НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

приладобудівний факультет

кафедра виробництва приладів

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

В.С. Антонюк

(ініціали, прізвище)

«12» 06 2021 р.

Дипломний проект

на здобуття ступеня бакалавра

на тему: «Автоматизована дільниця виготовлення щита редуктора»

Виконав:
студент 4-го курсу, групи ПБ-71
Ольденбург Євгеній Олександрович

Керівник:
к.т.н., доцент кафедри виробництва приладів,
Барандич К.С.

Рецензент:

доцент кафедри оптичних та оптико-електронних приладів, к.т.н., доцент Сокуренко В.М.

(посада, науковий ступінь, вчене звання)

(прізвище, ініціали)

Засвідчую, що у цьому дипломному проекті немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент

Київ – 2021 року

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітка
1	А4		Завдання на дипломний проект	2	
2	А4		Пояснювальна записка	63	
3	А4	ДП ПБ7108.1702.004	Заготовка	1	
4	А3	ДП ПБ7108.1702.005	Щит редуктора	1	
5	А2	ДП ПБ7108.1702.001 СК	Пневматичні Лещата	1	
6	А4		Специфікація	2	
7	А3	ДП ПБ7108.1702.002 СК	Пневматичний захват	1	
8	А4		Специфікація	1	
9	А3	ДП ПБ7108.1702.003 СК	Контрольне пристосування	1	
10	А4		Специфікація	2	
11	А1		Деталювання	1	
12	А4		Комплект технологічної документації	23	
13	А3	ДП ПБ7108.1702.006	Автоматизована дільниця цеху	1	

	ПІБ	Підп.	Дата			
Розробн.	Ольденбург Є.О.			Відомість дипломного проекту	Лист	Листів
Керівн.	Барандич К.С.				1	1
Консульт.					ПБФ, 4 курс	
Н/контр.						
Зав.каф.						

Пояснювальна записка
до дипломного проекту
на тему: «Автоматизована дільниця виготовлення щита редуктора»

Київ – 2021 року

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

приладобудівний факультет

кафедра виробництва приладів

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Освітньо-професійна програма – «Комп'ютерно-інтегровані технології виробництва приладів»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

В.С. Антонюк

(ініціали, прізвище)

«15» 03 2021р.

ЗАВДАННЯ

до дипломного проекту студента

Ольденбург Євгена Олександровича

1. Тема проекту «**Автоматизована дільниця виготовлення щита редуктора**», керівник проекту Барандич Катерина Сергіївна, к.т.н., доцент, затверджені наказом по університету від «26» травня 2021р. № 1347-с

2. Термін подання студентом проекту «09» червня 2021 р.

3. Вихідні дані до проекту: креслення деталі щит редуктора, програма випуску 20000 шт/рік

4. Зміст пояснювальної записки: Вступ, Технологічний розділ: 1. Опис конструкції деталі. 2. Аналіз технологічності деталі. 3. Вибір заготовки та способу її отримання. 4. Визначення типу виробництва. 5. Розробка технологічного процесу виготовлення деталі. 6. Розробка операційної технології. 7. Вибір обладнення та інструменту. 8. Розрахунок припусків, режимів різання та технічне нормування. 9. Розробка технологічної документації.

Конструкторська частина: 1. Проектування спеціальних пристосувань. 2. Проектування автоматизованої дільниці цеху механічної обробки.

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо): 1. Креслення деталі, яка задана на

проектування. 2. Креслення заготовки. 3. Схема технологічного маршруту обробки. 4. Автоматизоване фрезерне пристосування. 5. Пристосування для контролю. 6. Пристосування для автоматичного завантаження заготовок. 7. Деталювання пристосувань. 8. Автоматизована дільниця цеху механічної обробки.

6. Консультанти розділів проекту

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

7. Дата видачі завдання «24» березня 2021 року

Календарний план

з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1.	Опис конструкції деталі та аналіз її технологічності	07.04.2021	виконано
2.	Вибір заготовки та способу її отримання	14.04.2021	виконано
3.	Розробка технологічного процесу виготовлення деталі	21.04.2021	виконано
4.	Розробка технологічної документації	28.04.2021	виконано
5.	Проектування спеціальних пристосувань	12.05.2021	виконано
6.	Деталювання спеціальних пристосувань	19.05.2021	виконано
7.	Проектування дільниці цеху механічної обробки	26.05.2021	виконано
8.	Оформлення пояснювальної записки та графічної частини проекту	02.06.2021.	виконано
9.	Подача дипломного проекту до захисту	09.06.2021	виконано

Студент _____ (підпис) Ольденбург Є.О.

Керівник _____ (підпис) Барандич К.С.

Зміст

Анотація 1
The annotation..... 2
Вступ..... 3
1. Технологічний розділ 5
1.1.Опис конструкції деталі..... 5
1.2.Аналіз технологічності деталі 7
1.3.Вибір заготовки та способу її отримання.....10
1.4.Визначення типу виробництва.....14
1.5.Розробка технологічного процесу виготовлення деталі.....16
1.5.1. Вибір технологічних баз 16
1.5.2. Розробка маршрутного технологічного процесу 17
1.6.Розробка операційної технології.....19
1.7.Вибір обладнання та інструмента.....21
1.8. Розрахунок припусків, режимів різання та технічне нормування....27
1.8.1. Розрахунок припусків.....27
1.8.2. Розрахунок режимів різання та технічне нормування 31
1.9. Розробка технологічної документації 46
2. Конструкторський розділ 47
2.1.Проектування спеціальних пристосувань 47
2.1.1. Фрезерне пристосування.....47
2.1.2. Захватне пристосування.....50
2.1.3. Контрольне пристосування 52
2.2.Проектування дільниці механічного цеху 54
2.2.1. Визначення кількості потрібного обладнання 54
2.2.2. Норми та правила розташування обладнення 56
2.2.3. Визначення площі автоматизованої дільниці.....57
Загальні висновки..... 60
Література 61
Додатки..... 63

Анотація

Головною метою даного дипломного проекту бакалавра є проектування технологічного маршруту та автоматизованої дільниці цеху для виготовлення деталі «Щит редуктора».

В даній роботі проведено опис конструкції та аналіз технологічності деталі. Згідно з програмою випуску продукції визначено тип виробництва та розмір партії. Здійснено технологічне та економічне обґрунтування способу отримання заготовки. Розроблено технологічний процес виготовлення деталі у вигляді маршрутних та операційних карт, здійснено вибір обладнання, інструментів та пристосуваннь для механічної обробки деталі «Щит редуктора». Проведений розрахунок припусків та міжопераційних розмірів, режимів різання та технічне нормування.

Спроектовано спеціальні пристосування для операцій технологічного маршруту обробки деталі. Виконано розрахунки сили затиску, сили роботи пневмоциліндра для фрезерного пристосування та захвату, обчислена похибка контрольного пристосування. Визначено кількість необхідного обладнання та його розміщення згідно встановлених правил та норм. Для даної деталі, виходячи з кількості та типу верстатів, спроектовано автоматизовану дільницю цеху механічної обробки.

The annotation

Main purpose of this bachelor diploma project is to design technological road-map and automated factory section for manufacturing a detail such as "Shield Reducer".

In this paper, a description of the design and analysis of the processability of the part is given. According to the program of output, the type of production and the size of the lot are determined. The technological and economic substantiation of the choice of billet was carried out. A technological process for manufacturing a part has been developed, including a route and an operational technological process, a selection of equipment, tools and devices for machining this product. Calculations of allowances and interoperational sizes, cutting rates and technical rationing of processing operations are carried out. A special device has been designed for the operations of the technological route for processing the part, the necessary calculations have been made. The number of necessary equipment and its placement is determined in accordance with established rules and norms.

For this part, based on the number and type of machines, the designed section of the machine shop.

Вступ

Провідне місце в розвитку економіки країни належить галузі приладобудування, яка забезпечує матеріальну основу технічного прогресу всіх галузей народного господарство.

Сучасне приладобудування характеризується безперервним освоєнням та випуском великої кількості нових виробів, які забезпечують технічний прогрес промисловості. Постійне збільшення вимог до сучасних машин та приладів є складовою підвищення їх складності та точності і як наслідок, необхідності підвищення степені оснащення технологічних процесів. В зв'язку з цим однією з основних задач в галузі технологічної підготовки виробництва є розробка та запровадження технологічної оснастки, в тому числі і верстатного обладнання, які забезпечують максимальне оснащення технологічних процесів в короткі строки при мінімальних затратах матеріальних засобів.

В нашій країні є багато кваліфікованих спеціалістів в галузі приладобудування, які ведуть наукові розробки, дослідження в цьому напрямку. Кожен рік українські інститути та університети випускають велику кількість кваліфікованих спеціалістів з приладобудування.

Одним з ефективних напрямків удосконалення виробництва є підвищення коефіцієнта оснащеності технологічних процесів механізованою та автоматизованою оснасткою, комп'ютеризація технологічних процесів. Якщо обладнання входить до склад технологічної системи, його називають верстатним обладнанням. В зв'язку з цим підвищення ефективності використання обладнання є актуальним.

Використання верстатного обладнання сприяє підвищенню точності та продуктивності обробки, контролю деталей та складальних виробів, забезпечує механізацію та автоматизацію технологічних процесів, дозволяє використовувати працю робітників з меньшою кваліфікацією, розширює технологічні можливості обладнання та підвищує безпеку праці.

Верстатне обладнання призначене головним чином для установки об’єкта, в якості якого є заготовка, деталь або складальна одиниця. Установка включає в себе базування об’єкту та його закріплення. Тому основними частинами обладнання є корпус, базуючі та зажимні елементи.

Від якості обладнання в значній мірі залежить ефективність технологічних процесів виготовлення деталей. Жорсткість обладнання впливає на жорсткість всієї технологічної системи. Застосування верстатного обладнання може суттєво знизити час установки і тим самим підвищити продуктивність процесу.

З точки зору загальних вимог верстатне обладнання має задовольняти таким вимогам:

а) зручне для роботи та швидкодіюче;

б) забезпечує задану точність;

в) відповідає вимогам техніки безпеки;

г) зручне для установки на верстат, що має велике значення при періодичній зміні обладнання в серійному виробництві;

д) просте та дешеве у виробництві;

е) доступне для ремонту та заміни зношених деталей.

1. Технологічний розділ

1.1. Опис конструкції деталі

Деталь «Щит редуктора» є частиною редуктора. Він виконує такі функції: забезпечує утримання мастильних матеріалів усередині редуктора від попадання бруду і пилу; служить опорою для підшипника редуктора. Деталь кріпиться трьома болтами М5 до корпусу редуктора.

Дана деталь є ступінчастою з діаметрами ступенів 110 мм, 103.5 мм, 45 мм та загальною довжиною 21.7 мм. Ступінь 103.5 мм має поле допуску f8. Наявний центральний наскрізний ступінчатий отвір з діаметрами 35 мм з полем допуску Н7 та 28.5 мм.

На умовній лінії кола діаметром 90 мм знаходяться три отвори з різьбою М5-6Н, які є наскрізними. Також є два наскрізних отвори Ø6,5Н12 мм з міжосьовою відстанню 94 мм.

Ступінь має Ø45h12 та висотою 9,2 мм, який в свою чергу має отвір Ø35Н7 глибою 15 мм і з шорсткістю Ra1.6. Загальна шорсткість для не вказаних поверхонь Ra3.2.

Контролюється торцеве биття поверхні Ø110h12 відносно до базової поверхні, яка є отвором Ø35Н7. Та поверхні торця Ø100 - 103,5 мм. відносно базової поверхні - отвору Ø35Н7.

Деталь виготовлена із прутка Д16 ГОСТ 21488-97, без термічної обробки, нормальної міцності, круглого перетину, нормальної точності виготовлення, діаметр прутка 120 мм.

Відповідно до [1] основні фізико-механічні властивості та хімічний склад матеріалу Д16 вказано в табл. 1.1-1.2.

На рис.1.1. зображення 3D-моделі деталі «Щит редуктора», яка виконана за допомогою САПР SolidWorks.

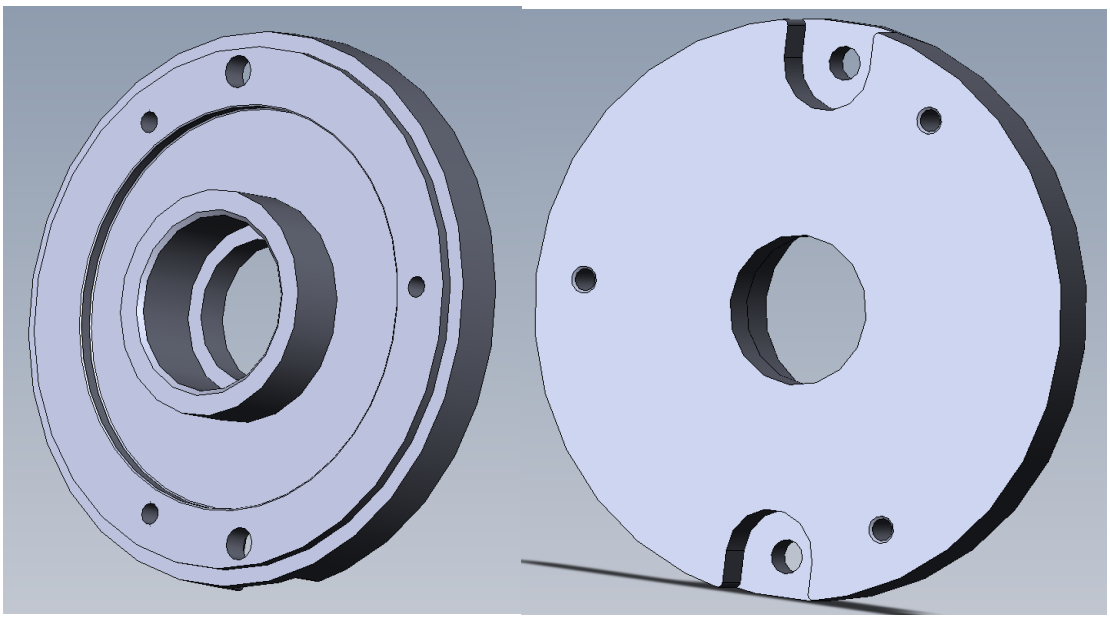


Рис.1.1. Зображення 3D–моделі деталі «Щит редуктора»

Табл. 1.1. Основні фізико-механічні властивості сплаву Д16

Модуль пружності першого роду, E	6900, кг/м^2
Модуль пружності першого роду при температурі 100˚С, $E^{100°}$	6350, кг/м^2
Значення границі міцності, σв	400, МПа
Напруження при відносному розтягнені 0,2%	28, кг/м^2
Напруження при відносному розтягнені 0,2% при температурі 100˚С	26, кг/м^2
Напруження зминання при відносній деформації 0,2%	35, кг/м^2
Коефіцієнт температурного розширення	$23{,}8\cdot10^{-6}$, 1/град
Коефіцієнт теплопровідності при температурі 100˚С	130, Вт/(м·град)
Густина	2,78, г/см^3
Умовна границя утоми при 10^8 циклів	10, кг/м^2
Питома теплоємність матеріалу при температурі 100˚С	0.922, Дж/(кг·град)

Табл. 1.2 Хімічні склад сплаву Д16

Fe,%	Si,%	Mn,%	Cr,%	Ti,%	Al,%	Cu,%	Mg,%	Zn,%	Дм,%
до 0,5	до 0,5	0,3 - 0,9	до 0,1	до 0,15	90,9 - 94,7	3,8 – 4,9	1,2 – 1,8	до 0,25	0,15

1.2 Аналіз технологічності деталі

Технологічність – це такий стан конструкції, який відповідає рівню та властивостям даного виробництва і може бути виготовлено найбільш раціональними методами.

а) Коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_M = \frac{M_Д}{M_З}, \tag{1.1}$$

де $M_Д$ - маса деталі;

$M_З$ - маса заготовки.

Масу деталі було визначено за допомогою САПР SolidWorks, Рис.1.2.

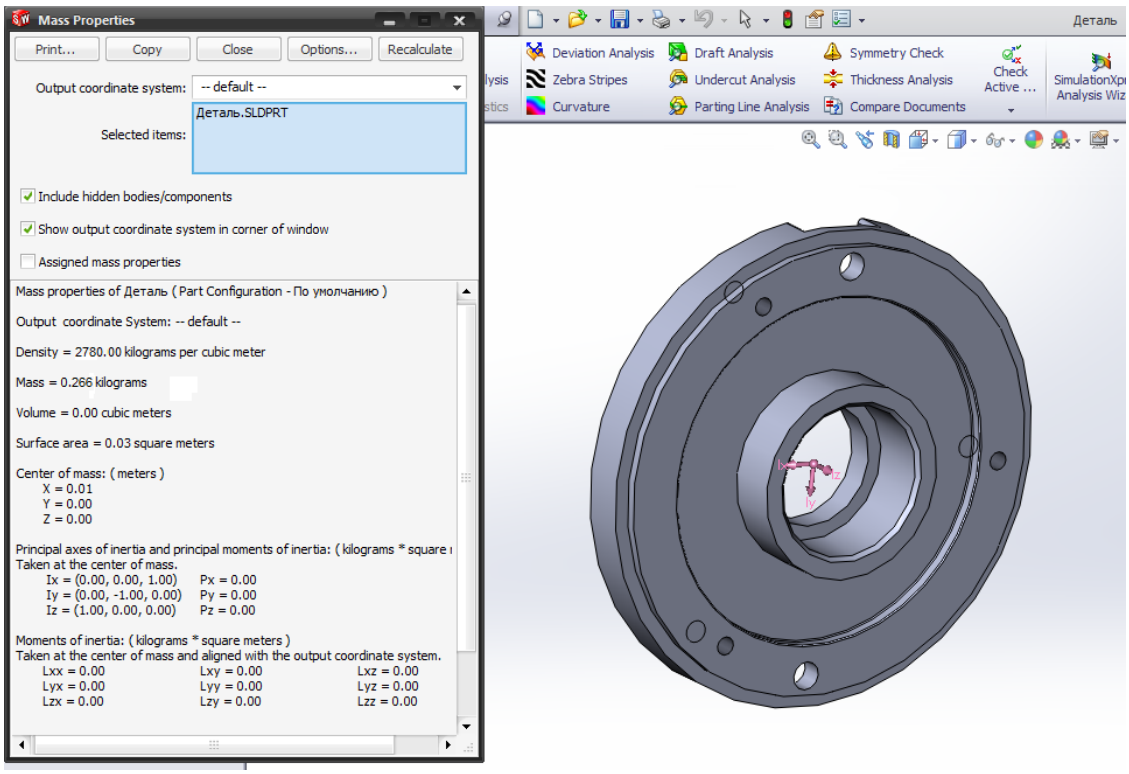


Рис.1.2. Маса деталі

$M_Д = 0{,}266$ кг

$M_З = V \cdot \rho$,

де V - об'єм заготовки;

$$V = \pi r^2 h = 3{,}14 * 0{,}06^2 * 0{,}041 = 0{,}00046346 \text{ мм}^3;$$

$$M = 0{,}00046346 * 2780 = 1{,}29 \text{ кг};$$

$$K_m = \frac{0{,}266}{1{,}29} = 0{,}206$$

б) Коефіцієнт точності обробки:

$$K_T = 1 - \frac{1}{A_T}, \tag{1.2}$$

де $A_T = \frac{\sum A_i \cdot n_i}{\sum n_i}$, (1.3)

де n_i –кількість розмірів, відповідних квалітету A_i.

З робочого креслення деталі складаємо таблицю:

A_i	7	8	12
n_i	1	1	8

$$A_T = \frac{7 * 1 + 8 * 1 + 12 * 8}{10} = 11{,}1;$$

$$K_T = 1 - \frac{1}{11{,}1} = 0{,}91;$$

Деталь технологічна за точністю, оскільки К ≥ 0,88.

в) Коефіцієнт шорсткості поверхонь:

$$K_ш = \frac{1}{Б_{ср}}, \tag{1.4}$$

де $Б_{ср} = \frac{\sum Б_i \cdot n_i}{\sum n_i}$, (1.5)

де n_i – число поверхонь з шорсткістю $Б_i$.

З робочого креслення деталі складаємо таблицю:

$Б_i$	1.6	3.2
n_i	3	7

$$Б_{ср} = \frac{1{,}6 * 3 + 3{,}2 * 7}{10} = 2{,}72;$$

$$K_ш = \frac{1}{2{,}72} = 0{,}367$$

г) Комплексний коефіцієнт:

$$Ккомпл. = \frac{\sum_{i=1}^{n} K_i \cdot K_{i.e.}}{\sum_{i=1}^{n} K_{i.e.}}, \quad (1.6)$$

де $К_i$ – поточний показник технологічності (коефіцієнт використання матеріалу, коефіцієнт точності поверхонь ,коефіцієнт шорсткості поверхонь) ;

$К_{ie}$ – вага кожного показника технологічності в загальному значенні, що визначається шляхом аналізу та може приймати значення від 0 до 1.

В результаті аналізу приймаємо розподіл рівномірним, тобто:

$$K_{i.e.} = \frac{1}{3} = 0{,}33$$

Отже, комплексний показник технологічності:

$$К_{комп} = \frac{0{,}206 * 0{,}33 + 0{,}91 * 0{,}33 + 0{,}367 * 0{,}33}{1} = 0{,}489$$

<u>Висновок:</u> дана конструкція технологічна для серійного виробництва і не потребує додаткового опрацювання на технологічність.

1.3 Вибір заготовки та способу її отримання.

Заготовкою називається продукт виробництва даного заводу, який виготовлено в незакінченому стані, що підлягає подальшій обробці. Якщо заготовку виготовляє інший завод і відправляє на даний, то вона називається напівфабрикатом. Вибір заготівки залежить від форми деталі, її розмірів, вихідного матеріалу, типу виробництва, наявності обладнання, вимог до її якості та економічних міркувань, розміру партії, програми випуску і серійності.

З урахуванням типу виробництва необхідно вибирати заготовку такої конструктивної форми, яка б була максимально наближена до форми готової деталі.

Вибір способу отримання заготовки визначається конструкцією деталі, матеріалом, об'ємом і серійністю випуску, економічністю. Правильний вибір виду заготовки багато в чому визначає ефективність процесу обробки різанням, якість деталі та її вартість[3].

Проведемо економічний аналіз отримання заготовки із прокату та гарячою штамповкою.

$$C_{г.ш.} = (C_i/1000)\cdot G\cdot K_м - (\mathrm{G} - g)(C_в/1000); \qquad (1.7)$$

C_i – базова вартість 1 т заготовок, грн;

$K_м$ – коефіцієнт, що залежить від марки матеріалу;

G – маса заготовки, кг;

g – маса готової деталі, кг;

$C_в$ – вартість 1 т відходів, грн.

Для прокату:

$C_i = 7460$ грн

$G = 1{,}29$ кг

$K_м = 0{,}206$

$C_в = 452$ грн

$g = 0.266$ кг

$$C_{п.} = \left(\frac{7460}{1000}\right) * 1{,}29 * 0{,}206 - (1{,}29 - 0{,}206) * \left(\frac{452}{1000}\right) = 1{,}5грн$$

Для гарячої штамповки:

$C_i = 39700$ грн

$G = 1{,}29$ кг

$К_м = 0{,}206$

$C_в = 452$ грн

$g = 0.266$ кг

$$C_{ш.} = \left(\frac{39700}{1000}\right) * 1{,}29 * 0{,}206 - (1{,}29 - 0{,}206) * \left(\frac{452}{1000}\right) = 10{,}06грн$$

Після проведеного аналізу визначено, що для заданої деталі, виходячи з економічного обґрунтування, обрано метод отримання заготовки – прокат, як найбільш доцільний.

Область застосування заготівок отриманих прокатом є серійне та масове виробництво.

Так заготовку ми отримуємо методом прокату, то для нашої деталі ми обираємо пруток ГОСТ 21488-97. На рис. 1.3. наведено ескіз заготівки.

Розрахуємо довжину заготовки за формулою:

$$L_{з.} = L_{р.} + L_{д.} + L_{т.}, \quad (1.8)$$

де $L_{р.}$ – ширина різця, мм.; $L_{д.}$ – довжина деталі, мм.; $L_{т.}$ – довжина оброблювального торця, мм.;

$$L_{з.} = 16 + 21{,}7 + 3{,}3 = 41мм.$$

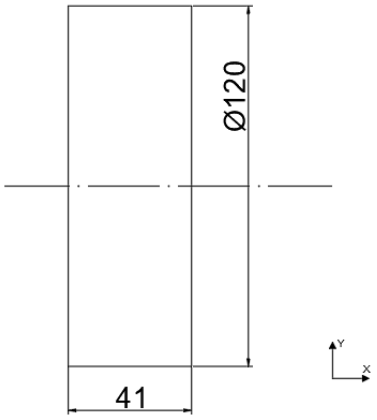


Рис. 1.3. Ескіз заготовки

Для подачі прутка у токарний верстат з ЧПК використовується податчик прутка LNS Quick Load Servo III, зовнішній вигляд якого показано на рис. 1.4.

Рис.1.4. Податчик прутка LNS Quick Load Servo III

Табл.1.3. Характеристики податчика

Виробник	LNS
Модель	Typ Quick load servo III
Рік випуску	2005
Маса верстату	600 кг
Діаметр прутка	6-120 мм
Довжина прутка	130/1600 мм
Вага прутка	67 кг
Швидкість подачі	> 100 м/хв
Час завантаження	8-12 с
Габарити магазину пруткового завантажувача	2048 х 1486 х 1748 мм

Оскільки максимальна довжина прутка, який можна встановити у верстат для подачі прутка, дорівнює 1600 мм, то можемо розрахувати довжину групової заготовки на максимально допустиму кількість деталей.

Розрахуємо максимальну кількість заготівок з одного прутка за формулою:

$$N_{з.} = (L_{п.} – 10) / L_{з.}, \quad (1.9)$$

де $L_{п.}$ – максимальна довжина прутка, мм.; $L_{з.}$ – довжина заготовки, мм.;

$$N_{з.} = (1600 – 10) / 41 = 38шт.$$

Розрахуємо довжину групової заготівки на 38 деталей за формулою:

$$L_{г.з.} = L_{з.} * N_{з.} = 1558мм.$$

<u>Висновок:</u> Розраховано довжину заготовки та довжину групової заготовки для виготовлення 38 деталей.

1.4 Визначення типу виробництва

Визначення типу виробництва виконують приймаючи за основу габарити, масу і річний об'єм випуску деталі.

Тип виробництва і відповідні йому форми організації визначають з характеристик технологічного процесу його будови; основною характеристикою типу виробництва є коефіцієнт закріплення операцій (КЗ.О.), який показує відношення кількості усіх наявних технологічних операцій до кількості робочих місць

Серійним називається виробництво, при якому виготовлення виробів проводиться партіями або серіями, що складаються з однойменних, по конструкції і однакових за розмірами виробів, що запускаються у виробництво одночасно. У серійному виробництві технологічний процес переважно диференційований, тобто розчленований на окремі операції, які закріплені за певними верстатами.

При використанні верстатів загального призначення (універсальних) повинні широко застосуються спеціалізовані і спеціальні пристосування, спеціалізований і спеціальний різальний інструмент або пристосований для даної операції, вимірювальний інструмент у вигляді граничних (стандартних і спеціальних) калібрів і шаблонів, що забезпечують взаємозамінність оброблених деталей. Все це устаткування і оснащення у виробництві можна застосовувати достатньо широко, оскільки при повторюваності процесів виготовлення одних і тих же деталей вказані засоби виробництва дають позетивний техніко-економічний ефект. Проте у кожному окремому випадку при виборі верстату, виготовленні дорогого пристосування або інструменту необхідно підрахувати витрати і очікуваний техніко-економічний ефект.

Цехова програма випуску деталей «щит редуктора» розраховується за формулою:

$$W_{ц} = W_{з} * k * (1 + \frac{\beta_1}{100})(1 + \frac{\beta_2}{100}), \quad (1.10)$$

де $W_З = 20000$ – заводська програма випуску виробів за рік;

k=1 – кількість однотипних деталей в даному виробі;

β_1=8% – процент запасних частин;

β_2=2% – процент можливо неврахованого технологічного браку.

Отже,

$$W_ц = 20000 * 1 * \left(1 + \frac{8}{100}\right)\left(1 + \frac{2}{100}\right) = 22032 \text{ деталей за рік}$$

Якщо в наявності є застаріла організація виробництва, то технологія підлаштовується під дане виробництво. Якщо організація виробництва нова, коли підприємства нема, то аналізують роботу подібних підприємств та на основі старого досвіду створюють нове підприємство та нову технологію.

Партія деталей – це певна кількість деталей, що виготовляється на даному робочому місці без передачі на наступне робоче місце.

Розрахункова кількість деталей в партії визначається за формулою:

$$n_p = \frac{W_Ц \cdot t}{F}, \qquad (1.11)$$

де $W_ц = 22032$ деталей - річна програма випуску деталей;

$t = 3$ дні – запас деталей на складах;

$F = 253$ днів – кількість робочих днів на рік.

$$n_p = \frac{22032*3}{253} = 261{,}25 \text{ деталі.}$$

Тоді приймемо партію деталей у розмірі 262 деталі.

<u>Висновок:</u> Так, як вихідними даними дипломного проекту є програма випуску 20000дет/рік, то дане виробництво є серійним. Кількість деталей в партії становить 262 д.

1.5 Розробка технологічного процесу виготовлення деталі.

1.5.1 Вибір технологічних баз

Підвищення точності обробки й поліпшення якості продукції, що випускається, у значній мірі пов'язані з обґрунтуванням вибору технологічних баз.

Від правильності рішення питання про технологічні бази залежать: фактична точність виконання розмірів, заданих кресленням, правильність взаємного розташування оброблюваних поверхонь, точність обробки. При виборі технологічних баз необхідно керуватися наступними положеннями:

I) найбільша точність обробки досягається за умови використання на всіх операціях механічної обробки тих самих базових поверхонь;

2) варто виходити із принципу сполучення конструкторських, вимірювальних і технологічних баз, що дозволяє звести похибки базування до мінімуму;

3) бази повинні мати найбільшу точність розмірів і геометричну форму, найменшу шорсткість і достатню довжину. Вони не повинні деформуватися під дією сили різання, під час затиску та в процесі експлуатації;

4) обрані технологічні бази разом із затискними пристроями повинні забезпечувати надійне кріплення заготівки й незмінність її положення під час обробки;

5) прийняті бази повинні гарантувати одержання всіх розмірів, що отримуються на даній операції, при найбільш простій та зручній конструкції пристосування.

Бази, що використовувані при першій установці заготівки, називаються чорновими технологічними базами. При їх виборі необхідно враховувати наступні особливості:

1) чорнова база повинна використатися при обробці заготівок тільки один раз при виконанні першої операції;

2) у деталей, що не піддаються повній обробці, за технологічні бази для першої операції рекомендується приймати поверхні, які взагалі не обробляються. Це забезпечить найменший здвиг оброблених поверхонь щодо необроблюваних;

3) якщо в заготівці обробляються всі поверхні, то за чорнову базу, доцільно приймати поверхні з найменшими припусками;

4) база для першої операції повинна вибиратися з урахуванням забезпечення кращих умов обробки поверхонь.

Для заданої деталі при токарній обробці в якості базової поверхні при чорновій обробці використано зовнішню поверхню діаметром 120 мм. В якості чистової бази використано поверхню діаметром 35 мм.

Для фрезерної обробки в якості базової поверхні використано зовнішню поверхню діаметром 110 мм.

1.5.2 Розробка маршрутного технологічного процесу

При розробці маршрутної технології потрібно керуватися наступними факторами:

1) у першу чергу обробляються ті поверхні, які є базовими при подальшій обробці;

2)наступними обробляються поверхні, з яких знімається найбільший шар матеріалу;

3) далі виконують обробку поверхонь, при знятті матеріалу з яких у найменшому ступені знижується жорсткість деталі;

4) на початок ТП варто відносити ті операції, де є можливість появи браку через дефекти матеріалу;

5) поверхні, зв'язані точністю відносного положення, обробляють на одному переході;

6) сполучення чорнової й чистової обробок на одному переході небажано.

Висновок: Враховуючи вище зазначені положення та норми проектування технологічних процесів, створення технічної документації, а також вибору технологічних баз та порядку обробки окремих поверхонь, розроблено маршрутно технологічний процес обробки деталі «Щит редуктора» заданої дипломним проектом:

005. Заготівельна

010 Токарна

015 Токарна

020 Фрезерна

025 Покрівельна

030 Контрольна

1.6 Розробка операційної технології

Зміст кожної операції розробляється на базі маршрутного ТП. При цьому уточнюється зміст кожної операції, конкретизується послідовність виконання окремих переходів, розглядаються можливості паралельної обробки окремих поверхонь.

Завдання інженера-технолога зводиться до докладної розробки кожної технологічної операції з урахуванням установ, переходів, проходів й інших елементів ТП.

Висновок: З урахуванням вище зазначених положень розроблено операційну технологію та оформлено відповідну технологічну документацію: маршрутні та операційні карти ескізів.

Операційна технологія:

005. Відрізна

А. Встановити, закріпити, зняти.

1. Відрізати заготовку витримуючи розмір 1558 мм.

010 Токарна

А. Встановити, закріпити, зняти.

1. Підрізати торець Ø120 попередньо.
2. Підрізати торець Ø120 остаточно.
3. Центрувати торець.
4. Свердлити центровий отвір Ø10,2мм наскрізь.
5. Розточити начорно Ø10,2 мм до Ø28,5 мм наскрізь.
6. Розточити начорно Ø28,5 мм до Ø33,9 мм на глибину 15 мм.
7. Розточити начисто Ø33,9 мм до Ø34,64 мм на глибину 15 мм.
8. Розточити тонко Ø34,64 мм до Ø35 мм на глибину 15 мм.
9. Зняти фаску 1х45
10. Точити заготовку Ø120 мм до діаметру Ø110 мм на довжину 22мм.
11. Точити начорно поверхню Ø104,1 мм на довжину 2.3 мм.
12. Точити начисто поверхню Ø104.1 до Ø103.6 мм на довжину 2.3мм.

13. Точити тонко поверхню Ø103.6 мм до Ø103.5 мм на довжину 2.3 мм.

14. Відрізати деталь з одночасним підрізанням торця.

015 Токарна

А. Встановити, закріпити, зняти.

1. Точити поверхню Ø45h12 витримуючи довжину 9.2 мм.

2. Точити канавку глибиною 3 мм. згідно ескізу.

3. Точити фаску.

020 Фрезерна

А. Встановити, закріпити, зняти.

1. Фрезерувати два пази R9 мм на глибину 7,2 мм.

В. Переустановити заготовку в пристосуванні і продовжити обробку.

2. Свердлити два наскрізних отвори Ø6,5 мм.

3. Свердлити три наскрізних отвори Ø4,2 мм під різьбу.

4. Нарізати різьбу М5-6Н для трьох отворів Ø4,2 мм.

025 Покрівельна

А. Встановити, закріпити, зняти.

1. Нанести на поверхню покриття Ан. Окс. Нв.

030 Контрольна

А. Встановити, закріпити, зняти.

1. Контролювати торцеве биття поверхні Ø110h12 відносно до базової поверхні, яка є отвором Ø35Н7.

В. Переустановити деталь у пристосуванні і продовжити контроль.

2. Контролювати торцеве биття поверхні торця Ø100 - 103,5 мм. відносно базової поверхні - отвору Ø35Н7.

1.7 Вибір обладнання та інструмента

Обладнання вибирають за головним критерієм, що найбільше виявляє його функціональне призначення і технологічні можливості. Таким критерієм є вид обробки, на який розрахований верстат, відповідно до його службового призначення (токарний - для точіння, фрезерний - для фрезерування та ін.). Другим за важливістю критерієм є габаритні розміри робочої зони верстата, які повинні відповідати габаритним розмірам заготовки із врахуванням розмірів пристрою. Третім критерієм є відповідність верстата необхідній точності обробки. При виборі конкретних типорозмірів різального інструменту необхідно використовувати стандарти на інструмент галузеві та відомчі стандарти підприємства.

Обране технологічне обладнання, пристосування та інструмент для виготовлення деталі «Щит редуктора» наведено табл. 1.4:

Таб.1.4. Технологічне обладнання, пристосування, інструмент

Номер операції, назва, технологічне обладнання	Номер переходу	Назва переходу	Пристосування, оброблюваний і контрольний інструмент	ГОСТ
1	2	3	4	5
005 Відрізна Верстат 872А	1	Встановити, закріпити, зняти	Лещата	4045-75
	2	Відрізати заготовку витримуючи розмір Ø120 мм на довжину 1558 мм	Ножове полотно, стелаж	4047-82

010 Токарна верстат 16К20Ф3С32	1	Встановити, закріпити, зняти	Податчик прутка LNS Quick Load Servo III, трьохкулачковий пневматичний патрон	5410-50
	2	Підрізати торець, витримуючи Ø120 мм попередньо	Різець прохідний відігнутий, пластина ВК8	18877-73
	3	Підрізати торець, витримуючи Ø120 мм остаточно	Різець прохідний відігнутий, пластина ВК8	18877-73
	4	Центрувати торець	Свердло центрувальне Ø4	14952-75
	5	Свердлити центровий отвір Ø10.2 мм наскрізь	Свердло спіральне, матеріал Р6М5	10902-77
	6	Розточити начорно Ø10,2 мм до Ø28,5 мм наскрізь.	Різець розточний, пластина ВК8	18878-73
	7	Розточити начорно Ø28,5 мм до Ø33,9 мм на глибину 15 мм.	Різець розточний, пластина ВК8	18877-73

	8	Розточити начисто Ø33,9 мм до Ø34,64 мм на глибину 15 мм.	Різець розточний, пластина ВК8	18877-73
	9	Розточити тонко Ø34,64 мм до Ø35 мм на глибину 15 мм.	Різець розточний, пластина ВК8	18877-73
	10	Зняти фаску 1х45	Різець розточний відігнутий, пластина ВК8	18877-73 5378-88
	11	Точити заготовку Ø120 мм до діаметру Ø110 мм на довжину 22мм.	Різець прохідний, упорний, ВК8	1877-73
	12	Точити начорно поверхню Ø104,1 мм на довжину 2.3 мм.	Різець прохідний, упорний, ВК8	1877-73
	13	Точити начисто поверхню Ø104.1 мм до Ø103.6 на довжину 2.3 мм.	Різець прохідний упорний, пластина ВК8	18877-73

	14	Точити тонко поверхню Ø103.6 мм до Ø103.5 мм на довжину 2.3 мм.	Різець прохідний, упорний, ВК8	18877-73
	15	Відрізати деталь з одночасним підрізанням торця	Різець відрізний, ВК8	18884-73
015 Токарна Верстат 16К20Ф3С32	1	Встановити, закріпити, зняти.	Оправка цангова для ступінчатих отворів	2682-86
	2	Точити поверхню Ø45 мм на довжину 9.2 мм	Різець прохідний, упорний, ВК8,	18877-73
	3	Точтити канавку глибиною 3 мм згідно ескізу	Різець прорізний, ВК8	18877-73
	4	Точити фаску	Різець розточний відігнутий, ВК8	18877-73
020 Фрезерна Верстат 400V	1	Встановити, закріпити, зняти.	Спеціальне пристосування ПБ7108.1702.001 СК	
	2	Фрезерувати два пази радіусом 9 мм на глибину 7,2 мм	Фреза кінцева Ø4, матеріал Р18	16225-81

	3	Переустановити заготовку у пристосуванні і закріпити	Спеціальне пристосування ПБ7108.1702.001 СК	
	4	Свердлити два наскрізних отвори Ø 6,5 мм	Свердло Ø 6,5 мм, пластина Р9М5, калібер-пробка Н11	4010-77 14826-69
	5	Свердлити три наскрізних отвори Ø 4,2 мм під різьбу	Свердло Ø 4,2 мм, пластина Р9М5, калібер-пробка Н7	17274-71 14811-69
	6	Нарізати різьбу М5-Н6 для Ø4,2 мм наскрізь	Мітчик Н6, Калібр-скоба різьбова	3266-81
025 Покрівельна	1	Встановити, закріпити, зняти.	Прихвати слюсарні	4045-75
	2	Покрити поверхню Ан. окс	Резинові перчатки і фартух	20010-93 12.4.029-76
030 Контроль Верстак	1	Встановити, закріпити, зняти.	Спеціальне пристосування ПБ7108.1702.003 СК	
	2	Контролювати торцеве биття поверхніØ110h12 відносно базової поверхні, яка є отвором Ø35Н7	Точний палець Ø35Н7/g6	

	3	Переустановити деталь у пристосуванні	Спеціальне пристосування ПБ7108.1702.003 СК	
	4	Перевірити торцеве биття поверхні торця Ø100 - 103,5 мм. відносно базової поверхні - отвору Ø35Н7	Точний палець Ø35Н7/g6 з потовщеною ніжкою	

<u>Висновок:</u> За допомогою обраного обладнання та інструменту виготовлення даної деталі буде найбільш доцільним з технологічної точки зору та економічно найефективнішим.

1.8 Розрахунок припусків, режимів різання та технічне нормування

1.8.1 Розрахунок припусків

Припуск – шар матеріалу, що видаляють з поверхні заготівки з метою досягнення заданих властивостей оброблюваної поверхні деталі.

Припуск на обробку поверхонь деталі може бути призначений по відповідних довідкових таблицях, ГОСТах або на основі розрахунково-аналітичного методу визначення припусків. В даному випадку використаний розрахунково-аналітичного метод.

Припуски і проміжні розміри для отвору Ø35H7

№	Перехід	R_Z, мкм	h, мкм	ρ_i, мкм	ε_i, мкм	T_i, мкм	Проміжні розміри		Припуски	
							d_{max}, мм	d_{min}, мм	MAX, мкм	MIN, мкм
1	Заготівельна	200	300	120	-	870	-	-	-	-
2	Чорнове розточування	40	50	7,2	20	250	34,16	33,91	1860,43	1240,43
3	Чистове розточування	20	20		0	110	34,75	33,64	334,4	194,4
4	Тонке	-	-	-	0	25	35,025	35	167	82

У цьому випадку припуск буде симетричним. Для симетричного припуску по формулі В. М. Кована для *i*-го переходу:

$$2Z_{\min} = 2[(R_Z + h)_{i-1}] + \sqrt{\rho_{\sum i-1}^2 + \varepsilon_i^2}\ , \qquad (1.12)$$

$2Z_{min}$ - симетричний мінімальний припуск на механічну обробку;

h_{i-1} – глибина дефектного шару, отриманого на попередньому переході;

Rz_{i-1} – шорсткість поверхні, отримана на попередньому переході;

ρ_{i-1} – сума просторових відхилень, отримана на попередньому переході;

ε_i – похибка установки, отримана на даному переході.

$$2Z_{max} = 2Z_{min} + T_{i-1} - T_i, \quad (1.13)$$

$2Z_{max}$ - симетричний максимальний припуск на механічну обробку;

T_{i-1} - допуск на попередньому переході;

T_i - допуск на виконуваному переході.

1. Тонке точіння

$$2Z_{min} = 2\left[(R_{z-1} + h_{i-1}) + \sqrt{\rho_{\sum i-1}^2 + \varepsilon_i^2}\right] = 2(20 + 20 + 1) = 82 \text{ мкм}$$

$$2Z_{max} = 82 + 110 - 25 = 167 \text{ мкм}$$

$$d_{max} = 35.025 - 0.11 - 0.167 = 34.75 \text{ мм}$$

$$d_{min} = 34.75 - 0.11 = 34.64 \text{ мм}$$

2. Чистове точіння

$$2Z_{min} = 2(40 + 50 + 7.2) = 194.4 \text{ мм}$$

$$2Z_{max} = 194{,}4 + 250 - 110 = 334{,}4 \text{ мкм}$$

$$d_{max} = 34{,}75 - 0{,}25 - 0{,}3344 = 34{,}16 \text{ мм}$$

$$d_{min} = 34{,}16 - 0{,}25 = 33{,}91 \text{ мм}$$

3. Чорнове точіння

$$2Z_{min} = 2(200 + 300 + 120{,}215) = 1240{,}43 \text{мм}$$

$$2Z_{max} = 1240{,}43 + 870 - 250 = 1860{,}43 \text{ мкм}$$

Перевірка:

$$T_{max} - T_{min} = 870 - 25 = 845 \text{ мкм}$$

$$2\sum Z_{max} - 2\sum Z_{min} = 2361.83 - 1516.83 = 845 \text{ мкм}$$

Припуски і проміжні розміри для поверхні Ø103,5f8

№	Перехід	R_Z, мкм	h, мкм	ρ_i, мкм	ε_i, мкм	T_i, мкм	Проміжні розміри		Припуски	
							$d_{\max}$, мм	$d_{\min}$, мм	MAX, мкм	MIN, мкм
1	Заготівельна	200	300	120	-	870	-	-	-	-
2	Чорнове точіння	63	60	7,2	20	350	104,132	103,78	1860,43	1240,43
3	Чистове точіння	26	30	1	0	90	103,612	103,522	520,4	260,4
4	Тонке	-	-	-	0	36	103,464	103,41	168	114

У цьому випадку припуск буде симетричним. Для симетричного припуску по формулі В. М. Кована для *i*-го переходу за формулою (1.20).

Проміжні масимальні і мінімальні розміри розміри розраховуються за формулами:

$$d_{\max i-1} = d_{\min i-1} + T_{i-1} \quad (1.14)$$

$$d_{\min i-1} = d_{min} - Z_{min} \quad (1.15)$$

1. Тонке

$$2Z_{min} = 2\left[(R_{z-1} + h_{i-1}) + \sqrt{\rho_{\sum i-1}^2 + \varepsilon_i^2}\right] = 2(26 + 30 + 1) = 114 \text{ мкм}$$

$$2Z_{max} = 114 + 90 - 36 = 168 \text{ мкм}$$

$$d_{max} = 103.522 + 0.09 = 103.612 \text{ мм}$$

$$d_{min} = 103.41 + 0.112 = 103.522 \text{ мм}$$

2. Чистове точіння

$2Z_{min} = 2(63 + 60 + 7.2) = 260.4$ мкм

$2Z_{max} = 260{,}4 + 350 - 90 = 520{,}4$мкм

$d_{max} = 103{,}78 + 0{,}350 = 104{,}13$ мм

$d_{min} = 103{,}522 + 0{,}2604 = 103{,}78$ мм

3. Чорнове точіння

$2Z_{min} = 2(200 + 300 + 120{,}215) = 1240{,}43$мм

$2Z_{max} = 1240{,}43 + 870 - 350 = 1760{,}43$ мкм

Перевірка:

$T_{max} - T_{min} = 870 - 36 = 834$ мкм

$2\sum Z_{max} - 2\sum Z_{min} = 2448.83 - 1614.83 = 834$ мкм

1.8.2 Розрахунок режимів різання та технічне нормування

Відповідно до розробленого технологічного маршруту обробки деталі Щит редуктора розраховано необхідні режими різання та норми часу за допомогою програмного забезпечення Adem.

Режими різання визначаються параметрами:

V – швидкість різання, м/хв.;

S – подача, мм/об;

t – глибина різання, мм.

Розрахунок режимів різання і норм часу для отвору Ø35H7 жорсткістю Ra 1.6 чорнова обробка

Загальна глибина різання при обробці заданої поверхні $t = \frac{33.91-28.5}{2} = 2.705$ мм.

Приймаємо подачу S=0,2 мм/об.

Визначаємо швидкість різання за формулою [2]:

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,4}}; \tag{1.16}$$

$$V = \frac{50,9}{60^{0.2} * 2.705^{0.15} * 0.2^{0.35}} = 33,95 \text{м/хв.}$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_з}; \tag{1.17}$$

$$n_B = \frac{1000 * 33,95}{3.14 * 33.91} = 318,85 \text{об/хв}$$

Приймаємо ближчу меншу частоту обертів шпинделя верстата nв=315 об/хв. Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя

$$V_Д = \frac{\pi \cdot d \cdot n_B}{1000}; \text{ м/хв.} \tag{1.18}$$

$$V_d = \frac{3.14 * 33.91 * 315}{1000} = 33,54 \text{ м/хв}$$

Розрахунок сили різання виконуємо за формулою [2]:

$$P_z = C_{pz} \cdot t_{pz}^x \cdot S_{pz}^y \cdot k_{pz} \cdot V_д^n \quad (1.19)$$

де C_{pz} – коефіцієнти, що залежать від оброблюваного матеріалу (C_{pz}=40); x_{pz}, y_{pz} – відповідно показники степеню при глибині різання та подачі (x_{pz}=1,0, y_{pz}=0,75); k_{pz} – коефіцієнт, що враховують відхилення прийнятих даних від табличних (k_{pz}=1,0); $n = 0$

Отже, $P_z = 40 * 2.705^{1.0} * 0.2^{0.75} * 1.0 * 33{,}54^0 = 32{,}36H$

Крутний момент, $H \cdot м$;

$$M_{кр} = P_z \frac{D}{2} \quad (1.20)$$

$$M_{кр} = 32{,}36 \frac{33{,}91}{2} = 548{,}66 \text{ Н*м};$$

Потужність верстата, що використовується, кВт.

Вона складається з коефіцієнтної потужності на інструменті:

$$N_e = P_z \cdot V_д \quad (1.21)$$

$$N_B = 32{,}36 * 33{,}54 = 1085{,}35 = 1{,}08 \text{кВт}$$

та необхідної потужності на приводі верстату:

$$N_{пр} = \frac{N_в}{\eta}, \quad (1.22)$$

де η – ККД верстату, що дорівнює 0,6 … 0,85 (η=0,75).

Тоді $N_{пр} = \frac{1{,}08}{0.75} = 1{,}44$ кВт.

Коефіцієнт використання станка за потужністю

$$\eta_м = \frac{N_{пр}}{N_{ст}}, \quad (1.23)$$

де $N_{ст}$ – потужність електродвигуна вибраного обладнання ($N_{ст}$=11кВт)

$$\eta_m = \frac{1{,}44}{11} = 0.131$$

Оскільки $N_{ст}$=11 кВт > $N_{пр}$=1,44 кВт, то обробка можлива.

Розрахункова довжина обробки для переходу:

$$L = l_1 + l_2 + l_3; \quad (1.24)$$

$$L=2+15=17, мм$$

l_1 - підвід інструменту $l_1 = 2$, *мм*;

l_2 - довжина деталі $l_2 = 15$, *мм;*

l_3 - перебіг інструменту $l_3=0$

Основний час на виконання переходу:

$$t_0 = \frac{L}{n_B \cdot S}; \tag{1.25}$$

$$t_0 = \frac{17}{2000 * 0.2} = 0.0425, \text{хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу:

$t_Д = t_1 + t_2 + t_3 = 0,11 + 0,12 + 0,5 = 0,73$ хв.

$t_1 = 0,11$хв – допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поперечного обточування з установленням різця по упору на верстаті з висотою центрів до 200 мм при автоматичній подачі .

$t_2 = 0,06 + 0,06 = 0,12$, хв – допоміжний час на зміну частоти обертів шпинделя і подачі.

$t_3=0.5$ хв – заміна різця.

Розрахунок режимів різання і норм часу для отвору Ø35 чистова обробка

Загальна глибина різання при обробці заданої поверхні $t = \frac{34,64-33,91}{2} =$ 0,365мм.

Приймаємо подачу S=0,194 мм/об.

Визначаємо швидкість різання

$$V = \frac{50,9}{60^{0.2} * 0,365^{0.15} * 0.194^{0.35}} = 46,35\text{м/хв}$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата

$$n_B = \frac{1000*46,35}{3.14*34,64} = 426,1\text{об/хв}$$

Приймаємо ближчу меншу частоту обертів шпинделя верстата nв=400 об/хв. Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя

$$V_d = \frac{3.14 * 34,64 * 400}{1000} = 43,5\text{м/хв}$$

Складові сили різання та крутячий момент:

$$P_z = C_{pz} \cdot t_{pz}^x \cdot S_{pz}^y \cdot k_{pz} \cdot V_д^n$$

де C_{pz} - коефіцієнти, що залежать від матеріалу, що обробляється (C_{pz}=40)

x_{pz}, y_{pz} - відповідно показники степеню при глибині різання та подачі (x_{pz}=1,0, y_{pz}=0,75)

k_{pz}, k_{py}, k_{px} - коефіцієнти, що враховують відхилення прийнятих даних від табличних (k_{pz}=1,0)

$n = 0$

Отже $P_z = 40 * 0,365^{1.0} * 0.194^{0.75} * 1.0 * 43,5^0 = 4,27H$

Крутний момент, $H \cdot м$;

$$M_{кр} = P_z \frac{D}{2}$$

$$M_{\text{кр}} = 4,27 \frac{34,64}{2} = 73,96 \text{ Н*м};$$

Потужність верстата, що використовується, кВт.

Вона складається з коефіцієнтної потужності на інструменті:

$$N_e = P_z \cdot V_д$$

$$N_B = 4,27 * 43,5 = 185,74 = 0,185\text{кВт}$$

та необхідної потужності на приводі верстату:

$$N_{пр} = \frac{N_в}{\eta}$$

де η – ККД верстату, що дорівнює 0,6 … 0,85 (η=0,75)

$$N_{\text{пр}} = \frac{0,185}{0.75} = 0,247 \text{ кВт}$$

Коефіцієнт використання станка за потужністю

$$\eta_м = \frac{N_{пр}}{N_{ст}}$$

де $N_{ст}$ – потужність електродвигуна вибраного обладнання ($N_{ст}$ =11кВт)

$$\eta_m = \frac{0,247}{11} = 0,0224\text{кВт}$$

Так як $N_{ст}$ =11 кВт > $N_{пр}$ =0,247 , кВт, то обробка можлива.

Розрахункова довжина обробки для переходу

$$L = l_1 + l_2 + l_3;$$

$$L=2+15=17\ мм$$

l_1 - підвід інструменту $l_1 = 2\ , мм$;

l_2 - довжина деталі $l_2 = 17\ , мм;$

l_3 - перебіг інструменту $l_3=0$

Основний час на виконання переходу

$$t_0 = \frac{L}{n_B \cdot S};$$

$$t_0 = \frac{17}{2000 * 0.194} = 0.0438, \text{хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$t_Д = t_1 + t_2 + t_3 = 0,11 + 0,12 + 0,5 = 0,73$, хв

$t_1 = 0,11$хв – допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поперечного обточування з установленням різця по упору на верстаті з висотою центрів до 200 мм при автоматичній подачі .

$t_2 = 0,06 + 0,06 = 0,12$, хв – допоміжний час на зміну частоти обертів шпинделя і подачі.

$t_3=0.5$ хв – заміна різця.

Розрахунок режимів різання і норм часу для отвору Ø35 тонка обробка

Загальна глибина різання при обробці заданої поверхні $t = \frac{35-34,64}{2} =$ 0,18мм.

Приймаємо подачу S=0,08 мм/об.

Визначаємо швидкість різання

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,4}};$$

$$V = \frac{50,9}{60^{0.2} * 0,18^{0.15} * 0.08^{0.35}} = 70,26 \text{м/хв}$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_з};$$

$$n_B = \frac{1000 * 70,26}{3.14 * 35} = 639,3 \text{ об/хв}$$

Приймаємо ближчу меншу частоту обертів шпинделя верстата nв=630 об/хв. Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя

$$V_Д = \frac{\pi \cdot d \cdot n_B}{1000}; \text{ м/хв}$$

$$V_d = \frac{3.14 * 35 * 630}{1000} = 69,2 \text{м/хв}$$

Складові сили різання та крутячий момент:

$$P_z = C_{pz} \cdot t_{pz}^x \cdot S_{pz}^y \cdot k_{pz} \cdot V_д^n$$

де C_{pz} - коефіцієнти, що залежать від матеріалу, що обробляється (C_{pz}=40)

x_{pz}, y_{pz} - відповідно показники степеню при глибині різання та подачі (x_{pz}=1,0, y_{pz}=0,75)

k_{pz}, k_{py}, k_{px} - коефіцієнти, що враховують відхилення прийнятих даних від табличних (k_{pz}=1,0)

$n = 0$

Отже, $P_z = 40 * 0,18^{1.0} * 0.08^{0.75} * 1.0 * 69,2^0 = 1,08H$

Крутний момент, $H \cdot м$;

$$M_{кр} = P_z \frac{D}{2}$$

$$M_{кр} = 1,08 \frac{35}{2} = 18,9 \text{ Н*м};$$

Потужність верстата, що використовується, кВт.

Вона складається з коефіцієнтної потужності на інструменті:

$$N_e = P_z \cdot V_д$$

$$N_B = 1{,}08 * 69{,}2 = 74{,}736 = 0{,}074 \text{кВт}$$

та необхідної потужності на приводі верстату:

$$N_{пр} = \frac{N_в}{\eta}$$

де η – ККД верстату, що дорівнює 0,6 … 0,85 (η=0,75)

$$N_{\text{пр}} = \frac{0{,}074}{0.75} = 0{,}099 \text{ кВт}$$

Коефіцієнт використання станка за потужністю

$$\eta_м = \frac{N_{пр}}{N_{ст}}$$

де $N_{ст}$ – потужність електродвигуна вибраного обладнання ($N_{ст}$ =11кВт)

$$\eta_m = \frac{0{,}099}{11} = 0.009 \text{ кВт}$$

Так як $N_{ст}$=11 кВт > $N_{пр}$=0,099 , кВт, то обробка можлива.

Розрахункова довжина обробки для переходу

$$L = l_1 + l_2 + l_3;$$

$$L=2+15=17, мм$$

l_1 - підвід інструменту $l_1 = 2$, *мм*;

l_2 - довжина деталі $l_2 = 15$, *мм;*

l_3 - перебіг інструменту $l_3=0$

Основний час на виконання переходу

$$t_0 = \frac{L}{n_B \cdot S};$$

$$t_0 = \frac{17}{2000 * 0.08} = 0.106 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$t_Д = t_1 + t_2 + t_3 = 0,11 + 0,12 + 0,5 = 0,73$, хв

$t_1 = 0,11$хв – допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поперечного обточування з установленням різця по упору на верстаті з висотою центрів до 200 мм при автоматичній подачі .

$t_2 = 0,06 + 0,06 = 0,12$, хв – допоміжний час на зміну частоти обертів шпинделя і подачі.

$t_3=0.5$ хв – заміна різця.

Розрахунок режимів різання і норм часу для зовнішньої поверхні Ø103,5f8 жорсткістю Ra 1.6 чорнова обробка

Загальна глибина різання при обробці заданої поверхні $t = \frac{110-104,1}{2} = 2,95$мм.

Приймаємо подачу S=0,28 мм/об.

Визначаємо швидкість різання

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,4}};$$

$$V = \frac{50,9}{60^{0.2} * 2,95^{0.15} * 0.28^{0.35}} = 29,79\text{м/хв}$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_з};$$

$$n_B = \frac{1000 * 29,79}{3.14 * 104,1} = 91,14\text{об/хв}$$

Приймаємо ближчу меншу частоту обертів шпинделя верстата nв=90 об/хв. Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя

$$V_Д = \frac{\pi \cdot d \cdot n_B}{1000}; \text{ м/хв}$$

$$V_d = \frac{3.14 * 104,1 * 90}{1000} = 29,42\text{м/хв}$$

Складові сили різання та крутячий момент:

$$P_z = C_{pz} \cdot t_{pz}^{x} \cdot S_{pz}^{y} \cdot k_{pz} \cdot V_{д}^{n}$$

де C_{pz} - коефіцієнти, що залежать від матеріалу, що обробляється (C_{pz}=40)

x_{pz}, y_{pz} - відповідно показники степеню при глибині різання та подачі (x_{pz}=1,0, y_{pz}=0,75)

k_{pz}, k_{py}, k_{px} - коефіцієнти, що враховують відхилення прийнятих даних від табличних (k_{pz}=1,0)

$n = 0$

Отже, $P_z = 40 * 2{,}95^{1.0} * 0{,}28^{0.75} * 1.0 * 29{,}42^{0} = 45{,}42H$

Крутний момент, $H \cdot м$;

$$M_{кр} = P_z \frac{D}{2}$$

$$M_{\text{кр}} = 45{,}42 \frac{104{,}1}{2} = 2364{,}11 \text{ Н*м};$$

Потужність верстата, що використовується, кВт.

Вона складається з коефіцієнтної потужності на інструменті:

$$N_e = P_z \cdot V_д$$

$$N_B = 45{,}42 * 29{,}42 = 1336 = 1{,}336\text{кВт}$$

та необхідної потужності на приводі верстату:

$$N_{пр} = \frac{N_в}{\eta}$$

де η – ККД верстату, що дорівнює 0,6 … 0,85 (η=0,75)

$$N_{\text{пр}} = \frac{1{,}336}{0.75} = 1{,}781 \text{ кВт}$$

Коефіцієнт використання станка за потужністю

$$\eta_м = \frac{N_{пр}}{N_{ст}}$$

де $N_{ст}$ – потужність електродвигуна вибраного обладнання ($N_{ст}$ =11кВт)

$$\eta_m = \frac{1{,}781}{11} = 0.162 \text{ кВт}$$

Так як $N_{ст}$=11 кВт > $N_{пр}$=1,781 , кВт, то обробка можлива.

Розрахункова довжина обробки для переходу

$$L = l_1 + l_2 + l_3;$$

$$L=2+21,7=23,7\ мм$$

l_1 - підвід інструменту $l_1 = 2\ , мм$;

l_2 - довжина деталі $l_2 = 15\ , мм;$

l_3 - перебіг інструменту $l_3=0$

Основний час на виконання переходу

$$t_0 = \frac{L}{n_B \cdot S};$$

$$t_0 = \frac{23,7}{2000 * 0.28} = 0.042 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$t_Д = t_1 + t_2 + t_3 = 0,11 + 0,12 + 0,5 = 0,73$, хв

$t_1 = 0,11$хв – допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поперечного обточування з установленням різця по упору на верстаті з висотою центрів до 200 мм при автоматичній подачі .

$t_2 = 0,06 + 0,06 = 0,12$, хв – допоміжний час на зміну частоти обертів шпинделя і подачі.

$t_3=0.5$ хв – заміна різця.

Розрахунок режимів різання і норм часу для зовнішньої поверхні Ø103,5 чистова обробка

Загальна глибина різання при обробці заданої поверхні $t = \frac{104,1-103,6}{2} =$ 0,25мм.

Приймаємо подачу S=0,2 мм/об.

Визначаємо швидкість різання

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,4}};$$

$$V = \frac{50,9}{60^{0.2} * 0,25^{0.15} * 0.2^{0.35}} = 48,53 \text{м/хв}$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_з};$$

$$n_B = \frac{1000 * 48,53}{3.14 * 103,6} = 149,2 \text{об/хв}$$

Приймаємо ближчу меншу частоту обертів шпинделя верстата nв=125 об/хв. Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя

$$V_Д = \frac{\pi \cdot d \cdot n_B}{1000}; \text{ м/хв}$$

$$V_d = \frac{3.14 * 103,6 * 125}{1000} = 40,66 \text{м/хв}$$

Складові сили різання та крутячий момент:

$$P_z = C_{pz} \cdot t_{pz}^x \cdot S_{pz}^y \cdot k_{pz} \cdot V_д^n$$

де C_{pz} - коефіцієнти, що залежать від матеріалу, що обробляється (C_{pz}=40)

x_{pz}, y_{pz} - відповідно показники степеню при глибині різання та подачі (x_{pz}=1,0, y_{pz}=0,75)

k_{pz}, k_{py}, k_{px} - коефіцієнти, що враховують відхилення прийнятих даних від табличних (k_{pz}=1,0)

$n = 0$

Отже, $P_z = 40 * 0,25^{1.0} * 0,2^{0.75} * 1.0 * 40,66^0 = 2,99H$

Крутний момент, $H \cdot м$;

$$M_{кр} = P_z \frac{D}{2}$$

$$M_{кр} = 2,99 \frac{103,6}{2} = 154,882 \text{ Н*м};$$

Потужність верстата, що використовується, кВт.

Вона складається з коефіцієнтної потужності на інструменті:

$$N_e = P_z \cdot V_д$$

$$N_B = 2,99 * 40,66 = 121,6 = 0,121 \text{кВт}$$

та необхідної потужності на приводі верстату:

$$N_{пр} = \frac{N_в}{\eta}$$

де η – ККД верстату, що дорівнює 0,6 … 0,85 (η=0,75)

$$N_{\text{пр}} = \frac{0{,}121}{0.75} = 0{,}161\text{кВт}$$

Коефіцієнт використання станка за потужністю

$$\eta_м = \frac{N_{пр}}{N_{ст}}$$

де $N_{ст}$ – потужність електродвигуна вибраного обладнання ($N_{ст}$ =11кВт)

$$\eta_m = \frac{0{,}161}{11} = 0.0146 \text{ кВт}$$

Так як $N_{ст}$=11 кВт > $N_{пр}$=0,161 , кВт, то обробка можлива.

Розрахункова довжина обробки для переходу

$$L = l_1 + l_2 + l_3;$$

$$L=2+21{,}7=23{,}7\ мм$$

l_1 - підвід інструменту $l_1 = 2$, *мм*;

l_2 - довжина деталі $l_2 = 15$, *мм;*

l_3 - перебіг інструменту $l_3=0$

Основний час на виконання переходу

$$t_0 = \frac{L}{n_B \cdot S};$$

$$t_0 = \frac{23{,}7}{2000 * 0.2} = 0.05925 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$t_Д = t_1 + t_2 + t_3 = 0{,}11 + 0{,}12 + 0{,}5 = 0{,}73$, хв

$t_1 = 0{,}11$хв – допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поперечного обточування з установленням різця по упору на верстаті з висотою центрів до 200 мм при автоматичній подачі .

$t_2 = 0{,}06 + 0{,}06 = 0{,}12$, хв – допоміжний час на зміну частоти обертів шпинделя і подачі.

t_3=*0.5* хв – заміна різця.

Розрахунок режимів різання і норм часу для зовнішньої поверхні Ø103,5 тонка обробка

Загальна глибина різання при обробці заданої поверхні $t = \frac{103{,}6-103{,}5}{2} =$ 0,05мм.

Приймаємо подачу S=0,08 мм/об.

Визначаємо швидкість різання

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,4}};$$

$$V = \frac{50{,}9}{60^{0.2} * 0{,}05^{0.15} * 0.08^{0.35}} = 85{,}15\text{м/хв}$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_з};$$

$$n_B = \frac{1000 * 85{,}15}{3.14 * 103{,}5} = 262\text{об/хв}$$

Приймаємо ближчу меншу частоту обертів шпинделя верстата nв=250 об/хв. Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя

$$V_Д = \frac{\pi \cdot d \cdot n_B}{1000};\ \text{м/хв}$$

$$V_d = \frac{3.14 * 103{,}5 * 250}{1000} = 81{,}2475\text{м/хв}$$

Складові сили різання та крутячий момент:

$$P_z = C_{pz} \cdot t_{pz}^x \cdot S_{pz}^y \cdot k_{pz} \cdot V_д^n$$

де C_{pz} - коефіцієнти, що залежать від матеріалу, що обробляється (C_{pz} =40)

x_{pz}, y_{pz} - відповідно показники степеню при глибині різання та подачі (x_{pz} =1,0, y_{pz} =0,75)

k_{pz}, k_{py}, k_{px} - коефіцієнти, що враховують відхилення прийнятих даних від табличних (k_{pz} =1,0)

$n = 0$

Отже, $P_z = 40 * 0{,}05^{1.0} * 0{,}08^{0.75} * 1.0 * 81{,}2475^0 = 0{,}3H$

Крутний момент, $H \cdot м$;

$$M_{кр} = P_z \frac{D}{2}$$

$$M_{кр} = 0{,}3 \frac{103{,}5}{2} = 15{,}525 \text{ Н*м};$$

Потужність верстата, що використовується, кВт.

Вона складається з коефіцієнтної потужності на інструменті:

$$N_e = P_z \cdot V_o$$

$$N_B = 0{,}3 * 81{,}2475 = 24{,}37 = 0{,}024 \text{кВт}$$

та необхідної потужності на приводі верстату:

$$N_{пр} = \frac{N_в}{\eta}$$

де η – ККД верстату, що дорівнює 0,6 … 0,85 (η=0,75)

$$N_{пр} = \frac{0{,}024}{0.75} = 0{,}032 \text{ кВт}$$

Коефіцієнт використання станка за потужністю

$$\eta_м = \frac{N_{пр}}{N_{ст}}$$

де $N_{ст}$ – потужність електродвигуна вибраного обладнання ($N_{ст}$ =11кВт)

$$\eta_m = \frac{0{,}032}{11} = 0{,}003 \text{ кВт}$$

Так як $N_{ст}$=11 кВт > $N_{пр}$=0,032 , кВт, то обробка можлива.

Розрахункова довжина обробки для переходу

$$L = l_1 + l_2 + l_3;$$

$$L=2+21{,}7=23{,}7 \text{ мм}$$

l_1 - підвід інструменту $l_1 = 2$, *мм*;

l_2 - довжина деталі $l_2 = 15$, *мм;*

l_3 - перебіг інструменту $l_3=0$

Основний час на виконання переходу

$$t_0 = \frac{L}{n_B \cdot S};$$

$$t_0 = \frac{23{,}7}{2000 * 0.08} = 0.148 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_Д = t_1 + t_2 + t_3 = 0{,}11 + 0{,}12 + 0{,}5 = 0{,}73 \text{ хв}$$

$t_1 = 0{,}11$ хв – допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поперечного обточування з установленням різця по упору на верстаті з висотою центрів до 200 мм при автоматичній подачі .

$t_2 = 0{,}06 + 0{,}06 = 0{,}12$, хв – допоміжний час на зміну частоти обертів шпинделя і подачі.

$t_3 = 0.5$ хв – заміна різця.

1.9 Розробка технологічної документації

Розроблений технологічний процес оформлюють у вигляді спеціальних карт, які, в залежності від призначення, мають різну форму.

Розрізняють наступні види карт технологічних процесів:

- маршрутні;
- операційні;
- технологічні;
- інструкційні;
- відомість інструмента та ін.

Маршрутна технологічна карта містить: специфікаційні дані про деталь, перелік всіх операцій, специфікаційні властивості верстатів, пристосувань та обладнання, а також норми часу на обробку деталі.

Операційна карта містить відомості тільки по одній операції технологічного процесу. В ній вказується найменування та номер деталі та операції з обраними ескізами ,перелік переходів, вид та модель верстата, перелік та розмір пристосувань, режими по переходам.

Для обробки деталі «Щит редуктора» складено маршрутні та операційні карти технологічного процесу, які представлені в додатках.

Висновок: Розроблена технологічна документація дає змогу швидко та ефективно виконувати обробку деталі при її виготовленні, цим самим підвищується продуктивність праці на виробництві.

2.Конструкторський розділ

2.1. Проектування спеціальних пристосувань

Для виготовлення деталі «Щит редуктора» з річною програмою випуску 20000 шт. необхідно використовувати спеціальні пристосування, які використовуються тільки для даного виробництва. Тому було спроектовано такі спеціальні пристосування: фрезерне, захватне та контрольне.

2.1.1 Фрезерне пристосування

Відповідно до завдання до дипломного проекту, а також розробленого технологічного маршруту обробки деталі «Щит редуктора» для фрезерної операції спроектовано спеціальне пристосування ДП ПБ7108.1702.001 СК, що представлене на рис.2.1.1.

Розглянемо принцип дії даної конструкції: пристосування, а саме платформа поз. 1 кріпиться до стола верстата за допомогою пазів, болтами та гайками, відстань між якими була спроектована спираючись на посадочні та габаритні розміри верстату V400 рис.2.1.2. Для обробки деталь встановлюється на пальці поз. 7 та затискається призмами поз. 4 і поз. 5 за рахунок переміщення штоку пневмоциліндра поз. 14, що штовхає рухому губку поз. 3 уздовж направляючої поз. 2.

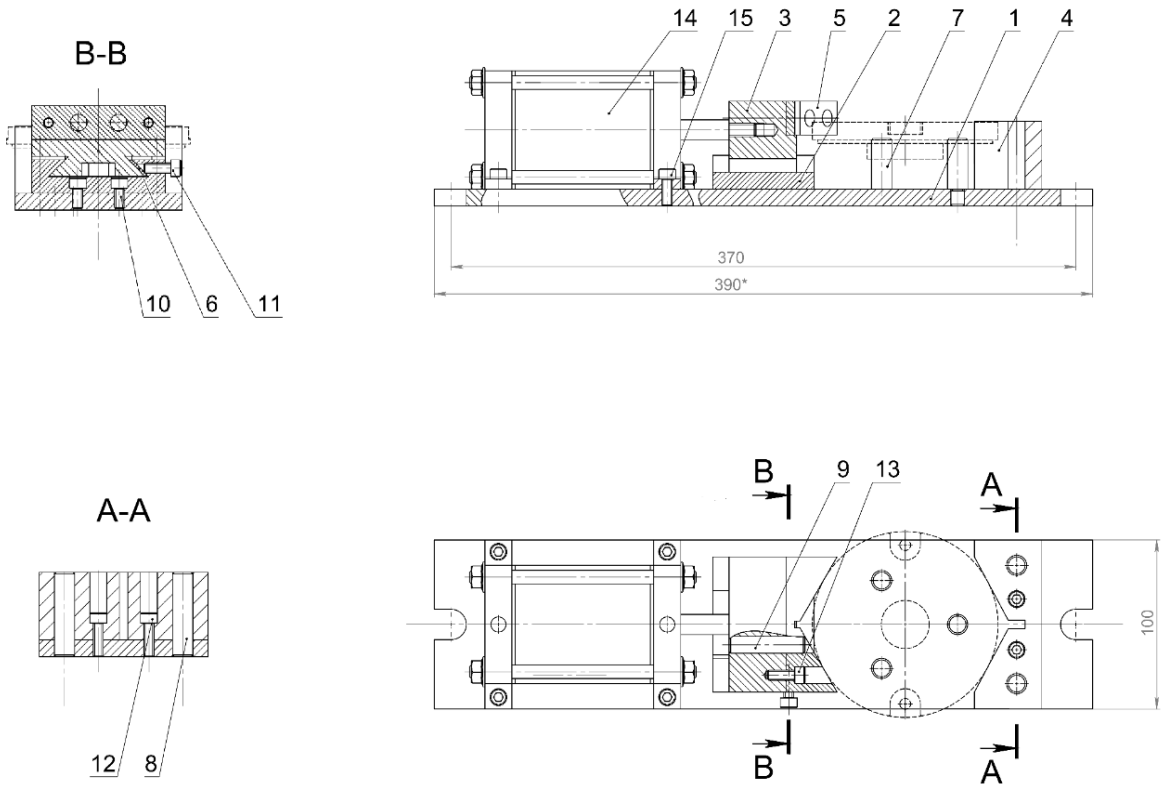


Рис. 2.1.1. Ескіз пневматичних лещат

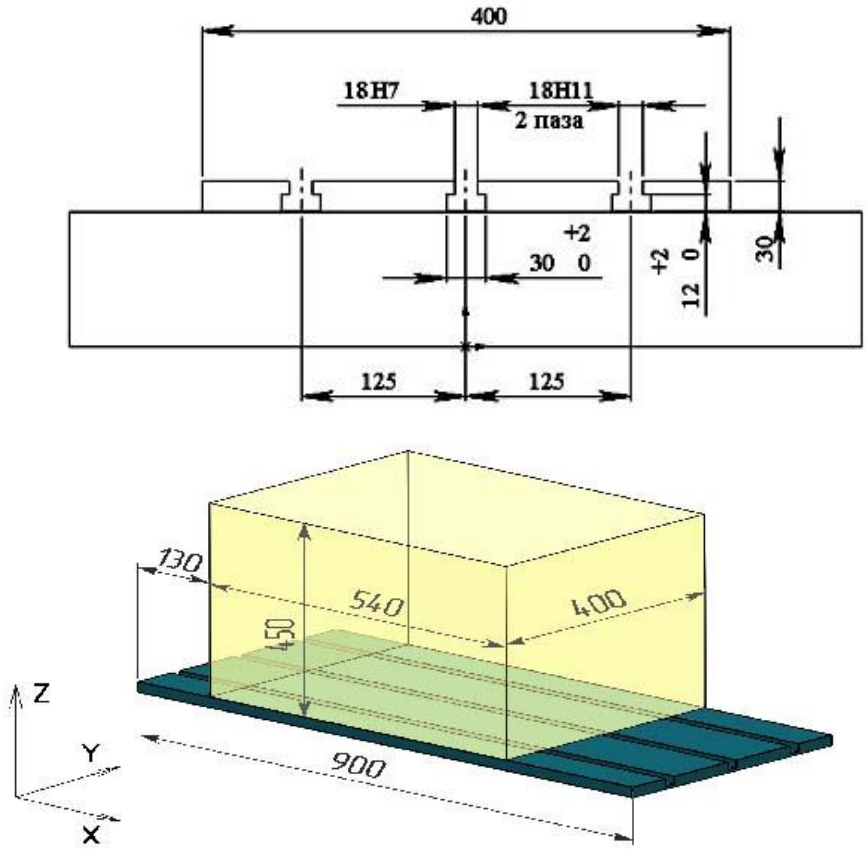


Рис. 2.1.2. Посадочні та габаритні розміри верстату V400

Сила затиску лещат визначається, як:

$$Q = \frac{k \cdot m \cdot (g+a)}{2{,}8 \cdot f}, \tag{1.26}$$

де:

k – коефіцієнт запасу сил затиску,

m – маса деталі,

g – прискорення вільного падіння,

a – прискорення захвата,

f – коефіцієнт тертя між заготовкою та призмами.

$$Q = \frac{2{,}36 \cdot 0{,}266 \cdot (9{,}81 + 1)}{2{,}8 \cdot 0{,}15} = 16{,}157 \text{ Н}$$

Сила роботи пневмоциліндра визначається, як:

$$F = \frac{9{,}8 \cdot D^2 \cdot \pi \cdot P}{4 \cdot 1000}, \tag{1.27}$$

де:

D – діаметр поршня пневмоциліндра,

d – діаметр штока пневмоциліндра,

P – робочий тиск.

$$F = \frac{9{,}8 \cdot 60^2 \cdot 3{,}14 \cdot 0{,}8}{4 \cdot 1000} = 22{,}1558 \text{ Н}$$

Пневмоциліндр при тиску 0,8 Па задовольняє необхідну силу затиску лещат.

2.1.2. Захватне пристосування

Невідємною частиною автоматизованого виробництва є використання роботів маніпуляторів, тому було розроблено спеціальне пристосування для захвату, за допомогою якого можна з необхідною точністю встановлювати заготовку у пристосування для обробки та контролю.

Спроектовано захватний пристрій ДП ПБ7108.1702.002 СК, що представляє собою пристосування для робота-маніпулятора з пневмоциліндром двостороньої дії, який представленно на рис. 2.2.

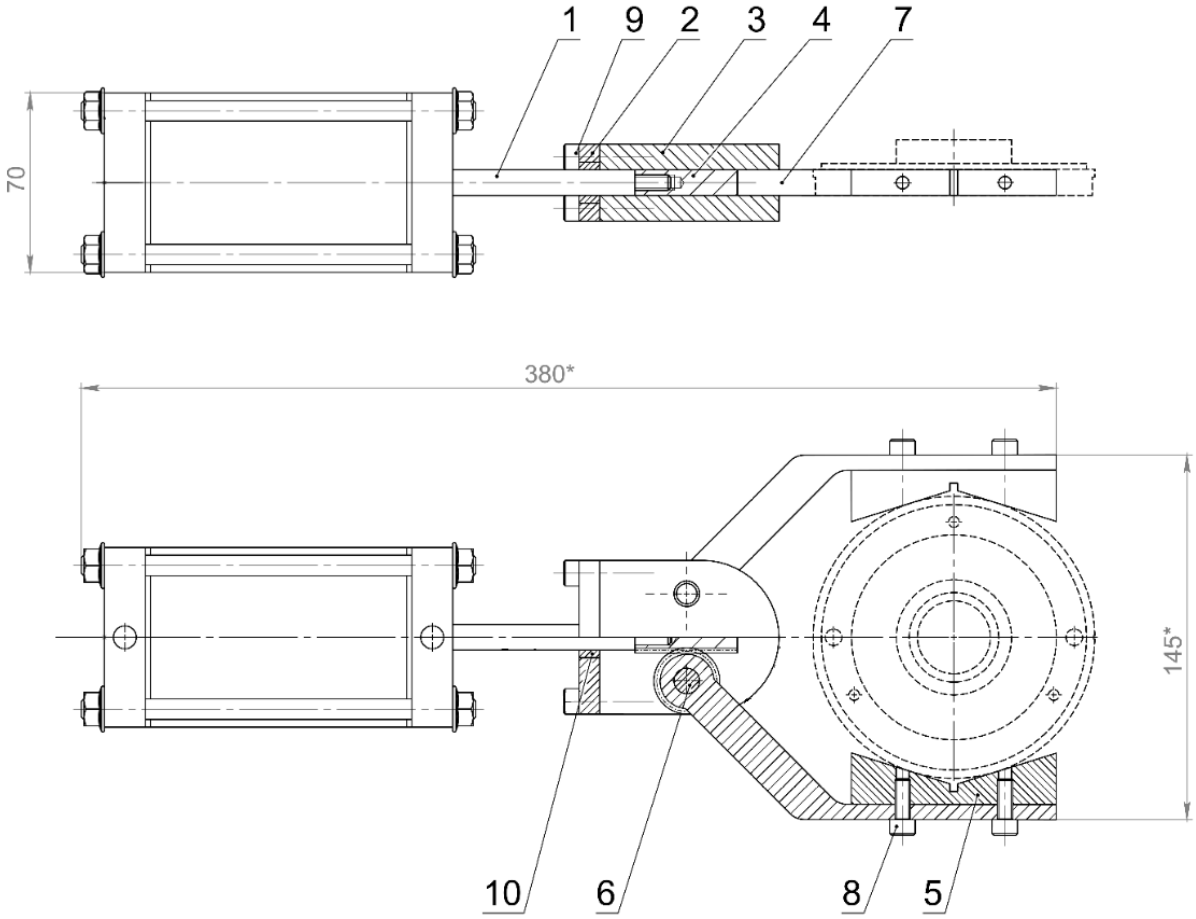


Рис. 2.2. Ескіз пневматичного захвату

Принцип дії даного пристосування: тиск пневмокамери приводить в дію шток поз. 1, який у свою чергу передає лінійний рух з рейки по. 4, на ланку поз. 7, зі встановленими призмами поз. 5, закріпленими гвинтами поз. 8, затискаючи деталь.

Сила затиску захвата визначається, як:

$$Q = \frac{k \cdot m \cdot (g + a)}{2{,}8 \cdot f},$$

де:

k – коефіцієнт запасу сил затиску,

m – маса деталі,

g – прискорення вільного падіння,

a – прискорення захвата,

f – коефіцієнт тертя між заготовкою та призмами.

$$Q = \frac{2{,}36 \cdot 0{,}266 \cdot (9{,}81 + 1{,}5)}{2{,}8 \cdot 0{,}15} = 16{,}905 \text{ Н}$$

Сила роботи пневмоциліндра визначається, як:

$$F = \frac{9{,}8 \cdot (D^2 - d^2) \cdot \pi \cdot P}{4 \cdot 1000}$$

де:

D – діаметр поршня пневмоциліндра,

d – діаметр штока пневмоциліндра,

P – робочий тиск.

$$F = \frac{9{,}8 \cdot (60^2 - 10^2) \cdot 3{,}14 \cdot 0{,}7}{4 \cdot 1000} = 18{,}848 \text{ Н}$$

Пневмоциліндр при тиску 0,7 Па задовольняє необхідну силу затиску захвата

2.1.3 Контрольне пристосування

Контрольне пристосування ДП ПБ.3117.1702.003 СК ескіз якого представленно на рис. 2.3. призначене для контролю торцевого биття поверхні Ø110h12 відносно до базової поверхні, яка є отвором Ø35H7. Та поверхні торця Ø100 - 103,5 мм. відносно базової поверхні - отвору Ø28,5H12.

Розглянемо принцип дії даної конструкції: деталь надівається на точний палець Ø35 H7/g6 поз. 8 та притискається до подіуму поз. 3. Подіум поз. 3 обмежений шайбою поз. 13 і гайкою поз. 10 та може обратися навколо своєї вісі, якщо його прокрутити рукою. Вимірювання відбувається за допомогою індикатора поз. 6, пресованого у втулку поз. 7, що затиснута направляючою поз. 5. Після чого точний палець Ø35 H7/g6 поз. 8 замінюється на точний палець Ø35 H7/g6 з потовщеною ніжкою та продовжується контроль.

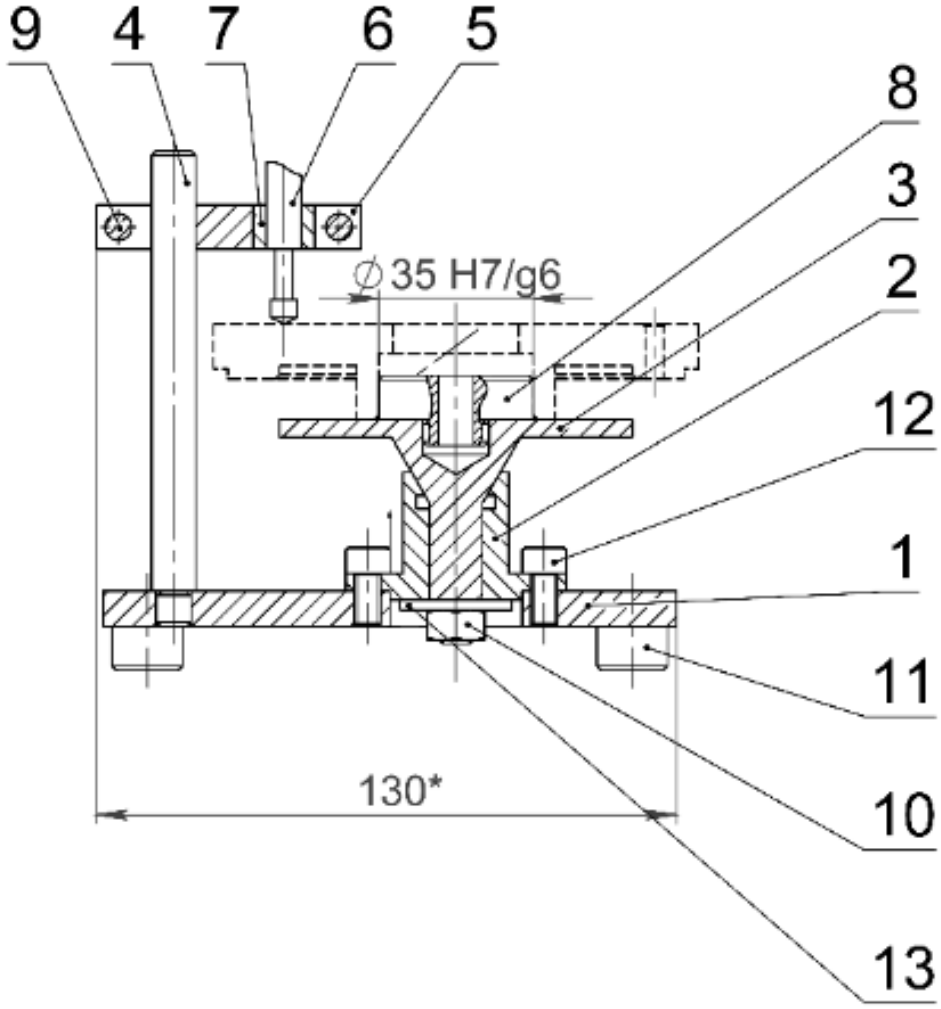


Рис. 2.3. Ескіз контрольного пристосування

При використання контрольного пристосування похибка його вимірювань не повинна перевищувати третину від контрольованого параметру.

Похибка контрольного пристосування розраховується за формулою:

$$\sqrt{\sum_{i=1}^{n} \varepsilon_i^2} \leq \frac{1}{3}\mathrm{TD}, \qquad (1.28)$$

де:

зліва – середнє квадратичне значення всіх похибок вимірювань,

TD – значення контрольованого розміру.

Основні похибки, що можуть впливати на вимірювання параметра:

$\varepsilon_у = 0{,}005$ – похибка установки;

$\varepsilon_з = 0{,}004$ – похибка;

$\varepsilon_і = 0{,}005$ – похибка зносу;

$\varepsilon_{вим} = 0{,}001$ – похибка вимірювань.

Підставивши значення в формулу, отримуємо: $0{,}008185 \leq 0{,}01$.

2.2 Проектування дільниці механічного цеху

2.2.1 Визначення кількості потрібного обладнання

Механічний цех використовується для виготовлення із матеріалів, заготівок і напівфабрикатів готових деталей. Механічний цех по структурі однаковий із заготівельним, але технологічна частина його може бути у вигляді відділень або у вигляді дільниць. Механічний цех приладобудівного заводу може бути розташований на першому і на інших поверхах. Все залежить від тоннажності обладнання і можливості розташування цього обладнання на поверхах.

В умовах серійного виробництва розрахункова кількість верстатів $n_{ср}$ і по кожному типу верстатів за формулою:

$$n_{ср} = \frac{W_ц \cdot T_{шт.к.}}{F_д \cdot к_В}, \qquad (1.29)$$

де, $F_д$ – дійсний річний фонд часу роботи одиниці обладнання, рік; ($F_д$=2021год); $к_В$ – середній коефіцієнт виконання норм, ($к_В$=4,5); $W_ц$ – програма цеху, ($W_ц$=20000 в рік); $T_{шт.к.}$ – штучно-калькуляційний час обробки деталі на *i*-тому типі обладнання, хв.

Спираючись на операційну карту можна зробити висновок, що більша частина обробки виконується на 010 Токарній операції, відповідно часу витрачається найбільше, а саме 7.345хв. Отже ця операція потребую значно більше часу, тому доцільно буде розмістити 4 верстатів.

Після 010 Токарної операція по кількості потрібного часу на обробку слідує 020 Фрезерна операція, яка включає в себе свердлильну та різьбонарізну обробку, що становить 2.162хв. Враховуючи значення часу, можна зробити висновок, що найбільш підходяща кількість верстатів буде становити 1.

Результати розрахунків по кожній операції заносимо у таблицю 2.1.

Таблиця 2.1. Кількість необхідного обладнання

Номер операці	Найменування обладнання	Марка або модель	$T_{шт.к}$	Розрахункова кількість, $n_{срі}$	Прийнята кількість, $n_{спрі}$
005	Відрізний верстат	872А	0,301	0,00376	1
010	Токарний верстат	16К20Ф3С32	7.345	0,09178	4
015	Токарний верстат	16К20Ф3С32	2.058	0,02572	1
020	Фрезерний верстат	400V	2.162	0,02702	1
025	Контрольне пристосування		1,08	0,0135	1

Визначаємо коефіцієнт завантаження по кожному типу обладнання за формулою:

$$K_з = \frac{n_{срі}}{n_{пр}} \qquad (1.30)$$

Таблиця 2.2 Коефіцієнт завантаження обладнання по операціям

N	005	010	015	020	025
$K_з$	0,00376	0,022945	0,02572	0,02702	0,0135

Загальна кількість технологічного обладнання – 8 шт. , з них:

- Відрізний верстат 872А – 1
- Токарний верстат 16К20Ф3С32 – 5
- Фрезерно-свердлильно-розточний верстат 400V – 1
- Контрольне пристосування – 1

Кількість допоміжного обладнання визначається як 10% від кількості технологічного, тобто 8 * 0.1 = 0,8, приймаємо 1 шт.

2.2.2 Норми та правила розташування обладнання

При розміщенні обладнання треба враховувати:

- при різних розмірах верстатів, що стоять поруч, відстань між ними береться найбільшою з рекомендованих для цих верстатів;
- при розміщенні верстата на фундаменті відстань між ними береться з заліком конфігурації фундаментів;
- норми не обчислюють площин для схованки деталей біля верстатів та пристосувань для транспортування деталей поміж верстатів.

Норми відстаней між верстатами і будівними конструкціями будови представлено в табл. 2.3.

Таблиця 2.3 Норми відстаней між верстатами і будівними конструкціями будови.

Відстань	Норма, мм
Відстань між верстатами по „фронту”	600
Відстань між верстатами при обслуговуванні верстатів одним робітником	900
Відстань між верстатами при розташуванні верстатів „ у за...”	900
Відстань верстата від конструкції стіни з „тильної” сторони	500
Відстань верстата від конструкції стіни з бокової сторони	500
Відстань „фронта” верстатів від конструкції стіни	900
Відстань верстата від колони	500
Ширина цехових проходів: - між „тильними” сторонами верстатів - між боковими сторонами верстатів	 1800 1800

2.2.3 Визначення площі автоматизованої дільниці

При розрахунку площі цеху до уваги береться вид виробництва, яке ділиться на три групи:

1. Легке приладобудування: на один верстат припадає 6-10м^2 площі;
2. Середнє приладобудування: 10-20м^2 площі;
3. Важке машинобудування: 20-100м^2 площі.

Загальна площа механічного цеху розраховується за формулою:

$$S_{з.пл.} = (1{,}07 \div 1{,}1)(S_{вир} + S_{доп}), \qquad (1.31)$$

де, $S_{вир}$ - виробнича площа, м^2;

$S_{доп}$ - допоміжна площа, м^2;

а) Виробнича площа $S_{вир}$ - площа, яку займає виробниче обладнання, робочі місця, проходи і проїзди.

$$Sвр = N * Sвр.пит. = 9 * 15 = 135 \text{ м}^{2.}$$

де: - кількість обладнання; Sвр.пит. - питома виробнича площа;

б) Допоміжна площа дільниці цеху – це площа, яку займають склади та комори. До допоміжних приміщень відносяться заготівельні, ремонтні, заточні, конторські відділення, а також складські приміщення для заготівок і готових деталей. В службових та побутових приміщеннях розташовані кабінети адміністративно-технічного персоналу, гардероб, туалет, душ та ін.

У табл. 2.4 дані площі кладових, комор і допоміжних службових приміщень.

Таблиця 2.4 Площі допоміжних службових приміщень

N^п/$_п$	Найменування служб, комор складів	Площа, м^2
1	Кабінет начальника цеху і приймальня	72
2	Технологічне бюро	72
3	Бюро технічного контролю	36
4	Планово-диспечерське бюро	36
5	Архів	32
6	Ремонтне відділення	76

7	Інструментальна кладова	72
8	Склад мастильних матеріалів	72
9	Склад заготівок	72
10	Склад готових деталей	72
11	Побутові приміщення	72
12	Підсобна кладова	36
$S_{доп}$		720

Загальна допоміжна площа цеху $S_{доп}$=720 м^2.

Оскільки проектуємо ділянка цеху включає лише склад заготівок та готових деталей, то $S_{доп}$=80,64 м^2

Отже, площа цеху дорівнює

Sз.пл. = (1,07 / 1,1) * (135 + 80,64) = 210 м$^{2.}$

По нормам вибираємо такі розміри цеху:

довжина цеху Lц = 20м.

де, 6м – відстань між колонами.

ширина цеху Вц = 10,5м.

При плануванні автоматизованої дільниці цеху всі його відділення розташовуються так, щоб забезпечити точність та послідовність проходження заготівок по стадіям обробки, максимальне використання виробничої площі, задовольнити вимоги охорони праці, техніки безпеки та пожежної безпеки.

Спосіб планування обладнання по ходу технологічного процесу є найбільш зручним для механічних цехів серійного виробництва. Кожен верстат має умовно-графічне зображення контуру. Місце робочого біля верстата позначається діаметром 500мм.

При плануванні обладнання на ділянці слід дотримуватися норми відстаней між обладнанням, елементами будови, ширини проходу та проїзду (табл. 2.3).

Висновок: При всіх видах розташування верстатів робочі місця бажано розміщувати зі сторони проходу, що полегшує обслуговування робочих місць.

Загальні висновоки

Ефективність виготовлення деталі багато в чому залежить від раціональної організації роботи. Системний підхід до рішення задач, створення та експлуатації пристосувань вимагає обліку численних техніко-організаційних параметрів як на етапі проектування. Це припускає визначення раціональної структури автоматизованої дільниці механічного цеху, складу технологічного обладнання, інструменту.

У процесі виконання даної бакалаврської роботи, для деталі «щит редуктора» створено технологічний процес обробки деталі, вибрано ефективне технологічне обладнання та інструмент, які задовольняють вимогам щодо обслуговування верстатів. Спроектована автоматизована дільниця цеху механічної обробки для даної деталі.

Розроблена автоматизована дільниця цеху механічної обробки деталі «щит редуктора» відповідає всім задачам та вимогам, поставленим до бакалаврської роботи, є ефективним та раціональним комплексом для виготовлення заданої деталі.

Література

1. Ансеров М. А. Приспособления для металлорежущих станков. Расчеты и конструкции. Издание 3-е, перераб. и доп./ М. А. Ансеров. — М.: Машиностроение, 1975 –240 с.

2. Бабенко Э. Г. Расчет режимов резания при механической обработке металлов и сплавов. / Э.Г.Бабенко –.М.: Машиностроение, 1997 – 65 с.

3. Данилевский В. В. Технология машиностроения– 5-е узд./ В. В. Данилевский. – М.: Высш. шк. 1984, 416 с.

4. Мосталыгин Г.П., Орлов В.Н. Проектирование технологических процессов обработки заготовок./ Г.П. Мосталыгин, В.Н. Орлов – Свердловск: УПИ. 1991.–112 с.

5. Барандич К. С., Волошко О. В., Вислоух С. П. Вибір раціональних режимів обробки конструкційних матеріалів //Процеси механічної обробки в машинобудуванні. – 2011. – №. 10.

6. Костюк В.І. Робототехніка: Підручник / В.І. Костюк, Г.О. Спину, Л.С. Ямпольський, М.М. Ткач. – К: Вища шк., 1994. – 447с.

7. Системи автоматизованого проектування: комп’ютерний практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 151 «Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології», спеціалізації «Комп’ютерно-інтегровані технології виробництва приладів» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: Н. В. Стельмах, К. С. Барандич. – Електронні текстові дані (1 файл: 7,98 Мбайт). – Київ : КПІ ім.Ігоря Сікорського, 2018. – 62 с.

8. Ачеркана Н.С., Металлорежущие станки. В 2-х томах. / Н. С. Ачеркана. – М.: Машиностроение, 1965 – 320 с.

9. Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни «Роботизовані технологічні комплекси та САП верстатів з ЧПК» / Уклад. Д. О. Лозінський. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 44 с.

10. Ступина Е.Е. Основы робототехники: учебное пособие. / Ступина Е.Е., Ступин А.А., Чупин Д.Ю., Каменев Р.В. — Новосибирск: Агентство «Сибпринт», 2019. — 160 с.

11. Проць Я.І. Захоплювальні пристрої промислових роботів: Навчальний посібник . – Тернопіль: Тернопільський державний технічний університет ім. І. Пулюя, 2008. – 232с.

12. Дальский А. М. Справочник технолога-машиностроителя том 1/ А. М., Дальский, А. Г Косилова. – М.:Машмностроение-1 2003 – 911 с.

13. Дальский А.М., Косилова А.Г. Справочник технолога-машиностроителя том / А. М., Дальский, А. Г Косилова. – М.:Машмностроение-1 2003 – 944 с.

14. Косилова А. Г. Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении. Справочник технолога./ А. Г. Косилова, Р. К. Мещеряков, М.А. Калинин.– Машиностроение, 1976 – 472 с.

15. Мельников Г.Н. Проектирование механосборочных цехов./ Г.Н. Мельников, В.П.Вороненко. – М: Машиностроение, 1990. – 351 с.

16. Пелевін Л.Є. Синтез робототехнічних систем в машинобудуванні: Підручник / Л.Є. Пелевін, К.І. Почка, О.М. Гаркавенко, Д.О. Міщук, І.В. Русан – К: ТОВ «НВП «Інтерсервіс»», 2016. – 258с.

17. Сайт stanki-katalog: 16К20Ф3С32 Станок токарний патронно-центровий з ЧПК - http://stanki-katalog.ru/sprav_16k20f3s32.htm

18. Сайт stanki-katalog: 400V Верстат свердлильно-фрезерно-розточний з ЧПК - http://stanki-katalog.ru/sprav_400v.htm

19. Сайт lns-group: Податчик прутка LNS Quick Load Servo III - https://lns-group.com/products/lns-bar-feeder-quick-load-servo-iii/

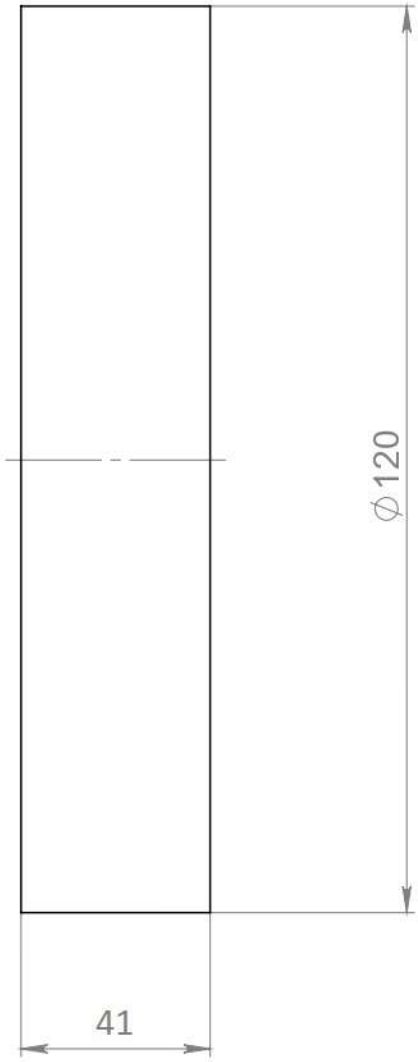
20. Руденко П.О. Проектування технологічних процесів./ П.О Руденко – К.: Вища школа, 1993.– 414 с.

21. Сатель Э.А. Организация, планирование и экономика основных цехов машиностроительных заводов.: М.: Издательство машиностроительной литературы, 1962.- 354 с.

ДОДАТКИ

ДП ПБ7108.1702.004

Ra12,5

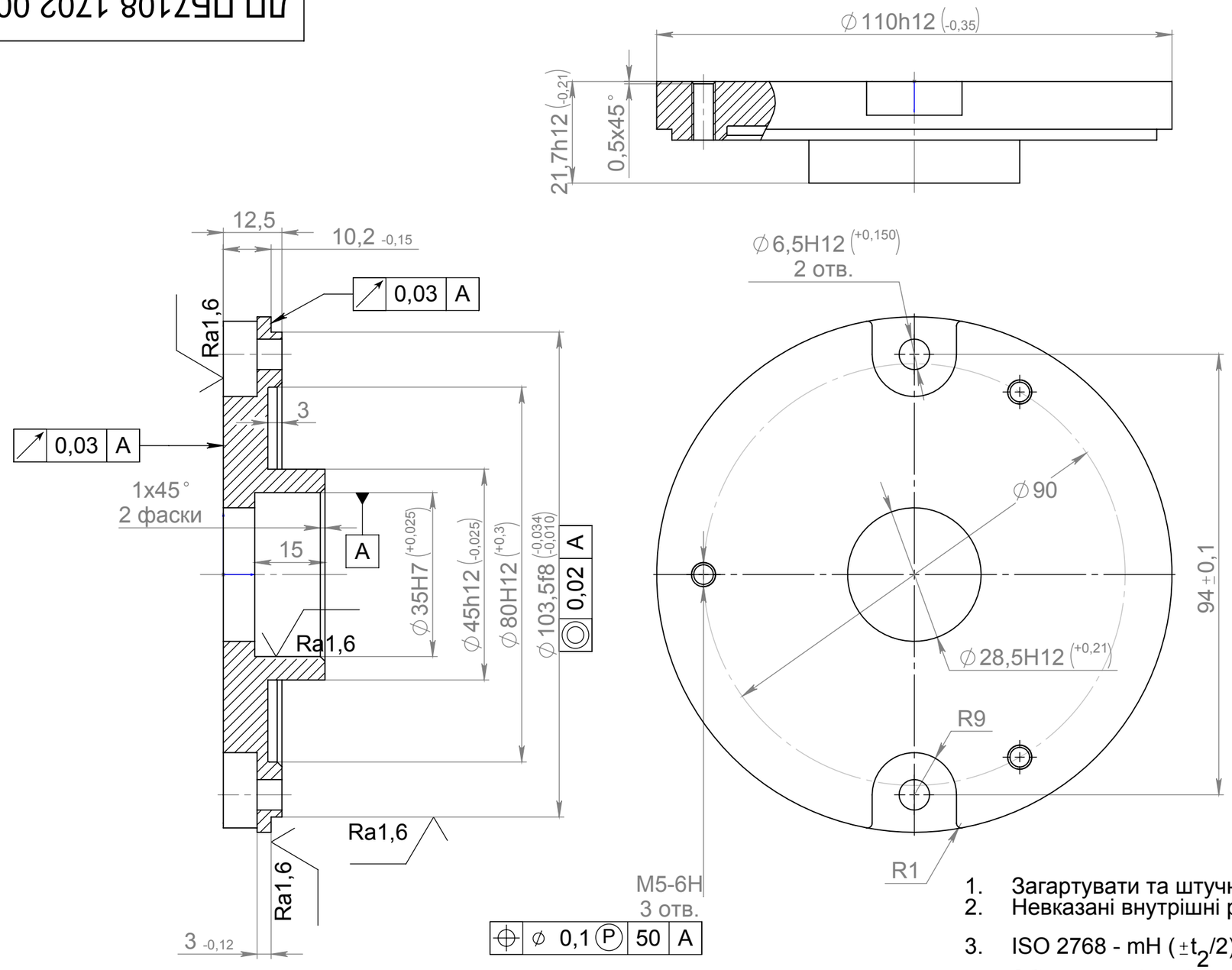


1. Не вказані граничні відхилення h12, IT 12/2.

					ДП ПБ7108.1702.004		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
Разраб.		Ольденбург Є.О.			Заготовка	Лит. / Масса: 0,3	Масштаб: 1:1
Пров.		Барандич К.С.				Лист / Листов	
Т. контр.							
Н. контр.					Пруток Д16 КР 120 ГОСТ 21488-97	ПБФ, 4 курс	
Утв.							

Перв. примен. | Справ. № | Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

Формат А4



Ra3,2

1. Загартувати та штучно зістарити.
2. Невказані внутрішні радіуси округлень 0,02-0,03 мм забезпеч. інстр.
3. ISO 2768 - mH ($\pm t_2/2$).
4. Збіги, недорізи, фаски по ГОСТ 10549-80.
5. Покриття: Ан. Окс. Нв.
6. Клеїти К партіями на бірці.

					ДП ПБ7108.1702.005			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Щит редуктора	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Ольденбург Є.О.					0,266	1:1
Пров.		Барандич К.С.				Лист	Листов	
Т. контр.								
					Пруток Д16 КР 120 ГОСТ 21488-97	ПБФ, ПБ-71		
Н. контр.								
Утв.								

Справ. №

Подп. и дата

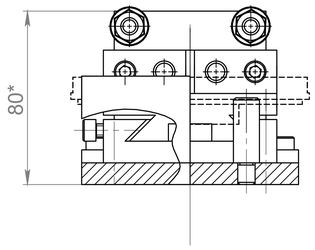
Инв. № дубл.

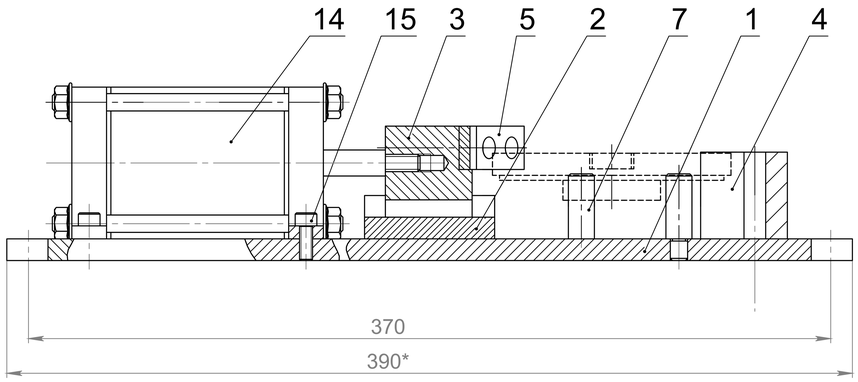
Взам. инв. №

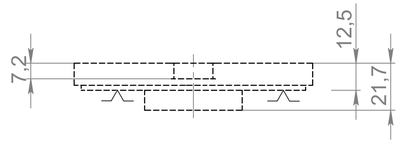
Подп. и дата

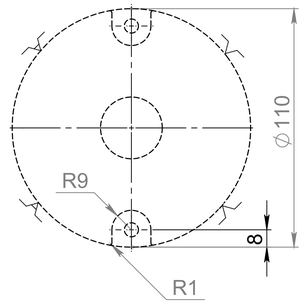
Инв. № подл.

Формат А3

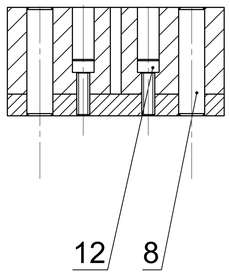


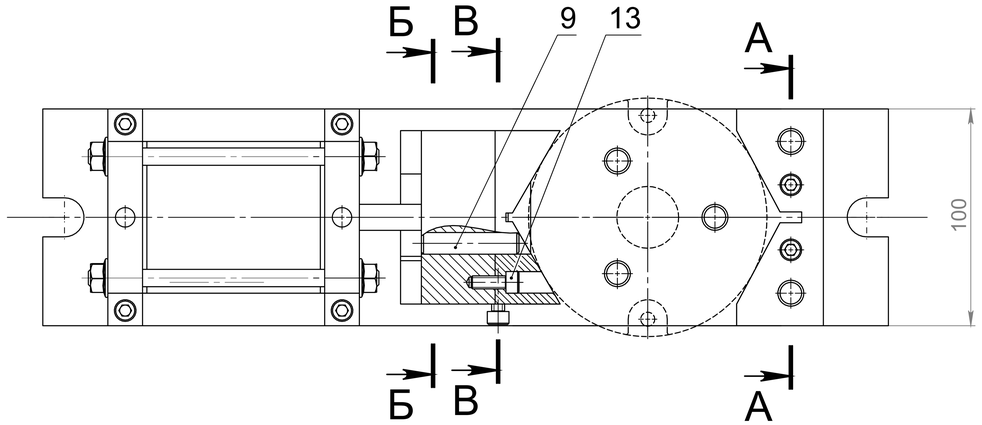




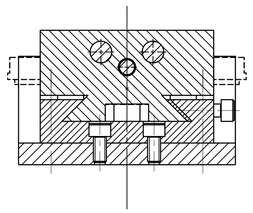


А-А

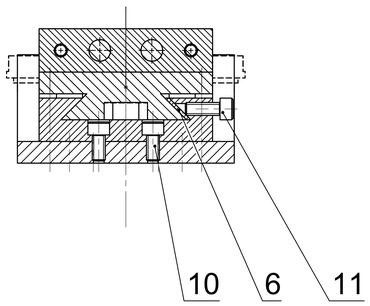




Б-Б



В-В



1. * Розміри для довідок.
2. Не вказані граничні відхилення h12, H12, IT 14/2.
3. Усі поверхні, що труться, змастити пастою ВНІІ НП-232 ГОСТ 14068-79.

					ДП ПБ7108.1702.001 СК			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Пневпатичні лещата	Лит.	Масса	Масштаб 1:2
Разраб.		Ольденбург Є.О.						
Пров.		Барандич К.С.				Лист	Листов	
Т. контр.								
					Складальний кресленик	ПБФ, 4 курс		
Н. контр.								
Утв.								

Перв. примен. | Справ. № | Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

Формат А2

Форма 1 ГОСТ 2.106-96

Формат	Зона	Позиция	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
А3			ДП ПБ7108.1702.001 СК			
				Детали		
А3		1	ДП ПБ7108.1702.001.01	Платформа	1	
А4		2	ДП ПБ7108.1702.001.02	Направляюча	1	
А4		3	ДП ПБ7108.1702.001.03	Губка рухома	1	
А4		4	ДП ПБ7108.1702.001.04	Призма	1	
А4		5	ДП ПБ7108.1702.001.05	Призма	1	
А4		6	ДП ПБ7108.1702.001.06	Пластина	1	
				Стандартные изделия		
		7		Палець	3	
				ГОСТ 17774-72		
		8		Палець	2	
				ГОСТ 17774-72		
		9		Палець	2	
				ГОСТ 17774-72		
		10		Гвинт М6х1	4	
				ГОСТ 11738-84		
		11		Гвинт М6х1,25	2	
				ГОСТ 11738-84		

Перв. примен.

Справ. N

Подпись и дата

Инв. N дубл.

Взам. инв. N

Подп. и дата

Инв.N подл.

Изм	Лист	N докум.	Подпись	Дата
Разраб.		Ольденбург Е. О.		
Пров.		Барандич К. С.		
Н.контр.				
Утв.				

ДП ПБ7108.1702.001 СК

Пневматичні лещата

Литера	Лист	Листов
	1	2

ПБФ, ПБ-71

Документ разработан с использованием CAD/CAM/CAPP системы ADEM.

Только для некоммерческого использования !

Только для некоммерческого использования !

Копировал

ФорматА4

Формат	Зона	Позиция	Обозначение	Наименование	Кол-во	Примечание
		12		Гвинт М6х1	2	
				ГОСТ 11738-84		
		13		Гвинт М6х1	2	
				ГОСТ 11738-84		
		14		Пневмокамера	1	
		15		Гвинт М6х1	4	
				ГОСТ 11738-84		

Перв. примен.

Справ. N

Подпись и дата

Инв. N дубл.

Взам. инв. N

Подп. и дата

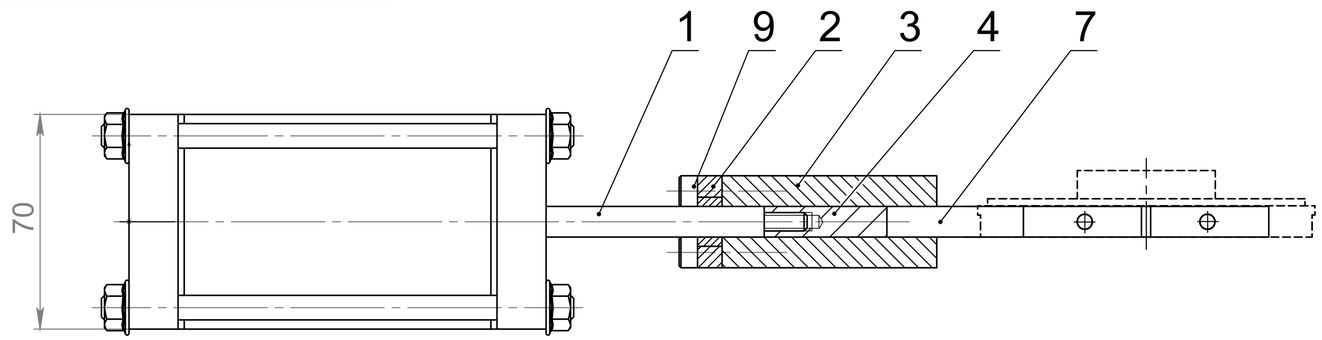
Инв.N подл.

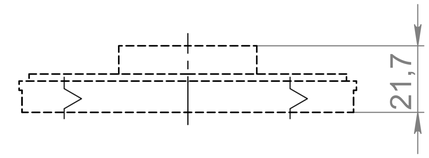
Документ разработан с использованием CAD/CAM/CAPP системы ADEM.

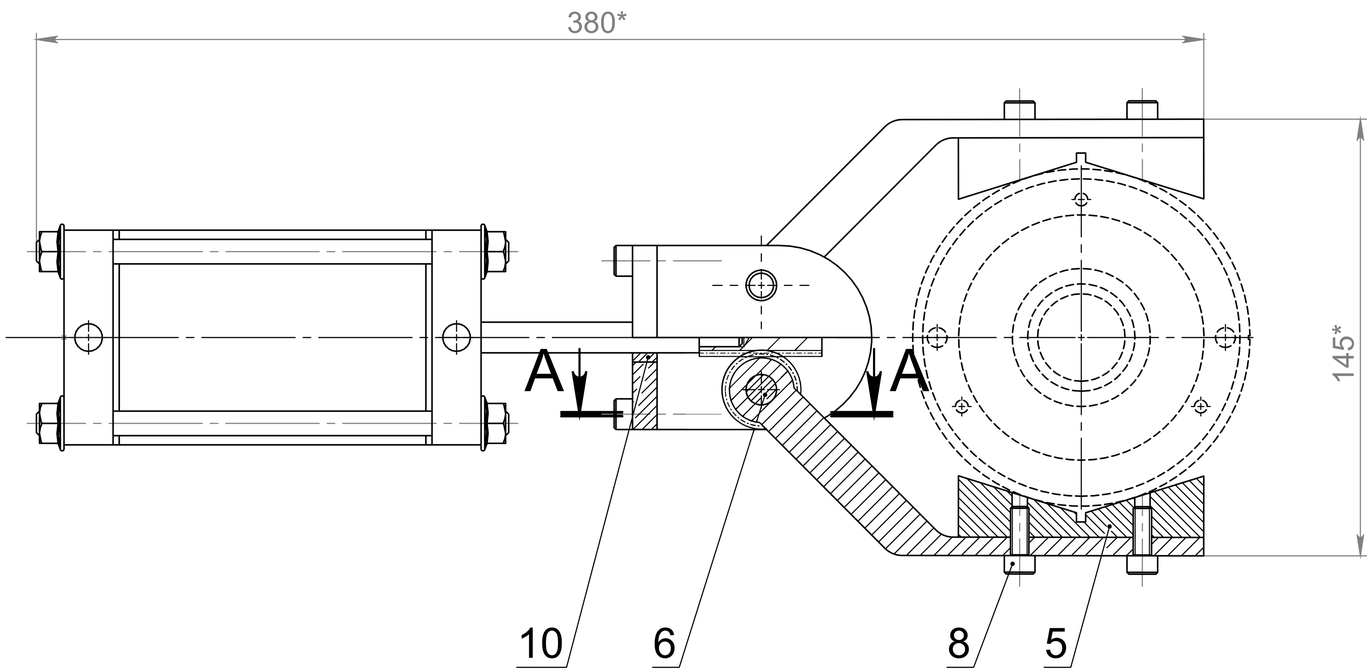
Только для некоммерческого использования !

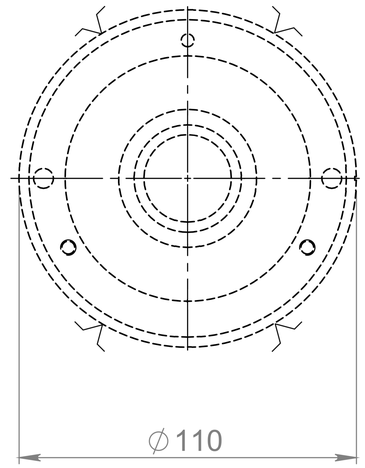
Только для некоммерческого использования !

Копировал Формат А4



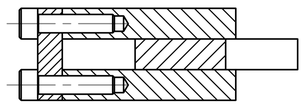






1. * Розміри для довідок.
2. Не вказані граничні відхилення h12, H12, IT 14/2.
3. Усі поверхні, що труться, змастити пастою ВНІІ НП-232 ГОСТ 14068-79.

А-А



					ДП ПБ7108.1702.002 СК			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Пневматичний захват	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Ольденбург Є.О.						1:2
Пров.		Барандич К.С.				Лист	Листов	
Т. контр.								
Н. контр.					Складальний кресленик	ПБФ, 4 курс		
Утв.								

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Формат А3

Формат	Зона	Позиция	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
А3			ДП ПБ7108.1702.002 СК			
				Детали		
А4		2	ДП ПБ7108.1702.002.02	Стінка	1	
А4		3	ДП ПБ7108.1702.002.03	Кришка	2	
А4		4	ДП ПБ7108.1702.002.04	Рейка	1	
А4		5	ДП ПБ7108.1702.002.05	Губка	2	
А4		6	ДП ПБ7108.1702.002.06	Вісь	2	
А4		7	ДП ПБ7108.1702.002.07	Клешня	2	
				Стандартные изделия		
		1		Пневмокамера	1	
		8		Гвинт М6х1	4	
				ГОСТ 11738-84		
		9		Гвинт М6х1	4	
				ГОСТ 11738-84		
		10		Втулка	1	
				ГОСТ 11525-82		

Перв. примен. | Справ. N | Подпись и дата | Инв. N дубл. | Взам. инв. N | Подп. и дата | Инв.N подл.

Изм	Лист	N докум.	Подпись	Дата
Разраб.		Ольденбург Е. О.		
Пров.		Барандич К. С.		
Н.контр.				
Утв.				

ДП ПБ7108.1702.002 СК

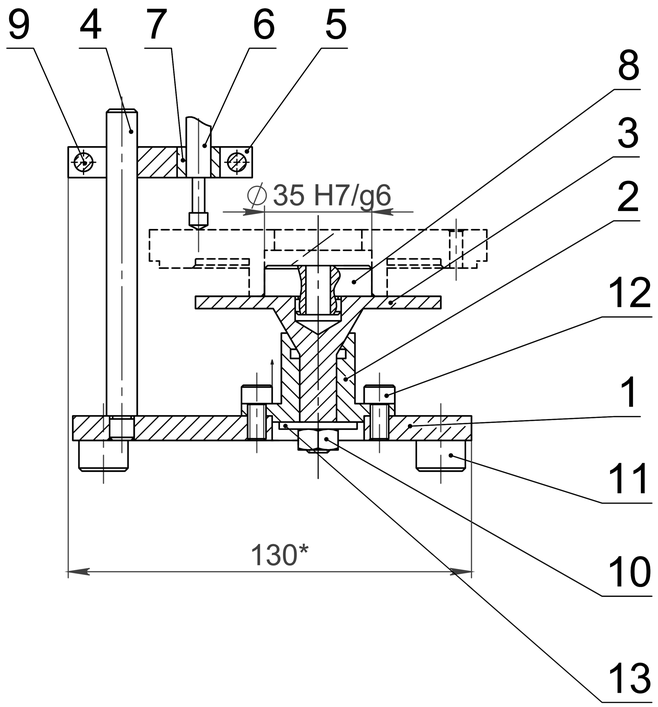
Пневматичний захват

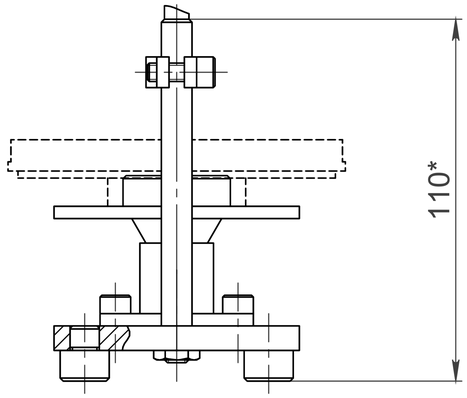
Литера	Лист	Листов
		1

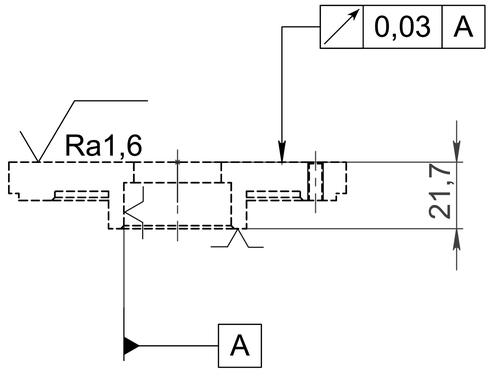
ПБФ, ПБ-71

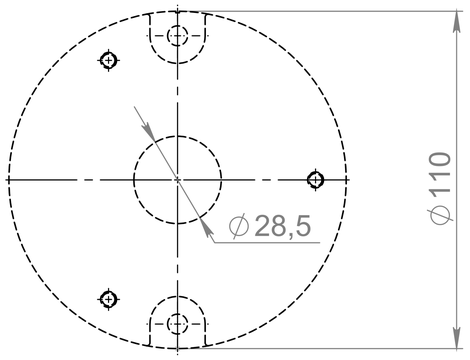
Документ разработан с использованием CAD/CAM/CAPP системы ADEM.

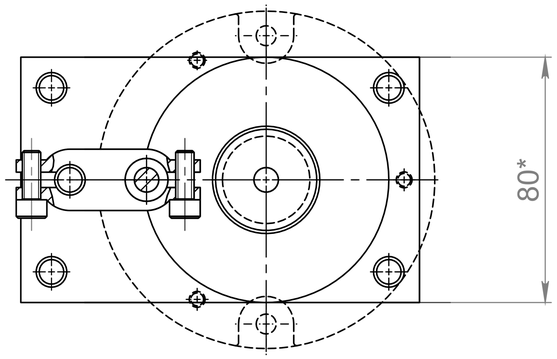
Только для некоммерческого использования !











1. * Розміри для довідок.
2. Не вказані граничні відхилення h12, H12, IT 14/2.
3. Усі поверхні, що труться, змастити пастою ВНІІ НП 232 ГОСТ 14068-79.
4. Контролювати торцеве биття.

					ДП ПБ7108.1702.003 СК			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Контрольне пристосування	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Ольденбург Є.О.						1:2
Пров.		Барандич К.С.				Лист	Листов	
Т. контр.								
					Складальний кресленик	ПБФ, 4 курс		
Н. контр.								
Утв.								

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Формат А3

Формат	Зона	Позиция	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
А3			ДП ПБ7108.1702.003 СК			
				Детали		
А4		1	ДП ПБ7108.1702.003.01	Стенд	1	
А4		2	ДП ПБ7108.1702.003.02	Основа	1	
А4		3	ДП ПБ7108.1702.003.03	Подіум	1	
А4		4	ДП ПБ7108.1702.003.04	Вісь	1	
А4		5	ДП ПБ7108.1702.003.05	Направляюча	1	
				Стандартные изделия		
		6		Індикатор	1	
				ГОСТ 577-68		
		7		Втулка	1	
				ГОСТ 11525-82		
		8		Палець	1	
				ГОСТ 17774-72		
		9		Гвинт М6х1	2	
				ГОСТ 11738-84		
		10		Гайка М10х1	1	
				ГОСТ 5915-70		
		11		Палець	4	
				ГОСТ 17774-72		

Перв. примен. | Справ. N | Подпись и дата | Инв. N дубл. | Взам. инв. N | Подп. и дата | Инв.N подл.

Изм	Лист	N докум.	Подпись	Дата
Разраб.		Ольденбург Е. О.		
Пров.		Барандич К. С.		
Н.контр.				
Утв.				

ДП ПБ7108.1702.003 СК

Контрольне пристосування

Литера	Лист	Листов
	1	2

ПБФ, ПБ-71

Документ разработан с использованием CAD/CAM/CAPP системы ADEM.

Только для некоммерческого использования !

Формат	Зона	Позиция	Обозначение	Наименование	Кол-во	Приме-чание
		12		Гвинт М6х1	4	
				ГОСТ 11738-84		
		13		Шайба М10	1	
				ГОСТ 11371-78		

Перв. примен.

Справ. N

Подпись и дата

Инв. N дубл.

Взам. инв. N

Подп. и дата

Инв.N подл.

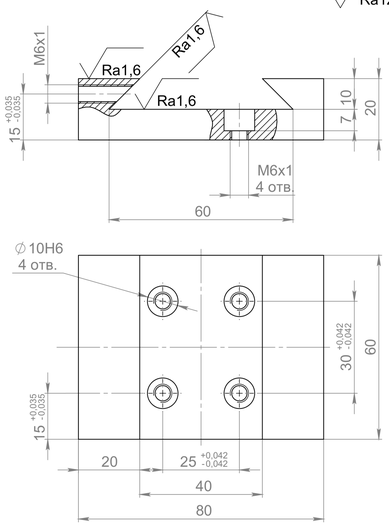
Документ разработан с использованием CAD/CAM/CAPP системы ADEM.

Только для некоммерческого использования !

Только для некоммерческого использования !

Копировал Формат А4

ДП ПБ7108.1702.001.05

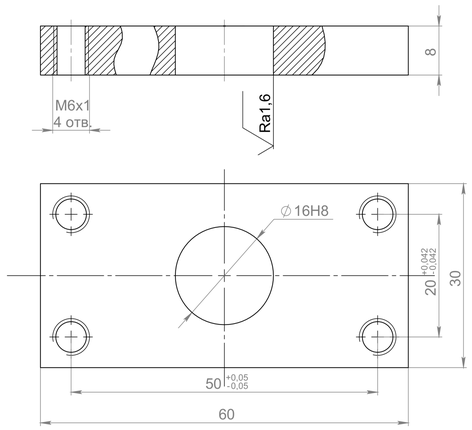


1. Не вказані граничні відхилення h12, H12, IT 14/2.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП ПБ7108.1702.001.02			
Разраб.		Ольденбург Є.О.			Направляюча	Лит.	Масса	Масштаб 1:1
Пров.		Барандич К.С.				Лист	Листов	
Т. контр.								
Н. контр.					Сталь 45 ГОСТ 1050-88	ПБФ, 4 курс		
Утв.								

Формат А4

ДП ПБ7108.1702.002.02

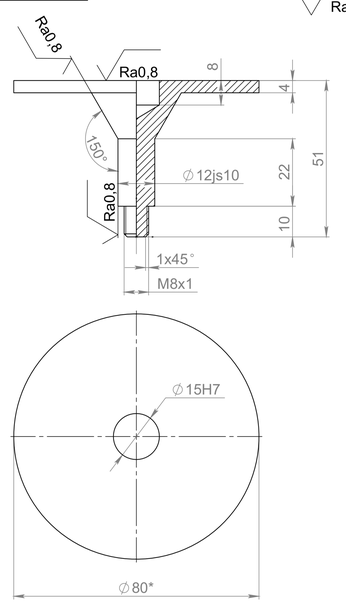


1. Не вказані граничні відхилення h12, H12, IT 12/2.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП ПБ7108.1702.002.02			
Разраб.		Ольденбург Є.О.			Стінка	Лит.	Масса	Масштаб 2:1
Пров.		Барандич К.С.				Лист	Листов	
Т. контр.								
Н. контр.					Сталь 45 ГОСТ 1050-88	ПБФ, 4 курс		
Утв.								

Формат А4

ДП ПБ7108.1702.003.03

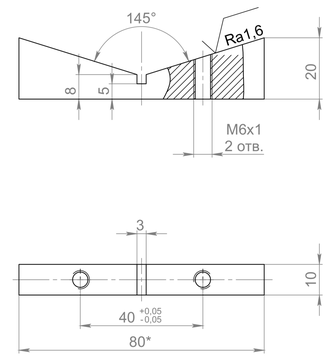


1. * Розміри для довідок.
2. Не вказані граничні відхилення h12, H12, IT 14/2.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП ПБ7108.1702.003.03			
Разраб.		Ольденбург Є.О.			Подіум	Лит.	Масса	Масштаб 1:1
Пров.		Барандич К.С.				Лист	Листов	
Т. контр.								
Н. контр.					Сталь 45 ГОСТ 1050-88	ПБФ, 4 курс		
Утв.								

Формат А4

ДП ПБ7108.1702.002.05

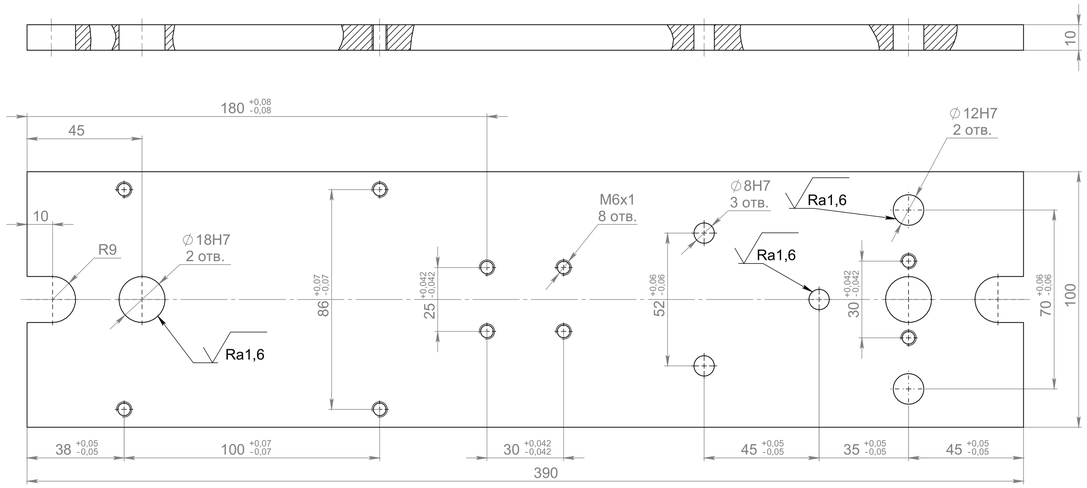


1. * Розміри для довідок.
2. Не вказані граничні відхилення h12, H12, IT 14/2.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП ПБ7108.1702.002.05			
Разраб.		Ольденбург Є.О.			Губка	Лит.	Масса	Масштаб 1:1
Пров.		Барандич К.С.				Лист	Листов	
Т. контр.								
Н. контр.					Сталь 45 ГОСТ 1050-88	ПБФ, 4 курс		
Утв.								

Формат А4

ДП ПБ7108.1702.001.01

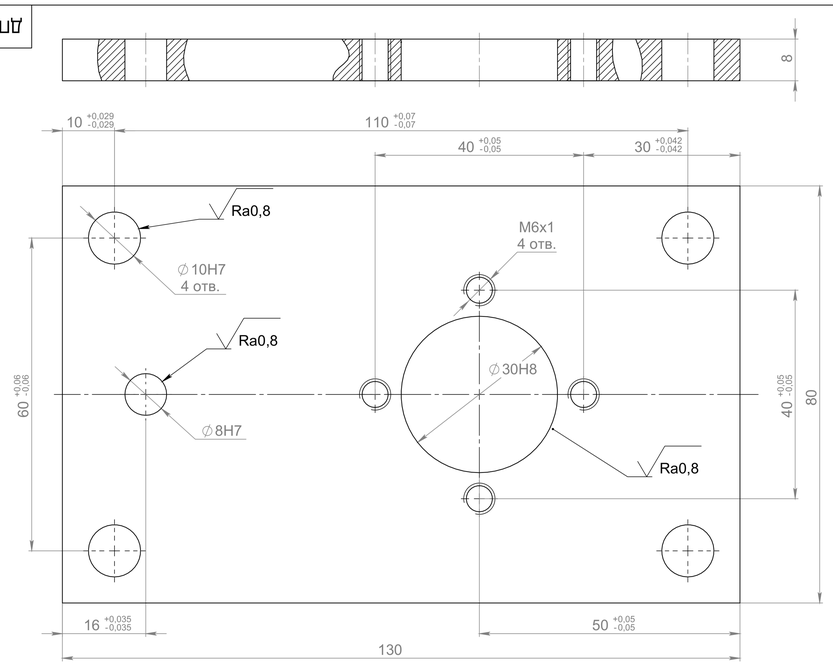


1. Не вказані граничні відхилення h12, H12, IT 14/2.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП ПБ7108.1702.001.01			
Разраб.		Ольденбург Є.О.			Платформа	Лит.	Масса	Масштаб 1:1
Пров.		Барандич К.С.				Лист	Листов	
Т. контр.								
Н. контр.					Сталь 45 ГОСТ 1050-88	ПБФ, 4 курс		
Утв.								

Формат А3

ДП ПБ7108.1702.003.01



1. Не вказані граничні відхилення h12, H12, IT 14/2.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП ПБ7108.1702.003.01			
Разраб.		Ольденбург Є.О.			Стенд	Лит.	Масса	Масштаб 2:1
Пров.		Барандич К.С.				Лист	Листов	
Т. контр.								
Н. контр.					Сталь 45 ГОСТ 1050-88	ПБФ, 4 курс		
Утв.								

Формат А3

Перв. примен. | Справ. № | Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

			23	1
Группа компаний ADEM			АД.02141.101	
			0	

Министерство машиностроения

СОГЛАСОВАНО
Технолог

_____ Ольденбург Е. О.

КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
механической обработки

Акт N . . . . . от . . . . . Руководство № . . . . . .

ТЛ	Титульный лист	Документация.adm

Только для некоммерческого использования !
Только для некоммерческого использования !
Документ разработан с использованием CAD/CAM/CAPP системы ADEM.

ГОСТ 3.1404-86 Форма 1

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

АД.02141.101	2	1	

Разраб.	Ольденбург Е. О.			Группа компаний АДЕМ		АД.50141.102
Проверил						
Утвердил						
Т.контр.						0
Н.контр.						

МО1

МО2

Код	ЕВ	МД	ЕН	Н.расх	КИМ	Код загот.	Профиль и размеры	КД	МЗ
166			1					1	

А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции			Обозначение документа								
Б	Код,наименование оборудования							СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тп.з.	Тшт.
Р								ПИ	D или B		L		t	i	S		n	v
А 03				005	4280 ОТРЕЗНАЯ			АД.60141.00501; АД.20141.00502										
Б 04	872А														1			0.301
05																		
06																		
А 07				010	4110 ТОКАРНАЯ			АД.60141.01001; АД.20141.01002										
Б 08	16К20Ф3С32 1								19149	2-6					1			7.345
09																		
10																		
А 11				015	4110 ТОКАРНАЯ			АД.60141.01501; АД.20141.01502										
Б 12	16К20Ф3С32 1								19149	2-6					1			2.058
13																		
14																		
15																		

Только для некоммерческого использования !

Только для некоммерческого использования !

Документ разработан с использованием САД/САМ/САРР системы АДЕМ.

Дубл.																		
Взам.																		
Подл.																		

АД.02141.101 2

АД.50141.102

	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа											
Б	Код, наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт
Р						ПИ	D или B		L		t	i	S		n	v
А 01				020	4260 ФРЕЗЕРНАЯ	АД.60141.02001; АД.20141.02002										
Б 02	400V 6						19479	2-6					1			2.162
03																
04																
А 05				025	7100 ПОЛУЧЕНИЕ ПОКРЫТИЯ	АД.60141.02501; АД.20141.02502										
Б 06													1			0.771
07																
08																
А 09				030	0252 КОНТРОЛЬ ТОРЦЕВОГО БИЕНИЯ	АД.60102.03001; АД.20102.03002										
Б 10	Верстак												1			1.08
11																
12																
13																
14																
15																
16																
17																

КТП Карта технологического процесса Документация.adm 3

Только для некоммерческого использования !

Документ разработан с использованием САД/САМ/САРР системы АОЕМ.

Только для некоммерческого использования !

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

АД.02141.101 | 1

Разраб.	Ольденбург Е. О.			Группа компаний ADEM	АД.60141.00501
Проверил					
Утвердил					
Т.контр.					005
Н.контр.					

Наименование операции	Материал	Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры	МЗ	КОИД
ОТРЕЗНАЯ			166				1

Оборудование, устройство ЧПУ	Обозначение программы	То	Тв	Тпз.	Тшт.	СОЖ
872А		0.075	0.199		0.301	

Р		ПИ	D или B	L	t	i	S	n	v
О 01	1. Встановити, закріпити, зняти							0.086	
Т 02	ПР. Лещата ГОСТ 16518-96								
03									
О 04	2. Відрізати заготівку, витримуючи розмір 1558 мм							0.045	0.075
Т 05	РИ. Ножове полотно ГОСТ 4047-82								
Р 06			120	60	1	1	800	1000	377
07									
08									
09									
10									
11									
12									
13									

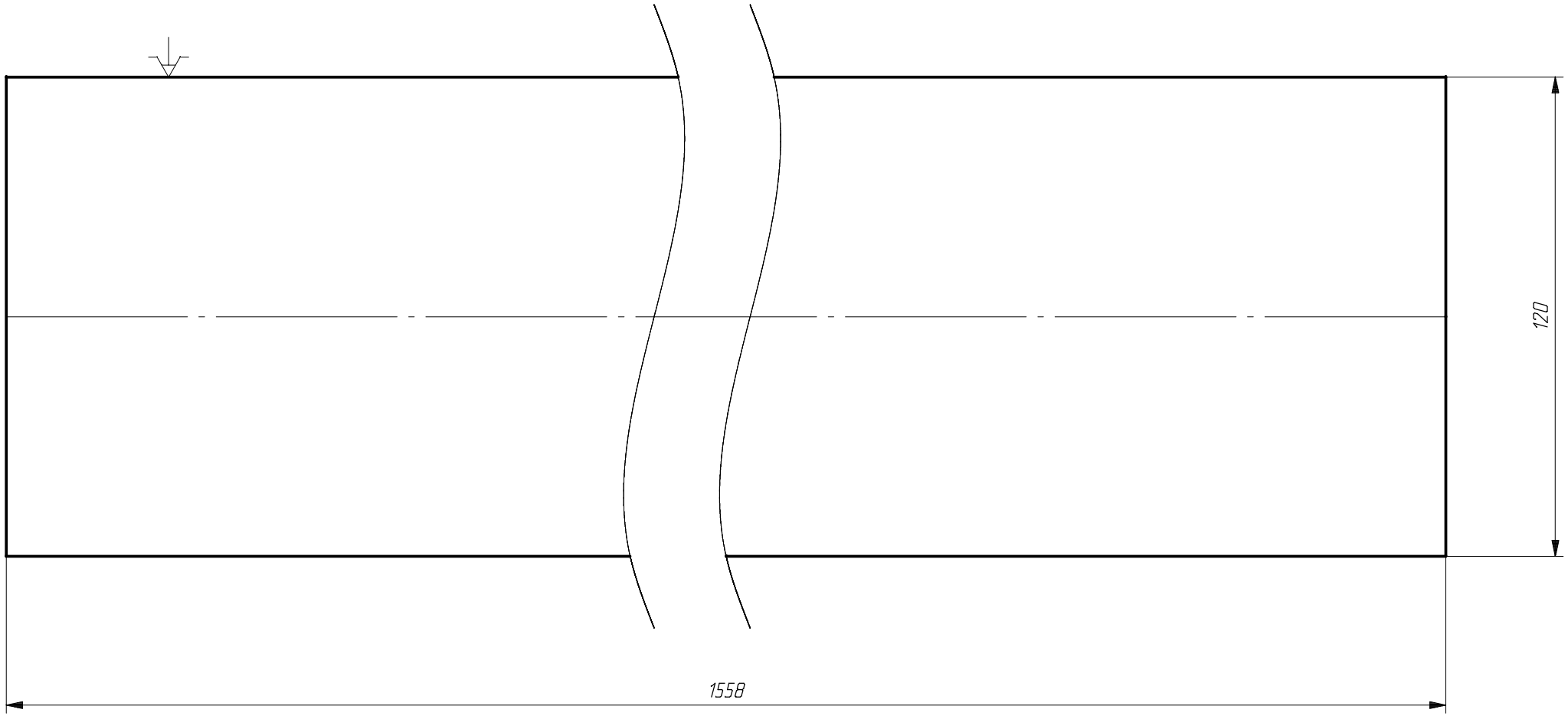
Только для некоммерческого использования !
Только для некоммерческого использования !
Документ разработан с использованием САД/САМ/САРР системы ADEM.

ГОСТ 3.1105-2011 Форма 7

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

АД.02141.101	1		

Разраб.	Ольденбург Е. О.			Группа компаний ADEM		АД.20141.00502
Проверил						
Утвердил						
Т.контр.						005
Н.контр.						



КЭ	Карта эскизов	Документация.adm	5

Только для некоммерческого использования !
Только для некоммерческого использования !
Документ разработан с использованием CAD/CAM/CAPP системы ADEM.

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

АД.02141.101	4	1	

Разраб.	Ольденбург Е. О.			Группа компаний ADEM		АД.60141.01001	
Проверил							
Утвердил							
Т.контр.							010
Н.контр.							

Наименование операции	Материал	Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры	МЗ	КОИД
ТОКАРНАЯ			166				1

Оборудование, устройство ЧПУ	Обозначение программы	То	Тв	Тпз.	Тшт.	СОЖ
16К20Ф3С32		5.521	1.824		7.345	

Р		ПИ	D или B	L	t	i	S	n	v
О 01	1. Встановити, закріпити, зняти							0.245	
Т 02	ПР. Патрон трьохкулачковий пневматичний ГОСТ 5410-50; LNS Quick Load Servo III Податчик прутка								
03									
О 04	2. Підрізати торець ⌀120 мм попередньо							0.083	1.65
Т 05	РИ. Різець прохідний відігнутий ВК8 ГОСТ 18877-73								
Р 06			120	37	3	3	60	200	76
07									
О 08	3. Підрізати торець ⌀120 мм остаточно							0.036	0.417
Т 09	РИ. Різець прохідний відігнутий ВК8 ГОСТ 18877-73								
Р 10			120	37	0,2	1	60	200	76
11									
О 12	4. Центрувати торець							0.076	0.067
Т 13	РИ. Свердло центрувальне ⌀4 ГОСТ 14952-75								

Только для некоммерческого использования !

Только для некоммерческого использования !

Документ разработан с использованием САД/САМ/САРР системы ADEM.

Дубл.																		
Взам.																		
Подл.																		

АД.02141.101 2

АД.60141.01001 010

Р		ПИ	D или B	L	t	i	S	n	v
Р 01			4	4	2	1	60	230	3
02									
О 03	5. Свердлити центровий отвір ⌀10,2 мм наскрізь							0.086	0.367
Т 04	РИ. Свердло спіральне Р6М5 ГОСТ 10902-77								
Р 05			10.2	22	5,1	1	60	400	13
06									
О 07	6. Розточити начорно ⌀10.2 мм до ⌀28.5 мм наскрізь							0.086	0.367
Т 08	РИ. Різець розточний ВК8 ГОСТ 18878-73								
Р 09			28.5	22	5,1	1	60	400	36
10									
О 11	7. Розточити начорно ⌀28.5 мм до ⌀33.9 мм на глибину 15 мм							0.086	0.25
Т 12	РИ. Різець розточний ВК8 ГОСТ 18878-73								
Р 13			28.5	15	5,1	1	60	400	36
14									
О 15	8. Розточити начисто ⌀33.9 мм до ⌀34.64 мм на глибину 15 мм							0.086	0.375
Т 16	РИ. Різець розточний ВК8 ГОСТ 18878-73								
Р 17			33.9	15	5,1	1	40	500	54
18									

Только для некоммерческого использования !

Только для некоммерческого использования !

Документ разработан с использованием САД/САМ/САРР системы АДЕМ.

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

АД.02141.101 3

АД.60141.01001 010

Р		ПИ	D или B	L	t	i	S	n	v
О 01	9. Розточити тонко ⌀34.64 мм до ⌀35 мм на глибину 15 мм							0.073	0.3
Т 02	РИ. Різець розточний ВК8 ГОСТ 18878-73								
Р 03			35	15	0,18	1	50	630	70
04									
О 05	10. Зняти фаску 1х45							0.032	0.017
Т 06	РИ. Різець розточний відігнутий ВК8 ГОСТ 18877-73								
Р 07			37	1	1	1	60	630	74
08									
О 09	11. Точити заготовку ⌀120 мм до ⌀110 мм на довжину 22 мм							0.089	0.367
Т 10	РИ. Різець прохідний упорний ВК8 ГОСТ 18877-73								
Р 11			110	22	2,5	2	120	400	139
12									
О 13	12. Точити начорно поверхню ⌀104.1 мм на довжину 2,3 мм							0.102	0.159
Т 14	РИ. Різець прохідний упорний ВК8 ГОСТ 18877-73								
Р 15			104.1	2.3	1,5	2	29	100	33
16									
О 17	13. Точити начисто поверхню ⌀104.1 мм до ⌀103.6 мм на довжину 2,3 мм							0.064	0.092
Т 18	РИ. Різець прохідний упорний ВК8 ГОСТ 18877-73								

Только для некоммерческого использования !
Только для некоммерческого использования !
Документ разработан с использованием САД/САМ/САРР системы АДЕМ.

Дубл.																		
Взам.																		
Подл.																		

АД.02141.101 4

АД.60141.01001 010

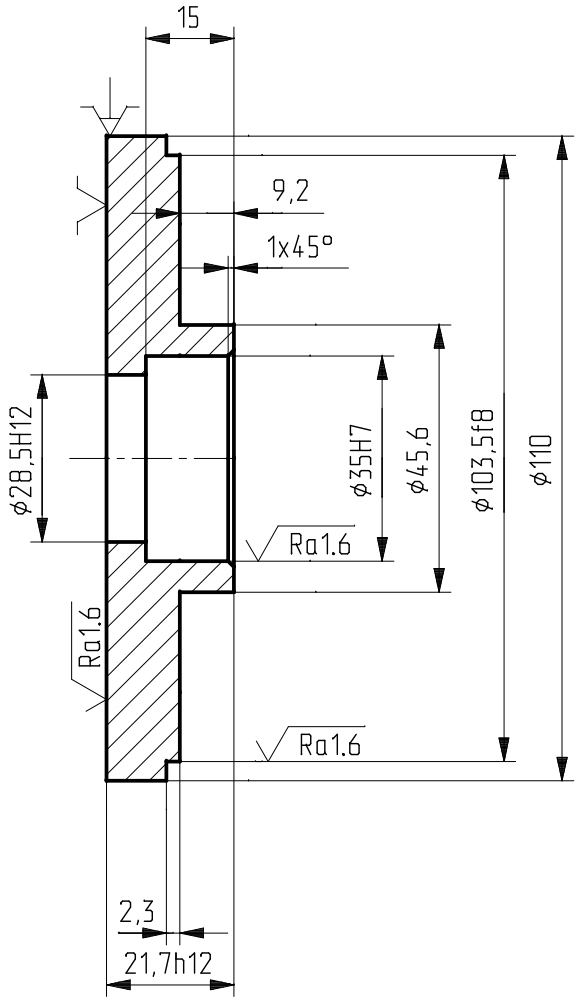
Р		ПИ	D или B	L	t	i	S	n	v
Р 01			103.6	2.3	0,25	1	25	125	41
02									
О 03	14. Точити тонко поверхню ⌀103.6 мм до ⌀103.5 мм на довжину 2,3 мм							0.065	0.23
Т 04	РИ. Різець прохідний упорний ВК8 ГОСТ 18877-73								
Р 05			103.5	2.3	0,05	1	10	250	82
06									
О 07	15. Відрізати деталь з одначасним підрізанням торця							0.094	0.863
Т 08	РИ. Різець відрізний ВК8 ГОСТ 18877-73								
Р 09			103.5	51.75	16	1	60	200	66
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									

Только для некоммерческого использования !
Только для некоммерческого использования !
Документ разработан с использованием САД/САМ/САРР системы АОЕМ.

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

		АД.02141.101	1

Разраб.	Ольденбург Е. О.			Группа компаний ADEM		АД.20141.01002
Проверил						
Утвердил						
Т.контр.						010
Н.контр.						



Только для некоммерческого использования !
Только для некоммерческого использования !
Документ разработан с использованием CAD/CAM/CAPP системы ADEM.

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

АД.02141.101	2	1

Разраб.	Ольденбург Е. О.			Группа компаний ADEM	АД.60141.01501
Проверил					
Утвердил					
Т.контр.					015
Н.контр.					

Наименование операции	Материал	Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры	МЗ	КОИД
ТОКАРНАЯ			166				1

Оборудование, устройство ЧПУ	Обозначение программы	То	Тв	Тпз.	Тшт.	СОЖ
16К20Ф3С32		1.576	0.482		2.058	

Р		ПИ	D или B	L	t	i	S	n	v
О 01	1. Встановити, закріпити, зняти							0.156	
Т 02	ПР. Оправка цангова ГОСТ 2682-86								
03									
О 04	2. Точити поверхню ⌀45 мм на довжину 9.2 мм							0.087	0.368
Т 05	РИ. Різець прохідний упорний ВК8 ГОСТ 18877-73								
Р 06			45	9.2	0,5	1	25	200	29
07									
О 08	3. Точити канавку глибиною 3 мм згідно ескізу								1.2
Т 09	РИ. Різець прорізний Р18 ГОСТ 18874-73								
Р 10			80	24	3	1	20	230	58
11									
О 12	4. Точити фаску							0.074	0.008
Т 13	РИ. Різець розточний відігнутий ВК8 ГОСТ 18877-73								

Только для некоммерческого использования !
Документ разработан с использованием САД/САМ/САРР системы ADEM.
Только для некоммерческого использования !

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

АД.02141.101	2
АД.60141.01501	015

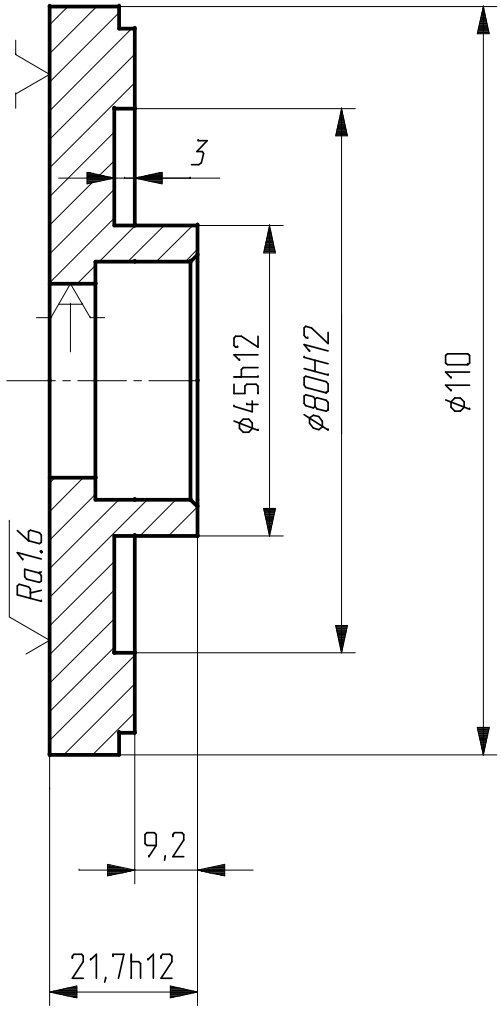
Р	ПИ	D или B	L	t	i	S	n	v
Р 01		80	0.5	0,5	1	60	630	159
02								
03								
04								
05								
06								
07								
08								
09								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								

Только для некоммерческого использования !
Только для некоммерческого использования !
Документ разработан с использованием CAD/CAM/CAPP системы ADEM.

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

		АД.02141.101	1

Разраб.	Ольденбург Е. О.			Группа компаний ADEM		АД.20141.01502
Проверил						
Утвердил						
Т.контр.						015
Н.контр.						



Только для некоммерческого использования !
Только для некоммерческого использования !
Документ разработан с использованием CAD/CAM/CAPP системы ADEM.

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

АД.02141.101	2	1

Разраб.	Ольденбург Е. О.			Группа компаний ADEM	АД.60141.02001
Проверил					
Утвердил					
Т.контр.					020
Н.контр.					

Наименование операции	Материал	Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры	МЗ	КОИД
ФРЕЗЕРНАЯ			166				1

Оборудование, устройство ЧПУ	Обозначение программы	То	Тв	Тпз.	Тшт.	СОЖ
400V		0.941	1.221		2.162	

Р		ПИ	D или B	L	t	i	S	n	v
О 01	1. Встановити, закріпити, зняти							0.187	
Т 02	ПР. ДП ПБ7108.1702.001 Пневматичні лещата								
03									
О 04	2. Фрезерувати два пази радіусом 9 мм на глибину 7.2 мм							0.087	0.12
Т 05	РИ. Фреза кінцева ⌀4 Р18 ГОСТ 16225-81								
Р 06			9	7.2	4,5	1	60	400	3
07									
О 08	3. Переустановити							0.124	
Т 09	ПР. ДП ПБ7108.1702.001 Пневматичні лещата								
10									
О 11	4. Свердлити два наскрізних отвори ⌀6.5 мм							0.114	0.3
Т 12	РИ. Свердло ⌀6,5 Р9М5 ГОСТ 17274-71								
Р 13			6.5	6	3,25	2	20	400	4

Только для некоммерческого использования !

Только для некоммерческого использования !

Документ разработан с использованием САД/САМ/САРР системы ADEM.

Дубл.																		
Взам.																		
Подл.																		

АД.02141.101 2

АД.60141.02001 020

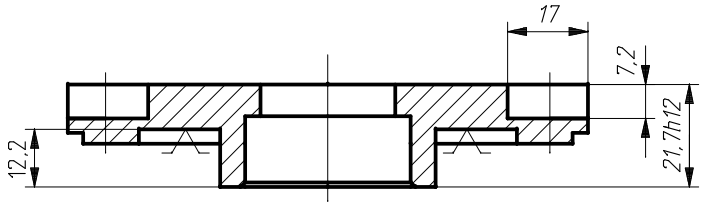
Р		ПИ	D или B	L	t	i	S	n	v
О 01	5. Свердлити три насрізних отвори ⌀4.2 під різьбу							0.135	0.208
Т 02	РИ. Свердло ⌀4,2 Р9М5 ГОСТ 4010-77								
Р 03			4.2	12.5	2,1	3	60	400	4
04									
О 05	6. Нарізати різьбу М5-Н6 для ⌀4.2 мм наскрізь							0.156	0.313
Т 06	РИ. Н6 Метчик ГОСТ 3266-81								
Р 07			5	12.5	0,4	3	120	120	3
08									
09									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									

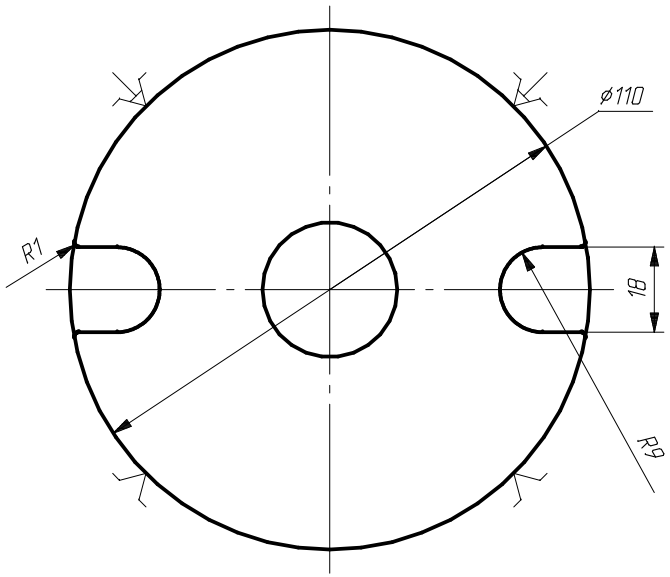
Только для некоммерческого использования !
Только для некоммерческого использования !
Документ разработан с использованием CAD/CAM/CAPP системы ADEM.

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

АД.02141.101	2	1

Разраб.	Ольденбург Е. О.			Группа компаний ADEM		АД.20141.02002
Проверил						
Утвердил						
Т.контр.						020
Н.контр.						

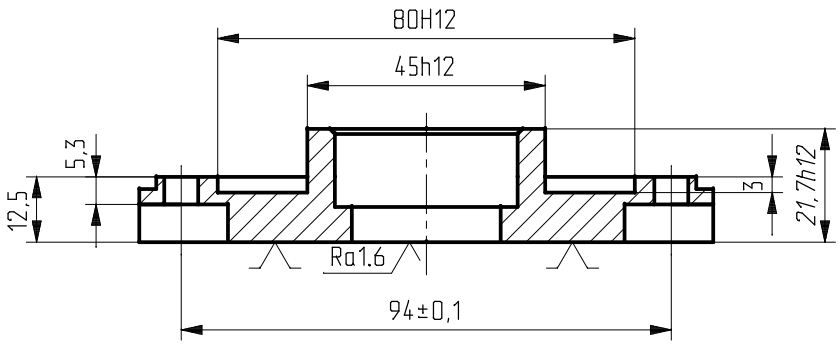


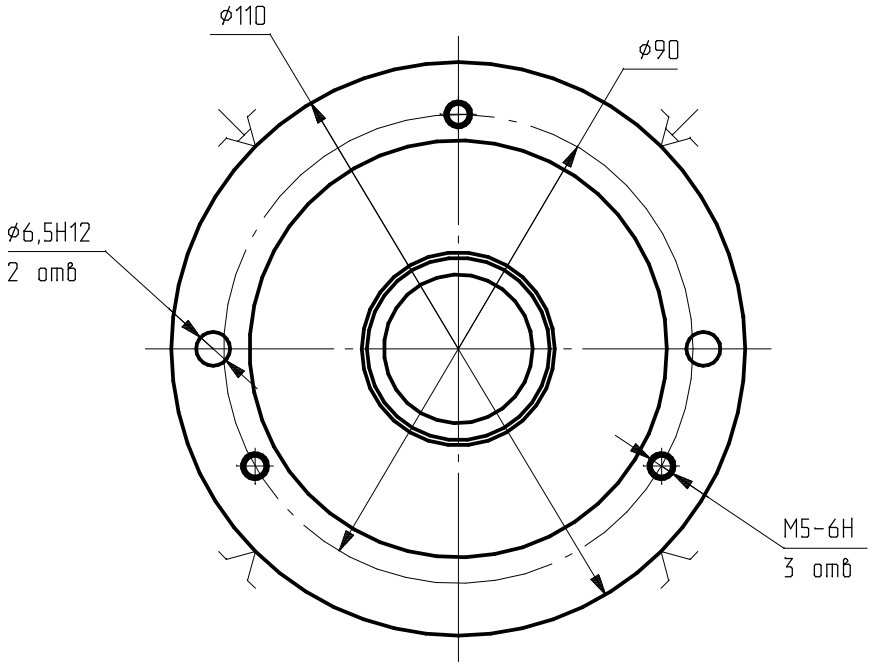


Только для некоммерческого использования !
Только для некоммерческого использования !
Документ разработан с использованием CAD/CAM/CAPP системы ADEM.

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

АД.02141.101	2
АД.20141.02002	020





Только для некоммерческого использования !
Документ разработан с использованием CAD/CAM/CAPP системы ADEM.
Только для некоммерческого использования !

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

АД.02141.101 | 1

Разраб.	Ольденбург Е. О.			Группа компаний АДЕМ	АД.60141.02501
Проверил					
Утвердил					
Т.контр.					025
Н.контр.					

Наименование операции	Материал	Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры	МЗ	КОИД
ПОЛУЧЕНИЕ ПОКРЫТИЯ			166				1

Оборудование, устройство ЧПУ	Обозначение программы	Тo	Тв	Тпз.	Тшт.	СОЖ
		0.364	0.407		0.771	

Р		ПИ	D или B	L	t	i	S	n	v
О 01	1. Встановити, закріпити, зняти							0.203	
Т 02	ПР. Прихват слюсарний ГОСТ 14733-69								
03									
О 04	2. Покрити поверхню Ан. Окс.							0.065	0.364
Т 05	Перчатки резиновые ГОСТ 20010-93; Фартук прорезиненный ГОСТ 12.4.029-76								
06									
07									
08									
09									
10									
11									
12									
13									

Только для некоммерческого использования !
Только для некоммерческого использования !
Документ разработан с использованием САД/САМ/САРР системы АДЕМ.

ГОСТ 3.1502-85 Форма 2

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

АД.02141.101	2	1

Разраб.	Ольденбург Е. О.			Группа компаний ADEM		АД.60102.03001
Проверил						
Утвердил						
Т.контр.						030
Н.контр.						

Наименование операции	Наименование, марка материала	МД
КОНТРОЛЬ ТОРЦЕВОГО БИЕНИЯ		

Наименование оборудования	Тo	Тв	Обозначение ИОТ
Верстак	0.245	0.737	

Р	Контр. параметры	Код средств ТО	Наименование средств ТО	Объем и ПК	Тo/Тв
О 01	1. Встановити, закріпити, зняти				
Т 02	ПР. ДП ПБ7108.1702.003 Контрольне пристосування				
03					
Р 04	2. Контролювати торцеве биття		Точний палець ⌀35Н7/g6	100%	0.124/0.086
05	поверхні ⌀110h12 відностно базово				
06	поверхні - отвором ⌀35Н7				
07					
О 08	3. Переустановити				
Т 09	ПР. ДП ПБ7108.1702.003 Контрольне пристосування				
10					
11					
12					
13					

ОК	Технический контроль	Документация.adm	19

Только для некоммерческого использования !
Только для некоммерческого использования !
Документ разработан с использованием CAD/CAM/CAPP системы ADEM.

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

	АД.02141.101	2
	АД.60102.03001	030

Р	Контр. параметры	Код средств ТО	Наименование средств ТО	Объем и ПК	Тo/Тв
Р 01	4. Контролювати торцеве биття		Точний палець ⌀35Н7/g6 з потовщенною	100%	0.121/0.086
02	поверхні торця ⌀100 – 103.5 мм		ніжкою		
03	відностно базово поверхні –				
04	отвору ⌀35Н7				
05					
06					
07					
08					
09					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					

ОК	Технический контроль	Документация.adm	20

Только для некоммерческого использования !

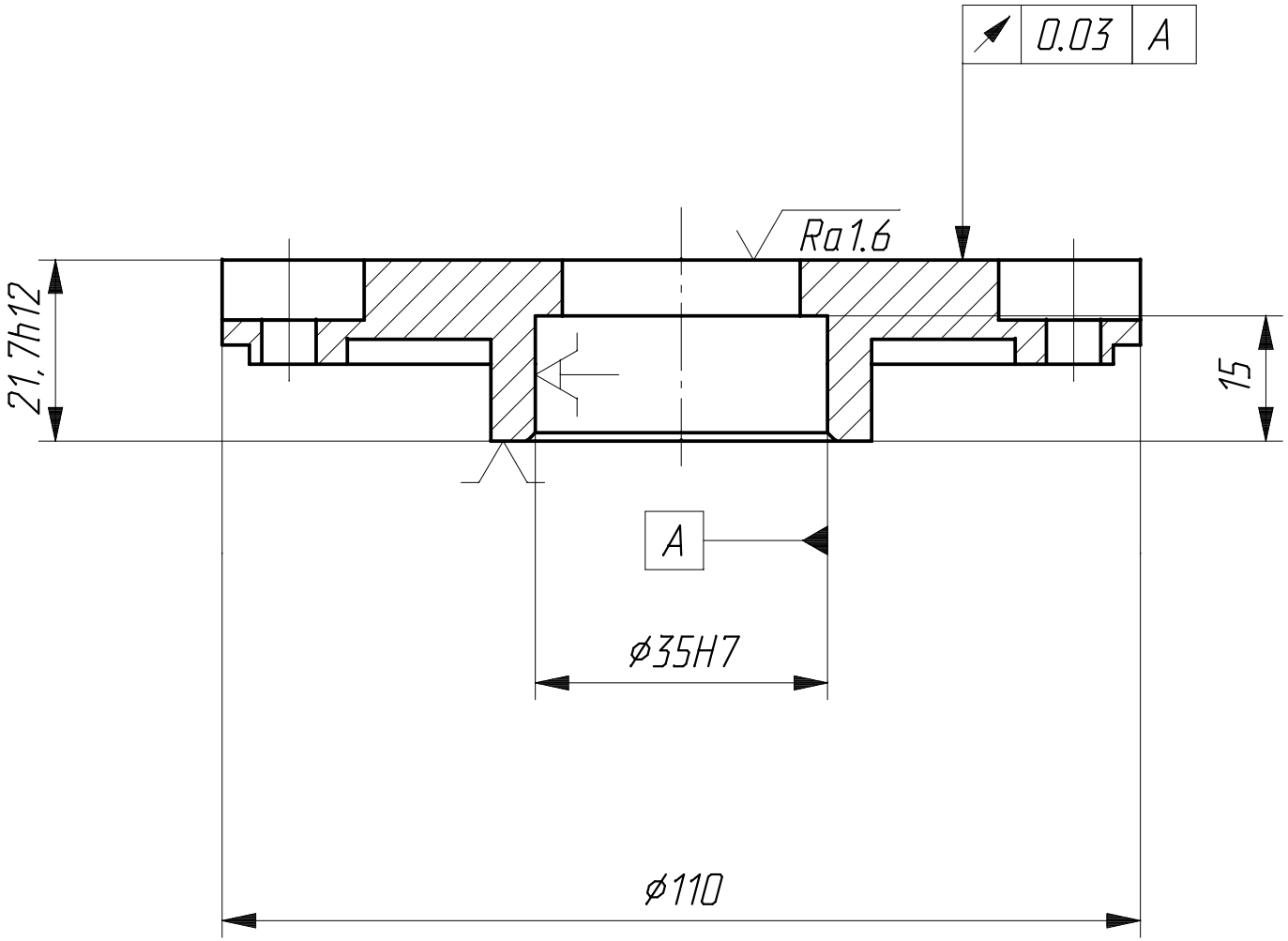
Документ разработан с использованием САД/САМ/САРР системы АОЕМ.

Только для некоммерческого использования !

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

АД.02141.101	2	1	

Разраб.	Ольденбург Е. О.			Группа компаний ADEM		АД.20102.03002		
Проверил								
Утвердил								
Т.контр.								030
Н.контр.								



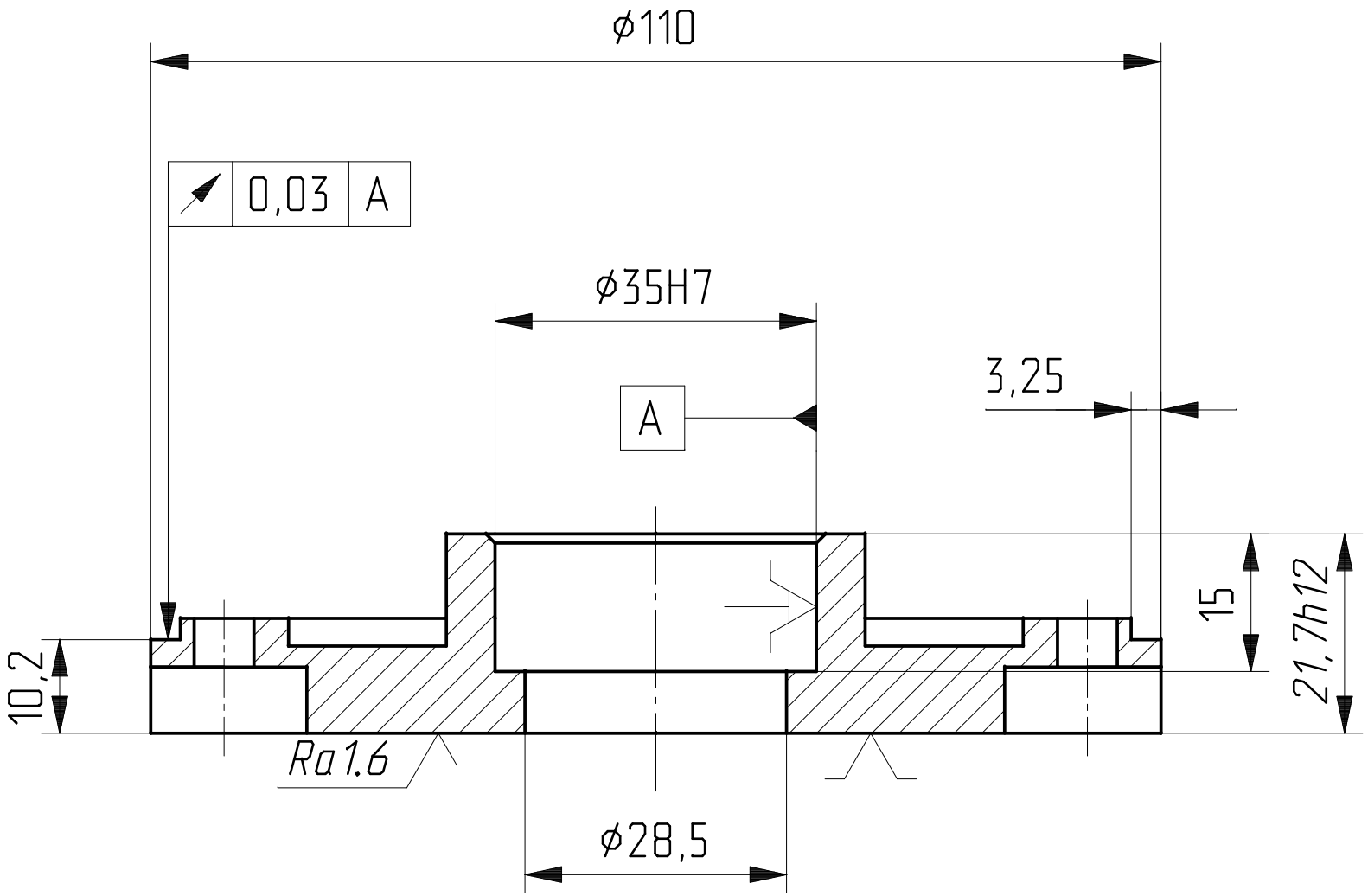
Только для некоммерческого использования !

Документ разработан с использованием САД/САМ/САРР системы ADEM.

Только для некоммерческого использования !

Дубл.																			
Взам.																			
Подл.																			

АД.02141.101	2
АД.20102.03002	030



Только для некоммерческого использования !

Документ разработан с использованием САД/САМ/САРР системы АОЕМ.

Только для некоммерческого использования !

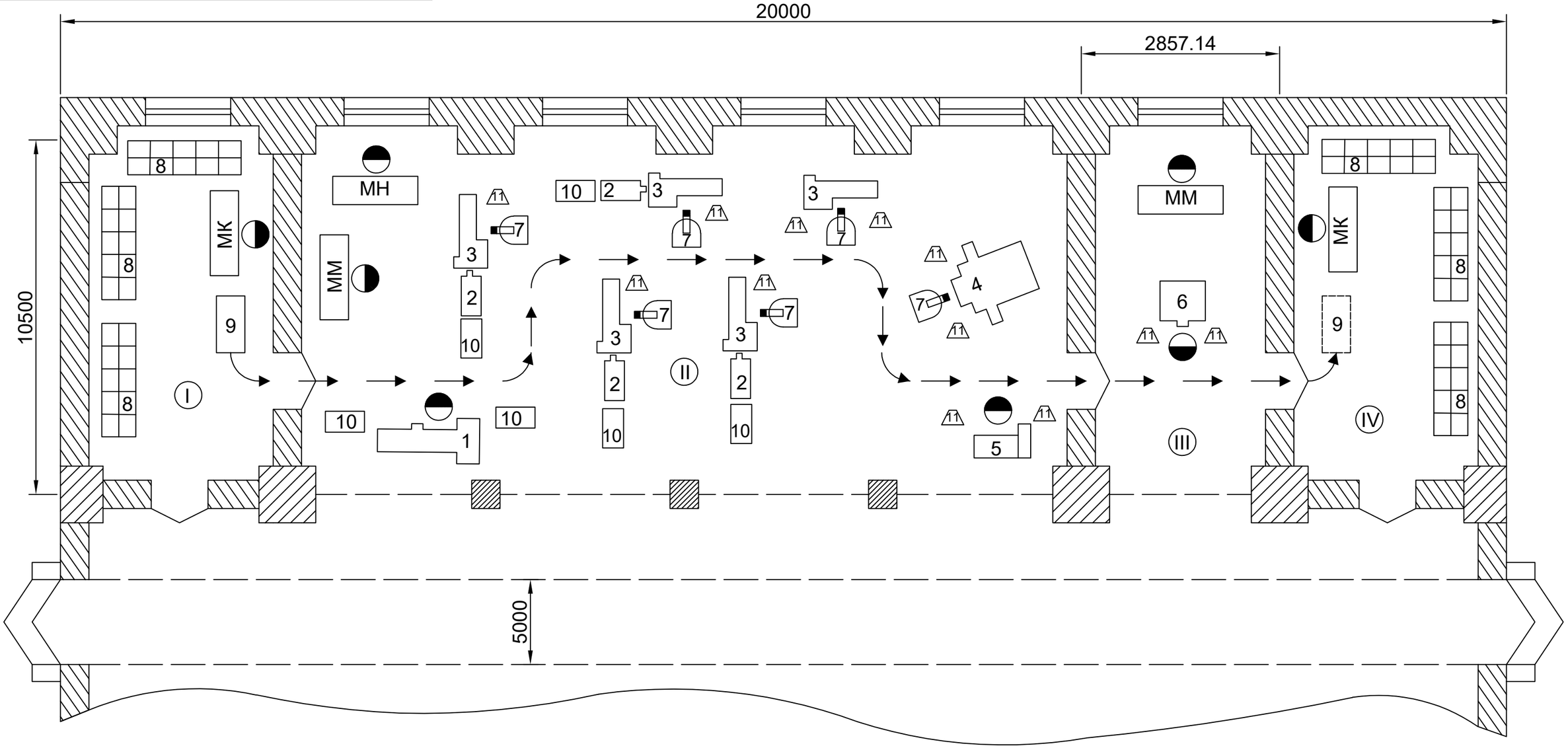
Только для некоммерческого использования !

ГОСТ2.503-2013 Форма 2

Лист регистрации изменений

Изменение	Номера листов (страниц)				Всего листов (страниц) в документе	Номер Документа	Входящий номер сопроводительного документа и дата	Подпись	Дата
	измененных	замененных	новых	аннулированных					

ДП ПБ7108.1702.006



1 - Відрізний верстат
2 - Податчик прутка
3 - Токарний верстат з ЧПК
4 - Фрезерно - свердлильно - розточний верстат з ЧПК
5 - Стелаж
6 - Контрольне пристосування
7 - Робот маніпулятор
8 - Склади заготовки
9 - Автоматизована тележка
10 - Стелаж
11 - Тара

I - Склад заготівок
II - Дільниця виготовлення деталі
III - Контрольне відділення
IV - Склад готових деталей
МК - місце кладощика
ММ - місце майстра
МН - місце начальника

→ - **маршрут переміщення деталі**

					ДП ПБ7108.1702.006			
Изм	Лист	N° докум.	Подп.	Дата	Автоматизована дільниця цеху	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Ольденбург Є.О.						1:1
Пров.		Барандич К.С.				Лист	Листов	
Т.контр.								
						ПБФ, 4 курс		
Н.контр.								
Утв.								

Формат А3