**ТЕХНИЧЕСКИ УНИВЕРСИТЕТ - СОФИЯ**

****

**Машинно - Технологичен Факултет**

**Катедра: Технология на машиностроенето металорежещи машини**

**КУРСОВА РАБОТА**

**Проектиране на технологичен процес за**

**механична обработка на РСД**

Разработил:

Студент: Николай Синоров Р-л курсова работа:

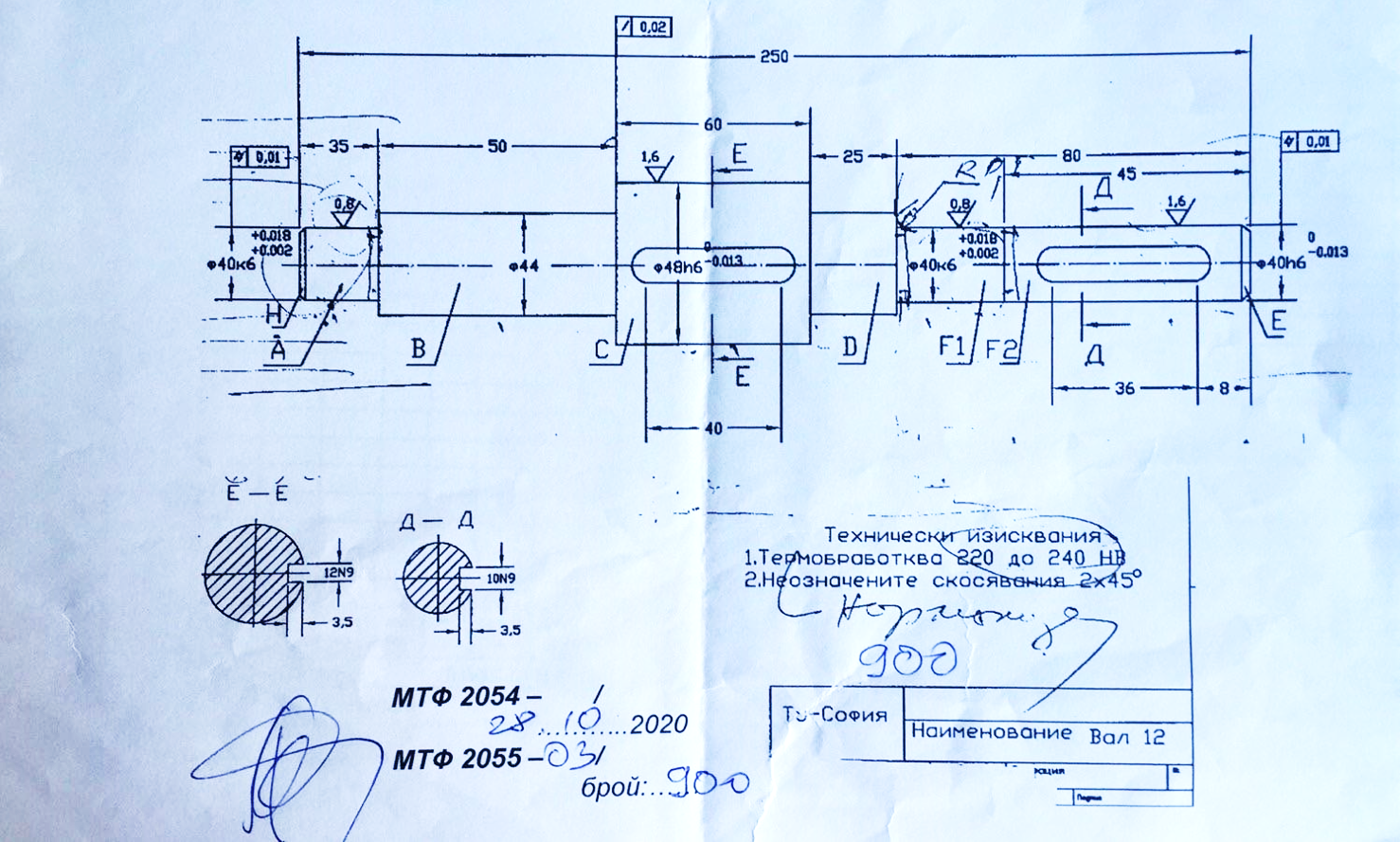
Факултет: СФ

Специалност: ИМ /……………………../

Фак. № 161219049

2021

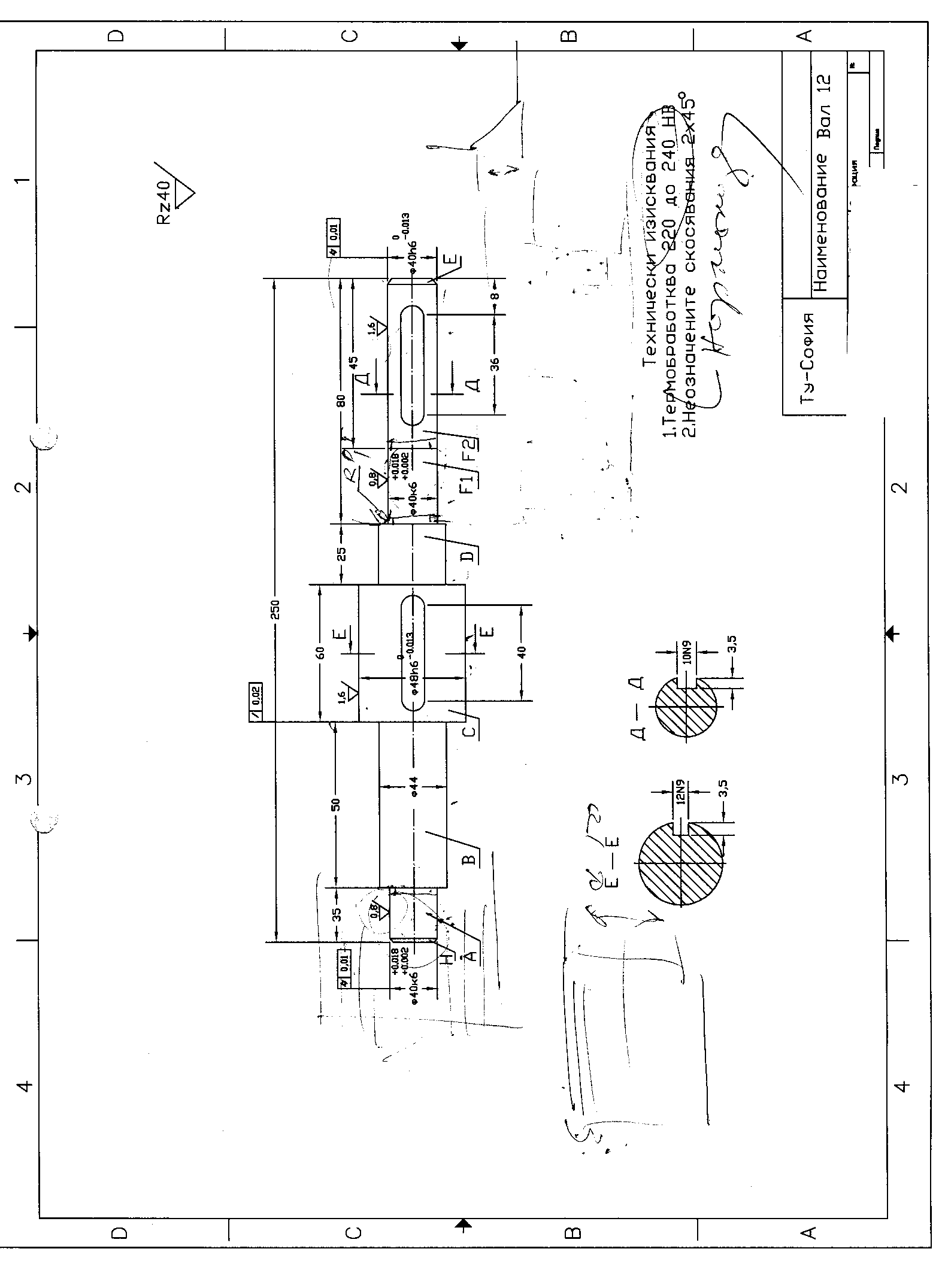
**СЪДЪРЖАНИЕ НА ОБЯСНИТЕЛНАТА ЗАПИСКА**

****

1. Анализ на входните данни ; Определяне на типа на производство.
2. Избор на вида на заготовката и метода на получаването й;
3. Разработване на последователността на операциите; Избор на начин и средства за установяване.
4. Избор на машини, режещи и измервателни инструменти и на технологична екипировка.
5. Определяне на размерите на заготовката и междинните размери.
6. Определяне режимите на рязане.
7. Нормиране на времето за изпълнение на операциите.
8. *Анализ на входните данни.*

*Определяне на типа на производството.*

Зададеният детайл е вал 12



Комплектът основни базови повърхнини на детайла включва:

- външна цилиндрична Ø40 k6 (Т = 0,016);

- външна цилиндрична Ø48 h6 (Т = 0,013);

- външни цилиндрични Ø40 k6 (Т = 0,016);

- външни цилиндрични Ø40 h6 (Т = 0,013);

и прилежащите им челни повърхнини.

- външната цилиндрична Ø44 - свободна повърхнина;

Дължината на детайла L = 250 mm.

За базовите цилиндрични повърхнини Ø40 k6 имаме зададена грапавост Ra = 0.8 µm.

При другите базови повърхнини – Ø40 h6 и Ø48 h6, грапавостта е Ra = 1.6 µm.

При незададена грапавост приемаме, че тя е Rz = 40 µm.

За изпълнение са зададени два броя шпонкови канали 40 mm и 36 mm и две фаски 2 х 45°.

Оразмеряването на детайла включва и свободни размери (по 9-11) степен на точност (примерно ∅44 ), с което конструктивната документация отговаря на изискванията по ЕСКД и не се налагат конструктивни промени.

От анализа на чертежа следва, че посочените размери, както и изискванията за грапавост на повърхнините са достатъчни за изработването на детайла. Всички повърхнини са стандартни цилиндрични повърхнини, включително и шпонковите канали, и могат да се изработят със стандартни режещи инструменти и технологични процеси. Няма повърхнини, които да изискват специални инструменти или технологични процеси.

Не са предвидени технологични канали за свободен достъп и изход на режещите инструмента за базовите повърхнини Ø40 и прилежащите им челни повърхнини Ø44. Не са изяснени преходите между цилиндричниje повърхнини Ø48 и Ø44 – необходим е радиусен преход R.

Въз основа на горепосоченото може да се направи следното заключение:

* Имаме изискване за точност на размери и форма за отговорните (базови) повърхнини, които могат да бъдат осигурени със стандартни технологични процеси и инструменти.
* Имаме адекватни изисквания за грапавост на базовите повърхнини, които могат да се осигурят със стандартни технологични процеси и инструменти;
* След съгласуване, в документацията могат да се добавят технологични освобождаващи канали и радиуси на закръгление в преходите между стъпалата.

При направената качествена оценка се установява, че конструкцията като съчетание от повърхнини не е сложна и няма повърхнини, които да затрудняват механичното обработване. С избраните в курсовата работа машини и инструменти ще бъде възможно производството на вала, вземайки предвид всичките ни зададени изисквания за точност, грапавост и размери.

Необходимите операции за изработването на детайла от заготовката ще са струговане, шлифоване и фрезоване.

* 1. *Определяне на типа на производство*

Типът на производството може се определя от зададената годишна производствена програма – N = 900 бр/год. от която стойност се определя типа на производството от специално разработени номограми.

Типът на производство може да се определи, като се изчисли масата на заготовката, която заедно с обема на серията за планов период – N = 900 бр., ще може да ни ориентира за типа на производство.

Ако се приеме заготовка прокат от стомана с цилиндрична форма, диаметър Dзаг, и дължина Lзаг , то масата на изходната заготовка ще се определи чрез нейния обем и плътността на стоманата – γ = 0,00785 kg / cm3.

Ако се приеме дължина на заготовката Lзаг ≈ 255 мм = 25,5 см, и диаметър   
Dзаг ≈ 52 мм = 5,2 см, след заместване за масата се получава :

 = ≈ 4,25 kg.

При маса на заготовката М = 2,5 ÷ 5,0 кг и обем на партидата 500 ÷ 35 000 бр. , ***типът*** на производство е ***средно серийно***.

За разработване на курсовата работа се приема, че типът на производство е : ***средно серийно***

1. *Избор на вида на заготовката и метода на получаването й.*

За зададения детайл , като се има предвид годишната производствена програма – 900 бр/год. което съответства на средно-серийно производство и сравнително малките разлики между отделните стъпала (Ø40 – Ø48) изборът на заготовка е горещо валцован прътов материал.

Прокатът е с нормална точност. След което трбява да бъде нарязан на единични заготовки, от което следва, че първата операция на технологичния процес трябва да бъде отрязвяне.

1. *Съставяне на маршрутен технологичен процес (МТП) за изработване на детайли*
   1. *Избор на методите за обработване на повърхнините*

От табл. 2.3. се установява, че изискванията за повърхнините се постигат:

Цилиндрична повърхнина Ø 40 k6 (T = 0.016) (Ra = 0.8 µm)

1.Струговане грубо

2.Струговане чисто

3. Шлифоване грубо

4. Шлифоване чисто

Цилиндрични повърхнини 2 х Ø 44 (Rz = 40 µm / Ra= 5 µm)

1. Струговане грубо

2. Струговане чисто

Цилиндрична повърхнина Ø 48 (T =0.013) (Ra= 1.6 µm)

1. Струговане грубо

2. Струговане чисто

3. Фрезоване на шпонков канал

4. Шлифоване еднократно

Цилиндрична повърхнина Ø 40k6 (T=0.016)(Ra=0.8 µm)

1. Струговане грубо

2. Струговане чисто

3. Шлифоване грубо

4. Шлифоване чисто

Цилиндрична повърхнина Ø 40 h6 (T=0.013)(Ra=1.6 µm)

1. Струговане грубо

2. Струговане чисто

3. Фрезоване на шпонков канал

4. Шлифоване еднократно

Струговане фаски – два броя 2х45°.

Фрезоване на шпонков канал – два броя – 36mm и 40mm.

Челни повърхнини, определящи дължината на детайла

От табл. 2.3 следва, че за двете челни повърхнини в двата края на заготовката е необходимо един преход и той е еднократно струговане на челните повърхнини.

* 1. *Разработване последователността на операциите:*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Операция | Металорежеща машина | Установяване на заготовката |
| 1 | Отрязване | механична ножовка ОН250 | в стиска |
| 2 | Центроване | Универсален струг /С11МВ/ | в патронник |
| 3 | Струговане | Универсален струг /С11МВ/ | между центри |
| 4 | Фрезоване | ФУ251 | в призма |
| 5 | Шлифоване | Шлифовъчна машина /ШКУ251/ | между центри |
| 6 | Контрол | КИП |  |

**Технологичен маршрут за обработване на повърхнините на РСД „Вал“**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| *Номер на :* | | **Последователност и съдържание  на операциите** | Машина | Базиране ; приспособление |
| ***Операция*** | ***Преход*** |
| **5** |  | **Отрезна** | Ножовка хидравлична   НХ251 | Стиска, закрепване по външна цилиндрична п-на |
|  | 1 | Отрязване на заготовка от прокат с дължина *Lзаг = 252 mm* |  |  |
| **10** |  | **Центроване** | Струг универсален – С11 МВ | Патронник;  базиране по външна цилиндрична п-на - първична база |
|  | 1, 2 | Подрязване на челна п-на *Н*. Свредловане на центрови отвор ø2,5 тип А | – “ – | – “ – |
| **15** |  | **Струговане** | – “ – | – “ – |
|  | 1 | Струговане на цилинд. п-на ø44 – грубо и подрязване на челото до размер *l* = 85 *mm.* | – “ – | – “ – |
| **20** |  | **Центроване** | Струг универсален – С11 МВ | Патронник; базиране по цилиндрична п-на ø44 и прилежащо чело *l* = 85 *mm* |
|  | 3, 4 | Обръщане. Подрязване на челната п-на до размер L=250± 0,5 mm. Свредловане на центрови отвор ø2,5 тип А | – “ – | – “ – |
| **25** |  | **Струговане** | Струг С11МВ / струг с ЦПУ | Центри; базиране по центрови отвори |
|  | 1 | Струговане п-на ø48 – грубо |  |  |
|  | 2 | Струговане п-на ø44 – грубо до *l* = 105 *mm* |  |  |
|  | 3 | Струговане челно на ø48 до *l* = 105 *mm* |  |  |
|  | 4 | Струговане п-на ø40 – грубо до *l* = 80 *mm* |  |  |
|  | 5 | Струговане п-на ø44 – грубо до *l* = 85 *mm ляво* |  |  |
|  | 6 | Струговане п-на ø40 – грубо до *l* = 35 *mm ляво* |  |  |
|  | 7 | Струговане на фаски 2 броя 2 х 45о |  |  |
| **30** |  | **Струговане** | Струг с повш. точност или струг с ЦПУ | Центри; базиране по центрови отвори |
|  | 1 | Струговане п-на ø48 – чисто до *l* = 105 *mm* |  |  |
|  | 2 | Струговане п-на ø44 – чисто до *l* = 105 *mm* |  |  |
|  | 3 | Струговане п-на ø44 – чисто до *l* = 85 *mm* |  |  |
|  | 4 | Струговане п-на ø40 – чисто до *l* = 80 *mm* |  |  |
|  | 5 | Струговане п-на ø40 – чисто до *l* = 35 *mm* |  |  |
| **35** |  | **Фрезоване** | Фреза ФУ251 | Призма с β = 120о ; закрепване с прихвати |
|  | 1 | Фрезоване на шпонков канал по ø40, ø10х3.5 |  |  |
|  | 2 | Фрезоване на шпонков канал по ø48, ø12х3.5 |  |  |
| **40** |  | **Контрол –** *междинен* | КИП |  |
| **45** |  | Термообработка - закаляване HB 220 - 240 | Установка ТВЧ |  |
| **45** |  | **Шлифоване** | Кръглошлиф.  машина ШКУ251 | Центри; базиране по центрови отвори |
|  | 1 | Шлифоване ø48, до размер ø48 ***h6*** |  |  |
|  | 2 | Шлифоване ø40 ляво и дясно до размер ø40 ***k6*** |  |  |
|  | 3 | Шлифоване ø40 дясно, до размер ø40 ***h6*** |  |  |
| **50** |  | **Контрол – *окончателен*** | КИП |  |

По аналогичен начин трябва да се продължи с табличното представяне на маршрутния ТП със струговите и шлифовъчни операции.

*3.3 Подробни описания за операциите и особености:*

* Първа операция – отрязване на единични заготовки от прътовия материал. Отрязване на заготовки с дължина L = 252 mm от прът с дължина L = 4 – 6 m и диаметър Ø52 mm.

• Втора операция – установяване на заготовката в патронника. Използват се предимно универсални тричелюстни и четиричелюстни патронници. В тях детайлът отначало се затяга леко и се проверява центровката му. Биенето може да се провери с тебешир, допиран до въртящия детайл, или при необходимост от много точно центроване може да се използва измервателен часовник. С леко почукване от страната на биенето детайлът се центрова, като при необходимост след проверка се извършва повторно окончателно центроване. След това заготовката се затяга напълно и струговаме челото. След това чрез свредловане пробиваме центрови отвор.

След свредловане на центровия отвор и без да променяме базирането и закрепването, струговаме грубо външната повърхнина Ø48 на заготовката на дължина, примерно 90 mm. Така създаваме нова база, по която ще базираме заготовката след обръщането й.

Обръщаме заготовката, като базираме върху вече обработената цилиндрична повърхнина и струговаме (подрязваме) другото чело до дължина L=250 mm, след което свредловаме и втория центрови отвор.

Диаметъра на центровото свредло за 1 и 2 центрови отвори може да бъде Ø2,5 тип А, с което ще се намали осовата грешка при обработване на челните повърхвиви.

• Трета операция – обработване на всички цилиндрични и челни повърхнини на детайла (в зададения детайл Ø40; Ø44;Ø48; Ø44,Ø40,Ø40) и постигане на точностните показатели на детайла. Детайла се установява между центри. Грубото и чистото обработване на цилиндричните повърхнини може да се извърши в рамките на една операция, като първоначално се извършват всички груби преходи. Струговат се всички зададени канали и фаски.

• Четвърта операция - Шлифоването се прилага за постигане на по-голяма точност и по-голям клас на грапавост. Най-напред заготовката се установява между центрите. След закрепване на детайла първо се включва въртеливото движение на шлифовъчния диск, а след това и на детайла, като и двете посоки на въртене са еднакви. Дискът се доближава до детайла, така че съвсем леко да докосне цилиндричната му повърхнина в единия край и при това положение се извършва първият пробен проход с надлъжно подаване. След направа на необходимите настройки повърхнината се шлифова до желаната грапавост и допуск.

• Пета операция – Изработеният детайл се проверява с помощта на КИП (Контролно-измервателни прибори) – шублер и микрометър. Вледствие на измерванията се установява дали завършеният детайл отговаря на необходимите технологични изисквания.

1. *Избор на машини, режещи и измервателни инструменти и на технологична екипировка*

*4.1 Отрязване*

За първата операция (Отрязване) избираме хидравлична отрезна машина НХ251.

Съображения при избора: Основният технологичен показател на машини от типа на хидравличните ножовки е най-голямото напречно сечение на заготовката (в случая Ø50 mm).

Всички отрезни машини, произвеждани в България могат да обработват такъв диаметър, поради което е прието, че операцията ще се изпълнява върху машина НХ251.

Машините от този вид са окомплектовани със стиски, което не противоречи на приетата схема за установяване на заготовката на тази операция и не е необходим изборът на технологична екипировка.

Съгласно паспорта на машината режещият инструмент е платно (лист) за механична ножовка с дължина 450 mm. Измерването при тази операция може да се извърши с помощта на шублер, шлосерска линийка или рулетка. В случая е прието измерване с ролетка.

*4.2 Центроване*

Според предназначението, конструктивното оформление и степента на автоматизация струговете биват: универсални, каруселни, челни, специални, полуавтоматични и автоматични.

В случая, за втората операция (Центроване) ще използвам универсален струг С11МВ.

Основните технологични показатели,от които се изхожда при избора на стругова машина са:

най-голям диаметър и дължина на заготовката и диаметър на отвора във вретеното на машината.

Всички универсални стругове,произвеждани в България допускат обработване на този размер на заготовката от Ø52 mm.Така приемаме обработването да се извършва на струг С11МВ, чиито параметри са:

* Най-голям обработван диаметър над тялото – 560 mm
* Най-голям обработван диаметър над супорта – 330 mm
* Най-голям обработван диаметър над прътовия материал – 62 mm
* Обхват на честотите на въртене на вретеното – 25-2000 об / min
* Брой на честотите на въртене – 23
* Разстояние между центровете – 500 mm
* Мощност на ел. двигателя – 7.5 kW
* Габаритни размери – 22200 х 1280 mm
* Маса – 2025 kg

Необходимата технологична екипировка е :

* универсален самоцентровъщ патронник със самостоятелно преместване на челюстите – напр. У250, необходим за установяване на заготовката.

Съгласно табл. 4.9 необходимите метало-режещи инструменти са :

* нож стругарски с главен установъчен ъгъл 95º - **PCLNR 2525М12** с пластина C**NMG120408**, необходим за обработване на цилиндрични и прилежащите им челни повърхнини.
* нож стругарски с главен установъчен ъгъл 45º - **PSSNR 2525М12** с пластина **SNNM120408**, необходим за обработване на челни повърхнини и фаски.
* нож стругарски прорезен с главен установъчен ъгъл 90º, необходим за прорязване на технологични канали.
* свредло центрово Ø2,5 тип А.

Като се изходи от приетата точност на повърхнините, измерването може да се извърши с помощта на шублер с точност ±0,01 mm, най-широко разпространеният измервателен инструмент, с който се измерват външни и вътрешни размери, височини и дълбочини на различни детайли, широчини на канали и др.

Тук е необходим и микрометър, с точност ± 0,001 mm – за размерите Ø40 0,002+0,018 след шлифоване, както и уреди за измерване на грапавост и отклонение от цилиндричност - 0,01 .

*4.3 Струговане*

Машината е избрана от аналогични съображения на тези, изложени при избора на машина за втората операция, където са посочени подробно и нейните параметри, като заготовката се установява между центри.

Съгласно табл. 7.3 необходимите режещи инструменти за изпълнение на операцията са:

* нож стругарски проходен с извита глава ъгъл kr=45о и код на ножа –PSSNR 2525M12 и пластината –SNMM 120408 за грубо обработване на Ø40, Ø44, Ø48, Ø44,Ø40, Ø40 по БДС 14325 – 77.
* нож стругарски проходен прав с главен установъчен ъгъл kr = 95о - PTJNR 2525M22 с режеща пластина-TNMG 220406
* нож прорезен със запоена твърдоспалвна пластина, B = 2mm
* нож прорезен със запоена твърдоспалвна пластина, B = 3mm

*4.4 Фрезоване*

Фрезоването е високопроизводителен метод на рязане, широко използван за обработка на равнинни и фасонни повърхнини, за прорязване на прави и винтови канали с разнообразен профил, за отрязване и др. Основните технологични показатели от които се изхожда при избора на фрезови машини с размери на работното пространство на машината и окомплектоването й. Произвеждатите у нас фрезови машини от серията ФУ са универсални и се окомплектоват деликатен апарат. В курсовата работа се извършва фрезоване на шпонкови канали с шпонкова фреза ø12mm и ø10mm .

*4.5 Шлифоване*

За четвъртата операция (Шлифоване) ще продължим използването на универсална шлифовъчна машина ШКУ251

Машината е избрана от аналогични съображения на тези, изложени при избора на машина за втората и третата операция, като и тук заготовката трябва да бъде установена между центри.

Съгласно табл. 4.9 необходимият инструмент за изпълнение на операцията е :

* шлифовъчен диск с прав профил по БДС 15116-80, размер 200 х 20 х 32 и перифорна скорост 35 м/сек

1. *Определяне на размерите на заготовката и на междинните размери.*

От таблица 5.1 се избира диаметъра на заготовка от стомана с нормална точност като към най-големият ни размер прибавим неохдимият слой за обработване и получавана на зададената ни повърхнина. При размер Ø48 е необходимо грубо и чисто струговане, за достагане на грапавост Ra=1.6. Прибавките взимаме от таблица 5.14 (1,6 за грубо и 0,25 за чисто стуговане) и получаваме диаметър Ø52 на заготовката. За да определим дължината на отрязаната заготовка взимаме номиналния размер 250mm добавяме от таблица 5.12 приавки за чисто струговане на челата(по 1mm всяко чело) и получаваме дължина на зоготовката L=250+2\*1=252mm

Окончателен размер на заготовката: Ø52 х 252mm

* 1. *Аналитично определяне на прибавките за външни ротационни повърхнини*
* Първи преход-Струговане Ф48 грубо

Равенството въз основа на което трябва да се извърши изчислението е:

, mm /таблица 5.3-4

За прокат с обикновена точност Rz = 150и Д = 150 /таблица 5.2/

Пространствените отклонения ρзаг при заготовки от валцован материал при установяване в между центри и ρизкр се изчисляват по равенството:

,

където /таблица 5.6-1 /, като *l* ≤ Lзаг / 2

= 0,10и = 0,10 \* 252 / 2 = 12,6 ≈ 13 /таблица 5.5/

За грешката от центроване може да се приеме, че проката е еквивалентен на изковка по 3-та група на точност и при маса на заготовката Мзаг = 4,25 kg :

След заместване -

Грешката от установяване ԑуi се определя от грешките от базиране ԑб и закрепване ԑз за i-преход:

При установяване между центри, грешката при обработване на ротационни повърхнини.

Въз основа на тези данни за най-малката прибавка за първия преход се получава:

* Втори преход-Струговане Ф48 чисто

От табл. 5.4. Rz2=120и Д2=120

За остатъчните пространствените отклонения на заготовката се получава:

, Ky = 0,06 /таблица 5.7-1/

От табл. 5.9 

За най-малката прибавка за втория преход се получава:

Получаваме същите прибавки съответно и за другите диаметри, тъй като използваме същите формули и дадени стойности от ръководството.

Избраните и изчислените стойности, с помощта на които се определят най-малките прибавки, необходими за изпълнение на отделните технологични преходи се нанасят в „таблица А“.

Таблица А:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Технологични преходи | Променливи величини, µm | | | | Двустранна прибавка, mm | Допуск, mm |
| Rz | Д | ρ | εy | 2\*Zmin≥ | Тi |
| Грубо Струговане Ø48 | 150 | 150 | 1000 | 0 | 2,6 |  |
| Чисто Струговане Ø48 | 120 | 120 | 60 | 0 | 0,6 |  |
| Грубо Струговане Ø44 | 150 | 150 | 1000 | 0 | 2,6 |  |
| Чисто Струговане Ø44 | 120 | 120 | 60 | 0 | 0,6 |  |
| Грубо Струговане Ø44 | 150 | 150 | 1000 | 0 | 2,6 |  |
| Чисто Струговане Ø44 | 120 | 120 | 60 | 0 | 0,6 |  |
| Грубо Струговане Ø40 | 150 | 150 | 1000 | 0 | 2,6 |  |
| Чисто Струговане Ø40 | 120 | 120 | 60 | 0 | 0,6 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
| Грубо Струговане Ø40 | 120 | 120 | 1000 | 0 | 2,6 |  |
| Чисто Струговане Ø40 | 120 | 120 | 60 | 0 | 0,6 |  |
| Шлифоване Ø40  Грубо |  |  |  |  |  |  |
| Чисто |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
| Грубо Струговане Ø40 | 120 | 120 | 1000 | 0 | 2,6 |  |
| Чисто Струговане Ø40 | 120 | 120 | 60 | 0 | 0,6 |  |
| Шлифоване Ø40  Грубо |  |  |  |  |  |  |
| Чисто |  |  |  |  |  |  |

* 1. *Аналитично определяне на прибавките за челните повърхнини*

Челните повърхнини на заготовката се отрязват с механична ножовка.

Минималната прибавка и пространствените отклонения се определят от табл. 5.3-1 :

От табл. 3.5 избираме за прокат с обикновена точност Rz + Д = 260 μm.

При заготовка от валцован материал, която се установява в самоцентроващ патроник:

, μm

От таблица 5.5 =0,1и = 0,1 \* 90 = 9 

където *l* ≈ 90 mm е дължината от края на заготовката (челото) до патронника (по табл. 5.6 – 2)

Грешката от закрепване при установяване в тричелюстен патронник εз= 100 μm (от табл. 5.10).

Грешката от базиране ԑб = 0 (съгласно табл.5.8)

= = 100

От тези данни за най-малката едностранна прибавка на заготовка за този преход се получава:

5.5. *Таблично определяне на прибавките за челните повърхнини*

По таблици 5.11 и 5.12 се определят таблично прибавките за грубо и чисто струговане на челните повърхнини на заготовката след отрязване, както и съответните допуски (табл. 2.5). Получените прибавки се сравняват с аналитично изчислените, като резултатите трябва да са близки.

*5.6. Определяне на междинните размери и дължината на заготовката*

След определяне на междинните размери, след струговане на челата на заготовката, се определя и дължината на заготовката Lзаг , на която дължина се настройва машината (ножовката) за отрязване на заготовката от изходния прът от прокат, имащ дължина 4 – 6 м..

1. *Oпределяне на режимите за рязане*

1. Определяне на дълбочината на рязане а , mm  
2. Определяне на подаването f , mm/об  
3. Определяне на скоростта на рязане V , m/min

4. Определяне скорост на въртене

5. Определяне действителна скорост на рязяне  
6. Проверка на избрания режим на рязане

***6.1*** *Режим на рязане за струговане на челата*

*(Преход 1,2)*

***6.1.1*** *Определяне на дълбочината на рязане “а”*

Прибавката за обработване на челото е 2Z= 1 mm.

Приемаме дълбочина на рязане а = 0,5 mm.

i = 1.

***6.1.2*** *Определяне на подаването “f”*

От табл. 8.1 f = 0,7 mm/об.

***6.1.3*** *Определяне на скоростта на рязане “V”*.

От табл. 8.5 за дълбочина на рязане до 1 mm и подаване f = 0,7 mm/об

избираме Vтабл = 120 m/min, като приемаме, че поправъчният коефициент Kv = 1.\

V=Vтабл\*Kv= 120 m/min

***6.1.4*** *Изчисляване на честотата на въртене на заготовката “n”*

n= 1000.V / π.d

n = 1000.120/3,14.52 = 120000/163,28≈ 734,9 об/min

Избираме най-близката, по-малка честота на въртене nд = 710 min

***6.1.5*** *Изчисляване на действителната скорост на рязане Vд*  
  
Vд = π. d.nд / 1000 , m/min  
Vд = 3,14.52.710 / 1000 = 116 m/min  
  
***6.1.6*** *Режим на рязане*  
При а=1 mm и f=0,7mm силата на рязане Fz=1000

*6.2**Свредловане на центрови отвори Ø2,5 mm*

*(Преход 3)*

*6.2.1**Определяне на дълбочината на рязане “а”*

При свредловане дълбочината на рязане се определя от равенството : а = dсвредло / 2

а = dсвр / 2 = 2,5 / 2 = 1,25 mm

Броят на ходовете i = 1.

*6.2.2**Определяне на подаването “f”*

От табл. 8.8 избираме f = 0,1 mm/об.

*6.2.3**Определяне на скоростта на рязане “V”*

От табл. 8.11 за диаметър на отвора 4 mm и подаване f = 0,1 mm/об

избираме Vтабл = 22,7 m/min, като приемаме, че поправъчният коефициент Kv = 1.

V=Vтабл\*Kv= 22,7 m/min

*6.2.4**Изчисляване на честотата на въртене на заготовката “n”*

В зависимост от избраната скорост на рязане V и от диаметъра на заготовката d честотата на въртене n се изчислява по формулата :

n= 1000.V / π.d  
Следователно n = 1000\*22,7/3,14\*52 = 22 700/163,28 ≈ 139об/min

Избираме най-близката, по-малка честота на въртене nд = 125 об/min .

*6.2.5 Изчисляване на действителната скорост на рязане „Vд“*

Vд = π\*D\*nд / 1000 , m/min

Следователно: Vд = 3,14\*52\*125 / 1000 = 20,41m/min

*6.2.6 Проверка на избрания режим на рязане*

При а=2 mm и f=0,1 mm силата на рязане Fz=480 N //таблица 8.11//

Pм – мощност на машината, η- коеф. Полезно действие η =0,9 ,

*следователно режима е подходящ.*

*6.3**Режим на рязане за грубо струговане на стъпалото Ø48 mm (Преход 4)*

*6.3.1**Определяне на дълбочината на рязане “а”*

Прибавката за обработване на повърхнината е 2Z= 2,88 mm.  
Приемаме дълбочина на рязане а = 1,44 mm. i = 1.

*6.3.2**Определяне на подаването “f”*

От табл. 8.1 f = 0,7 mm/об.

*6.3.3**Определяне на скоростта на рязане “V”*

От табл. 8.5 за дълбочина на рязане до 2,5 mm и подаване f = 0,7 mm/об

избираме Vтабл = 95 m/min, като приемаме, че поправъчният коефициент Kv = 1.

V=Vтабл\*Kv= 95 m/min

*6.3.4**Изчисляване на честотата на въртене на заготовката “n”*

n= 1000.V / π.d  
n = 1000\*95/3,14\*52 = 95 000/163,28 ≈ 581,8 об/min  
nд = 500 об/min .

*6.3.5 Изчисляване на действителната скорост на рязане „Vд“*

За окончателно приетата скорост на рязане трябва да се определят оборотите, на които ще се настрои стругът. Това може да се извърши по графики и таблици, дадени към струга, а може и да се пресметне по формулата за скоростта на рязане, функция на действителната честота на въртене nд :

Vд = π\*D\*nд / 1000 , m/min

Следователно: Vд = 3,14\*52\*500 / 1000 = 81,64 m/min

*6.3.6 Проверка на избрания режим на рязане*

При а=1,44 mm и f=0,7 mm силата на рязане Fz=1540 N //таблица 8.6//

Pм – мощност на машината, η- коеф. Полезно действие η =0,9 ,

*следователно режима е подходящ.*

*6.4**Режим на рязане за чисто струговане на стъпалото Ø48 mm (Преход 5)*

*6.4.1**Определяне на дълбочината на рязане “а”*

Прибавката за обработване на повърхнината е 2Z= 0,62 mm.  
Приемаме дълбочина на рязане а = 0,31 mm. i = 1.

*6.4.2**Определяне на подаването “f”*

От табл. 8.1 f = 0,7 mm/об.

*6.4.3**Определяне на скоростта на рязане “V”*

От табл. 8.5 за дълбочина на рязане до 1 mm и подаване f = 0,7 mm/об

избираме Vтабл = 120 m/min, като приемаме, че поправъчният коефициент Kv = 1.

V=Vтабл\*Kv= 120 m/min

*6.4.4**Изчисляване на честотата на въртене на заготовката “n”*

n= 1000.V / π.d  
n = 1000\*120/3,14\*49,12 = 120 000/154,24 ≈ 778 об/min  
nд = 710 об/min .

*6.4.5 Изчисляване на действителната скорост на рязане „Vд“*

За окончателно приетата скорост на рязане трябва да се определят оборотите, на които ще се настрои стругът. Това може да се извърши по графики и таблици, дадени към струга, а може и да се пресметне по формулата за скоростта на рязане, функция на действителната честота на въртене nд :

Vд = π\*D\*nд / 1000 , m/min

Следователно: Vд = 3,14\*49,12\*710 / 1000 = 110 m/min

*6.4.6 Проверка на избрания режим на рязане*

При а=0,31 mm и f=0,7 mm силата на рязане Fz=1000 N //таблица 8.6//

Pм – мощност на машината, η- коеф. Полезно действие η =0,9 ,

*следователно режима е подходящ*

*6.5**Режим на рязане за грубо струговане на стъпалото Ø44 mm (Преход 6)*

*6.5.1**Определяне на дълбочината на рязане “а”*

Прибавката за обработване на повърхнината е 2Z=3,88 mm.  
Приемаме дълбочина на рязане а = 0,97 mm. i = 2.

*6.5.2**Определяне на подаването “f”*

От табл. 8.1 f = 0,7 mm/об.

*6.5.3**Определяне на скоростта на рязане “V”*

От табл. 8.5 за дълбочина на рязане до 2,5 mm и подаване f = 0,7 mm/об

избираме Vтабл = 120 m/min, като приемаме, че поправъчният коефициент Kv = 1.

V=Vтабл\*Kv= 120 m/min

*6.5.4**Изчисляване на честотата на въртене на заготовката “n”*

n= 1000.V / π.d  
n = 1000\*120/3,14\*48,5 = 120 000/152,3 ≈ 788 об/min  
nд = 710 об/min .

*6.5.5 Изчисляване на действителната скорост на рязане „Vд“*

За окончателно приетата скорост на рязане трябва да се определят оборотите, на които ще се настрои стругът. Това може да се извърши по графики и таблици, дадени към струга, а може и да се пресметне по формулата за скоростта на рязане, функция на действителната честота на въртене nд :

Vд = π\*D\*nд / 1000 , m/min

Следователно: Vд = 3,14\*48,5\*710 / 1000 = 108,13 m/min

*6.5.6 Проверка на избрания режим на рязане*

При а=0,97 mm и f=0,7 mm силата на рязане Fz=1540 N //таблица 8.6//

Pм – мощност на машината, η- коеф. Полезно действие η =0,9 ,

*следователно режима е подходящ.*

*6.6**Режим на рязане за чисто струговане на стъпалото Ø44 mm (Преход 7)*

*6.6.1**Определяне на дълбочината на рязане “а”*

Прибавката за обработване на повърхнината е 2Z= 0,62 mm.  
Приемаме дълбочина на рязане а = 0,31 mm. i = 1.

*6.6.2**Определяне на подаването “f”*

От табл. 8.1 f = 0,7 mm/об.

*6.6.3**Определяне на скоростта на рязане “V”*

От табл. 8.5 за дълбочина на рязане до 1 mm и подаване f = 0,7 mm/об

избираме Vтабл = 120 m/min, като приемаме, че поправъчният коефициент Kv = 1.

V=Vтабл\*Kv= 120 m/min

*6.6.4**Изчисляване на честотата на въртене на заготовката “n”*

n= 1000.V / π.d  
n = 1000\*120/3,14\*44,62 = 120 000/175,84 ≈ 856,49 об/min  
nд = 710 об/min .

*6.6.5 Изчисляване на действителната скорост на рязане „Vд“*

За окончателно приетата скорост на рязане трябва да се определят оборотите, на които ще се настрои стругът. Това може да се извърши по графики и таблици, дадени към струга, а може и да се пресметне по формулата за скоростта на рязане, функция на действителната честота на въртене nд :

Vд = π\*D\*nд / 1000 , m/min

Следователно: Vд = 3,14\*44,62\*710 / 1000 = 99,48 m/min

*6.6.6 Проверка на избрания режим на рязане*

При а=0,31 mm и f=0,7 mm силата на рязане Fz=1000 N //таблица 8.6//

Pм – мощност на машината, η- коеф. Полезно действие η =0,9 ,

*следователно режима е подходящ*

*6.7**Режим на рязане за грубо струговане на стъпалото Ø40 mm (Преход 8)*

*6.7.1**Определяне на дълбочината на рязане “а”*

Прибавката за обработване на повърхнината е 2Z= 2,88mm.  
Приемаме дълбочина на рязане а = 1,44 mm. i = 1.

*6.7.2**Определяне на подаването “f”*

От табл. 8.1 f = 0,7 mm/об.

*6.7.3**Определяне на скоростта на рязане “V”*

От табл. 8.5 за дълбочина на рязане до 2,5 mm и подаване f = 0,7 mm/об

избираме Vтабл = 95 m/min, като приемаме, че поправъчният коефициент Kv = 1.

V=Vтабл\*Kv= 95 m/min

*6.7.4**Изчисляване на честотата на въртене на заготовката “n”*

n= 1000.V / π.d  
n = 1000\*95/3,14\*44 = 95 000/138,16 ≈ 687,6 об/min  
nд = 500 об/min .

*6.7.5 Изчисляване на действителната скорост на рязане „Vд“*

За окончателно приетата скорост на рязане трябва да се определят оборотите, на които ще се настрои стругът. Това може да се извърши по графики и таблици, дадени към струга, а може и да се пресметне по формулата за скоростта на рязане, функция на действителната честота на въртене nд :

Vд = π\*D\*nд / 1000 , m/min

Следователно: Vд = 3,14\*44\*500 / 1000 = 69 m/min

*6.7.6 Проверка на избрания режим на рязане*

При а=1,44 mm и f=0,7 mm силата на рязане Fz=1540 N //таблица 8.6//

Pм – мощност на машината, η- коеф. Полезно действие η =0,9 ,

*следователно режима е подходящ.*

*6.8**Режим на рязане за чисто струговане на стъпалото Ø40 mm (Преход 9)*

*6.8.1**Определяне на дълбочината на рязане “а”*

Прибавката за обработване на повърхнината е 2Z= 0,62 mm.  
Приемаме дълбочина на рязане а = 0,31 mm. i = 1.

*6.8.2**Определяне на подаването “f”*

От табл. 8.1 f = 0,7 mm/об.

*6.8.3**Определяне на скоростта на рязане “V”*

От табл. 8.5 за дълбочина на рязане до 1 mm и подаване f = 0,7 mm/об

избираме Vтабл = 120 m/min, като приемаме, че поправъчният коефициент Kv = 1.

V=Vтабл\*Kv= 120 m/min

*6.8.4**Изчисляване на честотата на въртене на заготовката “n”*

n= 1000.V / π.d  
n = 1000\*120/3,14\*41,12 = 120 000/129,12 ≈ 929 об/min  
nд = 710 об/min .

*6.8.5 Изчисляване на действителната скорост на рязане „Vд“*

За окончателно приетата скорост на рязане трябва да се определят оборотите, на които ще се настрои стругът. Това може да се извърши по графики и таблици, дадени към струга, а може и да се пресметне по формулата за скоростта на рязане, функция на действителната честота на въртене nд :

Vд = π\*D\*nд / 1000 , m/min

Следователно: Vд = 3,14\*41,12\*710 / 1000 = 91,67 m/min

*6.8.6 Проверка на избрания режим на рязане*

При а=0,31 mm и f=0,7 mm силата на рязане Fz=1000 N //таблица 8.6//

Pм – мощност на машината, η- коеф. Полезно действие η =0,9 ,

*следователно режима е подходящ*

1. *Определяне на времето за изпълнение на операциите*

Работното време на производственика включва времето, използвано за непосредствена работа, и изразходваното време през работната смяна по различни организационно-технически причини или по вина на производственика.

В изразходваното време по организационно-технически причини се включва загубеното време в престой от повреди в машината, инструментите и приспособленията, от ненавременното снабдяване на работното място с необходимите материали и екипировка, от задръжките при снабдяване с енергия, технологична документация и по други причини, отстраняването на които зависи както от производственика, така и от състоянието на планирането и организацията на производството в участъка, цеха и завода.

* 1. *Определяне на машинното време*

Това е времето, през което се изменят формата, размерите или състоянието на обработваните повърхнини на детайла. При машинно обработване на заготовките основното време съвпада с машинното, т.е. То = Тм.

Избира се формулата за определяне на машинното време Тм, която е :

Тм = L.i / n.f ,min

L = Dзаг / 2 = 52 / 2 = 26 mm; Тогава, при брой ходове i = 1

Преход 1 : Тм1 = L / n.f = 26 / 710 \* 0,7 = 0,052 min ≈ 0,05 min.  
Преход 2 : Тм2 = L / n.f = 26 / 710 \* 0,7 = 0,052 min ≈ 0,05 min.

Преход 3 : Тм3 = L.i / n.f = 2\*1/0,1\*125=0,08min  
Преход 4 : Тм4 = L.i / n.f = 165\*1/0,7\*500=0,47 min  
Преход 5 : Тм5 = L.i / n.f =165\*1/0,7\*710= 0,33 min

Преход 6 : Тм6 = L.i / n.f = 105\*2/0,7\*710=0,42 min   
Преход 7 : Тм7 = L.i / n.f =105\*1/0,7\*710 =0,21 min   
Преход 8 : Тм8 = L.i / n.f = 80\*1/0,7\*500= 0,23 min  
Преход 9 : Тм9 = L.i / n.f = 80\*1/0,7\*710 = 0,16 min

* 1. *Определяне на спомагателното време*

Около 1/3 от времето на производственика се изразходва за извършване на спомагателни работи (работи, свързани с подготовката, проверката и осигуряването на условията за изпълнение на дадена работа. Към него се отнасят времената за : поставяне и затягане или освобождаване и снемане на обработваните детайли, пускане и спиране на машината, приближаване и отдалечаване на инструмента, изменяне на режима на работа, проверка на обработваните детайли и др. Спомагателното време се изразява като комплекс от спомагателни дейности за установяване на детайлите Тсп1, за осъществяване на преходите Тсп2 и за контролни измервания Тсп3 и се определя по

формулата:

Тсп = Тсп1 + Тсп2 + Тсп3 , min

При установяване в

универсален патронник с ръчно затягане с ключ определяме:

Тсп1=0,28 min (установки А и Б)

За универсални стругове и конкретния случай на обработване

(операция 2) следва да се сумират следните времена :

* за включване и изключване на вретеното – 1,3 s
* а преместване на супорта напречно, автоматично на бърз ход на 25 mm – 2,4 s
* за завъртане на ножовата глава на 90º - 4,8 s
* за включване и изключване на подаването – 1,2 s
* за подаване на ножа към детайла ръчно – 1,7 s
* за изтегляне на ножа от детайла – 1,7 s
* за изменение на честотата на въртене – 4,3 s

Следователно Тсп2 = 1,3 + 2,4 + 4,8 + 1,2+ 1,7 + 1,7 + 4,3 = 17,4 s = 0,29 min



Тсп=0,19 + 0,29+0,15 = 0,63 min

*7.3. Определяне на оперативното време:*



*7.4. Определяне на единичното време*

Определяме

Определяме

За единичното време се получава 3,02 min

*7.7 Определяне на подготвително-заключителното време Тпз:*

Това е времето, необходимо за извършване на работите, свързани с подготовка и приключване производството на дадена партида детайли (запознаване с технологичната документация, настройване на машината, предаване на работата и др.). За определяне на Тпз се взимат някои от общите нормативи и от нормативите за универсални стругове.

От общите нормативи се отчитат:

* Получаване на производствено задание и материал на раб. място при сложност Ι – 1,00 min
* Проучване на заданието и техническата документация за сложност Ι – 1,00 min
* Попълване на производственото задание след приключване – 1,30 min

От нормативите за универсални стругове трябва да се отчетат:

* Настройване на честотата на въртене (подаването) – 0,2 min
* Преместване и настройване на подвижното седло по оста – 3,72 min
* Поставяне на инструмент в пинолата – 0,2 min
* Поставяне на ограничител на направляващите – 1,2 min
* Поставяне, закрепване и сваляне на универсален патронник – 2,1 min
* Нагласяване на челюстите на размер – 0,25 min

Подготвително-заключителното време се получава от сумирането на

всички отчетени нормативи:

Тпз = 1,00 + 1,00 +1,30 + 0,2 + 3,72 + 0,2 + 1,2 + 2,1 + 0,25 = 10,97 ≈ 11 min

*7.6.Определяне на калкулационното време*

От значение за производителността е и калкулационното (норменото) време „Тк“ за обработване на един детайл, което се определя по зависимостта:

Nп е размерът на партидата, който според заданието е 900 бр. Тогава за

калкулационното време се получава:

По тази методика се определя времето за изпълнение на всички операции предвидени в проектирания технологичен процес. Резултатите се отразяват в технологичната карта.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **ТУ - СОФИЯ** | | | **ОПЕРАЦИОННА КАРТА** | | |  | Чертеж | | | | | | | | Лист | | |  | |
| Кат. ТМММ | | | **ЗА МЕХАНИЧНО ОБРАБОТВАНЕ** | | |  | Наименование Вал | | | | | | | | Вс. листа | | |  | |
| **Номер** | | **НАИМЕНОВАНИЕ** | | **Оборудване** | **Инструмент** | | | **Изч. Р-ри** | | РЕЖИМИ НА РЯЗАНЕ | | | | | ВРЕМЕНА | | | | |
| Oпе- рация | Пре- ход | **Приспособ- ление** | Режещ | Измер- вателен | | D  mm | L  mm | a  mm | i | f  mm-1 | v  m/min | n  mm-1 | Тпз  min | То  min | Тсп  min | | Тк  min |
| 1 |  | Отрязване | | ОН250 |  | рулетка | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |
| **А** |  | Установяване в стиска | |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |
| 1.1 |  | Отрязване | |  |  | рулетка | | 52 | 252 |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |
|  |  |  | |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |
| 2 |  | Центроване | | Струг С11МВ |  |  | |  |  |  |  |  |  |  | 11 | 0,26 | 1.64 | | 2,96 |
| **А** |  | Установка в патронник | |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |
| 2.1 |  | Струговане чело | | Струг С11МВ | нож | шублер | | 52 | 26 | 0,5 | 1 | 0,7 | 120 | 710 |  | 0,05 | 0,63 | |  |
| 2.2 |  | Свредловане центров отвор | | Струг С11МВ | свредло | микрометър | | 2,5 | 3 | 1,44 | 1 | 0,10 | 22,7 | 125 |  | 0,08 | 0,19 | |  |
| **Б** |  | Обръщане заготовка | |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |
| 2.3 |  | Струговане чело | | Струг С11МВ | нож | шублер | | 52 | 26 | 0,5 | 1 | 0,7 | 120 | 710 |  | 0,05 | 0,63 | |  |
| 2.4 |  | Свредловане центров отвор | | Струг С11МВ | свредло | микрометър | | 2,5 | 3 | 1,44 | 1 | 0,10 | 22,7 | 125 |  | 0,08 | 0,19 | |  |
|  |  |  | |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |
| 3 |  | Струговане | |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  | 7,47 | 3,1 | 4,07 | | 3,23 |
| **А** |  | Установка между центри | |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |
| 3.1 |  | Струговане грубо Ø48 | | Струг С11МВ | нож | шублер | | 52 | 165 | 1,44 | 1 | 0,7 | 95 | 500 |  | 0,47 | 0,45 | |  |
| 3.2 |  | Струговане чисто Ø48 | | Струг С11МВ | нож | шублер | | 48,67 | 165 | 0,31 | 1 | 0,7 | 120 | 710 |  | 0,33 | 0,18 | |  |
| 3.3 |  | Струговане грубо Ø44 | | Струг С11МВ | нож | шублер | | 48,07 | 105 | 0,97 | 1 | 0,7 | 120 | 710 |  | 0,42 | 0,18 | |  |
| 3.4 |  | Струговане чисто Ø44 | | Струг С11МВ | нож | шублер | | 44,6 | 105 | 0,31 | 1 | 0,7 | 120 | 710 |  | 0,21 | 0,18 | |  |
| 3.5 |  | Струговане грубо Ø40 | | Струг С11МВ | нож | шублер | | 44 | 80 | 1,44 | 1 | 0,7 | 95 | 500 |  | 0,23 | 0,18 | |  |
| 3.6 |  | Струговане чисто Ø40 | | Струг С11МВ | нож | шублер | | 40,67 | 80 | 0,31 | 1 | 0,7 | 120 | 710 |  | 0,16 | 0,18 | |  |
| 3.7 |  | Струговане фаска 2 х 45° | | Струг С11МВ | нож | шублер | | 40,07 | 2 | 0,5 | 2 | 0,2 | 120 | 710 |  | 0,04 | 0,25 | |  |
| **Б** |  | Обръщане заготовка | |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |
| 3.8 |  | Струговане грубо Ø44 | | Струг С11МВ | нож | шублер | | 52 | 85 | 1,48 | 5 | 0,4 | 120 | 710 |  | 0,6 | 0,45 | |  |
| 3.9 |  | Струговане чисто Ø44 | | Струг С11МВ | нож | шублер | | 44,6 | 85 | 0,31 | 1 | 0,4 | 120 | 710 |  | 0,21 | 0,45 | |  |
| 3.10 |  | Струговане грубо Ø40 | | Струг С11МВ | нож | шублер | | 44 | 35 | 1,44 | 1 | 0,4 | 135 | 500 |  | 0,23 | 0,18 | |  |
| 3.11 |  | Струговане чисто Ø40 | | Струг С11МВ | нож | шублер | | 44,67 | 35 | 0,31 | 1 | 0,4 | 135 | 710 |  | 0,16 | 0,15 | |  |
| 3.12 |  | Струговане фаска 2 х 45° | | Струг С11МВ | нож | шублер | | 40,07 | 2 | 0,5 | 2 | 0,2 | 120 | 710 |  | 0,04 | 0,25 | |  |
|  |  |  | |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |
| 4. |  | Шлифоване | | ШКУ251 |  |  | |  |  |  |  |  |  |  | 4,12 | 1,33 | 1,6 | | 3,23 |
| 4.1 |  | Шлифоване грубо Ø48 | | ШКУ251 | Абразивен диск | профиломер | | 48,07 | 25 | 0,005 | 1 | 0,02 | 30 | 3000 |  | 0,38 | 0,45 | |  |
| 4.2 |  | Шлифоване грубо Ø40 | | ШКУ251 | Абразивен диск | профиломер | | 40,07 | 80 | 0,005 | 1 | 0,02 | 30 | 3000 |  | 0,25 | 0,32 | |  |
| 4.3 |  | Шлифоване чисто Ø48 | | ШКУ251 | Абразивен диск | профиломер | | 48,06 | 25 | 0,003 | 1 | 0,01 | 30 | 3000 |  | 0,19 | 0,15 | |  |
| 4.4 |  | Шлифоване чисто Ø40 | | ШКУ251 | Абразивен диск | профиломер | | 40,06 | 80 | 0,003 | 1 | 0,01 | 30 | 3000 |  | 0,13 | 0,18 | |  |
| **А** |  | Обръщане на заготовката | |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |
| 4.5 |  | Шлифоване грубо Ø40 | | ШКУ251 | Абразивен диск | профиломер | | 40,07 | 35 | 0,005 | 1 | 0,02 | 30 | 3000 |  | 0,25 | 0,32 | |  |
| 4.6 |  | Шлифоване чисто Ø40 | | ШКУ251 | Абразивен диск | профиломер | | 40,06 | 35 | 0,003 | 1 | 0,01 | 30 | 3000 |  | 0,13 | 0,18 | |  |
|  |  |  | |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |
| 5. |  | Фрезоване | |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |
| **А** |  | Установка в призма | |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |
| 5.1 |  | Фрезоване шпонкови канал Ø10х3,5 и Ø12х3,5 | | ФУ251 | фреза | шублер | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |