

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет інженерії та енергетики

Кафедра механіки та інженерії агроecosystem

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

ТАРАСЕНКО ОЛЕКСАНДР СЕРГІЙОВИЧ

УДК 621.9

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ
ПІДГОТОВКИ РЕМОНТНОГО ВИРОБНИЦТВА ДЕТАЛІ «ЗІРОЧКА
ПРИВОДУ РОЗПОДІЛЬНОГО ВАЛА ДВИГУНА ВАЗ 2101**

133 «Галузеве машинобудування»

Подається на здобуття освітнього ступеня бакалавр

Кваліфікаційна робота містить результати власних розробок. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

Тарасенко О.С.

Керівник роботи

Шелудченко Б.А.

кандидат технічних наук, професор

Житомир - 2024

АНОТАЦІЯ

Тарасенко Олександр Сергійович. Обґрунтування конструкторсько-технологічної підготовки ремонтного виробництва деталі «Зірочка приводу розподільного вала двигуна ВАЗ 2101. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття першого освітнього ступеня бакалавр зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування». – Поліський національний університет, Житомир, 2024.

В першому розділі роботи проведено аналіз службового призначення та умов роботи деталі «Зірочка» в вузлі. Ланцюгові передачі. Конструкція та принцип дії ланцюгової передачі. Типи виконань зірочок для ланцюгів роликів.

В другому розділі виконано аналіз та характеристику матеріалу деталі сталь 35ГЛ. Визначення типу виробництва та аналіз його впливу на завдання технологічного підготовки виробництва. Короткий аналіз технологічності конструкції деталі «Зірочка». Проектування конструкції заготовки. Визначення виду та способу виготовлення заготовки. Розробка технологічного процесу виготовлення деталі. Розрахунок міжопераційних та загальних припусків. Вибір та характеристика верстатного обладнання, використання технологічного оснащення, різального та контрольно-вимірювального інструментів. Розрахунок режимів різання розрахунково-аналітичним методом. Нормування технологічних операцій розрахунково-аналітичним методом.

В третьому розділі виконано розрахунок та конструювання спеціального верстатного пристрою для операції 030 Вертикально-свердлильна.

Ключові слова: дослідження, виготовлення, технологічний процес, пристрій, деталь «Зірочка», легковий автомобіль.

ABSTRACT

Oleksandr Serhiiiovych Tarasenko. Justification for the Design and Technological Preparation of Repair Production for the "Timing Gear Sprocket of the VAZ 2101 Engine. - *Qualification work as a manuscript.*

Qualification work for obtaining the first educational level of bachelor's degree in the specialty 133 "Branch mechanical engineering". - Polissia National University, Zhytomyr, 2024.

The first chapter of the thesis conducts an analysis of the operational purpose and working conditions of the "Sprocket" part in the assembly. Chain drives. Design and principle of operation of the chain drive. Types of sprockets for roller chains.

The second chapter analyzes and characterizes the material of the part, steel 35GL. Determination of the type of production and analysis of its influence on the tasks of technological preparation of production. Brief analysis of the technological feasibility of the "Sprocket" part design. Designing the blank structure. Determining the type and method of blank production. Development of the technological process of part manufacturing. Calculation of intermediate and general allowances. Selection and characterization of machine tools, use of technological equipment, cutting and inspection-measuring instruments. Calculation of cutting modes by analytical method. Standardization of technological operations by calculation-analytical method. Calculation and design of a special machine device for operation 030 Vertical drilling.

The third chapter analyzes the types calculation and design of a special machine device for operation 030 Vertical drilling.

Keywords: research, manufacturing, technological process, device, "Sprocket" part, passenger car.

ЗМІСТ

ВСТУП	3
1. ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ	4
1.1. Аналіз службового призначення та умов роботи деталі «Зірочка» в вузлі.....	4
1.2. Типи виконань зірочок для ланцюгів роликів.....	5
2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	9
2.1. Деталь «Зірочка» приводу розподільного вала двигуна ВАЗ-2101. Аналіз та характеристика матеріалу деталі.....	9
2.2. Проектування конструкції заготовки. Визначення виду та способу виготовлення заготовки.....	11
2.3. Розробка технологічного процесу виготовлення деталі.....	14
2.4. Розрахунок міжопераційних та загальних припусків.....	15
2.5. Вибір технологічного оснащення, різального та контрольно-вимірювального інструментів.....	18
2.6. Розрахунок режимів різання та нормування ТП розрахунково-аналітичним методом.....	19
3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	25
3.1. Розрахунок та конструювання спеціального верстатного пристрою для операції 030 Вертикально-свердлильна.....	25
3.2. Розрахунок похибок базування розмірів, що виконуються на даній операції.....	27
3.3. Схема дії сил та моментів, рівняння рівноваги, необхідна сила затиску.....	27
3.4. Розрахунок основних параметрів затискного механізму, фактична сила затиску.....	30
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	31
ДОДАТКИ	32

<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Пояснювальна записка	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Тарасенко О.С.</i>						
<i>Перевір.</i>		<i>Шелудченко Б.А.</i>						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Шелудченко Б.А.</i>						
						ПНУ, гр. ГМ20+22ск		

ВСТУП

Науково-технічний прогрес в машинобудуванні визначається наявністю нових технологій, машин, а також створенням нових механічних передач та удосконаленням існуючих. Ланцюгові передачі відносяться до передач з гнучким зв'язком і широко використовуються у військовій техніці, вантажопідйомних і транспортуючих, текстильних машинах, будівельній техніці та. Перевагами ланцюгових передач є простота конструкції, малі габарити, постійність передатного числа, легкість монтажу, довговічність.

За конструктивним виконанням ланцюгові передачі поділяються на рядові, рейкові, планетарні та хвильові. За характером зачеплення рядові поділяються на передачі зовнішнього, внутрішнього та змішаного зачеплення.

Значна кількість машин, що проектуються, обладнані багатомасовим ланцюговим приводом. Найважливішими задачами проектування такого привода є забезпечення властивості ланцюгової передачі зберігати свою працездатність протягом заданого періоду часу за певних умов експлуатації, зниження її матеріаломісткості та енергоспоживання.

Ланцюгова передача складається з двох чи більш зірочок, поєднаних між собою ланцюгом. Найчастіше використовуються передачі з двома зірочками, одна з яких є ведучою, а інша веденою.

В основу передачі покладений принцип зачеплення. Основними типами приводних ланцюгів є шарнірні роликові, втулкові і зубчасті ланцюги. Підвищена міцність ланцюга, відсутність ковзання і буксування забезпечують сталість передаточного відношення і можливість роботи при значних короткочасних перевантаженнях. Принцип зачеплення не вимагає попереднього натягу ланцюга (що обов'язково в ременних передачах), у зв'язку з чим зменшується навантаження на вали й опори. Кут обхвату зірочки ланцюгом не має такого вирішального значення, як кут обхвату шківаременем, тому ланцюгові передачі можуть працювати при менших міжосьових відстанях і при великих передаточних відношеннях. Недоліки ланцюгових передач: динамічні навантаження, шум і знос шарнірів.

						Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1. Аналіз службового призначення та умов роботи деталі

«Зірочка» в вузлі

Деталь «Зірочка» (рис.1.1) є відповідальною деталлю приводу розподільного вала двигуна ВАЗ-2101.

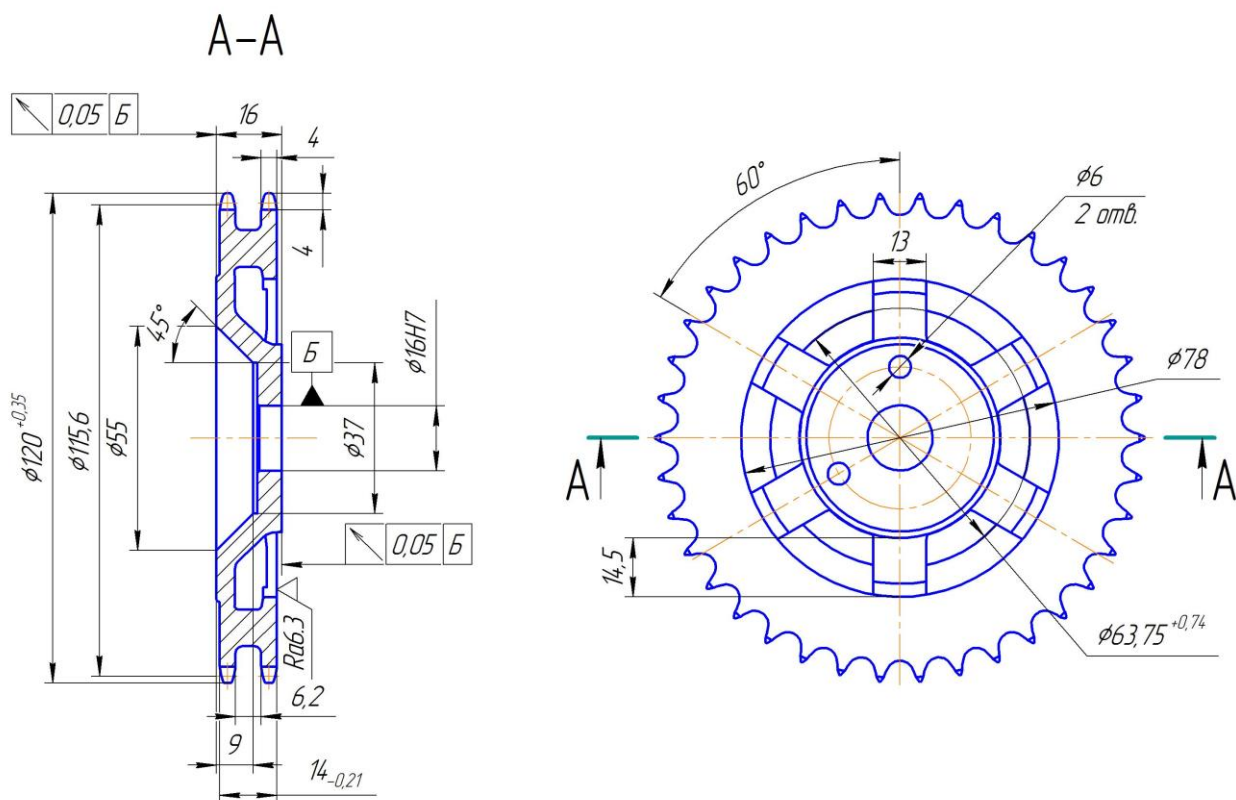


Рисунок 1.1. Зірочка приводу розподільного вала двигуна ВАЗ-2101

Газорозподільний механізм сучасних легкових автомобілів буває з ланцюговим і ремінним приводом – конструкція, в якій рух від двигуна передається на розподільний вал з допомогою зачеплення шестерень, вважається застарілою і останнім часом застосовується рідко.

					Арк.
					4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Протягом експлуатації двигуна всі деталі ГРМ зношуються, і агрегат доводиться ремонтувати. Заміна распредвала потрібно у міру зносу деталі можуть зношуватися як опори, так і кулачки. У розподільного валу (РВ) також можуть бути і інші дефекти – на різних моделях авто є свої характерні несправності, які найчастіше зустрічаються.



Рисунок 1.2. Зірочка приводу розподільного валу двигуна ВАЗ-2101

Деталь «Зірочка» ГРМ допомагає встановити двигун в правильне положення (ВМТ - верхня мертва точка) і з самого початку забезпечити правильний розподіл навантаження ремня ГРМ.

1.2. Типи виконань зірочок для ланцюгів роликових

Мало яке виробництво обходиться без ланцюгової передачі, адже вона здатна справлятися навіть з найпотужнішими навантаженнями. У цій статті ми розповімо про один з її головних елементів - зірочки для ланцюгів. Які бувають виконання, а також переваги кожного з них.

						Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

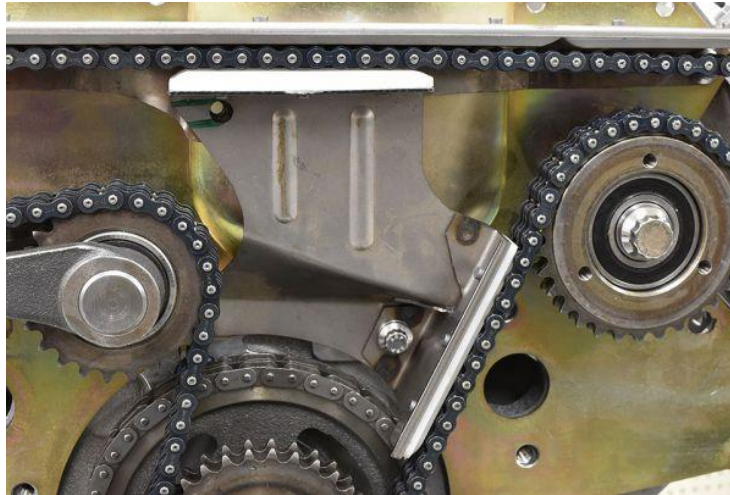


Рисунок 1.3. Ланцюгова передача

Переваги та недоліки ланцюгової передачі

Переваги:

- можливість використання при великих міжосьових відстанях;
- велика потужність в порівнянні з ремінною передачею;
- високий ККД;
- в порівнянні з клиноподібною, ланцюгова передача забезпечує більшу потужність при однакових габаритних розмірах;
- відсутність прослизання.

Недоліки:

- гучність роботи;
- менш плавне передача руху;
- необхідність змащування ланцюга;
- можливість люфту.

Зірочка - один з основних елементів ланцюгової передачі. Разом з ланцюгом вона забезпечує надійне зчеплення всіх елементів рушійного механізму між собою. Найчастіше зірки з маленьким кроком поставляються з Італії та Китаю, там вони дешевші за рахунок серійного виробництва. Зірочки великого діаметра ми виробляємо в Україні. Якість завжди відповідають стандарту.

					Арк.
					6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Дані зірочки - стандарту ISO і рідше ANSI або ДСТУ. Випускаються з кроком від 6 до 50,8 мм. Кількість зубів варіюється від 8 до 128 штук. Матеріал виготовлення - сталь 45, рідше - нержавіюча сталь. Крім конструкції, для вибору зірочки треба знати крок ланцюга і кількість зубів або зовнішній діаметр.

Конструкції зірочок для ланцюга

Зірочки з підшипником

Ланцюгові приводні зірочки, виготовлені з підшипником, можуть використовуватися як натягувачі ланцюгів (паразитки). Готові до встановлення, не вимагають додаткового доопрацювання.

Високоякісний кульковий підшипник у комплекті із зірочкою забезпечує відмінну стійкість до навантажень та зношування.

Підшипник оснащений подвійним захистом, центральне подовжене кільце дозволяє встановлювати натяжну зірочку на всі типи спеціальних машин та механізмів.

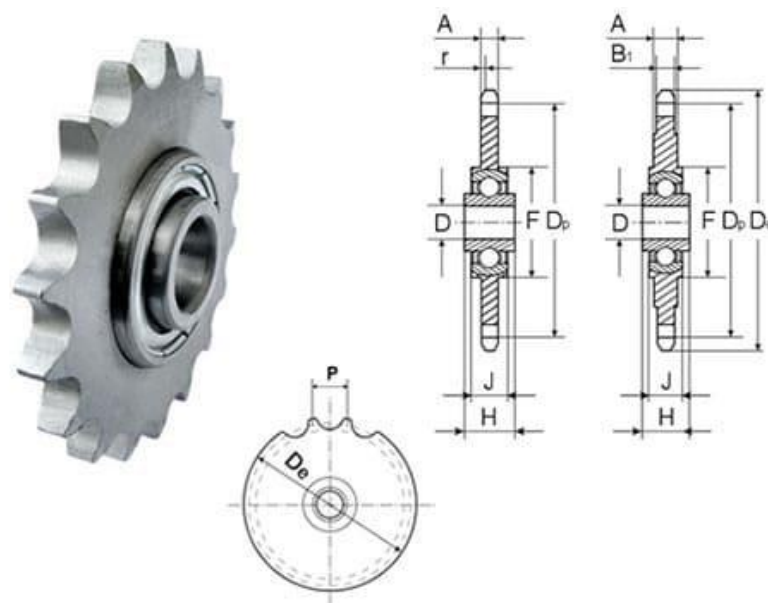


Рисунок 1.4. Зірочки з підшипником

					Арк.
					7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Зірочки з загартованими зубами

Матеріал зірочки сталь С45. Зубці загартовані шляхом індукції. Твердість HRC45/53. Найчастіше клієнтам достатньо твердості стали С45, тому зірки цього типу поставляються на замовлення.

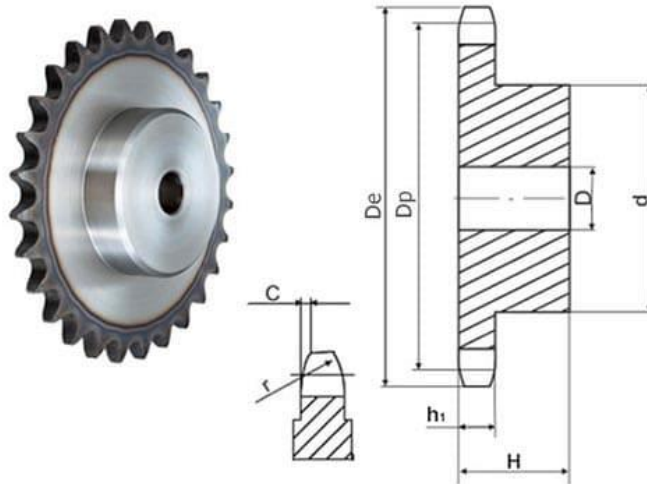


Рисунок 1.5. Зірочки з загартованими зубами

Зірочки для двох однорядних ланцюгів

Призначені для послідовної передачі моменту, що крутить, з однієї точки в кілька інших, то рішення - зірочки для двох однорядних ланцюгів. Матеріал, що використовується для виготовлення - сталь С45 згідно з UNI EN 10083-1.

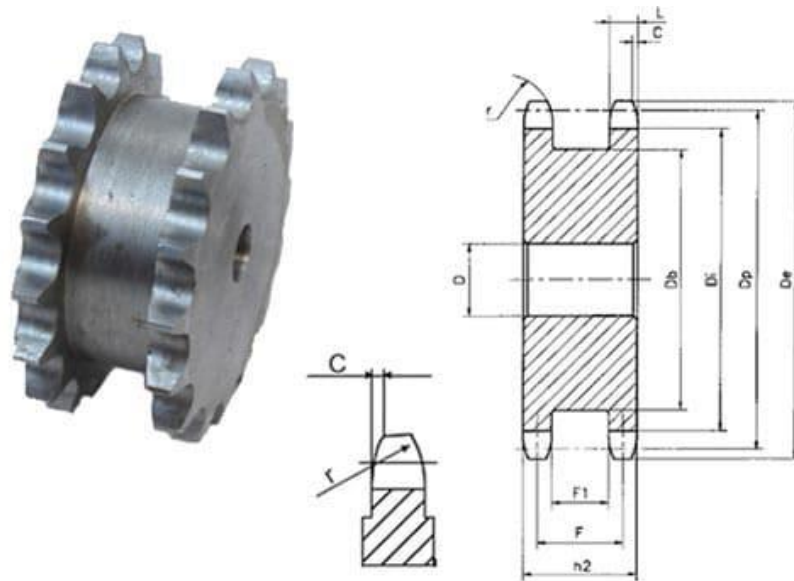


Рисунок 1.6. Зірочки для двох однорядних ланцюгів

					Арк.
					8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Зірочки зі ступицею під конусну втулку

Цей тип зірочок менш поширений, ніж зірочки з чорновим отвором. Це пов'язано, перш за все, з їхньою вищою ціною. Крім зірочки, необхідно купувати і конусну втулку.

Однак варто відзначити, що за рахунок конусних втулок значно заощаджується час монтажу та демонтаж зірочки. Також вони не вимагають додаткової обробки та одразу готові до монтажу.

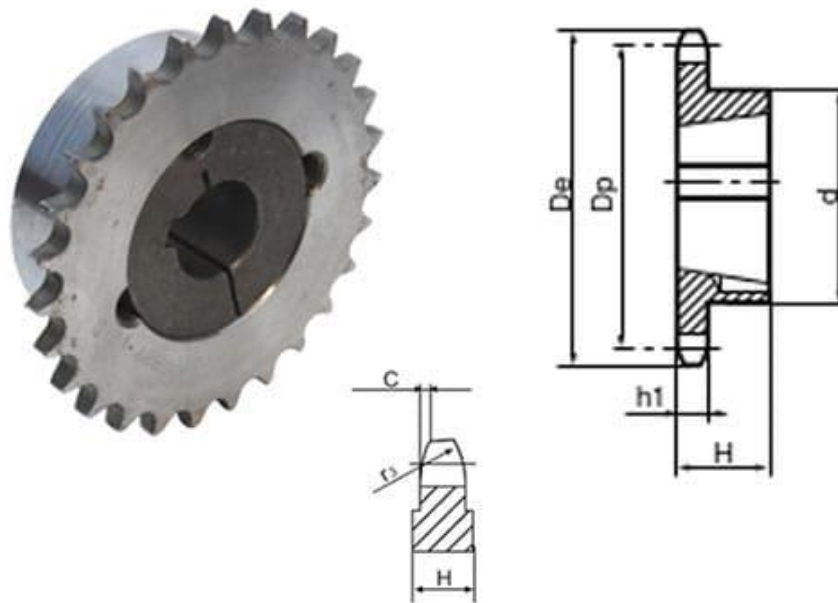


Рисунок 1.7. Зірочки зі ступицею під конусну втулку

					Арк.
					9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1. Деталь «Зірочка» приводу розподільного вала двигуна ВАЗ-2101.

Аналіз та характеристика матеріалу деталі

Деталь «Зірочка» (рис.2.1) є відповідальною деталлю приводу розподільного вала двигуна ВАЗ-2101.

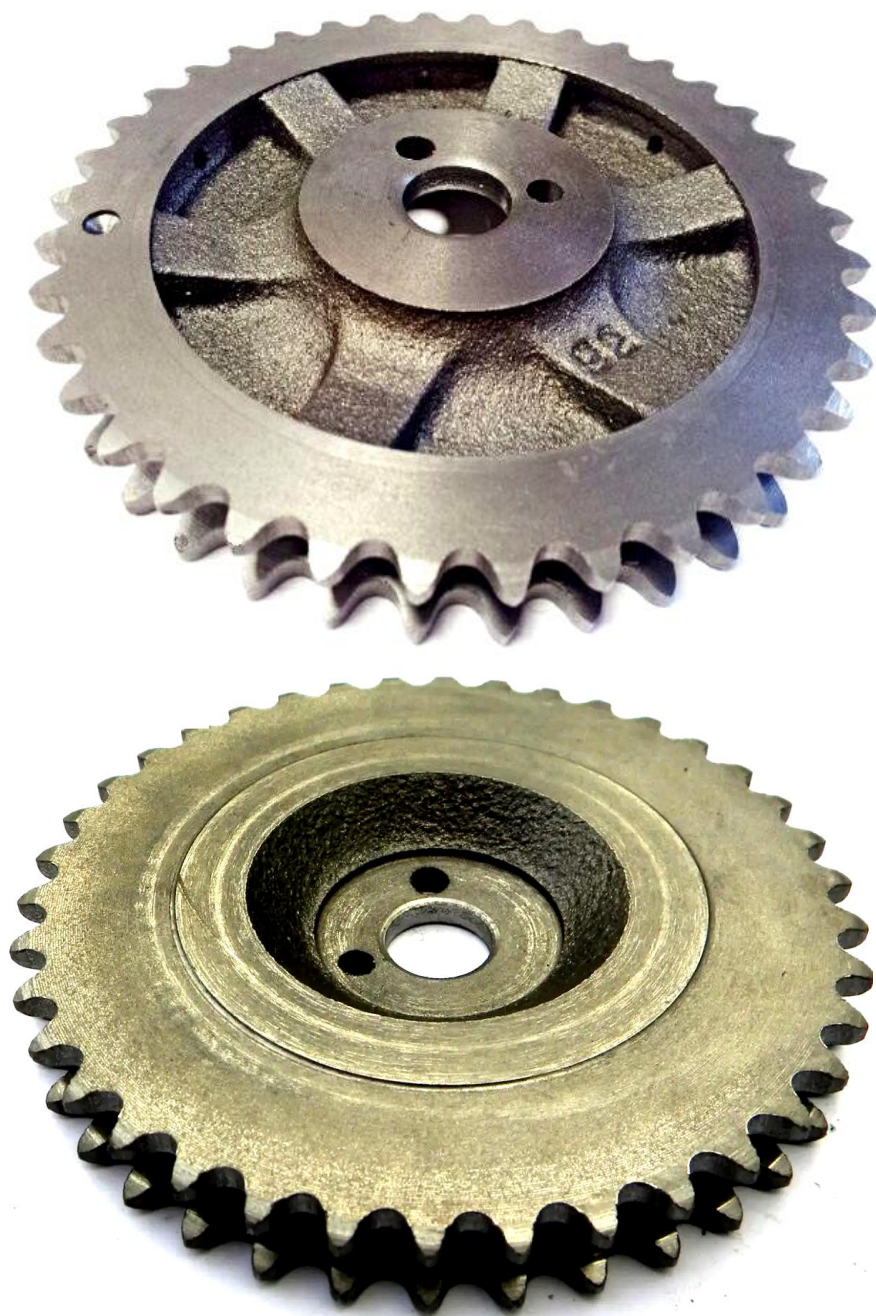


Рисунок 2.1. Зірочка приводу розподільного вала двигуна ВАЗ-2101

						Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 2.2. ГРМ ВАЗ-2101

Деталь «Зірочка» виготовлена зі сталі 35ГЛ ДСТУ 8781:2018.

Сталь 35ГЛ ДСТУ 8781:2018 - це легована сталь для відливок. З цієї сталі виготовляють диски, зірочки, зубчасті вінці, барабани, шківни, хрестовини, траверси, маточини, вилки, гратчасті стріли та інші тяжелонагруженні деталі екскаватора, кришки підшипників, цапфи.

Конструкційні леговані сталі для виробництва литих заготовок забезпечують високу конструкційну міцність деталей, що досягається оптимальним співвідношенням основних та легуючих елементів, що формують сплав та термічну обробку виливків.

Таблиця 2.1. Хімічний склад сталі 35ГЛ ДСТУ 8781:2018

C	Si	Mn	S	P
0.3 - 0.4	0.2 - 0.4	1.2 - 1.6	до 0.04	до 0.04

Таблиця 2.2. Механічні властивості сталі 35 ГЛ при температурі 20 °С

Сортамент	Розмір	Напр.	S_b	S_T	d_5	y	КСУ	Термообробка
-	мм	-	МПа	МПа	%	%	кДж / м ²	-
Відливки, 30ГЛ, ДСТУ 8681:2018	до 100		540	294	12	20	294	Нормалізація 880 – 900 °С Відпуск 600 – 650 °С
Відливки, 35ГЛ, ДСТУ 8681:2018			589	343	14	30	491	Закалка 850 - 860 °С Відпуск 600 - 650 °С

2.2. Проектування конструкції заготовки. Визначення виду та способу виготовлення заготовки

Заготовка – це предмет праці, з якого зміною форми, розмірів, якості поверхні та матеріалу виготовляють деталь.

Як заготовки деталей масою від часток грама до десятків тонн можуть використовуватися зливки, прокат, виливки, ковані та штамповані заготовки, порошкові та пластмасові напівфабрикати. Особливу групу утворюють комбіновані заготовки, які отримують зварюванням та склеюванням прокату, виливків, поковок тощо.

Прогресивні заготовки повинні відповідати таким вимогам:

форма та розміри заготовки повинні максимально наближуватись до форми та розмірів готової деталі або відповідати їм;

-мати низьку вартість виготовлення як самої заготовки, так і деталі;

								Арк.
								12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

-забезпечувати можливість досягнення високої точності розмірів, заданої шорсткості поверхонь та якості матеріалу деталі;

-форма заготовки повинна бути, по можливості, простою і технологічною у виготовленні, забезпечувати високий вихід придатної продукції;

-сприяти спеціалізації робочих місць, застосуванню механізації та автоматизації; забезпечувати підвищення продуктивності праці та використання повної потужності обладнання.

У загальному випадку собівартість виготовлення деталі, яка складається з вартості матеріалу, вартості одержання заготовки і вартості механічної обробки, повинна бути мінімальною.

У цілому заготовка повинна бути технологічною у виготовленні. Під технологічністю розуміється властивість виробу, яка дозволяє при його виготовленні застосувати найбільш прості, продуктивні та дешеві способи виготовлення з забезпеченням необхідної якості.

Так , як матеріал деталі – сталь 35 ГЛ ДСТУ 8781:2018, тому найбільш раціонально виготовити заготовку методом **ЛИТТЯ**.

Литі заготовки застосовують в усіх типах виробництва для отримання заготовок корпусних та інших деталей з чавуну, сталі, кольорових сплавів. Однак міцність литих сталевих заготовок приблизна на 30 % нижча від кованих, що обмежує їх застосування.

З усіх виливків за масою ~ 74 % виготовляють з чавуну, 21 % - з сталі, 3 % - з ковкого чавуну і 2 % - з кольорових сплавів; 75 % виливків відливають у піщано-глинисті форми, 20 % - у металеві, 5 % - в інші.

У табл. 2.3 наведена класифікація основних способів лиття, указані застосовувані ливарні форми, область застосування та тип виробництва.

						Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.3. Класифікація способів лиття

<i>Спосіб лиття</i>	<i>Ливарна форма</i>	<i>Область застосування</i>	<i>Виробництво</i>
У піщані форми	З піщано-глинистої суміші разового застосування	Великогабаритні корпусні деталі з товщиною стінки 5-15 мм з чавуну, сталі, кольорових металів та сплавів	М, ВС, СС, МС, О
У піщані форми (формування в стержнях)	З піщаної суміші з закріплювачем разового застосування	Деталі середньої складності (з зовнішніми ребрами) з чавуну, сталі, кольорових металів та сплавів	М, ВС, СС, МС
У кокіль	Металева багаторазового застосування	Деталі нескладної конфігурації з товщиною стінок 5-12 мм з алюмінієвих та магнієвих сплавів, рідше з чавуну та бронзи	М, ВС, СС
В оболонкові форми	Піщано-смоляна разового застосування, яка хімічно твердіє	Плоскі деталі та колінвали нескладної конфігурації з легованих сталей, чавуну і кольорових металів та сплавів	М, ВС, СС
Під тиском	Металева багаторазового застосування	Тонкостінні корпусні деталі складної конфігурації з алюмінієвих, цинкових та магнієвих сплавів, а також з латуні	М, ВС, СС
За моделями, які виплавляють	Керамічна разового застосування	Невеликі деталі складної конфігурації з стінками різної товщини з конструкційних і жароміцних сталей, чавунів, магнітних, мідних, рідше з алюмінієвих сплавів	М, ВС, СС, МС
Відцентрове	Металева багаторазового застосування	Втулки з чавуну, сталі та бронзи, порожнисті заготовки нескладної конфігурації типу «тіла обертання»	М, ВС, СС
У графітові форми	Використовується до 300 разів	Деталі з жароміцних чавунів, сталі та жароміцних сплавів	СС, МС

М – масове, ВС – великосерійне, СС – середньосерійне, МС – малосерійне, О – одиничне.

Для техніко-економічного аналізу вибираємо два варіанти виготовлення виливка: у піщані форми з використанням ручного формування, а також з використанням машинного формування.

					Арк.
					14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Таблиця 2.4. Вибір загальних припусків

Номинальний розмір	Шорсткість	Основний припуск	Допоміжний припуск	Розрахунковий розмір	Прийнятий розмір
Діаметральні розміри					
Ø16H7	2,5	2x2	0.32	Ø13 ⁺¹⁴ _{-0,8}	Ø13 ⁺¹⁴ _{-0,8}
Ø120h12	6,3	2.5x2	0.32	Ø126 ⁺¹⁴ _{-0,8}	Ø126 ⁺¹⁴ _{-0,8}
Ø46	2,5	1,5x2	0.32	Ø49 ⁺¹⁴ _{-0,8}	Ø49 ⁺¹⁴ _{-0,8}
Лінійні розміри					
16	6,3	2,5+2,5	0.3+0,3	19 ⁺¹⁴ _{-0,8}	19 ⁺¹⁴ _{-0,8}
9	6,3	1,5+1,5	0.3	12 ^{+1.4} _{-0,8}	12 ^{+1.4} _{-0,8}

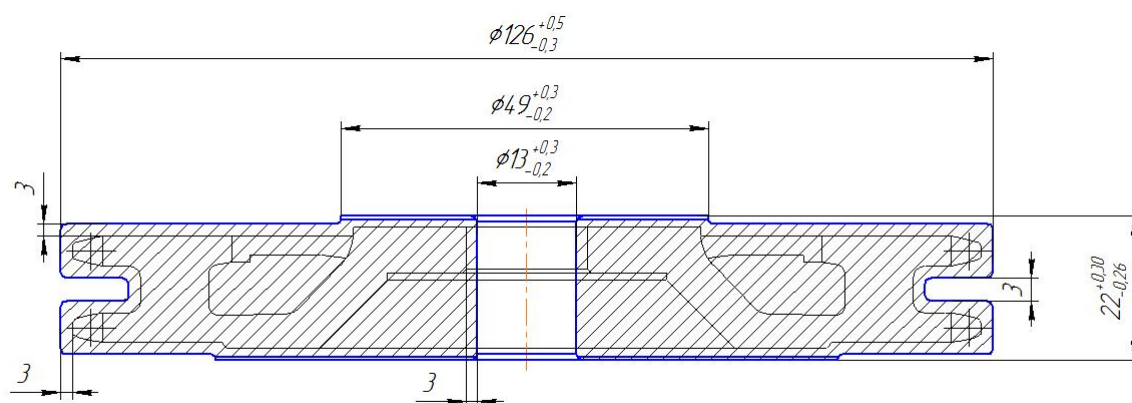


Рисунок 2.3. Заготовка деталі «Зірочка»

						Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.3. Розробка технологічного процесу виготовлення деталі

Маршрутний технологічний процес механічної обробки зводимо в таблицю 2.5.

Таблиця 2.5. Маршрутний технологічний процес деталі «Зірочка»

№	Найменування операцій і переходів	Обладнання
1	2	3
	Заготівельна 1. Лиття заготовки	
005	Токарна з ЧПК 1. Точити торець деталі А, витримуючи розмір 17 мм 2. Начорно точити зовнішній діаметр 3. Точити зовнішній діаметр 4. Начорно розточити $\phi 16H7$ 5. Розточити начисто $\phi 16H7$ 6. Точити фаску $1 \times 45^\circ$ 7. Точити фаску $2 \times 45^\circ$	Токарний верстат з ЧПК 16K20Ф3
010	Токарна з ЧПК 1. Точити торець деталі Б, витримуючи розмір 16,5 мм 2. Точити начорно зовнішній діаметр 3. Точити торець В витримуючи розмір 16 мм 4. Точити начисто зовнішній діаметр 5. Точити фаску $1 \times 45^\circ$ в отворі $\phi 16H7$ 6. Точити фаску $1 \times 45^\circ$ на діаметрі	Токарний верстат з ЧПК 16K20Ф3
015	Токарна 1. Точити канавку	Токарний верстат з ЧПК 16K20Ф3
020	Токарна 1. Попередньо точити форму зуба	Токарний верстат з ЧПК 16K20Ф3
025	Зубофрезерна 1. Фрезерувати 25 зубів модулем $m=8$ мм	Зубофрезерний верстат 53A20В
030	Вертикально-свердлильна 1. Свердлити 2 отвори $\phi 6h12$ мм на прохід	Вертикально-свердлильний верстат 2С150ПМФ4
035	Термічна 1. Термообробити (загартувати) деталь 2. Відпустити 3. Очистити від окалини	Установка СВЧ

						Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

040	Шліфувальна 1. Шліфувати внутрішню поверхню	Внутрішньошліфувальний верстат 3А227
045	Шліфувальна 1. Шліфувати зовнішню поверхню	Круглошліфувальний верстат 3Б153
050	Зубошліфувальна 1. Шліфувати 38 зубів модулем $m=3$ мм	Зубошліфувальний верстат 5В833
055	Слюсарна 1. Зачистити задири на зубчастому вінці	Верстак
060	Миття деталі	Мийний автомат
065	Контрольна Контроль всіх деталі	Контрольні пристрої та інструменти

2.4. Розрахунок міжопераційних та загальних припусків

Припуском на обробку називається шар металу, що підлягає видаленню з поверхні заготовки в процесі обробки для отримання готової деталі.

Загальним припуском на обробку заготовки називається шар металу, що видаляється з поверхні заготовки в процесі механічної обробки з метою отримання готової деталі.

Міжопераційний припуск - це шар металу, що видаляється з поверхні заготовки при виконанні окремої операції.

Припуск призначають для компенсації похибок, що виникають в процесі попереднього і виконуваного переходів технологічного процесу виготовлення деталі.

Припуск задається на сторону. Припуск визначають різницею між розмірами заготовки та готової деталі по робочим кресленням.

						Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок припусків на обробку проводимо для поверхні $\varnothing 16H7$ мм, на решту оброблюваних поверхонь призначаємо припуски і допуски по ДСТУ 7505-89.

Вихідні дані: Деталь «Зірочка» - маса 0.73 кг, спосіб отримання - лиття, матеріал – Сталь 35ГЛ ДСТУ 8781:2018.

Таблиця 2.6. Розрахунок припусків та граничних розмірів за технологічними переходами на обробку поверхні $\varnothing 16H7$

Техн. переход и обробки поверхні $\varnothing 16H7$	Елементи припуска				Розвий прип. $2Z_{min}$ мкм	Розвий діаметр d_e мм	Допуск δ мкм	Критичні розміри		Критичні значення припусків	
	R_z мкм	T мкм	ε мкм	ρ мкм				dm in мм	dmax мм	$2Z_{m}^{pp}$ in мкм	$2Z_{ma}^{pp}$ x мкм
Заготовка	40	260	1	326		17,75	800	14,75	15,55		
Розточування	30	30	20	16	2*626	16,05	250	13,05	15,3	1700	2250
Шліфування	10	20	1	-	2*76	15,9	100	13,9	16	150	300

Величини R_z і T характеризують поверхні лиття складають:

$$R_z - 40 \text{ мкм}, \quad T - 260 \text{ мкм}$$

Для точіння:

$$R_z = 30; \quad T = 30 \text{ мкм}$$

Для шліфування:

$$R_z = 10; \quad T = 20 \text{ мкм}$$

						Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Сумарне значення просторових відхилень для заготівлі даного типу визначиться за формулою:

$$\rho_3 = \sqrt{\rho_{\text{кор}}^2 + \rho_{\text{ст}}^2}$$

Викривлення слід враховувати як у діаметральному, так і в осьовому його перетині, тому:

$$\rho_{\text{кор}} = \sqrt{(\Delta_k d)^2 + (\Delta_k l)^2}$$

$$\rho_{\text{кор}} = \sqrt{(0,7 \times 40)^2 + (0,7 \times 114)^2} = 85 \text{ мкм}$$

Для нашого випадку $\rho_{\text{ст}}$ згідно схеми дорівнює допуску на довжину розмір 114 мм.

Отже, $\rho_{\text{ст}}$ приймаємо рівним 300 мкм.

Тоді:

$$\rho_3 = \sqrt{85^2 + 300^2} = 326 \text{ мкм}$$

Залишкове просторове відхилення після розточування:

$$\rho_1 = 0,05 \times \rho_3 = 0,05 \times 326 = 16 \text{ мкм}$$

Похибка установки заготовки в оправці приймаємо:

$$\epsilon_y = 20 \text{ мкм}$$

Залишкова похибка установки:

$$\epsilon_{y2} = 0,05 \times \epsilon_y = 0,05 \times 20 = 1 \text{ мкм}$$

На підставі записаних у таблиці даних виробляємо розрахунок мінімальних значень міжопераційних припусків, користуючись основною формулою:

$$2Z_{\text{min}} = 2 \times (R_{z_{i-1}} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \epsilon_i^2})$$

Мінімальний припуск під точіння:

					Арк.
					19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

$$2Z_{\min 1} = 2 \times (40 + 260 + \sqrt{326^2 + 20^2}) = 2 \times 626 \text{ мкм}$$

Шліфування:

$$2Z_{\min 2} = 2 \times (30 + 30 + \sqrt{16^2 + 1^2}) = 2 \times 76 \text{ мкм}$$

Графа таблиці 2.8. «Розрахунковий розмір» (d_e) заповнюємо починаючи з кінцевого (креслярського) розміру послідовним збільшенням розрахункового мінімального припуску кожного технологічного переходу:

$$d_2 = 15,9 + 0,152 = 16,052 \approx 16,05 \text{ мм}$$

$$d_1 = 16,05 + 1,252 = 17,302 \approx 17,3 \text{ мм}$$

Визначаємо найбільші граничні розміри додатком допуску на обробку по округленому розміру:

$$d_{\max 2} = 15,9 + 0,1 = 16 \text{ мм}$$

$$d_{\max 1} = 16,05 + 0,25 = 16,3 \text{ мм}$$

$$d_{\max 3} = 17,75 + 0,8 = 18,55 \text{ мм}$$

Граничні значення припусків $Z_{\text{прmax}}$ визначаємо як різницю найменших граничних розмірів і $Z_{\text{прmin}}$ – як різниця найменших граничних розмірів попереднього і виконаного переходів:

$$2Z_{\text{прmax}2} = 16,3 - 16 = 0,3 \text{ мм} = 300 \text{ мкм}$$

$$2Z_{\text{прmax}1} = 18,55 - 16,3 = 2,25 \text{ мм} = 2250 \text{ мкм}$$

$$2Z_{\text{прmin}2} = 16,05 - 15,9 = 0,15 \text{ мм} = 150 \text{ мкм}$$

$$2Z_{\text{прmin}1} = 17,75 - 16,05 = 1,7 \text{ мм} = 1700 \text{ мкм}$$

Загальні припуски $Z_{\text{оmax}}$ і $Z_{\text{оmin}}$ визначаємо, підсумовуючи проміжні припуски, і записуємо їх значення внизу відповідних граф:

$$2Z_{\text{оmin}} = 1700 + 150 = 1850 \text{ мкм}$$

$$2Z_{\text{оmax}} = 2250 + 300 = 2550 \text{ мкм}$$

Загальний номінальний припуск:

$$Z_{\text{оном}} = Z_{\text{оmin}} + H_3 - H_q$$

Нижнє відхилення заготовки знаходимо за ДСТУ:

						Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$H_3 = 400 \text{ мкм}$$

$$Z_{\text{оном}} = 1850 + 400 - 100 = 2150 \text{ мкм}$$

$$d_{\text{зном}} = 15,9 + 2,150 = 18,05 \text{ мм}$$

Робимо перевірку правильності виконаних розрахунків:

$$Z_{\text{пmax2}}^{\text{п}} - Z_{\text{пmin2}}^{\text{п}} = 300 - 150 = 150 \text{ мкм}$$

$$\delta_2 - \delta_1 = 250 - 100 = 150 \text{ мкм}$$

$$Z_{\text{пmax1}}^{\text{п}} - Z_{\text{пmin1}}^{\text{п}} = 2250 - 1700 = 550 \text{ мкм}$$

$$\delta_3 - \delta_2 = 800 - 250 = 550 \text{ мкм}$$

Розрахунки виконані вірно.

2.5. Вибір технологічного оснащення, різального та контроль- вимірювального інструментів

Таблиця 2.6. Зведена таблиця використовуваного технологічного оснащення
для обробки деталі «Подвійна зірочка»

№ опер.	Назва операції	Пристрій	ДСТУ
1	2	3	4
005	Токарна з ЧПК	Патрон 3-х кулачковий 1287-3421	ДСТУ 3456
010	Токарна з ЧПК	Патрон 3-х кулачковий 1287-3421	ДСТУ 3456
015	Токарна	Патрон 3-х кулачковий 1287-3421	ДСТУ 3456
020	Токарна	Патрон 3-х кулачковий 1287-3421	ДСТУ 3456

						Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

025	Зубофрезерна	Спеціальний	-
030	Вертикально-свердлильна	Кондуктор	ДСТУ 21028-75
035	Вертикально-свердлильна	Кондуктор	ДСТУ 21028-75
040	Шліфувальна	Патрон повідковий	ДСТУ2571-81
045	Зубошліфувальна	Патрон повідковий	ДСТУ2571-81
050	Шліфувальна	Патрон повідковий	ДСТУ2571-81

Таблиця 2.7. Використовуваний контрольно-вимірювальний інструмент для обробки деталі «Подвійна зірочка»

№ опер.	Назва операції	Контрольно-вимірювальний інструмент
1	2	3
005	Токарна з ЧПК	Штангенциркуль ШЦЦ-III-250-800-0,01
010	Токарна з ЧПК	Штангенциркуль ШЦЦ-III-250-800-0,01
015	Токарна	Штангенциркуль ШЦЦ-III-250-800-0,01
020	Токарна	Штангенциркуль ШЦЦ-III-250-800-0,01
025	Зубофрезерна	Крокомір КШ-2
030	Вертикально-свердлильна	Мікрометричний глибиномір
035	Вертикально-свердлильна	Мікрометричний глибиномір
045	Шліфувальна	8113-0270 Калібр-скоба
050	Зубошліфувальна	Крокомір КШ-2
055	Шліфувальна	Спеціальна калібр-пробка

2.6. Розрахунок режимів різання та нормування ТП розрахунково-аналітичним методом

Операція 005 Токарна з ЧПК

Розрахуємо аналогічно режими різання на чорнову токарну обробку зовнішньої поверхні зірочки діаметром $\phi 120$, $\phi 16H7$. Зміст операції:

1. Точити поверхні, витримуючи розміри $\phi 120$, $\phi 16$
2. Начорно розточити $\phi 16H7$ в розмір $\phi 15h10$ мм.

Різальний інструмент – різець прохідний, Т15К6, 2101-0551.

Верстат –токарний верстат 16К20Ф3.

Допустима швидкість різання згідно з [11]:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S_Z^y} \cdot K_v = \frac{340}{60^{0,2} \cdot 1,5^{0,15} \cdot 0,5^{0,45}} \cdot 0,94 = 181 \text{ м / хв}$$

де $C_v=340$ – коефіцієнт, що характеризує матеріал заготовки і інструмента;

$t=1,5$ – глибина різання начорно, мм;

$T=60$ – стійкість інструмента, хв;

$S_{об}=0,5$ – подача, мм/об;

m, x, y – показники степені. [1, табл. 39];

$K_v=0,94$ – поправочний коефіцієнт:

Число обертів:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 181}{3,14 \cdot 133} = 433 \text{ об / хв},$$

Приймаємо $n = 400 \text{ об / хв}$.

Тоді:

						Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 133 \cdot 400}{1000} = 167 \text{ м / хв};$$

Розрахуємо основний машиний час обробки за формулою:

$$T_o = \frac{L_{p.x}}{S_o \cdot n} = \frac{50}{0,5 \cdot 400} = 0,25 \text{ хв};$$

Аналогічно розрахуємо режими різання на підрізання торця:

$$V = 167 \text{ м / хв};$$

$$n = 400 \text{ об / хв};$$

$$T_o = \frac{L_{p.x}}{S_o \cdot n} = \frac{31}{0,5 \cdot 400} = 0,15 \text{ хв};$$

Операція 025 Зубофрезерна

Розрахуємо режими різання на фрезерування зубців: кількість $z=38$, модуль $m=3$ мм.

Зміст операції - Фрезерувати 38 зубів модулем $m=3$ мм.

Кількість зубців:

$$z=38;$$

Модуль:

$$m=3 \text{ мм.}$$

Різальний інструмент – фреза черв'ячна спеціальна.

Верстат - Зубофрезерний 53А20В.

Довжина робочого ходу:

$$L_{p.x} = (L + l + l_1) \cdot z = (40 + 8 + 2) \cdot 31 = 1550 \text{ мм};$$

						Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Подача, згідно з [2, КАРТА 3-2]:

$$S_o = S_{ТАБЛ} \cdot K_s \cdot \cos \beta = 2,6 \cdot 1 \cdot 1 = 2,6 \text{ мм/об};$$

де K_s - коефіцієнт, що залежить від оброблюваного матеріалу;

β - кут нахилу зуба до осі косозубого колеса.

Швидкість різання:

$$V = V_{ТАБЛ} \cdot K_1 \cdot K_2 = 35 \cdot 1 \cdot 1,2 = 42 \text{ м/хв};$$

де K_1 - коефіцієнт, що залежить від оброблюваного матеріалу;

K_2 - коефіцієнт, що залежить від стійкості інструменту.

Кількість обертів фрези:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 42}{3,14 \cdot 124} = 100 \text{ об/хв};$$

Основний час на операцію:

$$T_o = \frac{L_{р.х}}{S_o \cdot n} = \frac{1550}{2,6 \cdot 100} = 5,96 \text{ хв};$$

Операція 035 Вертикально-свердлильна

Верстат – вертикально-свердлильний 2С150ПМФ4.

- розмір столу 500*1000

- частота обертання шпинделя 28 – 3500 об/хв.

- потужність 13 кВт

Перехід 1. Свердлити 2 отвори $\phi 6$ мм на прохід

						Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Інструмент – свердло спіральне $\phi 3$, Р6М5.

1. Довжина робочого ходу:

- довжина різання 24 мм

- довжина врізання і перебігу $l_1=3$ мм (стр. 206, пр.1; лис.2 [7]) :

$$L_{p.x} = L + l_1 = 24 + 3 = 27 \text{ мм}$$

2. Подача (стр. 206 [15]):

$$S=0.28 \text{ мм/об;}$$

3. Осьове зусилля:

$$P_o = C_p \times S^y \times D^q \times K^p = 42.7 \times 0.28^{0.8} \times 9^1 \times 0.95 = 88 \text{ Н}$$

4. Показники степеня (по табл.32 стр.281):

$$y=0.8 ; q=1.0$$

5. Швидкість різання:

$$V = 90 \text{ м/хв. (стр. 206 [15]);}$$

6. Частота обертання:

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 90}{3.14 \cdot 9} = 3400 \text{ об/хв.}$$

7. Хвилинна подача:

$$S_M = S \times n = 0.28 \times 3400 = 952 \text{ мм/хв.}$$

						Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

8. Крутний момент:

$$M_{кр} = 10C_M \times D^q \times S^y \times K_p = 10 \times 0,021 \times 6,5^2 \times 0,28^{0,8} \times 0,95 = 4,4 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Коефіцієнти – (табл.32; стр.281; [2])

$$K_p = K_{мр} = 0,95 \text{ (табл.9; стр. 84 [2])}$$

9. Потужність різання:

$$N_E = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{4,4 \cdot 3400}{9750} = 1,53 \text{ кВт}$$

Перевірка режиму різання за потужністю головного привода верстата :

$$N \leq N_{\text{дд}} = 1,53 \leq 13$$

10. Основний час:

$$t_o = \frac{L}{S_M} = \frac{27}{952} \times 4 = 0,11 \text{ хв.}$$

В умовах серійного виробництва технологічні норми часу встановлюються розрахунково-аналітичним методом.

Операція 005 Токарна з ЧПК

Різальний інструмент – різець прохідний, Т15К6, 2101-0551.

						Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Верстат – токарний верстат з ЧПК 16К20Ф3.

Основний час:

$$T_0 = 1,15xв$$

Допоміжний час:

$$T_{доп} = T_{уст} + T_{пер} + T_{зм} + T_{к} = 0,65 + 0,12 \cdot 2 + 0,2 + 0,13 = 1,22xв$$

де $T_{уст}$ - [6, КАРТА 2];

$T_{пер}$ - [6, КАРТА 18, лист 1];

$T_{зм}$ - [6, КАРТА 2];

$T_{к}$ - [6, КАРТА 86, лист 7];

Оперативний час:

$$T_{оп} = 1,15 + 1,22 = 2,37xв$$

Норма штучного часу:

$$T_{шт} = 1,15 + 1,22 + 0,035 \cdot 2,37 + 0,04 \cdot 2,37 = 2,55xв$$

$$T_{обс} = 3,5\%(T_{оп}) [6, КАРТА 64];$$

$$T_{відн} = 4\%(T_{оп}) [6, КАРТА 64];$$

Норма штучно-калькуляційного часу:

$$T_{шт.к} = 2,55 + \frac{14}{22} = 3,2xв$$

$$T_{п.з} = 14xв [6, КАРТА 19];$$

						Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Операція Зубофрезерна 025

Різальний інструмент -2210-4087 фреза, Р6М5.

Верстат - зубофрезерний мод. 53А20В.

Основний час:

$$T_o = 5,96xв$$

$$T_{дон} = 0,8 + 0,2 = 1xв [6, КАРТА 63];$$

Оперативний час:

$$T_{оп} = 5,96 + 1 = 6,96xв$$

Норма штучного часу:

$$T_{шт} = 5,96 + 1 + 0,04 \cdot 6,96 + 0,04 \cdot 6,96 = 7,52xв$$

$$T_{обс} = 4\%(T_{оп}) [6, КАРТА 64];$$

$$T_{вдон} = 4\%(T_{оп}) [6, КАРТА 64];$$

Норма штучно-калькуляційного часу:

$$T_{шт.к} = 7,52 + \frac{24}{22} = 8,61xв$$

$$T_{п.з} = 24xв [6, КАРТА 64].$$

						Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1. Розрахунок та конструювання спеціального верстатного пристрою для операції 030 Вертикально-свердлильна

Даний пристрій є однопозиційним та чотирьохмісним. Його застосовують для закріплення деталі «Подвійна зірочка» на свердлильному верстаті з ЧПК моделі 2С150ПМФ4 для проведення свердління 2 отворів $\Phi b h 12$ в умовах серійного типу виробництва.

Пристрій підвищує продуктивність праці на операції за рахунок зменшення норми часу на операцію внаслідок скорочення допоміжного часу на встановлення та зняття деталі з пристроєм.

За службовим призначенням даний пристрій являється спеціальним верстатним свердлильним пристроєм. Це пояснюється, тим, що у цьому пристрої свердлиться 2 отвори в заготовці на свердлильному верстаті з ЧПК моделі 2С150ПМФ4 і іншу деталь та іншу операцію у заданному пристрої виконати не можливо, тобто, цей пристрій служить лише для однієї деталі-операції.

За типом затискного механізму у пристрій є механізований. Затиск заготовки здійснюється пневмоциліндром двохсторонньої дії.

За кількістю одночасно встановлених деталей пристрій чотиримісний, за кількістю позицій – однопозиційний.

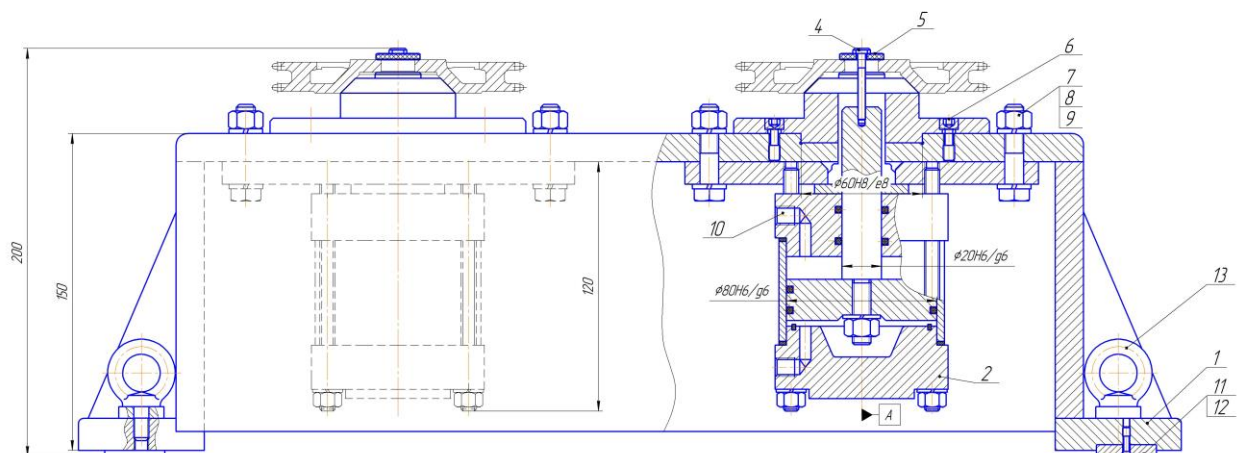


Рисунок 3.1. Принципіальна схема:

					Арк.
					30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

1. Корпус. 2. Пневмоциліндр. 3. Палець з основою. 4. Болт швидкоз'ємний.
5. Шайба швидкоз'ємна. 6. Гвинт з шестигранною головкою. 7. Болт М10. 8.
Гайка М10. 9. Шайба пружинна. 10. Штифт. 11. Шпонка напрямна. 12. Гвинт
М4. 13. Рим-болт

Опис будови пристрою

Пристрій складається з зварного корпусу (1), який має 4 проушини, та дві напрямні шпонки (11), які базують пристрій на столі верстата по центральному (найточнішому) пазу, та закріплюється болтами. Шпонки (11) встановлюють на основі корпусу в пазі та фіксуються гвинтами (12) Корпус (1) коробчастої форми і в середині має пневмоциліндр двосторонньої дії (2), який кріпиться на передньому фланці болтами М10 (7) до корпусу пристрою. Заготовка базується центральним отвором $\phi 16H7$ з мінімальним зазором на пальці (3), який в свою чергу встановлений в корпусі пристрою і базується в підготовлених отворах корпусу та штифтами (10), і також закріплюється для більшої надійності (адже це одна із найвідповідальніших деталей пристрою, яка визначає положення деталі в пристрої) гвинтами з шестигранною головкою (6). Зважаючи що пристрій шестипозиційний він має велику вагу, тому в корпусі (1), вигвинчено 4 рим-болти (13), за допомогою яких деталь буде піднята краном на стіл верстата.

Принцип дії пристрою

Заготовка встановлюється робітником вручну на палець (3), та зажимається швидкозмінним болтом (4) та швидкозмінною шайбою (5), далі включається подача повітря в штокову порожнину пневмоциліндра (2), і поршень разом зі штоком починають рухатись вниз (режим тяги), тягнучи за собою швидкозмінний болт М8 (4), який вгвинчений в шток пневмоциліндра,

						Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

та прижимає заготовку за допомогою швидкозмінної шайби (5). Заготовка зажата і отримала повне базування, готова до обробки. Після здійснення обробки, повітря подається в безштокову порожнину пневмоциліндра, поршень зі штоком рухається вгору (режим штовхання) і відповідно весь затискний механізм теж рухається вгору, робітник вручну за допомогою ключа відкручує болт з шайбою та знімає заготовку, і встановлює інше.

3.2. Розрахунок похибок базування розмірів, що виконуються на даній операції

Розраховуємо похибку базування.

Маємо формулу:

$$\Delta\epsilon_6 = \delta_1 + \delta_2 + 2\Delta$$

де: δ_1 – допуск на отвір;

δ_2 – допуск напалець;

2Δ – мінімальний радіальний зазор.

Підставимо числа, отримаємо:

$$\Delta\epsilon_6 = 0,054 + 0,022 + 0,012 = 0,088 \text{ мм.}$$

Так як формула 1 дана для половини розміру 172,5, то допуск в розрахунках приймаємо в два рази менший. Тобто $Td = 0,1$ мм. Порівнюємо його з похибкою на розмір.

$$Td = 0,1 \text{ мм} > \Delta\epsilon_6 = 0,088 \text{ мм.}$$

Умова виконується, точність виконання розміру забезпечується.

Висновок: так, як похибки базування розмірів, що виконуються на даній операції менші допустимих відхилень поверхні деталі, то ми можемо зробити висновок, що пристрій задовольняє отримання необхідної точності оброблених поверхонь.

						Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.3. Схема дії сил та моментів, рівняння рівноваги, необхідна сила затиску

1. Розробляємо розрахункову схему дії сил та моментів, що діють на заготовку в процесі обробки.

2. З умови рівноваги заготовки під дією всіх сил та моментів, що виникають в процесі обробки, та з врахуванням коефіцієнту запасу затискання K_3 складаємо рівняння взаємодії моментів різання та моментів тертя:

$$K_3 \cdot M_p \leq M_{тр1} + M_{тр2}$$

де $M_{тр1}$, $M_{тр2}$ – момент тертя між верхнім торцем деталі та поверхнею швидкоз'ємної шайби та нижнім торцем деталі і основою пристрою відповідно.

$$K_3 \cdot M_p \leq Q_3 \cdot f_1 \cdot R_{пр1} + (Q_3 + P_0) f_2 \cdot R_{пр2}$$

$$M_p = P_z \cdot R_{пр}$$

$$P_z = M_{кр} / R$$

де $R_{пр}$ – приведений радіус дії сили P_z ;

$M_{кр}$ – крутний момент, що виникає при обробці отворів;

R – радіус отвору.

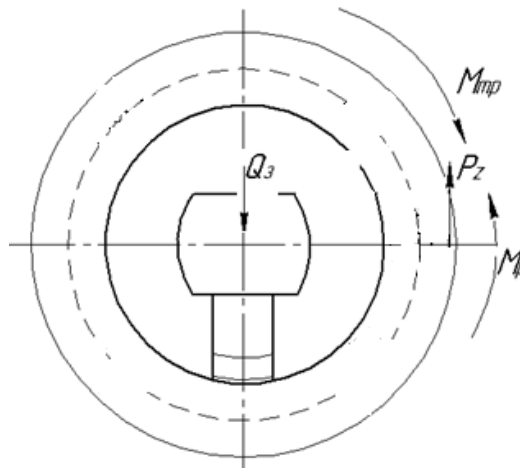


Рисунок 3.2. Схема взаємодії сил та моментів для розрахунку необхідної

сили затискання: M_p – момент різання; $M_{тр}$ – момент тертя;

Q_3 – сила затиску

					Арк.
					33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

З попередніх розрахунків видно, що найбільший крутний момент та осьова сила при свердлінні отворів діаметром 6 мм, тому необхідну силу затиску розраховуватимемо саме для цього переходу. Відповідно цієї сили затиску буде достатньо для 2 попередніх переходів:

$$M_{кр}=22,2\text{Нм}$$

$$P_o=2225\text{Н}$$

$$P_z = \frac{22,2}{6} = 3,7 \text{ Н}$$

$$M_p = 3,7 \cdot (35+6) = 151,7\text{Н}$$

Визначення коефіцієнту запасу затискання:

$$K_3 = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6$$

$K_0=1,5$ – гарантований запас затискання;

$K_1=1,2$ – підвищення сил різання при чорновій обробці;

$K_2=1,1$ – підвищення сил різання внаслідок затуплення інструменту;

$K_3=1,0$ – обробка здійснюється без ударів;

$K_4=1,0$ – затискний механізм за допомогою пневмоциліндра двохсторонньої дії;

$K_5=1,0$ – рукоятка затискного механізму має зручне розташування;

$K_6=1,0$ – деталь має обмежену поверхню контакту з опорними елементами.

$$K_3 = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,98$$

Для надійності затискання коефіцієнт запасу затискання K_3 приймаємо рівним 2,5.

Виходячи з рівняння моментів та з врахуванням заданих умов обробки визначаємо величину сили Q_3 необхідної для надійного затискання деталі:

						Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_3 = \frac{K_3 M_p - P_o f_2 R_{np2}}{f_1 R_{np1} + f_2 R_{np2}}$$

$$R_{np1} = \frac{1}{3} \frac{D^3 - d^3}{D^2 - d^2} = \frac{1}{3} \cdot \frac{50^3 - 45^3}{50^2 - 45^2} = 23,8 \text{ мм}$$

$$R_{np2} = \frac{1}{3} \frac{D^3 - d^3}{D^2 - d^2} = \frac{1}{3} \cdot \frac{55^3 - 49^3}{55^2 - 49^2} = 26 \text{ мм}$$

$$Q_3 = \frac{2,5 \cdot 151,7 - 2225 \cdot 0,16 \cdot 26}{0,16 \cdot 23,8 + 0,16 \cdot 26} = -1123,3 \text{ Н}$$

Знак «-» показує, що сила Q_3 направлена вниз і пневмоциліндр працює в режимі тяги. Надалі знаком «-» можна нехтувати.

Сила, що необхідна для надійного затискання деталі в пристрої відповідно до заданих умов обробки складає $Q_3=1123,3\text{Н}$. Коефіцієнт запасу затискання складає $K_3=2,5$.

3.4. Розрахунок основних параметрів затискного механізму, фактична сила затиску

Так як, в виконуваному спец пристрої використовується пневмоциліндр двохсторонньої дії, і він працює в режимі тяги, то формула для розрахунку сили затискуна штоці буде наступна:

$$P_{шт} = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} p \eta, (\text{Н})$$

де D – діаметр поршня; d –діаметр штока; p –тиск повітря в мережі; η - ККД; $p=0,4\text{МПа}$; $\eta =0,85$.

Як відомо, що $d = 0,15D$, то підставивши в формулу отримаємо:

						Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P_{ум} = Q_3 = \frac{\pi(D^2 - 0,15D^2)}{4} p\eta$$

$$D = \sqrt{\frac{4Q_3}{\pi p \eta (1 - 0,15^2)}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1123,3}{3,14 \cdot 0,4 \cdot 0,85 \cdot 0,9775}} = 66,1 \text{ мм}$$

За ДСТУ 3455.2 – 96 вибираємо пневмоциліндр двосторонньої дії з тормозіння з кріпленням на передньому фланці, приймаємо найбільше ближче значення діаметру поршня та діаметру штока $D_{ц}=80 \text{ мм}, d_{шт}=25 \text{ мм}$.

Зайдемо дійсну силу затиску пневмоциліндра двохсторонньої дії за формулою:

$$P_{ум} = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} p\eta = \frac{3,14(80^2 - 25^2)}{4} 0,4 \cdot 0,85 = 1541 \text{ Н}$$

Отже, дійсна сила затиску заготовки буде 1541Н, і цієї сили буде достатньо для надійного закріплення заготовки у пристрої, при пневмоциліндрі з $D_{ц} = 80 \text{ мм}, d_{шт} = 25 \text{ мм}$.

						Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Боженко Л. І. Технологія виробництва заготовок у машинобудуванні. Київ: НМК ВО, 1990. 264 с.
2. Добрянський С.С., Малафєєв Ю.М. Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи з дисципліни «Проектування та виробництво заготовок». Проектування та виробництво литих заготовок. К.:НТУУ «КП», 2011. 42 с.
3. Добрянський С.С., Малафєєв Ю.М., Пуховський Є.С. Проектування і виробництво заготовок. К.: НТУУ «КП», 2014. 353 с.
4. Пилипець М.І., Комар Р.В. Технологічні методи виробництва заготовок деталей машин. Тернопіль, 2019. 58 с.
5. Руденко П. О., Харламов Ю. О., Шустик О. Г. Вибір, проектування і виробництво заготовок деталей машин. Київ: ІСДО, 1993. 304 с.
6. Сологуб М.А., Рожнецький І.О., Некоз О.І., Горпенюк М.А., Прейс Г.О. Технологія конструкційних матеріалів; за ред. Сологуба М.А. 2-ге вид., перероб. і допов. К.:Вища шк., 2002. 374 с.
7. Кирилович В.А., Мельничук П.П., Яновський В.А. Нормування часу та режимів різання для токарних верстатів з ЧПУ: Навчальний посібник для студентів спеціальностей 7.090202 “Технологія машинобудування”, 7.090203 “Металорізальні верстати і системи”, 7.092501 “Автоматизоване управління технологічними процесами і виробництвами” / Під заг. ред. В.А. Кириловича. – Житомир: ЖІТІ, 2001.– 600 с.
8. Яновський В.А., Сніцар В.Г. Технологічна оснастка. Практичні заняття. Навчально – методичний посібник. – Житомир: ЖДТУ, 2005. – 120 с
9. Железна А.О., Кирилович В.А.: «Основи взаємозамінності, стандартизації та технічних вимірювань». Навчальний посібник.-Житомир.: ЖІТІ, 2002. - 616 с.
10. Канарчук В.Є. Надійність машин [Текст] / В.Є. Канарчук, С.К. Полянський, М.М. Дмитрієв. – К.: Либідь, 2003. – 424 с.
11. Загальномашинобудівні нормативи часу та режимів різання, для нормування робіт, виконуваних на універсальних та багатоцільових верстатах з ЧПУ. Частина 1.: Машинобудування, 1990 р. – 206 с.

						Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

						Арк.
						38
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		