



ТЕХНИЧЕСКИ УНИВЕРСИТЕТ – СОФИЯ

Машино-технологичен факултет

**Катедра „ технология на машиностроенето и
металорежещи машини“**

Курсов Проект

по

Технология на машиностроенето

**Проектиране на технологичен процес за
обработване на детайли
„вал – зъбно колело“
„ основа на редуктор“**

разработил:

Специалност: **Мехатроника**

Група: **21**

Курс: **3**

Фак.№:

ПРОВЕРИЛ:

(доц. д-р инж. Панчо ДАНАИЛОВ)

София, 2011г.

Съдържание

задание.....	4
Първа част: ротационен детайл	5
I. Анализ:	5
1. Служебно предназначение, условия на работата	5
2. Технологичността на конструкция на детайла	5
3. Степен на точност, грапавост на повърхнините	5
II. Типа на производство	7
III. Избор на заготовка и размера ѝ.....	7
1. Видове заготовки и методи за тяхното получаване	7
2. Избиране на вида и формата на заготовката.	8
IV. Маршрутен технологичен процес	9
1. Структура на технологичен процес	9
2. Избиране на методи за обработване на повърхнините.....	9
3. Маршрутен технологичен процес	9
V. Базиране и прибавки.....	11
1. Избиране на технологични бази:	11
2. Определяне на прибавки, размерите на заготовки, междинните размери. 12	
VI. Операционен технологичен процес.....	15
1. Трета операция	15
2. Четвърта операция- Грубо струговане на повърхнините	19
3. Пета операция- чисто струговане на повърхнините	22
4. Шеста операция- фрезование на шпонката.....	25
5. Седма операция - зъбообработване.....	26
6. Осма операция-Термообработване на зъбите	27
7. Девета операция – шлифване на повърхност (4),(15),(18)	27
8. Десета операция-Шлифване на зъбите	28
9. Контролиране	28
10. Измиване.....	28
VII. Време за изпълняване на операциите.....	28
1. Формули за определянето.....	28
2. За трета операция.....	29
3. За четвърта операция <i>Таблица 22</i>	29

4. За пета операция <i>Таблица 23</i>	29
5. Шеста операция.....	29
6. Седма операция <i>Таблица 22</i>	29
7. Девета операция.....	30
8. Десета операция.....	32
VIII. Технологичната себестойност на изработвания детайл[1]:.....	32
1. Формулата за определяне:	32
2. Изчислените данни се дават в следната таблица	33
Втора част: основа на редуктор.....	34
I. Анализ:	34
1. Служебно предназначение, условия на работата	34
2. Технологичността на конструкция на детайла	34
3. Степен на точност, грапавост на повърхнините	34
II. Типа на производство	35
III. Избор на заготовка и размера й.....	35
IV. Маршрутен технологичен процес.....	36
1. Структура на технологичен процес	36
2. Избиране на методи за обработване на повърхнините.....	36
3. Маршрутен технологичен процес	36
V. Базиране и прибавки.....	38
1. Избиране на технологични бази:	38
2. Определяне на прибавки, размерите на заготовки, междинните размери. 38	
VI. Избиране на машина и на инструменти	41
1. Избиране на машина.....	41
2. Избиране на инструменти	41
VII. Операционен технологичен процес.....	42
1. Втора операция – грубо фрезование	42
2. Трета операция – пробиване.....	43
3. Четвърта и пета операция – грубо и чисто фрезование	45
4. Шеста операция – пробиване.....	45
5. Седма операция – резбообработване	46
6. Осма операция – шлифоване:	47
7. Девета и десета операция – изработване на отвори за щифтове. .	47
8. Единайсета операция – разстъргване на 2 отвора (3),(4).....	48

VIII. Време за изпълняване на операциите.....	49
1. Формули за определянето.....	49
2. Изчисляване на времето.....	49
IX. Технологична себестойност на изработвания детайл:.....	51
1. Формулата за определяне:.....	51
2. Изчислените резултати	51
Трета част: контрол на технически изисквания.....	53
I. Общо положение.....	53
II.Метод на измерване	54
III. Измервателно средство	54
Четвърта част: разработване на маршрутна технология за сглобяване на редуктор	55
I. Последователност на операция и техните елементи.....	55
II.Технологична схема на сглобяването.....	56
III. Избиране на съоръженията, приспособленията и инструментите	57
1. Избиране на съоръженията.....	57
2. Избиране на приспособления	57
3. Избиране на инструментите	57
IV. Формата на организация на сглобяването	57
Литература	58

задание

Първа част: ротационен детайл

I. Анализ:

1. Служебно предназначение, условия на работата

Валът с зъбно колело (ВЗК) е популярен детайл, широко използван в машиностроене. ВЗК има цилиндрична форма, състои се от цилиндри и комбинирано върху вала зъбно колело, което има близък размер в сравнението с размерите на цилиндричните повърхнини.

ВЗК е предназначен да предава въртящ момент през зъбно зацепване от една до друга предавка. В редуктор двустъпален цилиндричен вертикален, този вал играе като междинен вал, базира голямото колело на първа предавка и бива малкото зъбно колело на втората предавка.

Валът работи в затворено пространство и при смазване, със скоростта на въртене: 211.11 min^{-1} .

2. Технологичността на конструкцията на детайла

- Рационалност на конструкцията:
 - Валът има 2 центрови отвора. Повърхнините на отворите са технологични бази. Те осигуряват по-точно и по-индуциално изработване. По[1].
 - Цилиндриците на вала имат малка разлика по диаметрите им следователно възможно да се изработва на многоножова машина [1].
 - Валът има рационална форма (по-малки са диаметрите към двете чела) следователно има лесен достъп на ножовете. [2]-16 стр.
 - Върху вала има канали за избягане на концентрация на напрежения.
 - Колелото е с прави зъби затова лесно да се изработва.
 - Сглобяемите единици са шийки за лагерите, повърхнина за монтажа на зъбно колело и шпонка. Те са стандартизирани по точност и грапавост. Те са технологични.
- Рационалност на заготовка.
 - Заготовката на вала има висока технологичност поради разнообразие на методи за изработване на нея (леене и горещо шамповане). [1].
 - Изработване по леене. Заготовката е с проста форма и не изисква сърце.
 - Изработването по горещото шамповане. Детайлът е с среден габарит затова е подходящ да се изработва на горещо шамповане.

3. Степен на точност, грапавост на повърхнините

a. Детайлът се състои от стандартизирани и унифицирани елементи (зъбен венец и шийки за лагери). Базовите му повърхнини са лагерните шийки със стандартизирана цилиндрична форма. Изпълнителните повърхнини са шийката за сглобяване на зъбното колело 16 и шпонковият канал към нея. Свободните повърхнини с $\varnothing 35$ и $\varnothing 40$ са с проста геометрична форма-цилиндри. Конструиран е с малки разкики в диаметрите на стъпалата и има стандартизирани центровъчни отвори за технологични бази.

b. Точността на диаметралните размери

Базовите шийки с $\varnothing 25$ е зададена правило с БДС 4842-79. Правилно е зададена точността на изпълнителната повърхнина с $\varnothing 35k6$. Повърхнината на зъбния венец е зададена по стандарта за зъбно колело. Диаметралните размери на свободни повърхнини са зададени правилно с неозначени допуски. Те се приемат с ниска точност, от 13 до 17 клас. За да намалява разход за изработването (увеличава технологичност) на тях, ще се избере 14 клас на точност за тези повърхнини.

с. Точността на осовите размери.

Размерите на лагерните шийки е избрали по размерите на лагерите затова осигуряват усложнието за сглобяване. На чертежа липсват допуските на осовите размери, ще ги допълним следно: шийката за зъбното колело $55.5_{-0.03}$ mm по БДС EN 20286-1 при VII степен на точността. Тази дължина \leq общия размер на колелото 16 и втулка 17, така се осигурява стегнатост на сглобка на колелото 17, втулка 17 и лагера 31. Общия размер на повърхнините с диаметър $\varnothing 35, \varnothing 40$ и широчина за зъбния венец е $94,5_{-0.2}$ mm.

d. Точността на формата на повърхнините.

В чертежа на детайла няма означени изисквания за точността на формата на повърхнините но се означават граничните отклонения и видове на отклоненията на формата на повърхнините ($\text{Ⓢ}_{0.025}$), следователно степен на точността на форма се намира от таблицата I.2 е IX налага за получуство и еднократно обстъргване. Тази е технологично. Граничното радиално биене 0.02mm показано на чертежа спрямо лагерните шийки е технилогично защото отговаря на VI степен на точността, което се осигурява с фино шлифование или фино обстъргване.

e. *Грапавост на повърхнините.* Грапавостта на цилиндрични повърхнини на шийките за лагери и за зъбното колело е $R_a=1$. Точността на размери на тези повърхнини е 7, по таблица I.1 се отнася за $R_a=0.63$. Поради това грапавостта не е технологична, ще я коригирам до стойността $R_a=0.63$. Грапавостта на зъбна повърхнина е $R_a= 2.5$ Грапавостта на свободните повърхнини е $R_z=10$ не е технологична. По [3] страница 345 грапавостта за повърхнината с $\varnothing 40, \varnothing 35$ е $R_z=80$. Грапавостта на челни повърхнини се намират в таблица 2.3 литература [5] $R_z=25$.

f. Механичният състав и физико-механични свойства на материал.

Въглерод (%)	Силиций (%)	Манган (%)	Хром (%)
0.36-0.44	0.17-0.37	0.50-0.80	0.80-1.10

- Зъбното колело е закалено с Т.В.Ч до 48 – 58 HRC
- Другите учатъци са с твърдост 280-300 HB.

II. Типа на производство

- Обемът на детайла се смята по приблизителна формула:

$$V = \sum_{i=1}^i \frac{D_i^2}{4} \cdot \pi \cdot l_i$$

D_i: диаметър на i-ти участък
L_i: дължина на i-ти участък

$$V = 2 \frac{25^2}{4} \pi 19 + \frac{35^2}{4} \pi 20.5 + \frac{60^2}{4} \pi 64 + \frac{40^2}{4} \pi 10 + \frac{35^2}{4} \pi 55.5$$

$$V \approx 285296 \text{ mm}^3$$

По по-точния начин, обемът на вала се смята предством анализираща операция на CAD система „UNIGRAPHICS SIEMENS NX 8.0” с 3D-модел на вала, получава се резултат $V = 281786,28 \text{ mm}^3 = 281.8 \text{ cm}^3$

- Теглото на детайла: $m = V \cdot \gamma = 281,8 \cdot 7.8 = 2198 \text{ g} = \mathbf{2.2 \text{ kg}}$
- Типа на производство се избира по следната таблица:

таблица 1

Тип производства	Число обработываемых деталей (в год)		
	Крупных, большой трудоёмкости, массой более	Средних размеров и трудоёмкости, массой	Небольших, маленькой трудоёмкости, массой менее 8
1. Единичное (инд.)	< 5	< 10	< 100
2. Мелкосерийное	5...100	10...100	100...500
3. Среднесерийное	100...300	200...500	500...5000
4. Крупносерийное	300...1000	500...5000	5000...50 000
5. Массовое	> 1000	> 5000	> 50 000

Обемът на серията е 650 броя/год затова производството е **средносериенно**.

III. Избор на заготовка и размера ѝ

1. Видове заготовки и методи за тяхното получаване

- Заготовки от прътов и листов валцован материал и тръби

Прътов валцован материал се използва за детайли, конструкцията им е близка до напреченото сечение на прътове, примерно: гладки валове, стъпални валове (в условие на масово производство се получават от кръгъл периодичен профилен материал), дискове и зъбни колела с малки размери не зависи от типа на производство.

Тръбите се използват за заготовка. Предимства: по-голям коефициент на използване на материал и по-малка себестойност.

Листов валцован материал се използва когато диаметърът е по-голям и не може да се намери подходяща тръба.

- Свободно коване.

Малки и средни изковки се използват в условията на дребносериенното производство, а големи – при всички типове на производство. Предимство: може да изработва голямогабаритни заготовки. Недостатъци: не може да изработва заготовките, които има сложна форма, голям отпадък.

- Щамповане

Прилага се за зъбни колела, фланци, лостове, корпусни детайли с проста форма, стъпални валове, дискове в условията на едросерийно и масово производство.

Щамповане в закрити щампи, предимства на него спрямо щамповане в открити щампи: разходът на метал се съкращава 20-40%, по-голяма точност, по-малка грапавост, необходимата мощност е 40% по-малка, не е необходимо изрязване на израстъка. Недостатъците на него: точност на височините размери е по-малка, няколко детайли не могат да се щамповат.

Щамповане на механични чукове служи за по-пластични метали и сплави.

Щамповане върху прес за по-твърди метали и сплави. Има 2 вида: щамповане на кривошипни преси и на хоризонтално-ковашки машини. Щамповане на хоризонтално-ковашки преси е за валове с фланци, втулки, пръстени, дискове и др. Предимства: висока производителност, не е обходима отделна операция за отрязване на изходната заготовка от пръта, възможно за без образуване на израстъци и за дълги плътни или кухи заготовки, малки наклони. Недостатъци: необходим е прътов материал с повишена точност.

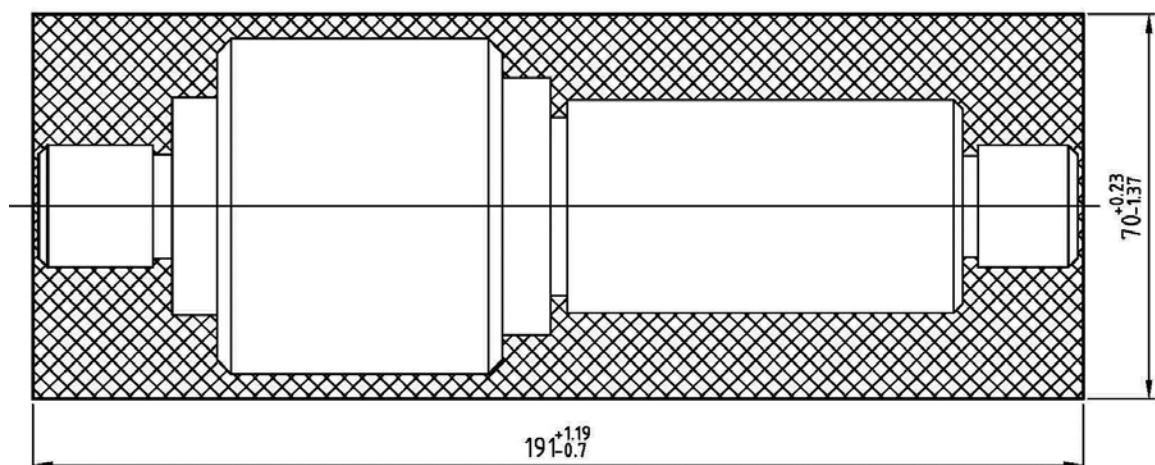
d. Отливки.

Обикновени отливки е в пясъчни форми чрез ръчно формоване и машинно формоване. Специални отливки са леене в мерални форми, леене под налягане, центробежно налягане, леене в черукови форми, леене чрез стопяеми модели, леене с противоналягане. Предимство: може да изработва заготовки с сложни форми, подходящо за масово производство.

2. Избиране на вида и формата на заготовката.

Основавам на типа на производство, форма на детайла и размерите му, избирам метод за получаване на заготовката: чрез горещ валцован прътов материал с обикновена точност.

Предварителния размер на заготовката:



IV. Маршрутен технологичен процес

1. Структура на технологичен процес

Основавам на типа на производство-средносериенно и конструкцията на детайла изисква да се изработват последователно преходите, аз избирам структурата на технологичен процес *концентрация на операциите*. При тази структура, всяка операция се обработва на едно място с 1 нож или много ножове, преходите на операция се обработват последователно.

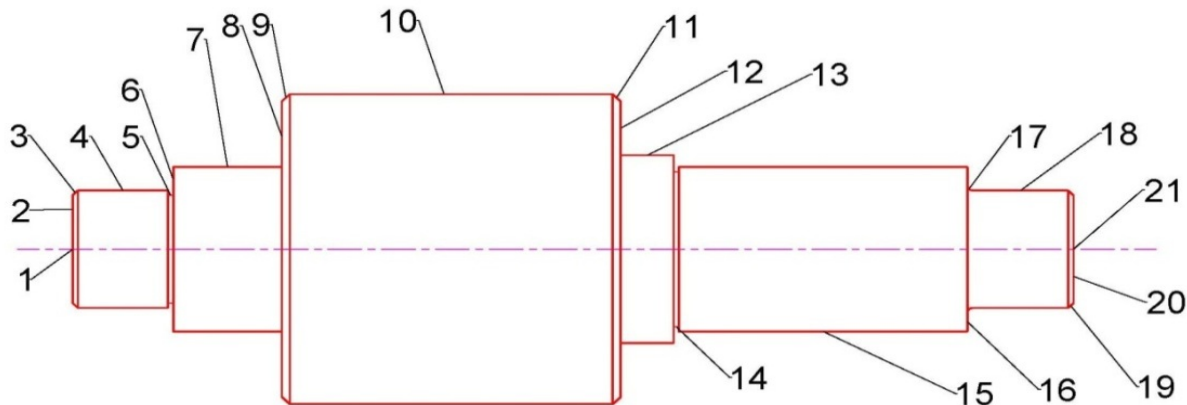
2. Избиране на методи за обработване на повърхнините

- Отрязване на заготовката.
- 2 отворни повърхнини се обработват по пробиване и шлифване
- Цилиндричните повърхнини се обработват по грубо и чисто сруковане.
- Каналите на повърхнините с $\varnothing 35$ се обработват по струговане.
- Повърхнината на шпонка се обработва по фрезование.
- Зъбната повърхнина се обработва по фрезование.
- Терморобатване на повърхнините за зададените твърдоти
- Шлифване на повърхнините за зададените грапавоти.

3. Маршрутен технологичен процес

таблица 2

Вид на заготовка	Материал	Размери	твърдост	σ_B МПа
Валцован прът	40Х	$\Phi 70, l=191$	<217	750



фигура 2

таблица 3

№	Последователност		Машина	Приспособление; базиране
	Опер.	Пре.		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1		Отрязване на заготовката	Ножовка хидравличен	Натиска, закрепване по външната повърхнина
		Отрязване на заготовката на дължина l_0		
2		Нормализиране за подобряване на обработваемост и намаляване на вътрешните напрежения	пещ	
3		центроване	Универсален струг	
	1	Челно подрязване на (2)		

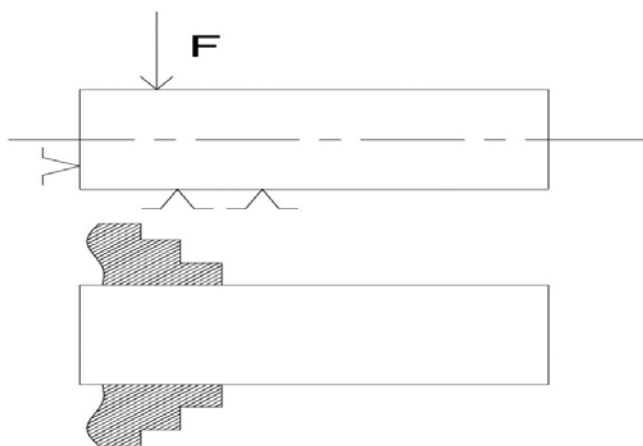
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	2 3 4 5	Центроване на на (1) Грубо струговане външна повърхнина Обръзва се и се подрязва (20) Челно подрязане на (21)	с нормална точност	Шублер, патроник; базиране по външната повърхнина
4		Грубо струговане	Универ- сален струг с нормална точност	Шублер, патроник; базиране между центри
	1	Струговане на (10)		
	2	Струговане на (7)		
	3	Струговане на (4)		
	4	Струговане на (13)		
	5	Струговане на (15)		
	6	Струговане на (18)		
	7	Струговане на каналите		
5		Чисто струговане	Универс- ален струг с повишена точност	Шублер, патроник; базиране между центри
	1	Струговане на (10)		
	2	Струговане на (7)		
	3	Струговане на (4)		
	4	Струговане на (13)		
	5	Струговане на (15)		
	6	Струговане на (18)		
	7	Струговане на фаските		
6		Фрезоване	Фреза ФУ301	Шублер,призма 120 ⁰ ; базиране по (4),(18)
		Фрезоване на канал за шпонка		
7		зъбообработване	Зъбодълб- ачно 5М14	Базиран в дорник
	1	Нарязане зъбите с зъбодълбачно колело		
8		Термообработване на зъбите	с Т.В.Ч	
9		шлифоване	Кръгов СУ322.21	Центрови отвори
	1	Предваритлно шлифоване на (4)		
	2	Предваритлно шлифоване на (15)		
	3	Предваритлно шлифоване на (18)		
	4	Фино шлифоване на (4)		
	5	Фино шлифоване на (15)		
	6	Фино шлифоване на (18)		
10		зъбошлифоване	Зъбошли- фов 5М841	Между центри
	1	Шлифоване на зъбите		
11		контролиране		
12		измиване		

V. Базиране и прибавки

1. Избиране на технологични бази:

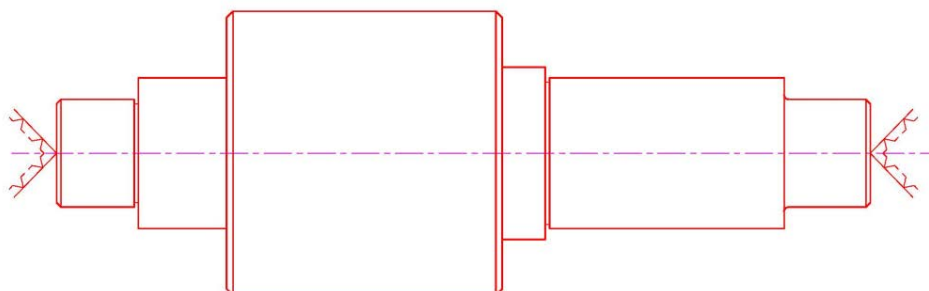
а. Избиране на груба база.

Грубата база се използва за изработване на първа операция и за установяване на чиста база. Избира се цилиндричната повърхнина на заготовката за грубата база.



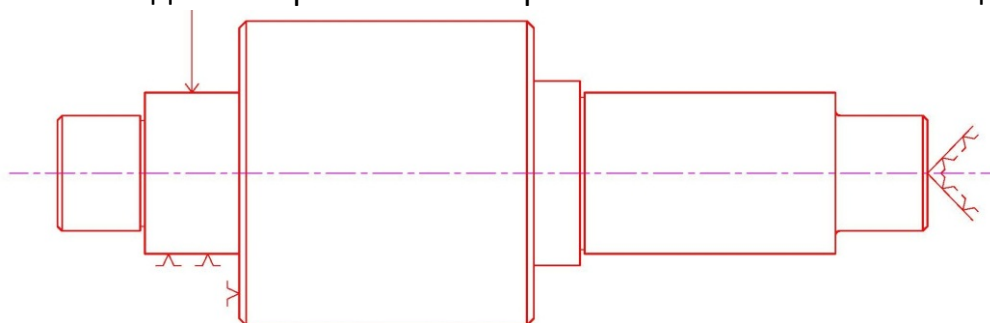
б. Избиране на чиста база

- Първи вариант: чистата база е 2 центрови отвора. Тази база ограничава 5 степен на свобода. При нея може да се свършва почти чисти и груби обработвания на повърхнините.



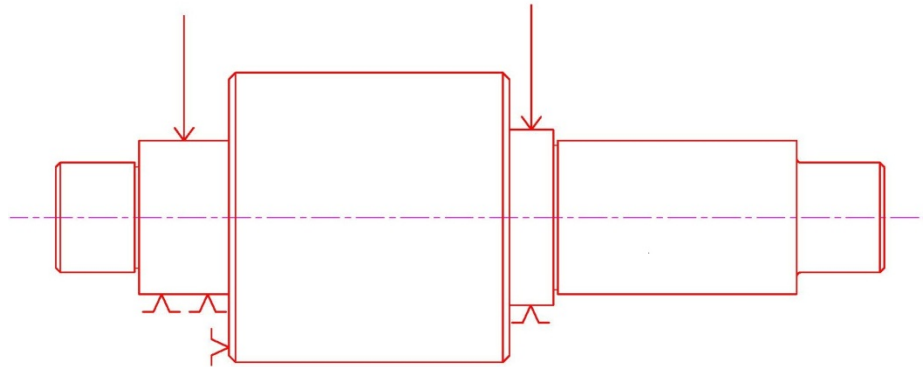
Предимство: при едно закрепване може да изпълнят много преходи, бързо и лесно закрепване, осигуряване на центризиране на цилиндричните повърхнини, без допуски за радиални размери. Тази база е унициална. Недостатъци: износване на отворита поради топлина и триене, трябва да се обработват отново отворите след износване. Големи допуски на надлъжни размери. Малка стабилност на закрепване.

- Втори вариант: чиста база се състои от челна, една цилиндрична повърхнина и един отвор. Тази база ограничава 5 степен на свобода.



Предимство: бързо установяване, висока стабилност на установяването, без надлъжни допуски. Недостатъци: точността на закрепване намалява точност на относително разположение на повърхнините.

- Трети вариант: чиста база се състои от 2 цилиндрични повърхнини и една челна повърхнини. Тази база ограничава 5 степен на свобода.



Предимства: висока стабилност на установяване, осигурява успоредност между канал на шпонката и оста на вала, не трябва още допълнителна чиста база. Недостатъци: има допуски на обработване, не е унициална база затова свежда допуски, сложност на приспособления на закрепване. Използва се само за фрезование на канала на шпонката.

- Извод: чистата база за цялото обработване е 2 центрови отвора иначе, трети вариант се използва за фрезването на шпонката.

2. Определяне на прибавки, размерите на заготовки, междинните размери.

2.1. Определяне на прибавките

2.1.1. Прибавка на челните повърхнини

- Челните повърхнини на заготовка се отрязват с ножици, с циркуляри и механични ножовки. След отрязване челните повърхнини имат допустими отклонения на дължината $\pm 1,3\text{mm}$, $R_z + T = 0,3\text{mm}$ (от таб. III.14 [1]).
- Формула за определянето: таб. 3.2 [5]

$$Z_{i_{\min}} = R_{z(i-1)} + D_{(i-1)} + \rho_{(i-1)} + \varepsilon_i$$

От табл. 4.7[1] или 3.7[5] пространствените отклонения се изчисляват по формула: при случаи заготовка от валцован материал се установява в самоцентриращи патроници: $\rho_{\text{изкр}} = \Delta_{\text{изкр}} \cdot l$

От табл. III.15[1] и 3.8[5] $\Delta_{\text{изкр}} = 1,3 \mu\text{m/mm}$; $\rho_{\text{изкр}} = 1,3 \cdot 189 = 245,7 \mu\text{m}$

От табл. III.20 [1] $\varepsilon = 110 \mu\text{m}$

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

$$Z_{1_{\min}} = 300 + 245,79 + 110 = 655,79 \mu\text{m}$$

2.1.2 Прибавка на ф 66

а. Стругване ф 66 грубо

- Аналитично определяне на прибавки:
- Формула за определянето: таб. 3.2 [5]

$$2Z_{i_{\min}} = 2 \left(R_{z(i-1)} + D_{(i-1)} + \sqrt{\rho_{(i-1)}^2 + \varepsilon_i^2} \right)$$

От таб. III.13[1] или 3.5 [5] грапавост и допусък на заготовката:

$$R_z = 150 \mu\text{m}, D = 250 \mu\text{m}$$

табл. 3.7[5] пространствените отклонения се изчисляват по формула:

$$\rho = \sqrt{\rho_{\text{изкр}}^2 + \rho_{\text{ц}}^2} \quad \rho_{\text{изкр}} = \Delta_{\text{изкр}} \cdot l$$

От табл. III.15 [1] или табл 3.8 [5] $\Delta_{\text{изкр}} = 1,3 \mu\text{m}/\text{mm}$;

$$\rho_{\text{изкр}} = 1,3 \cdot 149,5 = 194,35 \mu\text{m}$$

$\rho_{\text{ц}}$ - грешка при изработване на центровъчни отвори $\rho_{\text{ц}} = 0,25\sqrt{T^2 + 1}$ при $T > 1\text{mm}$ $\rho_{\text{ц}} = 0,25T$. T е допусък на диаметра на заготовка. От таб.3.0 [5] $T = 1,6\text{mm}$

$$\rho_{\text{ц}} = 0,25 \cdot 1,6 = 0,4\text{mm}$$

$$\rho = \sqrt{194,35^2 + 400^2} = 444,72 \mu\text{m}$$

От табл. 3.11 [5] $\varepsilon = 0$

Във основа на тези данни за най-малката прибавка на заготовка за този преход се получава:

$$2Z_{1\text{min}} = 2(150 + 250 + 444,72) = 1689,4 \mu\text{m}$$

- таблично определяне на прибавки:
от табл.3.17[5] или III.5[1] $2Z_{1\text{mint}} = 1,7\text{mm}$
- b. Стругване ф 66 чисто
 - Аналитично определяне на прибавки:
 - От табл 3.6 [5] и I.2[1] грапавост и допусък след грубо струговане:
 $R_z = 80 \mu\text{m}$, $D = 80 \mu\text{m}$.
 - От табл.3.10[5] $K_v = 0,06$, $\rho_{\text{ост}} = 0,06\rho_{\text{заг}} = 0,06 \cdot 444,72 = 26,68 \mu\text{m}$
От табл. 3.11 [5] $\varepsilon = 0$
 - Най-малката прибавка за чисто струговане:
 $2Z_{2\text{min}} = 2(60 + 60 + 26,68) = 293,36 \mu\text{m} = 0,293 \text{mm}$
 - таблично определяне на прибавки:
от табл.3.17[5] или III.5[1] $2Z_{2\text{mint}} = 0,30\text{mm}$

2.1.3 Прибавки на повърхност ф35 (7)

преход	Гочност	Допуск (mm)	Прибавки	Междинен размер	Грапавост (μm)
След предния преход	12	0,3		66,5	$R_z = 80$
Грубо струговане	12	0,25	15,5	$35,5 \pm 0,125$	$R_z = 80$
Чисто струговане	8	0,039	0,25	$35 \pm 0,02$	$R_z = 10$

2.1.4 Прибавки на повърхност на шийката ф25 (4) и (18)

преход	Гочност	Допуск (mm)	Прибавки	Междинен размер	Грапавост (μm)
След предния преход	12	0,25		$35,5 \pm 0,125$	$R_z = 80$
Грубо струговане	12	0,21	4,64	$26,22 \pm 0,105$	$R_z = 80$
Чисто струговане	8	0,033	0,25	$25,72 \pm 0,016$	$R_z = 10$
Шлифоване грубо	8	0,033	0,3	$25,12 \pm 0,016$	$R_a = 1,5$
Шлифоване чисто	6	0,013	0,06	$25 \pm 0,007$	$R_a = 1,0$

2.1.5 Прибавки на повърхност ф40 (13)

преход	Гочност	Допуск (mm)	Прибавки	Междинен размер	Грапавост (µm)
След предния проход	12	0,3		66,5	R _z =80
Грубо струговане	12	0.25	13	40,5±0,125	R _z =80
Чисто струговане	8	0,039	0.25	40±0,02	R _z =10

2.1.6 Прибавки на повърхност с ф 35 (15)

преход	Гочност	Допуск (mm)	Прибавки	Междинен размер	Грапавост (µm)
След предния проход	12	0,25		40,5±0,125	R _z =80
Грубо струговане	12	0.25	2,19	36,12±0,105	R _z =80
Чисто струговане	8	0,039	0,25	35,62±0,016	R _z =10
Шлифоване грубо	8	0,039	0,25	35,12±0,019	R _a = 1,5
Шлифоване чисто	6	0,016	0,06	35±0,008	R _a = 1,0

2.2 Определяне на размерите на заготовка.

- Диаметърът на заготовка:
- От табл. 3.0[5] допудкът на заготовката е T_{заг} = 1,6mm. Технологичния допуск T₁ се избира от табл.2.1[5] T₁ =600 µm.

$$d_{заг_{max}} = d_{D_{max}} + \sum_1^2 2Z_{min_i} + T_1 + T_{заг}$$

$$= 66,05 + 0,29 + 1,69 + 0,6 + 1,6 = 70,23mm$$

$$d_{заг_{min}} = d_{заг_{max}} - T_{заг} = 70,23 - 1,6 = 68,63mm$$

От табл. 3.0[5] избираме диаметър на заготовката с диаметър Ф 70^{+0,23}_{-1,37}mm с номинален диаметър Ф70 mm.

- Дължина жа заготовка

$$L_{заг,max} = l_{детайл} + 2Z_{min} + T_{заг} = 189 + 2 \cdot 0,656 + 2,6 = 192,9$$

$$L_{заг,min} = L_{заг,max} - T_{заг} = 190,3mm$$

$$\text{Избира се } l_{ном} = 191 \text{ mm, } l_{заг} = 191_{-0,7}^{+1,9} \text{ mm.}$$

2.3 Междинните размери.

Операции Преходи	Елементи на прибавки				Прибавки 2Z _{bmin} µm	размер (mm)	допуск (µm)	Гранични размери (mm)	
	R _{za}	T _a	ρ	ε _y				Max	Min
Цилиндър Ф66 заготовка	150	250	444,72			70	1600	70,23	68,63
Грубоструговане	60	60	26,68		1689,4	66,622	600	66,772	66,472
чистоструговане	10	30			293,36	66	100	66,05	65,95
Челата заготовка	300		245,7			191	2600	192,9	190,3
грубо струговане	60	60		110	655,79	189	150	189,075	188,925

VI. Операционен технологичен процес

1. Трета операция

1.1. Избиране на машина [5]:

Основава се на типа на производство – средносерийно и размерите на детайла се избира универсален струг **C13MB**. Техническите данни на струга се дават в следната таблица:

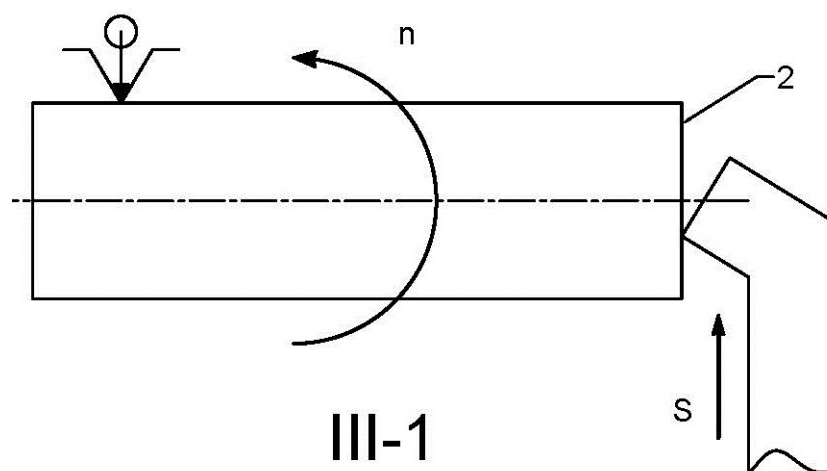
Техническа характеристика	C13MB
Най-голям обработван диаметър, mm	800
над тялото	540
над супорта	103
на прътовия материал	8–1000
Обхват на честотите на въртене на вретеното, min ⁻¹	22
Брой на честотите на въртене	13
Мощност на електродвигателя, kW	1500
Разстояние между центрите, mm	3535×1400
Габаритни размери, mm	4400
Маса, kg	

1.2. Избиране на инструмент

преход	Инструмент	Размери	Матер.
Грубо струговане на челните повърхнини	PTGNR 1616	16x16	T15K6
Грубо струговане на повърхнини с Ф66	Проходен нож с извити глави по БДС 14325-77 (таб.4.9[5])		
Центроване	Свредло центрово тип А	d=8,d1=20,l = 7	P18

1.3. Първи преход – струговане на ляво чело (нормер 2)

а. Схема на установяване и допуск на установяване и технологична схема



б. Смятане и избиране на режимите на рязане.

таблично определяне на режимите на рязане

- Дълбочина на рязане: приемаме $t = 0,5(l_{\text{заг}} - l_{\text{детайл}}) = 0,5(191 - 189) = 1 \text{ mm}$
- Подаване S : от табл. VI.1 [1] и 5.2[2] се избира $S = 0.6 \text{ mm}$.
- Скоростта на рязане: от табл. 5.9 [2] $V = V_{\text{табл}} K_v = 130 \text{ m/min}$
- Честота на въртене на вретеното

$$n_{\text{И}} = \frac{V}{\pi D} = \frac{130}{\pi \cdot 0,07} = 591 \text{ min}^{-1}$$

Избира се $n_{\text{д}} = 500 \text{ min}^{-1}$

- Действителна скорост на рязане:

$$V_{\text{д}} = \frac{\pi d n_{\text{д}}}{1000} = \frac{\pi \cdot 70 \cdot 500}{1000} = 110 \text{ m/min}$$

- Проверка на избрания режим на рязане

От таб. 5.14[5] сила на рязане $F_z = 980 \text{ N}$

$$P_M = 13 \geq \frac{P_p}{\eta} = \frac{F_z V_{\text{д}}}{\eta 60} = \frac{980 \cdot 110}{0,9 \cdot 60} = 1996 \text{ W} \approx 2 \text{ kW}$$

- Мощност на машината е достатъчна.

аналитично определяне на режимите на рязане

- Дълбочина на рязане: приемаме $t = 0,5(l_{\text{заг}} - l_{\text{детайл}}) = 0,5(191 - 189) = 1 \text{ mm}$
- Подаване S : от табл. VI.1 [1] и 5.2[5] се избира $S = 0,6 \text{ mm}$.
- Трайност на инструмент: $T = 60 \text{ min}$ (от [1] стра. 116)
- Действителна скорост на рязане:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^{x_v} S^{y_v}} K_v \quad \text{m/min}$$

От табл. VI.22[1] $C_v = 350$; $x_v = 0,15$; $y_v = 0,35$; $m = 0,2$

$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv} \cdot K_{xrv} \cdot K_{x'rv} \cdot K_{rv} \cdot K_{qv} \cdot K_{ov}$

K_{mv} коефициент, отчитащ качеството на обработвания материал

$$\text{От таб. VI.21[1]} \quad K_{Mv} = \frac{75}{\sigma_B} \quad \text{При } \sigma_B = 980 \text{ Мра} \Rightarrow K_{Mv} = 0,7653$$

K_{pv} коефициент, отчитащ състоянието на повърхността на заготовката, от таб. VI.22: $K_{pv} = 0,9$

K_{iv} Коефициент, отчитащ материала на режещата част на инструмента, от таб. VI.22: $K_{iv} = 1,00$.

$K_{xrv}, K_{x'rv}, K_{rv}$ коефициент, отчитащ геометрия на ножа от таб. VI.22:
 $K_{xrv} = 1,2, K_{x'rv} = 1,0, K_{rv} = 1,0$;

K_{qv} Коефициент, отчитащ напречно сечение на тялото на ножа
таб. VI.22: $K_{qv} = 1,0$

K_{ov} коефициент, отчитащ влиянието на вида на обработване,
таб. VI.22: $K_{ov} = 1$;

$K_v = 0,77 \cdot 0,9 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,83$

$$V = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,6^{0,35}} \cdot 0,83 = 153,16 \quad \text{m/min}$$

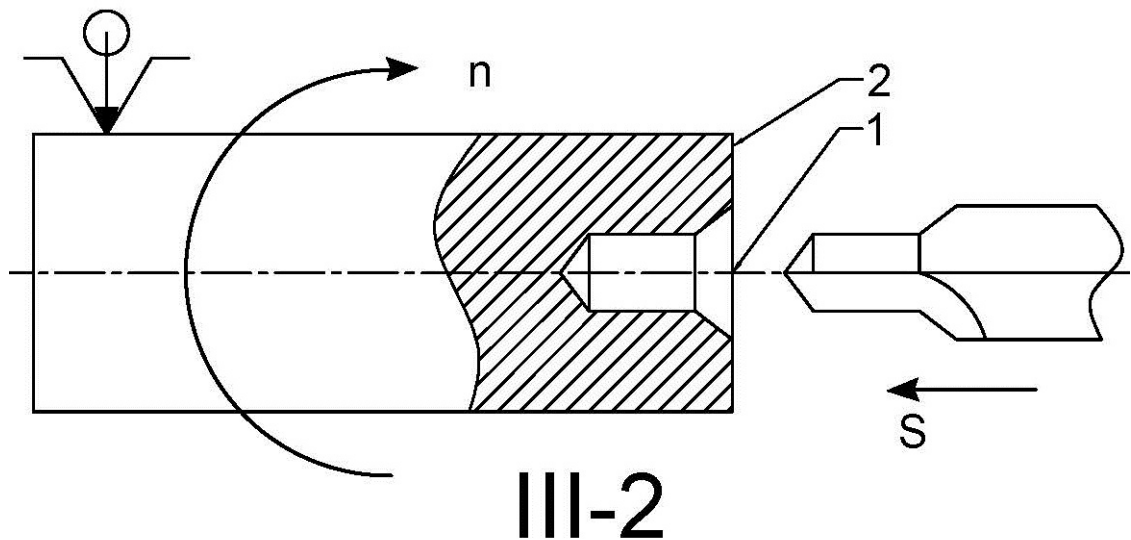
- Проверка на избрания режим на рязане

$$V_{\text{табл}} = 156,6 \approx V_{\text{анал}} = 153,16$$

Режимът на рязане е правилен.

1.4. Втори преход – пробиване на лявия отвор (нормер 1)

- а. Схема на установяване и допуск на установяване и технологична схема



b. Смятане и избиране на режимите на рязане.

таблично определяне на режимите на рязане

- Дълбочина на рязане: приемаме $t = 0,5 \cdot D_c = 0,5 \cdot 8 = 4 \text{ mm}$
- Подаване S : от табл. VI.13 [1] и 5.2[2] се избира $S = 0,08 \text{ mm/об.}$
- Скоростта на рязане: от табл. VI.15[1] $V = 20 \text{ m/min}$
- Честота на въртене на вретеното

$$n_{\text{И}} = \frac{V}{\pi D} = \frac{20}{\pi \cdot 0,008} = 796 \text{ min}^{-1}$$

Избира се $n_{\text{Д}} = 700 \text{ min}^{-1}$

- Действителна скорост на рязане:

$$V_{\text{Д}} = \frac{\pi d n_{\text{Д}}}{1000} = \frac{\pi \cdot 8 \cdot 700}{1000} = 17,59 \text{ m/min}$$

- Проверка на избрания режим на рязане

От таб. 5.10[5] осовата сила на рязане $F_z = 820 \text{ N}$

$$P_{\text{М}} \geq P_{\text{действителна}} = 0,31$$

- Мощност на машината е достатъчна.

аналитично определяне на режимите на рязане

- Дълбочина на рязане: приемаме $t = 0,5 \cdot D_c = 0,5 \cdot 8 = 4 \text{ mm}$

- Подаване S : $s = C_s D^{0,6} \text{ mm/об}$

C_s – коефициент, отчитащ влиянието на механичните и технологичните фактори. От таб. 4.14[1] $C_s = 0,031$

$$s = 0,031 \cdot 8^{0,6} = 0,11 \text{ mm}$$

- Действителна скорост на рязане:

$$V = \frac{C_v D^{q_v}}{T^m t^{x_v} S^{y_v}} K_v \text{ m/min}$$

От табл. VI.23[1] $C_v = 7,0$; $x_v = 0$; $y_v = 0,7$; $m = 0,2$; $q_v = 0,4$

T – трайност на инструмент. От табл. VI.24[1] $T = 25 \text{ min}$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{iv} \cdot K_{iv}$$

K_{mv} – коефициент, отчитащ качеството на обработвания материал.

От таб. VI.21[1]

$$K_{M_v} = C_M \left(\frac{75}{\sigma_B} \right)^{n_{mv}}$$

При $\sigma_B = 980 \text{ Мра}$; $C_M = 0,8$; $n_{mv} = 0,9 \Rightarrow K_{M_v} = 0,63$

K_{iv} – Коефициент, отчитащ материала на режещата част на инструмента.
от таб. VI.22: $K_{iv} = 1.00$.

K_{iv} - Коефициент, отчитащ влиянието на дълбочината на отвор.
От таб. 4.15 [1] $K_{iv} = 1,0$.

$$K_v = 0,77 \cdot 0,9 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,83$$

$$V = \frac{7.8^{0,4}}{250^{0,2} \cdot 1^{0,1} \cdot 0,11^{0,7}} \cdot 0,63 = 24,95 \text{ m/min}$$

- Въртящият момент и осовата сила на свредловане

$$M = 9,81 C_M D^{q_M} s^{y_M} K_M$$

$$F = 9,81 C_F D^{q_F} s^{y_F} K_F$$

C_M	q_M	y_M	C_F	q_F	y_F
0.035	2.0	0.8	68	1.0	0.7

От табл. VI.5[1] $K_F = K_M = \left(\frac{\sigma_B}{75}\right)^{n_{MF}} = \left(\frac{980}{75}\right)^{0,75} = 6,87$

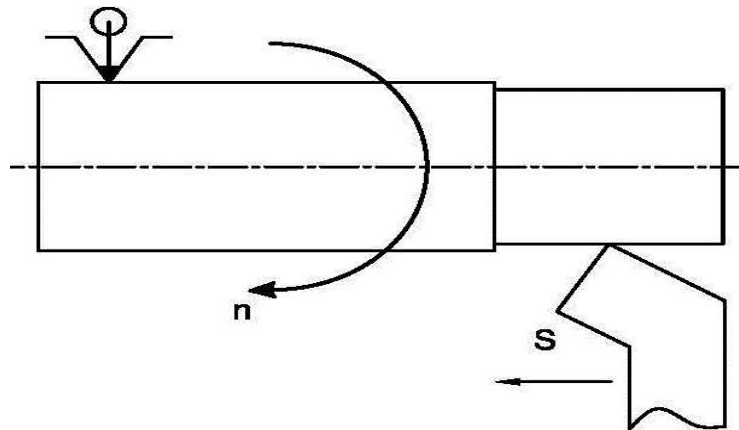
$$M = 9,81 \cdot 0,035 \cdot 8^2 \cdot 0,11^{0,8} \cdot 6,87 = 25,83 \text{ Nm}$$

$$F = 9,81 \cdot 68 \cdot 8^1 \cdot 0,11^{0,7} \cdot 6,87 = 7820 \text{ N}$$

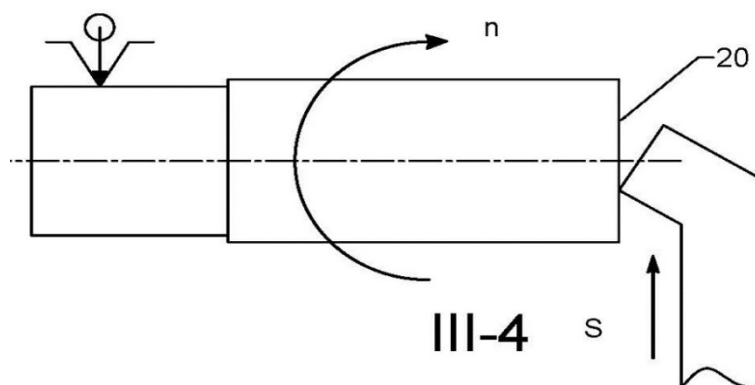
Мощност на рязане:

$$P = \frac{Mn}{9550} = \frac{25,83 \cdot 1000}{9550} = 2,7 \text{ kW}$$

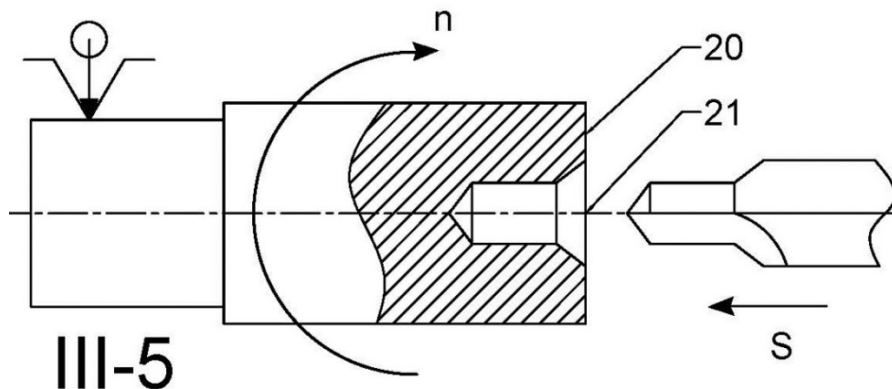
1.5. трети преход



1.6. четвърти преход



1.7. пети преход - пробиване на дясния отвор (нормер 21) (подовно като втори преход.)



2. Четвърта операция- Грубо струговане на повърхнините

2.1 Избиране на машина [5]:

Основава се на типа на производство – средносериенно и размерите на детайла се избира универсален струг **C13MB**. Техническите данни на струга се дават в следната таблица 9.

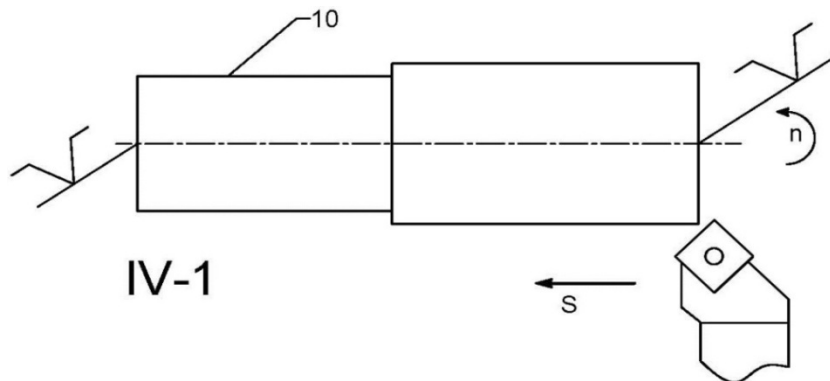
2.2 Избиране на инструмент

таблица 4

преход	държач	пластина	Размери	материал
Струговане на (10)	PSSNR 1616	SNMM	09 03 04	T15K6
Грубо струговане на (7),(13)	PTGNR 2525	TNUN	27 06 16	T5K10
Грубо струговане (4) ,(15),(18)	PTGNR 2020	TNGN	16 04 08	T5K10

2.3 Първи преход – струговане на повърхност (10)

а. Схема на установяване и технологична схема



б. Смятане и избиране на режимите на рязане.

- Дълбочината на рязане $t = (d_{\text{заг}} - d_1) / 2 = (70 - 66,6) / 2 = 1,7 \text{ mm}$
- От табл. VI.1 [1] $s = 0,3 \text{ mm/об.}$
- Условие на сила на рязане:

$$F_z \leq \frac{BH^2[\sigma]_{\text{ог}}}{6l}$$

$$B = 0,016 \text{ m}$$

$$H = 0,016$$

$$l = 0,021 \text{ m}$$

$$[\sigma]_{\text{ог}} = 20 \cdot 10^7 \text{ MPa}$$

$$F_z \leq \frac{0,016 \cdot 0,016^2 \cdot 20 \cdot 10^7}{6 \cdot 0,021} = 6502 \text{ N}$$

- Скорост на рязане $v_{\text{табл}} = 205 \text{ m/min}$ от табл. VI.8[1]

Действителна скорост $v = V_{\text{табл}} K_v$

$K_v = 1,0$ от табл. VI.11[1] $\Rightarrow v = 205 \text{ m/min}$

- Сила на рязане

$$F_Z = 9,81 C_F t^{x_F} s^{y_F} v^{n_F} K_F$$

От таб. VI.4[1] $C_F = 300$, $x_F = 1,0$; $y_F = 0,75$; $n_F = -0,15$.

$$K_F = K_{M_F} K_{x_{rF}} K_{y_F} K_{\lambda_F} K_{r_F}$$

От табл. VI.5[1] $K_{M_F} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^{n_{M_F}} = 1,0$ защото $\sigma_B = 750$, $n_{M_F} = 0,75$

От табл. VI.6[6] $K_{x_{rF}} = 1,0$; $K_{y_F} = 1,10$; $K_{\lambda_F} = 1,0$; $K_{r_F} = 0,87$.

$$K_F = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 0,87 = 0,957$$

$$F_Z = 9,81 \cdot 300 \cdot 1,7^1 \cdot 0,3^{0,75} \cdot 205^{-0,15} \cdot 0,957 = 873 < 6502 \text{ N}$$

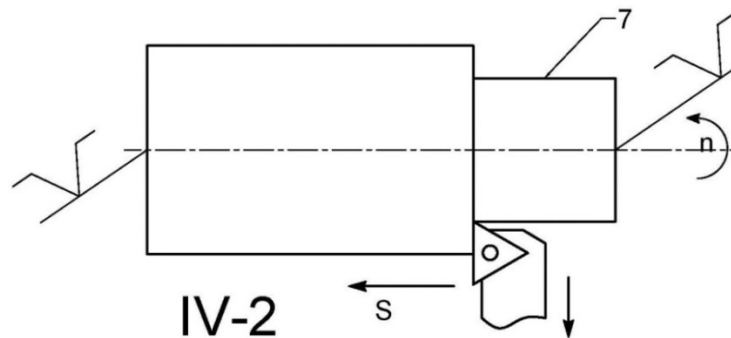
следователно осигурява се работата на ножа.

- Мощност на рязане:

$$P_{\text{ряз}} = 60^{-1} \cdot 10^{-3} \cdot F_Z \cdot v = 60^{-1} \cdot 10^{-3} \cdot 400 \cdot 205 = 1,37 \text{ kW} < P_{\text{маш}}$$

2.4 Втори преход – струговане на (7)

- a. Схема на установяване и технологична схема



- b. Смятане и избиране на режимите на рязане.

- Прибавка : $Z = 15,5 \text{ mm}$. Този преход се разделя на 2 подхода

- Дълбочината на рязане $t_1 = 8 \text{ mm}$; $t_2 = 7,5 \text{ mm}$.

- От табл. V.1 [1] $s = 0,4 \text{ mm/об}$.

- Условие на сила на рязане:

$$F_Z \leq \frac{BH^2 [\sigma]_{\text{ог}}}{6l} \left| \begin{array}{l} B = 0,025 \text{ m} \\ l = 0,021 \text{ m} \\ H = 0,025 \text{ m} \\ [\sigma]_{\text{ог}} = 20 \cdot 10^7 \text{ MPa} \end{array} \right| F_Z \leq \frac{0,025 \cdot 0,025^2 \cdot 20 \cdot 10^7}{6 \cdot 0,021} = 24801 \text{ N}$$

- Скорост на рязане $v_{\text{табл}} = 144 \text{ m/min}$ от табл. VI.8[1]

Действителна скорост $v = V_{\text{табл}} K_v$

$K_v = 0,82$ от табл. VI.11[1] $\Rightarrow v = 118 \text{ m/min}$

Сила на рязане $F_Z = 9,81 C_F t^{x_F} s^{y_F} v^{n_F} K_F$

От таб. VI.4[1] $C_F = 300$, $x_F = 1,0$; $y_F = 0,75$; $n_F = -0,15$.

$$K_F = K_{M_F} K_{x_{rF}} K_{y_F} K_{\lambda_F} K_{r_F}$$

От табл. VI.5[1] $K_{M_F} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^{n_{M_F}} = 1,0$ защото $\sigma_B = 750$, $n_{M_F} = 0,75$

От табл. VI.6[6] $K_{x_{rF}} = 0,89$; $K_{y_F} = 1,10$; $K_{\lambda_F} = 1,0$; $K_{r_F} = 0,87$.

$$K_F = 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 0,87 = 0,85$$

$$F_Z = 9,81 \cdot 300 \cdot 8 \cdot 0,4^{0,75} \cdot 118^{-0,15} \cdot 0,85 = 4921 < 24801 \text{ N}$$

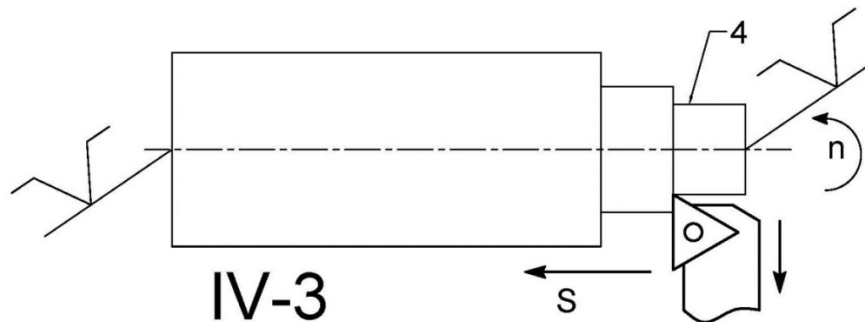
следователно осигурява се работата на ножа.

- Мощност на рязане:

$$P_{\text{ряз}} = 60^{-1} \cdot 10^{-3} \cdot F_z \cdot v = 60^{-1} \cdot 10^{-3} \cdot 4921.118 = 9,68 \text{ kW} < P_{\text{маш}}$$

2.5 Трети преход - струговане на (4)

а. Схема на установяване и технологична схема



б. Смятане и избиране на режимите на рязане.

- Прибавка : $Z = 4,64 \text{ mm}$. Този преход се разделя на 2 подхода
- Дълбочината на рязане $t = 4,64 \text{ mm}$;
- От табл. VI.1 [1] $s = 0,38 \text{ mm/об.}$
- Условие на сила на рязане:

$$F_z \leq \frac{BH^2[\sigma]_{\text{ог}}}{6l} \left| \begin{array}{l} B = 0,02 \text{ m} \\ H = 0,02 \text{ m} \\ l = 0,021 \text{ m} \\ [\sigma]_{\text{ог}} = 20 \cdot 10^7 \text{ MPa} \end{array} \right. \left| F_z \leq \frac{0,02 \cdot 0,02^2 \cdot 20 \cdot 10^7}{6 \cdot 0,021} = 12698 \text{ N} \right.$$

- Скорост на рязане $v_{\text{табл}} = 182 \text{ m/min}$ от табл. VI.8[1]

Действителна скорост $v = v_{\text{табл}} K_v$

$K_v = 0,82$ от табл. VI.11[1] $\Rightarrow v = 149 \text{ m/min}$

Сила на рязане $F_z = 9,81 C_F t^{x_F} s^{y_F} v^{n_F} K_F$

От таб. VI.4[1] $C_F = 300$, $x_F = 1,0$; $y_F = 0,75$; $n_F = -0,15$.

$$K_F = K_{M_F} K_{x_{rF}} K_{y_F} K_{\lambda_F} K_{r_F}$$

От табл. VI.5[1] $K_{M_F} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^{n_{M_F}} = 1,0$ защото $\sigma_B = 750$, $n_{M_F} = 0,75$

От табл. VI.6[6] $K_{x_{rF}} = 0,89$; $K_{y_F} = 1,10$; $K_{\lambda_F} = 1,0$; $K_{r_F} = 0,87$.

$$K_F = 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 0,87 = 0,85$$

$$F_z = 9,81 \cdot 300 \cdot 4,64 \cdot 0,38^{0,75} \cdot 149^{-0,15} \cdot 0,85 = 2600 < 6502 \text{ N}$$

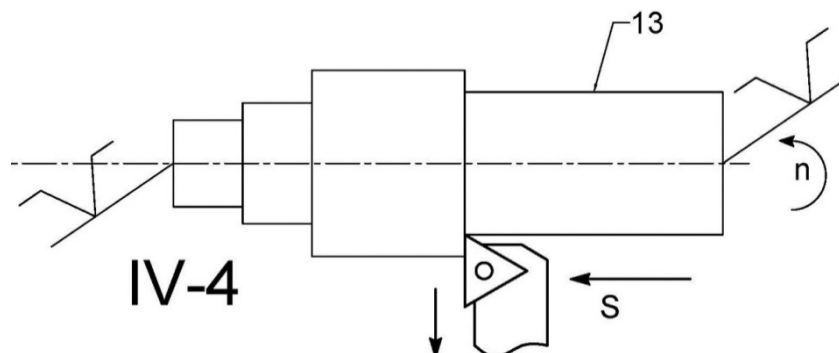
следователно осигурява се работата на ножа.

- Мощност на рязане:

$$P_{\text{ряз}} = 60^{-1} \cdot 10^{-3} \cdot F_z \cdot v = 60^{-1} \cdot 10^{-3} \cdot 2600 \cdot 149 = 6,46 \text{ kW} < P_{\text{маш}}$$

2.6 Четвърти преход – струговане на (13)

а. Схема на установяване и технологична схема



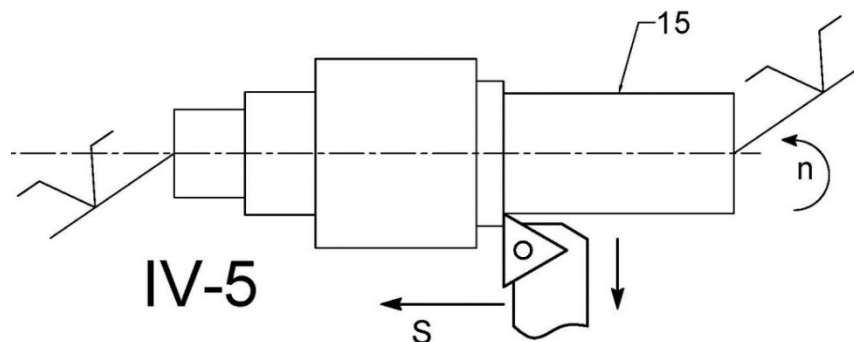
б. Смятане и избиране на режимите на рязане.

- Прибавка : $Z = 13,25 \text{ mm}$. Този преход се разделя на 2 подхода

- Дълбочината на рязане $t_1 = 8\text{mm}$; $t_2 = 5,25\text{ mm}$.
- От табл. VI.1 [1] $s = 0,4\text{ mm/об}$.

2.7 Пети преход – струговане на (15)

a. Схема на установяване и технологична схема

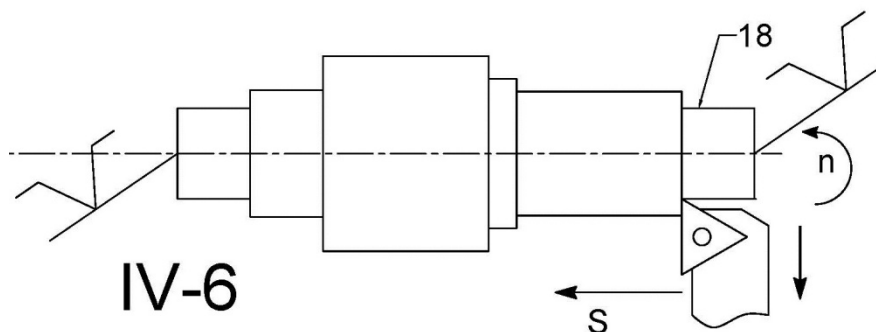


b. Смятане и избиране на режимите на рязане.

- Прибавка : $Z = 2,19\text{ mm}$.
- Дълбочината на рязане $t = 2,19\text{mm}$
- От табл. VI.1 [1] $s = 0,4\text{ mm/об}$.

2.8 Шести преход – струговане на (18)

a. Схема на установяване и технологична схема

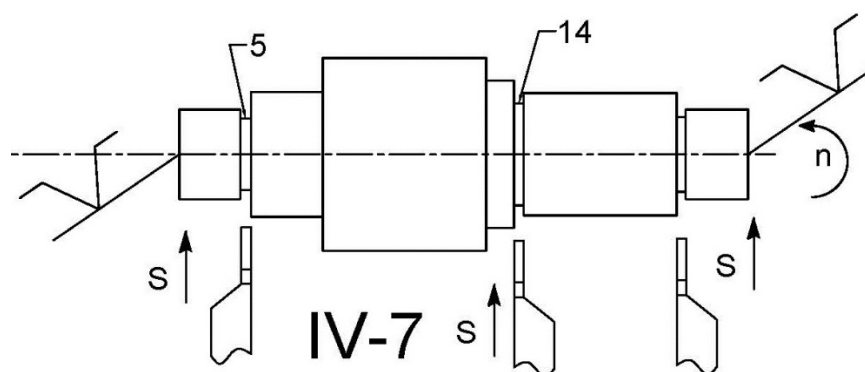


b. Смятане и избиране на режимите на рязане.

Подовно на третия преход

2.9 Седми преход – струговане на каналите

a. Схема на установяване и технологична схема



b. Смятане и избиране на режимите на рязане.

3. Пета операция- чисто струговане на повърхнините

3.1 Избиране на машина [5]:

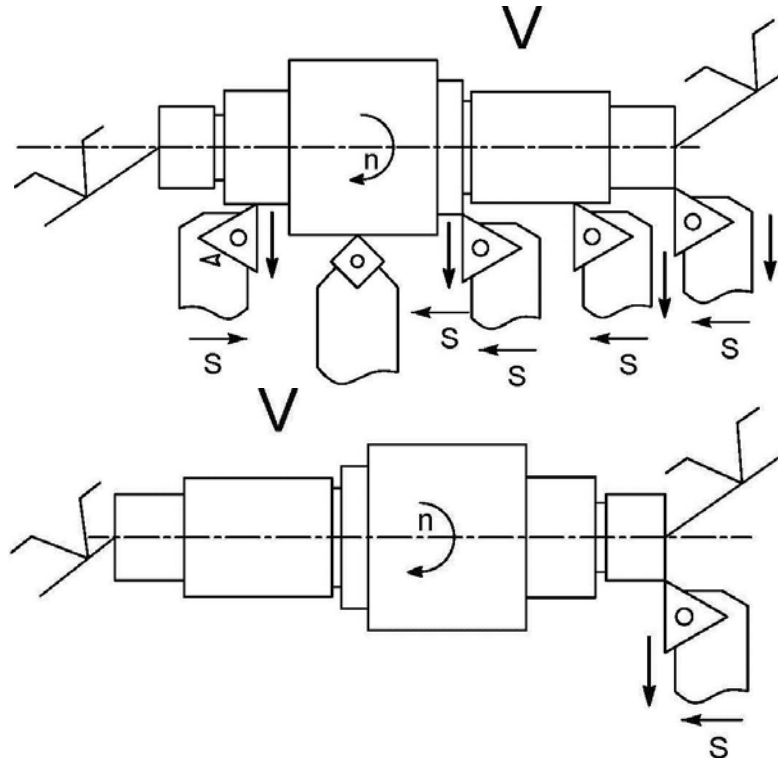
Основава се на типа на производство – средносерийно и размерите на детайла се избира универсален струг **C13MB**. Техническите данни на струга се дават в следната таблица IV.4.

3.2 Избиране на инструмент

таблица 5

преход	държач	пластина	Размери	Матер.
Струговане на (10)	PSSNR 1616	SNMM	09 03 08	T15K6
струговане на (7),(13),(4) ,(15),(18)	PTGNR 1616	TNGN	11 03 08	T15K6

3.3 Схема на установяване и технологична схема



3.4 Първи преход – струговане на повърхност (10)

- Дълбочината на рязане $t = 0,25 \text{ mm}$
- От табл. 5.3 [3] $s = 0,2 \text{ mm/об.}$
- Условие на сила на рязане:

$$F_z \leq \frac{BH^2[\sigma]_{ог}}{6l} \left| \begin{array}{l} B = 0,016 \text{ m} \\ H = 0,016 \text{ m} \\ l = 0,021 \text{ m} \\ [\sigma]_{ог} = 20 \cdot 10^7 \text{ MPa} \end{array} \right. \quad F_z \leq \frac{0,016 \cdot 0,016^2 \cdot 20 \cdot 10^7}{6 \cdot 0,021} = 6502 \text{ N}$$

- Скорост на рязане $v_{табл} = 260 \text{ m/min}$ от табл. VI.8[1]

Действителна скорост $v = V_{табл} K_v$

$$K_v = 1,0 \text{ от табл. VI.11[1]} \Rightarrow v = 260 \text{ m/min}$$

- Сила на рязане

$$F_z = 9,81 C_F t^{x_F} s^{y_F} v^{n_F} K_F$$

От таб. VI.4[1] $C_F = 300$, $x_F = 1,0$; $y_F = 0,75$; $n_F = -0,15$.

$$K_F = K_{M_F} K_{x_{r_F}} K_{y_F} K_{\lambda_F} K_{r_F}$$

От табл. VI.5[1] $K_{M_F} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^{n_{M_F}} = 1,0$ защото $\sigma_B = 750$, $n_{M_F} = 0,75$

От табл. VI.6[1] $K_{x_{r_F}} = 1,0$; $K_{y_F} = 1,10$; $K_{\lambda_F} = 1,0$; $K_{r_F} = 0,87$.

$$K_F = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 0,87 = 0,957$$

$$F_z = 9,81 \cdot 300 \cdot 0,25^1 \cdot 0,2^{0,75} \cdot 260^{-0,15} \cdot 0,957 = 91,44 < 6502 \text{ N}$$

следователно осигурява се работата на ножа.

- Мощност на рязане:

$$P_{ряз} = 60^{-1} \cdot 10^{-3} \cdot F_z \cdot v = 60^{-1} \cdot 10^{-3} \cdot 91,44 \cdot 260 = 0,4 \text{ kW} < P_{маш}$$

3.5 Втори преход – струговане на повърхност (7)

- Дълбочината на рязане $t = 0,25 \text{ mm}$
- От табл. 5.3 [3] $s = 0,2 \text{ mm/об.}$
- Условие на сила на рязане:

$$F_z \leq \frac{BH^2[\sigma]_{ог}}{6l} \left| \begin{array}{l} B = 0,016 \text{ m} \\ H = 0,016 \text{ m} \\ l = 0,021 \text{ m} \\ [\sigma]_{ог} = 20 \cdot 10^7 \text{ MPa} \end{array} \right| F_z \leq \frac{0,016 \cdot 0,016^2 \cdot 20 \cdot 10^7}{6 \cdot 0,021} = 6502 \text{ N}$$

- Скорост на рязане $v_{\text{табл.}} = 260 \text{ m/min}$ от табл. VI.8[1]
Действителна скорост $v = V_{\text{табл.}} K_v$
 $K_v = 1,0$ от табл. VI.11[1] $\Rightarrow v = 260 \text{ m/min}$
- Сила на рязане

$$F_z = 9,81 C_F t^{x_F} s^{y_F} v^{n_F} K_F$$

От таб. VI.4[1] $C_F = 300$, $x_F = 1,0$; $y_F = 0,75$; $n_F = -0,15$.

$$K_F = K_{M_F} K_{x_{rF}} K_{y_F} K_{\lambda_F} K_{r_F}$$

От табл. VI.5[1] $K_{M_F} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^{n_{M_F}} = 1,0$ защото $\sigma_B = 750$, $n_{M_F} = 0,75$

От табл. VI.6[1] $K_{x_{rF}} = 0,89$; $K_{y_F} = 1,10$; $K_{\lambda_F} = 1,0$; $K_{r_F} = 0,87$.

$$K_F = 1,0 \cdot 0,89 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 0,87 = 0,85$$

$$F_z = 9,81 \cdot 300 \cdot 0,25^1 \cdot 0,2^{0,75} \cdot 260^{-0,15} \cdot 0,85 = 81,22 < 6502 \text{ N}$$

следователно осигурява се работата на ножа.

- Мощност на рязане:

$$P_{\text{ряз.}} = 60^{-1} \cdot 10^{-3} \cdot F_z \cdot v = 60^{-1} \cdot 10^{-3} \cdot 81,22 \cdot 260 = 0,35 \text{ kW} < P_{\text{маш}}$$

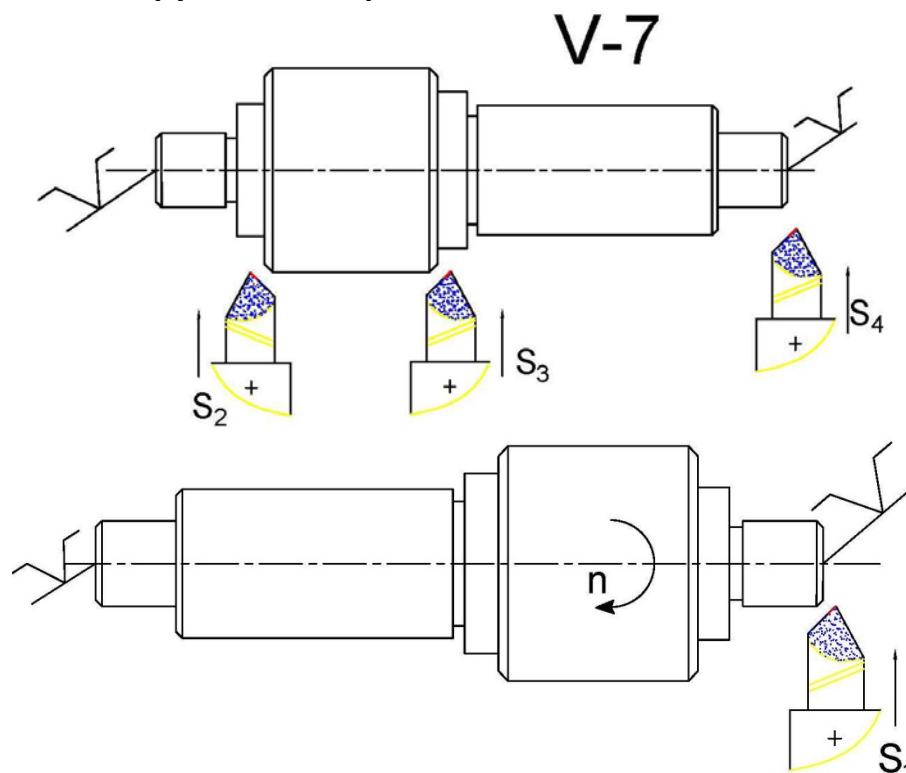
3.6 Трети преход – струговане на повърхност (4)

3.7 Четвърти преход – струговане на повърхност (13)

3.8 Пети преход – струговане на повърхност (15)

3.9 Шети преход – струговане на повърхност (18)

3.10 Седми преход – струговане на фаските



4. Шеста операция- фрезование на шпонката

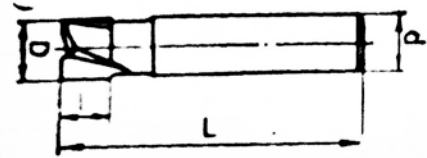
4.1 Избиране на машина [5]:

Основава се на типа на производство – средносерийно и размерите на детайла се избира универсален струг **ФУ321**.

4.2 Избиране на инструмент и приспособленията

- От табл. 7.114 [4] се избира фреза опшкова за шпонкови канали от бързо-режеща стомана (БДС 4025-81) с размери :

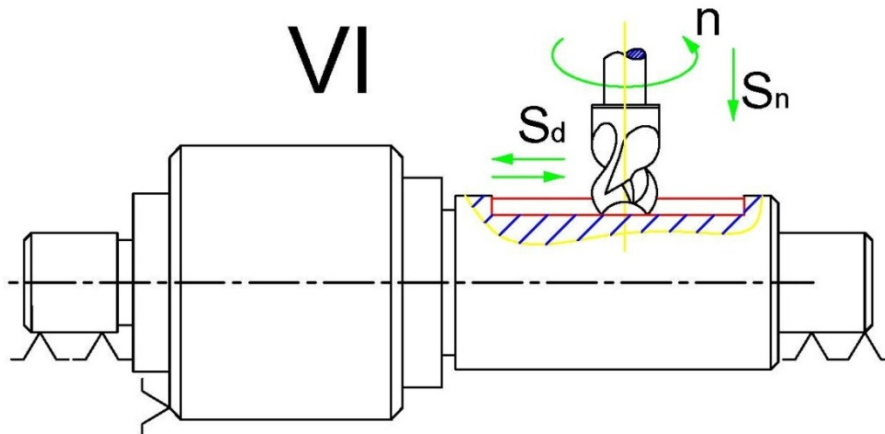
С цилиндрична опашка



D e8	d h8	L	l	z, бр	γ_0^o	α_0^o	ω^o	χ_r^o	$\chi_r'^o$	марка
10	10	13	63	2	20-10	16-12	25-40	90	1-2	P18

- Призмите се избират за закрепването на вала.

4.3 Схема на установяване и технологична схема



4.4 Режим на рязане

- Фрезата се подава по 2 направления: надлъжно и перпендикулярно. Подаването S_n ръчно се дава от работник, и се приема $S_n \approx h/i$, където h е височината на канала а i е броя на ходове. Приема се $i=2$, $S_n=3,5/2= 1.75$
- Широчина на рязане: $B = D = 10 \text{ mm}$
- Дълбочина на рязане: $t= S_n=1.75 \text{ mm}$
- Подаването на зъб s_z : от табл. 1.91 [5] $s_z = 0,03 \text{ mm/зъб}$
Подаването на един оборот: $s = s_z \cdot z = 0.03 \cdot 2 = 0.06 \text{ mm}$
Трайността на фрезата от табл. 1.95 [5] $T = 20 \text{ min}$.
- Скоростта на рязане:

$$v = \frac{C_v D^{z_v}}{T^{m_{S_z}} y_v t^{x_v} B^{u_v} z^{p_z}} K_v \text{ m/min}$$

от табл. 1.96 [5]:

τC_v	m	z_v	y_v	x_v	u_v	r_v
12	0.26	0.3	0.25	0.3	0	0

Общият поправъчен коефициент K_v : $K_v = K_{rv} \cdot K_{Mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} \cdot K_{zv}$

от табл. 1.98 [5]:

K_{rv}	K_{Mv}	K_{nv}	K_{uv}	K_{zv}
0,8	1,0	1,0	1,0	0,86

$$K_v = 0,8 \cdot 0,86 = 0,688$$

$$v = \frac{12 \cdot 10^{0,3}}{20^{0,26} \cdot 0,03^{0,25} \cdot 1,75^{0,3} \cdot 10^0 \cdot 2^0} \cdot 0,688 = 15,36 \text{ m/min}$$

- Честотата на въртене на фрезата:

$$n = \frac{10^3 v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 15,36}{\pi \cdot 10} = 488,92 \text{ min}^{-1}$$

- Избира се $n_{\text{маш}} = n$ и $v_{\text{маш}} = v$

- Минутното подаване: $S_M = s_z \cdot z \cdot n_{\text{маш}} = 0,03 \cdot 2 \cdot 488,92 = 29,34 \text{ mm/min}$

- Проверка на избрания режим:

$$P_p = 10^{-3} \cdot 60^{-1} \cdot F \cdot v_{\text{маш}}$$

$$F = 9,81 \cdot C_F \cdot t^{x_F} \cdot s_z^{y_F} \cdot D^{z_F} \cdot B^{u_F} \cdot z / (D^{q_F} \cdot n^{\omega_F})$$

от табл. 1.105 [5]:

C_F	x_F	y_F	z_F	u_F	ω_F	q_F
68	0,86	0,74	-0,86	1	0	0,86

$$K_F = K_{MF} K_{yF} K_{vF} = 1,0 \cdot 0,9 = 0,9$$

$$F = 9,81 \cdot 68 \cdot 1,75^{0,86} \cdot 0,03^{0,74} \cdot 10 \cdot 2 / (10^{0,86} \cdot 488,92^0) = 222,48 \text{ N}$$

$$P_p = 222,48 \cdot 15,36 / (60 \cdot 1000) = 0,05 \text{ kW}$$

5. Седма операция - зъбообработване

5.1 Избиране на машина: зъбодълбачния вертикален полуавтомат 5M14

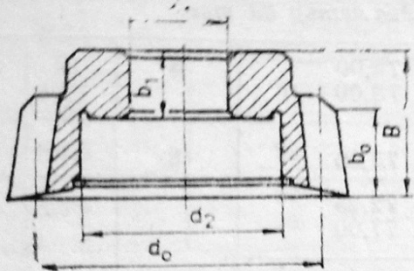
IV. 20. Зъбодълбачни вертикални полуавтомати

Техническа характеристика	5107	5B12	5M14
Диаметър на обработваното зъбно колело, mm	80	16—208	20—500
при външно зацепване	100	220	550
при вътрешно зацепване			
Най-голяма широчина на обработваното зъбно колело, mm			
при външно зацепване	20	50	105
при вътрешно зацепване	15	30	75
Модул, mm	0,2—1	1—4	2—6
Честота на двойните ходове, min ⁻¹	400;700 1200;2000	200;315 425;600	65—450
Обхват на кръговите подавания за двоен ход на инструмента, mm	0,0125—0,56	0,1—0,46	0,14—0,75
Обхват на радиалните подавания, mm	—	—	0,025—0,1
Най-голям диаметър на зъбодълбачното колело, mm	30	75	125
Най-голям ход на зъбодълбачния плъзгач, mm	25	55	125
Мощност на електродвигателя, kW	0,6	1,5	3,7
Габаритни размери, mm	725×650	2050×1640	1650×1285

5.2 Избиране на инструмент и приспособления

- От табл. 7.146 [4] се избира чашковидно зъбодълбачно колело с прави зъби с номинален делителен диаметър 80 mm.

7.146. Колела зъбодълбачни чашковидни с прави зъби (БДС 14395—77)



Номинален делителен диаметър	Размери на съединителната част	
	d_1	d_2
50	20	28
80	31,75	50
100	31,75	63
125	44,45	

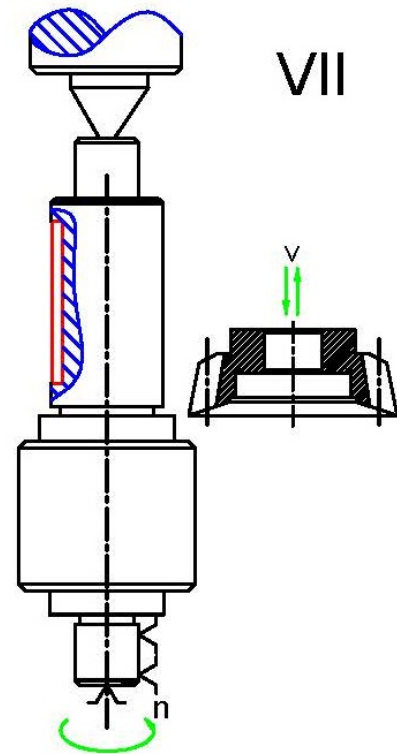
Размери, mm

Модул m_0	Брой на зъби z_0	Делителен диаметър d_0	b_1	b_0	B
3,0	25	75	10	16	45

5.3 Базиране и технологична схема

5.4 Режим на рязане

- Дълбочина на рязане: $t = h$
- Кръговото подаване $s_{кр}$:
от таб. 1.134 [5]
 $s_{кр} = 0,28 \cdot 0,9 = 0,25 \text{ mm}$ за дв. ход
- Радиално подаване:
 $s_p = 0,25$. $s_{кр} = 0,3 \cdot 0,27 = 0,07$
- Скорост на рязане:
От таб. 1.135[4]: $v = 21 \text{ m/min}$.



6. Осма операция-Термообработване на зъбите

7. Девета перация – шлифоване на повърхност (4),(15),(18)

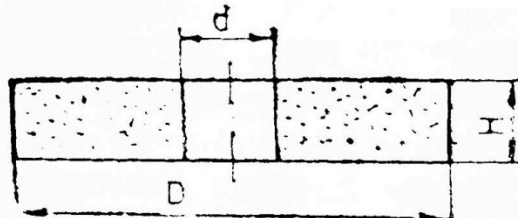
7.1 Избиране на машина

Шлифовъчна машина ШУ 322.21

7.2 Избиране на инструмент

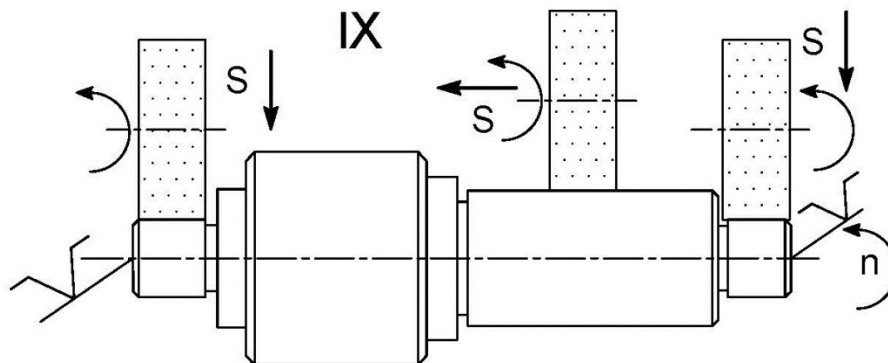
Избира се шлифовъчен диск прав профил

7.166. Шлифовъчни дискове с прав профил – форма ПВ
(БДС 15116–80, СТ на СИБ 556–77)



D	H	d
50	20	16

7.3 Схема на базиране и технолога



7.4 Таблично определяне на режим на рязането на повърхнините (от

Преход	Периферна скорост m/min	Дълбочина на шлифоване	подаване mm/об
Глубо шлифоване на (15)	12-25	0,01-0,025	0,3V=6

Глубо шлифоване на (4),(18)	30-50		0,025-0,075
чисто шлифоване на (15)	15-55	0,015	(0,2-0,4)В
чисто шлифоване на (4),(18)	20-40		0,01-0,005

8. Десета операция-Шлифоване на зъбите

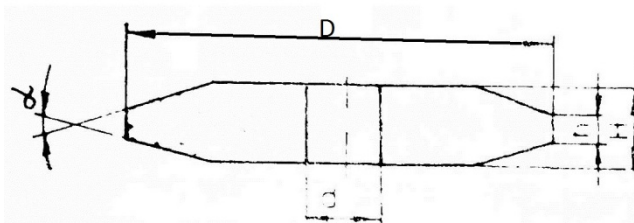
8.1 Избиране на машина – Зъбошлифова машина 5М841

6.47. Зъбошлифовъчни машини за цилиндрични зъбни кола, работещи чрез обхождане

Модел	Страна	Заготовка		Честота на двойните ходове, min ⁻¹	Мощно т, kW	Маса, t
		най-голям диаметър, mm	най-голям модул, mm			
5М841	СССР	320	8	50—280	1,5	6,9
06	ГДР	630	14	80/350	18	10
5843	СССР	800	12	35—200	15	11,2
ZSTZ16	ГДР	1600	25	70/190	30	30
SZTZ2500/1	ГДР	2500	25	25/80	45	37

8.2 Избиране на инструмент

7 167. Шлифовъчни дискове плоски с двустранен конусен профил – форма 2П (БДС 5585 –65)



D	H	d	h	α°
80	2;3,2	20	0,5	15

8.3 Схема на базиране и технологична

8.4 Режим на рязане. От табл. 1.145 [5] :

Модул, m	Надлъжно подаване	Подаване при обхождане
3	11-18, mm	0,45-0,7 mm

9. Колтролиране

10. Измиване

VII. Време за изпълняване на операциите

1. Формули за определянето

Нормата на единичното време $T_{ед}$:

$$T_{ед} = T_M + T_C + T_{об} + T_{отд} + T_{пз}/n$$

T_M – машинно време

$$T_M = \sum_{j=1}^n \frac{L_j}{S_{Mj} n} i_j$$

L_j – дължината на работния ход

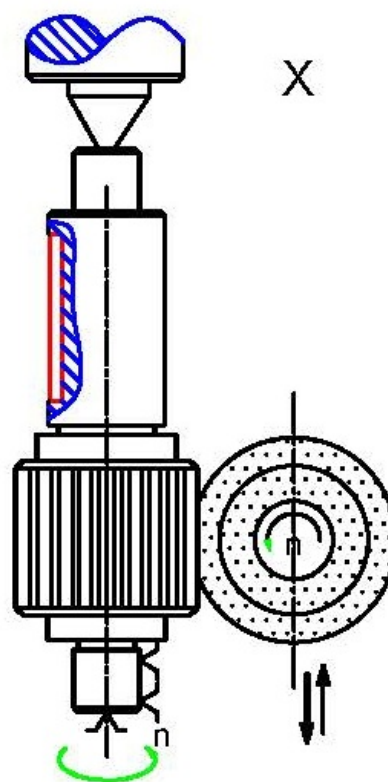
S_{Mj} – минутно подаване за преход

i_j – броят на проходите

n – броят на преходите за операцията

T_C – спомагателното време

$$T_C = T_{уст} + T_{упр} + T_{ск}$$



$T_{уст}$ – време за установяване от табл. 7.3[5]

$T_{упр}$ – време за управление от табл. 7.3[5]

$T_{ск}$ – време за контролно от табл. 7.3[5]

$T_{об}$ – времето за обслужване на работното място

$$T_{об} = T_{обТ} + T_{обО}$$

$T_{обТ}$ - времето на техническо обслужване

$T_{обО}$ - времето за организационно обслужване

$$T_{оп} = T_o + T_c$$

$T_{отд}$ – времето на отход на работника

$$T_{ед} = T_M + T_{уст} + T_{упр} + T_{ск} + T_o + T_c + T_{отд} + T_{пз} / n$$

1. За първа операция
2. За втора операция

2. За трета операция

таблица 6

	Челно струговане	Пробиване на отвори	струговане
i	2	2	1
T_M	$T_M = \frac{D}{2ns} = \frac{70}{2.500.0,6} = 0,117 \text{ min} = 7s$	$T_M = \frac{L}{ns} = \frac{7}{700.0,08} = 0,875 \text{ min} = 52,5 s$	$T_M = \frac{L}{ns} = \frac{100}{900.0,3} = 0,37 \text{ min} = 22 s$
$T_{уст}$	19,5		
$T_{упр}$	1,3+1,2=2,5	1,3+1,2=2,5	1,3+1,2=2,5
$T_{ск}$	8,7		
Σ	37,7.2=75,4	55.2=110	24,5
$T_{оп}$	210 s		
$T_{об}$	3,5% $T_{оп} = 7,35 s$		
$T_{отд}$	6% $T_{оп} = 12,6 s$		
$T_{пз}$	3,6% $T_{оп} = 8 s$		
	$T_{ед} = 226 s$		$T_{к} = 234 s$

3. За четвърта операция Таблица 22

4. За пета операция Таблица 23

5. Шеста операция

таблица 7

	Фрезоване на канала на шпонка
T_M	$T_M = 2 \left(\frac{L_1}{S_{M \text{ верт}}} + \frac{L_2}{S_{M \text{ надл}}} \right) = 2 \left(\frac{1,75}{56} + \frac{25}{29,34} \right) = 1,76 \text{ min} = 105,6s$
$T_{уст}$	118,2
$T_{упр}$	1,3+2,4=3,7
$T_{ск}$	4,1
Σ	231,6s
$T_{оп}$	231,6s
$T_{об}$	3,5% $T_{оп} = 8,1 s$
$T_{отд}$	5% $T_{оп} = 11,6 s$
$T_{пз}$	3,6% $T_{оп} = 8,3 s$
	$T_{ед} = 251,3 s$
	$T_{к} = 259,6 s$

6. Седма операция Таблица 20

таблица 8

зъбообработка	
T_M	$T_M = \frac{1,1\pi m z}{n_x S_{кр}} = \frac{1,1 \cdot \pi \cdot 3 \cdot 20}{0,25 \cdot 300} = 2,76 \text{ m} = 165,6 \text{ sn}$
$T_{уст}$	16,1 s
$T_{упр}$	1.8+4.8+57.6=64,2 s
Σ	245.9
$T_{оп}$	245.9
$T_{об}$	5% $T_{оп} = 12.3 \text{ s}$
$T_{отд}$	5% $T_{оп} = 12.3 \text{ s}$
$T_{пз}$	5.1% $T_{оп} = 12.5 \text{ s}$
$T_{ед} = 269,6$ $T_{к} = 282,1 \text{ s}$	

7. Девета операция

таблица 9

	Чисто шлифоване на Повърх. (18),(4)	грубо шлифоване на Повърх. (18),(4)	Чисто шлифоване на Повърх. (15)	Грубо шлифоване на Повърх. (15)
i	2	2	1	1
T_M	$T_M = \frac{Lik}{ns_{tx}} = \frac{0,03 \cdot 1,3}{382,0,0025} = 0,04 \text{ min} = 2,5 \text{ s}$	$T_M = \frac{Lik}{ns_{tx}} = \frac{0,15 \cdot 1,3}{509,0,0025} = 0,15 \text{ min} = 9 \text{ s}$	$T_M = \frac{L}{ns} = \frac{1000 \cdot 0,38}{19} = 0,05 \text{ min} = 3 \text{ s}$	$T_M = \frac{Lik}{ns_B} = \frac{39,5 \cdot 6 \cdot 1,3}{227,6} = 0,23 \text{ min} = 13,8 \text{ s}$
$T_{уст}$	22,8			
$T_{упр}$	1.5+1.27+1.74 +3.93=8.44	1.5+1.27+1.74 +3.93=8.44	1.5+1.27+1.74 +3.93=8.44	1.5+1.27+1.74 +3.93=8.44
$T_{ск}$	4,1	4,1	4,1	4,1
Σ	30,1	43,1	15,5	26,3
$T_{оп}$	137,8			
$T_{об}$	9% $T_{оп} = 12.4 \text{ s}$			
$T_{отд}$	6% $T_{оп} = 8,3 \text{ s}$			
$T_{пз}$	9.1% $T_{оп} = 12.5 \text{ s}$			
$T_{ед} = 158,5 \text{ s}$			$T_{к} = 171 \text{ s}$	

таблица 10

	Повърх. (10)	Повърх. (7)	Повърх. (4)	Повърх. (13)	Повърх. (15)	Повърх. (18)	каналите
i	1	2	1	2	1	1	1
T_M	$T_M = \frac{L}{ns} = \frac{64}{900.0,3} = 0,7 \text{ min} = 42s$	$T_M = \frac{L}{ns} = \frac{39,5}{1000.0,4} = 0,2 \text{ min} = 12 s$	$T_M = \frac{19}{1000.0,38} = 0,05 \text{ min} = 3 s$	$T_M = \frac{L}{ns} = \frac{85,5}{900.0,4} = 0,475 \text{ min} = 28,5 s$	$T_M = \frac{75,5}{900.0,4} = 0,21 \text{ min} = 12,6 s$	$T_M = \frac{20}{1000.0,38} = 0,005 \text{ min} = 3 s$	$T_M = \frac{1}{900.0,05} = 0,02 \text{ min} = 1 s$
$T_{уст}$	22,8						
$T_{упр}$	1,3+1,2=2,5	1,3+1,2=2,5	1,3+1,2=2,5	1,3+1,2=2,5	1,3+1,2=2,5	1,3+1,2=2,5	1,3+1,2=2,5
$T_{ск}$	7,9	4,1	4,1	5,9	5,9	4,1	-
Σ	75,2	18,6	9,6	36,9	21	9,6	3,5
$T_{оп}$	174,4						
$T_{об}$	3,5% $T_{оп} = 6,1 s$						
$T_{отд}$	6,5% $T_{оп} = 11,3 s$						
$T_{пз}$	3,6% $T_{оп} = 6.3 s$						
	$T_{ед} = 191,7 s$				$T_{к} = 198 s$		

таблица 11

	Повърх. (10)	Повърх. (7)	Повърх. (4)	Повърх. (13)	Повърх. (15)	Повърх. (18)	фашките
i	1	2	1	2	1	1	4
T_M	$T_M = \frac{L}{ns} = \frac{64}{1000.0,2} = 0,32 \text{ min} = 19,2s$	$T_M = \frac{L}{ns} = \frac{20,5}{1000.0,2} = 0,1 \text{ min} = 6 s$	$T_M = \frac{19}{1000.0,2} = 0,1 \text{ min} = 6 s$	$T_M = \frac{L}{ns} = \frac{10}{100.0,2} = 0,05 \text{ min} = 3 s$	$T_M = \frac{55,5}{1000.0,2} = 0,28 \text{ min} = 16,8 s$	$T_M = \frac{20}{1000.0,2} = 0,1 \text{ min} = 6 s$	$T_M = \frac{1}{1000.0,05} = 0,08 \text{ min} = 5 s$
$T_{уст}$	22,8						
$T_{упр}$	1,3+1,2=2,5	1,3+1,2=2,5	1,3+1,2=2,5	1,3+1,2=2,5	1,3+1,2=2,5	1,3+1,2=2,5	1,3+1,2=2,5
$T_{ск}$	7,9	4,1	4,1	5,9	5,9	12,6	-
Σ	52,4	12,6	12,6	11,4	25,2	9,6	7,5
$T_{оп}$	131,3						
$T_{об}$	3,5% $T_{оп} = 4,6 s$						
$T_{отд}$	6,5% $T_{оп} = 8,5 s$						
$T_{пз}$	3,6% $T_{оп} = 4,6 s$						
	$T_{ед} = 144,4 s$				$T_{к} = 149 s$		

8. Десета операция

таблица 12

Шлифоване на зъбите	
T_M	$T_M = 2 \left(\frac{i_{rp}}{n_{rp}} + \frac{i_{чист}}{n_{чист}} \right) = \left(\frac{1}{50} + \frac{1}{50} \right) 20 = 0,8 \text{ min} = 48s$
$T_{уст}$	18,3
$T_{упр}$	≈30
$T_{ск}$	
Σ	96,3s
$T_{оп}$	96.3s
$T_{об}$	5% $T_{оп} = 4.8 \text{ s}$
$T_{отд}$	4% $T_{оп} = 3.9 \text{ s}$
$T_{пз}$	5.1% $T_{оп} = 4.9 \text{ s}$
$T_{ед} = 105s$	
$T_k = 109.9 \text{ s}$	

$$\Sigma T_{ед} = 234+198+149+259,6+282,1+171+109,9=1403,6 \text{ s} = 23,4 \text{ min}$$

VIII. Технологичната себестойност на изработвания детайл[1]:

1. Формулата за определяне:

$$C_T = P_M + P_3 + P_e + P_{пи} \text{ ст. на дет.}$$

P_M – разходите за материали ст. за дет.

$$P_M = G_3 \cdot C_3 - (G_3 - G_d) C_{от} \text{ ст. за дет.}$$

G_3 – маса на заготовката kg

C_3 – цената на заготовката, ст. за kg (от таб. 1.8[1] или 9.1[5])

G_d – масата на детайла, kg

$C_{от}$ – цената на отпадъците, ст. за kg (дадена в табл.1.10[1] или 9.1[5])

P_3 – разходите на работната заплата, ст. за дет.

$$P_3 = \frac{1,25 C_ч K_H}{K_{мм}} \cdot \frac{T_k}{60}$$

$C_ч$ – часовата тарифна ставка за съответния разред, ст/час. (от табл. 5.5[1])

K_H – коефициент на заплата на настройчика. При серийно производство

$$K_H = 1.$$

$K_{мм}$ – коефициент на многомашино обслужване (от таблица 5.4 [1]) $K_{мм} = 1.$

T_k – калкуляционната норма на време, min

P_e – разходите за експлоатация на работното място $P_e = P_{ap2} + P_{ap} + P_{тр2}$

P_{ap1} – разходите за амортизационни отчисления и основен ремонт на машините при двусменен режим, ст. за час

$$P_{ap1} = \frac{C_M}{322 \eta_H}$$

C_M – първоначалната цена на металорежещата машина, лв

η_H – коефициент на натоварване на машината по време за серийно производство $\eta_H = (0,8-0,9)$

P_{ap} – разходите за амортизация и поддържане на помещението, ст. за час.

$$P_{\text{ап}} = 0,47 \frac{K_s S_M}{\eta_H}$$

S_M – площта на машината, определена от габаритите ѝ, m^2

K_s – коефициент на допълнително необходимите площи за проходи, от табл. 5.6[1]

$P_{\text{тр1}}$ – разходите за силова електроенергия, текущ и среден ремонт и поддържане на помещенията $P_{\text{тр1}} = 0,66P + 1,47E_{\text{рс}}$ ст. за час

P – инсталираната мощност на машината kW

$E_{\text{рс}}$ – единиците определящи категорията на ремонтната сложност на машината

$$P_{\text{еч}} = P_{\text{ар}} + P_{\text{ап}} + P_{\text{тр}} \text{ (даден в таб. I.11[1])}$$

$P_{\text{ип}}$ – разходите за приспособления и инструменти, ст. за дет.

$$P_{\text{ип}} = \frac{0,5C_{\text{еи}}}{N} 100$$

$C_{\text{еи}}$ – първоначалната стойност на приспособленията и инструмент-ите, лв.

N – годишната програма, дет. за год.

2. Изчислените данни се дават в следната таблица

Данни за операция	операция	3	4	5	6	7	9	18
	машина	C13MБ	C13MБ	C13MБ	ФУ321	5M14	ШУ 322.21	5M841
	$T_{\text{ед, min}}$	3,9	3,2	2,4	4,2	4,5	2,6	1,8
	разред	5						
	Коефициент на много-машинно обслужване	1			4		1	
Разходи за материали	Вид на заготовка	прокат						
	маса на заг. , kg							
	цена на заг., ст./kg							
	маса на дет. , kg							
	цена на отпа., ст./kg							
	Разходи за мате. ст./дет.							
Разходи за заплата	Часови разходи ст./час .Табл.5.5							
	K_H							
	K_{MM}							
	Раз./дет. $\frac{1,25C_{\text{ч}} K_H T_{\text{ед}}}{K_{MM} 60}$							
разходите за експло. На работ. място	Часови разходи ст. за час Табл. I.11[1]							
	Разход за един детайл, ст. за детайл							
разходите за присп. и инстру.	$C_{\text{еи}}$ лв.							
	N							
	$P_{\text{ип}}$							
Технологична себестойност, ст. за дет.								
Икономически ефект отвнедряването, лв								

Втора част: основа на редуктор

I. Анализ:

1. Служебно предназначение, условия на работата

Основата има следните предназначения:

- Тази е основния детайл за слгобяване на другите детайли върху нея (междинно тяло, капак, лагери, т.н.).
- Основата осигурява стабилността на редуктора, фиксира редуктора върху пода или машина.
- Играе рола като резервоара на масло за смазване.

2. Технологичността на конструкция на детайла

- Рационалност на конструкцията:
 - Свободните повърхности не се изискват изработване
 - Дължините и площите на изработваните повърхности са със средните размери.
 - Основата няма наклонени повърхности и отвори
 - Осигуряване на точно закрепване на детайл върху машината.
 - Всички отвори са открити и са с простата форма, може да се изработват с пробиване или разстъргване, инструментите имат лесен достъп до изработваните повърхнини.
 - Якостта на конструкция осигурява стабилно закрепване върху машините.
- Рационалност на заготовка.
 - Заготовката на основата може да се изработва чрез леене или заваряване. При тази основа най-подходящо се изработва чрез леене защото материала на заготовката е СЧ15 и броя на партидата е малък.
 - Конструкцията на основата е с проста форма (правоъгълна, кръгова, цилиндрична). Стената на основата е със средната дебелина 10mm. тя няма участъци с удебелявания затова не се създава пукнатини.

3. Степен на точност, грапавост на повърхнините

- Стандартизираните и унифицирани: повърхнините за лагерите с размера $\varnothing 80H7$ ($\varnothing 80_0^{+0,030}$) и 2 отвора за щифтовете с ($\varnothing 10_0^{+0,022}$).
- Точността на размерите:
за габаритните размери няма особено изискване. Разстоянията между отворите се предписват с **клас на точност VII**.
- Точността на формата на повърхнините.
 - съосност на полуцилиндрични повърхности с $\varnothing 80$.
 - Успоредност между долната повърхност и горната повърхност.
 - Перпендикулярност между осите на отворите спрямо долната повърхност.
 - Перпендикулярност между страничните повърхности и долната повърхност.
 - Успоредност между осите на 2 полуцилиндрични повърхности и долната повърхност.

- Равнинаост на долната и горната повърхност.
- Кръгност на 2 полуцилиндрични повърхности.
- d. Грапавост на повърхнините.
 - Повърхностите, които служат за сглобяване имат висока грапавост. Долната, горната, стенните повърхности и 2 полуцилиндрични повърхности имат $R_a=1$.
 - Свободните повърхности имат точност на отливка.
 - 2 отвора за чисто базиране имат $R_a=1$, отворът за щифта има $R_a=2,5$
 - Останалите отвори имат $R_z=20$.
- e. Механичният състав и физико-механични свойства на материал.
 - Състав на въглерод : 2,5-3,7%
 - Границата на опън: $\sigma_B \geq 147 \text{ MPa}$ Твърдост HB ≤ 210

II. Типа на производство

Обемът на основата се смята предством анализираща операция на CAD система „UNIGRAPHICS SIEMENS NX 8.0” с 3D-модел на основата, получава се резултат $V = 3014832 \text{ mm}^3 = 3014.832 \text{ cm}^3$

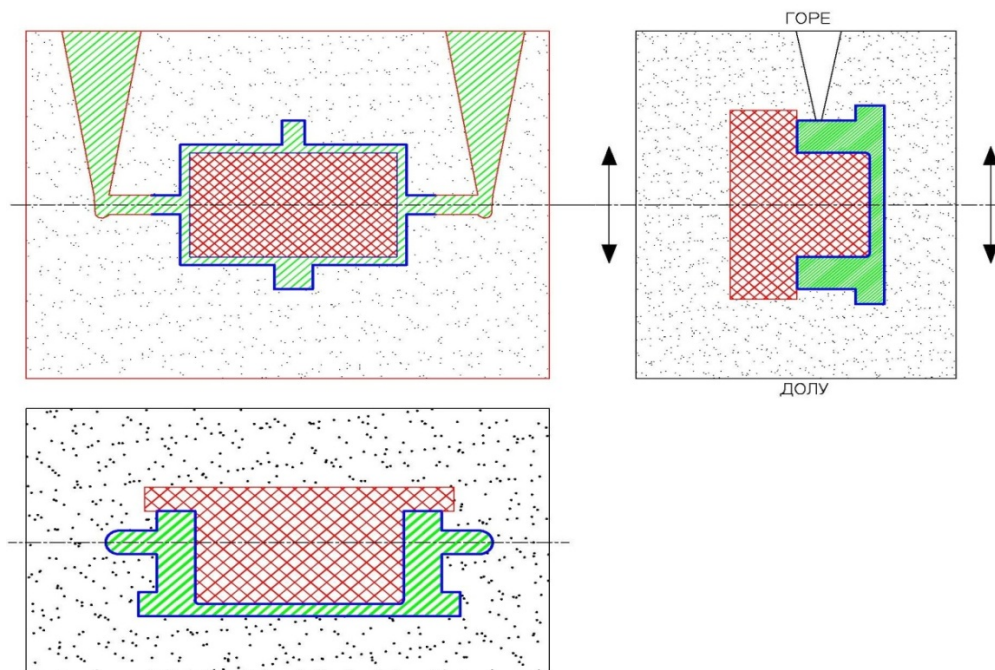
Теглото на детайла: $m = V \cdot \gamma = 3014,832 \cdot 7,2 = 21706 \text{ g} = 21,7 \text{ kg}$

Типа на производство се избира по таблицата:

Обемът на серията е 600 броя/год затова производството е едросерийно.

III. Избор на заготовка и размера ѝ

Основавам на типа на производство едросерийно, форма на детайла и размерите му, избирам метод за получаване на заготовката: чрез отливане в пясъчни форми чрез ръчно формоване. Тази отливка има **четвъртия клас на точност**(табл. 2.1[4]), **14-17 степен на точност на размери** и $R_a = 80 \div 20 \mu\text{m}$ (табл. III.13[1]), **качеството на повърхнините на отлетата в пясъчна форма заготовка** $R_z + D = 600 \mu\text{m}$ (табл. 5.46[4]) **границните отклонения на размерите на отливката** са дадени в табл. 2.3[4]. Чертеж на заготовка и отливка:



IV. Маршрутен технологичен процес

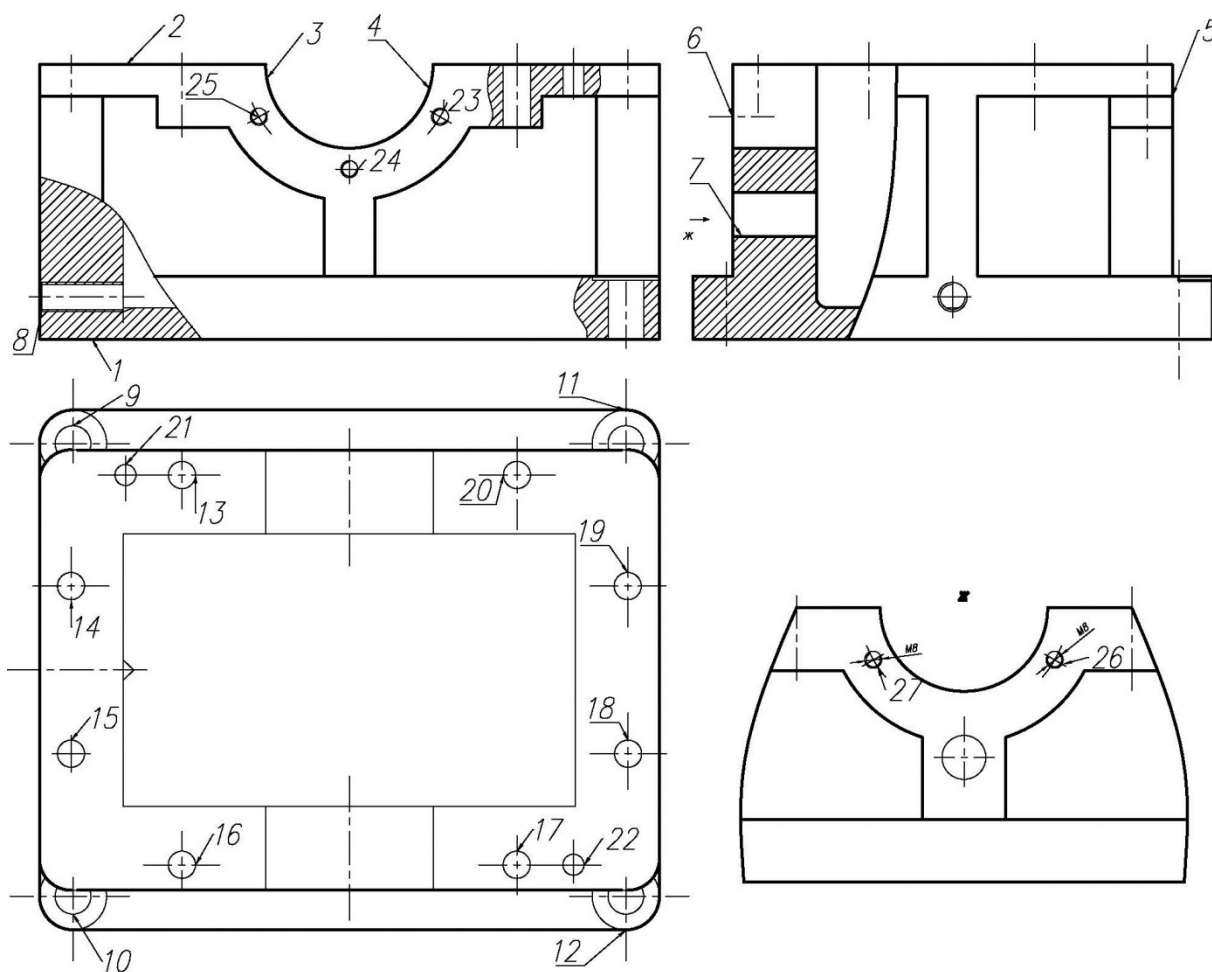
1. Структура на технологичен процес

От на типа на производство-едросерийно и конструкцията на детайла изисква да се изработват последователно преходите, аз избирам структурата на технологичен процес *концентрация на операциите*. При тази структура, всяка операция се обработва на едно място с 1 нож или много ножове, преходите на операция се обработват последователно.

2. Избиране на методи за обработване на повърхнините

- Отгряване на отливката.
- 2 отвора с $\phi 80$ се изработват чрез разстръгване.
- Долната, горната, странните повърхнини се обработват по грубо и чисто фрезозане.
- Отворите за болтове и за 2 щифта се изработват чрез пробиване.
- Резбовите отвори се пробиват и се резбообработват.
- Отворът с $\phi 21$ се свредлява.

3. Маршрутен технологичен процес



фигура 3

таблица 13

Оперция	Преход	Последователност	Маш	Приспособление; базиране
1		отгряване	пещ	
2		фрезование	МЦ 032	Базиране по повърх. (2),(1)
	1	Грубо фрезование на повърхнини (1)		
3		пробиване	МЦ 032	Базиране по повърх. (2)
	1-4	Свредловане на 4 отвора (9),(10),(11),(12)		
	5-6	Зенкерование 2 отвора (9),(12)		
4		Грубо фрезование	МЦ 032	Базиране по повърх. (1),отворите (9),(12)
	1	Грубо фрезование на повърхнини (2)		
	2	Грубо фрезование на повърх. (5)		
	3	Грубо фрезование на повърх. (6)		
5		фрезование	МЦ 032	Базиране по повърх. (1),отворите (9),(12)
	1	фрезование на повърх. (5) окончателно		
	2	фрезование на повърх. (6) окончателно		
	3	фрезование на повърх. (2) окончателно		
6		пробиване	МЦ 032	Базиране по повърх. (1),отворите (9),(12)
	1	Свредловане на отвора (7)		
	2	Зенкерование на отвора (7)		
	3	Свредловане на отвора (8)		
	4-11	Свредловане на 8 отвора (13),(14),(15),(16),(17),(18),(19),(20).		
12-16	Свредловане на 5 отвора (23),(24),(25),(26),(27).			
7		резбообработване	МЦ 032	Базиране по повърх. (1),отворите (9),(12)
	1-5	резбообработване на 5 отвора (23),(24),(25),(26),(27).		
	6	резбообработване на отвора (8)		
8		шлифоване		
	1-3	на горна и странични повърхнини		
Сглобяване на основата и междинното тяло				
9		Пробиване	МЦ 032	Базиране по повърх. (1),отворите (9),(12)
	1-2	Свредловане на отвора (21),(22)		
Разглобяване на основата и междинното тяло				
10		зенкерование	МЦ 032	Базиране по повърх. (1),отворите (9),(12)
	1-2	Зенкерование 2 отвора (21),(22)		
Сглобяване на основата и междинното тяло, на 2 щифта и на 4 болта				
11		разстъргване	МЦ 032	Базиране по повърх. (1),отворите (9),(12)
	1-2	разстъргване на (3),(4) грубо		
	3-4	разстъргване на (3),(4) окончателно		
12		колтрално		
13		измиване		

V. Базиране и прибавки

1. Избиране на технологични бази:

а. Избиране на груба база.

Грубата база се използва за изработване на първа операция и за установяване на чиста база. Избира се равнината на горната повърхнина на заготовката за грубата база и съответно 2 перпендикуляри на нея повърхнини се ограничават да се осигуряват б ограничени степеня на свобода.

б. Избиране на чиста база

Чистата база е 2 отвора (10),(11) или (9),(12) и равнинната долна повърхнина. Тези бази ограничават б степеня на свобода. При нея може да се свършва много операции на обработвания на повърхнините.

Предимство: подходящо за изработването на детайла върху машината с цифрово програмно управление, която има много оси. Необходимите приспособления са по прости.

2. Определяне на прибавки, размерите на заготовки, междинните размери.

2.1. Определяне на прибавките

За външните повърхнини определянето на прибавка се прави по аналитичния и табличния начин. От тяхните резултати ще се избере оптималният резултат да получава най-малка прибавка за изработване, намалява се разхода на материал.

За другите пъвърхнини, определянето на прибавките се прави по табличния начин.

2.1.1. Прибавка на долната повърхнина и на страничните повърхнини

а. Аналитично оперделяне:

- Долната равнинна повърхнина на отливаната заготовка се изработва чрез грубо фрезование .След отливането повърхнината има:

$$R_z + D=0,6\text{mm}$$

- Формула за определянето: таб. 5.45 [4]

$$Z_{i_{min}} = R_{z(i-1)} + D_{(i-1)} + \rho_{(i-1)} + \Delta_{yi}$$

$D_{(i-1)}$ дефектният слой на материала, получен след предшеств-уващия технологичен преход.

$\rho_{(i-1)}$ – пространствените отклонения на заготовката.

Δ_{yi} - грешка от установяване, която се получава при разглеждания технологичен преход и се състои от грешката от базиране Δ_6 и грешката на закрепване Δ_3 .

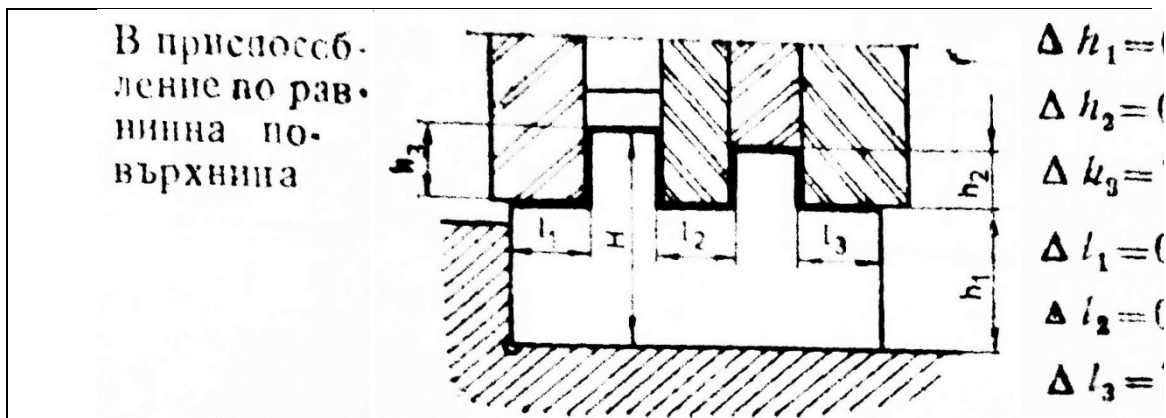
При конусната отливка, базирана по равнина, срещуположна на обработваната, сумарното пространствено отклонение е произв-едение на относителното изкривяване $\Delta_{изкр}$ и най-големия размер L на повърхнината.[4]

$$\rho = \Delta_{изкр} \cdot L$$

От табл.5.56[4] $\Delta_{изкр}=0,7-1 \mu\text{m}/\text{m}; \rho=0,7,0,296 =0,207\mu\text{m}$

грешка от установяване: $\Delta_{yi} = \Delta_6 + \Delta_3$

От табл. 5. 60[4] има:



$$\Delta_6 = \sqrt{\Delta h_3^2 + \Delta l_3^2} = \sqrt{T_H^2 + T_L^2} = \sqrt{1,5^2 + 1,5^2} = 2,121 \text{ mm}$$

T_H и T_L са допуски съответни с точност на размерите на заготовката.

Грешката на закрепване: от табл. 5.63[4] за установяване по постоянните опори в приспособление с ексцентриково закрепване

$$\Delta_3 = 250 \mu\text{m} = 0,25 \text{ mm.}$$

$$\Delta_{y1} = 2,121 + 0,25 = 2,375 \text{ mm.}$$

$$Z_{i_{\min \text{ анал}}} = 0,6 + 0,002 + 2,375 = 2,975 \text{ mm}$$

b. Таблично определяне:

От табл. 5.1[4] $Z_{\min \text{ табл}} = 4,5 \text{ mm.}$

2.1.2. Прибавка на горната повърхнина.

a. Аналитично определяне:

- Грубо фрезование: $R_z + D = 0,6 \text{ mm}$
- Формула за определянето: таб. 5.45 [4]

$$Z_{i_{\min}} = R_{z(i-1)} + D_{(i-1)} + \rho_{(i-1)} + \Delta_{yi}$$

$$\rho = \Delta_{\text{изкр}} \cdot L$$

От табл. 5.56[4] $\Delta_{\text{изкр}} = 0,7 - 1 \mu\text{m/m}$; $\rho = 0,7 \cdot 0,296 = 0,207 \mu\text{m}$

грешка от установяване: $\Delta_{y1} = \Delta_6 + \Delta_3$

табл. 5. 60[4] има:

$$\Delta_6 = \sqrt{\Delta h_3^2 + \Delta l_3^2} = \sqrt{T_H^2 + T_L^2} = \sqrt{1,5^2 + 1,5^2} = 2,121 \text{ mm}$$

T_H и T_L са допуски съответни с точност на размерите на заготовката.

Грешката на закрепване: табл. 5.63[4] за установяване по постоянните опори в приспособление с ексцентриково закрепване

$$\Delta_3 = 250 \mu\text{m} = 0,25 \text{ mm.}$$

$$\Delta_{y1} = 2,121 + 0,25 = 2,375 \text{ mm.}$$

$$Z_{i_{\min \text{ анал}}} = 0,6 + 0,002 + 2,375 = 2,975 \text{ mm}$$

- Чисто фрезование: след грубо фрезование $R_z + D = 0,05 + 0,05 = 0,1 \text{ mm}$
- Формула за определянето: таб. 5.45 [4]

$$Z_{i_{\min}} = R_{z(i-1)} + D_{(i-1)} + \rho_{(i-1)} + \Delta_{yi}$$

$$\rho_{\text{ост}} = K_y \cdot \rho = 0,06 \cdot 0,207 = 0,01 \mu\text{m}$$

От табл. 5.56[4] $\Delta_{\text{изкр}} = 0,7 - 1 \mu\text{m/m}$; $\rho = 0,7 \cdot 0,296 = 0,207 \mu\text{m}$

грешка от установяване: $\Delta_{y1} = \Delta_6 + \Delta_3$

табл. 5. 60[4] има:

$$\Delta_6 = \sqrt{\Delta h_3^2 + \Delta l_3^2} = \sqrt{T_H^2 + T_L^2} = \sqrt{0,25^2 + 0,25^2} = 0,354 \text{ mm}$$

T_H и T_L са допуски съответни с точност на размерите след настояващо изработване.

Грешката на закрепване: табл. 5.63[4] за установяване по постоянните опори в приспособление с ексцентриково закрепване

$$\Delta_3 = 250 \mu\text{m} = 0,25 \text{ mm.}$$

$$\Delta_{y1} = 0,354 + 0,25 = 0,604 \text{ mm.}$$

$$Z_{2\text{min anal}} = 0,1 + 0,0001 + 0,604 = 0,704 \text{ mm}$$

$$Z_{\text{min}} = Z_{1\text{min}} + Z_{2\text{min}} = 2,975 + 0,604 = 3,579 \text{ mm.}$$

b. Таблично определяне:

От табл. 5.1[4] $Z_{\text{min табл}} = 5,0 \text{ mm.}$

2.1.3. Прибавки на повърхност $\phi 80$ (3),(4).

- Прибавка за грубо разстъргване: избира се $2Z_1 = 3 \text{ mm.}$
- Прибавка за чисто разстъргване: от таблица 5. 21 [4] $2Z_2 = 1,6 \text{ mm.}$
- Прибавка за фино разстъргване: от таблица 5.22[4] $2Z_3 = 0,4 \text{ mm.}$
- Общата прибавка на $\phi 80$: $Z = Z_1 + Z_2 + Z_3 = 2,5 \text{ mm}$

2.2. Междинните размери:

Операции Преходи	Елементи				Прибавки $2Z_{\text{bmin}}$ μm	размер ρ (mm)	допуск (μm)	Гранични	
	Rza	Ta	ρ	$\epsilon\gamma$				Max	Min
Долната повърх. заготовка Грубо фрезование									
Горната и страничните повърх. заготовка грубо фрезование окончателно фрезование									
Повърхнина с $\phi 80$ Грубо разстъргване Окончателно разстъргване									

2.3. Размерите на заготовка:

VI. Избиране на машина и на инструменти

1. Избиране на машина

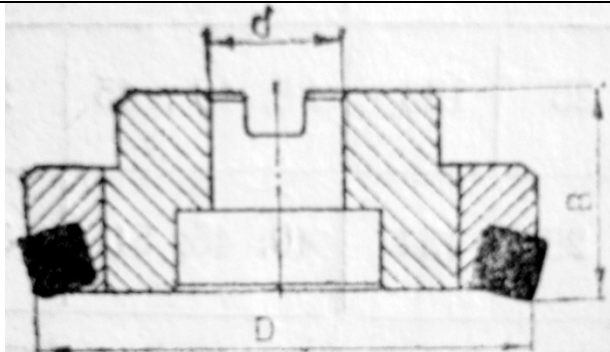
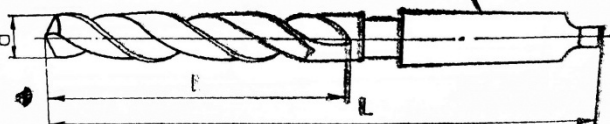
Избира се машина **МЦ 032** за всички операции

таблица 14

Машинни центри		МС 032
Преместване по осите:		
- ос X	мм	550
- ос Y	мм	500
- ос Z	мм	500
Въртящи оси - цифрово управляеми:	инкрем.	0.001
ос А	градус	220
ос С	градус	360
Подаване по оси X,Y,Z	мм/min	1...4000
Ускорен ход по оси X, Y, Z	мм/мин	12000
Ускорен ход по ос С	rpm	10
Мощност на главния двигател	Квт	11
Обороти на вретеното	об/мин	12...4000
Система на управление		NEIDENHAIN,Fanuc,ETA
Миним. програмируем инкремент	мм	0.01
Устройство за автоматична смяна на инструмента		
- гнезда в магазина	No	32
максим. диаметър на инструмента	мм	80
максим. дължина на инструмента	мм	250

2. Избиране на инструменти

таблица 15

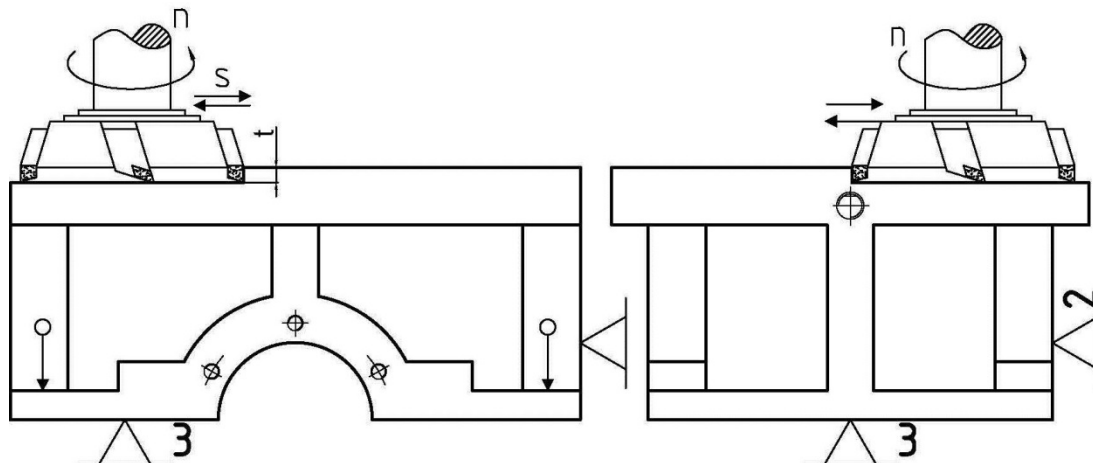
Операция	Инструмент	размери				
		D mm	d mm	L mm	Брой на зъби	
Грубо фрезозане на (1), (5),(6),(2)		BK8	50	22	36	4
окончателно фрезозане на повърх. (5),(6),(2)			BK6	50	22	36
Свредловане	От табл. 7.64[4] Винтови свредла с конусна опашка (БДС 978-78, СТ на СИБ 256-76) 	HSS	D	L	l	MK
на отвори (9),(10)			16,75	223	125	2
на 2 отвора (11),(12)			17	223	125	2
на отвора (7)			20,75	243	145	2
на отвора (8)			13	182	101	2
на 8 отвора (13),(14),(15), (16)(17),(18),(19),(20)			13	182	101	2
на 5 отвора (23),(24),(25),(26),(27)			7	150	69	1
на отвора (21),(22)			9,8	168	87	1

Зенкерование	От табл. 7.78[4]		D	L	l	МК	
На 2 отвора (9),(12),	HSS		16,75	223	125	2	
на отвора (7)			13	182	101	1	
на 2 отвора (21),(22)		10	168	87	1		
резбообработване		HSS	d	P	l	L	d ₁
на 5 отвора (23),(24),(25),(26),(27)			8	1,25	22	72	6,3
отвора (8)			14	2	30	95	11,2
разстъргване		40X, BK6	D	L	опашка		
На 2 отвора (3) и (4) с режеща платина TNGN 120408			110	250	40	63	
шлифоване		D	H	d	D1	H1	
		450	50	203	265	13	

VII. Операционен технологичен процес

1. Втора операция – грубо фрезование

1.1. Технологична схема



1.2. Режим на рязане

- Аналитично определяне:
 - Дълбочината на рязане $t = 4,5 \text{ mm}$.
 - Подаване се избира от табл. 1.89 [5] в зависимост от свойствата на обработвания материал $s_z = 0,42 \div 0,65 \text{ mm/зъб}$. От таб. 1.90[5] в зависимост от мощността на машината и вида на фрезването $s_z = 0,38 \div 0,48 \text{ mm/зъб}$. Избира се $s_z = 0,45 \text{ mm/зъб}$.
 - Трайност на фрезата: От табл. 1.95 [5] $T=180 \text{ min}$
 - Скорост на рязане:

$$v = \frac{C_v D^{z_v}}{T^m S_z^{y_v} t^{x_v} B^{u_v} Z^{r_v}} K_v \text{ m/min}$$

от табл. 1.97 [5]:

C_v	m	z_v	y_v	x_v	u_v	r_v
528	0,32	0,2	0,35	0,15	0,2	0

Общият поправъчен коефициент K_v : $K_v = K_{r_v} K_{M_v} K_{n_v} K_{u_v} K_{x_v}$

от табл. 1.98 [5]:

K_{r_v}	K_{M_v}	K_{n_v}	K_{u_v}	$K_{x_v}(\chi=60^\circ)$	$K_v = 0,8$
1,0	1,0	0,8	1,0	1	

$$v = \frac{528 \cdot 50^{0,2}}{180^{0,32} 0,45^{0,35} \cdot 4,5^{0,15} \cdot 40^{0,2} \cdot 4^0} 0,8 = 88,47 \text{ m/min}$$

- Честотата на въртене на фрезата:

$$n = \frac{10^3 v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 88,47}{\pi \cdot 50} = 563,22 \text{ min}^{-1}$$

- Избира се $n_{\text{маш}} = 500$ и $v_{\text{маш}} = 78,54 \text{ m/min}$

- Минутното подаване: $S_M = S_z \cdot z \cdot n_{\text{маш}} = 0,45 \cdot 4 \cdot 500 = 900 \text{ mm/min}$

- Проверка на избрания режим:

$$F = \frac{9,81 C_F t^{x_F} S_z^{y_F} B^{u_F} Z}{D^{q_F} n^{\omega_F}}$$

от табл. VII.28 [1]:

C_F	x_F	y_F	u_F	ω_F	q_F	$F = \frac{9,81 \cdot 54,5 \cdot 4,5^{0,9} \cdot 0,45^{0,8} \cdot 40^{1,4}}{50^1 \cdot 200^0} = 3497 \text{ N}$
54,5	0,9	0,74	1,0	0	1,0	

$$P_p = 10^{-3} \cdot 60^{-1} \cdot F \cdot v_{\text{маш}}$$

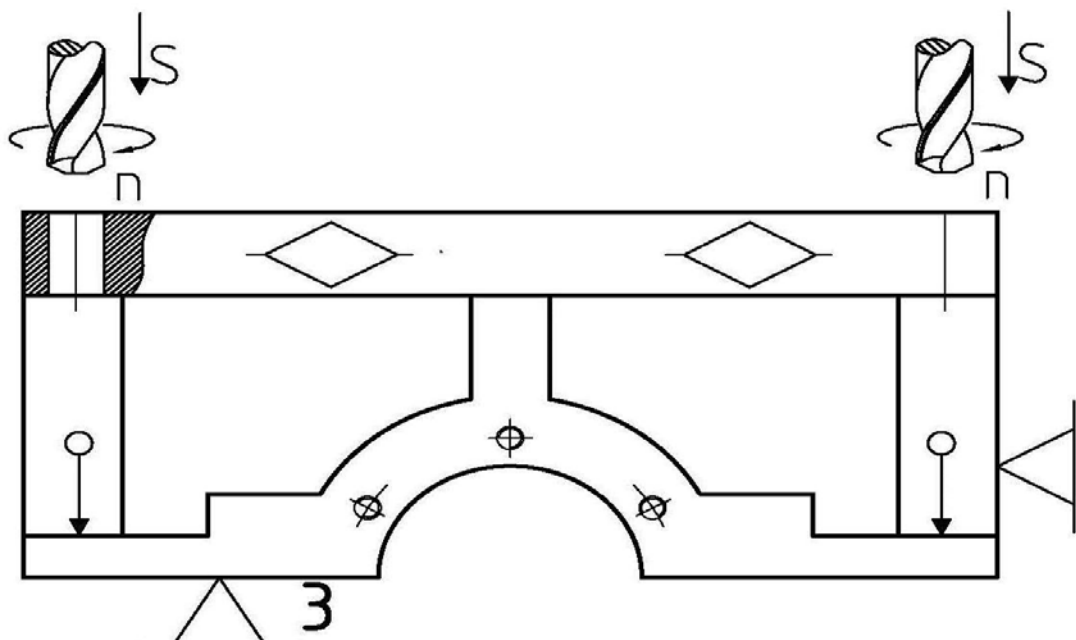
$$P_p = 10^{-3} \cdot 60^{-1} \cdot 3497 \cdot 78,54 = 4,58 \text{ kW} < P_{\text{Маш}}$$

• Таблично определяне. От табл. 1.99[1] има:

t	S_z	$v_{\text{таб}}$	K_{T_v}	K_{B_v}	K_v	v
4.5	0.45	122	0.87	0.97	0.844	103

2. Трета операция – пробиване

1.1 Технологична схема



1.2 Режим на рязане

а. Преход свредловане на (9) и (12):

- Дълбочината на рязане $t = 0,5D = 0,5 \cdot 16,75 = 8,375 \text{ mm}$.
- Подаване, допусканото от якостта на свредлото:

$$s = 7,34 \frac{D^{0,81}}{(HB)^{0,75}} = 7,34 \frac{16,75^{0,81}}{190^{0,75}} = 1,41 \text{ mm}$$

от табл. 1.57 [5] или от табл. IV.14 [1] по първа група: $s = 0,7 \text{ mm/об}$

- Скорост на рязане:

$$v = \frac{C_v D^{z_v}}{T^{m_s} y_s} \cdot K_v$$

Трайност на свредло: $T = 60 \text{ min}$ от таб. 1.64[5]

от табл. 1.65 [5] или VI.23 [1]:

C_v	z_v	y_v	m
17,1	0,25	0,4	0,125

От табл. 1.72, 1.73, 1.74[5]:

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Iv} \cdot K_{Lv} \cdot K_{3v} \cdot K_{Pv} \quad \begin{array}{|c|c|c|c|c|} \hline K_{Mv} & K_{Iv} & K_{Lv} & K_{3v} & K_{Pv} \\ \hline 1 & 1 & 1 & 0,9 & 0,85 \\ \hline \end{array} \quad K_v = 0,9 \cdot 0,85 = 0,765$$

$$v = \frac{17,1 \cdot 16,75^{0,25}}{60^{0,125} \cdot 0,7^{0,4}} \cdot 0,765 = 18,23 \text{ m/min}$$

- Осовата сила и въртящия момент на рязане:

$$F = 10 C_F D^{z_F} s^{y_F} K_F \quad M = 10 C_M D^{z_M} s^{y_M} K_M$$

от табл. VI.25 [1] или 1.75[5]:

C_F	z_F	y_F	C_M	z_M	y_M	$K_F = K_M$
42,7	1	0,8	0,021	2	0,8	1,0

$$F = 10 \cdot 42,7 \cdot 16,75^{1,2} \cdot 0,7^{0,8} \cdot 1 = 5377 \text{ N}$$

$$M = 10 \cdot 0,021 \cdot 16,75^2 \cdot 0,7^{0,8} \cdot 1 = 44,3 \text{ Nm}$$

б. Преход зенкерование на отворите (9) и (12):

- Дълбочината на рязане $t = 0,5(D-d) = 0,5 \cdot 0,25 = 0,125 \text{ mm}$.
от табл. 1.58 [5]: $s = 0,45 \text{ mm}$
- Скорост на рязане:

$$v = \frac{C_v D^{z_v}}{T^{m_t} x_v y_s} \cdot K_v$$

Трайност на свредло: $T = 60 \text{ min}$

от табл. 1.70 [5]:

C_v	z_v	x_v	y_v	m
18,8	0,2	0,1	0,4	0,125

от табл. 1.72, 1.73, 1.74[5]:

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Iv} \cdot K_{Lv} \cdot K_{3v} \cdot K_{Pv} \quad \begin{array}{|c|c|c|c|c|} \hline K_{Mv} & K_{Iv} & K_{Lv} & K_{3v} & K_{Pv} \\ \hline 1 & 1 & 1 & 1 & 0,85 \\ \hline \end{array} \quad K_v = 0,85$$

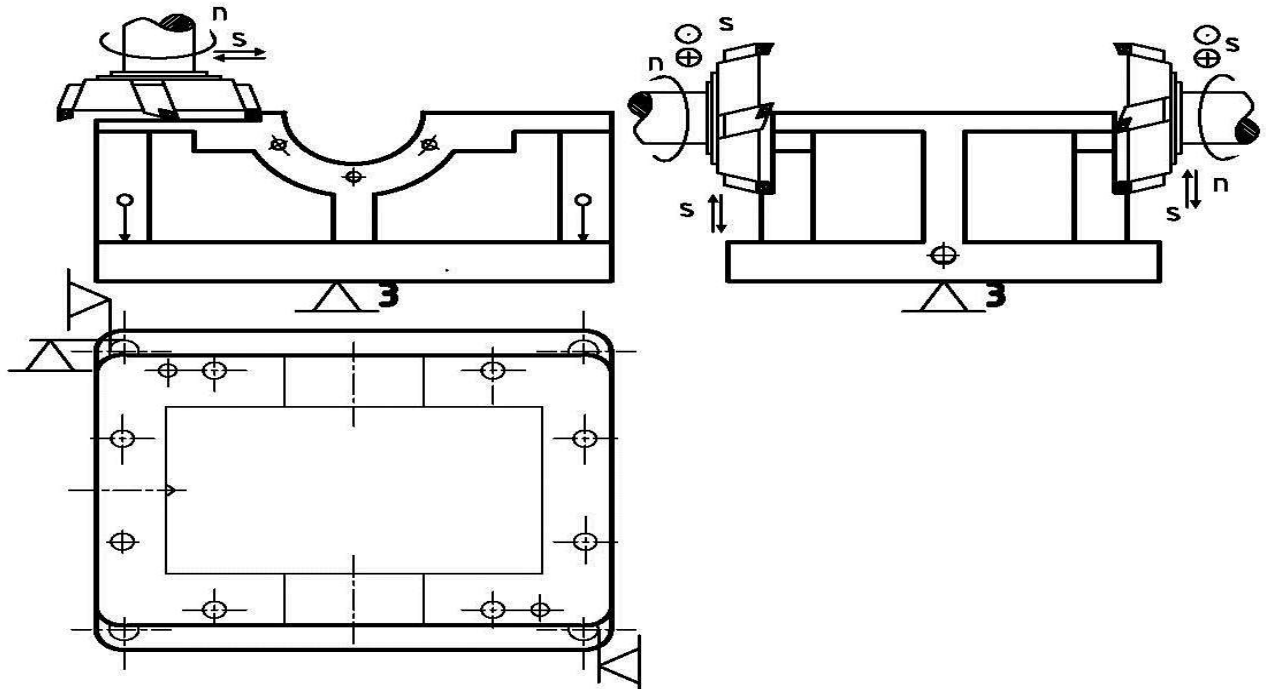
$$v = \frac{18,8 \cdot 17^{0,2}}{60^{0,125} \cdot 0,125^{0,1} \cdot 0,45^{0,4}} \cdot 0,85 = 28,6 \text{ m/min}$$

с. Преход свредловане на отворите (10) и (11). Режимът на рязане се намира от табл. 1.78[5]

$s, \text{mm/об}$	$v, \text{m/min}$	F, N	M, Nm	P, kW
0,355	21,7	5600	29,7	1,1

3. Четвърта и пета операция – грубо и чисто фрезование

1.1 Технологична схема



1.2 Режим на рязане

- Грубо фрезование:
Подобно е като грубото фрезование на долната повърхнина с дълбочината на рязане $t=4.5$ mm.
- Чисто фрезование:
 - Дълбочина на рязане: $t=0.5$ mm
 - Подаване се избира от табл. 1.92 [5] $s = 0,6$ mm/зъб. $S_z=s/z = 0.125$ mm. получаваната грапавост $R_a = 2.5$
 - От табл. 1.99[1] има:

t	S_z	$v_{\text{таб.}}$	K_{TV}	K_{Bv}	K_v	v
0,5	0.125	238	0.87	0.97	0.844	201

- Честотата на въртене на фрезата:

$$n = \frac{10^3 v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 201}{\pi \cdot 50} = 1280 \text{ min}^{-1}$$
- Минутното подаване: $S_M = S_z \cdot z \cdot n_{\text{маш}} = 0,125 \cdot 4 \cdot 1280 = 640$ mm/min
- Проверка на избрания режим:

$$F = \frac{9,81 C_F t^{x_F} S_z^{y_F} B^{u_F} Z}{D^{q_F} n^{\omega_F}}$$

от табл. VII.28 [1]:

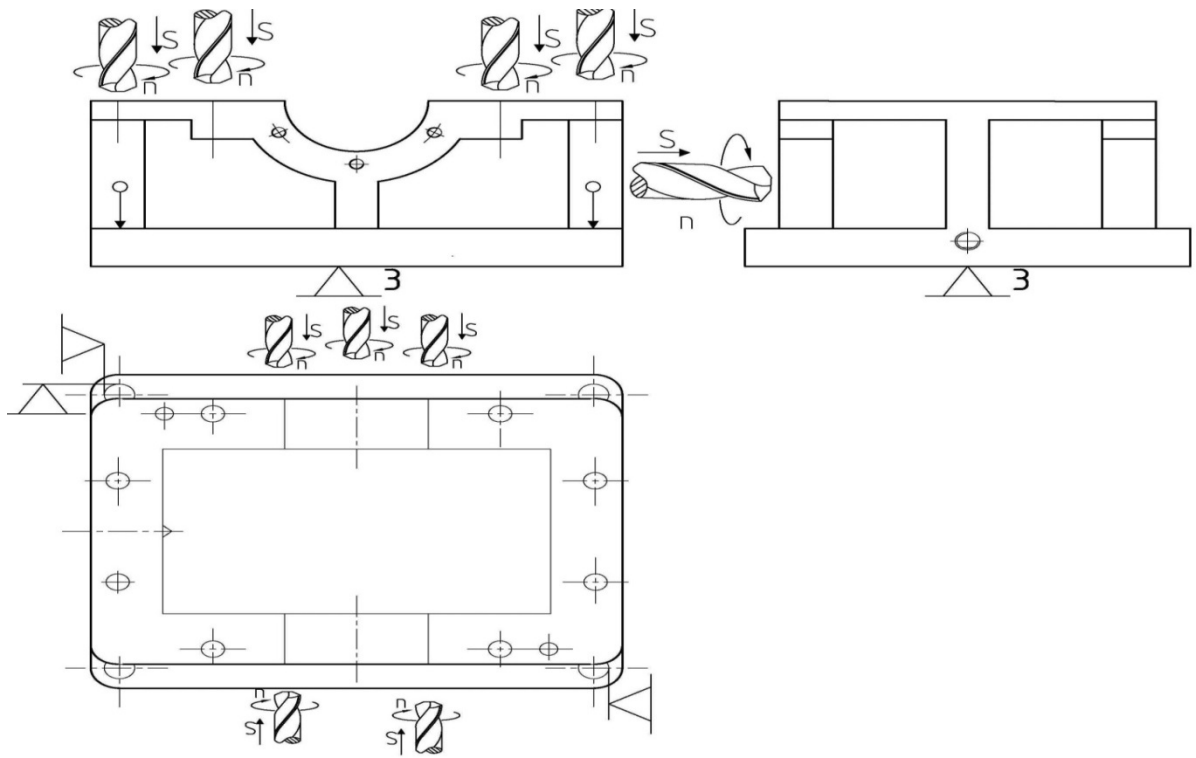
C_F	x_F	y_F	u_F	ω_F	q_F	F
54,5	0,9	0,74	1,0	0	1,0	$F = \frac{9,81 \cdot 54,5 \cdot 0,5^{0,9} \cdot 0,125^{0,8} \cdot 40^1 \cdot 4}{50^1 \cdot 1280^0} = 174N$

$$P_p = 10^{-3} \cdot 60^{-1} \cdot F \cdot v_{\text{маш}}$$

$$P_p = 10^{-3} \cdot 60^{-1} \cdot 174 \cdot 201 = 0.58 \text{ kW} < P_{\text{Маш.}}$$

4. Шеста операция – пробиване

а. Технологична схема

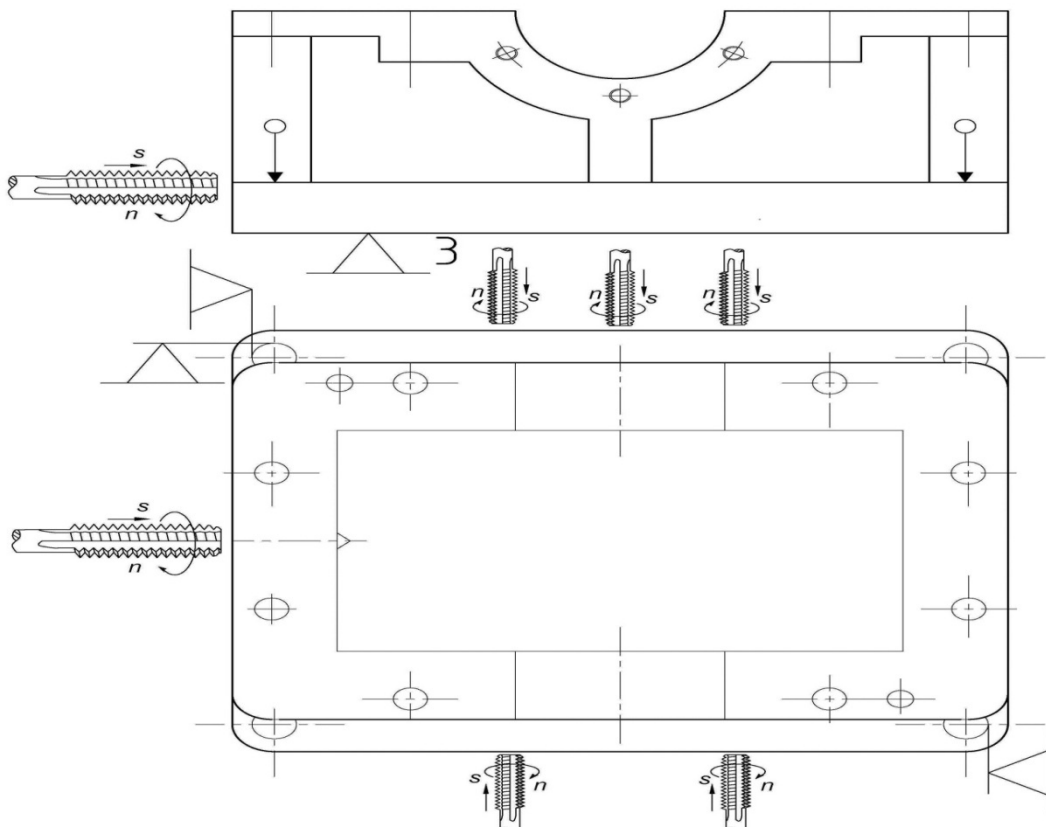


b. Режимите на рязане: от таблиците 1.78,1.83[5]

Преход	t,mm	S,mm/об	v,m/min	F,N	M,Nm	P,kW
Свредловане на отвора (7)	10,375	0.45	22,5	7250	49,7	1,56
Зенкерование на отвора (7)	0,125	0,5	23,9			
Свредловане на отвора (8)	6,5	0,315	23.8	3800	17.3	0,8
Свредловане на 8 отвора $\phi 13$	6,5	0,315	23.8	3800	17.3	0,8
Свредловане на 5 отвора $\Phi 8$	3,5	0.25	21.2	1320	2.26	0.21

5. Седма операция – резбообработване

5.1. Технологична схема:



5.2. Режим на рязане:

a. Резбообработване на отвора (8)

- Скорост на рязане: $v = v_T K_{Mv}$

От таб. 1.117[5] $v_T = 11 \text{ m/min}$, $K_{Mv} = 0,8$. $11 \Rightarrow v = 8,8 \text{ m/min}$

- Момент на рязане: от таб. 1.123[5]

$M = M_T K_{DM} K_{MM}$	M_T	K_{DM}	K_{MM}	$M = 18 \times 1,7 \times 0,65 = 19,89 \text{ Nm}$
	18	1.7	0.65	

- Мощност на рязане:

$$P = Mn = M \frac{v}{\pi D} = 66 \text{ W} = 0,066 \text{ kW}$$

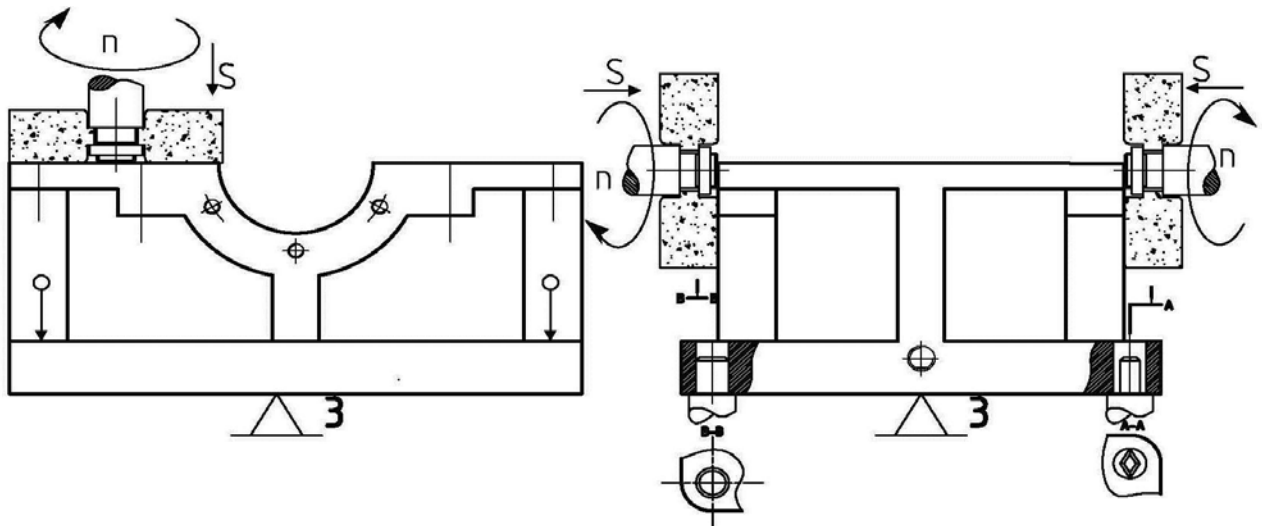
$s = P, \text{mm}$	$t = s_p, \text{mm}$	i	$V, \text{m/min}$	F, N	M, Nm	P, kW
2	0,3	4	8,8		19,89	0,066

b. Резбообработване на 5 отвора (23),(24),(25),(26),(27).

$s = P, \text{mm}$	$t = s_p, \text{mm}$	i	$V, \text{m/min}$	F, N	M, Nm	P, kW
1,25	0,15	4	7,2		4,095	0,020

6. Осма операция – шлифване:

a. Технологична схема

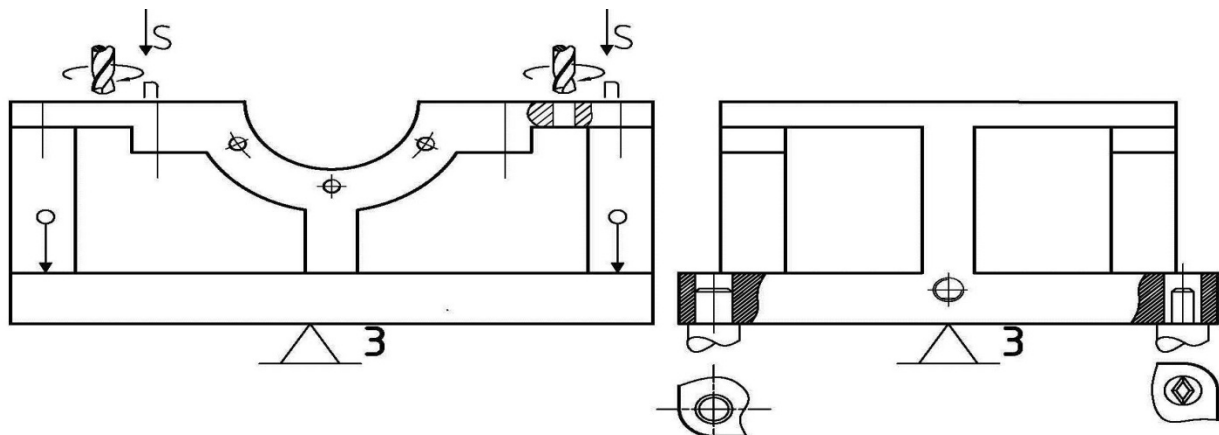


b. Режим на рязане: от табл.1.169[5]:

Получавана грапавост, R_a	Трайност min	Надлъжна скорост, m/min	Дълбочина на шлифване, mm	Напречено подаване
1,00-0,80	25-30	14-16	0,040-0,050	12 mm/ход

7. Девета и десета операция – изработване на отвори за щифтове.

a. Технологична схема:

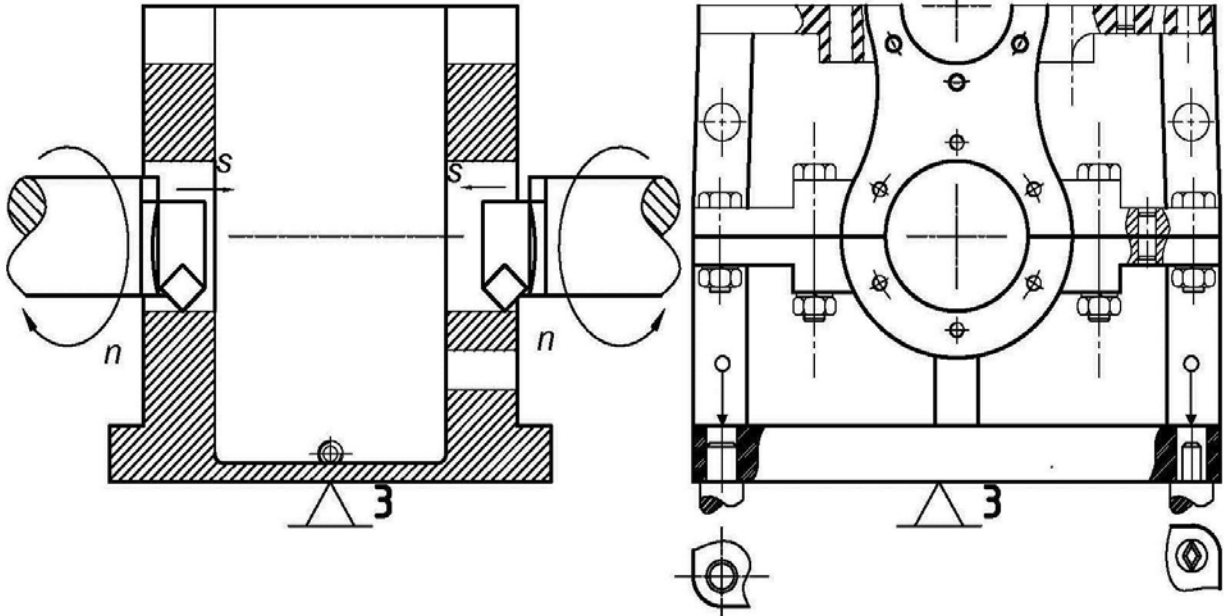


b. Режим на рязане: от таблиците 1.78,1.83[5]

Преход	t,mm	S,mm/об	v,m/min	F,N	M,Nm	P,kW
Свредловане на 2 отвора	4,9	0,28	23.8	1980	4.6	0.36
Зенкерование на 2 отвора	0,1	0,7	23.6			

8. Единайсета операция – разстъргване на 2 отвора (3),(4).

a. Технологична схема:



b. Режим на рязане:

- Грубо разстъргване:

- Дълбочината на рязане $t = 1,5\text{mm}$.

От табл. 1.13 [5] $s = 0,5\text{ mm/об}$.

- Скорост на рязане $v_{\text{табл}} = 124\text{ m/min}$ от табл. VI.9[1]

Действителна скорост $v = V_{\text{табл}} K_v$

$K_v = 0,82$ от табл. VI.12[1] $\Rightarrow v = 99,2\text{ m/min}$

Сила на рязане $F_z = C_F t^{x_F} s^{y_F} v^{n_F} K_F$

От таб. VI.4[1] $C_F = 92$, $x_F = 1,0$; $y_F = 0,75$; $n_F = 0$.

$$K_F = K_{M_F} K_{x_{rF}} K_{y_F} K_{\lambda_F} K_{r_F}$$

От табл. VI.5[1] $K_{M_F} = \left(\frac{190}{HB}\right)^{n_{MF}} = 1,0$ защото $HB = 190$, $n_{MF} = 0$

От табл. VI.6[6] $K_{x_{rF}} = 1$; $K_{y_F} = 1,10$; $K_{\lambda_F} = 1,0$; $K_{r_F} = 0,87$.

$$K_F = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 0,87 = 0,957$$

$$F_z = 9,81 \cdot 92 \cdot 1,5^1 \cdot 0,5^{0,75} \cdot 99,2^0 \cdot 0,957 = 784\text{N}$$

- Мощност на рязане:

$$P_{\text{ряз}} = 60^{-1} \cdot 10^{-3} \cdot F_z \cdot v = 60^{-1} \cdot 10^{-3} \cdot 784 \cdot 99,2 = 1,3\text{ kW} < P_{\text{маш}}$$

- Окончателно разстъргване:

преход	t,mm	s,mm/об	V,m/min	F,N	P,kW
		От таб. 1.19[5]	От таб. 1,35 [5]		
Чисто	0,8	0,15	104		
фино	0,2	0,1	122		

VIII. Време за изпълняване на операциите

1. Формули за определянето

Нормата на единичното време $T_{ед}$:

$$T_{ед} = T_M + T_c + T_{об} + T_{отд} + T_{пз} / n$$

T_M – машинно време от табл. 7.2 [5]

$$T_M = \sum_{j=1}^n \frac{L_j}{S_{Mj} n} i_j$$

L_j – дължината на работния ход
 S_{Mj} – минутно подаване за преход
 i_j – броят на проходите
 n – броят на преходите за операцията

T_c – спомагателното време

$$T_c = T_{уст} + T_{упр} + T_{ск}$$

$T_{уст}$ – време за установяване от табл. 7.3[5]
 $T_{упр}$ – време за управление от табл. 7.3[5]
 $T_{ск}$ – време за контролно от табл. 7.3[5]

$T_{об}$ – времето за обслужване на работното място

$$T_{об} = T_{обТ} + T_{обо}$$

$T_{обТ}$ – времето на техническо обслужване
 $T_{обо}$ – времето за организационно обслужване

$T_{отд}$ – времето на отдых на работника

$$T_{ед} = T_M + T_{уст} + T_{упр} + T_{ск} + T_{об} + T_{отд}$$

2. Изчисляване на времето

T_M, S	i	$T_{уст}$	$T_{упр}$	$T_{ск}$	T_c	$T_{оп}$	$T_{об}$		$T_{отд}$		$T_{ед}$
		S	S	S	S	S	% $T_{оп}$	S	% $T_{отд}$	S	
Фрезование на долната повърхнина											
$T_M = \frac{L}{S_M} = \frac{2056}{900} = 2,28 \text{ min}$	1	73.8	25.2	14,1	113	593	4,6	27	5,5	33	653
трета операция – пробиване на 4 отвора и зенкерование											
(9),(12) $T_M = \frac{Li}{ns} = \frac{30.2}{5.0,7} = 17s$	2										
(10) (11) $T_M = \frac{Li}{ns} = \frac{30.2}{6,6.0,355} = 26s$	2										
Зенкер. (9),(12) $T_M = \frac{Li}{ns} = \frac{30.2}{8,93.0,45} = 15s$	2										
четвърта операция – грубо фрезование на горната повърхнина и страничните повърхнини											
горната $T_M = \frac{L}{S_M} = \frac{928}{900} = 1,03 \text{ min}$	1										
Странич. $T_M = \frac{L}{S_M} = \frac{350}{900} = 0,39 \text{ min}$	2										
пета операция- чисто фрезование на горната повърхнина и страничните повърхнини											
горната $T_M = \frac{L}{S_M} = \frac{928}{640} = 1,45 \text{ min}$	1										
Странич. $T_M = \frac{L}{S_M} = \frac{350}{640} = 0,55 \text{ min}$	2										
Шеста операция – пробиване											

Ф13	$T_M = \frac{Li}{ns} = \frac{22,5.8}{9,72.0,315} = 59s$	8																		
Ф8	$T_M = \frac{Li}{ns} = \frac{15.5}{14.0,25} = 21,43s$	5																		
Ф21	$T_M = \frac{Li}{ns} = \frac{40.1}{5,7.0,45} = 16s$	1																		
Ф21 зенкер.	$T_M = \frac{Li}{ns} = \frac{40.1}{6,0,5} = 13s$	1																		
Ф14	$T_M = \frac{Li}{ns} = \frac{40.1}{9,0,315} = 14s$	1																		
Седма операция-резбообработване																				
М14																				
М8																				
Осма операция- шлифоване																				
Свредловане на отворите за щифтове																				
Свредл.	$T_M = \frac{Li}{ns} = \frac{10.1}{13.0,28} = 3s$	2																		
Зенкеро.	$T_M = \frac{Li}{ns} = \frac{10.1}{12.0,7} = 1,2s$	2																		
Разсъргване на отворите (3) и (4)																				
Глубо	$T_M = \frac{Li}{ns} = \frac{40.2}{6,6.0,5} = 24s$	2																		
Чисто	$T_M = \frac{Li}{ns} = \frac{40.2}{6,9.0,15} = 77s$	2																		
фино	$T_M = \frac{Li}{ns} = \frac{40.2}{8} \cdot 0,1 = 100s$	2																		

$\sum T_{ед} =$

IX. Технологична себестойност на изработвания детайл:

1. Формулата за определяне:

$$C_T = P_M + P_3 + P_e + P_{ни} \text{ ст. на дет.}$$

P_M – разходите за материали.

$$P_M = G_3 \cdot C_3 - (G_3 - G_d) C_{от} \text{ ст. за дет.}$$

G_3 – маса на заготовката kg
 C_3 – цената на заготовката, ст. за kg
(от таб. 1.8[1] или 9.1[5])
 G_d – масата на детайла, kg
 $C_{от}$ – цената на отпадъците, ст. за kg
(дадена в табл.1.10[1] или 9.1[5])

P_3 – разходите на работната заплата, ст. за дет.

$$P_3 = \frac{1,25 C_q K_H}{K_{MM}} \cdot \frac{T_K}{60}$$

C_q часовата тарифна ставка за съответния разред, ст за час. (дадена в табл. 5.5[1])
 K_H коефициент на заплата на настройчика. При серийно производство $K_H = 1$.
 K_{MM} коефициент на многомашинно обслужване (дадена в таблица 5.4 [1]) $K_{MM} = 1$.
 T_K калкулационната норма на време, min

P_e – разходите за експлоатация на работното място

$$P_e = P_{ap2} + P_{ap} + P_{тр2}$$

P_{ap1} – разходите за амортизационни отчисления и основен ремонт на машините при двусменен режим, ст. за час

$$P_{ap1} = \frac{C_M}{322 \eta_H} \left| \begin{array}{l} C_M \text{ първоначалната цена на металорежещата машина, лв} \\ \eta_H \text{ коефициент на натоварване на машината по време за} \\ \text{серийно производство } \eta_H = (0,8-0,9) \end{array} \right.$$

P_{ap} – разходите за амортизация и поддържане на помещенията, ст. за час.

$$P_{ap} = 0,47 \frac{K_S S_M}{\eta_H} \left| \begin{array}{l} S_M \text{ – площта на машината, определена от габаритите ѝ, m}^2 \\ K_S \text{ – коефициент на допълнително необходимите площи} \\ \text{за проходи, даден в табл. 5.6[1]} \end{array} \right.$$

$P_{тр1}$ – разходите за силова електроенергия, текущ и среден ремонт и поддържане на помещенията.

$$P_{тр1} = 0,66P + 1,47E_{рс} \text{ ст. за час}$$

P – инсталираната мощност на машината kW

$E_{рс}$ – единиците определящи категорията на ремонтната сложност на машината.

$$P_{еч} = P_{ap} + P_{ap} + P_{тр} \text{ (даден в таб. 1.11[1])}$$

$P_{ип}$ – разходите за приспособления и инструменти, ст. за дет.

$$P_{ип} = \frac{0,5 C_{еи}}{N} 100$$

$C_{еи}$ – първоначалната стойност на приспособленията и инструмент-ите, лв.

N – годишната програма, дет. за год.

2. Изчислените резултати

Изчислените данни се дават в следната таблица

Данни за операция	операция	3	4	5	6	7	9	18
	машина	МЦ032	МЦ032	МЦ032	МЦ032	МЦ032	МЦ032	МЦ032
	$T_{ед}, \text{min}$							
	разред							
	Коефициент на много-машинно обслужване	1			4		1	
Разходи за материали	Вид на заготовка	ОТЛИВКА						
	маса на заг. , kg							
	цена на заг., ст./kg							
	маса на дет. , kg							
	цена на отпа., ст./kg							
	Разходи за мате., ст./дет.							
Разходи за заплата	Часови разходи ст./час .Табл.5.5							
	K_H	1						
	K_{MM}	1						
	Раз./дет. $\frac{1,25C_{ч}K_H}{K_{MM}} \frac{T_{ед}}{60}$							
разходите за експло. На работ. място	Часови разходи ст. за час Табл. I.11[1]							
	Разход за един детайл, ст. за детайл							
разходите за присп. и инстру.	C_{ei} лв.							
	N							
	$P_{ип}$							
Технологична себестойност, ст. за дет.								
Икономически ефект от внедряването, лв								

Трета част: контрол на технически изисквания

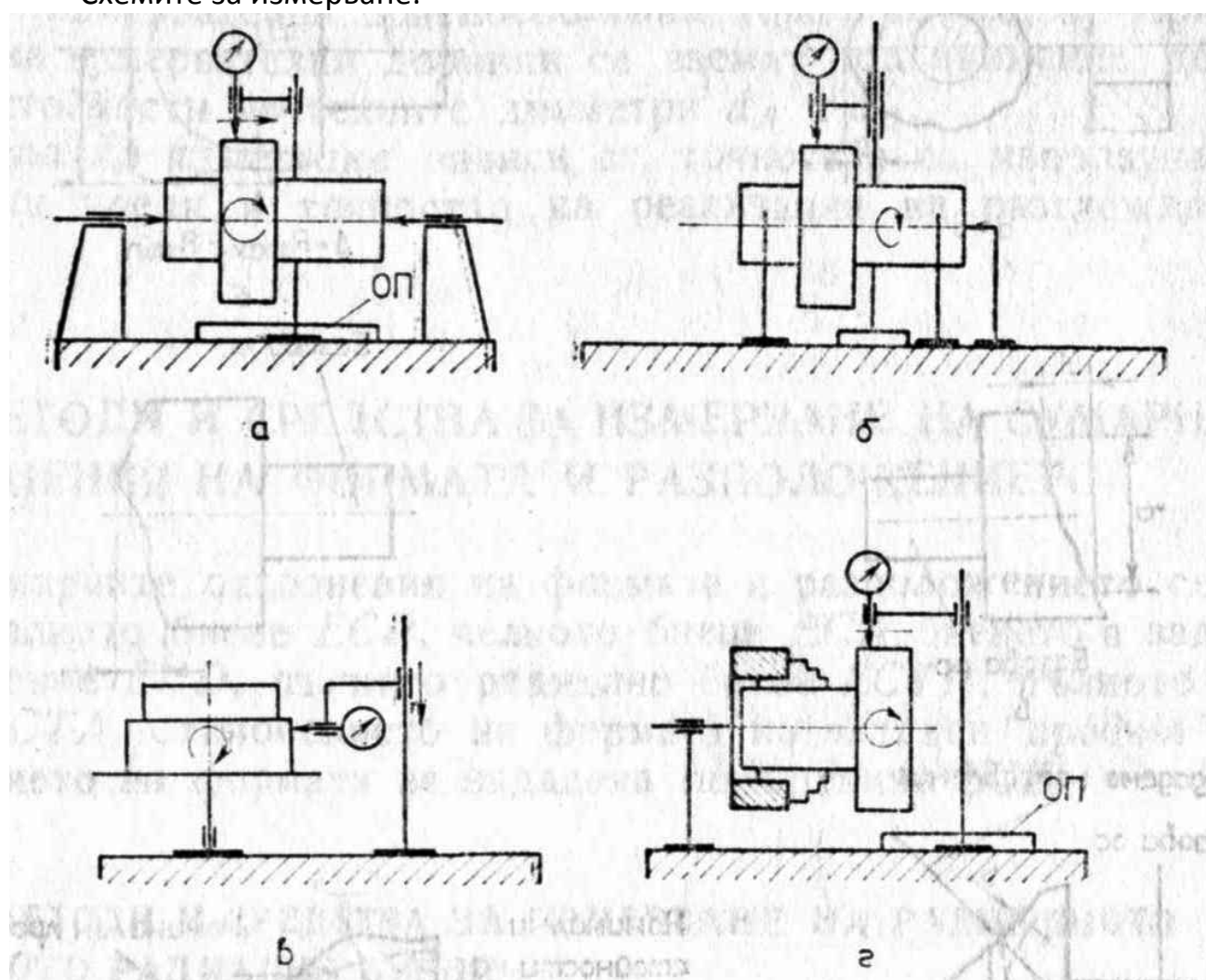
I. Общо положение [6]

Радиално биене представлява разлика Δ между най-голямото и най-малкото разстояние от точките на реалния профил на ротационната повърхнина до базовата ос измервано в сечение, перпендикулярно на базовата ос.

Пълно радиално биене представлява разлика Δ между най-голямото и най-малкото разстояние от всички точки на реалната повърхнина в границите на нормирания участък до базовата ос.

Базова ос може да бъде правата, съединяваща центровете на базови центрови отвори, ос на базова ротационна повърхнина, или общата ос на няколко базови ротационни повърхнини.

Схемите за измерване:



Фиг. 12.54. Измерване на радиално и пълно радиално биене

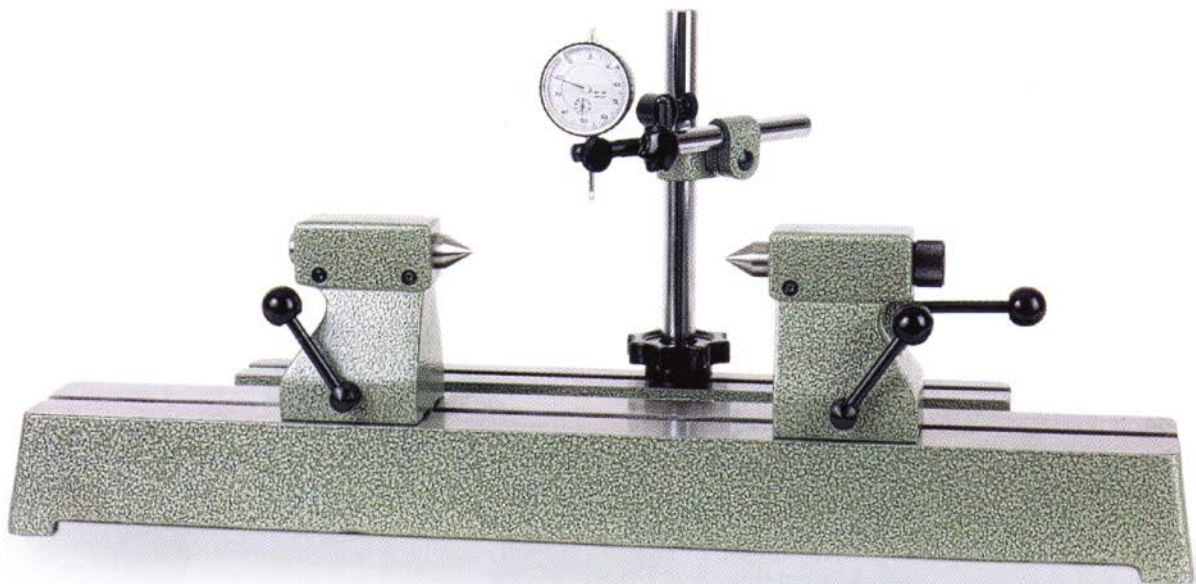
a — спрямо ос на центрови отвори ; *б* — спрямо обща базова ос на ротационни повърхнини при базиране в призми ; *в* — спрямо ос на ротационна повърхнина при базиране на въртяща се маса ; *г* — спрямо ос на ротационна повърхнина при закрепване в патронник

II. Метод на измерване

Избира се **първата схема** за измерване на радиално биене на лагерните шийки. Валът се базира върху центровите отвори, измервателния часовник се закрепва над шийките. Първоначално се регулира часовника така, че е в натискано (работно) състояние, след това се нулира. Върти се вала и отчитат от часовника най-голямата и най-малката показани от стрелката стойности. Разликата между тях е радиалното биене.

III. Измервателно средство

Средствата са измервателен с точност до 1μм часовник и приспособление за между-центрово базиране. Средствата се показват в следната фигура:



Четвърта част: разработване на маршрутна технология за сглобяване на редуктор

I. Последователност на операция и техните елементи

- Основата се избира като базов детайл. Тя се установява върху маса.

I.		Сглобяване на група вал сг24
	A.	Установяване на вала в приспособление
		1. Сглобяване на зъбно колело 22
		2. Сглобяване на вулка 23
II.		Сглобяване на група вал сг3
	A.	Установяване на вала в приспособление
		1. Набиване на спонка 40
		2. Запресоване на зъбно колело 5
		3. Контрол на радиално биене
		4. Сглобяване на вулка 4
		5. Набиване на лагер 30
		6. Запресоване на зъбно колело 13
		7. Сглобяване на вулка 15
		8. Набиване на лагер 30
III.		Сглобяване на група фланец сг2
	A.	Установяване на фланец 2
		1. Поставяване на уплътнител 37
		2. Поставяване на уплътнение 33
IV.		Сглобяване на група вал сг8
	A.	Установяване на вала в приспособление
		1. Набиване на спонка 41
		2. Запресоване на зъбно колело 16
		3. Контрол на радиално биене
		4. Сглобяване на вулка 17
		5. Набиване на лагер 31
V.		Сглобяване на подгрупа вал сг11
	A.	Установяване на вала в приспособление
		1. Набиване на спонка 42
		2. Запресоване на зъбно колело 20
		3. Контрол на радиално биене
		4. Сглобяване на вулка 19
		5. Набиване на лагер 32
VI.		Сглобяване на подгрупа фланец сг18
	A.	Установяване на фланец 18
		1. Поставяване на уплътнител 36
		2. Поставяване на уплътнение 35
VII.		Сглобяване на група корпус сг9

	A.	Установяване на корпус 9
	1.	Сглобяване на отдушник 12
	2.	Поставяване на уплътнение 35
	3.	Сглобяване на капак 10
	4.	Завинтване на болт 26
	5.	Сглобяване на фланец 18
	6.	Регулиране на осовата хлабина в лагера
	7.	Завинтване на болт 26
VIII.		Общо сглобяване на редуктора
	A.	Установяване на основата 1
	1.	Сглобяване на вал сг24
	2.	Завинтване на гайка 29
	3.	Сглобяване на масло указател 21
	4.	Сглобяване на вал сг3
	5.	Поставяване на междинно тяло 6 върху основата
	6.	Набиване на щифт 44
	7.	Слагане на болт 25
	8.	Слагане на болт 27
	9.	Слагане на шайба 38
	10.	Завинтване на гайка 28
	11.	Сглобяване на фланец сг2
	12.	Завинтване на болт 26
	13.	Сглобяване на уплътнение 33
	14.	Сглобяване на капак 14
	15.	Регулиране на осовата хлабина в лагера
	16.	Завинтване на болт 26
	17.	Наливане на масло
	18.	Сглобяване на вал сг8
	19.	Сглобяване на копус сг9 върху междинното тяло
	20.	Набиване на щифт 44
	21.	Слагане на болт 25
	22.	Слагане на болт 27
	23.	Слагане на шайба 38
	24.	Завинтване на гайка 28
	25.	Сглобяване на уплътнение 34
	26.	Сглобяване на капак 7
	27.	Регулиране на осовата хлабина в лагера
	28.	Завинтване на болт 26

II. Технологична схема на сглобяването.

- Технологичната схема е дадена в чертеж 4.

III. Избиране на съоръженията, приспособленията и инструментите

1. Избиране на съоръженията

- Съоръжения за почистване, измиване: ческа, паршал.
- Съоръжения за осъществяване на съединения със стегнатост: гребенолостови.
- Съоръжения за завинтване на резбови съединения: електрически или пневматични гаечни ключове.
- Подемно-транспортни съоръжения: мостови кранове.

2. Избиране на приспособления

- Установъчни приспособления:
- Работни приспособления:
- Контролни приспособления:

3. Избиране на инструментите

- Инструментите за работа са чукове, гаечни ключове.

IV. Формата на организация на сглобяването

От типа на производство-едросерийно, се избира подвижна форма за сглобяване с свободно преместване. Тази форма е увеличава производителността на сглобяване.

Литература

1. Ръководство за курсово проектиране по „технология на машиностроенето“. Под ред. Патарински, П. София, Техника, 1980.
2. Патарински, Д. , Петрова, Й. Дончев. Ръководство за курсова работа по „технология на машиностроенето“, ТУ-София, 1999г.
3. Диков, А. Технология на машиностроенето, общ курс, С., „Софттрейд“, 2006.
4. Справочник на технолога по механична обработка. Под ред. Пашов, Ст. К., Том 1, София, Техника, 1989 г.
5. Справочник на технолога по механична обработка. Под ред. Пашов, Ст. К., Том 2, София, Техника, 1990 г.
6. Уреди за измерване на линейни и ъглови размери. Радев, Хр. С. Техника 1989.