

ПРОЈЕКТНИ ЗАДАТАК ИЗ ПРИБОРА

1. ЦИЉ ПРОЈЕКТА

Овладавање практичним знањем пројектовања технолошке опреме неопходне за технолошку припрему производње.

ЗАДАЦИ ПРОЈЕКТНОГ РАДА

1. Дефинисање методике састављања полазних података
2. Дефинисање методике разраде теоријских шема базирања и избора технолошких база при обради дела
3. Дефинисање методике разраде и прорачуна кинематичких шема стезања обратка у помоћном прибору
4. Дефинисање методике прорачуна и избора параметара и типа стезних елемената.

2. ТЕМАТИКА И ОБИМ ИЗРАДЕ ПРОЈЕКТНОГ ЗАДАТКА

Тема задатка је разрада појединачних етапа пројектовања технолошке опрема за машине алатке.

Израда задатка обухвата графички део (цртеж прибора са стегнутим обратком, теоријску шему базирања, кинематичку (рачунску) шему стезања и шему стезних елемената) и прорачун грешака помоћног прибора укључујући и радионичке цртеже елемената прибора. На цртежу стезног механизма и рачунској шеми морају бити наведени сви геометријски и рачунски параметри сила.

3. ПОЛАЗНИ ПОДАЦИ ЗА ПРОЈЕКТОВАЊЕ

Полазни подаци за израду пројекта укључују:

1. Цртеж стезног механизма
2. Скица обратка, операције-захвата
3. Алата, коришћени за операцију-захват
4. Режији обраде за операцију-захват
5. Материјал обрађиваног дела
6. Материјал резног дела алата

За дефинисање полазних података користити материјале конструктивно-технолошких приручника и информације из уџбеника и приручника [1-3].

4. ОСНОВИ БАЗИРАЊА ИЗРАДКА ПРИ МЕХАНИЧКОЈ ОБРАДИ

Пројектовање елемената прибора и стезних елемената почиње од анализе цртежа издатка и шеме базирања. Шема базирања дефинише се пројектовањем технолошког процеса обраде дела. На шеми базирања ослоним тачкама дефинишу се технолошке базе, коришћене за ослањање обратка при обради. Ослона тачка може бити једна од шест геометријских веза, које се постављају на обрадак при његовом базирању.

Шест геометријских веза, онемогућавају кретања обратка у шест праваца (шест степени слободе), у теорији базирања симболизује се ослоним тачкама. Као симболи се могу користити условне ознаке: Бочно са врха-дна.

Шема распореда ослоних тачака на базама обратка назива се шема базирања.

При базирању обрадака са осом обртања (диск, вратило) шеста ослона тачка на шеми базирања симболизује геометријску везу, која спречава-ограничава обртање обратка око осе обртања.

5. МЕТОДИКА ПРОЈЕКТОВАЊА ТЕХНОЛОШКЕ ОПРЕМЕ

Пројектовање прибора неопходно је почети са дефинисањем групе помоћног прибора према операцијама обраде.

Пројектовање прибора своди се на разраду конструкције која се састоји из стандардних елемената и склопова, обухватајући типска решења за конкретне технолошке операције.

Непосредно пројектовање почиње од избора прототипа конструкције и састављања принципијелне (рачунске) шеме прибора, за одређивање потребне силе стезања и изворне силе стезања.

Истовремено са прорачуном силе изводи се прорачун тачности прибора и прорачун основних, најоптерећенијих елемената технолошке опреме.

Разраду технолошке опреме за механичку обраду делова на машинама може се условно поделити на две етапе.

Прва етапа- везана је са анализу конструктивно-технолошког карактера дела. Ову етапу реализује технолог а по потреби заједно са конструктором и завршава се са састављањем шеме базирања дела укључујући и препоруке неопходне за разраду конструкције. У првој етапи процеса пројектовања бира се оптимална варијанта конструкције прибора у коју су укључена већ постојећа решења.

Друга етапа- везана је за конструкторску разраду прибора у потребном броју пројекција и пресека. У току реализације ове етапе врши прорачуни најоптерећенијих елемената конструкције.

Након избора технолошких база врши се прорачун грешке базирања. Грешка базирања настаје као последица не поклапања мерне и технолошке базе. У већини случајева ово одступање је равно толеранцији мере која повезује технолошку и мерну базу.

Осим грешке базирања као грешка прибора мора се узети грешка стезања. Грешка стезања обухвата померање мерне базе као последица померања обратка услед дејства силе стезања.

За добијање захтеване тачности обраде потребно је изабрати концепцију помоћног прибора код које ће грешке стезања и базирања бити нуле или минималне.

Један од најодговорнијих момената при разради технолошке опреме је дефинисање места дејства силе стезања.

За сваку операцију механичке обраде, може се дефинисати само једна варијанта шеме базирања и положаја силе стезања.

Након избора места стезања и правца дејства силе стезања врши се прорачун изворне силе стезања. Величина силе стезања одређује се из услова статичког и динамичке равнотеже дела под дејством сила на обрадак у процесу обраде. За прорачун сила стезања је неопходно познавање режима обраде, материјала обратка, геометрије алата, материјала и параметара ослоних елемената и базних површина обратка. Након прорачуна силе стезања, разрађује се рачунска шема стезног механизма. Дефинишу се основни геометријско параметри механизма и прорачунава изворна сила стезања.

Завршна фаза прве етапе пројектовања технолошке опреме је избор изворне силе стезања и дефинисање основних геометријских елемената и параметара попут: пречник клипа пнеумо или хидроцилиндра, навој итд.

6. РЕДОСЛЕД ИЗВОЂЕЊА АКТИВНОСТИ

Након добијања задатка и усаглашавања полазних података, студент треба да проучи из техничке литературе постојећу аналогију, методiku прорачуна и пројектовање типске или специјалне технолошке опреме. Редослед активности РЕШАВАЊА ЗАДАТКА обухвата:

1. Систематизују се и анализирају полазни подаци за пројектовање технолошке опреме и дефинишу подаци који недостају.
2. На основу цртежа технолошке опреме (стезни механизам са обратком) студент проучава принцип дејства, конструктивне елементе, базне елементе, стезне елементе, стезни механизам, изворну силу стезања и даје опис конструкције и принцип дејства стезног прибора.
3. Даје се скица обратка са димензија и додатком за обраду, алата у крајњој позицији захвата, правац главног кретања, помоћног кретања и компоненте отпора резања (главни отпор резања, отпор продирања и отпор помоћног кретања) . Означити храпавост површине, број операције, назив операције и њен садржај (захвати).
4. На основу приручника или постојећих програмских пакета одредити компоненте сила резања које се јављају у току процеса обраде.
5. На одговарајућем формату А4 (А3) разрађује се теоријска шема базирања, шема постављања и стезања обратка у пројектованом прибору и бирају се неопходне технолошке базе за дату шему обраде, водећи рачуна о правилу шест степени слободе (одређености обрадка у прибору). Изабране технолошке базе на обрађиваном делу означавају се условним ознакама у потребном броју пројекција. На шеми базирања морају бити назначене конструктивне карактеристике свих ослоних и стезних елемената који су у контакту са обратком.
6. Саставља се рачунска шема за дефинисање потребне силе стезања полазећи од констатације да део при обради задржава свој положај захваљујући сили трења.. Даје се приказ скице дела, све компоненте сила резања и сила трења, а такође и сви геометријски параметри неопходни за прорачун потребне силе стезања. Коефицијент трења клизања у контакту обратка са ослоним и стезним елементима бира се из приручника у зависности од материјала обратка и елемената за ослањање као и квалитета храпавости површина у контакту.
7. разрађује се рачунска шема стезног механизма, на којем се наводе сви неопходни подаци за прорачун: ексцентритет, угао нагиба клина, угао нагиба чауре, параметри навоја, параметри опруге, итд.
8. Након одређивања потребне силе стезања обратка приступа се одређивању изворне силе стезања. Уколико се стезање обрадка изводи на више места, тада је неопходно одредити изворне међу силе на свим местима према кинематичкој шеми стезног механизма. Уколико су у конструкцији стезног механизма предвиђени елементи принудног враћања стезних елемената, тада је при прорачуну силе неопходно обухватити и силу супростављања која се јавља при стезању обратка. Као сила супростављања може се појавити сабијање опруга, сабијање еластичне чауре итд. Расподела оптерећења се може заменити средњим вредностима сила у складу са правилима примењене механика.
9. Након одређивања изворне силе стезања бирају се елементи и основни радни параметри (пречник клипа, обртни момент, снага, јачина струје итд.). Даје се кратак запис габарита, димензије и изглед елемената споја за прибор, основни параметри изабраног механизма итд.
10. У закључном делу задатка дају се кратке карактеристике изведеног решења, грешке које су присутне, наглашавају специфичности прибора и евентуалне препоруке при његовом коришћењу.

Основни технички параметри дефинишу се у виду таблице која садржи: разматрани параметар прибора, ознаку, рачунску вредност и јединицу мере

7. ИЗВЕШТАЈ И ФОРМИРАЊЕ ПРОЈЕКТНОГ ЗАДАТКА

Пројектни задатак се условно може поделити на два дела.

Први део укључује графички део рада:

- Цртеж прибора,
- Скица обратка у прибору са алатом,
- Шема базирања обратка на приказом база и грешке базирања,
- Шема стезања обратка са приказом праваца сила резања и сила трења,
- Рачунска шема стезног механизма са обратком и механизма изворне силе стезања,

Други део укључује:

- Детаљан опис конструкције и рада прибора,
- Полазне податке,
- Заснованост одабира технолошких база,
- Прорачун сила резања при датој обради,
- Прорачун силе стезања,
- Прорачун изворне силе стезања,
- Избор типа и параметара стезног механизма,
- Закључне напомене и формирање табеле основних техничких карактеристика пројектоване технолошке опреме.

На крају навести списак коришћене литературе.

Литература

- [1] Калајџић, М., Тановић, Љ., и др., Технологија обраде резањем, Приручник, VI издање, Машински факултет, Београд, 2008.
- [2] Тановић, Љ., Петраков, Ју, В., Теорија и симулација процеса обраде, Машински факултет, Београд, 2007.
- [3] Тановић, Љ., Јовичић, М., Аллати и прибори - Пројектовање, прорачуни и конструкције помоћних прибора, Машински факултет, Београд, 2005.

ПРИМЕРИ ПРОЈЕКТНОГ ЗАДАТКА

ПРИМЕР 1.

1. Полазни подаци за пројектовање

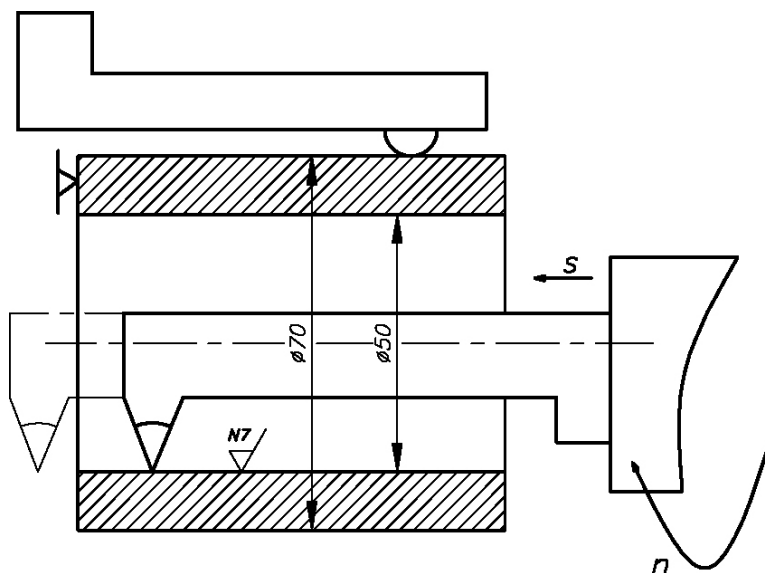
- Део- Чаура
- Операција/захват – проширивање отвора са $\varnothing 49\text{mm}$ на $\varnothing 50\text{mm}$
- Материјал обратка – $\check{C}4131$
- Алат са плочицом од ТМ – Р20, геометрије: $\kappa = 45^\circ$, $\kappa_1 = 10^\circ$, $\gamma = 0^\circ$
- Скица обраде. Фино проширивање отвора (сл.1)
- Број шапа на мембранском стезачу, $z=6$
- Растојање средишта шапе од мембране, $l=67\text{ mm}$
- Модул еластичности мембране, $E = 0.2 \cdot 10^6\text{ MPa}$
- Поисонов (Poisson) коефицијент, $\nu=0.3$
- Дебљина деформисаног дела мембране, $h=6\text{mm}$
- Пречник мембране, $D_m=192\text{ mm}$

2. Опис конструкције и принципа дејства мембранског стезача

Мембрански стезачи се користе за центрирање и стезање обрадака који се превасходно обрађују на стругу и брусилници. Стезање обрадака се изводи како по спољашњим тако и унутрашњим површинама. Базне површине морају бити обрађене са квалитетом површине N5-N7. Ови стезачи обезбеђују тачност центрирања 0.004-0.007 mm.

Конструкција мембранског стезача укључује: обрадак, мембрану, стезну плочу, стезне шапе, динамометарски кључ, пнеумоцилиндар. Мембрана се причвршћује на стезну плочу помоћу завртњева. Поред стезних шапа у пракси се могу користити и стезни уметци који се израђују од челика $\check{C}1730$, $\check{C}4130$ а потом кале на 40-50 HRC.

3. Скица обратка у мембранском стезачу



сл. 1

4. Избор елемената режима резања

Избор елемената режима резања се врши на основу препоручених вредности [1]:

На основу материјала обратка Č4131, из таб.1.1.2 дефинише се група материјала 5.3 (HB 217). За захват простругивање, из таб.8.1.2, за групу материјала 5.3, дубину резања $a = 0.5 \text{ mm}$ и алат од P20, одређују се препоручене вредности:

брзина резања $v = 105 \text{ m/min}$,
корак $s = 0.075 - 0.13 \text{ mm/o}$

Број обртаја главног вретена се одређује:

$$v = \frac{D \cdot \pi \cdot n}{1000} \Rightarrow n = \frac{1000 \cdot v}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 105}{50 \cdot \pi} = 668 \text{ min}^{-1}$$

Елементи режима резања су:

- број обртаја $n = 668 \text{ min}^{-1}$, усагласити са постојећим на машини
- корак $s = 0.1 \text{ mm/o}$
- дубина резања $a = 0.5 \text{ mm}$

5. Одређивање отпора резања и момента резања

Компоненте отпора резања се могу одредити на два начина:

а) Преко параметара обрадљивости [1]:

$$F_1 = C_{k1} \cdot a^{x_1} \cdot s^{y_1} \cdot K_{fi} = 1500 \cdot 0.5^{1.0} \cdot 0.1^{0.75} \cdot 1.453 = 194 \text{ N}$$

Где је $K_{fi} = K_{fm} \cdot K_{fk} \cdot K_{f\gamma} = 1.2 \cdot 1.1 \cdot 1.1 = 1.453$

Из таб.9.1.2.а [1]: $C_{k1} = 1500$; $x_1 = 1.0$; $y_1 = 0.75$

Утицај материјала обратка $K_{fm} = \left(\frac{HB}{170}\right)^{0.75} = \left(\frac{217}{170}\right)^{0.75} = 1.2$

Утицај нападног угла κ и грудног угла γ , таб.9.1.2.б [1]: $K_{fk} = 1.1$; $K_{f\gamma} = 1.1$

б) Применом програмског пакета “стругање” [2]:

За задате услове обраде, активирањем програма “стругање”, добијају се отпори резања

$$F_1 = 190 \text{ N}; F_2 = 90 \text{ N}; F_3 = 48 \text{ N}$$

Момент резања се одређује:

$$M_r = F_1 \cdot \frac{D}{2} = 194 \cdot \frac{0.05}{2} = 4.85 \text{ Nm}$$

6. Потребна сила стезања на једном стезачу[3]:

$$F_{S1} = \frac{2K_1K_2M_r}{\mu \cdot d_s \cdot z} = \frac{2 \cdot 1.2 \cdot 2 \cdot 4.85}{0.15 \cdot 0.07 \cdot 6} = 369.5 \text{ N}$$

где су: $K_1 = 1.2$; коефицијент врсте обраде, таб.2 [3]

$K_2 = 2$; коефицијент услова обраде, таб.3 [3]

$\mu = 0.15$; коефицијент трења између чељусти и обратка

$d_s = 70 \text{ mm}$; пречник стезања

7. Момент извијања мембране под дејством F_s [3]:

$$M = \frac{F_{s1} \cdot z \cdot l}{\pi \cdot d_s} = \frac{369.5 \cdot 6 \cdot 0.067}{\pi \cdot 0.07} = 675.45 \text{ Nm / m}$$

Укупан момент извијања се условно састоји из два момента $M = M_1 + M_3$, где су:
 M_1 - момент извијања који делује на спољашњем делу мембране стезача
 M_3 - момент извијања који делује на унутрашњем делу мембране, унутра стезача. Овај момент настаје као последица закретања стезача за угао φ при постављању и скидању обратка.

Вредности момената одређују у зависности од односа p речника мембране (D_m) и пречника обрадка на месту стезања (d_s). На основу односа $192/70 = 2.74$, из таб.9 добијају се вредности: $K_1 = 0.425$; $K_3 = 0.575$.

$$M_1 = M \cdot K_1 = 675.45 \cdot 0.425 = 287 \text{ Nm/m}; M_3 = M \cdot K_3 = 675.45 \cdot 0.575 = 388.4 \text{ Nm/m}$$

8. Крутост мембране A [3]:

$$A = \frac{E \cdot h^3}{12(1-\nu^2)} = \frac{2.1 \cdot 10^{11} \cdot 0.006^3}{12(1-0.3^2)} = 4153.8 \text{ N/m}$$

где је: $\nu = 0.3$, Поисонов коефицијент

9. Најмањи угао закретања стезних шапа φ

Овај угао дефинише се према најмањем пречнику стезања, односно $d_s = 69.95 \text{ mm}$

$$\varphi = \frac{M_3 \cdot d_{s \min}}{2 \cdot A \cdot (1 + \nu)} = \frac{388.4 \cdot 0.0695}{2 \cdot 4153.8(1 + 0.3)} = 0.0025 \text{ rad}$$

10 Највећи угао закретања стезача φ_{\max}

$$\varphi_{\max} = \varphi + \frac{T + z}{2l} = 0.0025 + \frac{0.0001 + 0.000048}{2 \cdot 0.067} = 0.0036 \text{ rad}$$

где су: $T = 0.1 \text{ mm}$, толеранција пречника обратка на месту стезања
 z , величина зазора за несметано постављање обрадка у стезач.

$$z = 0.0004 d_s + 0.02 = 0.0004 \cdot 70 + 0.02 = 0.048 \text{ mm}$$

11. Одређивање силе потискивача мембране

$$F = \frac{4 \cdot \pi \cdot A \cdot \varphi_{\max}}{2.3 \log \frac{D_m}{d_s}} = \frac{4 \cdot \pi \cdot 4153.8 \cdot 0.0036}{2.3 \log \frac{192}{70}} = 186.5 \text{ N}$$

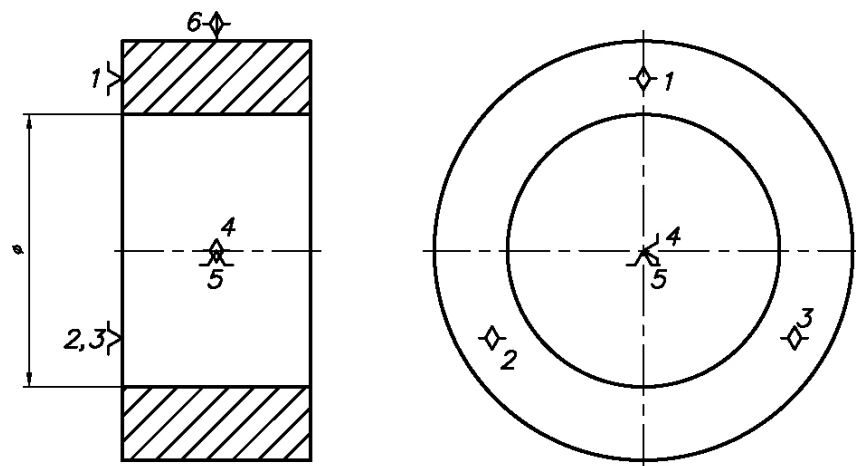
12. Избор пнеуматског цилиндра

За усвојени пројектовани притисак ваздуха у цилиндру од $P = 5 \text{ bar} = 5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, одређује се пречник цилиндра:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\pi \cdot \eta \cdot P}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 186.5}{\pi \cdot 0.9 \cdot 5 \cdot 10^5}} = 0.0229 \text{ mm} = 22.97 \text{ mm}$$

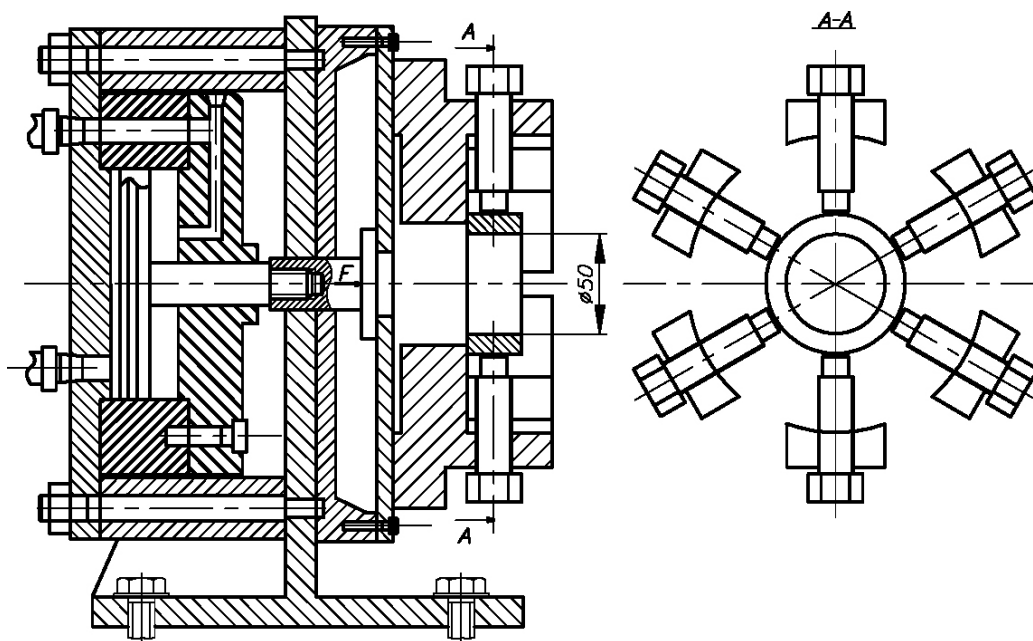
На основу израчунатог пречника бира се цилиндар пречника клипа $D=25\text{mm}$

13. Шема базирања дела у мембранском стезачу



сл.2

14. Рачунска шема мембранског стезача



сл.3

ЗАКЉУЧАК

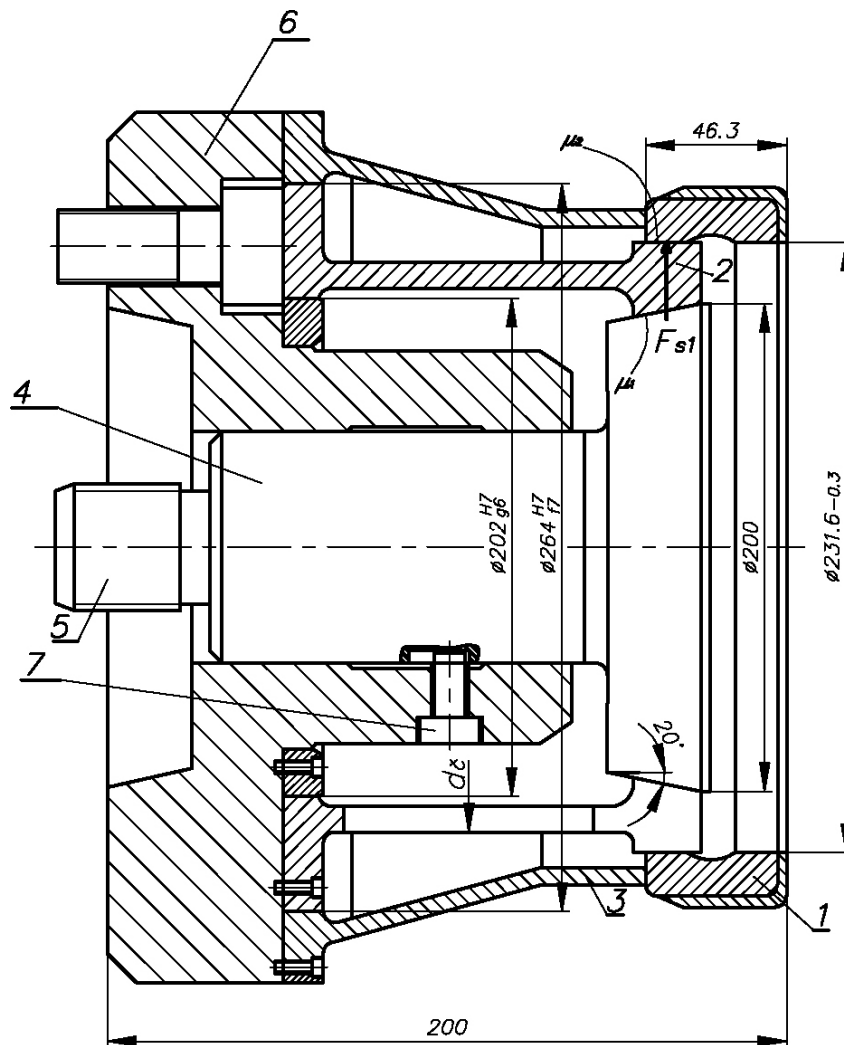
За разрађену технолошку опрему – мембрански стезач, дефинишу се основни технолошки параметри:

1. Грешка базирања $\Delta_{baz} = 0$
2. Сила стезања $F_{S1} = 369.5\text{N}$
3. Изворна сила на потискивачу $F = 186.5\text{N}$
4. Пречник клипа $D = 25\text{mm}$

ПРИМЕР 2.

ПОЛАЗНИ ПОДАЦИ ЗА ПРОЈЕКТОВАЊЕ

- Радни цртеж прототипа примене стезне чауре за стезање спољашњег прстена лежаја приказан је на сл.1.
- Део - Спољашњи прстен лежаја
- Операција/захват – спољашња уздужна обрада са $\varnothing 245\text{mm}$ на $\varnothing 241\text{mm}$ и попречна обрада прстена
- Унутрашњи пречник отвора за стезање 231.6 mm
- Материјал обратка – $\check{C}4146$
- Алат са плочицом од ТМ – Р20, геометрије: $\kappa = 90^\circ$, $\kappa_1 = 10^\circ$, $\gamma = 0^\circ$
- Обрада са применом средства за хлађење



Параметри стезне чауре:

- Радни пречник чауре, $D=231.6\text{ mm}$
- Зазор између чауре и унутрашњег пречника отвора при постављању дела
- Број еластичних сегмената чауре, $z=6$
- Дебљина еластичног сегмента чауре, $h=5\text{mm}$
- Дужина расеченог дела чауре, $L=150\text{ mm}$
- Угао конуса чауре, $\alpha = 20^\circ$
- Спољашњи пречник еластичних сегмената

- Модул еластичности еластичне чауре, $E = 2.1 \cdot 10^5$ МПа

ОПИС КОНСТРУКЦИЈЕ И ПРИНЦИПА ДЕЈСТВА ЕЛАСТИЧНИХ ЧАУРА

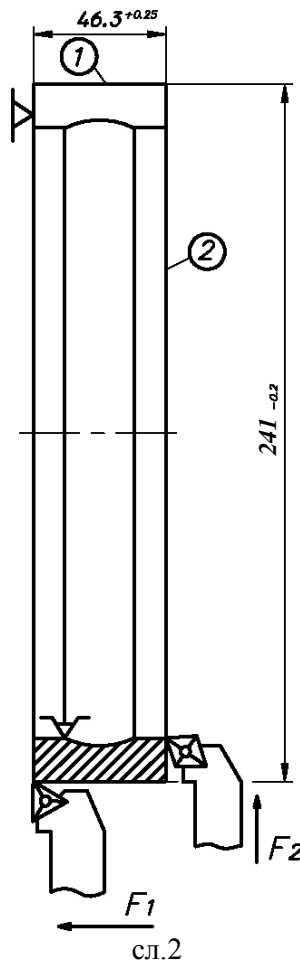
Еластичне чауре су намењене за центрирање и стезање обрадака по унутрашњим и спољашњим цилиндричним површинама при обради на струговима, брусилицама и машинама за израду зупчаника и то завршних обрада.

Еластичне чауре обезбеђују високу тачност центрирања обрадака. Стезање се постиже тако што се повлачењем или потискивањем чауре деформишу еластични сегменти чауре и тако елиминише зазор површином стезања обратка.

За обезбеђење радне способности чауре, деформација еластичних сегмената не сме изаћи из подручја еластичних деформација. Еластична чаура се израђује од $\check{C}1840$, $\check{C}1940$, а такође и легираних челика $\check{C}4120$, $\check{C}4720$. Еластични сегменти се кале до тврдоће 55-62 HRC, а прихватни део (тело) отпушта на тврдоћу 30-40 HRC.

3. Скица захвата обраде

Скица обраде дела на еластичној чаури је приказана на сл. 2.

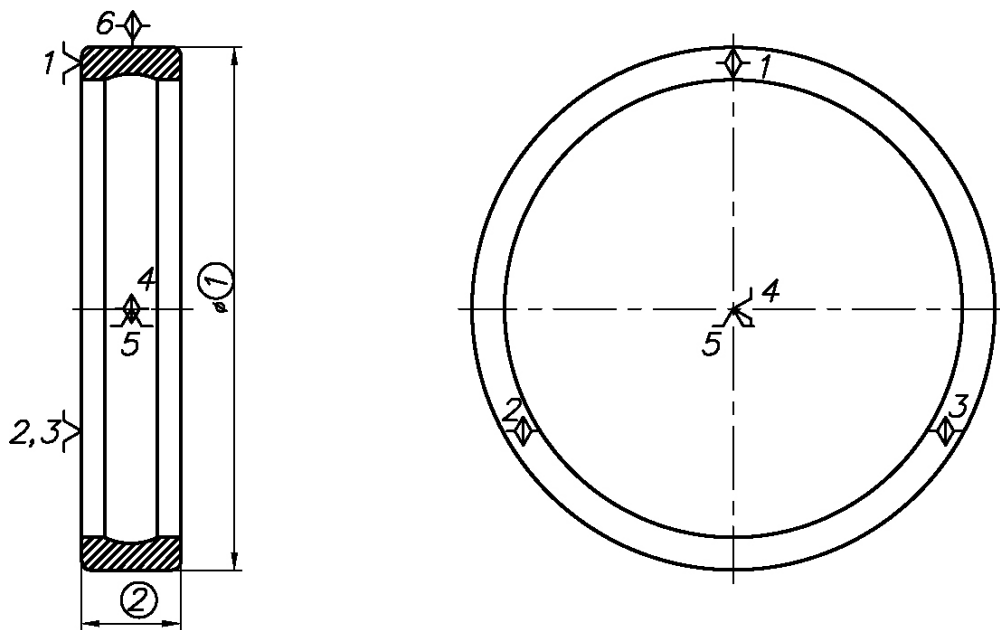


4. Шема базирања

Шема базирања и стезања дела приказана је на сл.3

- Ослањањем на чеону површину прстена одузимају се три степена слободe кретања (две ротације и једна транслација)
- Ослањањем на еластичне сегменте одузимају се два степена слободe кретања (две транслације)

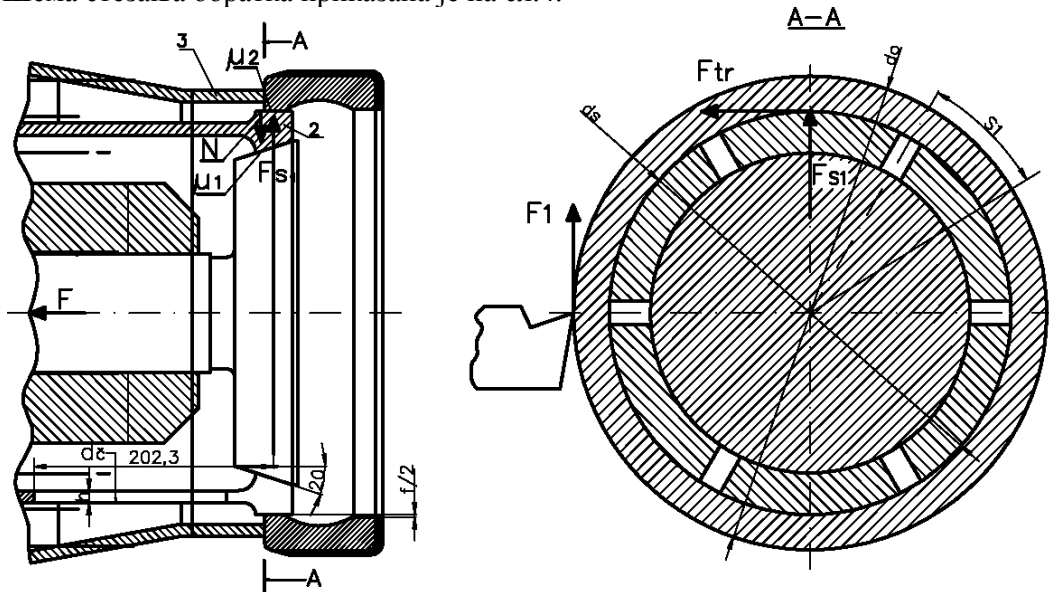
- Шести степен слободe (обртање прстена) – одузима се на рачун силе трења прстена у контакту са еластичним сегментом- ротација



сл.3

5. шема стезања обратка

Шема стезања обратка приказана је на сл.4.



сл.4

6. Избор елемената режима резања

Избор елемената режима резања се врши на основу препоручених вредности [1]:

На основу материјала обратка С4146, из таб.1.1.2 дефинише се група материјала 5.5 (НВ 183-240). За захват уздужно и попречно стругање, из таб.8.1.1, за групу материјала 5.5, дубину резања $a = 2 \text{ mm}$ и алат од Р20, одређују се препоручене вредности:

брзина резања $v = 105 \text{ m/min}$,

корак $s = 0.20 - 0.50 \text{ mm/o}$

Број обртаја главног вретена се одређује:

$$v = \frac{D \cdot \pi \cdot n}{1000} \Rightarrow n = \frac{1000 \cdot v}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 105}{245 \cdot \pi} = 136.4 \text{ min}^{-1}$$

Елементи режима резања су:

- број обртаја $n = 140 \text{ min}^{-1}$, усагласити са постојећим на машини
- корак $s = 0.2 \text{ mm/o}$
- дубина резања $a = 2 \text{ mm}$

9. Одређивање отпора резања и момента резања

Компоненте отпора резања за спољашње уздужно стругање се могу одредити на два начина:

а) Преко параметара обрадљивости [1]:

$$F_1 = C_{k1} \cdot a^{x_1} \cdot s^{y_1} \cdot K_{fi} = 1500 \cdot 2^{1.0} \cdot 0.2^{0.75} \cdot 1.268 = 1137 \text{ N}$$

Где је $K_{fi} = K_{fm} \cdot K_{fk} \cdot K_{f\gamma} = 1.295 \cdot 0.89 \cdot 1.1 = 1.268$

Из таб.9.1.2.а [1]: $C_{k1} = 1500$; $x_1 = 1.0$; $y_1 = 0.75$

Утицај материјала обратка $K_{fm} = \left(\frac{HB}{170}\right)^{0.75} = \left(\frac{240}{170}\right)^{0.75} = 1.295$

Утицај нападног угла κ и грудног угла γ , таб.9.1.2.б [1]: $K_{fk} = 0.89$; $K_{f\gamma} = 1.1$

б) Применом програмског пакета “стругање” [2]:

За задате услове обраде, активирањем програма “стругање”, добијају се отпори резања

$$F_1 = 1050 \text{ N}; F_2 = 80 \text{ N}; F_3 = 640 \text{ N}$$

Момент резања се одређује:

$$M_r = F_1 \cdot \frac{D}{2} = 1137 \cdot \frac{0.245}{2} = 139.3 \text{ Nm}$$

Прибор се поставља и стеже на плочу на главном вретену машине алатке. Завртањ и конусни трн су спојени са пнеуматским или хидрауличним цилиндром који су постављени на задњем делу главног вретена.

Обрадак (1) се поставља на еластичне сегменте(2) до ослонца (3). При томе се еластични сегменти померају по конусном трну.

10. Потребна сила стезања обратка од једног еластичног елемента

$$F_{S1} = K_1 \cdot K_2 \cdot F_1 \frac{d_o}{\mu_2 \cdot z \cdot d_s} = 1.2 \cdot 2 \cdot 1137 \frac{0.245}{0.15 \cdot 6 \cdot 0.2316} = 3207 \text{ N}$$

где су: $K_1 = 1.2$; коефицијент врсте обраде, таб.2 [3]

$K_2 = 2$; коефицијент услова обраде, таб.3 [3]

$\mu_2 = 0.15$; коефицијент трења између стезне чауре и обратка

$d_s = 231.6 \text{ mm}$; пречник стезања

11. Сила еластичног деформисања једног сегмента еластичне чауре

$$F_{S2} = \frac{3 \cdot E \cdot I \cdot f}{L^3} = \frac{3 \cdot 2.1 \cdot 10^7 \cdot 27.2 \cdot 0.005}{15^3} = 2538.6 \text{ N}$$

где су: I - Момент инерције попречног пресека једног еластичног сегмента

$$I = R^3 \cdot (R - r) \cdot (\beta + \sin \beta \cos \beta) - \frac{16 \sin^2 \alpha_1}{9 \cdot \beta} = 8^3 \cdot 0.5 \cdot (0.523 + \sin 30^\circ \cos 30^\circ) - \frac{16 \cdot \sin^2 30^\circ}{9 \cdot 0.523} =$$

$$= 27.2 \text{ cm}^3$$

$h = (R - r) = 6 \text{ mm}$, дебљина еластичног дела сегмента;

$$\beta = 30^\circ \frac{\pi}{180} = 0.523 \text{ rad, половина угла сектора еластичног сегмента;}$$

$$f = \frac{T}{2} = \frac{0.1}{2} = 0.05 \text{ mm, угиб сегмента чауре}$$

12. Сила повлачења чауре, F

На основу познатих вредности силе стезања и деформације једног еластичног сегмента, одређује се сила повлачења конусног трна, F:

$$F = z(F_{S1} + F_{S2}) \cdot [\text{tg}(\alpha + \rho_1) + \text{tg}\rho_2] = 6((3207 + 2538.6) \cdot [\text{tg}(20^\circ + 8.53^\circ) + \text{tg}5.71^\circ]) = 22187 \text{ N}$$

где су: $\mu_1 = 0.1$; коефицијент трења на контакту трна и чауре

$$\rho_1 = \text{arctg}\mu_1 = \text{arctg}0.15 = 8.53^\circ$$

$$\rho_2 = \text{arctg}\mu_2 = \text{arctg}0.1 = 5.71^\circ$$

12. Извор силе повлачења трна

За повлачење трна се предвиђа пнеуматски цилиндар двоструког дејства. За усвојени пројектовани притисак ваздуха у цилиндру од $P = 5 \text{ bar} = 5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, одређује се пречник клипа цилиндра:

$$F = P \cdot S \cdot \eta = P \frac{(D^2 - d^2)\pi}{4} \cdot \eta \Rightarrow D = \sqrt{d^2 + \frac{4 \cdot F}{\pi \cdot P \cdot \eta}} = \sqrt{0.03^2 + \frac{4 \cdot 22187}{\pi \cdot 5 \cdot 10^5 \cdot 0.9}} = 0.252 \text{ m}$$

где је: $d=30 \text{ mm}$, усвојени пречник клипњаче

На основу израчунатог пречника цилиндра, из одговарајућих каталога бира се цилиндар са прикључним мерама везу. У вези са добијеним великим рачунским пречником цилиндра постоје два решења:

а) Повећањем притиска на максималну вредност $P=10 \cdot 10^5$ бара, добија се пречник цилиндра $D= 0.18 \text{ m}$, што и даље преставља велику конструктивну вредност.

б) Уместо пнеуматског цилиндра одабира се хидроцилиндар са радним притиском од 30 бара.

Према томе пречник клипа цилиндра:

$$D = \sqrt{d^2 + \frac{4 \cdot F}{\pi \cdot P \cdot \eta}} = \sqrt{0.03^2 + \frac{4 \cdot 22187}{\pi \cdot 30 \cdot 10^5 \cdot 0.9}} = 0.106 \text{ m, } D=110 \text{ mm}$$

Из каталога је неопходно одабрати одговарајући хидроцилиндар са прикључним елементима за везу. Наредни корак је одређивање капацитета пумпе (Q) и снаге мотора за покретање пумпе (P), према упуштвима датим у литератури [3].

ЗАКЉУЧАК

За разматрани помоћни прибор на бази еластичне чауре дефинисани су основни технолошки параметри:

1. Грешка базирања, $\Delta_{baz} = 0$
2. Сила стезања, $F_{S1} = 3207 \text{ N}$
3. Сила еластичног деформисања еластичног сегмента, $F_{S2} = 2538.6 \text{ N}$
4. Изворна сила стезања, $F = 22187 \text{ N}$
5. Погон механизма стезања, хидроцилиндар
6. Пречник клипа, $D = 125 \text{ mm}$
7. Притисак у пнеуматском систему, $P = 0.5 \text{ MPa}$
8. Притисак у хидро систему, $P = 30 \text{ MPa}$