатність і відносно легко обробляється. Оброблювані поверхні нескладні. При обробці деталей не потрібно використовувати спеціальні ріжучі інструменти. Це пов'язано з тим, що всі поверхні легко доступні. Це гарантує, що в процесі обробки створюються точні, надійні основи і отримання надійних баз.

2.3 Розробка конструкції виробу

2.3.1 Роз’яснення виду та методу отримання заготовки

Для отримання виробу широко застосовується спосіб лиття. Також застосовується обробка металу тиском та зварювання. Кожний метод містить деяку кількість способів отримання заготовки. При виборі методу враховується матеріал деталі та її форма. Найдоцільніший спосіб отримання заготовки – лиття через Заготовку для данного корпусу найкраще за все буде одержувати литтям, так як чавун має чудові характеристики при литті.

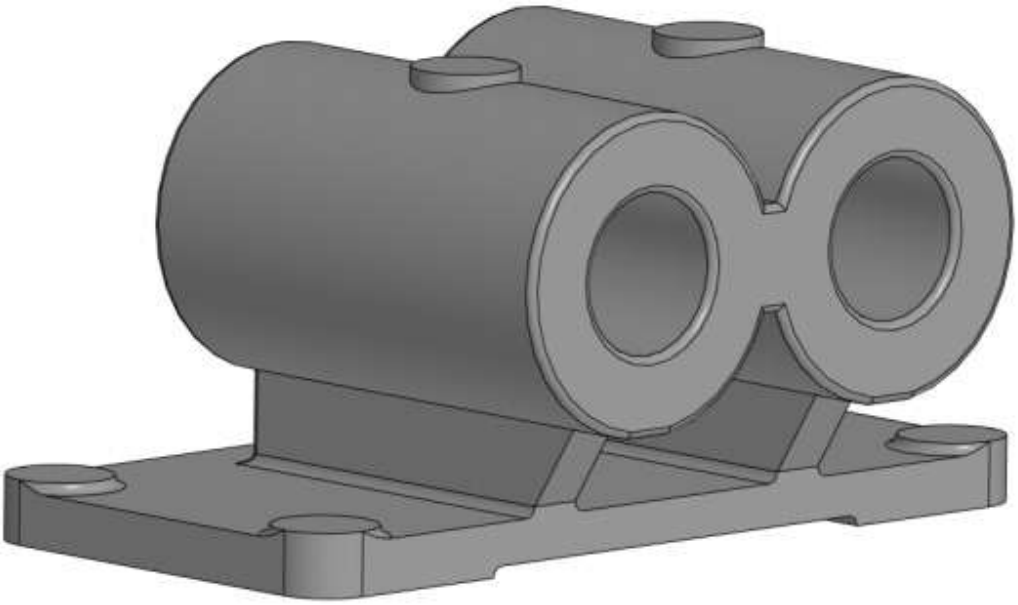


Рис 2.2 - Модель заготовки

Метод лиття розподіляється на виготовлення у піщано-глинистих формах, кокілях, також існує спосіб отримання виливків відцентровим литтям, литтям під тиском тощо. Якщо враховувати фактори матеріалу деталі та тип виробництва найкращим способом отримання заготовки буде лиття в піщано-глинисті форми. Правильний вибір методу отримання заготовки сприяє гарним економічним показникам при виробництві, а також якості отриманої деталі.

Важливим показником розвинутого технологічного процесу є використання форм виробництва, найбільш економічно доцільних, також враховується можливість отримання мінімальної кількості відходів, розглядуються варіанти найбільшої продуктивності при виготовлення деталі шляхом використання ефективного обладнання, сучасних верстатів та найменш трудомістких способів отримання деталей. Проте не завжди це вдається, враховуючи обмежені бюджети, специфічні форми деталі та ще багато інших факторів.

2.4 Визначення баз для технологічного процесу

2.4.1 Визначення загальних технологічних баз

Для отримання деталі із задовільними показниками є необхідність правильно вибрати технологічні бази. В іншому випадку деталь може бути закріплена неправильно, що призводить до похибок поверхону та браку.

Загальні принципи при визначенні баз:

- Єдність бази, тобто поверхня має бути базовою точкою вимірювання та проектування.
- Базова рівномірність сприяє мінімізації похибок. При виборі технологічноїчної бази керуємся безпосередньо двома основними принципами: єдність бази і постійність.

Для правильності визначення баз поперше вибирається загальна технологічна база, що являє собою вибір поверхні для базування при великій кількості операцій. Поверхні діляться на 4 класи:

- основні конструкторські бази (ОКБ) – визначають положення деталі під час виконання операцій;
- вільні поверхні (ВП) - всі інші поверхні деталі
- кріпильні поверхні (КП) – визначають орієнтацію приєднувальних елементів;
- допоміжні конструкторські бази (ДКБ);

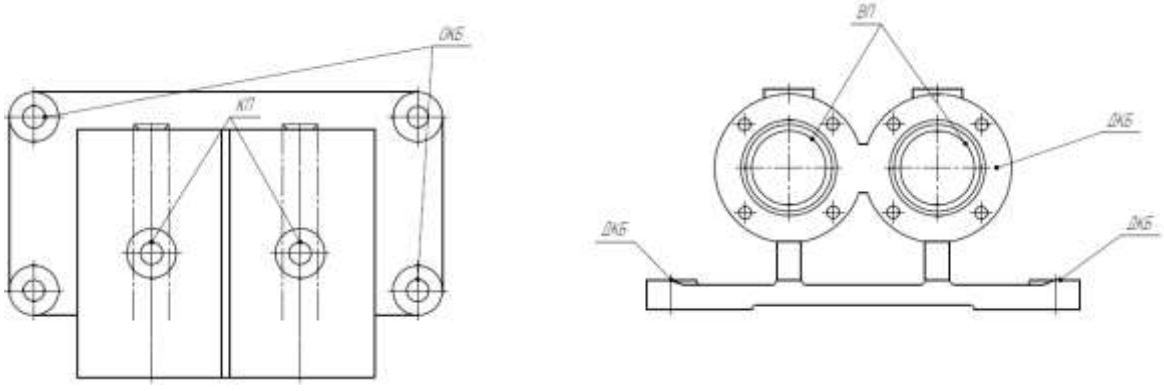


Рис 2.3 – Вибір баз за призначенням

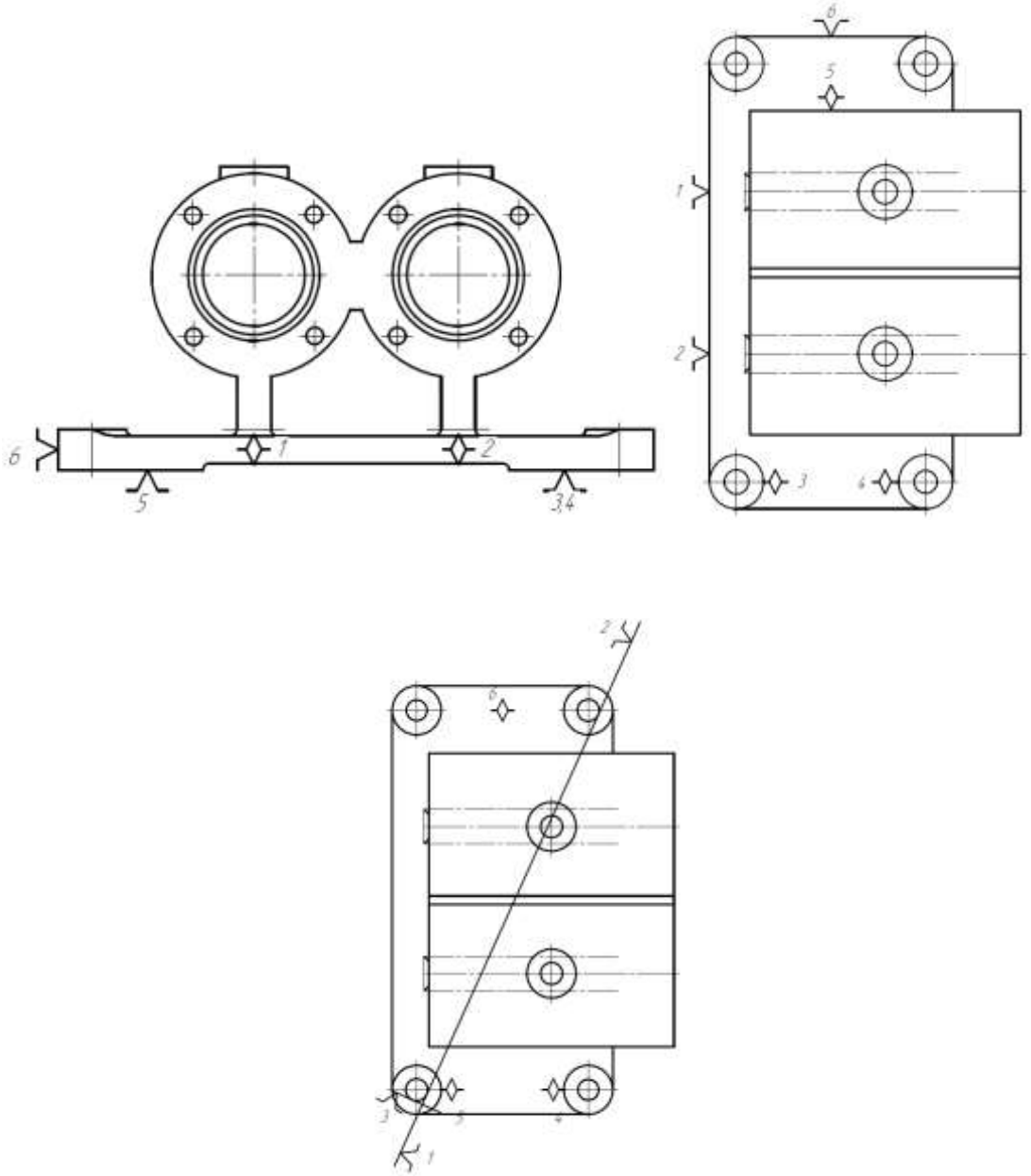


Рис 2.4 - Базування деталі корпус

2.4.2 Визначення технологічних баз для перших технологічних етапів

Є різні варіанти базування деталі. В першому випадку деталь закріплена в перевернутому положенні, базується вона по бічним стінкам основи. Потім заготовка виводиться в стандартне положення та закріплюється на оброблену поверхню.

Технологічний процес для виготовлення виробу

Для підготовки технологічного процесу потрібно обробити ті поверхні, які будуть слугувати базами при наступній обробці. Чорнове оброблення робиться в окремих операціях. Поверхні з великим припуском оброблюються на чорнових операція. При завершенні технологічного процесу якість деталі має ставати кращою. Для кріпильних поверхонь виділено 3 етапи обробки перед останніми операціями.

Для найбільш важливих поверхонь виділяються останні операції, це зменшує ризик пошкодження цих поверхонь та дає гарантію якісних показників цих поверхонь. Контрольні операції розміщуються у проміжку між іншими операціями для впевненості в якісному виконання технологічного процесу.

2.5 Розробка порядку обробки поверхонь деталі

При фрезерній обробці з ЧПК на установі А за базу використовується необроблена зовнішня плоска поверхня та торець. На установі Б за базу використовується оброблена зовнішня плоска поверхня, та торець який був попередньо оброблений на Установі А. При фрезеруванні корпуса, як на установі А так і Б, використовується правило 6 точок: Три точки бере на себе база А (установча), дві точки - база Б (направляюча), а одна точка зміщується за допомогою сил тертя.

Обгрунтування призначення допусків та шорсткостей на деталь.
Оскільки дана даталь не потребує ніяких особливих вимог відносно умов роботи то виходячи з цього на поверхні деталі непризначаємо ніяких високих допусків, а лише на поверхню з різьбовими елементами допуск по Н7 з шорсткістю 0.8,а на базову торцеву поверхню призначаємо шорсткість 3.2 та на упорний буртик теж 3.2 . На цилідричну базову поверхню яка контактує з фланцем призначаємо допуск по Н7 та шорсткість 3,2.

Усі інші поверхні виготовляються по IT14 квалітету та шорстокості 6.3, крім тих які механічно необробляються.

Плани обробки окремих поверхонь наведено в таблиці 2.3.

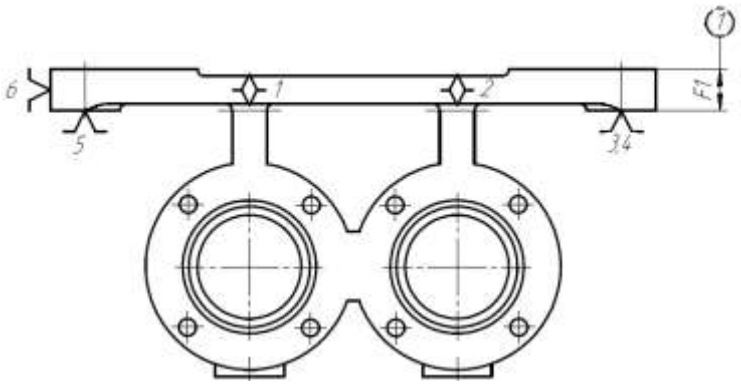
Таблиця 2.3 - Маршрути обробки поверхонь

Поверхня	Квалітет точності	Шорсткість	План обробки поверхні
Отвори М10х1-7Н	Н7	0.8	1.Центрування 2.Свердління 3. Нарізання різьби
Плоска поверхня	IT14/2	3.2	1.Чорнове фрезерування 2.Попереднє шліфування
Отвір Ø35Н7	Н7	3.2 0.8	1. Чорнове розточування 2. Чистове розточування
Отвори Ø8,5	± IT14 /2	5.0	1.Центрування 2.Свердління
Отвори М6-Н7	Н7	0.8	1.Центрування 2.Свердління 3. Нарізання різьби
Торець	IT14/2	3.2 1.25	1.Чорнове фрезерування 2.Попереднє шліфування

Маршрутно-операційний процес виробництва деталі

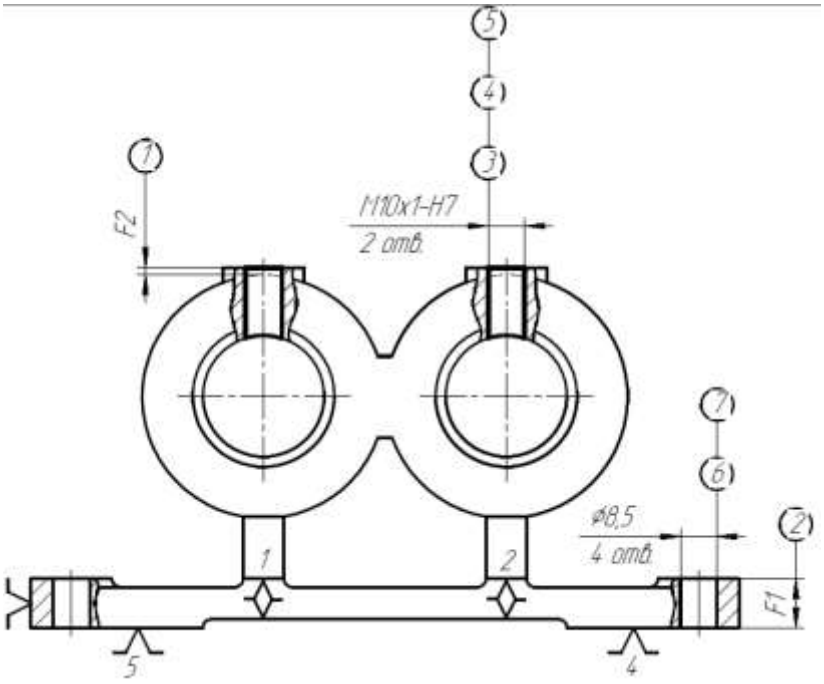
05 Вертикально-фрезерна з ЧПК

1. Фрезерувати поверхню, витримуючи розмір F1



010 Вертикально-фрезерна з ЧПК

1. Фрезерувати поверхню, витримуючи розмір F1
2. Фрезерувати поверхню , витримуючи розмір F2
3. Центрувати 6 отворів
4. Свердлити 2 отвори ∅10
5. Нарізати різьбу М10х1-7Н
6. Свердлити 2 отвори ∅8.5
7. Нарізати різьбу М8.5х1-7Н

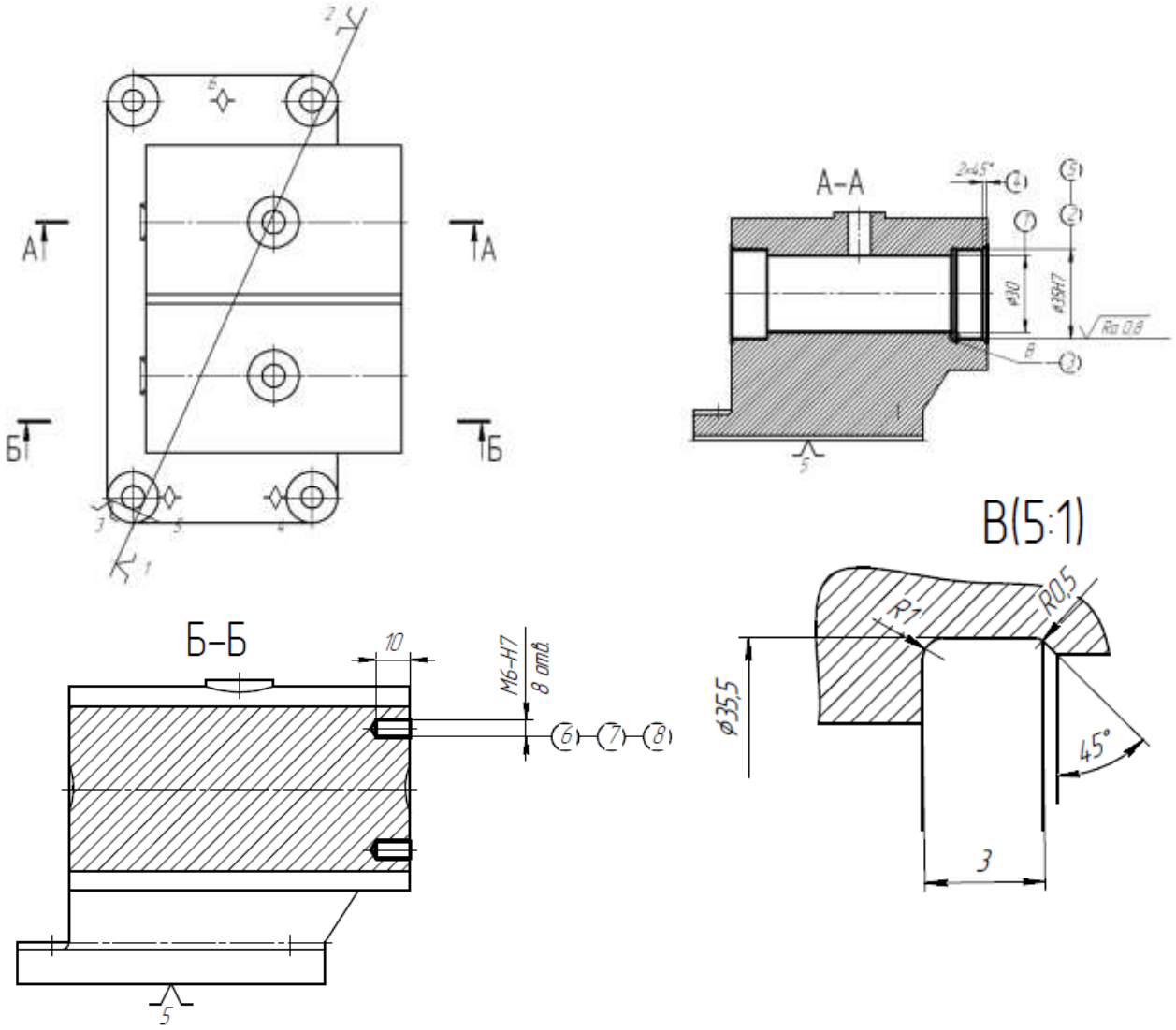


015. Багатоцільова з ЧПК

Установ А

1. Точити 2 отвори ∅30

2. Точити начорно 2 отвори Ø35Н7
3. Точити начисто 2 отвори Ø35Н7
4. Розточити канавку В
5. Точити фаску 2х45º
6. Центрувати 8 отворів
7. Свердлити 8 отворів Ø6
8. Нарізати різьбу М6-Н7



Установ Б (Повернути на 180°)

1. Точити начорно 2 отвори Ø35Н7

2.Розточити канавку В

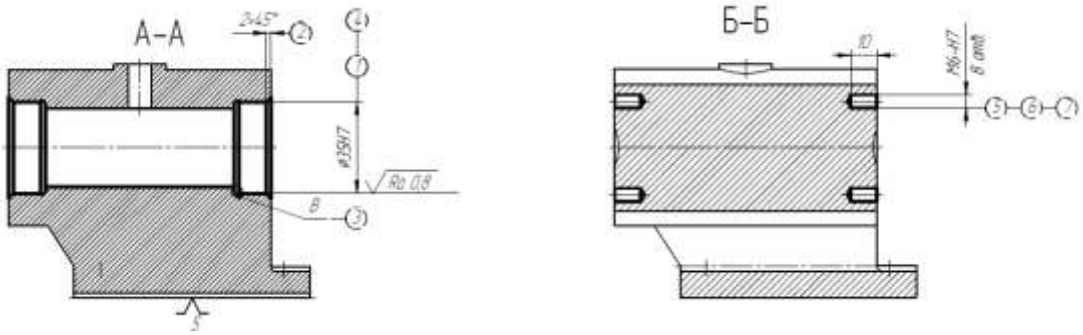
3.Точити начисто 2 отвори Ø35Н7

3.Точити фаску 2х45º

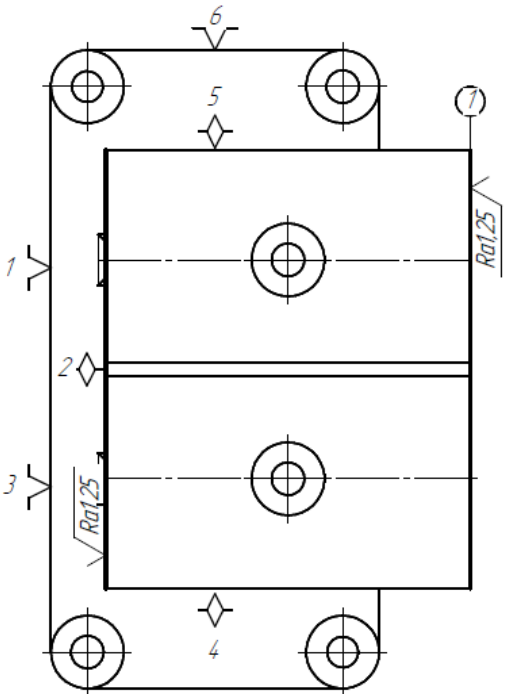
4.Центрувати 8 отворів

5.Свердлити 8 отворів Ø6

6.Нарізати різьбу М6-Н7



020 Шліфувальна



1.Шліфувати торці

025 Слюсарна

030 Мийочна

035 Контрольна

2.6 Розробка технологічного процесу при виробництві виробу

Деталь розділяється умовно на певні геометричні фігури, внаслідок чого до кожної поверхні можна підійти індивідуально з певними факторами для визначення кращої точності обробки. Послідовність технологічних маршрутів є умовним позначенням перед побудовою основого технологічного процесу. Необхідні параметри технологічного процесу указані в таблиці 2.3. Поверхні, що обробляються деталі вказані на рис.2.3.

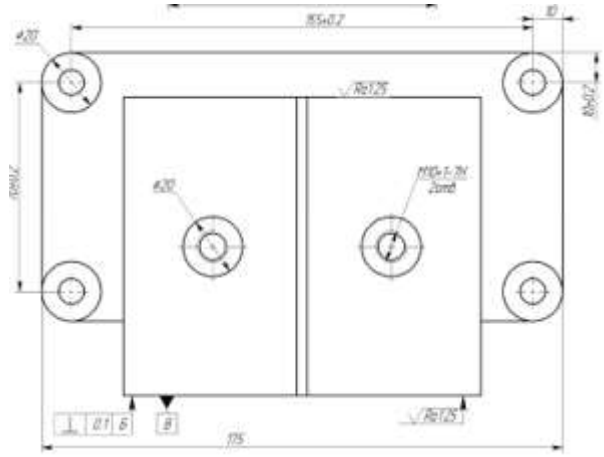


Рис. 2.4 - «Корпус напряний», вид зверху

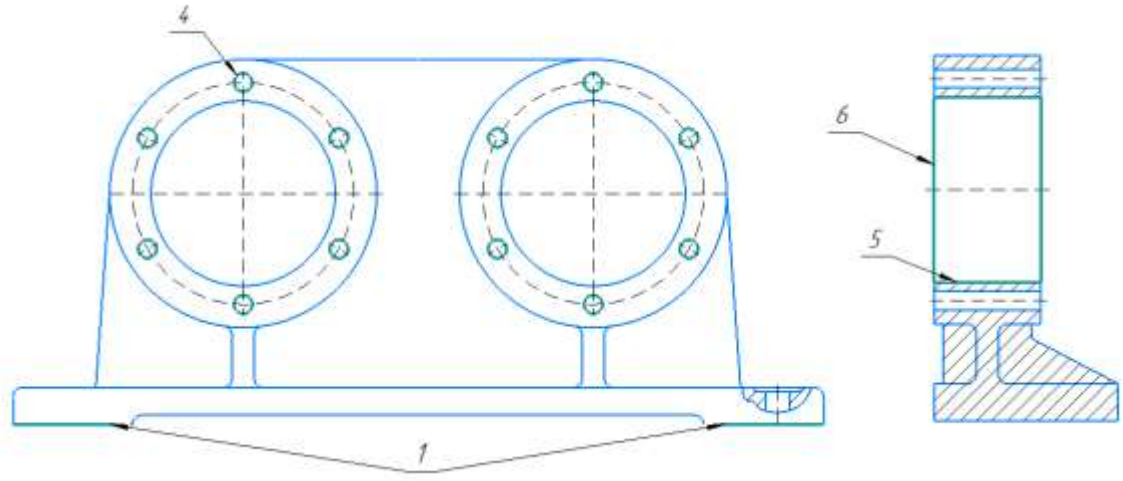


Рис. 2.5 - «Корпус напрямний»

2.7 **Аналіз підбору верстатного обладнання**

Для оброблення деталі у декількох площинах підходить верстат UMC-750 від виробника HAAS. Верстат 5-ти осьовий, досить універсальний для обробки подібних деталей.

Рис. 2.6 HAAS UMC-750

Верстат з 5-осьовою обробкою - ефективне рішення для скорочення часу налагодження та підвищення точності обробки. Це підвищує точність оброблення деталей зі складною геометрією і декількома поверхнями.

Підвищену точність забезпечує верстат Haas серії UMC – це ефективне рішення для обробки заданої деталі.

UMC-750 здатний обробляти по 3+2 осях, в той час як UMC-750 - це інтегрований 2-координатний поворотний.

UMC-750 - це інтегрований 2-осьовий поворотний стіл, оснащений стандартними Т-подібними пазами та прецизійними напрямними для розточування.

Стіл можна нахиляти від +120° до -35° і обертати на 360°. Можливий кут нахилу становить від +120° до -35° і поворот на 360°, з необхідним зазором між інструментом і заготовкою. Верстат може обробляти великі заготовки, створюючи необхідний зазор між інструментом і заготовкою. Цей верстат

ідеально підходить для обробки таких корпусів і є досить популярним на підприємствах. Він досить популярний на підприємствах. Шпиндель є стандартним на обраних верстатах. Ріжучий інструмент підбирається за допомогою інтернет-ресурсів.

2.8 Обчислення припусків для технологічних операцій оброблення поверхонь

Припуск -певна товщина матеріалу, який видаляється з поверхні для одержання певних характеристик поверхні.

Допуски можна призначати незалежно від безпосереднього технічного процесу обробки деталі або умов його реалізації. Величина припуску на обробку визначається методом розрахунку, диференційованим за складовими припуску. Цей метод включає в себе розрахунок резервів для всіх технічних переходів і додавання їх разом для визначення загального припуску.

Проміжні розміри розраховуються для визначення положення і розміру поверхні заготовки. Розрахунок припусків на внутрішню поверхню указаний в таблиці 2.4.

Відповідні розрахунки:

$$T_{\text{заг}} = 870 \text{ мкм } (IT14) = 0{,}87 \text{ мм.}$$

$$T_{\text{чорн}} = 350 \text{ мкм } (IT12) = 0{,}35 \text{ мм.}$$

$$T_{\text{заг}} = 140 \text{ мкм } (IT10) = 0{,}14 \text{ мм.}$$

$$R_z + h = 160 + 200 = 360 \text{ мкм} \qquad (2.2)$$

$$2Z_i^{min} = 2(R_{zi-1} + h_{i-1} + \sqrt{\Delta^2_{\sum i-1} + \sum_i^2}\ ) \qquad (2.3)$$

$$\Delta_E = \sqrt{\Delta^2_{\text{кор}} + \Delta^2_{\text{см}}} \qquad (2.4)$$

$$\Delta_{E_o} = \sqrt{116^2 + 100^2} = 153 \text{мкм}$$

$$\varepsilon_{\text{і}} = \sqrt{29^2 + 100^2} = 104 \text{ мкм}$$

$$2Z_1{}^{min} = 2(50 + 50 + \sqrt{9{,}18^2 + 104^2} = 408 \text{ мкм} = 0{,}408 \text{ мм};$$

Відповідно мінімальний:

$$d_{3max} = D + Td_{чист} = 100 + 0{,}035 = 100{,}035 \text{ мм}; \quad (2.5)$$

$$d_{2max} = d_{3max} - 2Z_{3max} = 100{,}035 - 0{,}699 = 99{,}336 \text{ мм}; \quad (2.6)$$

$$d_{1max} = d_{2max} - 2Z_{2max} = 99{,}336 - 0{,}921 = 98{,}415 \text{ мм}; \quad (2.7)$$

$$d_{0max} = d_{1max} - 2Z_{1max} = 98{,}415 - 2{,}116 = 96{,}299 \text{ мм}. \quad (2.8)$$

Таблиця 2.4 Розрахунок припусків на внутрішню поверхню

Технологічні операції й переходи обробки елементних поверхонь	Елементи припуску				Розрахунковий припуск, $2Z_{min}$, мкм	Допуск, TD, мкм	Прийняті розміри по переходах, мм		Граничні значення припусків, мкм	
	Rz	h	Δ	E			d_{min}	d_{max}	$2Z_{max}$, мкм	$2Z_{min}$, мкм
Розміри заготовки	360		3	–	-	870	96,194	96,299	-	-
Чорнове розточування (H12)	50	50	3	100	928	350	98,380	98,415	116	928
Чистове розточування (H10)	25	25	-	6	408	140	99,301	99,336	921	408
Тонке розточування (H7)	5	5	–	-	308	35	100	100,035	669	308

2.9 Визначення режимів різання

Матеріал - чавун СЧ15.

Оснащення: верстат HAAS UMC-750. [6, стор. 70].

Глибина різання: t = 1 мм.

Подача: S=0,257 мм/об

Швидкість різання:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot Kv \cdot Ky \qquad (2.9)$$

$K_т -$ коефіцієнт, що залежить від класу точності, $K_т = 1, [1, с. 37,38]$

$K_с -$ коефіцієнт, що залежить від групи складності, $K_с = 1, [1, с. 37,38]$

$K_в -$ коефіцієнт, що залежить від класу точності, $K_в = 1, [1, с. 37,38]$

$K_м -$ коефіцієнт, що залежить від класу точності, $K_м = 1, [1, с. 37,38]$

$K_п -$ коефіцієнт, що залежить від класу точності, $K_п = 1, [1, с. 37,38]$

Написання G-коду для обробки на верстаті з ЧПК.

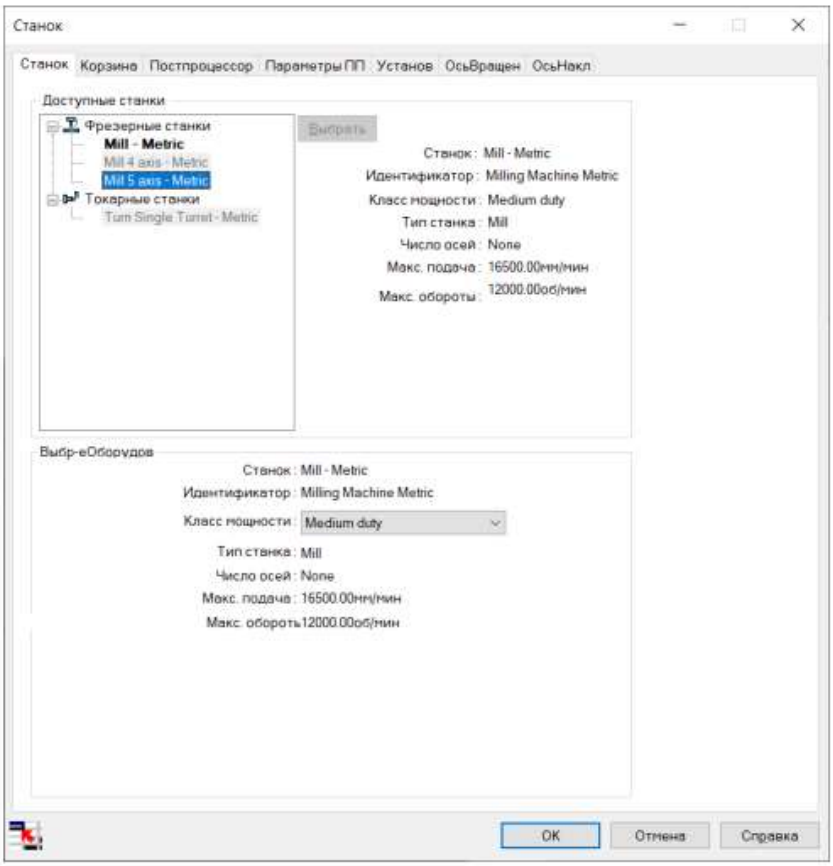


Рис. 2.7 - Solid Works – меню вибору верстату

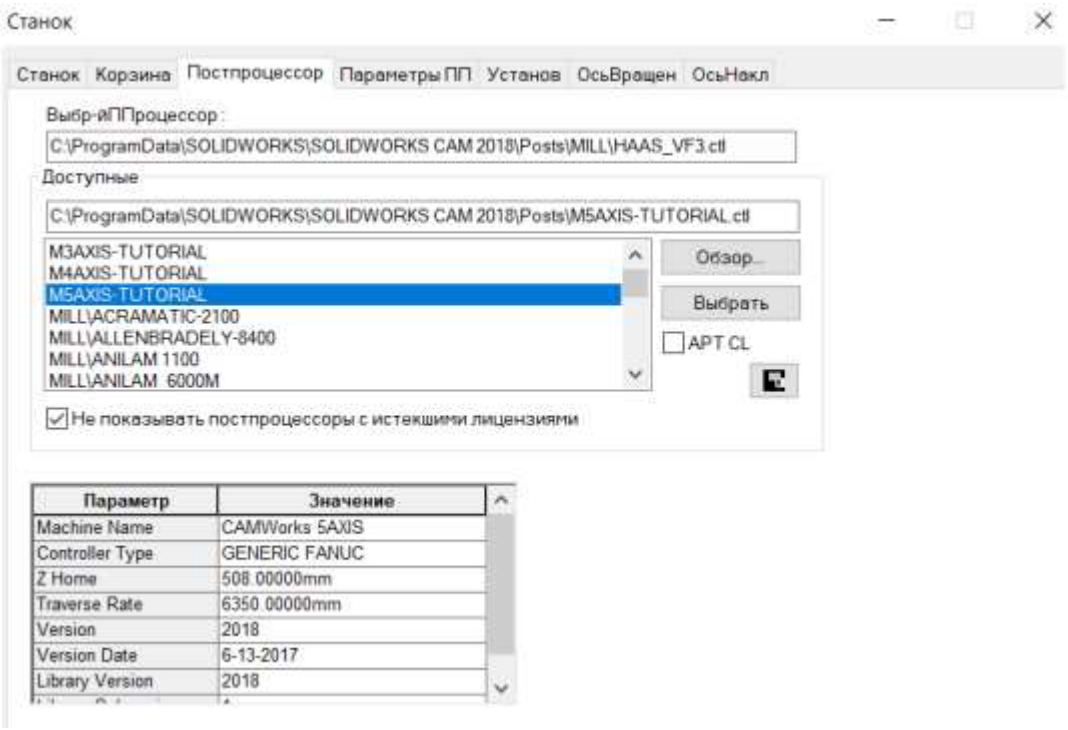


Рис. 2.8 - Обираємо найдоцільніий версат який ми визначили спочатку

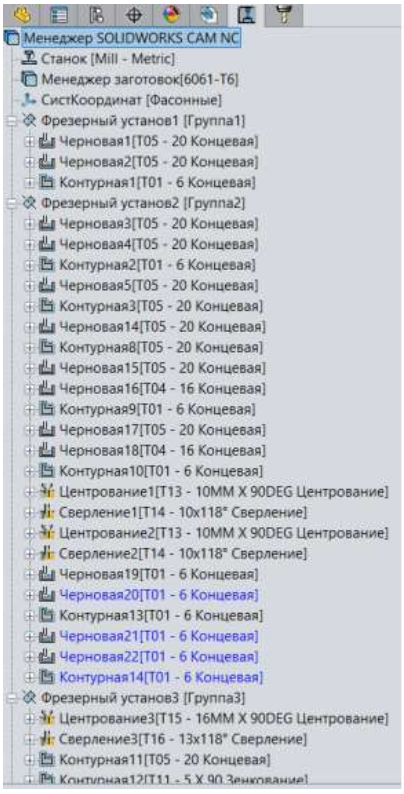


Рис. 2.9 - Бокова вкладка з інструментами

1. Свердління:
    - вибір відповідного сверла.
    - зниження інструмента до матеріалу.
    - рух по осі Z для свердління отвору.
    - підняття інструмента після завершення свердління.
2. Зенкерування:
    - вибір відповідного зенкера.
    - зниження інструмента до матеріалу.
    - рух по осі Z для зенкерування отвору.
    - підняття інструмента після завершення зенкерування.
3. Розвертання:
    - вибір відповідного розвертного інструмента.
    - зниження інструмента до матеріалу.
    - рух по осі Z для розвертання отвору.
    - підняття інструмента після завершення розвертання.
4. Нарізання різьби:
    - вибір відповідної різьби.
    - зниження інструмента до матеріалу.
    - рух по осі Z для нарізання різьби.
    - підняття інструмента після завершення нарізання різьби.
5. Чорнове фрезерування:
    - вибір фрези для чорнового фрезерування.
    - рухи по осі X, Y та Z для обробки поверхні.
6. Попереднє шліфування:
    - вибір шліфувального інструмента.
    - рухи по осі X, Y та Z для обробки поверхні.

7. Чорнове точіння:
    - вибір ріжучого інструмента для чорнового точіння.
    - рух по осі Z для обробки поверхні.
8. Чистове точіння:
    - вибір ріжучого інструмента для чистового точіння.
    - рух по осі Z для обробки поверхні.
9. Тонке точіння:
    - вибір ріжучого інструмента для тонкого точіння.
    - рух по осі Z для обробки поверхні.
10. Шліфування:
    - вибір шліфувального інструмента.
    - рухи по осі X, Y та Z для обробки поверхні.

2.10 Обчислення режимів різання через аналоговий метод

При встановленні режимів різання з використанням аналогового методу ми будемо користуватися ресурсом Sandvik Coromant. Також використовується каталог Saratools. Параметри режиму різання відповідно до операції представлені в таблицях 2.5, 2.6, 2.7.

Таблиця 2.5 - Режими різання на операції 005

№	Оброблення	Інструмент	V, м/хв	h, мм	S, мм/об	n, об/хв	T_o, хв
01	Фрезерування	R210-080Q27-14H R210-14 05 12M-KM 3330	347	2	0.8	1400	0.016

Таблиця 2.6 - Режими різання на операції 010

№	Оброблення	Інструмент	V, м/хв	h, мм	S, мм/об	n, об/хв	T_o, хв
01	Фрезерування	2F342-2000-100-PD P2BM	171	2	0.74	2720	0.005
02	Фрезерування	2F342-2000-100-PD P2BM	171	2	0.74	2720	0.0025
03	Центрування	Свердло центрувальне Р6М5	126	1	0.075	3600	0.0106
04	Свердління	870-1000-6LX063-3 870-1000-6-KM 3334	161	17	0.259	5120	0.166
05	Різьба	T100-KM102DA-M10 D210	72	17	1.5	2290	0.243
06	Свердління	860.1-0850-027A1-GM X1BM	127	12	0.264	4770	0.024
07	Різьба	T100-KM102DA-M8 D210	78.6	12	1.25	3130	0.056

Таблиця 2.7 - Параметри режимів різання на операції 015А/Б

№	Оброблення	Інструмент	V, м/хв	h, мм	S, мм/об	n, об/хв	T_o, хв
01	Точіння	A20S-SDXCR 11 DCMT 11 T3 08-KR 3225	307	1	0.282	3260	0.07
№	Оброблення	Інструмент	V, м/хв	h, мм	S, мм/об	n, об/хв	T_o, хв

02	Розточка чорнова	A25T-SCLCR 12 DCMT 11 T3 12-KR 3210	405	1.12	0.338	4000	0.028
03	Розточка чистова	A25T-SCLCR 12 CCMT 12 04 04-KM 3210	440	0.5	0.18	4000	0.025
04	Розточка канавки	A25T-SCLCR 12 CCMT 12 04 04-KM 3210	440	0.25	0.16	4000	0.011
05	Фаска	A20S-SDXCR 11 DCMT 11 T3 08-KR 3225	307	1	0.282	3260	0.001
06	Центрування	Свердло центрувальне Р6М5	126	1	0.075	3600	0.0106
07	Свердління	860.1-0600-016A1-GM X1BM	130	11.5	0.223	6890	0.04
08	Різьба	T100-KM106DA-M6 D210	66.2	11.5	1	3510	0.12

2.10 Нормування технологічного процесу

Час, необхідний для виконання операцій на верстатах з ЧПУ, складається з двох частин: часу підготовки основної роботи (Тп.з.) та часу на кожну деталь (Тшт.). Для обчислення часу на кожну деталь використовується формула:

$$Тшт.к. = Тшт. + Тп.з./n. \qquad (2.10)$$

де n - кількість деталей в партії

$$n = \frac{N \cdot t}{F}$$

де t – частка днів для залишку деталей;

F – частка робочих днів на рік;

N – виробництво деталей на рік, шт.

Норма штучного часу розраховується по формулі:

$$T_{шт} = \left(T_{ц.а.} + T_{в.} * К\right)\left(1 + \frac{a_{орг.} + a_{тех.} + a_{отл.}}{100}\right) \qquad (2.11)\#$$

де $T_{ц.а.}$ - цикл автоматичної роботи верстата

$$T_{ц.а.} = T_{о.} + T_{мв.}, \qquad (2.12)\#$$

де $T_о$ - кількість часу для обробки одного виробу, хв:

$$T_{о.} = \sum \frac{L_i}{S_{mi}}, \qquad (2.13)\#$$

де L_i - довжина оброблення, мм;

S_{mi} - хвилинна подача на даному технологічному переході мм/хв.

Кількість часу для установки деталі в пристрої: t = 0,4 хв.

Додатковий час на обробку, що не було включено в програму:

- встановити режим роботи верстату: t = 0,3 хв.

- визначити координати: t = 0,25 хв.

$T_в$ = 0,3+0,25+0,4=0,95 хв

Час роботи за програмою визначається за формулою:

$$T_о = T_{е.а.} + T_{в.а.}, \qquad (2.14)$$

де: $T_{е.а.}$ - машинний час для інструментальних переходів.

$T_{е.а.}$ = 3,1 хв.

$T_{в.а.}$ - додатковий час на прискореня.

$T_{в.а.}$ = 2 хв,

$T_о$ = 4,7 хв.

Час на особисті потреби:

$T_{від.}$= 4%*$T_о$, хв.

Час для обслуговування місця для роботи:

$T_{обс.}$= 3,5%*$T_о$, хв;

Норма штучного часу визначається по формулі:

$$T_{шт} = (T_о + T_в * К_в)\left(1 + \frac{T_{обсл.} + T_{від.}}{100}\right) \quad (2.15)$$

$$= (4{,}7 + 3{,}8 * 0{,}9)\left(1 + \frac{0{,}165 + 0{,}188}{100}\right) = 8{,}15 \text{ хв}$$

Заключний час:

- ознайомлення з роботою: t = 5 хв
- налагодження верстату: t = 5 хв
- оброблення пробної деталі: t = 1,5*8,15 = 12,225 хв

$T_{п.з.}$= 22,23 хв

Визначаємо норму штучно-калькуляційного часу за формулою:

$$T_{шт.к} = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n} = 8{,}15 + \frac{22{,}23}{102} = 8{,}37\ хв \quad (2.16)$$

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Обчислення конструкції верстатних пристроїв

Розроблення і розрахунок конструкцій верстатних пристроїв передбачає процес створення та оцінки ефективності конструкцій верстатних пристроїв для обробки деталей.

Обладнання з ЧПК для оброблення корпусних деталей

Найпоширеніші верстати подібні до універсальних горизонтально-розточувальних верстатів і зберігають різні конструктивні особливості. Розрізняють верстати з нерухомими, поздовжньо-рухомими і поперечно-рухомими опорами, а також верстати з нерухомими, поздовжньо-рухомими, поперечно-рухомими і поздовжньо-поперечно-рухомими столами.

Існує вісь обертання, зосереджена на вертикальній осі Y, яка обертає стіл (рис. 3.1). У цій конструкції ріжучий інструмент також може отримати доступ до віддалених позицій заготовки. Стіл шпинделя рухається вертикально (вісь Y) по напрямних стійки.

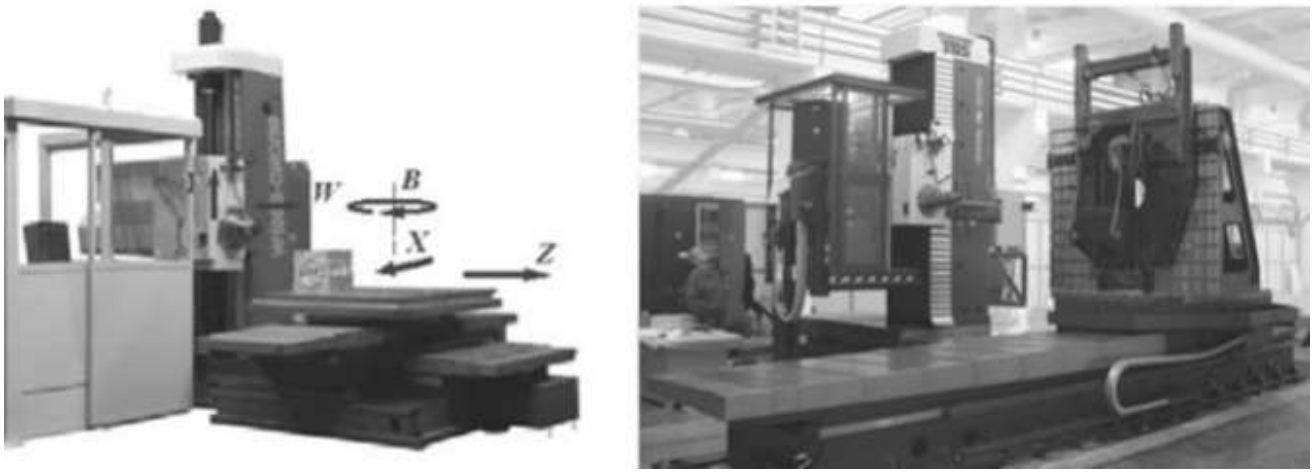


Рис. 3.1 - Важкі горизонтально-розточувальні верстати з ЧПК

Виліт шпинделя зміниться, збільшуючи люфт і спричиняючи помилки обробки. Це може призвести до помилок під час обробки. Заготовку можна обробляти з чотирьох сторін; для обробки п'ятої сторони на верстат необхідно встановити кутову головку.

Кутові головки повинні бути встановлені на верстаті. Ці головки можуть бути оснащені вертикальною віссю обертання шпинделя або поворотним шпинделем зі змінним положенням осі (Рис. 3.2).

Рис. 3.2 Поворотні головки на верстатах

Поворотна головка додає до верстата ще одну координатну вісь. Ця вісь у поєднанні з осьовим обертанням столу дозволяє обробляти всі поверхні заготовки під будь-яким кутом. Більшість верстатів з ЧПК з розміром столу до 800 мм не мають поворотного шпинделя.

Головною особливістю горизонтально-розточувального верстата є відносно вільне позиціонування заготовки на столі при базування по всіх 6° осях.

Цінною особливістю горизонтально-розточувальних верстатів є те, що при використанні всіх шести ступенів свободи заготовки можна відносно

вільно позиціонувати на столі верстата без обмежень. Необхідно усунути лише один ступінь свободи.

Для операції Вертикально-фрезерна з ЧПК найбільш доцільним вибором пристосування є лещата. Робота виконується на верстаті HAAS UMC-750 з пристосуванням, яке включає кулачки на 10 дюймів. Лещата встановлюються на плиту з бічними опорами. Також враховані губкви лещат, в які входять зубці та ластчинковий хвіст 45°. Для активації лещата є досить універсальними та самоцентруючими.

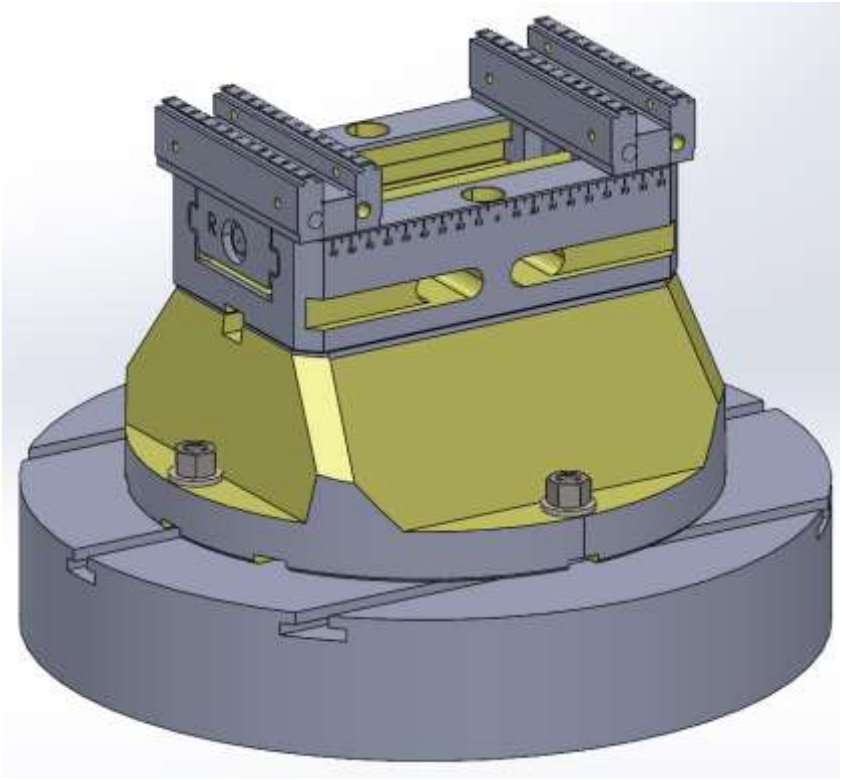


Рис. 3.3 – Модель лещат

3.1.1 Параметри для розробки верстатних пристроїв

Таблиця 3.1 Розміри та параметри лещат

Параметр	Значення
Габаритні розміри	Довжина: 210 мм
	Ширина: 126 мм
	Висота: 89 мм
Геометричні параметри	Макс. ширина: 132 мм
	Висота: 32 мм

Вимоги до точності та стійкості верстатного пристрою:

- точність позиціонування: вимога до точності розташування рухомих елементів верстатного пристрою під час обробки заготовки. Наприклад, точність позиціонування X, Y, Z-координат повинна бути не менше ±0.01 мм для забезпечення високої якості обробки.
- точність обробки: вимога до точності обробки, яка вимірюється в мікрометрах або міліметрах, залежно від типу верстату та оброблюваних деталей. Наприклад, для обробки деталей з високою точністю може бути потрібна точність обробки не гірше ±0.005 мм.
- стійкість та надійність: вимога до стійкості роботи верстатного пристрою без зміни характеристик протягом тривалого часу та під час виконання багатьох циклів обробки. Надійність та стійкість мають важливе значення для забезпечення стабільності виробничого процесу та якості виготовлених деталей.
- жорсткість конструкції: вимога до жорсткості верстатного пристрою, яка визначає його здатність до витримання механічних навантажень під час обробки. Висока жорсткість дозволяє уникнути деформацій та забезпечує стабільність процесу обробки
- матеріали, які будуть використовуватися при виготовленні.

Виготовлення верстатного обладнання потребує наступних матеріалів:

1. Сталь (вуглецева, легована): використовується для виготовлення основних конструкційних елементів верстатного пристрою, таких як рама, станина, шпиндель та інші деталі, що піддаються великим механічним навантаженням.
2. Чавун: використовується для виготовлення деяких деталей верстатного пристрою, особливо тих, які вимагають високої стійкості до зношування, а також для деталей, які піддаються значному тертю, наприклад, підшипникових сідлових поверхонь.

3. Ковальська сталь: застосовується для виготовлення різальних інструментів та деталей, які піддаються інтенсивному тертю або абразивному зношуванню, наприклад, різців, фрез та інших деталей, що контактують з оброблюваним матеріалом.
4. Полімерні матеріали: можуть застосовуватися для виготовлення деяких деталей верстатного пристрою, особливо тих, які потребують низької ваги, амортизації вібрацій або електроізоляції.
5. Дерево та композитні матеріали: застосовуються для виготовлення деяких деталей верстатного пристрою, які не піддаються великим механічним навантаженням, або для створення деталей з особливими властивостями, наприклад, акустичних або теплоізоляційних.

Технічні вимоги до верстатного пристрою:

- точність: пристрій повинен забезпечувати необхідну точність обробки деталей відповідно до вимог технічного креслення.
- міцність і стійкість: конструкція пристрою повинна бути достатньо міцною та стійкою, щоб витримувати навантаження під час обробки та забезпечувати тривалий термін служби.
- універсальність: пристрій повинен бути адаптованим для обробки різноманітних типів деталей та матеріалів.
- ефективність: верстатний пристрій повинен бути ефективним у використанні, забезпечуючи швидку та якісну обробку деталей.
- безпека: конструкція має бути безпечною для оператора та навколишнього середовища, передбачаючи заходи безпеки та запобіжні пристрої.
- ергономіка: враховуючи зручність та комфорт роботи оператора, конструкція повинна мати зручне розташування елементів керування та доступ до робочої зони.
- сумісність з існуючим обладнанням: пристрій повинен бути сумісним з існуючими верстатами та іншими компонентами виробничої лінії.

Пристосування для 015 Багатоцільова з ЧПК

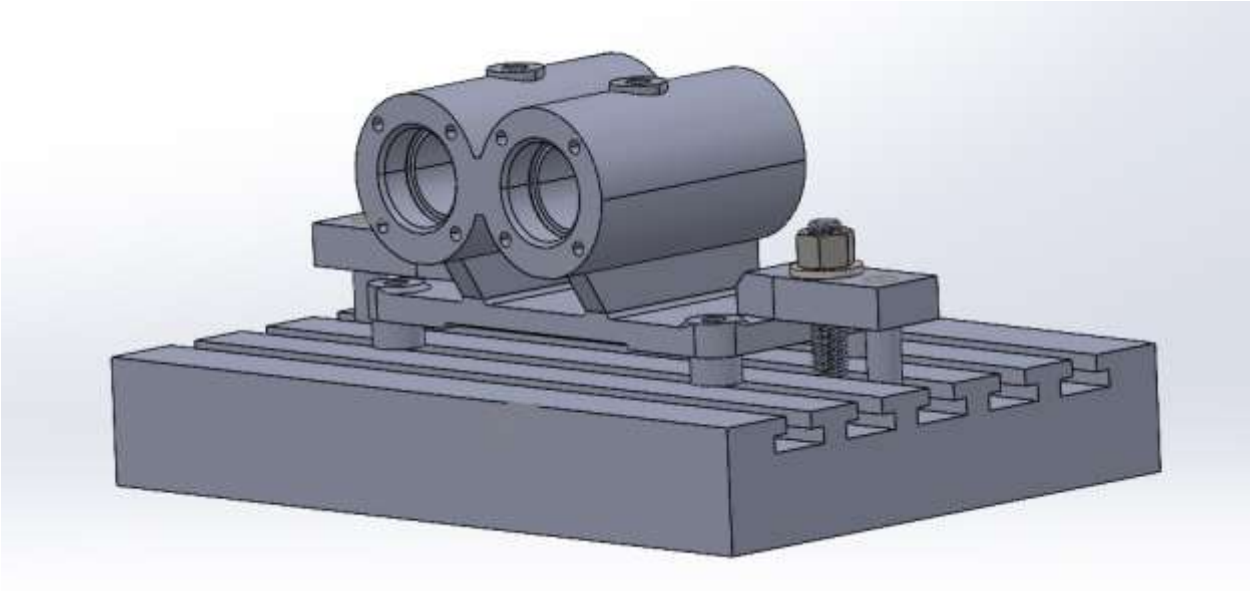


Рис. 3.4 – Пристосування

Основні переваги використання ЗРП:

- універсальність: можуть використовуватись для різних видів завдань та проектів, що робить їх дуже універсальними. Це зменшує необхідність в придбанні окремих пристроїв для кожного завдання.

- економічність: зазвичай коштує менше, ніж придбання окремих пристроїв. Крім того, вони зазвичай мають кращий термін служби для економії на заміні та обслуговуванні окремих елементів.

- простота використання: зазвичай прості в користуванні. Більшість з них мають ергономічний дизайн та простий інструкції.

- множинні функції: мають багато функцій та можливостей. Це забезпечує більше можливостей для використання в різних проектах та завданнях.

- висока якість роботи: мають високу якість виготовлення, що гарантує високу точність оброблення. Вони виготовляються з високоякісних матеріалів та забезпечують довготривале використання.

- менше часу на налаштування: зазвичай мають менше налаштувань та менше потребують підготовки перед використанням. Це забезпечує економію часу та зручність використання.

- більш ефективне використання простору: За рахунок того, що РЗП можуть виконувати багато різних завдань, це дозволяє ефективніше використовувати простір робочого місця.

- менше підтримки та обслуговування: потребують менше обслуговування та підтримки, оскільки вони мають менше частин, які можуть зламатися або потребувати заміни.

Пристрій складається зі стандартних елементів УЗП та плити спеціальної. Плита базова є основою пристрою і використовується для монтажу елементів базування та кріплення деталі.

Для базування заготовки деталі в пристрої використовуються плита спеціальна, а також циліндричний пальці.

Заготовка затискається двома прихватами , що встановлюються за допомогою пазових болтів і впираються в опори («підп'ятники»). Затискне зусилля створюється гайками з буртиком. Пружина у вільному стані не дає прихватам опускатися, що полегшує зняття та установку наступних деталей.

3.1.2 Обчислення затискної системи верстатного обладнання

Розрахунок затискної системи верстатного пристрою проводимо поетапно згідно алгоритмів проєктного розрахунку [8,9]. На першому етапі розраховуємо необхідну силу затиску заготовки. Для того, щоб визначити сили затиску застосовуємо умову граничної рівноваги заготовки під дією сил різання та крутних моментів. Для цього представляємо розрахункову схему сил та моментів, що діють на заготовку[8,9] і проводимо аналіз всіх можливих випадків зміщення заготовки. З умови рівноваги заготовки визначаємо силу затиску та вибираємо найбільше її значення для подальших розрахунків.

До розрахунку приймаємо:

- не беремо до уваги силу ваги (G) заготовки;

- пружні властивості затискного механізму і опор не враховуємо.

P=2707H

Розраховуємо коефіцієнт запасу:

$$К = К_0 * К_1 * К_2 * К_3 * К_4 * К_5 * К_6, \#(3.1)$$

де $К_0$ – коефіцієнт запасу, приймаємо 1.5.

$К_1$ – коефіцієнт, що враховує збільшення сили різання через нерівномірність припуску на оброблюваних поверхня, приймаємо 1,2.

$К_2$ – коефіцієнт, що враховує збільшення сили різання через затуплення різального інструмента ([9] таблиця 2), оскільки торцеве фрезерування приймаємо 1,2.

$К_3$ – коефіцієнт, що враховує збільшення сили різання через переривчасте різання ([9] таблиця 3), приймаємо 1,2.

$К_4$ – коефіцієнт, що враховує вид приводу пристосування ([9] таблиця 3), оскільки ручний затиск приймаємо 1,3.

$К_5$ – коефіцієнт, що характеризує зручність розташування руків'я у ручних затискачах ([9] таблиця 3), приймаємо 1,0.

$К_6$ – коефіцієнт, що враховує наявність моментів, які прагнуть повернути заготовку на опорах ([9] таблиця 3), приймаємо 1,0.

K = 1,5*1,2*1,2*1,2*1,3*1,0*1,0

K = 3,4.

Тоді сила затиску, яку повинен забезпечити кожний затискач буде:

$$Q = 5414 \text{ Н}.$$

3.1.3 Обчислення силових механізмів обладнання

У якості силового механізму, в конструкції пристрою використовується важільний механізм. Приймаємо, що сили закріплення що створюються двома затискачами однакові, отже сила затиску Q = Q1 = Q2, оскільки прихвати та їх плечі однакові.

Розрахуємо силу W, яку треба прикласти до затискача, щоб створити силу затиску Q.

Умова рівноваги важеля:

$$W * l * \text{ŋ} = Q * L, \#(3.2)$$

$$W = \frac{Q * L}{l * \text{ŋ}}$$

де ŋ – ККД, який враховує тертя в шарнірі важільного механізму, приймаємо 0,95;

$L = 37$мм.; $l = 26$мм. Тоді

$$W = \frac{5414 * 37}{26 * 0{,}95} = 8110 \text{ Н}$$

3.1.4 Розрахунок сили, що застовується для затиску деталі

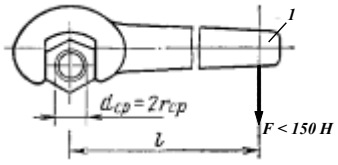


Рис. 3.5 – Схематичне зображення для визначення сили, що застосовується на рукоятці

Для оцінки зусилля розраховується за формулою:

$$\text{F}_\text{p} = \frac{\text{W}\left[\text{r}_\text{ср} * \text{tg}(\alpha + \varphi) + 0{,}33\text{f} * \frac{\text{D}_\text{Н}^3 - \text{D}_\text{В}^3}{\text{D}_\text{Н}^2 - \text{D}_\text{В}^2}\right]}{\text{l}}, \#(3.3)$$

де d – зовнішній діаметр різьби, d = 12 мм;

$r_{ср}$ – середній радіус різьби $r_{ср} = 0{,}45d = 5{,}4$ мм;

α – кут підйому гвинта різьби, $\alpha \approx 2°30'$;

$\varphi_{пр}$ – приведений кут тертя, $\varphi_{пр} \approx 6°30'$;

f – коефіцієнт тертя, f = 0,16;

$D_Н$ – зовнішній діаметр опорного торця гайки, $D_Н = 18$ мм;

$D_В$ – внутрішній діаметр опорного торця гайки, $D_В = d = 12$ мм;

l – довжина ключа, l = 200 мм.

$$\text{F}_\text{p} = \frac{9715[5{,}4 * \text{tg}(9°) + 0{,}33 * 0{,}16 * 22{,}8]}{200} = 101 \text{ Н}$$

Робітник не може застосувати до ключа сили більше, ніж 150 Н, щоб не перевищувати максимально допустиме зусилля.

Отже, цим розрахунком, підтверджено, що зусилля робітника, яке забезпечить надійне закріплення заготовки, знаходиться в межах норми.

3.1.5 Розрахунок сили прикладання

Зусилля затягування гайки визначимо за формулою:

$$F = \frac{M_з}{L}. \#(3.4)$$

де l – плече ключа, мм;

$M_з$ – момент затягування, Н*мм.

Момент затягування:

$$M_з = k * W * d_2, \#(3.5)$$

де $k = 0{,}15$ – коефіцієнт тертя; $d_2 = 11{,}026$ мм – середній діаметр різьби М12.

$$M_з = 0{,}15 * 8110 * 11{,}026 = 13413 \text{ Н} * \text{мм}$$

Довжина плеча приймається рівною l = 200 мм.

$$F = \frac{13413}{200} = 67 \text{ Н}$$

3.1.6 Визначення різьби на міцність

Розрахуємо різьбу на міцність при розтягуванні.

Внутрішній діаметр різьби М12: d=10,160 мм;

Сила розтягу: W = 8110 Н.

Формула для визначення напружень для такого виду навантаження:

$$\sigma = \frac{W}{S} = \frac{4W}{\pi d^2} \leq [\sigma] \#(3.6)$$

Отримаємо:

$$\sigma = \frac{4 * 8110}{\pi 10{,}160^2} = 100 \text{ МПа} < [\sigma] = 690 \text{ МПа}$$

Отже, болт має достатню міцність. Крім того, необхідно провести розрахунок різьби на зріз використовуючи формулу для дотичного напруження.

$$\tau = \frac{W}{S_{\text{зр}}} \leq [\tau] = 0.5[\sigma], \#(3.7)$$

$$\tau = 345 \text{ МПа}$$

де $S_{\text{зр}}$ – площа зрізу. Гайка є елементом, який забезпечує контакт болта за допомогою різьби. Висота контакту $h = 18$ мм.

Площа зрізу дорівнює:

$$S_{\text{зр}} = h * \pi * d, \#(3.8)$$

$$S_{\text{зр}} = 18 * \pi * 10{,}16 = 574{,}6 \text{ мм}^2$$

$$\tau = \frac{8110}{574{,}7} = 14.11 \text{ МПа} < [\tau] = 345 \text{ МПа}$$

Також гарантується достатня міцність різьби на зріз.

3.2.1 Порядок розробки конструкції обладнання

Збір технічних вимог для верстату відбувається через аналіз потреб користувача та вимог щодо його функціональності. Наприклад, вимоги можуть включати потужність, точність, швидкість обробки та розміри робочої зони. Щоб врахувати всі потреби, ми звертаємося до інженерів, які розробляють детальні технічні специфікації.

Після цього переходимо до проектування конструкції верстату. Ми розглядаємо різні варіанти конструкції, враховуючи вимоги щодо міцності та точності. Наприклад, для забезпечення стійкості верстату ми можемо використовувати жорсткі матеріали та оптимізувати його геометрію.

Після визначення конструкції ми вибираємо матеріали для виготовлення верстату. Вони повинні мати високу міцність, стійкість до зношування та дозволяти досягти необхідної точності обробки. Наприклад, для виготовлення головних конструкційних елементів можуть використовуватися сталі спеціальних марок, а для деяких деталей, які

піддаються великому зносу, можуть бути застосовані спеціальні сталі або сплави.

Далі ми розробляємо детальні креслення та схеми монтажу верстату. Це дозволяє нам візуалізувати кожен елемент верстату і його взаємозв'язок. Ми докладаємо зусиль, щоб забезпечити правильне розміщення та кріплення кожної деталі.

Завершуємо процес вирішенням питань стійкості, міцності та точності верстату. Ми враховуємо всі можливі навантаження та умови експлуатації, щоб забезпечити його ефективну роботу та довговічність.

Таким чином, весь процес проектування верстату включає в себе аналіз потреб користувача, розробку озраховуємо

3.3 Основи визначення верстатних обладнань

3.3.1 Обчислення похибок базування

Визначення впливу похибок базування на точність обробки.

$$\text{Похибка базування} = \frac{\text{Границя міцності при розтягу} - \text{Границя міцності при згині}}{2}$$

$$\text{Похибка базування} = \frac{12 - 28}{2} = -8 \text{ кгс/мм}^2$$

- Границя міцності при розтягу: 12 кгс/мм²
- Границя міцності при згині: 28 кгс/мм²
- Твердість: 143-229 НВ
- Маса заготовки: 6,28 кг
- Маса деталі: 4,35 кг
- Базова вартість 1 тони заготовок: 5000 грн
- Вартість тони відходів: 3500 грн
- Вартість матеріалу для обробки литва по виплавляємим моделям: 24,65 грн

- Розрахунок максимально допустимих похибок для забезпечення потрібної точності.

Максимальна похибка = $\frac{\text{Допуск}}{2}$

Максимальна похибка = $\frac{0{,}1\text{ мм}}{2} = 0{,}05\text{ мм}$

3.3.2 Обчислення похибок закріплення верстатного обладнання

Аналіз впливу похибок закріплення на точність та стійкість пристрою:

$$\delta = \frac{F}{k} \qquad (3.9)$$

де $\delta -$ зміщення,

F – сила, що діє на точку закріплення,

k – жорсткість системи закріплення.

Розрахунок максимально допустимих похибок для забезпечення надійного закріплення:

$\delta = \frac{1000\text{ Н}}{10000\text{ Н/мм}} = 0.1\text{ мм}$

$K_т -$ коефіцієнт, що залежить від класу точності, $K_т = 1, [1, с. 37{,}38]$

$K_с -$ коефіцієнт, що залежить від групи складності, $K_с = 1, [1, с. 37{,}38]$

$K_в -$ коефіцієнт, що залежить від класу точності, $K_в = 1, [1, с. 37{,}38]$

$K_м -$ коефіцієнт, що залежить від класу точності, $K_м = 1, [1, с. 37{,}38]$

$K_п -$ коефіцієнт, що залежить від класу точності, $K_п = 1, [1, с. 37{,}38]$

3.4 Обчислення затискних систем верстатних обладнань

$$F_З = \frac{F_р}{S_З} \qquad (3.10)$$

де $F_р$ – границя міцності при розтягу, $F_р = 12\text{ кгс/мм}^2$

$S_З$ – площа перетину заготовки, $S_З = 6{,}28\text{ см}^2$

$F_З = \frac{12\text{ кгс/мм}^2}{6{,}28\text{ см}^2} = 75{,}36\text{ кгс.}$

3.4.1 Розрахунок сил затиску

Розрахунок ведеться при умові рівноваги заготовки з причини виникнення сил різання за обробки отворів. Сила при чорновій обробці складає 2105 Н. Сила затиску приймається вдвічі більша за силу різання:

$Q = 2 \cdot 2105 = 4210$ Н

Заготовка не має деформуватиссь, тому для СЧ15:

$\sigma_в = 150$ МПа $= 150$ Н/мм2 .

Розміри губки лещат: 203,58 х 35,2 мм. Площа тиску визначається за формулою:

$S = 203{,}58 \times 14{,}7 + 2 \times 12.42 = 3300$ мм2

Остаточний розрахунок тиску:

$$P = \frac{2Q}{S} \qquad (3.11)$$

$$P = \frac{2 \cdot 4210}{3300} = 2{,}55 \ \frac{Н}{мм^2}$$

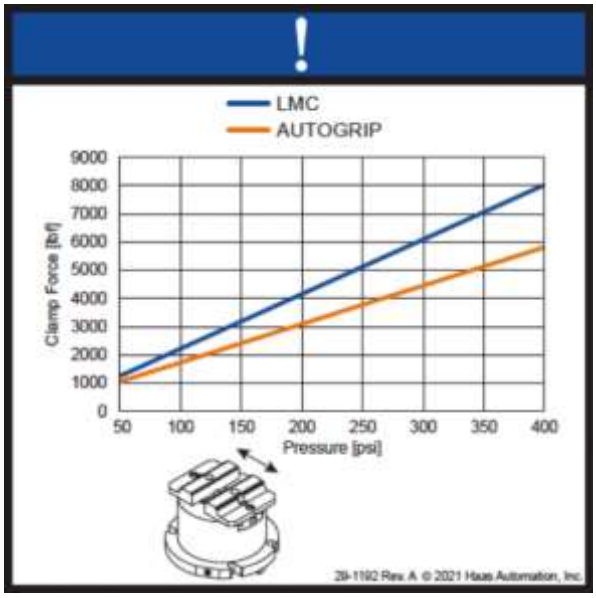


Рис. 3.5 - Розрахункова схема сили зажиму

3.5 Висновок

Конструкція має високу жорсткість і дозволяє забезпечити високі режими різання та використання широкого спектру наборів інструментів. Конструкція дозволяє використовувати широкий діапазон режимів різання та наборів інструментів.

Конструкція корпусу дозволяє використовувати ріжучі, контрольні та інспекційні інструменти на поверхні. Конструкція корпусу забезпечує вільний доступ ріжучого, контрольного та інспекційного інструменту до оброблюваної поверхні. Всі оброблювані поверхні та отвори паралельні або перпендикулярні одна одній.

Всі оброблювані поверхні та отвори паралельні або перпендикулярні один до одного. Доступ до більшості поверхонь і отворів є стандартними інструментами.

При виконанні даної роботи було розглянкто теоретичні матеріали зазначені нижче, на їх основі було використано ПЗ для проектування, креслення.

4. ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

4.1. Визначення собівартості матеріалу

Собівартість виробу представляє центральне значення у виробництві та визначає прибуток підприємства. Завдяки собівартості можна визначити розвиток технрологічних процесів. Важлива мета – зменшити собівартість деталі при збереженні високих технічних характеристик виробу. а визначає прибуток підприємства. [11, стор. 15].

4.1.1 Вартість сировини та матеріалу

Для розрахунку вартості виливка є наступні вихідні дані:
матеріал виробу - СЧ 15 ГОСТ 1412-85

Маса заготовки – Q = 4,7 кг;

Маса деталі – q = 4,52 кг;

Спосіб отримання заготовки – лиття в піщано-глинисті форми по металевих моделях

розмірна точність – 10

Розрахуємо вартість виготовлення заготовки за формулою [14, стор. 28].:

$$S_{Заг} = \frac{Ci}{1000} * К_{Т.} * К_{М.} * К_{С.} * К_{Сер.} * К_{Пр.} * К_{Тер.} * К_{Г.} * К_{В.} - \frac{(Q - q)S_{відх.}}{1000}$$

Сі = 65000 грн – ціна за 1000 кг виливків з СЧ15 ГОСТ 1412-85;

Кт – доплати та знижки за відмінність потреби до точності розмірів заготовок від базових, $К_Т$ = 1,075;

Км – доплати та знижки за відмінність потреб точності маси заготовки від стандартних, Км = 1,055;

Кс – доплата за поставку виливків з потоншеними проти базових товщин стінками (Кс = 1,0, виливок товстостінний);

Ксер – доплати та знижки за серію виготовлення (доплати відсутні, то Ксер = 1,0);

Кпр – коефіцієнт, який включає надбавки у залежності від функції виливка («корпус» відноситься до відповідальної групи виливків, тому Кпр = 1,03);

Ктер – коефіцієнт, що враховує надбавки за термічну обробку, (вартість відпалу складає 0,04, тому Ктер = 1,04);

Кг – доплата за ґрунтування (ґрунтування не використвується, отже надбавка відсутня, тому Кг = 1,0);

Кв – коефіцієнт, що враховує надбавку за додаткові випробування (вони не застосовується, тому Кв = 1,0);

Sвідх = 5000 грн. – вартість 1000 кг стружки.

Sзаг = 65000/1000 ∗ 1,075 ∗ 1,055 ∗ 1 ∗ 1 ∗ 1,03 ∗ 1,04 ∗ 1 ∗ 1 – 0,9 = 78,1 грн.

Транспортно-заготівельні витрати складають 309 грн.

4.1.2 Вартість виготовлення заготовки

Витрати на виготовлення формувальних стержнів, металічної моделі, опок становлять 200 000 грн.

Вартість на одиницю виробу:

$$С_{заг} = \frac{200\ 000}{5000} = 40 \text{ грн/шт}$$

4.1.3 Зворотні відходи

Залишки елементів виробництва будут вираховані із суми витрат:

$С_в = q_в \cdot Ц_в = 2{,}37 \cdot 3{,}28 = 7{,}736$ грн/шт

$q_в$ – кількість зв. Відходів

$Ц_в$ – ціна одиниці відходів

4.1.4 Витрати на паливо та енергію

Розрахувати витрати палива та енергії на виготовлення партії деталей можна за формулою:

$с_{ен} = Ц_{ен} \cdot n_o \cdot N_в \cdot T_p \cdot k_{еч} \cdot k_{еп}$;

$Ц_{ен}$ – тариф за 1 кВт·год електричної енергії, $Ц_{ен}$ = 4,32 грн;

n_o – к-сть встановленого обладнання, з яким електроенергія є технологічною, n_o = 1;

$N_в$ – потужність обладнання, $N_в$ = 24,5 кВт;

T_p – річний корисний фонд часу роботи обладнання, T_p = 2000 год.

$k_{еч}$ – коефіцієнт для визначення часу застосування електричного обладнання, $k_{еч}$ = 0,75;

$k_{еп}$ –коефіцієнт для визначення потужності при застосуванні електричного обладнання, $k_{еп}$ = 0,76.

Q – обсяг виробництва,

$c_{ен}$ = 4,32 · 1 · 24,5 · 2000 · 0,75 · 0,76 = 120657,6 грн

$c_{ен1} = c_{ен}/Q$ = 24,13 грн/шт.

4.1.5 Заробітна плата

В цьому розділі розраховується заробітна плата за кожним видом операції, враховуючи фактори погодинної оплати.

$$C_{зо} = \sum_{i=1}^{n} C_{Ti} \cdot t_{шi} = 20{,}79 \text{ грн/шт},$$

де C_{Ti} - погодинна тарифна ставка для *i*-го виду робіт (операцій), грн;

$t_{шi}$ – норма часу для і – го виду робіт (операцій).

Згідно даних „Work.ua“ середня заробітна плата оператора верстату ЧПК 24 500 грн. Середня частка робочих годин на місяць – 160. Приблизна оплата оператора за годину – 153 грн. Норма штучного часу на оброблення деталі – 8,15 хв.

4.1.6 Додаткова заробітна плата

$$C_{зд} = C_{зо} \cdot 0{,}3 = 6{,}24 \text{ грн/шт.}$$

4.1.7 Нарахування на заробітну плату

Норматив єдиного внеску на загальнообов'язкове державне соціальне страхування складає 38,11%

$$C_{стр} = (C_{зд} + C_{зо}) \cdot 0{,}3811 = (6{,}24 + 20{,}79) \cdot 0{,}3811 = 10{,}11 \text{ грн/шт.}$$

4.1.8 Витрати на утримання та експлуатацію устаткування

Операції проводяться на верстаті HAAS UMC-750, його вартість на 04.06.2024 складає 4 335 222 грн [17].

Ліквідаційна вартість становить 600 000 грн. Корисне використання становить 10 років.

Амортизаційне відрахування у перший рік становить 645 972 грн. Обладнання використовується також для виробництва інших деталей, тому приймається перенесення відрахувань на 50%, 645 972/2 = 322 986 грн.

Витрати на одиницю виробу:

$C_у = 322\ 986/5000 = 64{,}6$ грн/шт

Інструмент			
Назва інструменту	Вартість одиниці інструменту	К-сть на 5000 деталей	Вартість на партію
A20S-SDXCR 11-R	6440	100	644000

4.1.9 Відшкодування зносу інструментів

2F342-2000-100-PD P2BM	21200	70	1484000
Свердло центрувальне P6M5	31	70	2170
870-1000-6LX063-3 870-1000-6-KM 3334	12800	30	384000
T100-KM102DA-M10 D210	1900	60	114000
60.1-0850-027A1-GM X1BM	6440	30	193200
A25T-SCLCR 12 DCMT 11 T3 12-KR 3210	2852	50	142600
A25T-SCLCR 12 CCMT 12 04 04-KM 3210	2913	100	291300
860.1-0600-016A1-GM X1BM	4560	30	136800
		Всього	3392070

Таблиця 4.1 Вартість інструментів

Також враховується ціна спеціального пристосування. Після консультації з фахівцями було визначено вартість елементів спеціального пристосування 120 000 грн.

$$C_o = \frac{3392070 + 120\,000}{5000} = 702 \text{ грн/шт}$$

4.1.10 Загальновиробничі витрати

Витрати включають різні види продукції, туди входить собівартість виробу, що пропорційна витратам на заробітну плату, а також на утримання устаткування:

$$C_{зв} = k_{зв}(C_{зо} + C_у) = 0{,}9(20{,}79 + 64{,}6) = 76{,}8 \text{ грн/шт}$$

$k_{зв} -$ коефіцієнт загальновиробничих витрат, $k_{зв} = 0{,}9$

4.1.11 Загальногосподарські витрати

Розподілення іде аналогічно, як в загальновиробничих витратах

$$C_{зв} = k_{зв}(C_{зо} + C_у) = 0{,}7(20{,}79 + 64{,}6) = 59{,}8 \text{ грн/шт}$$

$$k_{зв} - \text{коефіцієнт загальновиробничих витрат}, k_{зв} = 0{,}7$$

4.1.12 Додаткові виробничі витрати

$C_{ін} = 0{,}05 \cdot C_{зв} = 0{,}05 \cdot 76{,}8 = 3{,}84$ грн/шт

4.1.13 Поза виробничі витрати

$C_{поз.вит.} = 0{,}05 \cdot 76{,}8 = 3{,}84$ грн/шт

Таблиця 4.2 - Визначення повної собівартості

№	Позначення статей розрахунку	Всього
1	Сировина та матеріали	387,100
2	Витрати на виготовлення заготовки	78,100
3	Зворотні відходи	-7,736
4	Паливо та енергія	24,130
5	Заробітна плата	20,790
№	Позначення статей розрахунку	Всього
6	Додаткові заробітна плата	6,240
7	Відрахування на соціальне страхування	10,110
№	Позначення статей розрахунку	Всього
8	Витрати на утримання устаткування	64,600
9	Відшкодування зносу інструментів	702,000
10	Загальновиробничі витрати	76,800
	Виробнича собівартість	1456,500
11	Загальногосподарські витрати	59,800
12	Додаткові виробничі витрати	3,840

13	Поза виробничі витрати	3,840
	Повна собівартість	1523, 940

Повна собівартість деталі складає 1523, 94 грн

4.1.14 Висновки

В даному розділі було розглянуто економічну частину дипломного проекту. Собівартість партії деталі складає 7 619 700 грн.

Списки використаної літератури

1. ГОСТ 2.316-68. Правила нанесення на кресленнях написів, технічних вимог та таблиць.

2. Sandvik Coromant [Електронний ресурс]: каталог містить продукцію для металообробної промисловості-Електрон. дан. - Стокгольм, 2016.

3. Методичні вказівки та завдання для розрахунково-графічної роботи з дисципліни «ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОСНАСТКИ» для студентів спеціальності 7.090202 – «Технологія машинобудування».

4. Приходько В.П. Технологія верстатобудівного виробництва. Конспект лекцій (рукописне). Київ. НТУУ «КПІ».2014р.

5. ГОСТ 2789-73 Шорсткість поверхні. Параметри і характеристики.
6. Методичні вказівки і контрольні завдання з дисципліни «Теорія різання»
7. В.І. Солодкий. Дипломний проєкт бакалавра, виконання та оформлення, навчальний посібник.
8. Приходько В.П. Розроблення та розрахунок верстатних пристроїв. Київ. КПІ ім. Ігоря Сікорського 2022.
9. ГОСТ 3.1118-82. Форми та правила оформлення маршрутних карт.
10. Методичні вказівки до державної атестації та виконання дипломної роботи бакалавра студентами кафедри Динаміки, міцності машин і опору матеріалів ММІ НТУУ “КПІ” 131 Прикладна механіка / Укл.: А.Є.Бабенко, О.О.Боронко, О.П.Заховайко, Я.І.Лавренко, А.О.Лук’яненко, К.М.Рудаков, Ю.М.Сидоренко, С.І.Трубачев, О.М.Чемерис, Б.О.Яхно. Під загальною редакцією М.І.Бобиря. – К.: НТУУ "КПІ", 2017.
11. Методичні вказівки до дипломного проектування бакалаврів за напрямом «Інженерна механіка» для подальшої спеціальності «Технологія машинобудування» / під ред. Петракова Ю.В., - К.:КПІ, 2010 – ХХ с.
12. Випускна кваліфікаційна робота [Електронний ресурс] : Навчальний посібник для студентів спеціальності 131 – Прикладна механіка / В. І. Солодкий, Ю. Й. Бесарабець, В. В. Вовк, Д. О. Красновид – Електронні текстові дані. — Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 221 с.
13. Підготовка бакалаврських і магістерських кваліфікаційних робіт: Вимоги до структури, змісту та оформлення, організації підготовки та захисту [Електронний ресурс]: навч. посіб. для здобувачів ступенів бакалавра та магістра за освіт.-проф. програмою «Динаміка і міцність машин» спец. 131 «Прикладна механіка» / С. О. Пискунов та ін. – Електрон. текст. дані (1 файл) – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 155 с.
14. Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи з дисципліни
«Проектування та виробництво заготовок» для студентів спеціальності 131. «Прикладна механіка». Проектування та виробництво литих заготовок.

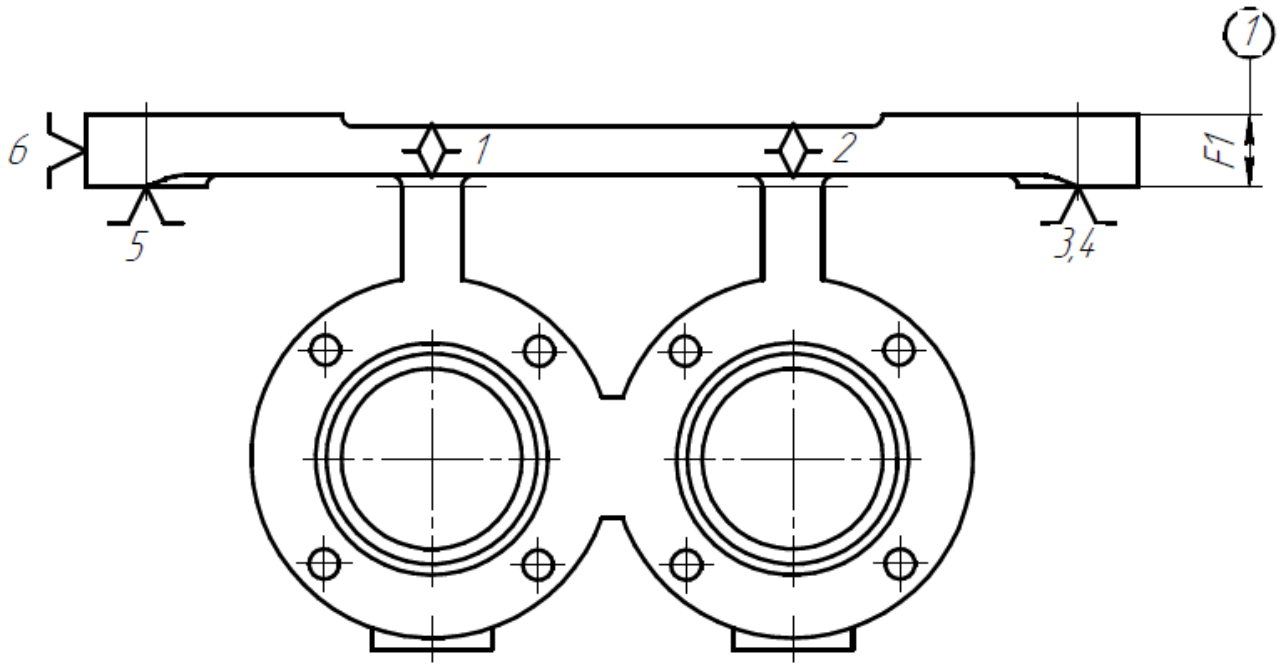
(Частина І). Укладачи: Добрянський С.С., к.т.н., доц., Малафєєв Ю.М., к.т.н., доц. / НТУУ «КПІ», 2017. - 42ст.
15. Методичні вказівки до лабораторних занять та самостійної роботи з дисципліни «Проектування та виробництво заготовок» для студентів спеціальності 131. «Прикладна механіка». Розробка креслення та технології виготовлення литої заготовки. (Частина І, довідковий матеріал). Укладачи: Добрянський С.С., к.т.н., доц., Малафєєв Ю.М. к.т.н., доц. / НТУУ «КПІ», 2017. - 70ст.
16. Оператор ЧПК: середня зарплата в Україні https://www.work.ua/salary-оператор+чпу/?setlp=ua
17. Вартість верстату HAAS UMC-750 https://vitcompany.com.ua/stanki/stanki-frezernye-s-chpu/stanki-frezernye-5-i-osevye/5-osevoy-frezernyy-stanok-s-chpu-haas-umc-750-id15136.html

Дубл.																
Взам.																
Підп.											Зм	Арк	№ Док	Підп		Дата

| | | | | | | | | | | | | | | | |

ГОСТ 3.1406 – 86 Форма 3

Дубл.															
Взам.															
Підп.										Зм	Арк	№ Док	Підп		Дата
Розроб.						**Фрезерна**		HAAS UMC-750							
Перев.															
Затв.				Корпус напрямний											005
Н.контр.															



Дубл.															
Взам.															
Підп.										Зм	Арк	№ Док	Підп		Дата
Розроб.															
Перев.															
Затв.				Корпус напрямний											005
Н.контр.															

Найменування операції	Матеріал	Твердість	ЕВ	МД	Профіль і розміри	МЗ	КОВД
Фрезерна	СЧ15 ГОСТ 1412-85	160	166	3,9	175х115х87	4,75	
Устаткування, пристрій ЧПК	Позначення програми	То	Тд	Тпз	Тшт	СОЖ	
HAAS UMC-750	XXXX	1,5	0,22	1,8	3,18	5%Укринол-1	

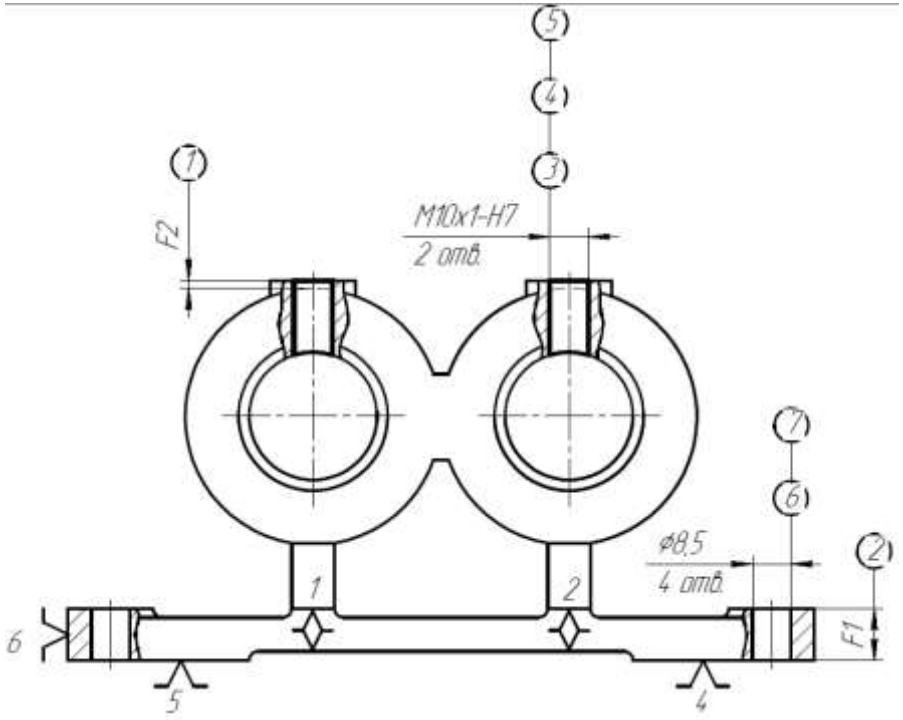
Р		ПІ	D	i	V	h	S	n	T
01	1.Фрезерувати поверхню ,витримуючи розмір F1								
T02	2F342-2000-100-PD P2BM								
P03			20	1	171	2	0.74	2720	0.05
04									
05									
06									
07									
08									
09									
10									
11									
12									

ОК	

Дубл.															
Взам.															
Підп.										Зм	Арк	№ Док	Підп	Дата	

Розроб.					**Багатоцільовий**	HAAS UMC-750	
Перев.							
Затв.				Корпус напрямний			010

Н.контр.								



Дубл.															
Взам.															
Підп.										Зм	Арк	№ Док	Підп	Дата	
Розроб.															
Перев.															

Затв.				Корпус напрямний			010
Н.контр.							

Найменування операції	Матеріал	Твердість	ЕВ	МД	Профіль і розміри	МЗ	КОВД
Багатоцільова	СЧ15 ГОСТ 1412-85	160	166	3,9	175x115x87	4,75	

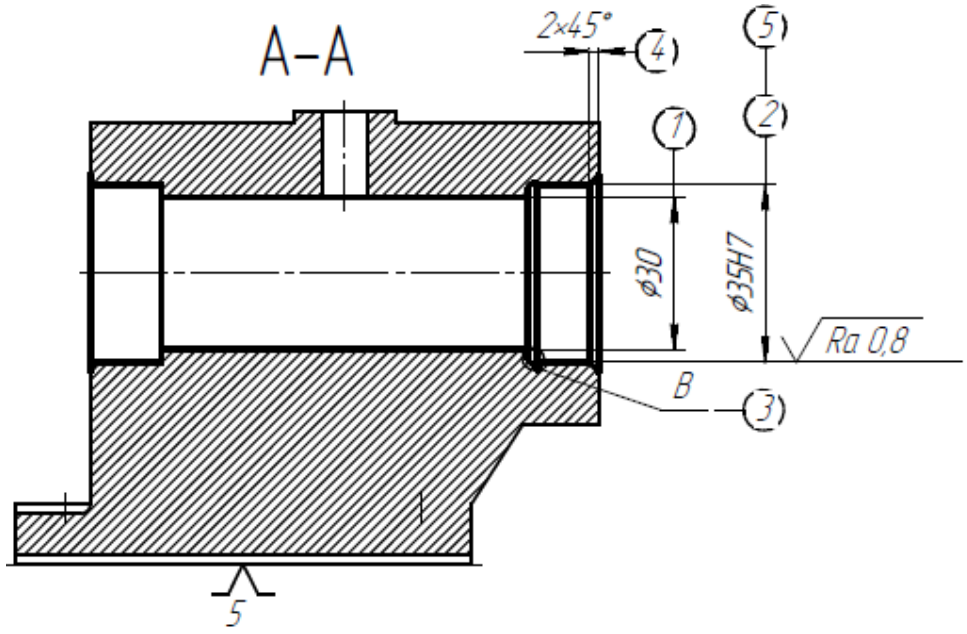
Устаткування, пристрій ЧПК	Позначення програми	То	Тд	Тпз	Тшт	СОЖ
HAAS UMC-750	XXXX	1,5	0,22	1,8	3,18	5%Укринол-1

Р		ПІ	D	i	V	h	S	n	T
01	1.Фрезерувати поверхню ,витримуючи розмір F1								
T02	2F342-2000-100-PD P2BM								
P03			20	1	171	2	0.74	2720	0.05
04	2.Фрезерувати поверхню ,витримуючи розмір F2								
05	2F342-2000-100-PD P2BM								
06			20	1	171	2	0.74	2720	0.025
07	3,Центрувати 6 отворів								
08	Свердло центрувальне Р6М5								
09			8	1	126	1	0,075	3600	0,0106
10	4.Свердлити 2 отвори∅10								
11	870-1000-6LX063-3 870-1000-6-KM 3334								
12			10	1	161	17	0,259	5120	0,166
ОК									

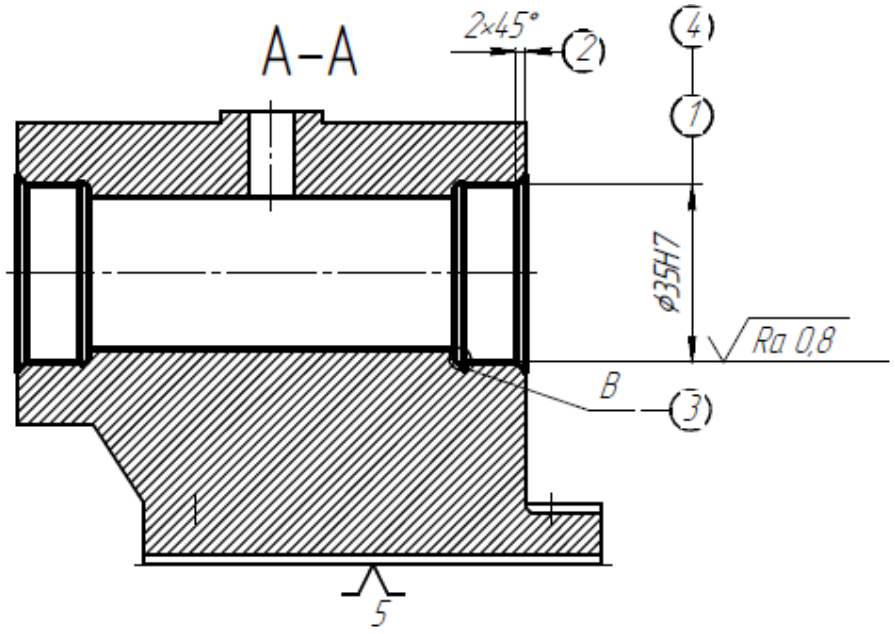
Дубл.														
Взам.														
Підп.										Зм	Арк	№ Док	Підп	Дата
Розроб.														
Перев.														

| | | |

Розроб.					**Багатоцільовий**	HAAS UMC-750	
Перев.							
Затв.				Корпус напрямний Установ А/Б			015
Н.контр.							



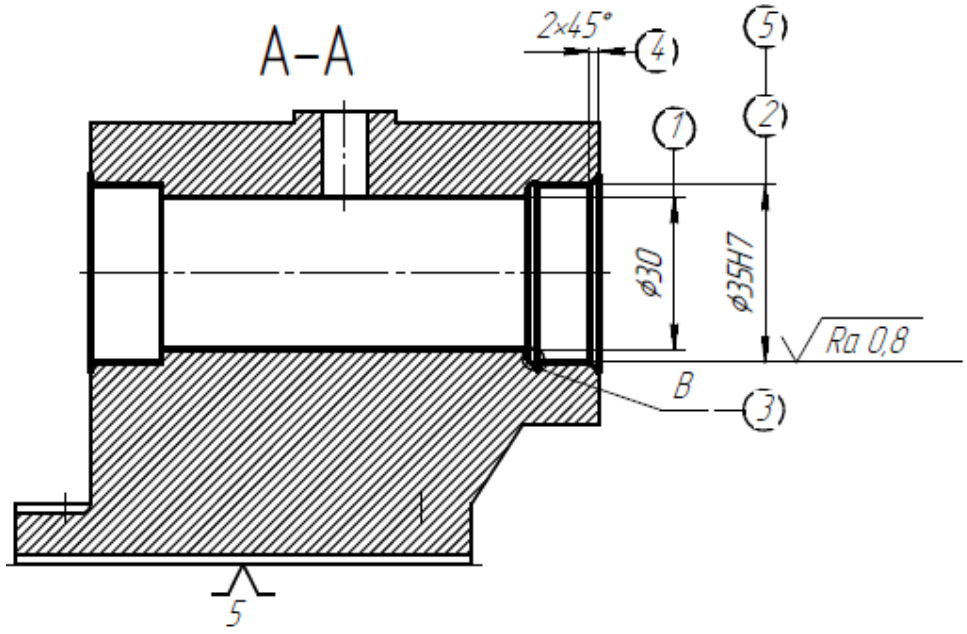
Установ А



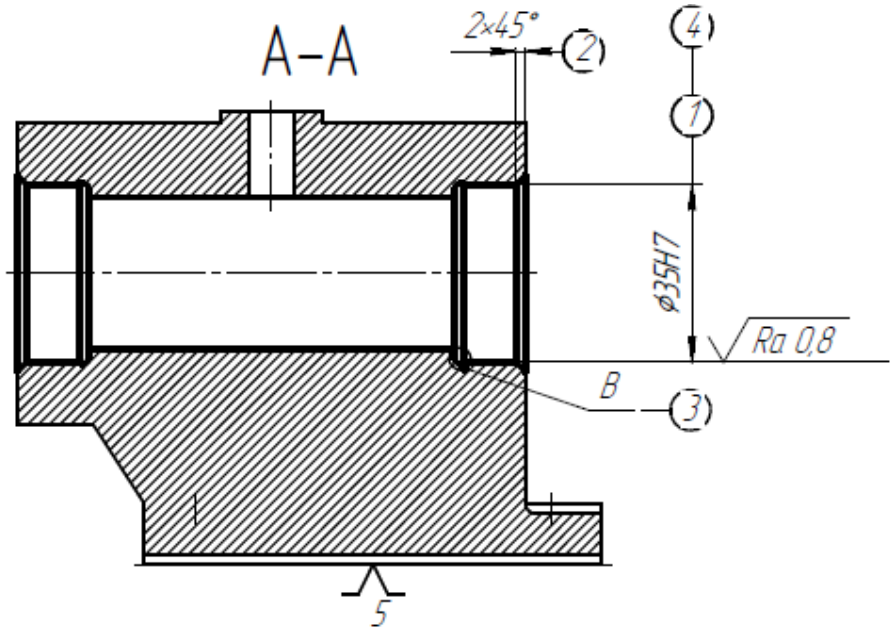
Установ Б

Дубл.														
Взам.														
Підп.										Зм	Арк	№ Док	Підп	Дата

Розроб.					**Багатоцільовий**	HAAS UMC-750			
Перев.									
Затв.				Корпус напрямний Установ А/Б					015
Н.контр.									

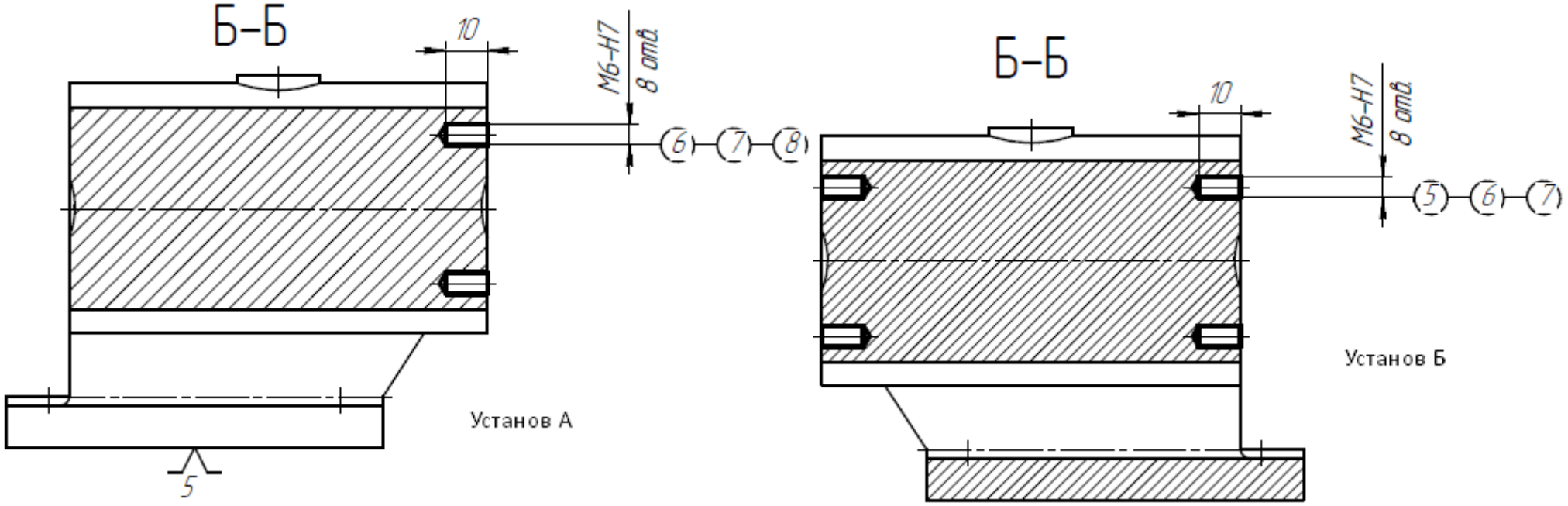


Установ А

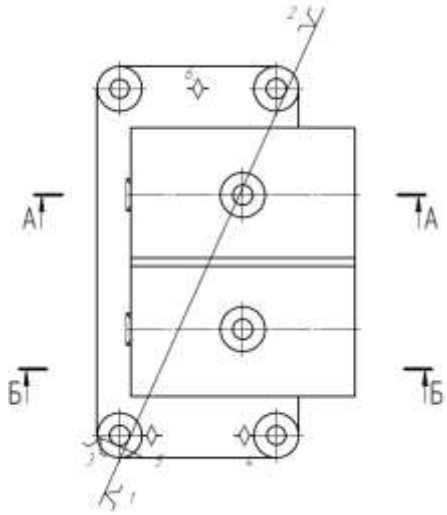


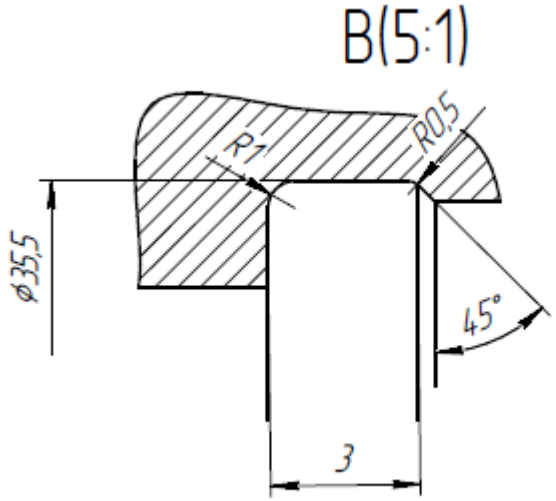
Установ Б

Дубл.															
Взам.															
Підп.										Зм	Арк	№ Док	Підп		Дата
Розроб.					**Багатоцільовий**		HAAS UMC-750								
Перев.															
Затв.					Корпус напрямний Установ А/Б										015
Н.контр.															



Дубл.															
Взам.															
Підп.										Зм	Арк	№ Док	Підп		Дата
Розроб.						**Багатоцільовий**		HAAS UMC-750							
Перев.															
Затв.				Корпус напрямний Установ А/Б											015
Н.контр.															





Дубл.																
Взам.																
Підп.											Зм	Арк	№ Док	Підп		Дата
Розроб.																
Перев.																
Затв.				Корпус напрямний												010
Н.контр.																
Найменування операції				Матеріал			Твердість		ЕВ		МД	Профіль і розміри			МЗ	КОВД

Багатоцільова	СЧ15 ГОСТ 1412-85	160	166	3,9	175х115х87	4,75	
Устаткування, пристрій ЧПК	Позначення програми	То	Тд	Тпз	Тшт	СОЖ	
HAAS UMC-750	XXXX	1,5	0,22	1,8	3,18	5%Укринол-1	

Р		ПІ	D	i	V	h	S	n	T
01	1.Точити 2 отвори Ø30								
T02	A20S-SDXCR 11 DCMT 11 T3 08-KR 3225								
P03				1	307	1	0,282	3260	0,07
04	2, Точити начорно 2 отвори Ø35H7								
05	A25T-SCLCR 12 DCMT 11 T3 12-KR 3210								
06				1	405	1,12	0,338	4000	0,028
07	3, Точити начисто 2 отвори Ø35H7								
08	A25T-SCLCR 12 CCMT 12 04 04-KM 3210								
09				1	440	0,5	0,18	4000	0,025
10	4. Розточити канавку B								
11	A25T-SCLCR 12 CCMT 12 04 04-KM 3210								
12				1	440	0,25	0,16	4000	0,011
ОК									

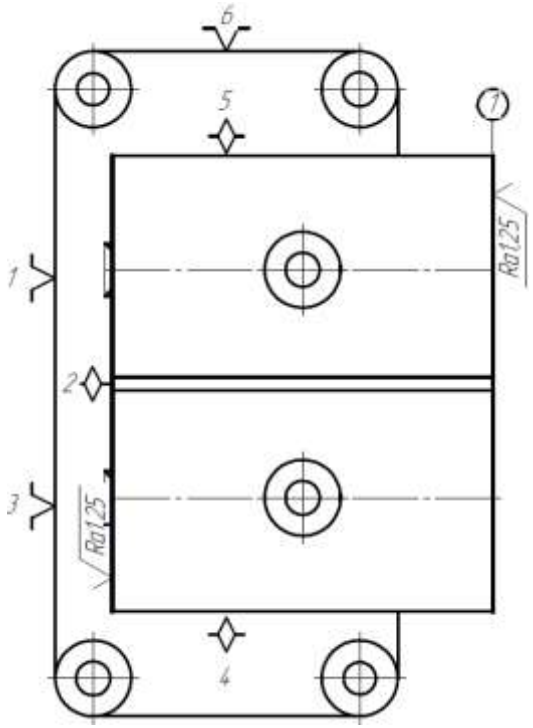
Дубл.															
Взам.															
Підп.											Зм	Арк	№ Док	Підп	Дата

Розроб.								
Перев.								
Затв.								
Н.контр.								

Р		ПІ	D	і	V	h	S	n	Т
01	5. Точити фаску 2х45º								
Т02	A20S-SDXCR 11 DCMT 11 T3 08-KR 3225								
Р03				1	307	1	0,282	3260	0,001
04	6. Центрувати 8 отворів								
05	Свердло центрувальне Р6М5								
06			8	1	126	1	0,075	3600	0,0106
07	7. Свердлити 8 отворів Ø6								
08	860.1-0600-016A1-GM X1BM								
09			6	1	130	11,5	0,223	6890	0,04
10	8.Нарізати різьбу М6-Н7								
11	T100-KM106DA-M6 D210								
12			6	1	66,2	11,5	1	3510	0,12
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
ОК									

Дубл.															
Взам.															
Підп.											Зм	Арк	№ Док	Підп	Дата
Розроб.					**Шліфування**						Плоскошліфувальний				

Перев.						верстат Cormak 400x1000	
Затв.				Корпус напрямний			20
Н.контр.							



Дубл.															
Взам.															
Підп.											Зм	Арк	№ Док	Підп	Дата
Розроб.															
Перев.															

Затв.				Корпус напрямний			010
Н.контр.							

Найменування операції	Матеріал	Твердість	ЕВ	МД	Профіль і розміри	МЗ	КОВД
Шліфувальна	СЧ15 ГОСТ 1412-85	160	166	3,9	175х115х87	4,75	

Устаткування, пристрій ЧПК	Позначення програми	То	Тд	Тпз	Тшт	СОЖ
Плоскошліфувальний верстат 3Е711В	ХХХХ	1,5	0,22	1,8	3,18	5%Укринол-1

Р		ПІ	D	i	V	h	S	n	Т
01	1.Шліфувати торці								
Т02	Круг шліфувальний 14А								
Р03				1	30	-	-	-	-
04									
05									
06									
07									
08									
09									
10									
11									
12									
ОК									

Форм	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.
				Документація		
А1				Складальне креслення		
				Деталі		
		1		Плита	1	
		2		Підставка для самоцентрувальних лещат 5"	1	
		3		Алюмінієві лещата 5" (130 мм) х 2-1/2» (64 мм)	1	
		4		Губки лещат з м'якої сталі 5" (130 мм) х 2-1/2» (64 мм)	1	
		5		Самоцентруючі лещата 5" (130 мм)	1	
		6		Упор для фрезерних лещат(130 мм), різьба М8х1.25	4	
				Стандартні вироби		
		7		Болт пазовий М12х1,5х20	4	
				ГОСТ 15379-70		
		8		Гайка М12	4	
				ГОСТ 2524-70		
		9		Шайба М12	4	
				ГОСТ 5918-70		

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Розроб.	Бойко			
Перев.	Малафєєв			
Н.контр.				
Утв.				

Пристосування для операції 010

Лит.	Лист	Листів
	1	1

НТУУ «КПІ»
ММІ гр. МТ-01

	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.
				Документація		
А1				Складальне креслення		
				Деталі		
		1		Плита	1	
		2		Притискач	2	
		3		Опори	2	
		4		Циліндричний палець	4	
		5		Пружина	2	
				Стандартні вироби		
		6		Болт пазовий М12х1,5х65	2	
				ГОСТ 15379-70		
		7		Болт пазовий М12х1,5х20	4	
				ГОСТ 15379-70		
		8		Гайка М12	2	
				ГОСТ 2524-70		
		9		Шайба М12	2	
				ГОСТ 5918-70		

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
Розроб.		Бойко			Пристосування для операції 015	Лит.	Лист	Листів
Перев.		Малафєєв					1	1
Н.контр.						НТУУ «КПІ» ММІ гр. МТ-01		
Утв.								

ДПБ.ММІМТ-0102.001

Порівняння різних варіантів отримання заготовки деталі "Корпус напрямний"

Лиття в піщано-глинисті форми

- один з найбільш популярних методів лиття
- поширеним є виготовлення корпусів, кришок тощо
- процес полягає у використанні форм, виготовлених з формувальної суміші для лиття металу
- є труднощі з отриманням виливків з отворами маленьких діаметрів та тонкими стінками
- даний метод підходить для отримання заготовок, у яких передбачений великий припуск на обробку
- технологічний процес включає установку моделі на плиту, заповнення опоки піщано-глинистою сумішшю, ущільнення суміші, установку стержня, заливання розплаву, охолодження, руйнування форми та очищення виливка

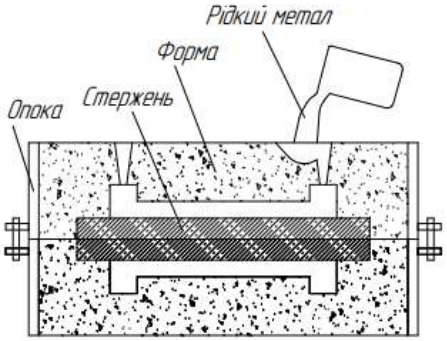
Лиття в металеві форми

- процес виготовлення заготовок з розплаву, що заповняє металеві форми
- підходить для серійного виробництва
- серед перевагт отримання виливку з високою розмірною точністю, багаторазовість використання кокілю, зменшення припусків для подальшої обробки
- серед недоліків можуть бути труднощі при заливанні у форми з тонкими стінками, трудомісткість виготовлення металевих форм.
- технологічний процес включає очищення та оброблення форми, нагрівання кокіля, установка стержнів, закріплення кокіля, заливання металу, очистка виливку

Проблеми ливарного виробництва

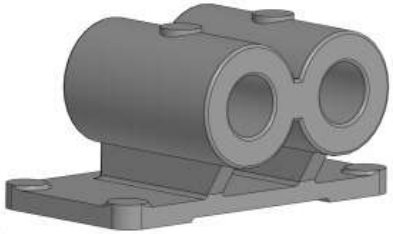
Серед проблем ливарного виробництва можна назвати викиди в атмосферу. Представлені декілька варіантів вирішення проблеми забруднення, як наприклад віддір викидів одразу після виходу з печі, повторне використання піску для формування

Процес лиття в піщано-глиняні форми



Процес лиття в металеві форми

3-D модель заготовки



Розглянувши ці методи отримання заготовки по окремості, можна порівнять їх між собою. Методи лиття в піщано-глинисті та металеві форми чудово підходять для виготовлення заготовок за критеріями форм, властивостей матеріалу та іншими факторами. Проте враховуючи матеріал заготовки, серійність випуску, найкращим варіантом буде лиття в піщано-глинисті форми

						ДПБ.ММІМТ-0102.001	
Розроб.		№ докум.	Підпис	Дата			
Провер.		Бакін Ю			Науковий розділ	Літ.	Маса	Масштаб
Т.контр.		Макарчук І.Р.						1:1
Н.контр.						Аркуш	Аркушів 1
Затверд.		Макарчук І.Р.				НТУУ "КПІ ім. Ігоря Сікорського"	
Копіював						Формат А1	

ДПБ.ММІ.МТ-0102.002

Порівняння різних варіантів отримання заготовки деталі "Корпус напрямний"

Визначення ливарного виробництва

Сутність ливарного виробництва полягає у отриманні виливків шляхом заливки металу у ливарну форму. Метод застосовується для виготовлення деталей різних розмірів та маси. Маса виливків у середньому складає приблизно 50–80% від загальної маси. Перевага лиття полягає у отриманні заготовок простих та складних форм. Отримання отворів та порожнин також є можливим завдяки цьому методу, у порівнянні з іншими методами отримання заготовок. Значне виробництво ливарної промисловості припадає на машинобудування (80%), будівництво (10%) та інші галузі промисловості. Ливарне виробництво поділяється на плавлення металів, підготовка форм, лиття металу та оздоблювання виливків. Основними задачами перед галуззю ливарного виробництва є зниження вартості виготовлення виливків у подальшій обробці шляхом покращення якості. Для цього використовуються різні методи виготовлпення заготовок.

Проблеми ливарного виробництва

Серед проблем ливарного виробництва можна назвати викиди в атмосферу. Представлені декілька варіантів вирішення проблеми забруднення, як наприклад віддір викидів одразу після виходу з печі, повторне використання піску для формування. У випадку використання лиття у багаторазові форми представлений варіант мінімізування по використанню води. Фільтрація та повторне використання стічних вод сприяє меншому використанню води для оброблення в цілому.

Класифікація ливарного виробництва

Лиття в піщано-глиняні форми

- необмежена серійність виливків
- максимальна маса виливків – 200000 кг
- середня шорсткість поверхні – 80...20 мкм
- чавун, сталь, кольорові метали
- клас точності виливків – 5–15

Лиття в кокіль

- кількість виливків – 400...800
- максимальна маса виливків – 500 – 7000 кг
- середня шорсткість поверхні – 40...10 мкм
- чавун, сталь, кольорові метали
- клас точності виливків – 4–11

Лиття під тиском

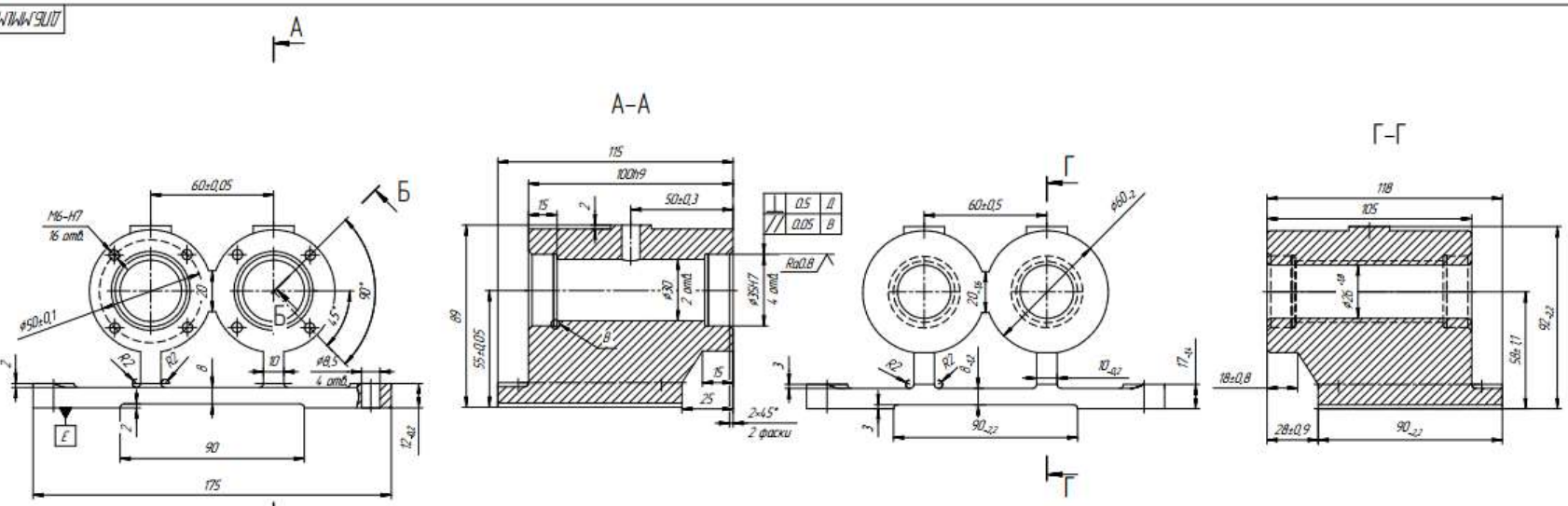
- кількість виливків – 1000
- максимальна вага виливків – 100 кг
- середня шорсткість поверхні – 10...2,5 мкм
- кольорові метали
- клас точності виливків – 5–15

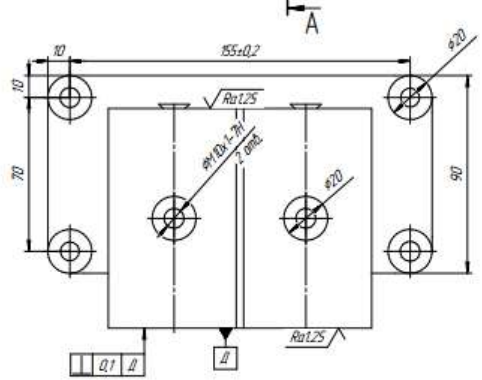
Відцентрове лиття

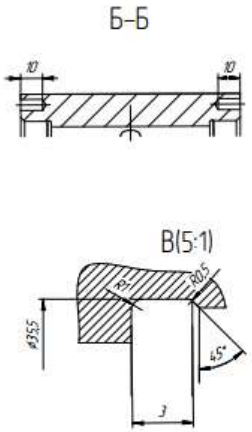
- кількість виливків – 100...1000
- максимальна вага виливків – 600 кг
- середня шорсткість поверхні – 80...20 мкм
- клас точності виливків – 6–14
- чавун, сталь, кольорові метали

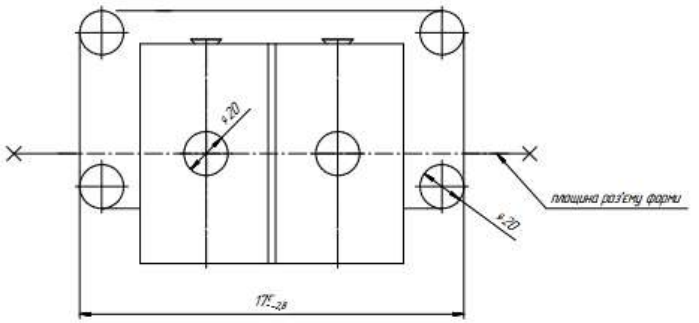
						ДПБ.ММІ.МТ-0102.002	
Розроб.	Ю. Вакуло				Літ.	Маса	Масштаб
Керівн.	Бабко А.Д.			Науковий розділ			1:1
Пров.	Макарчук В.М.				Аркуш	Листів 1	
Т.контр.							
Н.контр.					НТУУ "КПІ ім. І. Сікорського"		
Затв.	Макарчук В.М.						

ДПБ.ММІМТ-0102.002

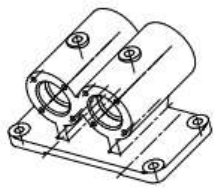




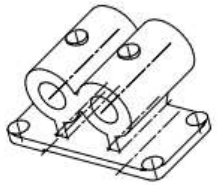




3Д модель деталі



3Д модель заготовки

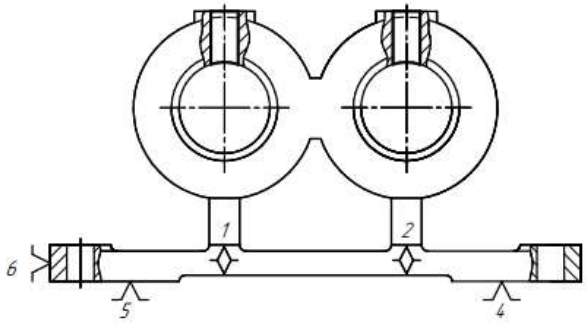


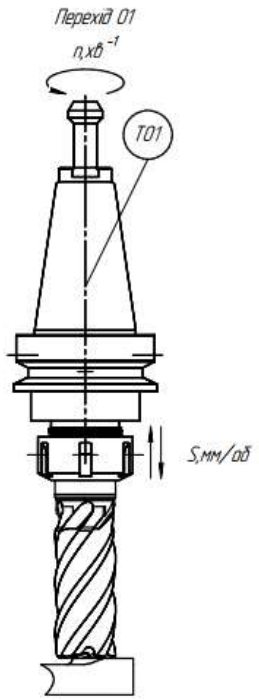
1.Точність відливка: 10–7,45–15–10 ГОСТ26645–85
2.Невказані ливарні радіуси – 3 мм
3.Невказані ливарні уклони – 3 мм
4.$H14, h14, \pm\frac{IT_n}{2}$

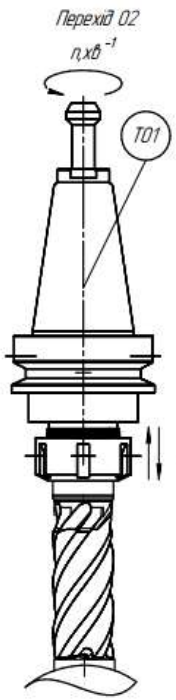
Розроб.	Білько Н.А.			ДПБ.ММІМТ–0102.002			
Перевір.	Федорцев В.М.			Корпус напрямний	Літ.	Маса	Масштаб
Н.контр.						4,19	1:1
Затв.	Федорцев В.М.			С415 ГОСТ 14.12–85	Лист	Листів 1	
					КПІ ім.Ігоря Сікорського ННІ ІМТ–01		
Копіював				Формат А1			

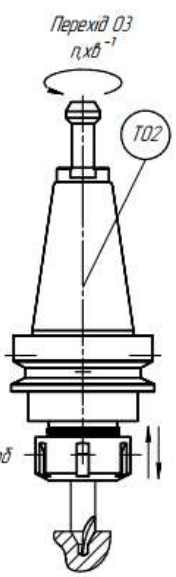
Інв.№ дубл. | Взам.інв.№ | Підп. і дата | Інв.№ подл. | Підп. і дата | Перший друк | Копіював | Формат А1

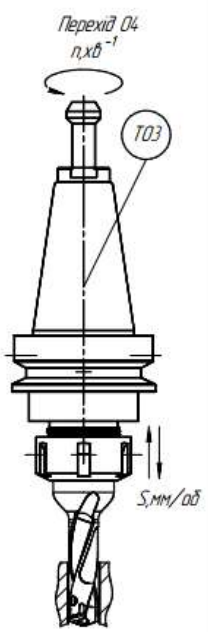
ДПБ.ММІ.МТ-0102.003

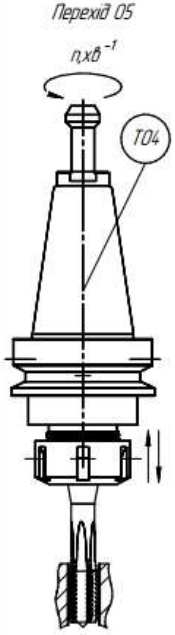


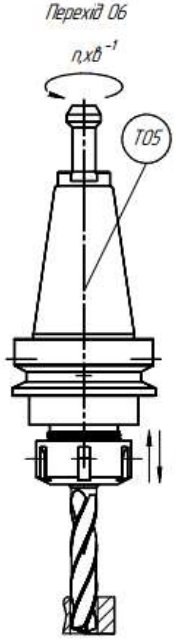












№ Операції	Найменування	Обладнання	Перехід	Інстр.	t,мм	S,мм/об	n,хв⁻¹	V,м/хв	T_o,хв
010	Фрезерна	UMC-750	01	T01	2	0.8	1400	34.7	0.2
			02	T01	2	0.8	1400	34.7	0.1
			03	T02	1	0.075	3600	126	0.0106
			04	T03	17	0.259	5120	161	0.166
			05	T04	17	1.5	2290	72	0.243
			06	T05	12	0.264	4770	127	0.024
			07	T06	12	1.25	3130	78.6	0.056

ДПБ.ММІ.МТ-0102.003

Графічне зображення операції 010

Розроб.	Байко К.І.		
Перев.	Малафєєв В.М.		
Т.контр.			
Н.контр.			
Утв.	Малафєєв В.М.		

Лит. | Маса | Масштаб 1:1

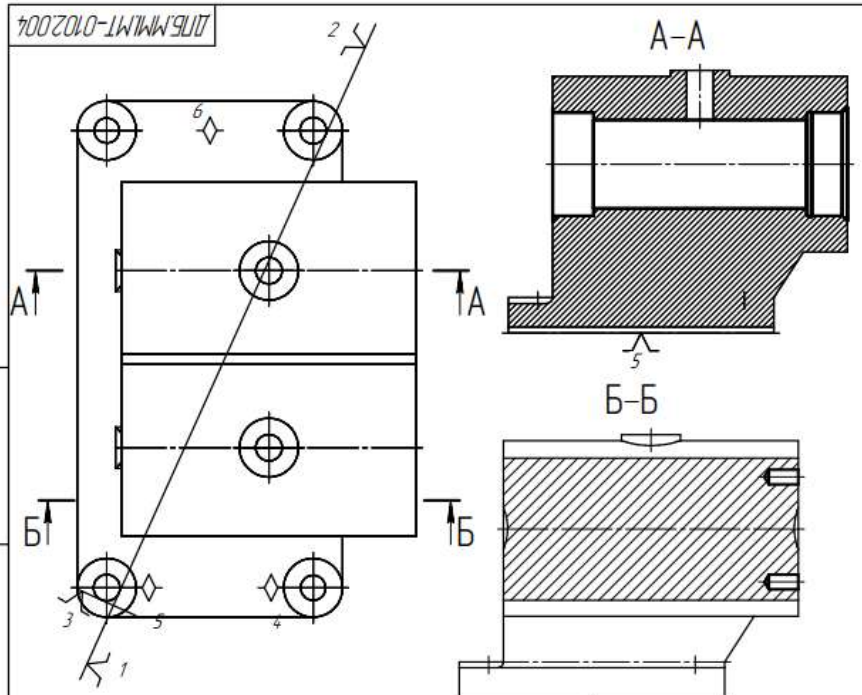
Лист | Листов 1

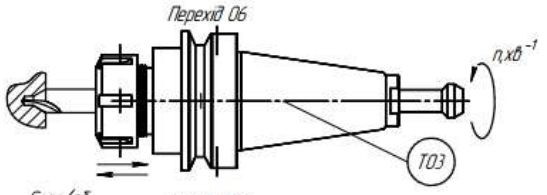
КПІ ім.Ігоря Сікорського ММІ МТ-01

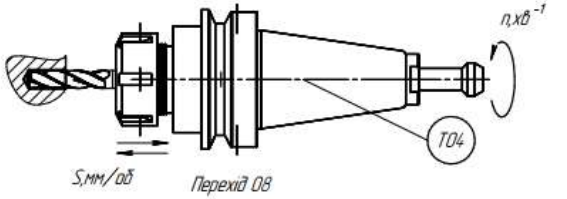
Копировал | Формат А2

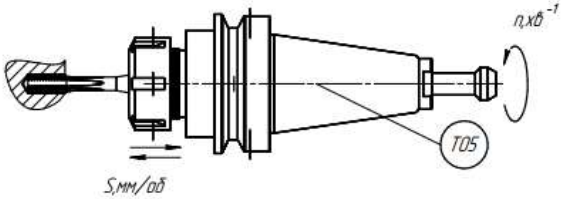
Не для коммерческого использования

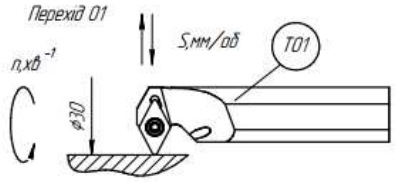
ДПБ.ММІ.МТ-0102.004

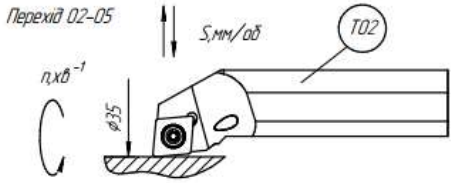












№ Операції	Найменування	Обладнання	Перехід	Інстр.	t,мм	S,мм/об	n,хв⁻¹	V,м/хв	T_o,хв
015А	Багатоцільова	UMC-750	01	T01	1	0.282	3260	307	0.07
			02	T02	1.12	0.338	4000	405	0.028
			03	T02	0.5	0.18	4000	440	0.025
			04	T02	0.25	0.16	4000	440	0.011
			05	T02	1	0.282	3260	307	0.001
			06	T03	1	0.075	3600	126	0.0106
			07	T04	11.5	0.223	6890	130	0.04
			08	T05	11.5	1	3510	66.2	0.12

ДПБ.ММІ.МТ-0102.004

Графічне зображення операції 015А

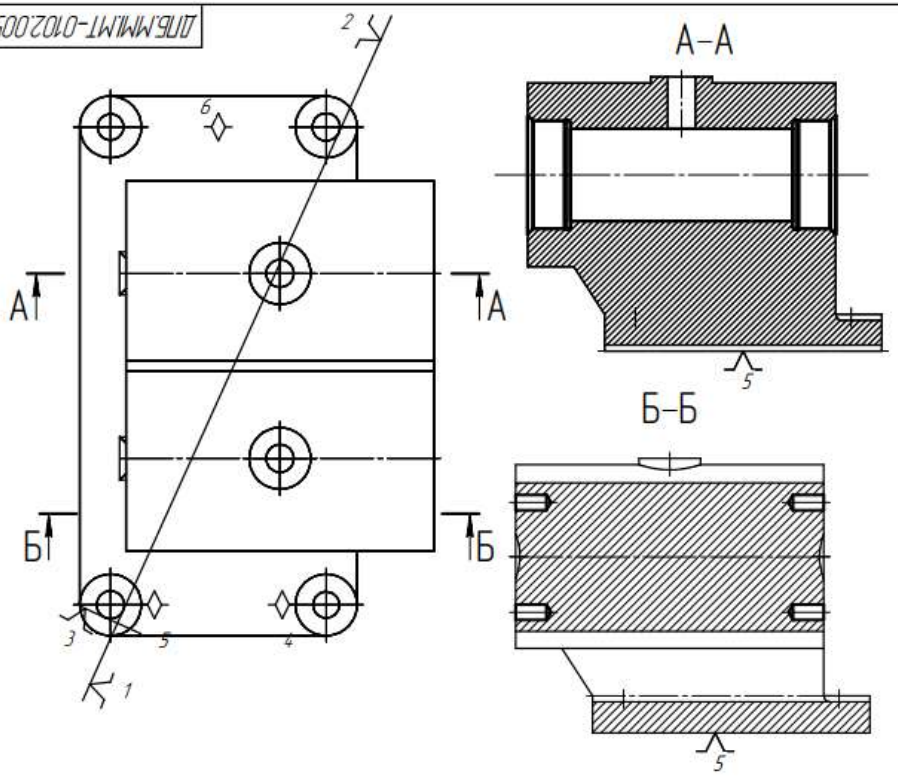
Розроб. Башко К.І.
Пров. Молодцов Ю.М.
Т.контр.
Н.контр.
Утв. Молодцов Ю.М.

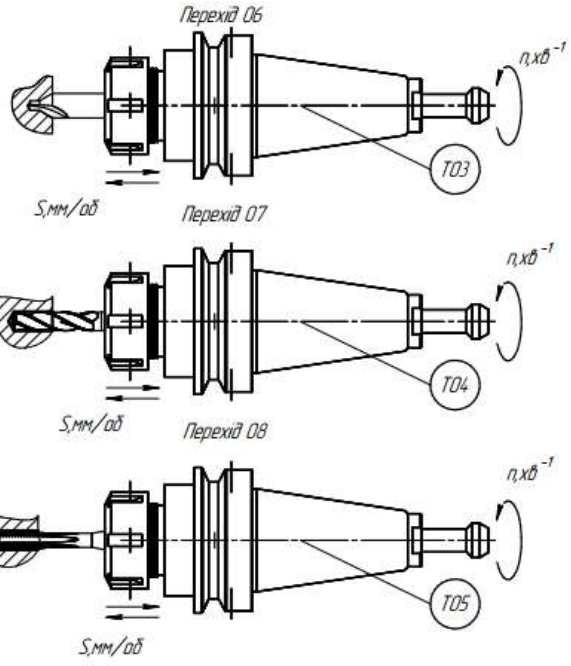
Лит. | Маса | Масштаб 1:1
Лист | Листів 1
КПІ ім.Ігоря Сікорського ММІ МТ-01

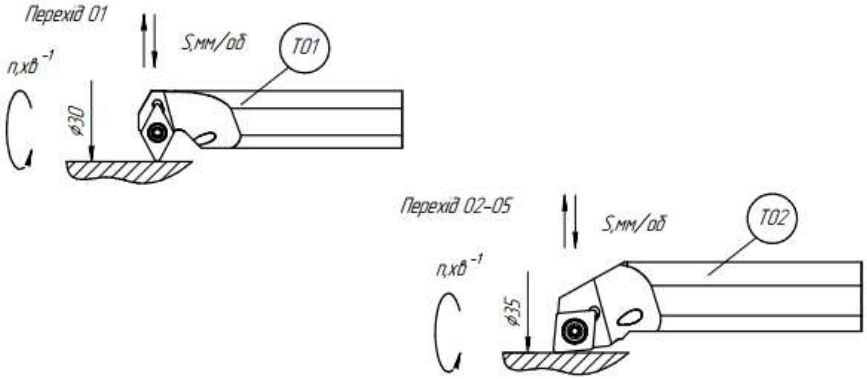
Копіровал
Формат А2

Не для комерческого использования

ДПБ.ММІ.МТ-0102.005







015Б	Багатоцільова	ИМС-750	01	T01	1	0.282	3260	307	0.07
			02	T02	1.12	0.338	4000	405	0.028
			03	T02	0.5	0.18	4000	440	0.025
			04	T02	0.25	0.16	4000	440	0.011
			05	T02	1	0.282	3260	307	0.001
			06	T03	1	0.075	3600	126	0.0106
			07	T04	1.15	0.223	6890	130	0.04
			08	T05	1.15	1	3510	66.2	0.12
№ Операції	Найменування	Обладнання	Перех.	Інстр.	t, мм	S,мм/об	n,хв⁻¹	V,м/хв	T_o,хв

ДПБ.ММІ.МТ-0102.005

Розроб.	Бойко К.І.			Графічне зображення операції 015Б	Літ.	Маса	Масштаб
Перев.	Малафєєв Ю.М.						1:1
Т.контр.					Лист	Листів 1	
Н.контр.					КПІ ім.Ігоря Сікорського ММІ МТ-01		
Затв.	Малафєєв Ю.М.						

Копіював

Формат А2

Перший примірник

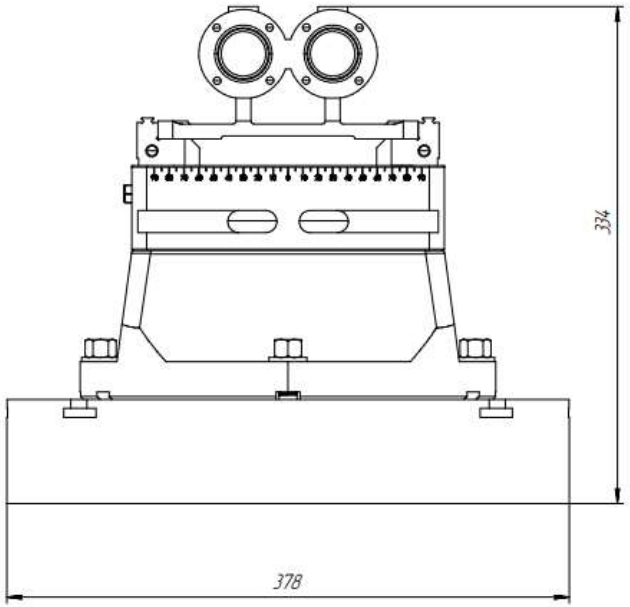
Довід. №

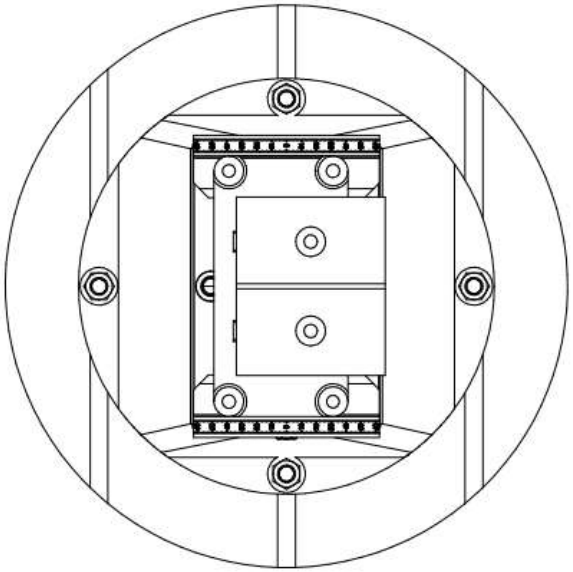
Інв. № подл. | Підп. і дата | Взам. інв. № | Інв. № дубл. | Підп. і дата

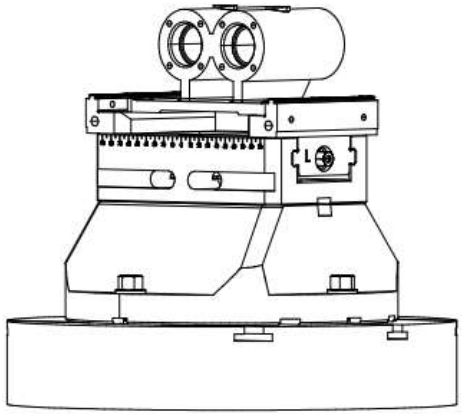
КОМПАС-3D v17 Учебная версия © 2022 ООО "АСКОН-Цифровые технологии". Россия. Все права защищены

Не для коммерческого использования

ДПБ.ММІ.МТ-0102.006







Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДПБ.ММІ.МТ-0102.006	
Разраб.		Бойко К.І.			Пристосування для операції 010	Літ. / Маса / Масштаб: 1:2
Пров.		Малафєєв О.М.				Лист / Листів: 1
Т.контр.						КПІ ім. Ігоря Сікорського ММІ МТ-01
Н.контр.						
Утв.		Малафєєв О.М.				

Копировал

Формат А2

Перв. примен.

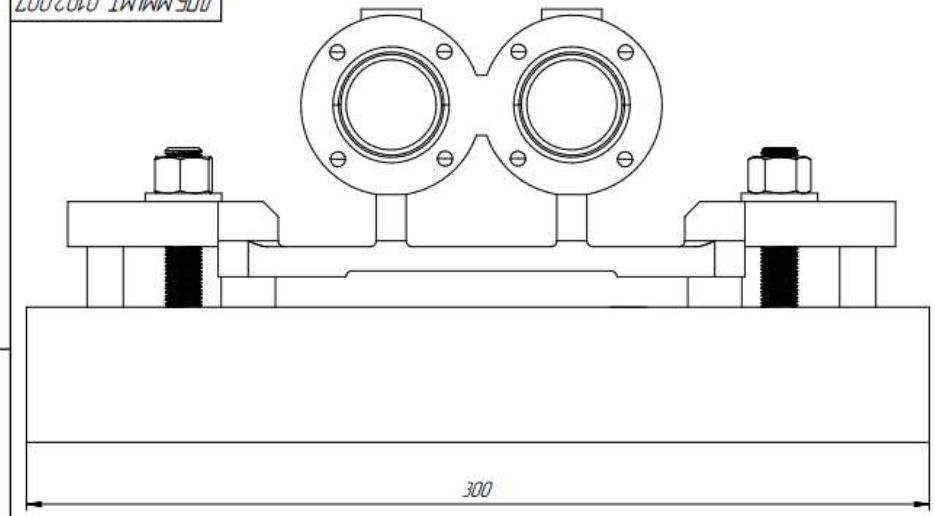
Справ. №

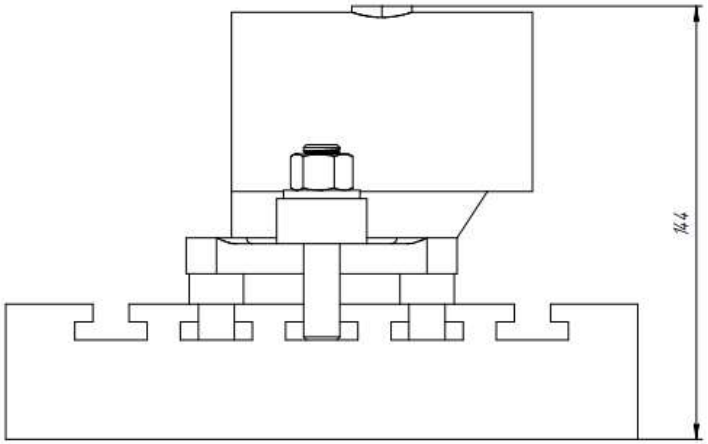
Подп. и дата

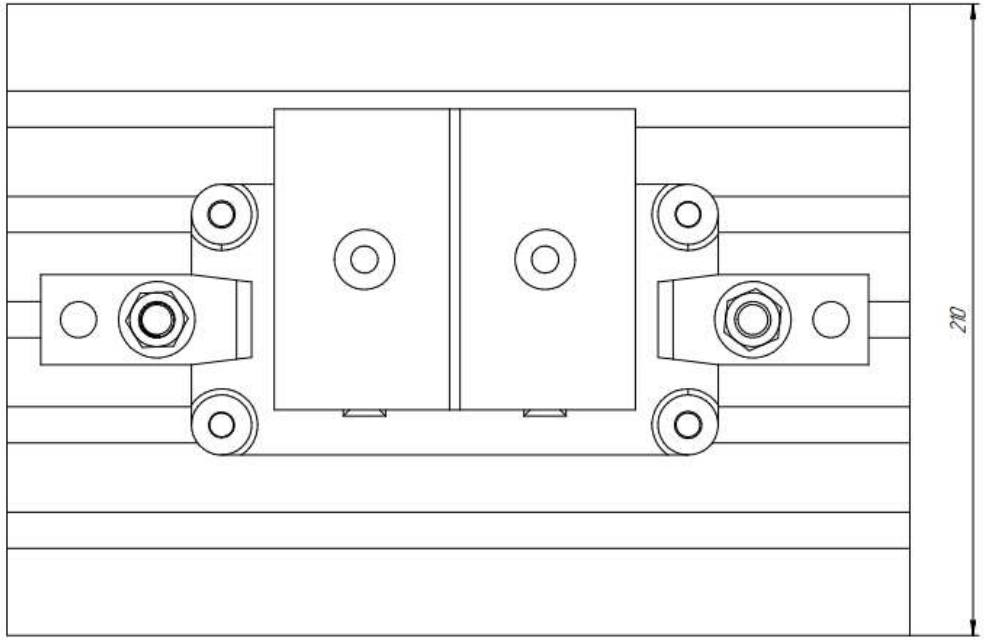
Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата

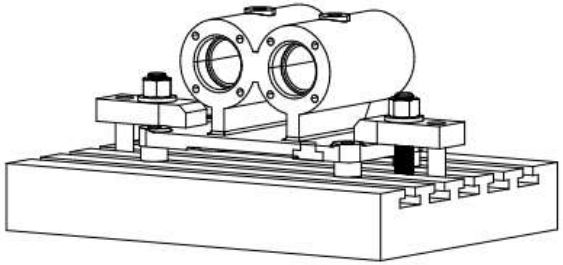
КОМПАС-3D v17 Учебная версия © 2022 000 "АСКОН-Системы проектирования". Россия. Все права защищены.
Не для коммерческого использования

ДПБ.ММІ.МТ-0102.007









					ДПБ.ММІ.МТ-0102.007		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Пристосування для операції 015	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Бойко К.І.						1:1
Пров.		Малафєєв О.М.				Лист	Листов 1	
Т.контр.						КПІ ім.Ігоря Сікорського ММІ МТ-01		
Н.контр.								
Утв.		Малафєєв О.М.						

Копировал

Формат А2

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата

КОМПАС-3D v21 Учебная версия © 2022 000 "АСКОН-Системы проектирования". Россия. Все права защищены
Не для коммерческого использования