

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Основне академске студије

Катедра: Производно машинство

Предмет: Производне технологије

Број индекса: 48/2014

Лазар С. Јевремовић

**Технологија израде алата за бризгање дела од
пластичних маса
завршни рад**

Комисија за преглед и одбрану:

1. Проф. др Богдан Недић - ментор

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру завршног рада кандидат треба да изврши прикупљање и систематизацију података везаних за алате за бризгање делова од пластичних маса. Потребно је за изабрани део извршити пројектовање алата и дефинисати технологије израде појединих делова алата.

Завршни рад треба да садржи следеће целине:

1. Уводна разматрања,
2. Алати за бризгање делова од пластичних маса,
3. Пример пројектовања дела од пластичне масе и алата за бризгање,
4. Технологија израде алата,
5. Закључци,
6. Литература.

Препоручена литература:

1. Богдан Недић, Владислав Ђукић - Пластичне масе - скрипта, Факултет инжењерских наука, Крагујевац 2004.
2. Богдан Недић - Технологије прераде пластичних маса, Факултет инжењерских наука, Крагујевац 2004.
3. Мирослав Нађ, Бруно Ребец - Полимерни материјали - Научна књига, Загреб 1978.

Крагујевац, август, 2018.год.

ПРЕДМЕТНИ НАСТАВНИК

Проф. др Богдан Недић

Резиме рада:

У оквиру рада извршено је прикупљање и систематизација података везаних за алате за бризгање делова од пластичних маса. Посебна пажња је посвећена пројектовању алата за израду посуде од пластичних маса у програмском пакету (AutoCad, SolidWorks). Дефинисана је технологија израде појединих делова алата.

Кључне речи: Пластична маса, бризгање, пројектовање алата.

Something of work:

In the framework of the work, the collection and systematization of data related to tools for injection of plastic parts was carried out. Particular attention has been paid to projections of tools for making plastic containers in the software package (AutoCad, SolidWorks). The technology that made individual parts of the tool is defined.

Key words: Plastic mases, injection, design tools.

Садржај

1. Увод.....	1
2. Алати за бризгање делова од пластичних маса	2
2.1 Задачи и захтеви алата:	2
2.2 Материјали:	2
2.3 Стандардизирани и типизирани делови алата	3
2.4 Поступак прераде бризгањем	4
2.4.1 Инјекционо бризгање -	4
2.4.2 Екструзионо бризгање - истискивање	6
2.5 Елементи алата за инјекционо бризгање пластомера	7
2.5.1 Кућиште	8
2.5.2 Калупна шупљина	8
2.5.3 Уливни систем.....	11
2.5.4 Систем за вођење калупа (алата)	16
2.5.5 Прстен за центрирање.....	23
2.6 Систем за избацивање	24
2.6.1 Избацивање избацивачким иглама	24
2.6.2 Цевни избацивачи.....	27
2.6.3 Прстенасти избацивач.....	28
2.6.4 Ваздушно избацивање	29
2.7 Елементи за темперирање калупа.....	30
3.0 Пример пројектовања дела од пластичне масе и алата за бризгање.....	32
4.0 Технологија израде	41
5.0 Закључак.....	52
6. Литература.....	53

1. Увод

Услови тржишта изискују све већу потребу за новим високо – технолошким и економски приступачним производима. Да би се одговорило на ове захтеве тржишта потребно је применити нове технологије базиране на примени рачунара. Оне обезбеђују флексибилност и бржи одзив на захтеве тржишта.

Све већи пораст становништва и њихова потреба за различитим производима довела је до смањења природних материјала. Због овога, нађена је алтернатива у виду синтетичких материјала као што су разне врсте пластичних маса. Оне су данас примењене у широкој потрошњи и у неким сегментима примене постају незаменљиве.

Велика примена пластичних маса условила је и знатан број метода прераде ових материјала. Да би се израдили производи од пластичних маса неопходно је између осталог и конструисати алат.

Потреба за пластичним масама ће ипак бити још дуго примат у неким сферама као што су аутоиндустрија и поједине гране индустрије где пластични производи долазе до свог врхунца функционалности. У склопу поља на којима се примењују полимерни материјали, за употребу су потребни различити облици полимерних материјала, што изискује и њихову различиту обраду, односно производњу.

Затим је потребно одредити погодан материјал којим ће део бити израђен. Одређивање материјала се такође може вршити поступком реверзибилног инжењерства, односно применом метода за испитивање порекла материјала као што су горивост материјала и слично. Поред тог поступка, може се такође и од самог произвођача добити информација о материјалу дела.

У оквиру овог рада су описани принципи рада израде алата за израду дела пластичним бризгањем, њени основни елементи, технологија израде, пример пројектовања дела од пластичне масе и алата за бризгање.

2. Алати за бризгање делова од пластичних маса

2.1 Задаци и захтеви алата:

- **технолошки:** у једном радном циклусу комплетно обликовати један или више производа те преузети житку масу, разделити је, попунити шупљине, охладити, превести је у чврсто стање и избацити производ.
- **конструкцијски:** треба преузети силе без деформација, осигурати потребна гибања алата при отварању и затварању, и избацивању производа, осигурати тачно вођење алата.
- **функционални:** уливни систем, систем обликовања и одзрачивања, темперирање (хлађење и грејање), избацивачки систем, вођење и центрирање, пријем штампе, пријем оптерећења и пренос потребног гибања.

2.2 Материјали:

Алатни челици морају испунити бројне захтеве обзиром на различите масе и поступке прераде. Тражи се лака обрадљивост, посебно добро полирање и постојаност мера при топлој обради. Надаље, потребна је отпорност површине на притисак и трошење, као и довољна антикорозивна отпорност обзиром на утицај агресивних маса и расхладне текућине.

Калупне плоче и уметци се раде од челика за цементирање. За израду калупа и уметака отпорних на корозију користе се нерђајући и хемијски постојани челици X2Cr13 (Č4175) или X36CrMo17 (~Č4770). За израду кућишта и осталих делова користи се нелегирани алатни челик C45W3 (Č1540 - некаљен).

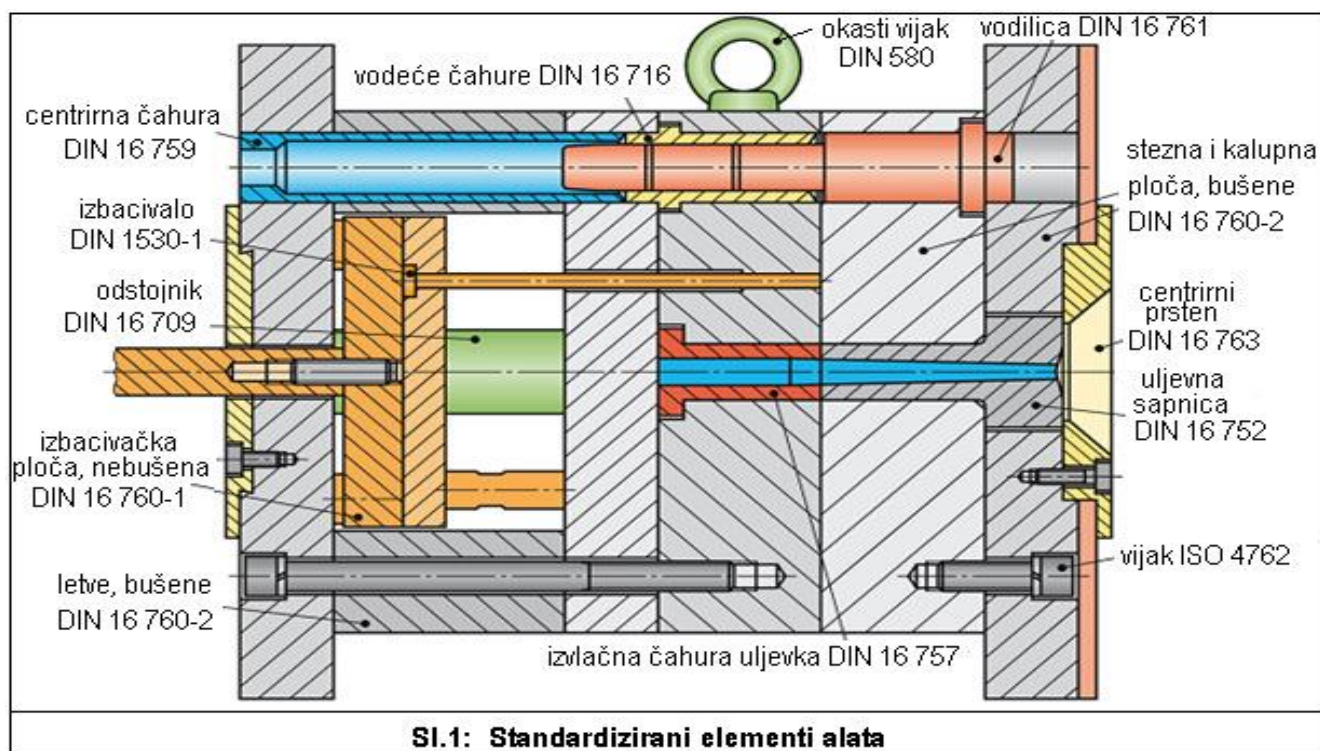
За високополиране калупе користи се специјални челик за цементирање X19NiCrMo4 (~Č5420). За велике површинске притиске и посебно оптерећене калупе користи се прокаљиви челик за рад у топлом стању X38CrMoV51 (Č4751).

2.3 Стандардизирани и типизирани делови алата

Скоро сви алати за инјекционо брызгање се састоје од готово истих основних елемената. Они су поједностављени и типизирани по облику и мерама од стране великих произвођача и могу се купити готови на тржишту (пр. HASCO). Израђују се у великим количинама, посебно су прецизно урађени и релативно јефтини.

Посебна предност је у томе што се скраћује време израде и испоруке алата. Алатничар се може концентрисати само на израду језгра, гнезда, избацивачки систем и монтажу алата на слици 2.1.

Познати произвођачи развили су тз. баукастен систем елемената у CAD-техници цртања, тако да се из каталога одабере конкретни елемент и уграђује у конструкцију алата, те аутоматски меморише у састав материјала. Баукастен систем обухвата стезне плоче, калупне плоче, кућиште избацивачког система и избациваче, водилице и водеће чауре, а може се проширити и на остале елементе.



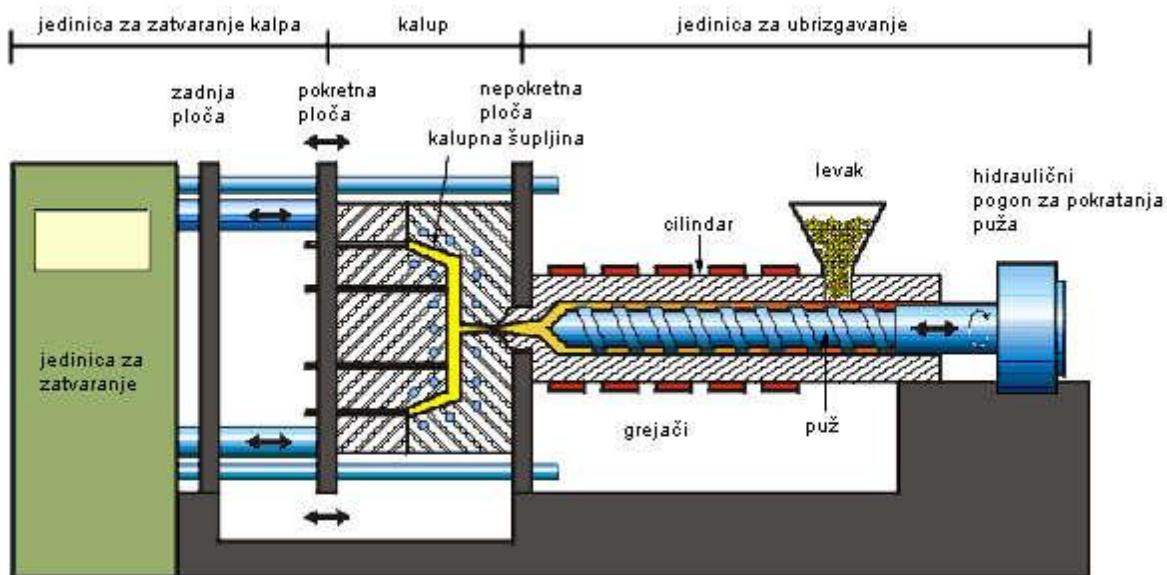
Сл. 2.1: Стандардни елементи алата

2.4 Поступак прераде бризгањем

Обзиром на својства пластичне масе, величину серије и облик производа развијени су различити поступци прераде и припадајући алати за обликовање производа.

2.4.1 Инјекционо бризгање -

Бризгање је са економског аспекта најзначајнији поступак прераде термопласта. Главне предности убризгавања су у уштеди материјала, мањем времену израде и мањем потребном простору за производњу. И поред великих трошкова за набавку опреме (машина и алата) овај поступак даје велике предности код серија од само неколико хиљада комада на слици 2.2.



Сл. 2.2: Инјекционо бризгање термопласта (убризгавање)

Предности овог поступка су:

- тачност димензија и облика предмета, као и велика могућност обликовања предмета,
- производност са чистом и глатком површином у било којој боји,
- широке могућности дораде, обраде и оплемењивања површине,
- брза производња великих серија,
- велике могућности искоришћавања материјала.

Као највећа предност овог поступка сматра се чињеница да ови производи по својим димензијама одговарају алату. Дакле, све димензије се могу одредити тачно. Бризгање је нарочито подесно за велике серије и може се у многим случајевима аутоматизовати.

Да би термопласт био погодан за прераду бризгањем, он мора да постане течан при одређеној температури, да се може бризгати у алату деловањем притиска и да при томе испуни контуру алата. Термопласт мора да садржи течљивост у извесном времену, а да при томе не дође до хемијског распада, испаравања, умрежавања итд.

Машине за бризгање раде периодично, процес није континуалан. Сировина из уливног левка се пластификује у грејном цилиндру и из овог убризгава помоћу потисног уређаја у виду клипа или потисног пужа у алат где се обликује. Растопина испуњава шупљину алата, очврсне у њему и најзад се као готов део извади из калупа.

Ток обликовања, који на први поглед изгледа врло једноставно, зависи од многих услова прераде, који знатно утичу на коначни резултат обликованог производа. Врло је важно довести у склад термопласт, алат и машину да би коначни производи имали велику употребну вредност. Зато је у наставку дат преглед параметара који утичу на поступак бризгања.

Притисак бризгања: притисак убризгавања зависи од врсте термопласта, димензије алата и величина одређених поступком инјекционог бризгања. На потребни притисак бризгања утичу дужина и ширина алата, дебљина дела и димензије ушћа. Са порастом дужине и ширина алата расте и притисак бризгања. Смањење дебљине отпреска и пресека ушћа доводи до повећања потребног притиска бризгања.

Температура бризгања: један од најважнијих проблема при бризгању термопласта представља једнолико загревање материјала. Чим је запремина цилиндра већа, то треба више топлоте довести маси. Проводљивост топлоте гранулата је слаба. Ради тога се материјал који је ближи зиду цилиндра у једном тренутку бити прегрејан. Проблем је тежи што је већи предмет који треба бризгати. Код клипних машина за бризгање овај проблем је нарочито изражен. Усавршавањем машина за бризгање дошло се до машина са потисним пужем. Окретањем пужа врши се мешање гранулата, тако да се постиже ефекат једноликог загревања.

Температура се одређује према врсти термопласта, машини, односно пута течења према дебљини зида, као и према томе колико је искоришћен капацитет машине. При истој температури масе тешко течљив термопласт очврсне у краћем времену

хлађења, него лако течљив. Течљивост материјала је у суштини зависна од температуре масе, притиска бризгања и температуре алата.

Танки зидови изискују вишу температуру, јер сувише ниска температура води ка оријентисаним напонима производа. Међутим треба водити рачуна да сувише висока температура не доведе до термичког оштећења материјала. Већа температура масе утиче на веће скупљање дела, али се деформациона разлика смањује, а механичке особине повећавају.

Брзина бризгања: брзина бризгања је брзина којом се креће пужни клип напред. Од те брзине зависи количина масе која у секунди изађе из млазнице, односно уђе у алат.

Брзина бризгања је функција температуре термопласта, притиска бризгања и масе отпреска. Бира се тако да се калупна шупљина испуни још при пластичном стању термопласта. Код производа са танким зидовима бира се већа брзина бризгања. Тиме се ограничава оријентација течења, а температура масе изједначава. Сувише велике брзине бризгања могу негативно утицати на квалитет, механичке особине, изгорелост и листање.

Накнадни притисак: накнадни притисак делује на крају фазе бризгања. Укључује се пре краја потпуног испуњења алата да би се избегле евентуалне нетачности при дозирању. Накнадни притисак се бира да део покаже што мање улегнуће, јер у супротном би био непотребно оптерећен унутрашњим напрезањем. Накнадни притисак има нарочиту важност код производа са дебелим зидовима. Време деловања накнадног притиска се одређује искуствено и оправдано је рећи да је време трајања накнадног притиска време хлађења уливног система.

2.4.2 Екструзионо бризгање - истискивање

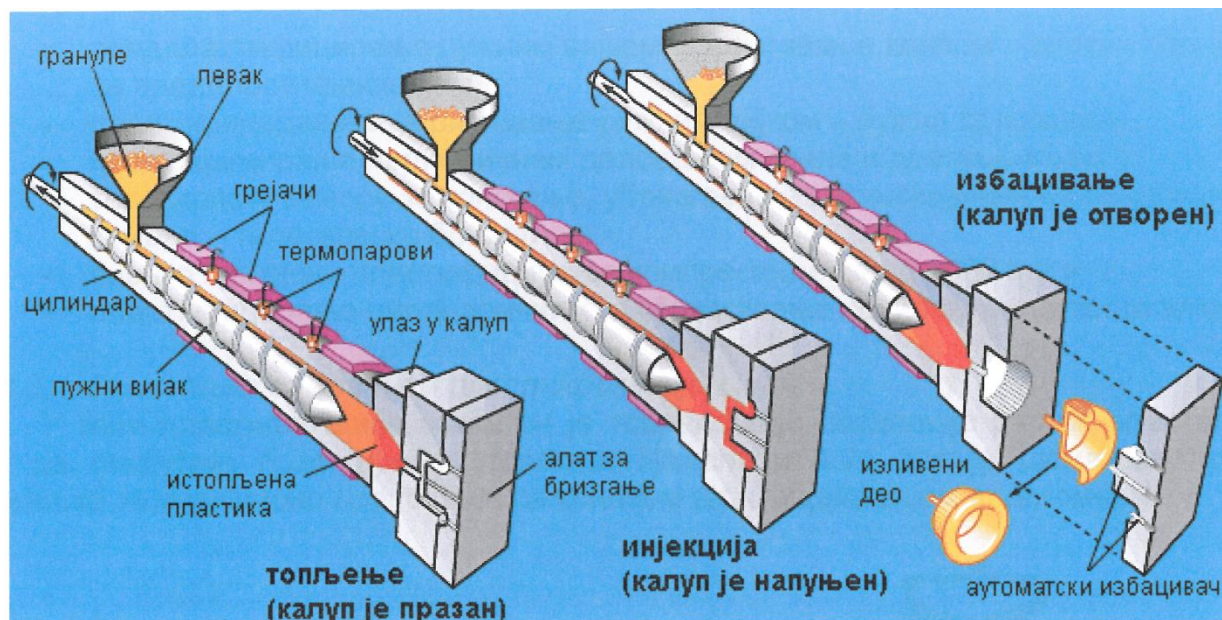
Екструзионим бризгањем данас се прерађују сви полимерни материјали: дуропласти, еластомери и пластомери.

Од наведених полимера најраспрострањенија је прерада екструзионим бризгањем пластомера позната и под именом инјекционо пресовање термопласта.

Екструзионо бризгање се може дефинисати као поступак прераде пластомера брзим убризгавањем пластомерног растопа у темперирану калупну шупљину и уједно очвршћавање у жељени облик производа.

Главне предности прераде полимерних материјала поступком екструзионог бризгања су у уштеди материјала, мањем времену израде и мањем потребном простору за одвијање процеса производње.

Најчешће примењене машине за ову врсту обраде полимера су екструдери са пужном предпластификацијом на слици 2.3.



Сл. 2.3: Пужни екструдер

Кроз левак у улазни отвор цилиндра долази гранулат пластомера. Пуж екструдера захвата гранулат и транспортује га напред ка загреваном делу цилиндра. На том путу пластомер се помера, загрева и прелази у растоп. На крају пужа растоп излази под притиском кроз млазницу и попуњава кроз уливни канал калупну шупљину. Након завршетка запреминског попуњавања калупне шупљине и компресије растопа делује накнадни притисак који служи за компензацију контракције производа при хлађењу. По завршеном хлађењу, калуп се отвара и врши се избацивање готовог производа.

2.5 Елементи алата за инјекционо бризгање пластомера

Основни елементи калупа за инјекционо бризгање су:

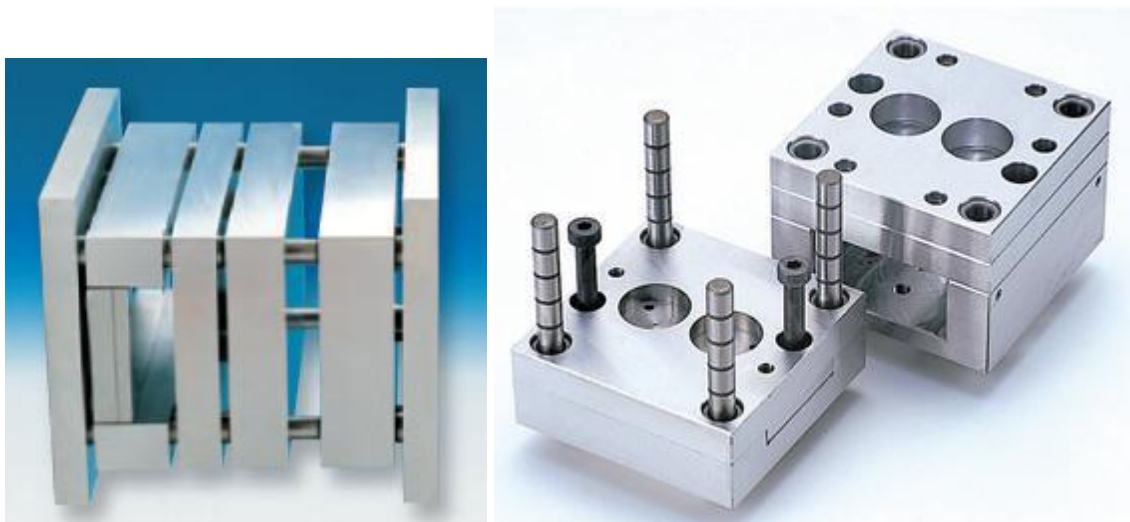
- Кућиште,
- Калупна шупљина,
- Уливни систем,
- Систем за вођење калупа,
- Систем за избацивање отпресака,
- Елементи за темперирање калупа.

У посебним конструкцијама калупа, поред ових елемената калуп може имати и неке друге елементе.

2.5.1 Кућиште

Кућиште калупа за бризгање пластомера састоји се из покретног и непокретног дела. У њему су распоређени елементи алата за бризгање.

Конструкција облика и димензије кућишта зависи од облика и димензија радног комада као и од степена аутоматизације алата. Кућишта могу бити правоугаона са косим вођицама и округла. Кућиште се најчешће наручује од стандардних произвођача (HASCO), а могу се израдити и у сопственим алатницама. Израдом елемената кућишта у сопственим алатницама повећавају се трошкови израде као и време израде алата. Стандардна кућишта се одликују високим квалитетом обраде и њиховом применом се знатно смањује време израде алата. Због тога је економичније користити стандардна кућишта. На слици 2.4 је приказано стандардно кућиште.



Сл.2.4: Стандардно кућиште калупа

2.5.2 Калупна шупљина

Калупна шупљина представља део кућишта у који се убризгава растопљени пластомер. У калупној шупљини долази до очвршћавања растопљеног пластомера и тако настаје радни комад. Конструкција калупне шупљине зависи од облика и димензија радног комада.

Калупи могу имати једну или више калупних шупљина односно гнезда (у зависности од величине серије, облика и димензија дела). Основни разлози за примену калупа са више калупних шупљина су:

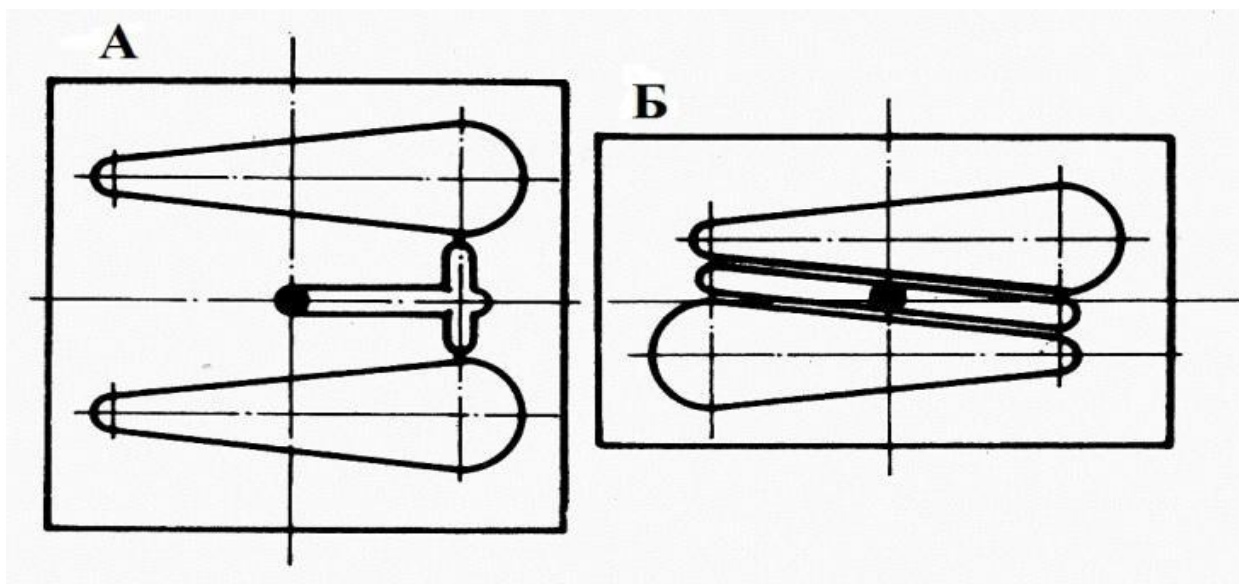
- смањење трошкова производње,
- краће време производње,
- већа производња.

У калуп са више калупних шупљина могу се брызгати отпресци истог облика, а могу се брызгати и отпресци различитог облика ако су од истог пластомера и исте боје.

При конструкцији калупа са више калупних шупљина неопходно је одредити оптималан распоред калупних шупљина. Да би се то остварило потребно је испунити одређене услове:

- најбоље могуће распоредити калупне шупљине у калупу за постизање минималне величине калупа,
- обезбедити што краћи пут од додира млазнице убризгавалице до калупне шупљине,
- симетричност затварања калупа које се постиже правилним распоредом калупних шупљина.

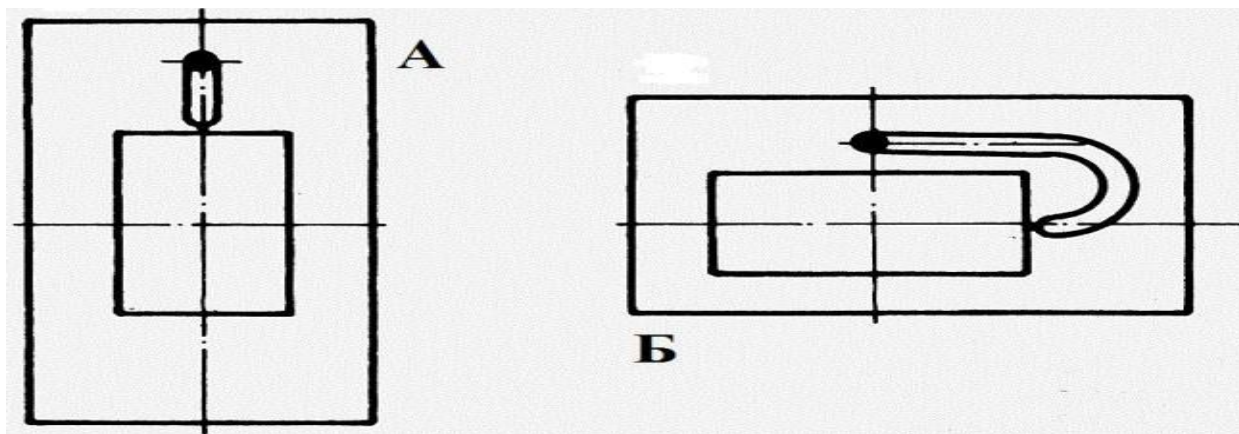
Утицај распореда калупних шупљина на величину калупа и балансирање притиска је приказан на слици 2.5.



Слика 2.5: А - неповољан распоред, Б - повољан распоред

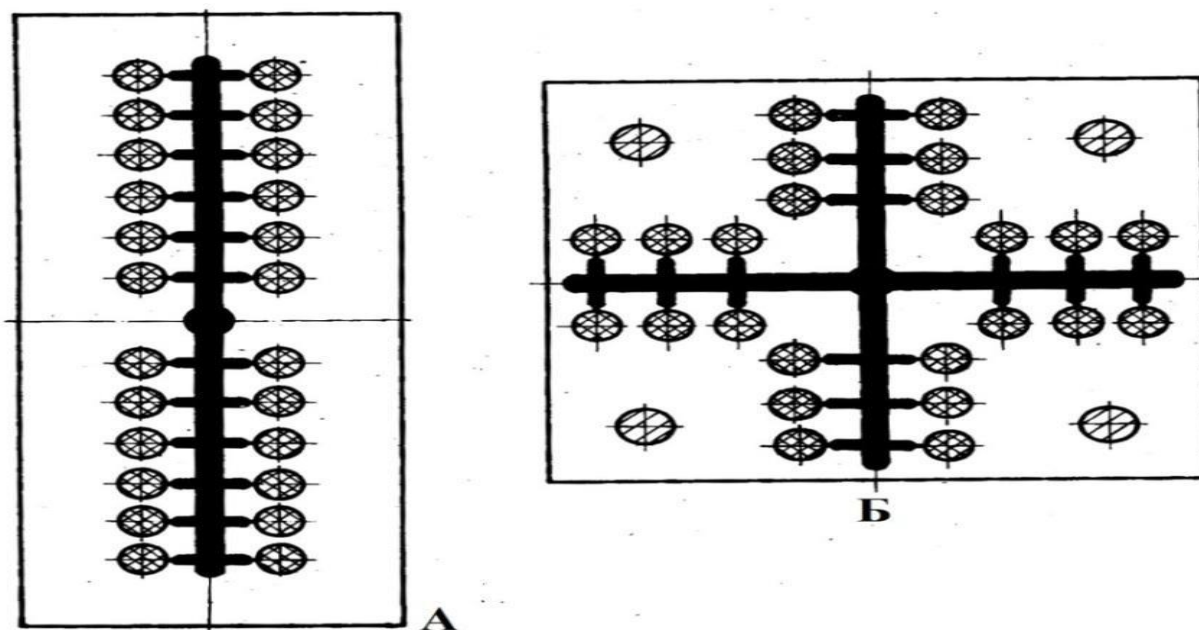
Случај А је неповољан јер је максимално пројектована површина постављена једна уз другу. Случај Б је повољан јер је притисак балансиран, а калуп знатно мањи.

На слици 2.6 је приказан исти случај само са калупом са две шупљине.



Слика 2.6: А - повољан распоред, Б - неповољан распоред

На слици 2.7 је приказан неповољан и повољан размештај шупљина калупа и дужина разводних канала.



Слика 2.7: А - неповољан распоред, Б - повољан распоред

Размештај шупљине А је неповољан јер су разводни канали предугачки, па долази до опадања притиска што доводи до смањења температуре растопа пластомера и његовог хлађења у току течења кроз разводни канал. У случају Б размештај шупљина је повољан јер је дужина разводних канала знатно мања.

Један од важнијих фактора који знатно утиче на тачност димензија калупне шупљине је степен скупљања пластомера. На величину степена скупљања утиче: температура растопа, врста пластомера, режим бризгања, облик и димензија производа итд.

2.5.3 Уливни систем

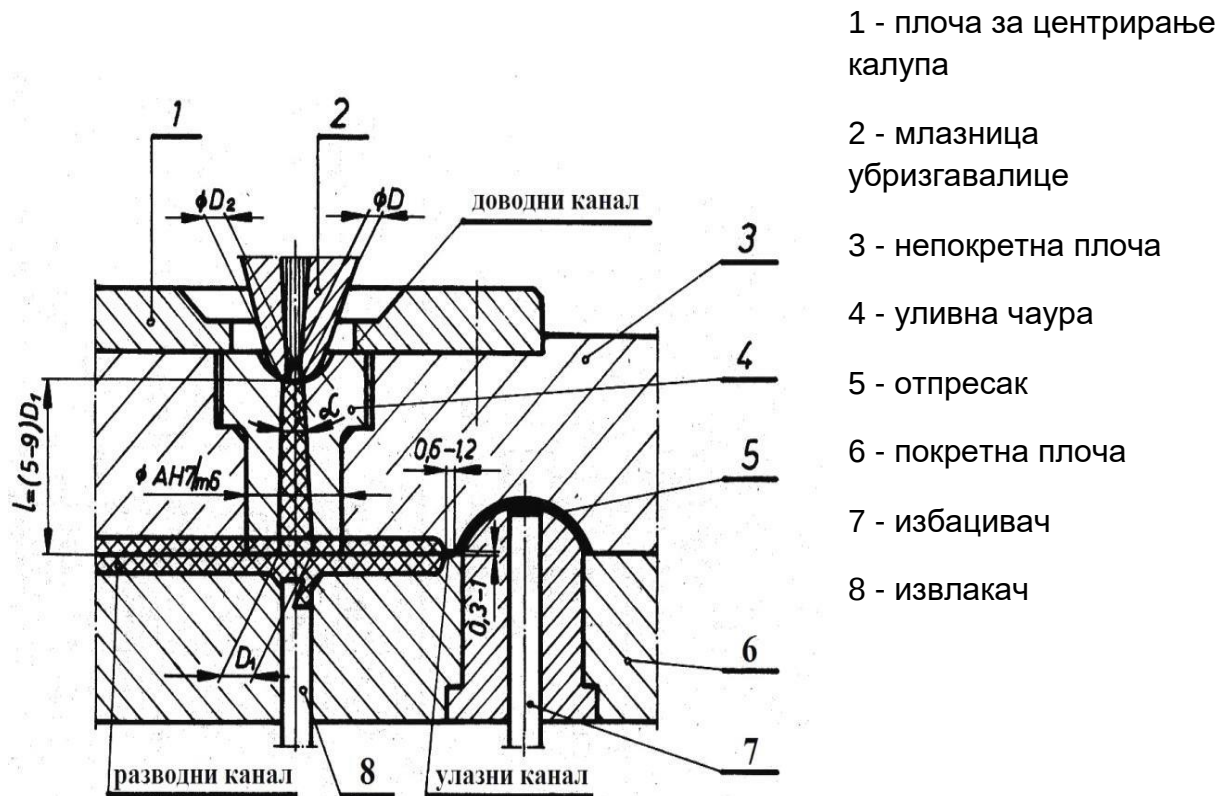
2.5.3.1 Елементи уливног система - Уливни систем представља један или више канала повезаних у једну целину који имају функцију да што лакше, брже и без турбуленција спроведу растоп пластомера у калупну шупљину. Правилна изведба и избор уливног система утиче на функционалност калупа, квалитет отпреска и циклус инјекционог бризгања.

Уливни систем се састоји од:

- доводног канала,
- разводног канала,
- улазних канала.

Доводни канал -

Доводни канал се обично израђује у уливној чаури која се уграђује у десну - непокретну половину калупа, као што је приказано на слици 2.8. Код мањих калупа доводни канал се може извести и директно у непокретној плочи, али то није препоручљиво због одржавања димензија у експлоатацији.



Слика 2.8: Елементи уливног система

Доводни канал мора бити тачно у оси са каналом млазнице на убризгавалици. Да не би дошло до пропуштања растопа пластомера, млазница убризгавалице мора потпуно да прилегне уз конкавно лежиште сферичне површине на улазном крају уливне чауре. То се остварује тако што се радијус на улазном крају уливне чауре повећа за 0,5 до 1 мм у односу на млазницу убризгавалице.

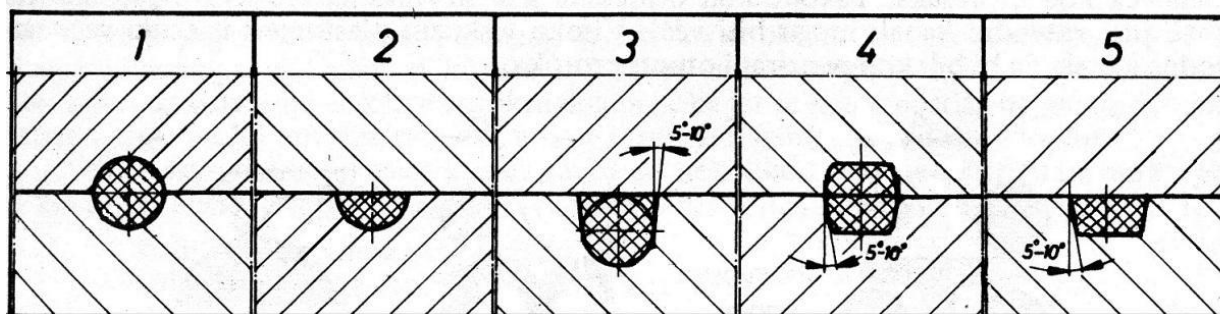
Након хлађења растопа пластомера у доводном каналу се формира уливак који се одстрањује. Због тога доводни канал мора бити коничан од 2° до 3° (у неким случајевима и 4°). Због положаја отпреска у калупу дужина доводног канала треба да износи више од 70 мм.

Цилиндрични венац уливне чауре има задатак да задржи ударац приликом налегања млазнице убризгавалице на улазни крај уливне чауре. Због честог понављања процеса убризгавања, уливна чаура мора бити израђена од квалитетног алатног челика и термички обрађена.

Разводни канал -

Разводни канали имају задатак да повежу калупну шупљину са доводним каналом и израђују се у првој равни отварања калупа, примењују се код калупа са једном калупном шупљином за уливање из више тачака или код калупа са две калупне шупљине код бризгања више оптресака.

Димензије разводних канала одређују се на основу сазнања да је пресек свих разводних канала једнак већем пресеку доводног канала. Разводни канали се могу извести на више начина, као што је приказано на слици 2.9.



Слика 2.9: Профили разводних канала

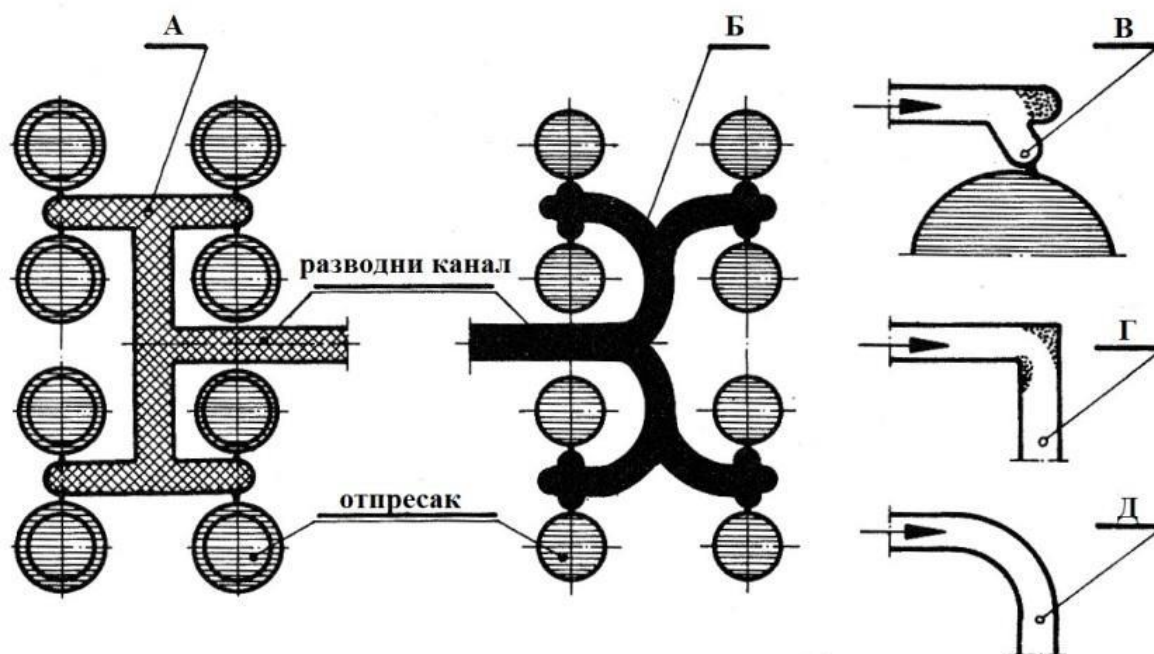
Најпогоднији су разводни канали округлог пресека јер при истој површини попречног пресека имају мањи обим који пружа мањи отпор кретању пластомера. Недостатак ових канала је у томе што су тежи за израду јер се морају изградити у обе половине калупа. Користе се за инјекционо бризгање полиамида, полипропилена и полиметилметакрилата.

Разводни канал полуокруглог пресека је лакши за израду јер се израђује у само једној половини калупа (у покретном делу), како би се повећала адхезија радног комада за овај део калупа приликом отварања.

Честу примену у пракси има разводни канал трапезног облика јер се лако израђује. Трапезни канал се исто као и полуокругли израђује у покретној страни калупа. Бочни зидови канала су нагнути под углом од 5° до 10° , а странице су заобљене на дну. Трапезни канали се примењују за инјекционо бризгање полиетилена, полистирола, ацетатцелулозе и поликарбоната.

Пракса је показала да пун пречник разводних канала не сме бити мањи од три пута дебљине пресека отпреска и варира између 3 мм и 10 мм. Да не би дошло до хлађења пластомера пре него што дође до ушћа (појава пруга на површини отпреска), изводе се канали који нису сувише мали. Разводни канали не смеју бити ни превелики, да се не би продужило време хлађења што би довело до проблема при избацавању. Само је код већих пресека дозвољено повећати пречник да би се добио потребан притисак у језгру, а тиме и спречила појава улегнућа код отпресака.

На слици 2.10 је приказан правилан и неправилан распоред разводних канала:



Слика 2.10: Приказ правилне и неправилне изведбе разводних канала

Распоред разводних канала на слици (А) је неправилан јер растоп на путу до калупне шупљине има вртложно кретање и долази до пада притиска. Ова појава се ствара због наглих промена кретања растопа у разводним каналима (Г). Основна правила приликом конструисања разводних канала су:

1. Разводни канал треба да буде што је могуће краћи и да промене смера кретања пластомера буду што мања (Б и Д),
2. Дужина пута тока растопа до сваке калупне шупљине (гнезда) мора бити исти,

3. Дугачким каналима извести продужетке тако да предњи хладни део растопа напуни продужетак (В), а растопљени пластомер са вишом температуром напуни калупну шупљину,
4. Разводни канали морају имати по целој дужини једнак пресек,
5. Површине разводних канала морају бити полиране како би се смањио отпор протицању,
6. Пресек главног разводног канала мора бити једнак или мало већи од збира пресека канала који се од њега гранају,
7. Пресек разводних канала мора бити пропорционалан са доводним каналом,
8. Размештај гнезда у калупу треба да буде симетричан у односу на осу калупа.

Улазни канал -

Задатак улазног канала је да повеже разводни канал са калупном шупљином. Он је знатно мањег пречника од разводног канала, па се често у пракси назива грло.

У току проласка кроз разводни канал, растоп пластомера се хлади и лепи за зидове канала, тако да убризгавање тече само кроз средину разводног канала. Улазни канал се поставља између разводног канала и калупне шупљине у циљу да спречи продирање расхлађеног растопа у калупну шупљину.

Избор попречног пресека улазног канала врши се на основу облика разводног канала. Најбољи резултати постижу се применом канала кружног пресека јер се њиме постиже најмања површина додира при највећој површини пресека.

Димензионисање улазних канала зависи од следећих фактора:

- квалитета пластомера који се обрађује,
- облика и димензија отпреска који се обликује,
- фактор течења пластомера,
- притисак и температура убризгавања,
- брзина убризгавања,
- маса отпресака.

Дужина улазног канала не сме износити више од 1,2 мм односно минимум 0,5 мм. Улазни канали омогућавају лакше одвајање уливног система од отпресака јер се на том месту одвајају.

У највећем броју случајева произвођач пластомера даје препоруке за примену одређеног облика улазног канала и одређених димензија.

Врсте уливних система:

1. купасти централни уливак,
2. бочни уливак,
3. тачкасти уливак,
4. филм уливни систем,
5. лепезасти уливак,
6. диск уливак,
7. уливак са петљом,
8. тунелни уливак.

2.5.4 Систем за вођење калупа (алата)

Систем за вођење има задатак да обезбеди паралелност хода покретног и непокретног дела алата. Овај систем се користи за центрирање покретног и непокретног дела алата и обезбеђује положај плоча у равни отварања калупа. Тиме се спречава појава оштећења производа и калупа за бризгање.

Основни делови система за вођење алата су стубне вођице и чауре за вођење. Основна улога стубних вођица је да обезбеди паралелан ход обе стране алата пре него што калупне шупљине дођу једна до друге. Поред ових улога, улога стубних вођица је :

- вођење језгра при његовом уласку у калупну шупљину, односно за добијање што тачнијих димензија попречног пресека отпреска,
- вођење система за избацивање,
- стубне вођице које се постављају у калуп под одређеним углом користе се за несметано вађење отпресака из калупа.

Стубне вођице могу обезбедити прецизно вођење под условом да нису оптерећене бочним силама. При избору стубних вођица треба водити рачуна о дужини вођица. Дужина вођица треба да осигура захватање и улажење у чауру за вођење пре него што дође до спајања калупних шупљина (језгра). Водећа чаура треба да буде 1,5 - 2 пута мања од пречника стуба вођице.

Материјал за израду стубне вођице и чауре је алатни челик, термички обрађен на тврдоћу 58-60 HRC за стуб и 56-58 HRC за чауру. Због клизног кретања стубних вођица потребно је обезбедити стално подмазивање.

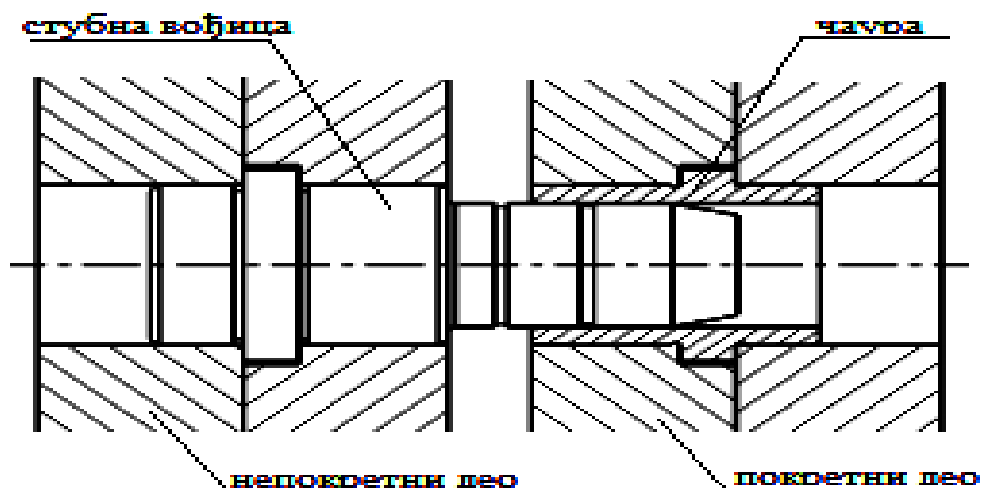
Због значаја вођица код калупа за инјекционо бризгање направљена је и подела калупа према положају вођица:

- калупи са паралелним вођицама,
- калупи са конусним вођицама,
- калупи са косим вођицама.

Калупи са паралелним вођицама -

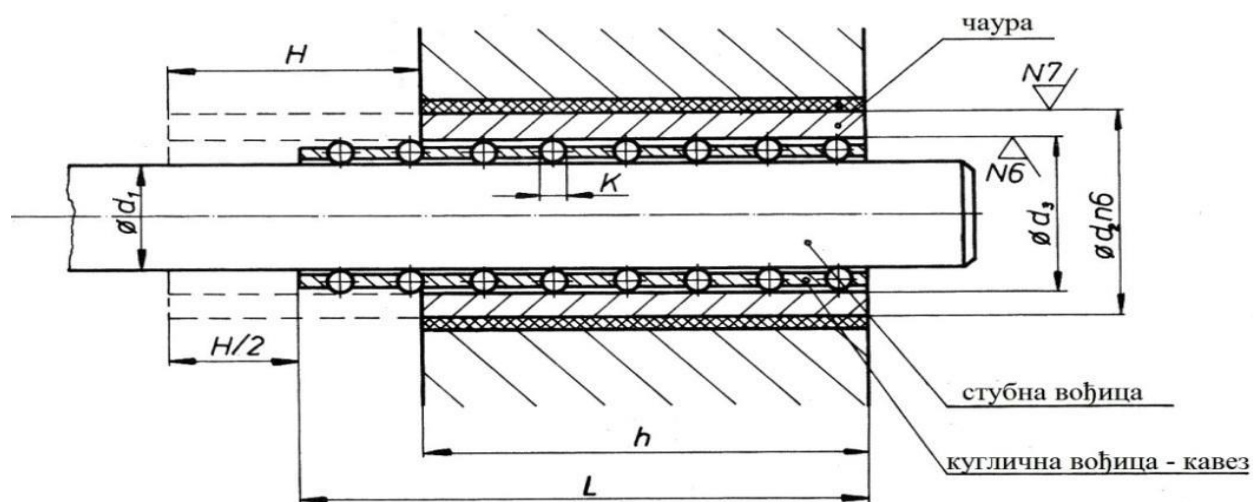
Код највећег броја калупа вођење алата је изведено паралелним стубним вођицама. Најчешће се примењују четири стуба за вођење јер они обезбеђују најбољу контролу калупа за разлику од калупа изведених са два или три стуба.

Пречник стубова за вођење зависи од величине калупа и износи 20 мм за мање калупе, па до 80 мм за веће калупе. Веома је важно стално подмазивање стубних вођица и прецизно налегање између стуба вођице и чауре које је обично H7/f6 или H7/g6. На слици 2.11 приказана је стубна вођица са клизном чауром.



Слика 2.11: Стубна вођица

Паралелно вођење алата се може извести и са кугличним вођицама. Кугличне вођице се најчешће користе код калупа са три или више подеоних равни. Користе се код калупа са кратким циклусом бризгања јер се тако смањује могућност хабања стубне вођице. На слици 2.12 је приказана куглична вођица.



Слика 2.12: Куглична вођица

Стубне вођице се израђују од легираног челика за цементацију Č4320 и Č4721 при чему дубина цементације после брушења треба да износи од 0,8 до 1 мм. Чауре се израђују од прокаљивог челика Č4145 и Č4150.

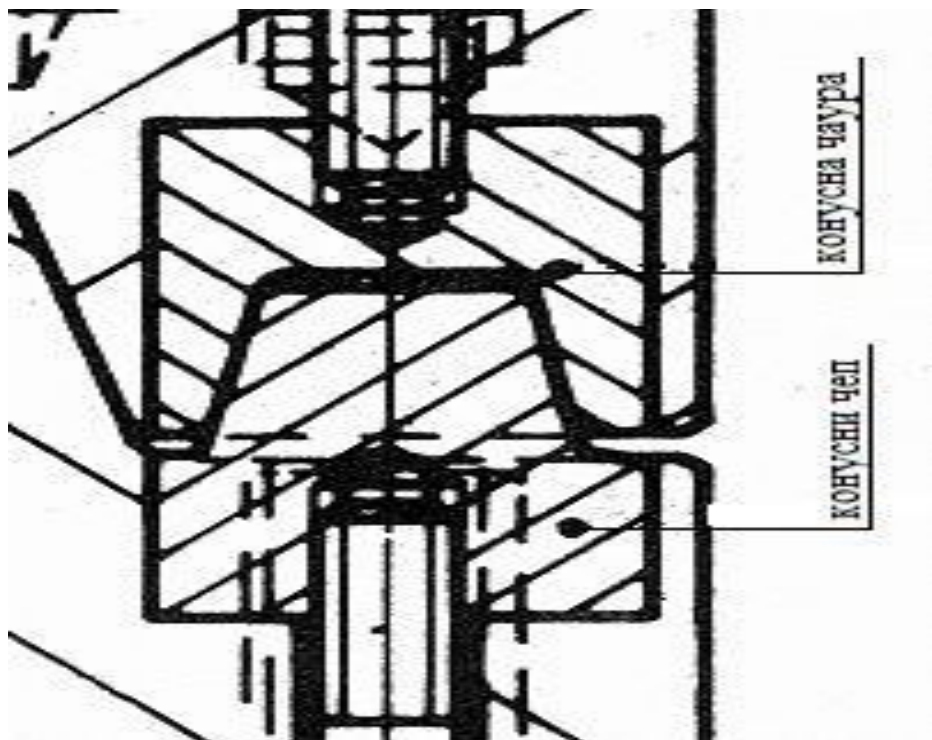
Кугличне вођице се израђују стандардним пречницима и дужинама. Израда куглица је са високом тачношћу, а уграђују се у спиралном облику, како би се обезбедило равномерно хабање стубова.

Калупи са конусним вођицама -

Најповољније решење за вођење калупа који произведе отпреске са танким зидовима и цилиндричног облика је конусно вођење калупа. Прецизно вођење конусног калупа се остварује тако што конусни чеп, који се налази на једној страни калупа правилно належаје на конусни отвор који је постављен на другој страни калупа.

Угао конуса је обично 10° до 30° , али у пракси се показало да је најпогоднији угао 15° . Висина конуса зависи од величине и конструкције калупа, али није пожељно да буде мања од 13 мм.

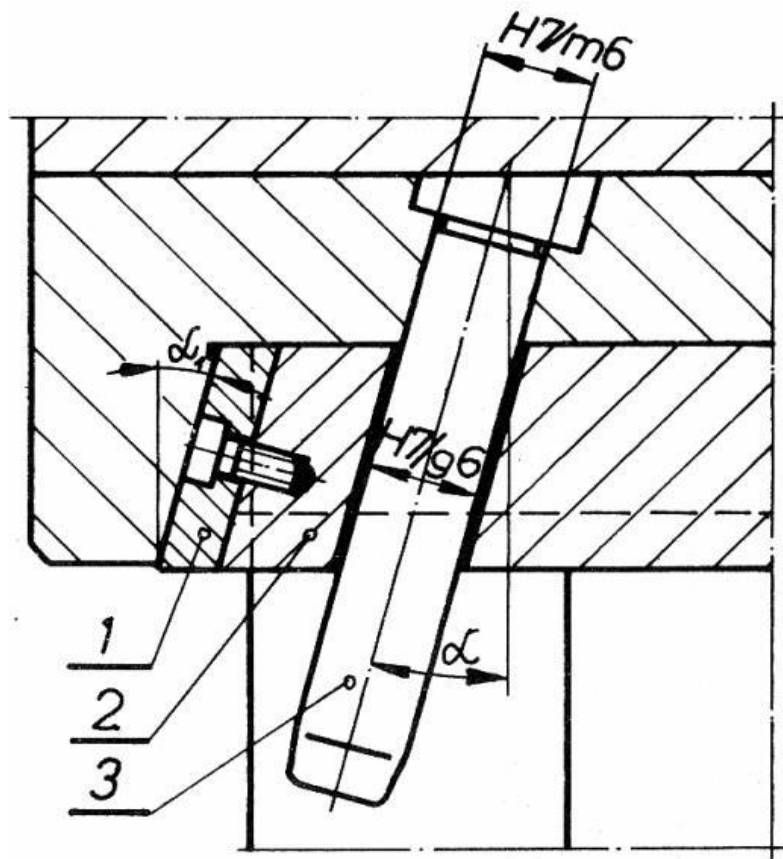
Применом додатних конусних чепова код конусног вођења калупа обезбеђује се правилно центрирање калупа, а истовремено се спречава да дође до отварања покретне од непокретне стране калупа. На слици 2.13 приказан је један тип конусне вођице.



Слика 2.13: Конусна вођица

Калупи са косим вођицама -

Калупи са косим вођицама се користе за инјекционо бризгање отпресака са удубљењима или испупчењима по спољној површини или за отпреске са спољним навојем. Косе вођице омогућавају отварање калупа у попречном правцу. Помоћу њих се попречно одмичу елементи који имају негативне нагибе, бочне отворе и слично. Могу бити постављене на покретној или непокретној страни што зависи од облика отпреска. Када се косе вођице налазе на покретној страни елеминише се употреба избацивачког система. За израду косих вођица користе се високо квалитетни челици уз обавезну термичку обраду. На слици 2.14 приказана је једна од изведби косих вођица.



Слика 2.14: Коса вођица

1 - тврда плочица

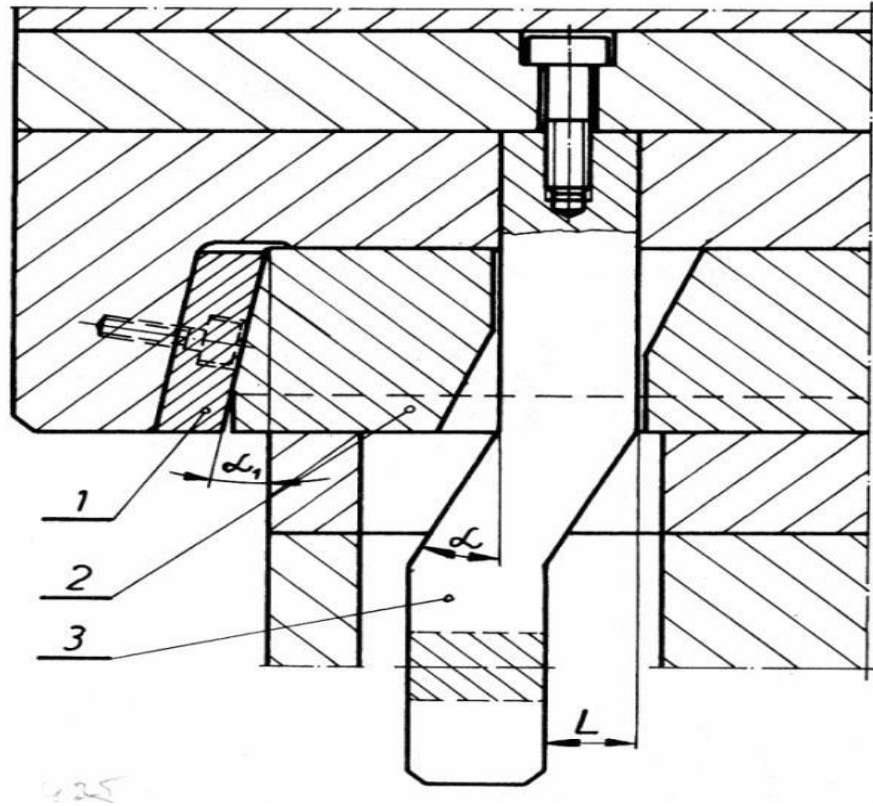
2 - бочни клизач

3 - коса вођица

Пречник косе вођице није мањи од 15 мм. Коса вођица лежи под углом од 15° осим у специјалним случајевима када може бити већи угао, међутим то треба избегавати. Угао косих вођица не сме бити већи од 30° да не би дошло до оштећења калупа услед велике силе притиска. Од угла и дужине косе вођице зависи и одстојање које ће прећи бочни клизач. Клизачи су обично оптерећени опругама, а примењени су и граничници да би зауставили клизач у одређеном положају, припремљеног за понављање циклуса.

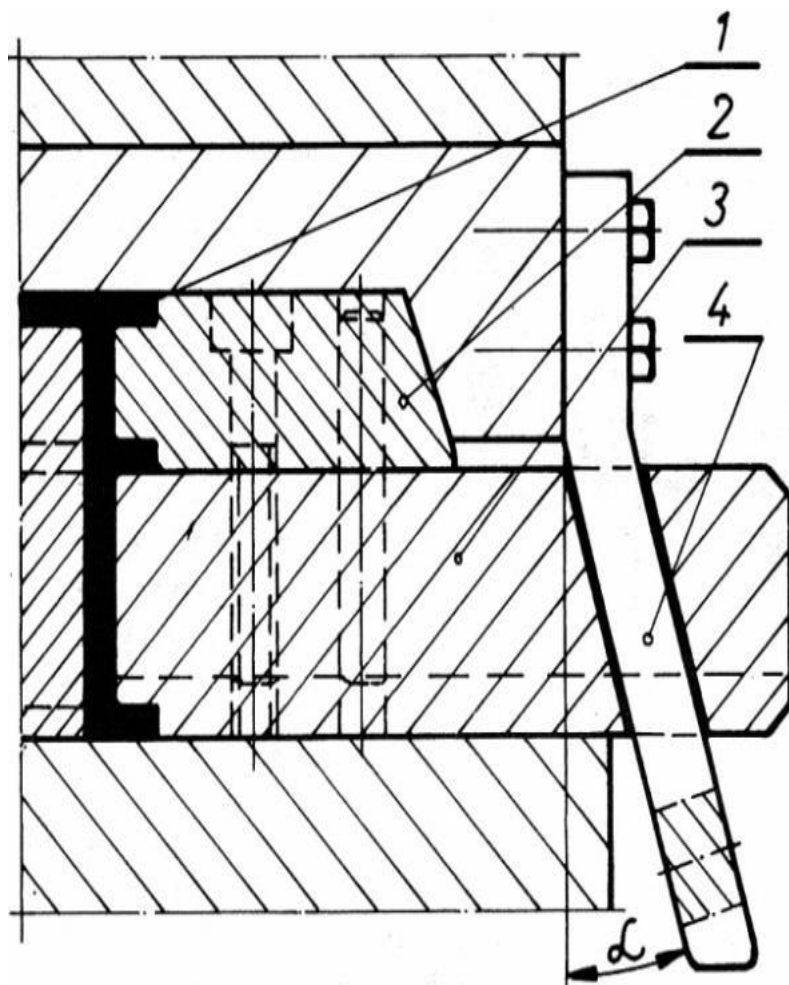
Угао налегања затварача (α_1) је већи од угла косе вођице $3^\circ - 5^\circ$. Он омогућава да језгра не буду потиснута уназад под дејством притиска растопа пластомера. Најбољи угао затварача је 15° . Зазор између косе вођице и бочног клизача треба да износи 0,2 мм. Косе вођице могу бити округлог или правоугаоног попречног пресека. Систем косих вођица омогућава дуге путеве померања бочних клизача.

Веома често се користе профилне косе вођице на слици 2.15 које обезбеђују одређени застој померања бочних клизача након отварања калупа.



Слика 2.15: Бочно померање са застојем: 1 - тврда плочица, 2 - бочни клизач, 3 - профилно коса вођица

До момента наседања косине вођице на косину бочног клизача траје застој, а онда започиње померање бочних клизача. Овакве вођице се користе за релативно кратке путеве бочних клизача. У већини случајева само део отпреска има негативан нагиб. Тада се користе косе вођице постављене на спољашњој површини калупа на слици 2.16. Применом овог типа косих вођица избегава се машинска обрада делова калупа неопходна при постављању косих вођица у калуп. Овакве изведбе косих вођица примењују се за краће путеве бочних клизача.



Слика 2.16: Спољна
коса вођица:

- 1 - отпресак,
- 2 - горњи бочни клизач,
- 3 - доњи бочни клизач,
- 4 - коса вођица.

Да не би дошло до појаве видљивих спојева на отпреску веома је битно спајање бочних клизача. Због тога треба обратити пажњу при димензионисању бочних клизача.

2.5.5 Прстен за центрирање

Прстен за центрирање има задатак да обезбеди налегање убризгавалице машине на калуп. Налегање обезбеђује конусни део унутрашњег отвора прстена.

Да би се обезбедио аксијални положај убризгавалице потребно је да пречник главе убризгавалице буде већи од најмањег пречника средишњег конуса отвора прстена. На слици 2.17 је приказан прстен за центрирање.



Слика 2.17: Прстен за центрирање

2.6 Систем за избацивање

Отварање алата не обезбеђује испадање радног комада из калупне шупљине. Због тога је потребно обезбедити систем за избацивање који ће имати задатак да избаци радни комад из калупне шупљине.

Да би се олакшало избијање радног комада, у већини случајева, калупна шупљина се конструише у покретној страни алата јер на кретање избијачког система утиче део машине на којем се налази покретна страна алата.

Системи за избацивање који се најчешће користе су:

- избацивачка игла,
- цевни избацивачи,
- прстенасти избацивачи,
- систем са ваздушним избацивањем.

2.6.1 Избацивање избацивачким иглама

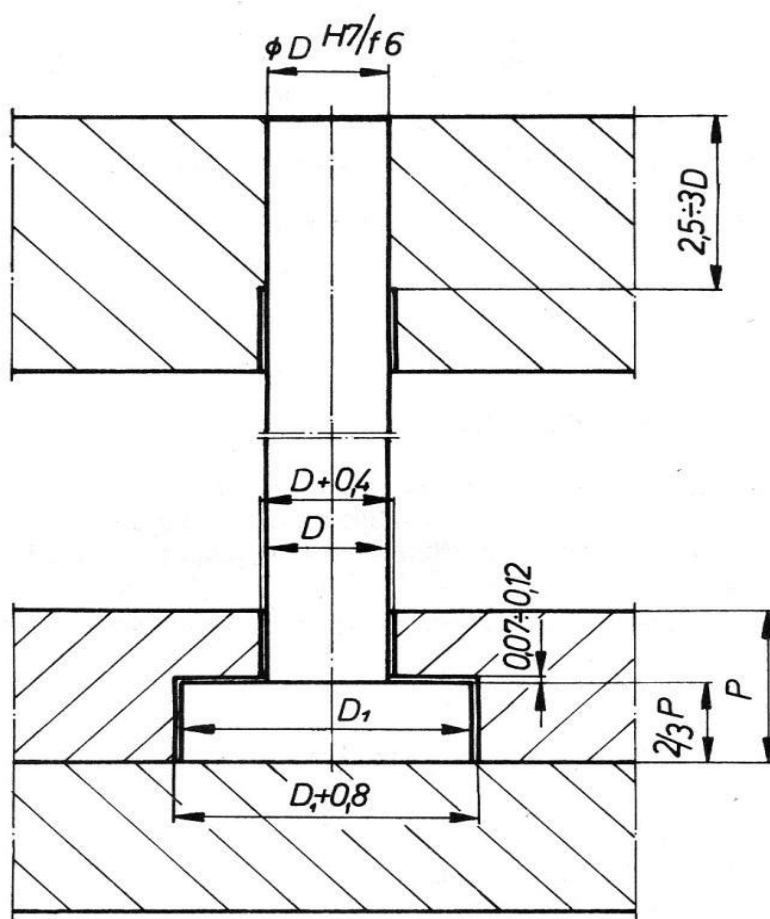
Избацивање избацивачким иглама представља најекономичније и најчешће коришћени систем избацивања. Од величине и облика отпреска зависи број и локација игала за избацивање. Због трагова које остављају на површини радног предмета, избацивачке игле се примењују тамо где таква решења не сметају.

Основне врсте игала за избацивање су :

- равне игле,
- игле са стањеним врхом,
- игле са равном страницом или "D" игле

2.6.1.1 Равне избацивачке игле

То су најједноставнији избацивачи, па их треба примењивати где год је то могуће, у зависности од отпреска. Равна избацивачка игла је фиксирана за причврсну плочу, а блокира се другом плочом на слици 2.18 је приказана равна избацивачка игла.



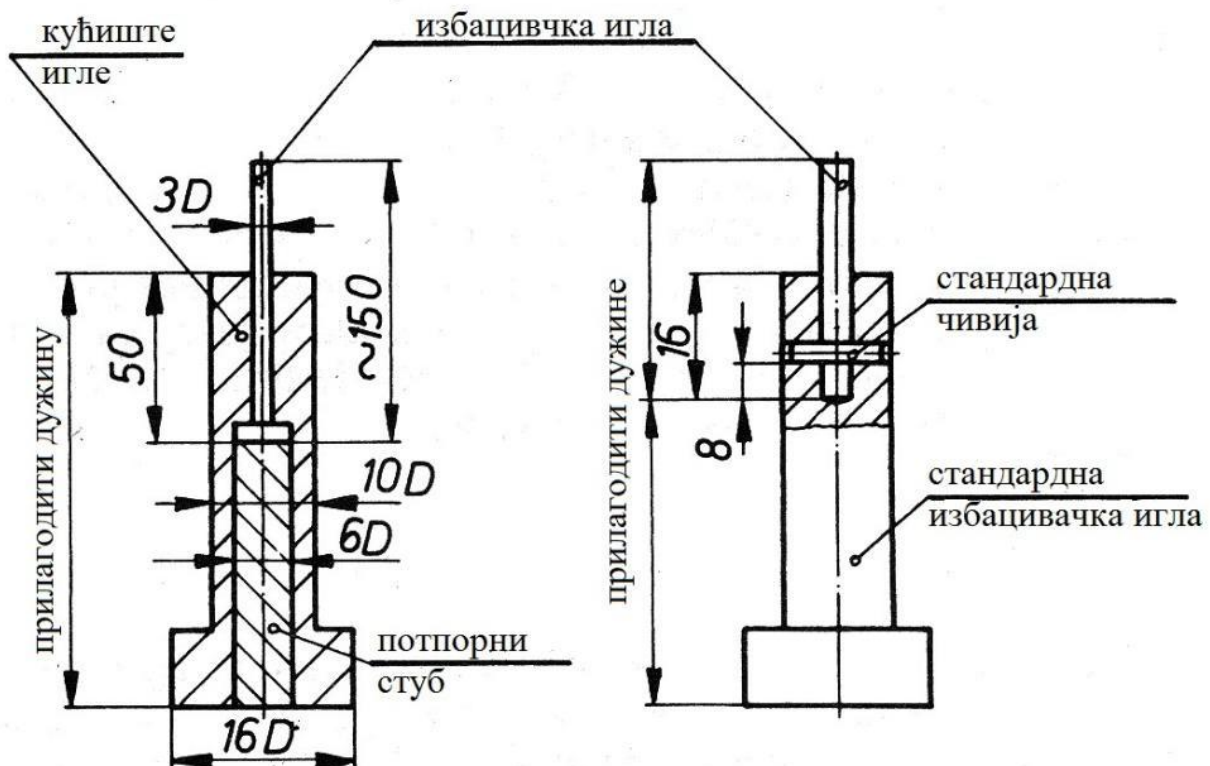
Слика 2.18: Равна избацивачка игла

2.6.1.2 Игле са стањеним врхом

Ово је специјална врста избацивачких игала. Карактеристичне су по томе што им је пречник мањи на страни избацивања. Такав смањени пречник је потребан у случају да избацивачка игла пролази кроз сужени део отпреска.

Пречник избацивача је смањен само на дужини налегања и за ход избацивања јер није препоручљиво да смањени пречник иде до плоче избацивача, да не би дошло до извијања игли услед оптерећења.

Потребно је и обезбедити добру крутост игала, а то се постиже добрим вођењем. Вођење се може извести дуж целог стањеног дела или на два краја помоћу чаура за вођење. На слици 2.19 је приказана једна од изведби игала са стањеним врхом.

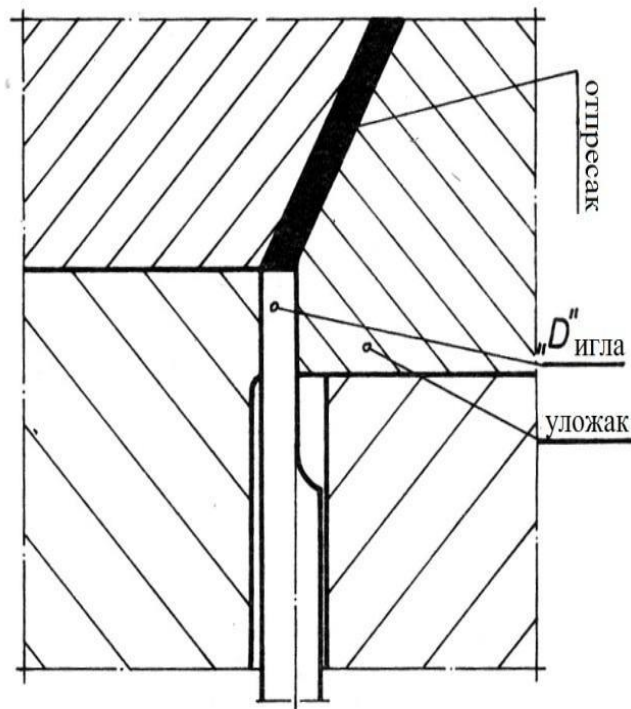


Слика 2.19: Игле са стањеним врхом

2.6.1.3 Игле са равном страницом или “D” игле

Примењује се за избацивање отпресака на ивици испод зида отпресака као на пример за кутије и то уздуж страница слика 2.20.

Додирна површина између отпресака и избацивачке игле са равном страницом већа је него додирне површине између отпресака и равне игле истог пречника. Разлог томе је што равнина на страни избацивачке игле дозвољава контакт отпреска и игле ближе центру, односно максималне површине попречног пресека. Ове игле су скупље јер је потребна додатна машинска обрада.



Слика 2.20: Игла са равном страницом

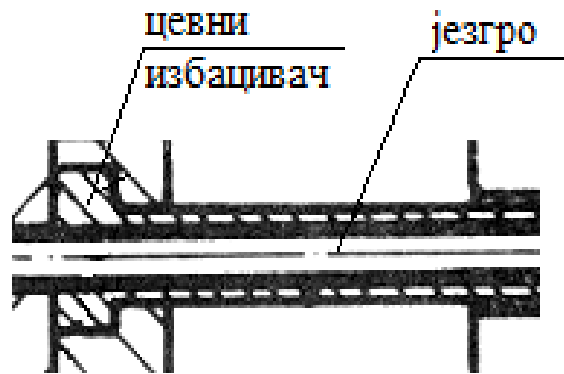
2.6.2 Цевни избацивачи

Примењују се углавном за отпреске округлог пресека или делове отпреска у склопу целокупног избацивања отпреска.

Цевни избацивач има отвор кроз који пролази фиксни уложак (језгро). Улога језгра је и за делимично формирање облика отпреска, а по њему клизи цевни избацивач и тиме обавља своју функцију.

Карактеристика цевних избацивача је да равномерно избацују отпреске чиме се избегавају деформације. Приликом конструкције цевном избацивачу треба осигурати потребан ход, како би извршио своју функцију. Да не би дошло до заривавања језгра оно се растеређује, и то доњим делом, чиме се смањује дужина клизног налегања. Поред тога потребно је извршити термичку обраду и фину обраду површина језгра.

Цевни избацивачи се у систему за избацивање могу користити појединачно или у склопу са избацивачким иглама или избацивачком плочом, што зависи од облика отпреска. На слици 2.21 приказан је цевни избацивач.

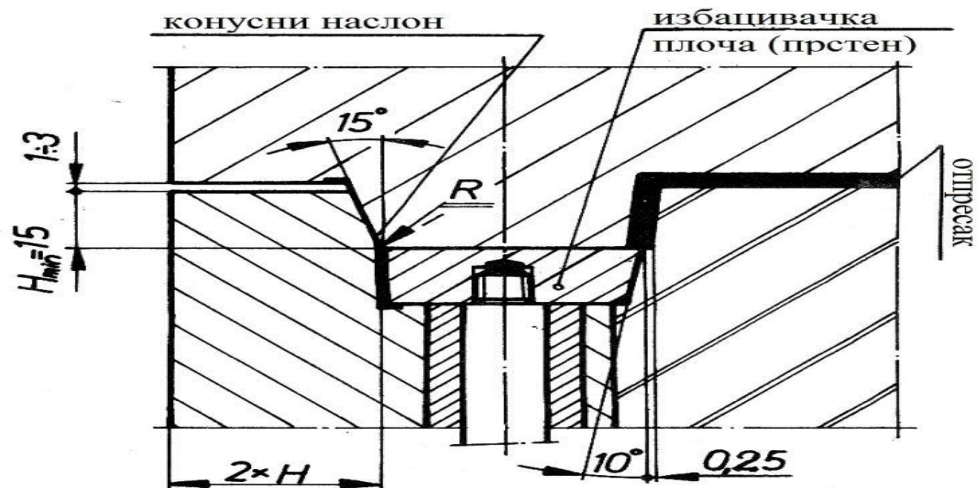


Слика 2.21: Цевни избацивач

2.6.3 Прстенасти избацивач

Примењује се тамо где је површина избацивања мала, као што су зидови танких кутија и слично. Поред овога прстенасти избацивачи се примењују уколико се захтева одговарајући естетски изглед отпреска.

Примена избацивачког прстена односно плоче зависи од облика отпреска. Принцип рада је приказан на слици 2.22, где је потребно осигурати зазор од 2,25 мм за спречавање зарезивања између избацивачке плоче и зида језгра. Такође и угао између језгра и избацивачке плоче не сме бити мањи од 5° , а обично се узима 10° . Веома је битно и вођење саме избацивачке плоче или прстена јер у противном долази до лошег налегања на језгро, а тиме убрзо и до подливања.

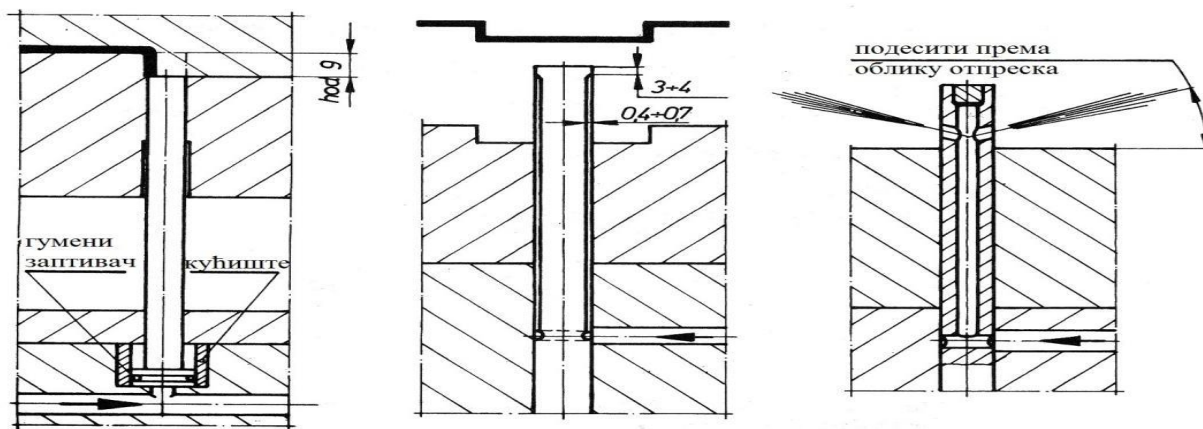


Слика 2.22: Избацивачки прстен

2.6.4 Ваздушно избацивање

Примењује се за отпреске танких зидова где је потребно постићи што краћи циклус бризгања. Компримовани ваздух се примењује као покретач избацивача или као додатак за што брже избацивање отпресака када је већ одвојен од језгра или калупне шупљине.

На слици 2.23 приказано је неколико изведби ваздушних избацивача.



Слика 2.23: Ваздушни избацивачи

2.7 Елементи за темперирање калупа

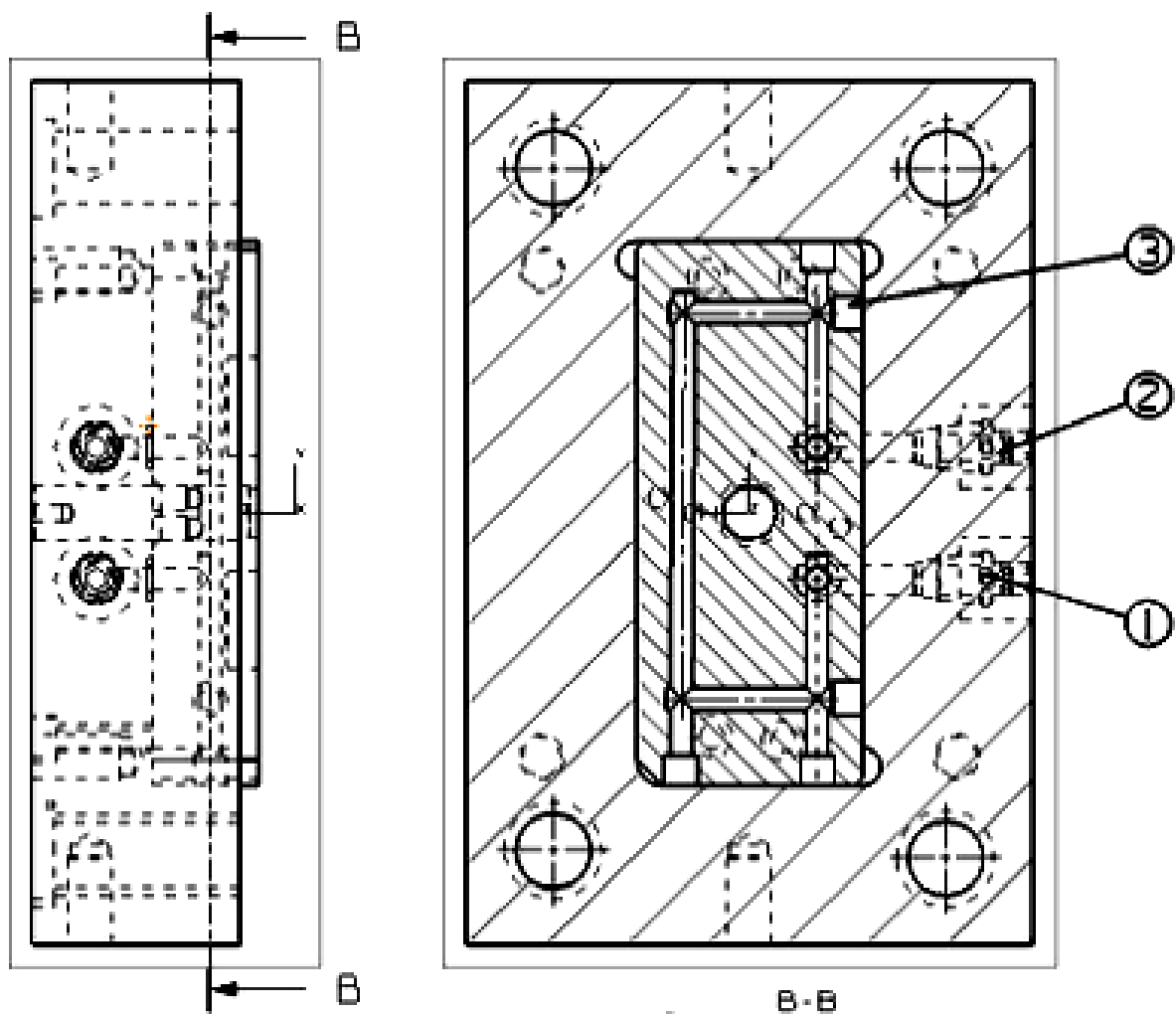
Температура калупа има велики утицај на квалитет отпреска. Калуп се може загревати или хладити (зависи од врсте материјала). У највећем броју случајева алат се хлади. Растопљени материјал приликом попуњавања калупне шупљине загрева кућиште калупа. Основни задатак система за хлађење калупа је да одведе топлоту коју растоп предаје зидовима калупне шупљине.

Калупи се најчешће хладе водом. Вода протиче кроз канале избушене у плочама калупа. Вода се доводи из водоводне мреже. Калуп је повезан са уређајом за хлађење кроз који пролази загрејана вода, хлади се и поново враћа у калуп.

У зависности од облика и величине отпреска као и од врсте пластомера температура воде за хлађење калупа може бити од 23°C до 57°C. Пречник канала за хлађење може бити од 6 мм до 20 мм.

Канали за хлађење не смеју бити ни предалеко ни преблизу отпреска. Ако се налазе предалеко не постиже се жељени ефекат хлађења, а ако су преблизу растопљена маса се брже хлади и теже се попуњава калуп. Такође канали треба да пролазе само кроз плоче калупне шупљине, а не кроз остале елементе кућишта као што су избацивачи, вођице, чауре итд.

На слици 2. 24 приказан је пример извођења канала за хлађење калупа.



Слика 2.24: Систем за хлађење: 1,2 - прикључци, 3 - канали

3.0 Пример пројектовања дела од пластичне масе и алата за бризгање

Развој производње профила простран је последњих година и данас стоји у знаку пораста учинка.

Да би био погодан за повећање овог ефекта, од алата се захтева да осигура привредну производњу безпрекорних и квалитетних профила, високу меру тачности, беспрекорно полирану површину у подручју проточног канала и реолошки најповољније обликовање.

За производњу алата, специјално за профиле из меког ПВЦ и тврдог ПВЦ, показала се добро употреба нерђајућих побољшаних хром-никл челици. Осим доброг квалитета површине и отпорности на хабање ови челици су мање осетљиви на хлороводоничну киселину.

Конструктор алата треба пре него што приђе конструкцији једног алата познавати следеће:

1. Да ли је жељени пресек профила подобан за екструзију из термопласта
2. Из којег се термопласта профил треба производити
3. Која ће се рецептура употребити
4. Који ће екструдер употребити
5. Каква ће се техника поступка применити
6. Какав ефекат треба постићи
7. Које се толеранције захтевају

ПРОБЛЕМИ:

Тачка 1 - Сваки конструктор алата зна да разлике у дебљинама зида профила не претпостављају још увек могућност тачног прорачуна највише канала. Прилагођање истој брзини протока може се добити само емпиријски преко увођења испитивања алата. Због тога треба настојати да се предвиде у пресеку профила једнаке дебљине зидова.

Тачка 2 - Понашање појединих термопласта у извирању и течењу је различито. Конструкција алата мора се прилагодити употребљеној сировини.

Тачка 3 - У вези с употребом тврдог ПВЦ, што на подручју профила екструзије има доминирајућу улогу, велики број типова материјала и рецептура отежава конструкцију алата. Познато је да промена у рецептури готово увек са собом повлачи и корекцију алата.

Тачка 4 - Велики број разних екструдера и њихова својства претпоставља код конструкције алата познавање специфичног понашања екструдера. Једнопужни екструдер фирме А понаша се другачије него једнопужни екструдер фирме Б. Исто важи и за двопужне екструдере.

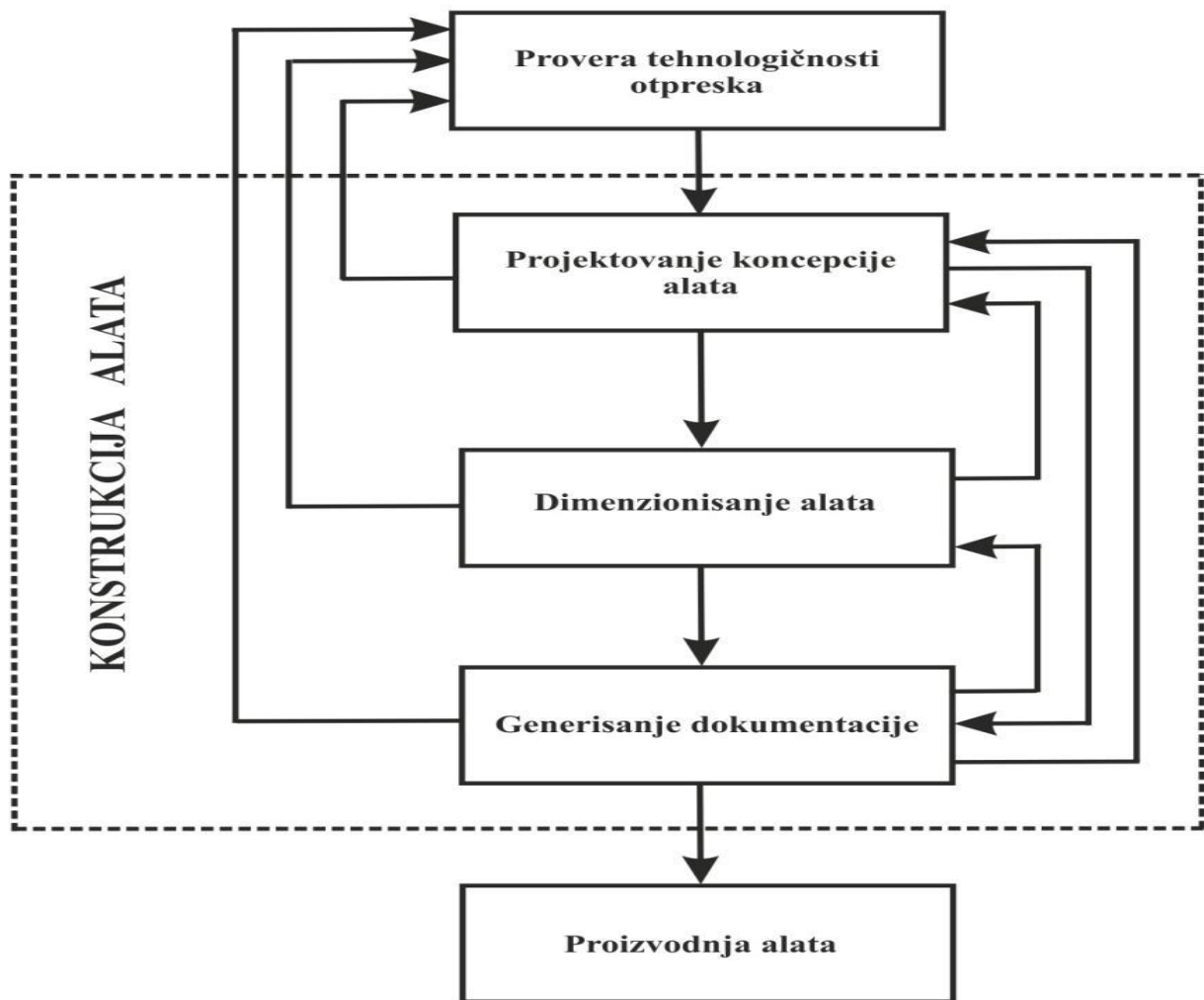
Тачка 5 - На подручју производње тврдог ПВЦ треба размотрити два поступка:

а) суво калибрирање

б) мокро калибрирање

Тачка 6 - На понашање у течењу пластичне масе утичу и одређују га температура, задржавање и више других фактора. Профилни се алат с тога мора испитати у производним условима.

Тачка 7 - Само профили тачни по мери функционално су задани профили. Зато се пре производње алата мора расчистити, које мере су за функционалност профила важне.

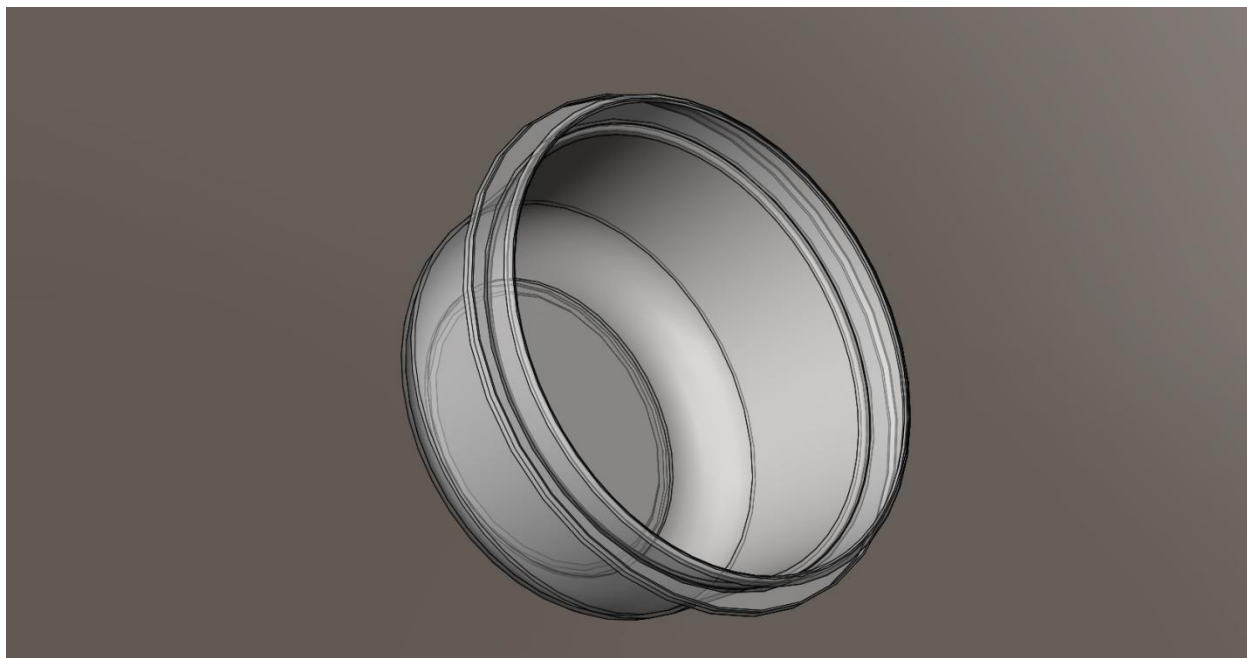


Слика 3.1: Основне фазе конструкције алата за инјекционо пресовање пластике

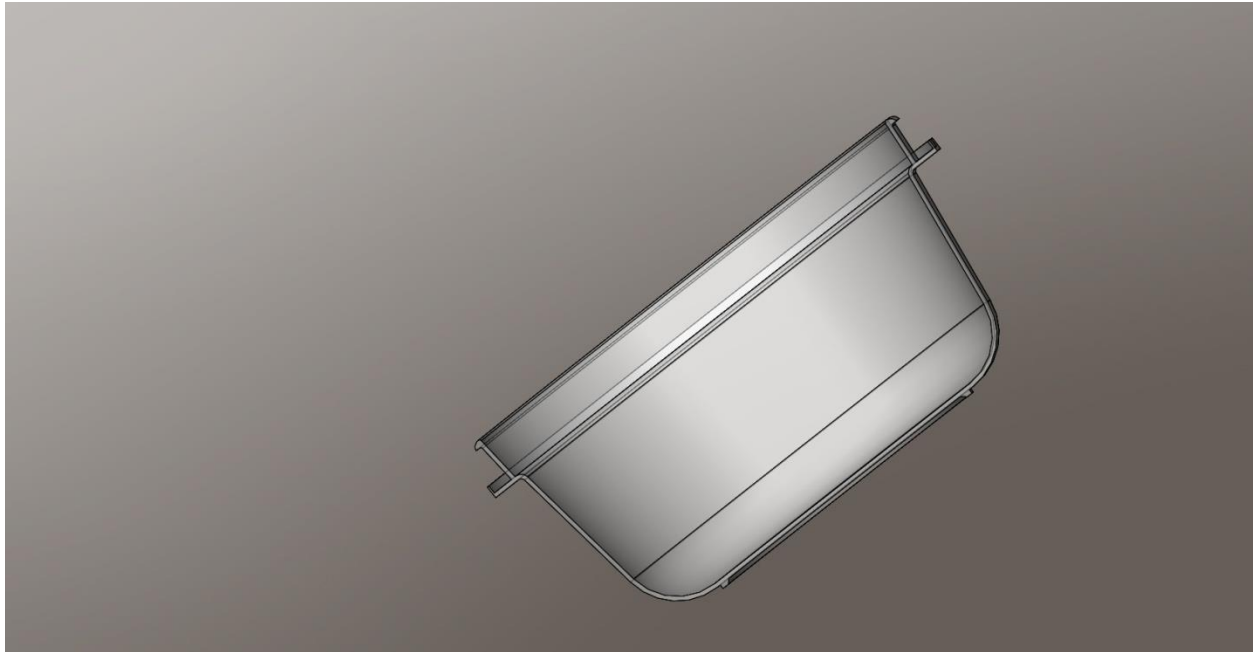
Конкретно на овом алату могуће је било уместо центрирног прстена применити (стандардне елементе) стубове и чауре за вођење (три комада), такође уместо система са аутоматским откидањем улива од комада, било је могуће ставити систем топле дизне. Такође се могло узети и кућиште (HASCO) са вођењем, где је такође потребно урадити доњу (мушку) форму, горњу (женску) форму, систем хлађења, систем за избацивање комада и систем за уливање пластике у калупну форму (шупљину). Опредељење за овакву израду алата је искључиво због цене. Сам приступ конструкцији алата већини конструктора је прихватљивије цртање у 2D (AutoCad) због идејног решења. А тамо где је потребна израда на нумеричким машинама (CNC) морају се изградити 3D модели у неким од програма (SolidWorks, Catia, ...).

Опис и функција дела - Део који смо изабрали за који треба да се разради технолошки процес израде и конструкција алата је „посуда“. Посуда је производ који се примењује у прехранбеној индустрији, тј. он служи за паковање хране. Сам производ се може посматрати као подсклоп. Овај производ се ради у више величина, што зависи од величине посуде.

Посуда је део који се израђује од полипропилена који припада групи полимерних материјала. Полипропилен има добра својства као што су: мала густоћа (специфична тежина), прихватљива цена, добра механичка, топлинска и електрична својства, изврсна хемијска постојаност (отпорност) и велика еластичност-посебно код кополимера са етиленом. Посебно типови постојани према УВ зрацима, постојани на пламен, за прехранбену индустрију, за метализирање те типови с посебним пунилима. Овај део се може израђивати у више боја. Димензије ове посуде су Ø127,8 мм, а висина посуде 60 мм.



Слика 3.2: Посуда

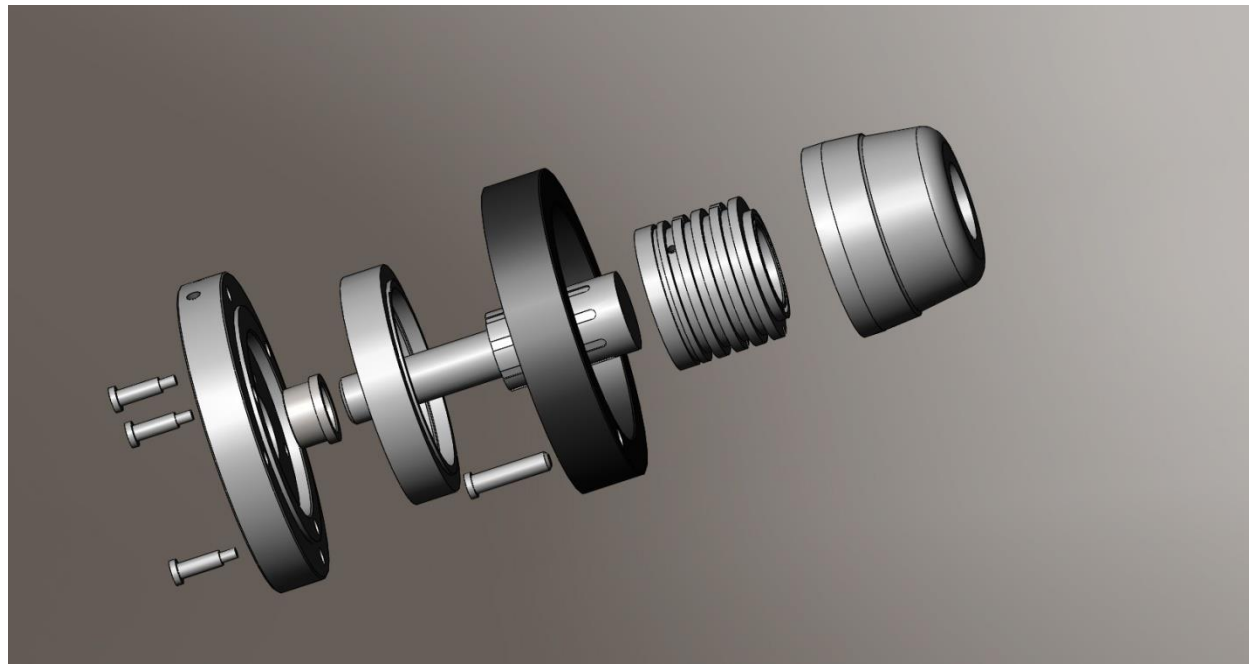


Слика 3.3: Пресек посуде

Алат за посуду се састоји од следећих делова:

- 1 - Завртањ,
- 2 - Основна плоча,
- 3 - Дно посуде,
- 4 - Избацивач,
- 5 - Горња (женска) форма,
- 6 - Расхладно језгро,
- 7 - Доња (мушка) форма,
- 8 - Усадна плоча горње (женске) форме,
- 9 - Скидна плоча (формирач),
- 10 - Центрирни прстен,
- 11 - Усадна плоча доње (мушке) форме,
- 12 - Гранични завртањ,
- 13 - Водећа чаура.

Склоп доњег (мушког) дела алата-

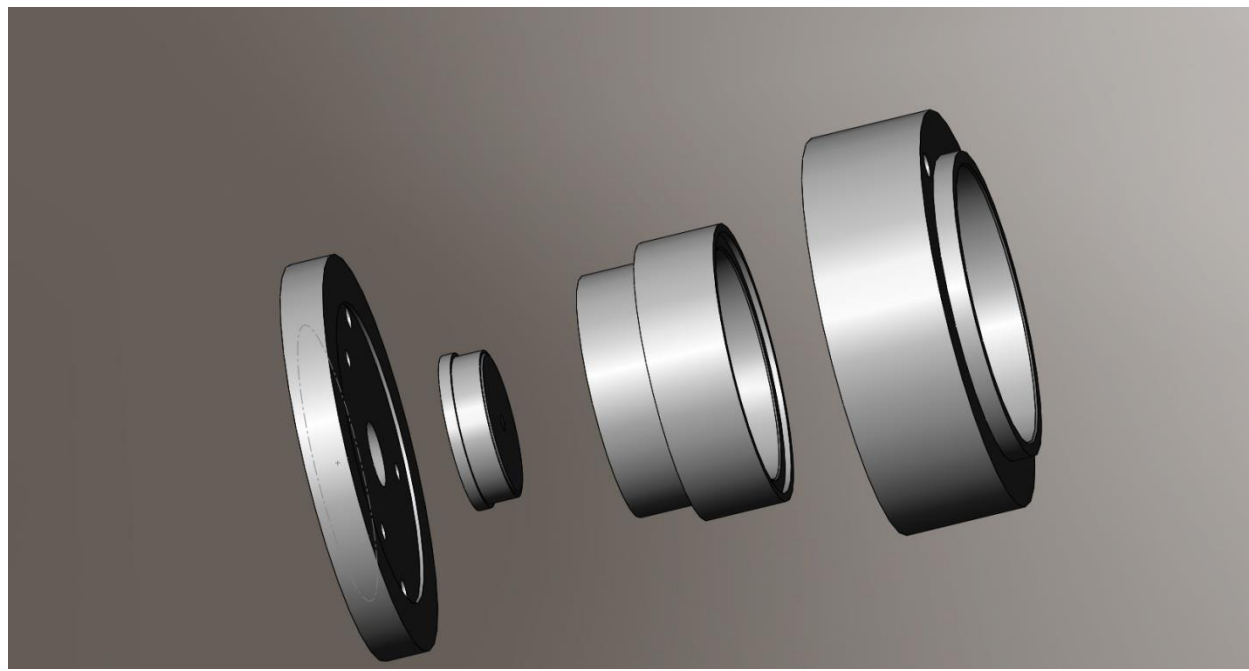


Слика 3.4: Расклопљени делови доњег (мушког) дела алата

Делови алата који чине доњи (мушки) део алата су:

- доња (мушка) форма,
- раскладно језгро,
- избацивач,
- центрирни прстен,
- водећа чаура,
- усадна плоча мушке форме,
- гранични завртањ,
- скидна плоча (формирач).

Склоп горњег (женског) дела алата-

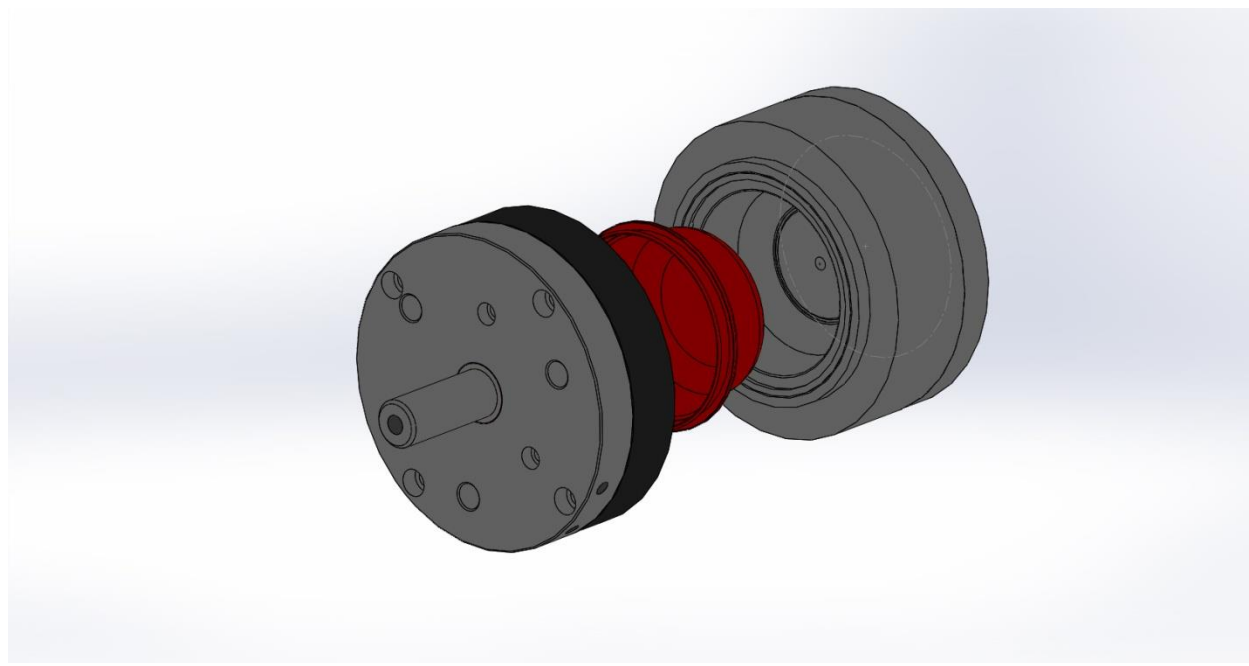


Слика 3.5: Расклопљени делови горњег (женског) дела алата

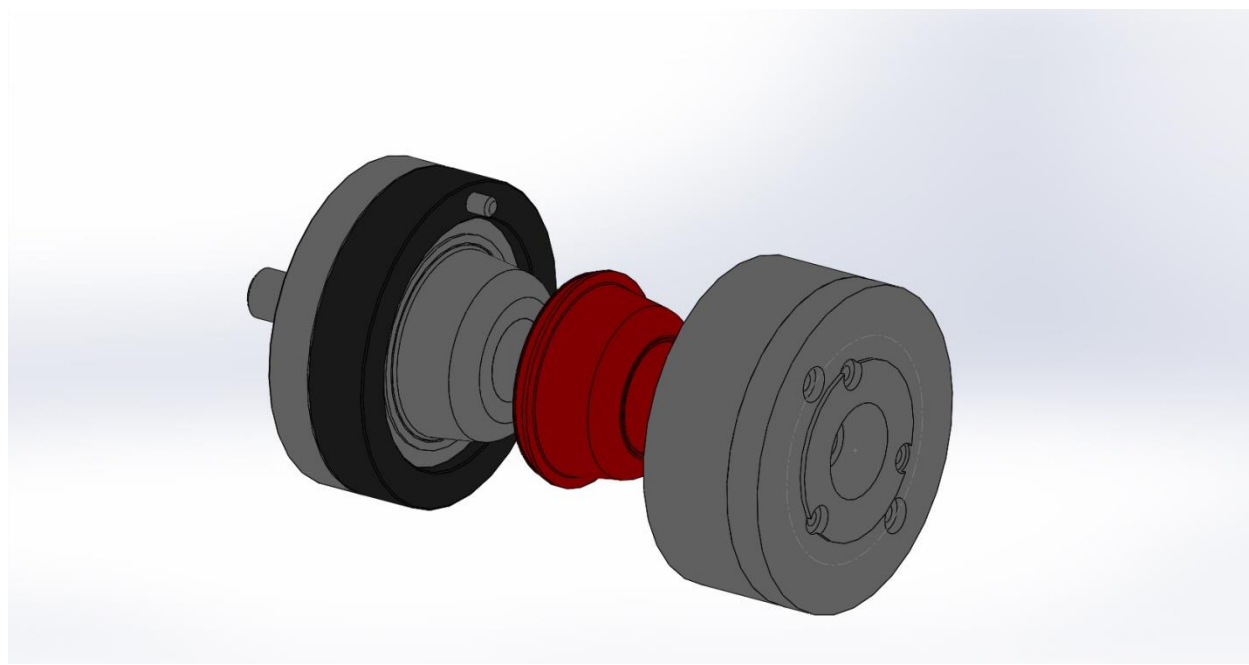
Делови алата који чине горњи (женски) део алата су:

- горња (женска) форма,
- дно посуде,
- основна плоча,
- усадна плоча женске форме.

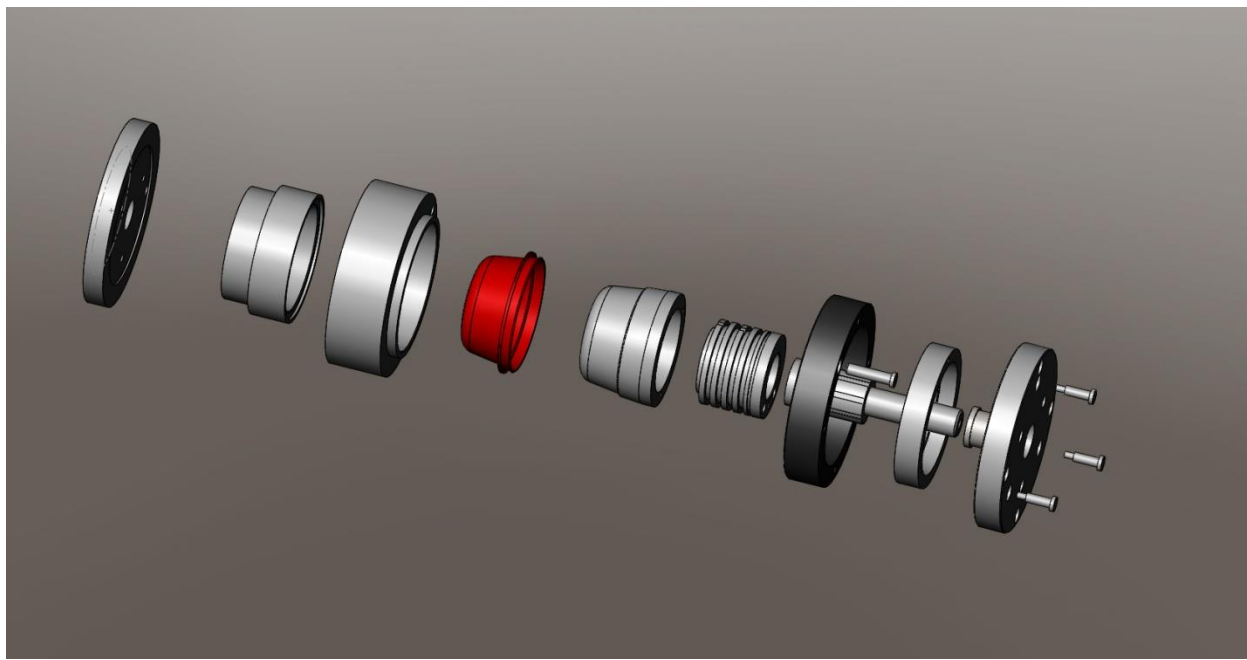
Склоп комплетног алата-



Слика 3.6: Слика комплетног алата са посудом (поглед 1)



Слика 3.6: Слика комплетног алата са посудом (поглед 2)

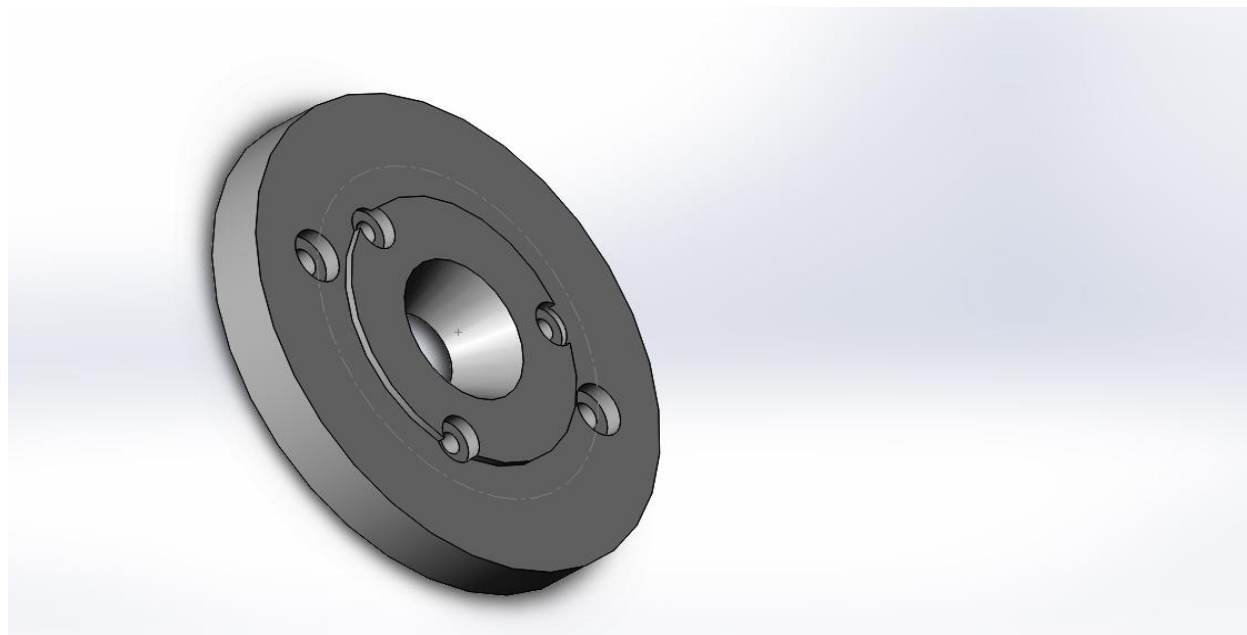


Слика 3.7: Расклопљени делови алата са посудом

4.0 Технологија израде

Технолошка документација за израду алата за бризгање „посуде“ од пластичних маса у фирми „BOMEX“ нема. Зато што се алат израђује конструктивним цртежима, који се касније прослеђују мајстору на машини. Који на основу искуства зна да одради задати део према задатој технологији израде.

Позиција (2) - основна плоча



Слика 4.1: Основна плоча

Основна плоча се израђује од алатног челика 42CrMo4 (Č4732). Ова плоча се израђује по следећим технолошким поступцима:

- 1 - На плочи цилиндричног облика врши се обрада на универзалном стругу на коначну меру $\varnothing 197$ мм.
- 2 - Глодањем се скида равни део плоче до пречника $\varnothing 110$.
- 3 - Плоча је висине 24,5 мм. На плочи се буше три отвора $\varnothing 13,5$ на дубини од 11,5 мм, остатак отвора на $\varnothing 8$ до краја плоче. Бушење ових рупа се ради на универзалној глодалици са мерним летвама.

4 - На тањем делу плоче се буше два отвора $\varnothing 16$ на дубини 12,5 мм, а остатак отвора на $\varnothing 11$ до краја плоче. Бушење ових рупа се ради на универзалној глодалици са мерним летвама.

5- Конусни отвор на средини плоче се ради на универзалном стругу. Горњи део отвора је пречника $D=58$ мм, а доњи део отвора пречника $D=33$ мм.

6 - Са доње стране плоче врши се упуштање 2 мм на пречнику $\varnothing 150$. Овај технолошки поступак се ради на универзалној глодалици са мерним летвама.

7 - Завршна обрада дела се ради на округлој и равној брусилицы.

Позиција (3) - дно посуде



Слика 4.2: Дно посуде

Дно посуде се израђује од алатног челика 90MnCrV8 (Ћ3840). Дно посуде се израђује по следећим технолошким поступцима:

1 - Спољашње мере дна посуде се добијају на универзалном стругу. Мере обраде на стругу су $\varnothing 73$ мм на висини 15,67 мм, а остатак на $\varnothing 77$ на висини 6 мм.

2 - Уливна дизна се ради на меру према цртежу.

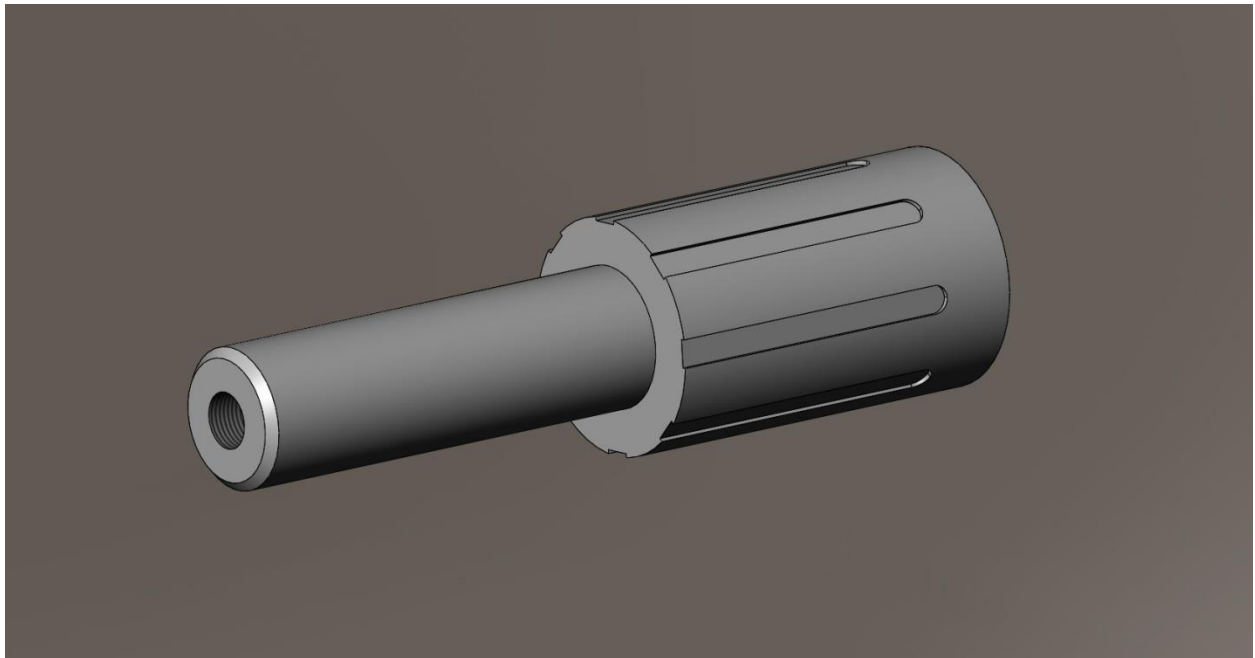
3 - Затим комад иде на каљење на температури 760-800°C време у пећи 20 минута (1 мм дебљине, 1 минут грејања).

4 - Затим део иде на термичку обраду отпуштањем (100-300°C).

5 - Обарање ивице се ради на универзалном стругу.

6 - Завршна обрада се ради на равној и округлој брусилицы у одређеној толеранцији.

Позиција (4) - избацивач



Слика 4.3: Избацивач

Избацивач се ради од челика 90MnCrV8 (Č3840).

Технолошки поступци су:

1 - Стругарски се ради на Ø50 мм до висине 83,5 мм, и на осталом делу Ø30 на висини 99 мм.

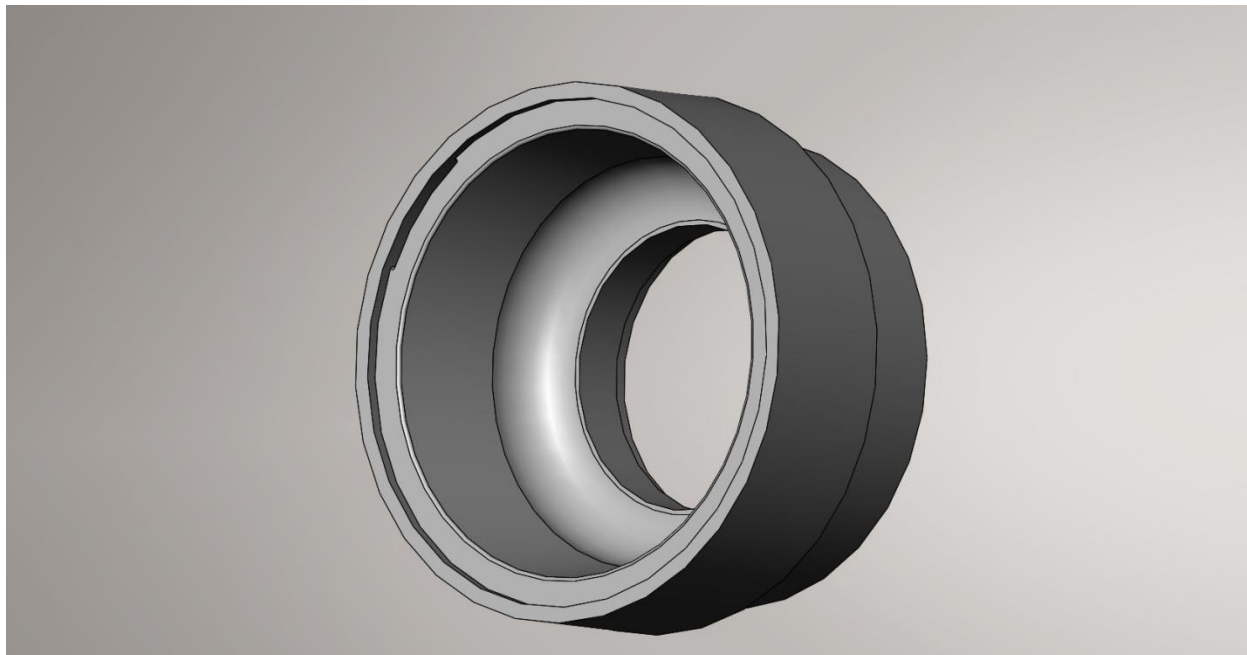
2 - Израда навоја се ради бушењем на стругу Ø12 на дубини 23,5 мм и навој се ради машинском урезницом M14 на дубини 20 мм.

3 - После израде комада на стругу са додацима за брушење комад иде на термичку обраду, каљење на температури 760-800°C време у пећи 60 минута (1мм дебљине, 1 минут грејања). Након тога термичка обрада отпуштањем (100-300°C).

4 - Завршна обрада избацивача се ради округлим брушењем у одговарајућој толеранцији.

5 - Ради обезбеђења дуготрајнијег рада по обиму избацивача ради се смањење клизајуће површине израдом подужних плитких канала брушењем на оштрилици.

Позиција (5) - горња (женска) форма



Слика 4.4: Горња (женска) форма

Горња (женска) форма се израђује од алатног челика 90MnCrV8(Ћ3840) - мерило (избор овог материјала опредељује стабилност овог челика приликом термичке обраде, врло мало мења меру и постојан је у експлоатацији алата).

Технолошки поступак горње (женске) форме:

1 - Комплетна израда овог деларади се на универзалном стругу.

Спољашњи пречник женске форме је $\varnothing 138$ мм на висини 40 мм и $\varnothing 120$ на преосталу висину горње (женска) форме 31,5 мм.

2 - Након стругања потребно је одрадiti бушење на универзалној глодалици отвор $\varnothing 6,5$ на дубини 18 мм и урезивање навоја М8 на дубини 16 мм (машинска-урезница).

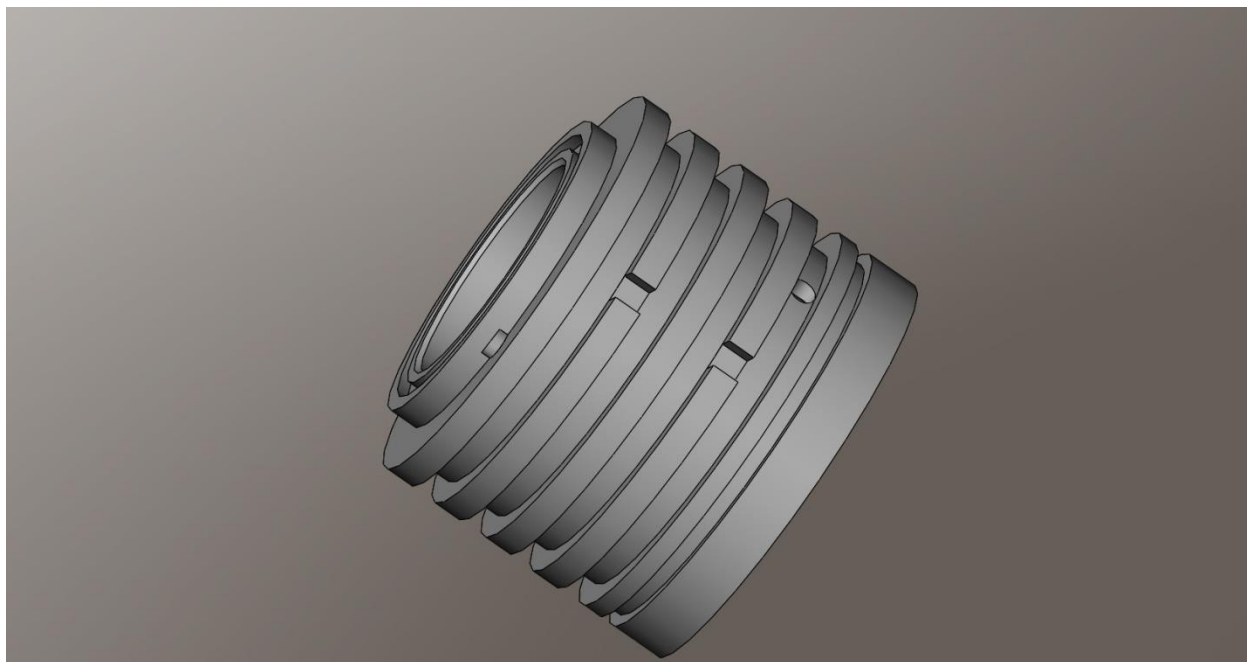
3 - Комад иде на термичку обраду, каљење на температури 760-800°C време у пећи 30 минута (1мм дебљине, 1 минут грејања). Хлађење комада се врши уљу.

4 - Након тога се врши термичка обрада отпуштање (100-300°C).

5 - Сигурносни језичак (30x5x1.2) ради се електроерозивном обрадом, претходно припремљеном бакарном електродом.

6 - Коначне мере комада се добијају равним и округлим брушењем, а гравура се полира. Унутрашњи радијус гравуре је R15.

Позиција (6) - расхладно језгро



Слика 4.5: Расхладно језгро

Расхладно језгро се израђује од тврде пластике (полиамид). Технолошки поступак расхладног језгра:

1 - Коначне мере расхладног језгра добијају се на универзалном стругу (са додацима за обраду). Мере су $\varnothing 90$ мм, а висина језгра 72,5 мм.

2 - Бушење централног отвора пречника $\varnothing 50$ мм се ради на универзалној глодалици са мерним летвама.

3 - Преспајање канала врши се на глодалици на пречнику $\varnothing 79$ мм, а ширина канала је 6 мм. Обрада почиње од врха језгра до висине 54 мм.

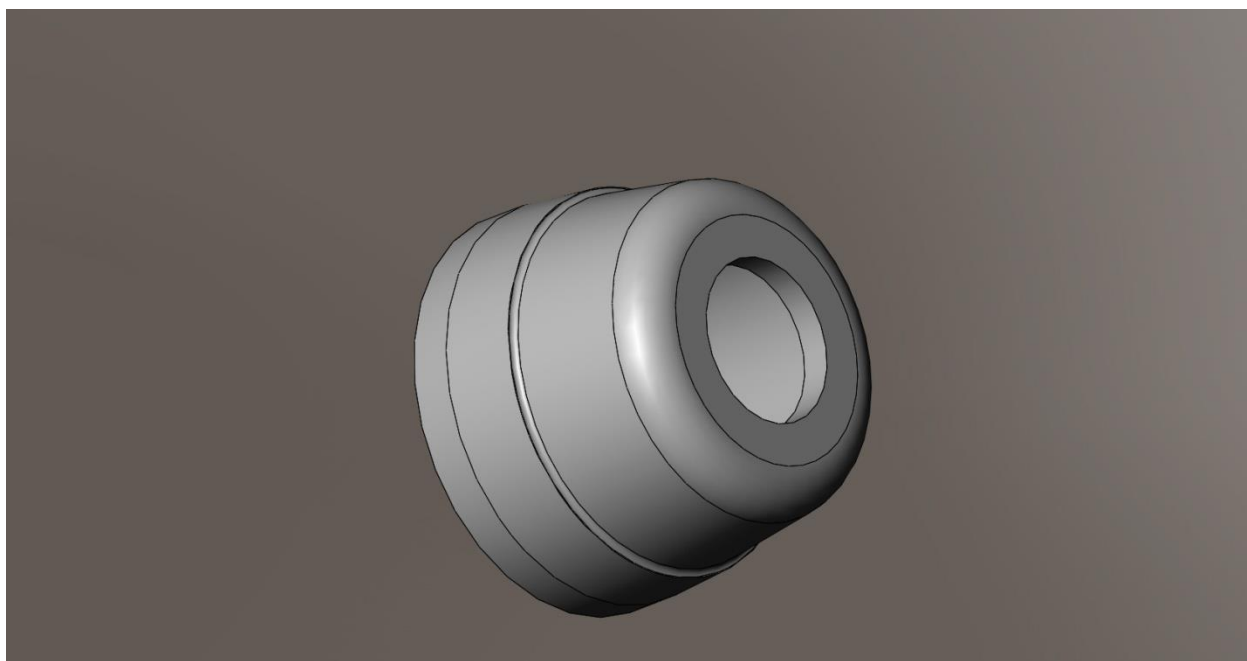
4 - Бушење отвора на пречнику $\varnothing 68$ мм ради се на универзалној глодалици. Прво иде упуштање отвора $\varnothing 12$ на дубини од 2,5 мм, а онда иде бушење до краја језгра, а пречник отвора је $\varnothing 6$ мм.

5 - На другом и четвртом ребру језгра се врши усецање ребра до пречника $\varnothing 79$ мм. Урезивање ребара је одрађено на универзалној глодалици са мерним летвама.

6 - Бушење отвора на пречнику $\varnothing 68$ мм ради се на универзалној глодалици. Прво иде упуштање отвора $\varnothing 12$ мм на дубини од 2,5 мм, а онда иде бушење рупе $\varnothing 6$ мм до дубине 22 мм.

7 - Урезивање канала на пречнику $\varnothing 60$ мм и ширине 3,4 мм и дубине 2,5 мм ради се на универзалној глодалици са мерним летвама.

Позиција (7) - доња (мушка) форма



Слика 4.6: Доња (мушка) форма

Доња (мушка) форма се израђује од алатног челика 90MnCrV8 (Ћ3840) - мерило (избор овог материјала опредељује стабилност овог челика приликом термичке обраде, врло мало мења меру и постојан је у експлоатацији алата.

Технолошки поступак:

1 - Комплетна израда овог дела ради се на универзалном стругу, са додацима за брушење.

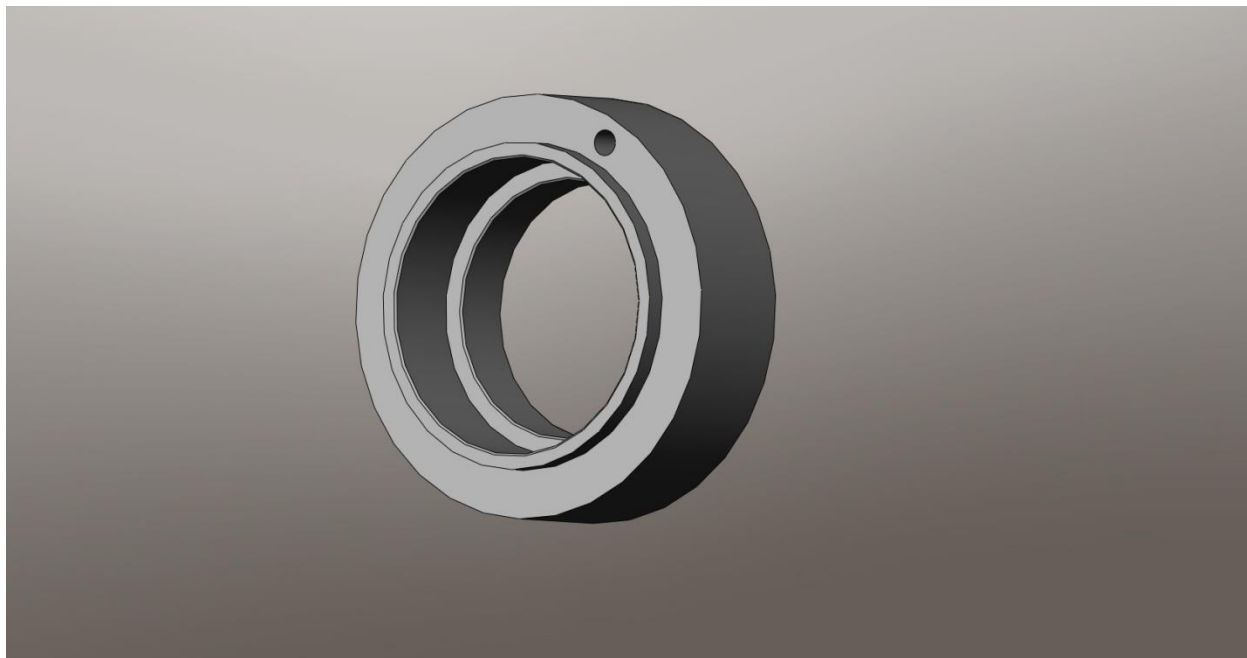
2 - Након стругања потребно је одрадiti бушење 3 отвора пречника $\varnothing 6,5$ мм (глодалица) и урезивање навоја (машинска-урезница) М8.

3 - Комад иде на термичку обраду, каљење на температури 760-800° C време у пећи 30 минута (1мм дебљине, 1 минут грејања). Хлађење комада се врши у уљу.

4 - Након тога термичка обрада отпуштање (100-300° C).

5 - Коначне мере комада се добијају равним и округлим брушењем, а гравура се полира.

Позиција (8) - усадна плоча горње (женске) форме



Слика 4.7: Усадна плоча горње (женске) форме

Усадна плоча горње (женске) форме се израђује од челика 42CrMo4 (Č4732).

Технолошки поступак:

1 - Израђује се на универзалном стругу, са додацима за равно брушење.

Спољашњи пречник плоче Ø197 мм, а висина 71,5 мм.

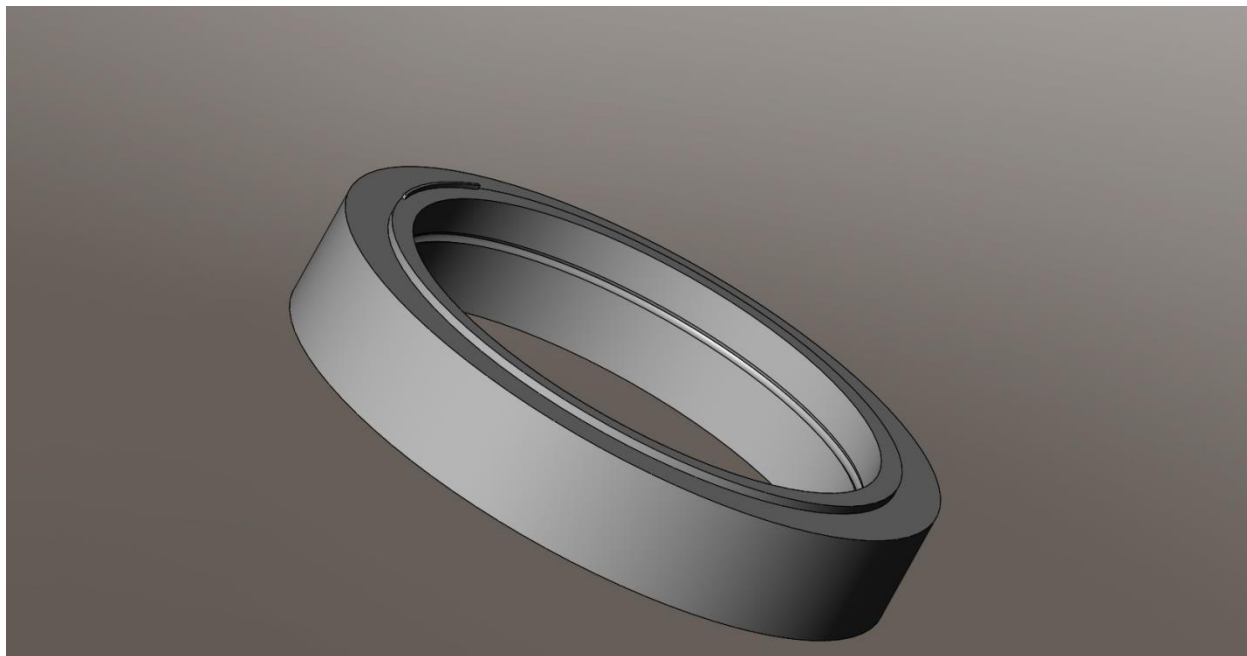
Врши се уразивање на дубину 10 мм до пречник Ø152 мм.

2 - Рупе у центру плоче су димензија Ø138 мм, а висина 40,5 мм, и Ø120 мм до краја плоче.

3 - Бушење се ради на глодалици са мерним летвама Ø8 мм (подеони круг Ø137 мм), а навој машинском урезницом М10.

4 - Коначне мере дела се добијају равним брушењем због паралелности.

Позиција (9) - скидна плоча (формирач)



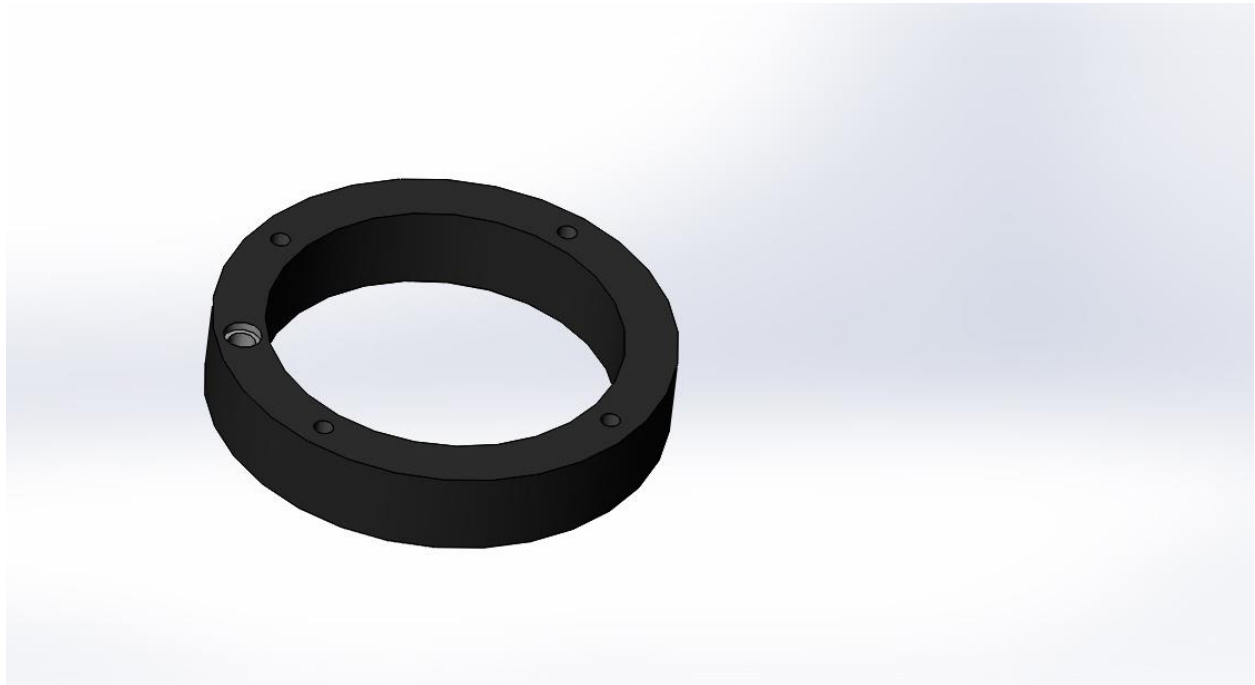
Слика 4.8: Скидна плоча (формирач)

У овом елементу алата се лије обод. Пошто је овај елемент у функцији добијања гравуре. Такође се ради од алатног челика 90MnCrV8 (Č3840) - мерило. Технолошки поступак скидне плоче:

- 1 - Конфигурација ових зубића за сигурносни језичак ради се равним брушењем, а урезивање канала 1x0.2 мм ради се на универзалној оштрилици рапидном плочицом (после каљења).
- 2 - Комплетна израда овог дела ради се на универзалном стругу (са додацима за брушење). Спољашњи пречник формирача је Ø150 мм, а висина 29,2 мм.
- 3 - На горњем делу скидне плоче се скида 3 мм плоче на пречник Ø129,16 мм, а 1 мм на пречник Ø127,56 мм.
- 4 - Након стругања потребно је одрадiti бушење 3 отвора на универзалној глодалици Ø6,5 мм и урезивање навоја М8 (машинска-урезница).
- 5 - Комад иде на термичку обраду, каљење на температури 760-800° време у пећи 20 минута (1мм дебљине 1 минут грејања).Хлађење комада се врши у уљу.
- 6 - Након тога термичка обрада отпуштање (100-300°C).

7 - Коначне мере комада се добијају равним и округлим брушењем, а гравура се полира. Овај елемент обезбеђује делимично (први степен) скидање комада са мушке форме.

Позиција (10) - центрирни прстен



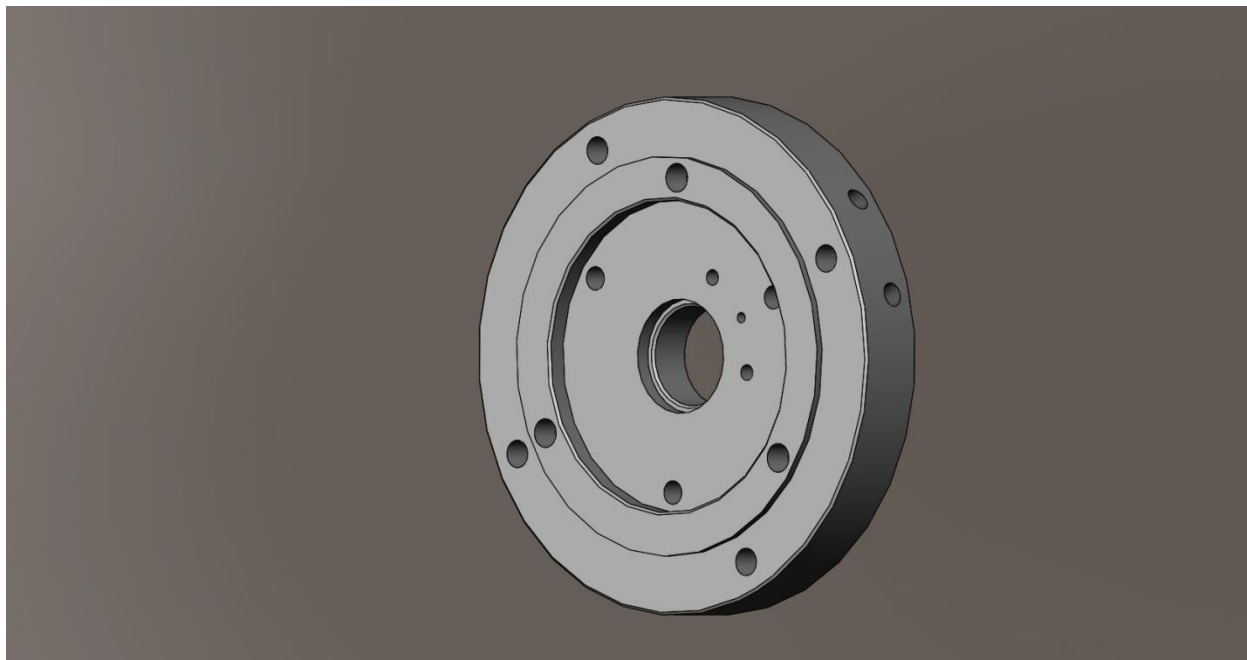
Слика 4.9: Центрирни прстен

Центрирни прстен се израђује од ливеног гвожђа - ГУС.

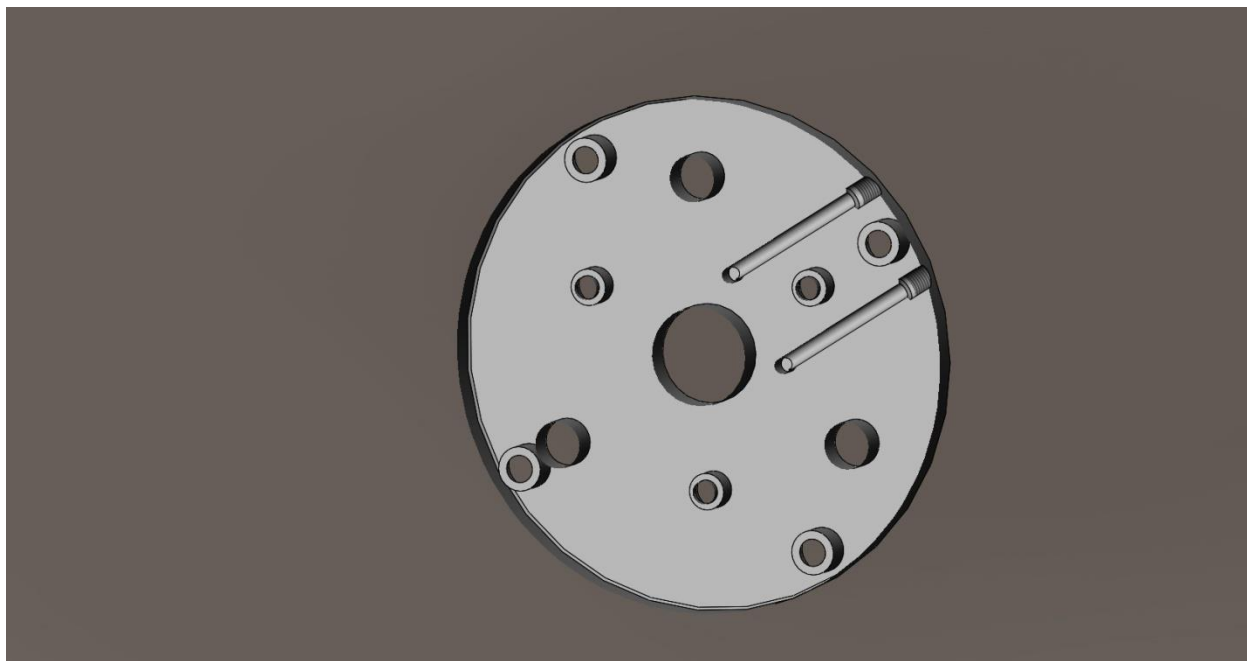
Технолошки поступак:

- 1 - Спољашњи пречник овог прстена је $\varnothing 197$ мм, а висина 37,9 мм. Алат је универзални струг.
- 2 - Четири мале рупе се буше на глодалици са мерним летвама $\varnothing 8$ мм, а израда навоја се ради машинском урезницом М10.
- 3 - Обарање ивица се ради на стругу.
- 4 - Завршна обрада се ради брушењем на равној и округлој брусилци.

Позиција (11) - усадна плоча доње (мушке) форме



Слика 4.10: Усадна плоча доње (мушке) форме



Слика 4.11: Пресек усадне плоче мушке форме

Усадна плоча доње (мушке) форме ради се од челика за побољшање 42CrMo4 (Č4732).

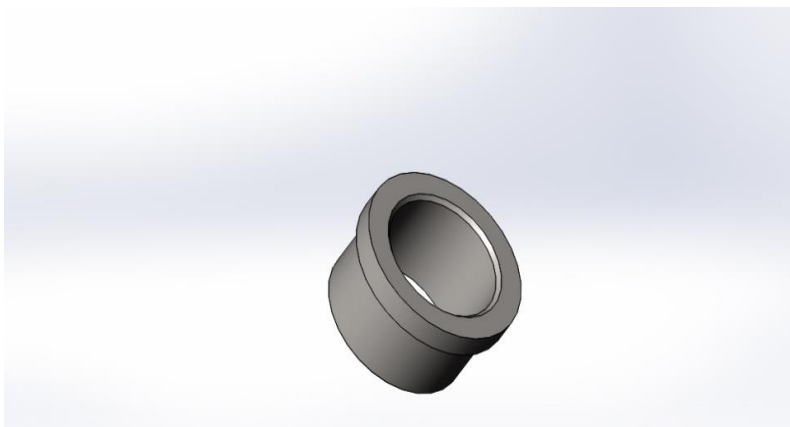
Технолошки поступак усадне плоче мушке форме:

1 - Обраде на универзалном стругу које се раде на овом делу су $\varnothing 197$ мм, на висини 32 мм, затим се усеца на пречник $\varnothing 152$ мм дубина 2,9 мм.

2 - Мера $\varnothing 119$ Н7 се буши на дубини 8мм, ради се у толеранцији, као и мера $\varnothing 38$ Н7 на дубини 18 мм. Сва остала бушења отвора за везивање завртњевима раде се на глодалици са мерним летвама, као и бушење отвора за хлађење.

3 - Након тога следи равно брушење.

Позиција (13) - водећа чаура



Слика 4.12: водећа чаура

Водећа чаура се ради од алатног челика 90MnCrV8(Č3840).

Технолошки поступак водеће чауре:

1 - Спољашњи пречник чауре је $\varnothing 38$ мм, на висини 18 мм, а остали део чауре на пречнику $\varnothing 43$ мм, на висини 6 мм.

2 - Део иде на термичку обраду каљења на температури 760-800°C.

3 - Након тога термичка обрада отпуштање (100-300°C)

4 - Обарање ивице се ради на стругу.

5 - Коначне мере дела се добијају равним и округлим брушењем до одређене толеранције.

5.0 Закључак

Инјекционо пресовање је данас један од најчешће употребљиваних поступака прераде полимерних материјала. Основне предности овог поступка су уштеда материјала, мање време израде и мање потребан простор за одвијање процеса производње. Најбитнији део процеса инјекционог пресовања је алат и његова конструкција знатно утиче на квалитет делова добијених овим поступком обраде полимерних материјала.

Развој нових техника и технологија утицали су на унапређење индустријске производње. Коришћењем одређених софтверских пакета данас се врло брзо и лако може испројектовати алат. Модеран приступ пројектовању алата доноси многе повољности у самој производњи. Утицај модерног пројектовања се јасно види и у пројектовању алата за инјекционо бризгање. Постоје разни типови софтвера који у себи садрже посебне модуле за конструкцију алата за инјекционо бризгање пластике. Они у себи садрже велики број стандардних елемената алата познатих светских произвођача.

Постојање стандардних елемената за израду алата за инјекционо бризгање полимерних материјала, омогућава конструкторима брже и ефектније решавање постављеног пројектног задатка. Сва техничка документација неопходна за производњу и одржавање алата чува се у електронском облику.

У конкретном примеру моделирања алата за инјекционо бризгање посуде, употреба стандардних елемената није имала толику примену. Разлог за то је цена и време.

Процес пројектовања алата за инјекционо бризгање полимерних материјала је остварио велики напредак у протеклом периоду, а због жеље да се опстане на тржишту и оствари већи профит овај процес ће се и даље развијати великом брзином.

6. Литература

- (1) Богдан Недић, Владислав Ђукић - Пластичне масе - скрипта, Факултет инжењерских наука, Крагујевац 2004.
- (2) Богдан Недић - Технологије прераде пластичних маса, Факултет инжењерских наука, Крагујевац 2004.
- (3) Мирослав Нађ, Бруно Ребец - Полимерни материјали - Научна књига, Загреб 1978.
- (4) Недић Б., Лазић М. - Производне технологије (Обрада метала резањем), скрипта - Машински факултет, Крагујевац, 2007.