

Садржај:

1. УВОД	3
2. ИНЈЕКЦИОНО БРИЗГАЊЕ ПЛАСТОМЕРА	4
2.1. Историјски развој	4
2.2. Основе инјекционог бризгања пластомера	4
2.3. Систем за инјекционо бризгање пластомера	5
3. ЕЛЕМЕНТИ КАЛУПА ЗА ИНЈЕКЦИОНО БРИЗГАЊЕ ПЛАСТОМЕРА.....	7
3.1. Кућиште.....	7
3.2. Калупна шупљина	8
3.3. Уливни систем	10
3.3.1. Елементи уливног система	10
3.3.1.1. Доводни канал.....	10
3.3.1.2. Разводни канали.....	11
3.3.1.3. Улазни канал	13
3.3.2. Врсте уливних система	13
3.3.2.1. Купасти централни уливак	13
3.3.2.2. Бочни уливак.....	14
3.3.2.3. Тачкасти уливак.....	15
3.3.2.4. Филм уливни систем	15
3.3.2.5. Лепезасти уливак	16
3.3.2.6. Диск уливак.....	17
3.3.2.7. Уливак са петљом.....	17
3.3.2.8. Тунелни уливак.....	18
3.3.3. Грејани уливни систем.....	19
3.3.4. Извлакач уливног система	20
3.4. Систем за вођење алата.....	21
3.4.1. Калупи са паралелним вођицама	22
3.4.2. Калупи са косим вођицама	23
3.4.3. Калупи са конусним вођицама	25
3.4.4. Прстен за центрирање	26
3.5. Систем за избацивање	26
3.5.1. Избацивање избацивачким иглама	26
3.5.1.1. Равне избацивачке игле.....	27
3.5.1.2. Игле са стањеним врхом	27
3.5.1.3. Игле са равном страницом или “D” - игле	28
3.5.2. Цевни избацивачи.....	28
3.5.3. Прстенасти избацивачи.....	29
3.5.4. Ваздушно избацивање.....	30

3.6. Елементи за темпирање калупа	30
4. КОНСТРУКЦИЈА МОДЕЛА АЛАТА ЗА ИНЈЕКЦИОНО БРИЗГАЊЕ ПЛАСТОМЕРА У СОФТВЕРУ CATIA V5 R17.....	32
4.1. Кућиште алата.....	34
4.2. Калупна шупљина	36
4.3. Уливни систем	37
4.4. Систем за вођење алата.....	38
4.5. Систем за избацивање	42
4.6. Систем за хлађење плоча	43
5. ЗАКЉУЧАК	49
ЛИТЕРАТУРА	50

1. УВОД

Технолошка револуција хемијске индустрије крајем 20-ог века, посебно у области полимерних материјала, знатно је утицала на развој нових производа и масовну производњу најразличитијих материјала различитих карактеристика. Због тако интензивног развоја полимерних материјала јавила се потреба за унапређењем технологија њихове прераде. Све бројнији полимерни материјали омогућавају употребу делова од платике у многим областима као што су: електроника, аутомобилска индустрија, прехранбена индустрија, производња амбалаже, грађевинарству, медицини, индустрији намештаја итд.

Према механичком, техничком и хемијском понашању полимерни материјали могу се поделити на:

- Пластомере (термопласти)
- Дуромере (дуропласти)
- Еластомере. [1]

У групу технологија које се користе за прераду полимерних материјала спада и инјекционо бризгање. Овом технологијом се прерађују само пластомери (термопласти). Основна карактеристика термопласта је да се под утицајем високих температура топе, образују растоп, који се приликом убризгавања у калупну шупљину хлади, односно очвршћава и поприма њен унутрашњи облик. Друга веома важна карактеристика термопласта је и могућност рециклаже чиме се знатно утиче на очување животне средине.

Систем за инјекционо бризгање пластомера се састоји из бризгалице, алата односно калупа у који се убризгава растопљени пластомер и допунске опреме. Да би се добио жељени квалитет производа и да би се смањила брзина израде неопходно је конструисати алат који може да одговори постављеним захтевима.

У првом делу мастер раду дате су основе инјекционог бризгања.

У другом делу рада приказани су основни елементи алата (калупа) за бризгање као и смернице и препоруке за конструкцију калупа.

У трећем делу рада приказан је модел алата за бризгање пластике на примеру утикача сијалице на аутомобилу. Модел је креиран у софтверу CATIA V5 R17.

На крају рада дат је закључак и преглед коришћене литературе.

2. ИНЈЕКЦИОНО БРИЗГАЊЕ ПЛАСТОМЕРА

2.1. Историјски развој

J.C. Smith и J.A. Locke 1870. године развијају поступак “притисног ливења”, а браћа Hyatt 1878. године започињу производњу нитроцелулозних производа. Овај поступак се примењивао за облагање дрвених четкица за сапуњање нитроцелулозом.[3] Због високе запаљивости нитроцелулозе уводи се незапаљиви целулозни ацетат чију је предност увидео Немац Eichgrun који патентира прву убризгавалицу за прераду пластомера на основу принципа ливења метала под притиском из 1943. године.

На основу Eichgrun-овог патента 1920. Немац Buchholz у Берлину започиње производњу клипних убризгавалица. Принцип ових убризгавалица је у томе што се растопљени гранулат, настао загревањем целулозног ацетата, под високим притиском убризгава кроз уливне канале у калупну шупљину.

1926. године фирма Eckert - Ziegler започиње серијску производњу клипних убризгавалица. Принцип рада клипних убризгавалица се одржао и данас.

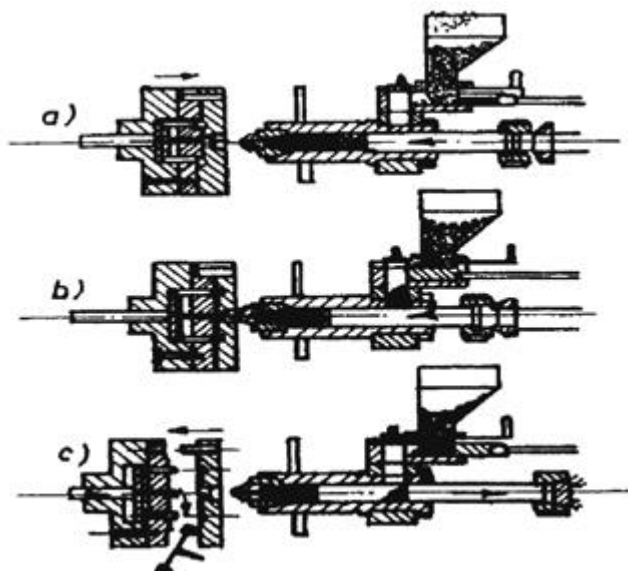
1938. године настаје убризгавалица са пужним вијком коју је патентирао Француз R. Quiellery. Ова убризгавалица се користила за бризгање еластомера. 1943 Немац H. Beck патентира пужну убризгавалицу за убризгавање еластомера.

Битна промена у изради убризгавалица десила се 1956. године када немачка фирма Ankerwek успева произвести прву убризгавалицу са једним пужним клипом која се и данас користи. Касније се појављује још неколико врста убризгавалица као што је убризгавалица са телескопском комором за топлeње коју је патентирао Немац T. Engel 1968. године. У Шведској се развија убризгавање са високим притиском, а у Француској фирма КЕР развија принцип пластифицирања и убризгавања са ротирајућим клипом. Данас се користе убризгавалице које су веома сложене, као и остали елементи који се користе за бризгање пластомера.

2.2. Основе инјекционог бризгања пластомера

Инјекционо бризгање пластомера се може дефинистати као поступак прераде пластомера брзим убризгавањем пластомерног растопа у калупну шупљину. [3] Овим поступком прерађује се велики број полимерних материјала, а по количини прерађених пластомера налази се одмах иза екструдирања.

Процес инјекционог бризгања почиње тако што се сировина (гранулат) из уливног левка пластификује у грејном цилиндру убризгавалице, односно трансформише у растоп који се помоћу потисног елемента у виду клипа или пужног вијка потискује, убризгава у алат. Растоп, који испуњава шупљину алата, очвршћава и као готов део се избацује из алата. Шема инјекционог бризгања је приказана на слици 2.1.



Слика 2.1: Шема инјекционог бризгања пластомера [2]

Основне предности овог поступка прераде пластомера су:

- уштеда материјала и мање време израде,
- коначно обликован производ погодан за употребу и уградњу,
- тачност димензија и облика предмета,
- брза производња великих серија,
- производност,
- могућност дораде, обраде и оплемењивање површине,
- велике могућности коришћења материјала итд.

2.3. Систем за инјекционо бризгање пластомера

Систем за бризгање пластомера се састоји из убризгавалице, калупа (алата) и допунске опреме. Машине за бризгање раде периодично, процес није континуалан као код екструдирања пластике.

Убризгавалица представља елемент система за убризгавње у којем се припрема растоп полимерног материјала. Убризгавалица се састоји из четири јединице:

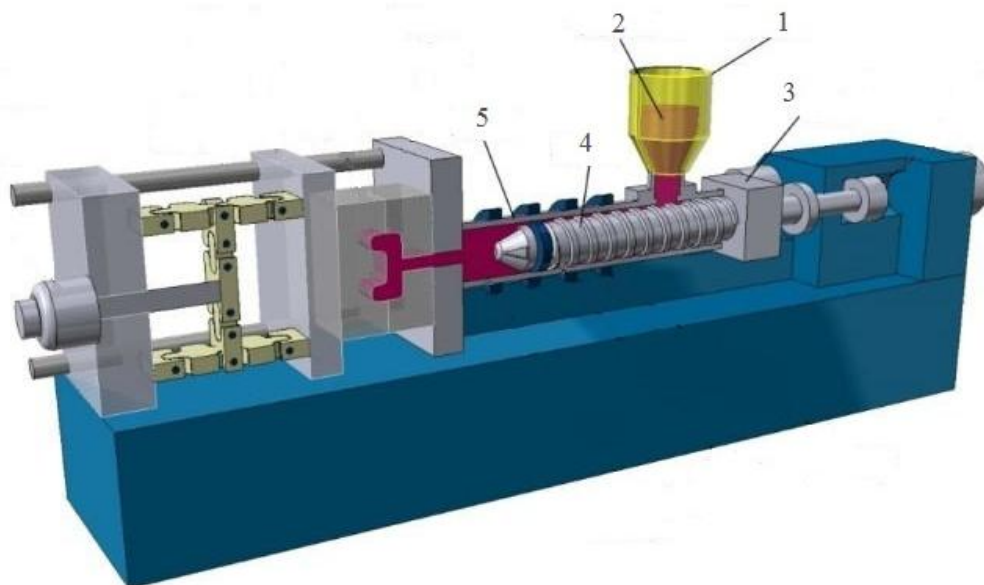
- јединица за затварање калупа,
- јединица за убризгавање,
- погонска јединица и
- управљачка јединица.

Основни типови убризгавалица су:

- клипна убризгавалица,
- клипна убризгавалица са предпластификацијом,
- пужна убризгавалица,
- телескопска убризгавалица,
- високо притисно пластифицирање компресијом изнад 5000 бара (поступак ИКВ)

- пластифицирање цилиндричним, а убризгавање ротирајућим пужним клипом (поступак КАП)

На слици 2.2 је приказана пужна убризгавалица која поред клипне има најширу примену.



Слика 2.2: Пужна убризгавалица: 1- левак, 2 - гранулат, 3 - управљачка јединица, 4 - пуж, 5 - кућиште

Допунска опрема има задатак да побољша одвијање производног процеса. У допунску опрему спада:

- хваталке за вађење отпресака из калупа,
- опрема за сушење гранулата,
- опрема за регенерацију пластичног отпада,
- опрема за достављање гранулата итд.

Елементи калупа као и смернице за њихову конструкцију биће приказани у тачки 3.

3. ЕЛЕМЕНТИ КАЛУПА ЗА ИНЈЕКЦИОНО БРИЗГАЊЕ ПЛАСТОМЕРА

Калуп представља основни део система за инјекционо бризгање пластомера. Конструкција калупа знатно утиче на квалитет производа као и на аутоматизацију производње. Основни задаци калупа за инјекционо бризгање су: прихватање растопа пластомера у калупну шупљину и његово хлађење, потискивање отпреска из калупне шупљине и циклусни рад система за инјекционо бризгање.

Какав ће бити калуп зависи од капацитета бризгалице (капацитет утиче на број калупних шупљина), облика отпреска и врсте пластомера. У току процеса бризгања у калупу се јављају одређена механичка оптерећења, због високог притиска, па је неопходно при конструкцији калупа изабрати материјал (челик) одређених механичких и хемијских карактеристика. На облик отпреска знатно утиче и прецизност односно квалитет обраде елемената калупа.

Да би се скратило време процеса бризгања неопходно је конструисати калуп са високим степеном аутоматизације. Накнадне операције механичке обраде треба избегавати јер оне утичу на додатно повећање трошкова. Међутим, у случају малих серија нема економског оправдања за израду аутоматизованих калупа па је неопходно пре почетка конструисања калупа извршити одређене анализе како би се добило одређено конструктивно решење.

Основни елементи калупа за инјекционо бризгање су: [3]

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

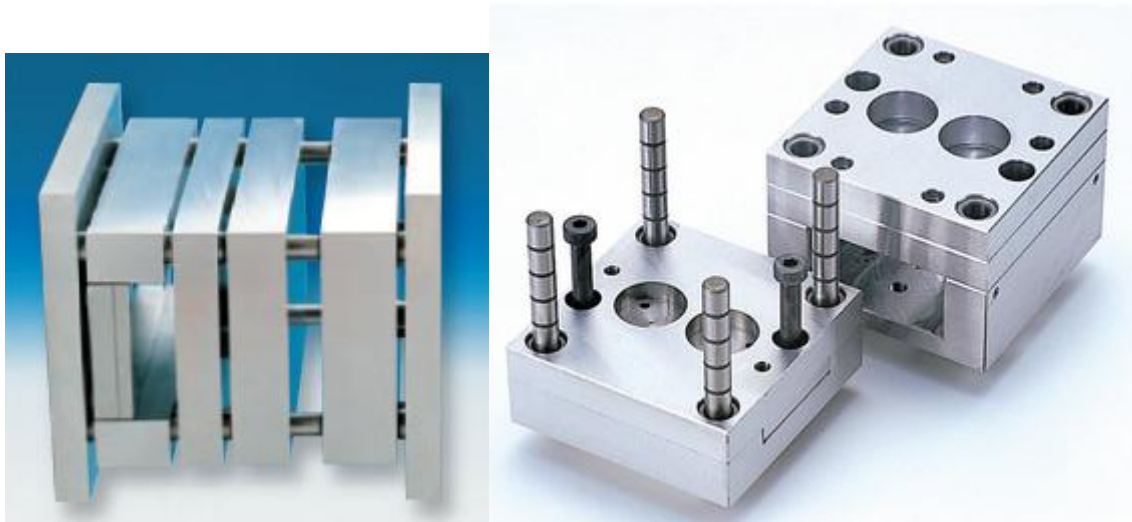
У посебним конструкцијама калупа, поред ових елемената калуп може имати и неке друге елементе.

3.1. Кућиште

Кућиште калупа за бризгање пластомера састоји 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 наручују од стандардних произвођача, а могу се изградити 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 3.1 је приказано стандардно кућиште.



Слика 3.1: *Стандардно кућиште калупа*

3.2. 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:

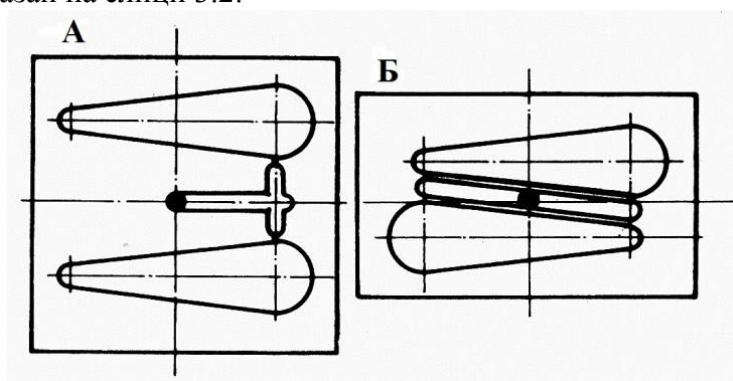
- смањење трошкова производње,
- краће време производње,
- већа производња.

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 до калупне шупљине,
- симетричност затварања калупа које се постиже правилним распоредом калупних шупљина.

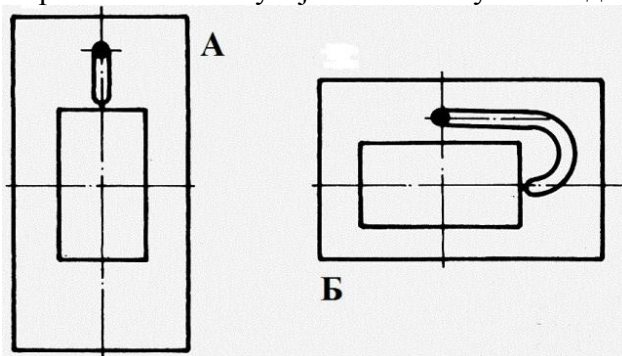
Утицај распореда калупних шупљина на величину калупа и балансирање притиска је приказан на слици 3.2:



Слика 3.2: *А - неповољан распоред, Б - повољан распоред* [3]

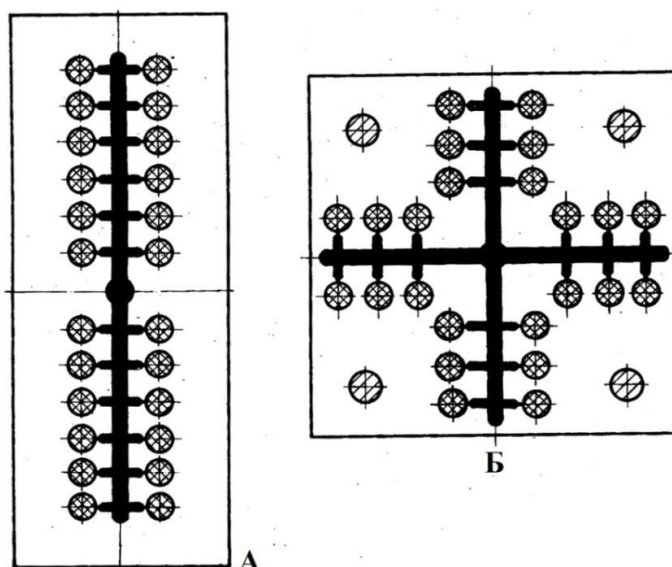
Случај А је неповољан јер је максимално пројектована површина постављена једна уз другу. Случај Б је повољан јер је притисак балансиран, а калуп знатно мањи.

На слици 3.3 је приказан исти случај само са калупом са две шупљине.



Слика 3.3: *А - повољан распоред, Б - неповољан распоред* [3]

На слици 3.4 је приказан неповољан и повољан размештај шупљина калупа и дужина разводних канала.



Слика 3.4: *А - неповољан распоред, Б - повољан распоред* [3]

Размештај шупљина 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 пластомер. На величину степена скупљања утичу: температура растопа, врста пластомера, режим бризгања, облик и димензија производа итд.

3.3. Уливни систем

3.3.1. Елементи уливног система

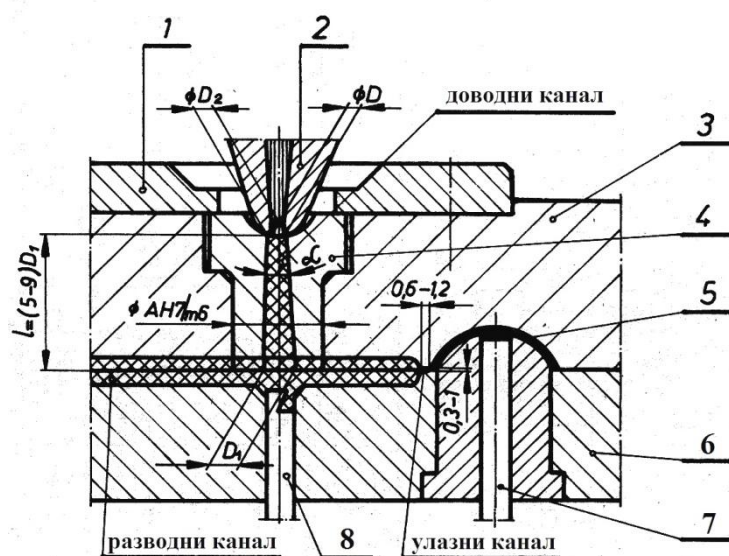
Уливни систем представља један или више канала повезаних у једну целину који имају функцију да што лакше, брже и без турбуленција спроведу растоп пластомера у калупну шупљину. Правилна изведба и избор уливног система утиче на функционалност калупа, квалитет отпреска и циклус инјекционог бризгања.

Уливни систем се састоји од:

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

3.3.1.1. Доводни канал

Доводни канал се обично израђује у уливној чаури која се уграђује у десну - непокретну половину калупа, као што је приказано на слици 3.5. Код мањих калупа доводни канал се може извести и директно у непокретној плочи али то није препоручљиво због одржавања димензија у експлоатацији.



Слика 3.5: Елементи уливног система: 1- плоча за центрирање калупа, 2 - млазница убризгавалице, 3 - непокретна плоча, 4 - уливна чаура, 5 - отпресак, 6 - покретна плоча, 7 - избацивач, 8 - извлакач [3]

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 mm у односу на млазницу убризгавалице.

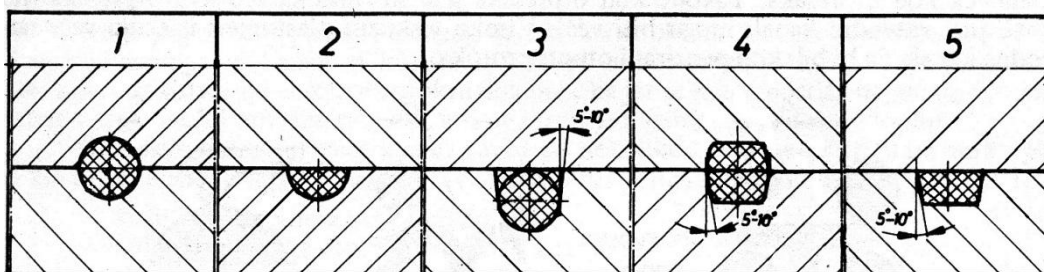
Након хлађења растопа пластомера у доводном каналу се формира уливак који се одстрањује. Због тога доводни канал мора бити коничан од 2° до 3° (у неким случајевима и 4°). Због положаја отпреска у калупу дужина доводног канала треба да износи више од 70 mm.

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

3.3.1.2. Разводни канали

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 отпресака.

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 3.6:



Слика 3.6: Профили разводних канала [3]

Најпогоднији су разводни канали округлог пресека (1) 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 (2) 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.

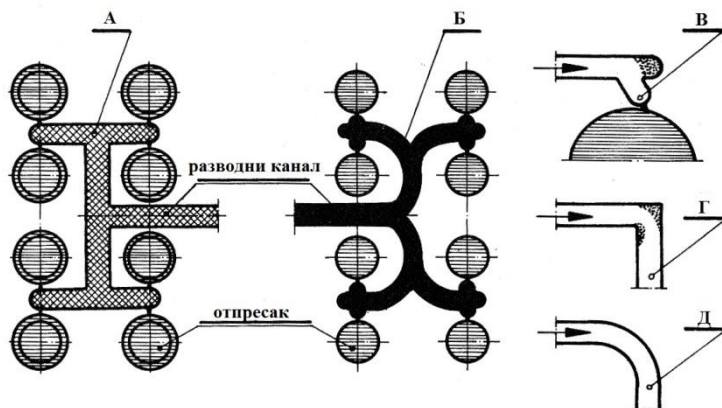
Честу примену у пракси има разводни канал трапезног облика (5) јер се лако израђује. Трапезни канал се исто као и полуокругли израђује у покретној страни калупа. Бочни зидови канала су нагнути под углом од 5° до 10° , а странице су заобљене

на дну. Трапезни канали се примењују за инјекционо бризгање полиетилена, полистирола, ацетатцелулозе и поликарбоната.

Профили разводних канала под бројем (3) и (4) представљају комбинацију округлих и трапезастих канала. Приближног су квалитета као округли и трапезасти канали и лако се израђују.

Пракса је показала да пун пречник разводних канала не сме бити мањи од три пута дебљине пресека отпреска и варира између 3 mm и 10 mm. 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 избацивању. 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 3.7 је приказан правилан и неправилан распоред разводних канала:



Слика 3.7: Приказ правилне и неправилне изведбе разводних канала [3]

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.

3.3.1.3. 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. Као што је приказано на слици 3.5 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,
- фактора течења пластомера,
- притисак и температура убризгавања,
- брзине убризгавања,
- масе отпресака.

Дужина улазног канала не сме износити више од 1,2 mm односно минимум 0,5 mm. 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.

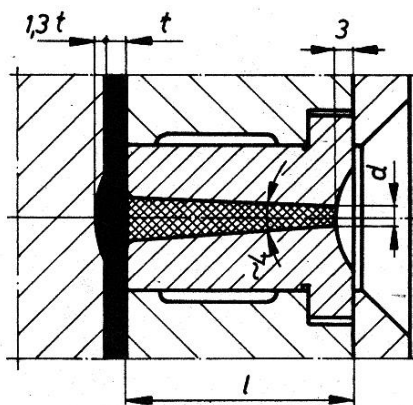
3.3.2. Врсте уливних система

Најчешће примењиване врсте уливних система су:

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.

3.3.2.1. Купасти централни уливак

Припада групи директних уливних система и код њега се растопљени пластомер убризгава директно из млазнице убризгавалице кроз купасти централни уливак у калупну шупљину. Након хлађења при отварању калупа из уливне чауре се заједно са отпреском вади уливак који се одстрањује накнадном обрадом. На слици 3.8 је приказан овај тип улива:



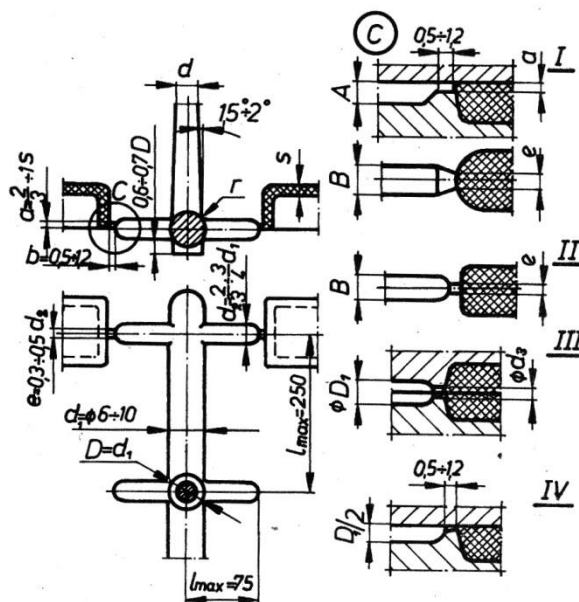
Слика 3.8: Купасти централни уливак [3]

Одређивања места уливка врши се према облику и димензијама отпреска али се увек препоручује у средини отпреска. За одређене пластомере се насупрот овог уливка израђује одређени радијус који смањује појаву улегнућа на том делу отпреска.

3.3.2.2. Бочни уливак

Ова врста уливка највише се користи код калупа са више шупљина јер се постиже највећи ефекат искоришћења убризгавалице.

Да би се остварили добри резултати, бочни уливни систем треба правилно позиционирати и извести. Посебну пажњу треба обратити при димензионисању доводног, разводног и уливног канала. На слици 3.9 је приказан пример односа димензија елемената бочног уливног система



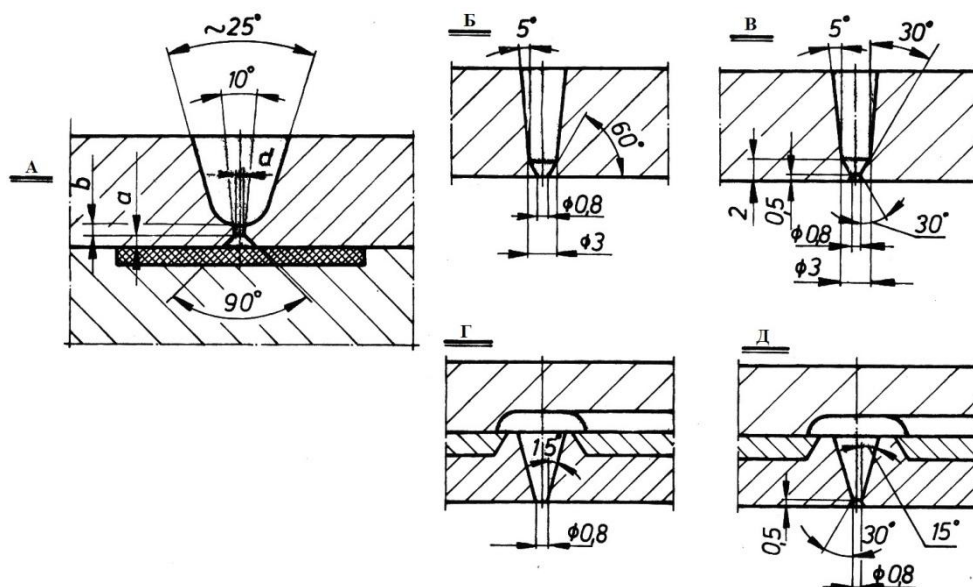
Слика 3.9: Бочни уливак [3]

Правоугаони облик (I и II) користи се за трапезни облик разводних канала док се полуокругли и округли облик (III и IV) користе за истоветне разводне канале.

3.3.2.3. Тачкасти уливак

Највећа примена тачкастих уливака је код калупа са више калупних шупљина. Погодан је и за израду отпресака са танким зидовима веће површине јер утиче на повећање брзине убризгавања и смањење накнадног притиска у калупу.

На слици 3.10 је приказано неколико типова тачкастог уливака:



Слика 3.10: Тачкасти уливак [3]

Код тачкастог уливака материјал се потискује кроз тачкасти улазни канал у калуп, при чему долази до трења између материјала и тачкастог улазног канала као и између честица пластомера па је потребна мања сила за потискивање растопљеног пластомера у односу на друге уливне системе.

Овај тип уливака није потребно одстранити јер на површини отпреска остаје само траг као тачка, који се може прикрити. Такође применом тачкастог уливака омогућава се равномерно хлађење отпресака без појаве унутрашњих напрезања. Применом овог уливака аутоматизује се процес инјекционог бризгања.

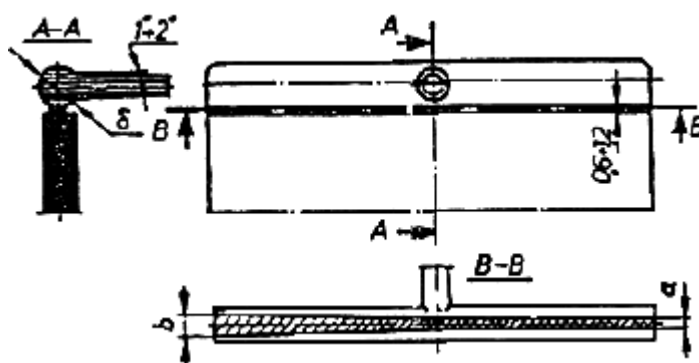
3.3.2.4. Филм уливни систем

Филм уливни систем се примењује када су повећани захтеви код обликовања отпреска као што су стабилност (унутрашњи напони и увијање приликом хлађења), естетика, облик и димензије, одржавање толеранција итд.

Са виском прецизношћу овом врстом уливака могу се убризгавати отпресци великих површина. Готов отпресак има потпуно глатку површину без видљивих линија течења (спајања). Такође филм уливни систем омогућава ослобађање заробљеног ваздуха који може да изазове доста проблема приликом убризгавања.

Димензионисање овог типа уливног система зависи од дебљине зида отпресака и њихових разлика у димензијама, од односа између пута течења и дебљине зида отпресака као и накнадног притиска (отпресци који захтевају високу прецизност).

На слици 3.11 приказана је једна од изведби филм уливног система.



Слика 3.11: Филм уливни систем [3]

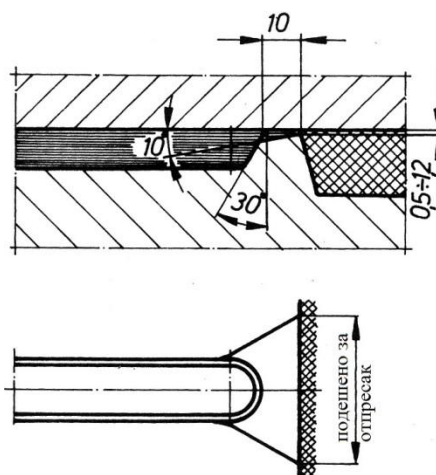
Да би се дошло до равномерног попуњавања калупа неопходно је да филм буде различите дебљине. Разлика у дебљини филма треба да износи од 25% до 50%. Филм улазни канал треба да буде што краћи као и разводни канал.

Филм уливни систем захтева накнадну обраду па је потребно при избору оваког типа уливног система наћи економску оправданост за његову примену.

3.3.2.5. Лепезасти уливак

Лепезасти уливак представља једну врсту допуне филм уливног система. Погодан је за убризгавање правоугаоних плjosнатих отпресака, велике запремине и дебелих зидова.

Лепезасти уливак се поставља централно или бочно у односу на отпресак. Ова врста уливка захтева накнадно одстрањивање уливка из отпреска. На слици 3.12 приказана је једна врста изведбе лепезастиг уливка.



Слика 3.12: Лепезасти уливак [3]

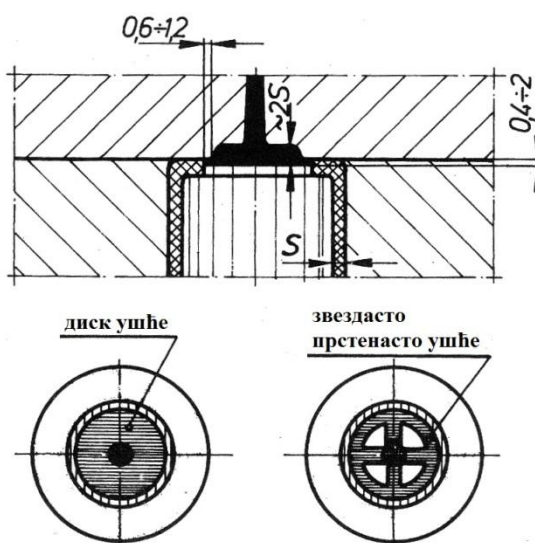
Лепезасти улазни канал може бити спојен са отпреском по целој његовој ширини или само делимично што зависи од врсте пластомера, дебљине зидова отпресака и облика отпресака.

3.3.2.6. Диск уливак

Диск уливак је конструисан тако да се довод растопљеног пластомера врши обично купастим централним уливком, а развод плочастим каналом. Завршни део диск уливака је диск улазни канала.

Диск уливак се примењује када је отпресак симетричан у односу на доводни канал због равномерног попуњавања калупних шупљина, или код неких великих форми калупних шупљина код којих директно убризгавање није прихватљиво.

Препоруке димензија и типови диск уливака су приказани на слици 3.13.

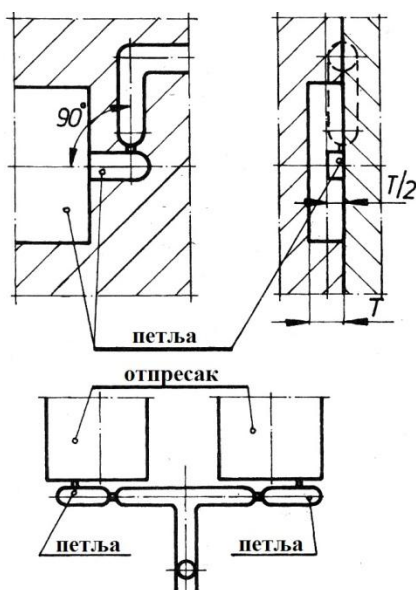


Слика 3.13: Диск уливак [3]

На слици је приказано и звездасто прстенасто ушће које се најчешће примењује код цевастих уливака, јер се овом врстом уливака остварују најбољи резултати код отпресака са високим и дебелим зидовима. У звездасто прстенасти уливак, директно из доливног канала, долази растопљени материјал и одатле равномерно попуњава калупну шупљину. Да би се постигло равномерно попуњавање калупне шупљине дебелина прстенастог улазног канала треба да буде уједначена.

3.3.2.7. Уливак са петљом

Применом уливака са петљом смањује се притисак у калупној шупљини и већа је оптичка јасноћа отпреска. Из доливног канала кроз пригушени уливак у простор петље долази растоп пластомера и улази у калупну шупљину. Због трења растопљеног пластомера који пролази кроз пригушени уливни канал долази до повећања температуре која позитивно утиче на квалитет отпреска. На слици 3.14 је приказан уливак са петљом:

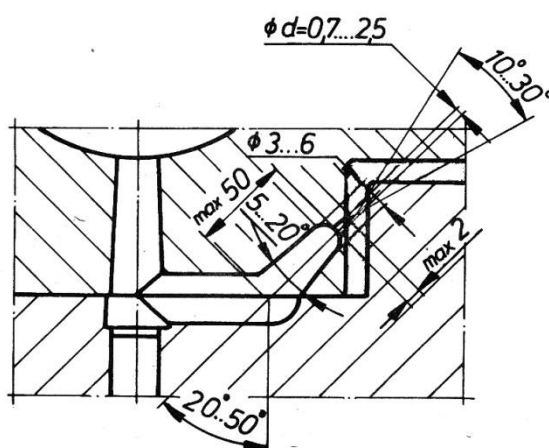


Слика 3.14: Уливак са петљом [3]

Разводни канал, округлог попречног пресека (6 - 10 mm), поставља се под углом од 90° у односу на улазни канал. Материјал улазећи под углом у односу на улазни канал, удара у супротну страну петље и мирно попуњава калупну шупљину чиме се избегава појава наглог цурења. Попречни пресек улазног канала је најчешће квадратни или правоугаони, а петље правоугаони или у неким случајевима полуокругли. У неким случајевима код калупа са више гнезда када је немогуће довести улазни канал под углом од 90° , може се довести улазни канал под мањим углом али угао мањи од 90° није препоручљив и треба га избегавати.

3.3.2.8. Тунелни уливак

Тунелни уливак омогућава одвајање отпреска од уливног система што знатно утиче на аутоматизацију и брзо одвијање циклуса инјекционог бризгања. Једна од изведби тунелног уливног система приказана је на слици 3.15.



Слика 3.15: Тунелни уливак [3]

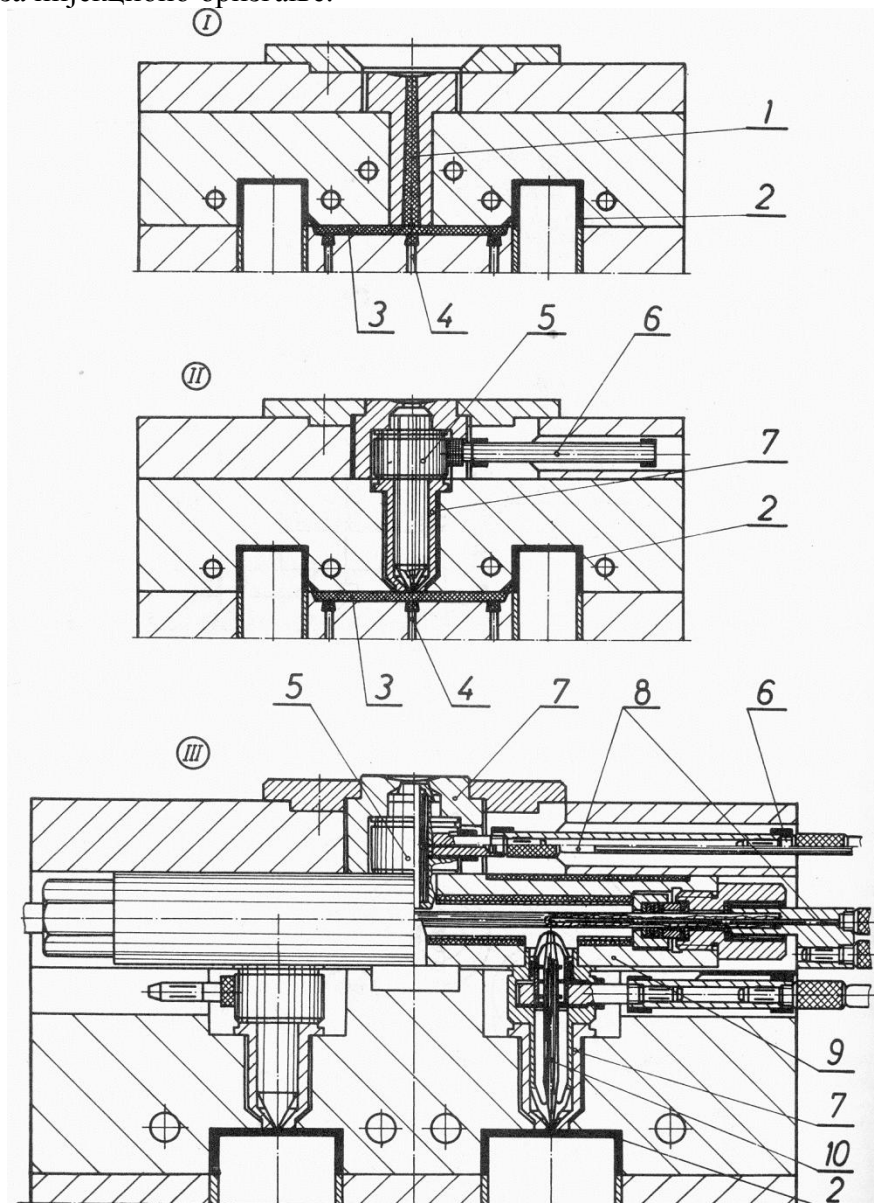
Карактеристика овог уливног система је у томе што је из краја разводног канала избушен отвор под углом од 20° до 50° у односу на осу калупа. Конусни отвор се завршава тачкастим улазним каналом. Димензије улазног канала зависе од врсте пластомера, облика отпреска и дебљине његових зидова.

Тунелни уливак може се применити код свих врста пластомера осим код меког ПВЦ-а и ПЕ ниске густине, код отпресака са вишим и танким зидовима и меког ПУР-а [3].

У зависности од врста отпреска, тунелни уливак се може извести у покретном и непокретном делу калупа. Избацивање из калупа остварује се посебним избацивачима отпреска и уливног система у зависности од облика отпреска.

3.3.3. Грејани уливни систем

Грејани уливни систем се користи за великосеријско инјекционо бризгање одређених отпресака јер је изведба оваког система доста скупља у односу на класични негрејани уливни систем. На слици 3.16 приказана примена грејаног уливног система код калупа за инјекционо бризгање.



Слика 3.16: Примена грејаног уливног система: 1 - купасти доводни канал, 2 - отпресак, 3 - разводни канал, 4 - избацивач улива, 5 - грејана доводна млазница, 6 - прикључак ел. енергије, 7 - наслон млазнице, 8 - термоелемент, 9 - грејана разводна плоча, 10 - грејана улазна млазница [3]

На слици 3.16 (I) приказан је део калупа са негрејаним уливним системом. Недостаци примене оваквог система су: појава отпада од уливног система код сваког циклуса (отпад се може поново употребити млевењем), појављују се застоји у производњи, дуже је време пластифицирања за величину масе уливног система (већа потрошња енергије), накнадно одвајање отпресака код примене бочних, филм и сличних улазних канала, сложена конструкција калупа за аутоматско одсецање одливака.

На слици 3.16 (II) приказана је грејана доводна млазница. Применом ове млазнице смањује се ход отварања калупа за вођење купастог доводног канала из уливне чауре, односно скраћује се време циклуса инјекционог бризгања.

На слици 3.16 (III) приказан је део калупа са грејним уливним системом. Греју се доводна млазница, разводна плоча и улазна млазница чиме се обезбеђује стална пластичност растопа пластомера у каналима система. Овакав систем омогућава једнаке особине пластомера у свим деловима уливног система чиме се избегавају застоји и појаве грешака на отпреску. Температура се контролише помоћу термоелемената, а регулација температуре се остварује посебним регулационим инструментима.

3.3.4. Извлакач уливног система

Извлакач служи за одвајање и прекидање доводног канала од канала млазнице убризгавалице и за извалчење уливка из доводног канала при отварању калупа. Највише се примењују код калупа са више калупних шупљина и са аутоматским радом. Код оваквих калупа извлакач омогућава аутоматско скидање уливка, задржавањем уливног система.

На слици 3.17 је приказано неколико типова извлакача. На слици 3.17 (A) приказан је извлакач са глоданим завршетком у облику слова Z. Овакав тип извлакача има највећу примену у пракси. Пречник се одређује на основу пречника доводног канала, а дужина према потреби.

На слици 3.17 (Б) је приказан извлакач у виду гнезда са негативним конусом. Дужина централног избакивача не досеже до гнезда за 0,2 - 0,4 mm. Дужина гнезда је једнака пречнику избакивача.

Извлакач на слици 3.17 (В) конструисан је тако да му је врх отањен и на отањеном делу израђено више жлебова. Жлебови служе да задрже и извуку уливак при отварању калупа. Извлакачи овог типа се користе код еластичних и жилавих пластомера као што су ПЕ, ПОМ, ПП, ПА и други.

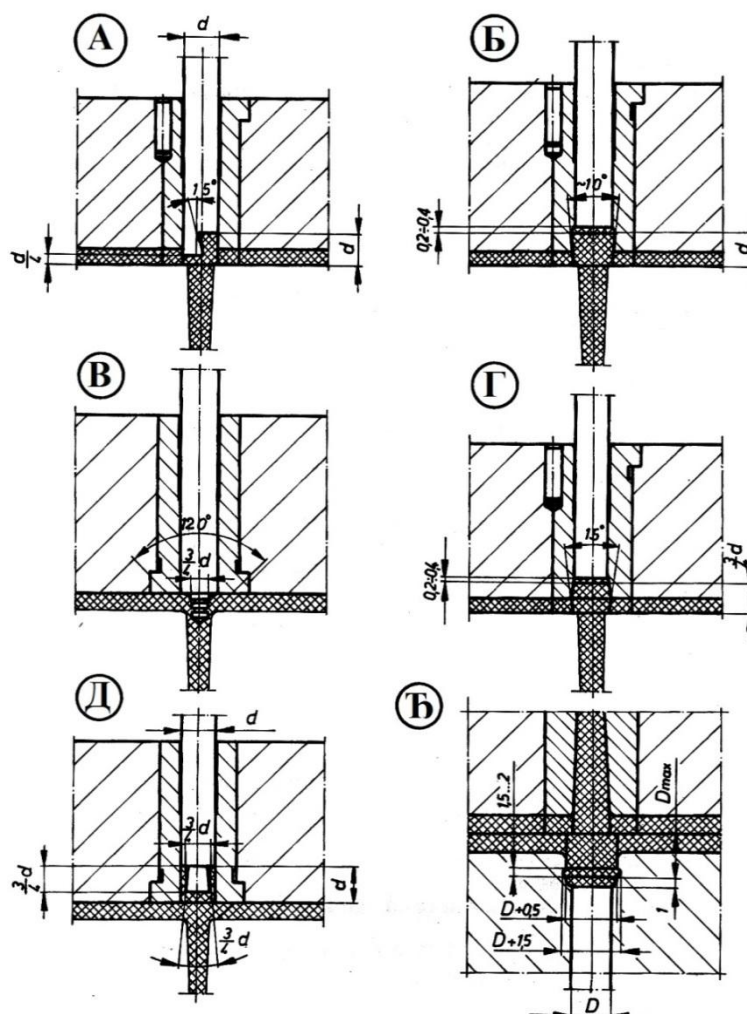
Извлакач на слици 3.17 (Г) је сличан као извлакач (В). Код овог извлакача се користи дупли конус, а угао конуса је нешто већи.

Извлакач на слици 3.17 (Д) има исту примену као извлакач (В). Разлика је у томе што је на врху извлакача израђен негативни конус који задржава уливак и извлачи га из уливне чауре. Ови извлакачи се користе за обликовање крутих пластомера као што су: ПС, САН, ПММА и ПЦ.

Извлакач на слици 3.17 (Ђ) се користи за аутоматске калупе са великим бројем циклуса у минути. На супротној страни од доводног канала укопан је канал који

задржава и извлачи уливак из уливне чауре.

Извлакачи се израђују од челика Č.6840 (120WV4), Č.4141 (115CrV3) или Č.1940 (Č.1054), а понекад и од Č4150 (X210Cr12) и кале се на 58-60 HRC и затим се брусе, [3].



Слика 3.17: Типови извласака уливног система [3]

3.4. Систем за вођење 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 оштећење 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 ове улога стубних вођица је и:

- 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. [3]

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.

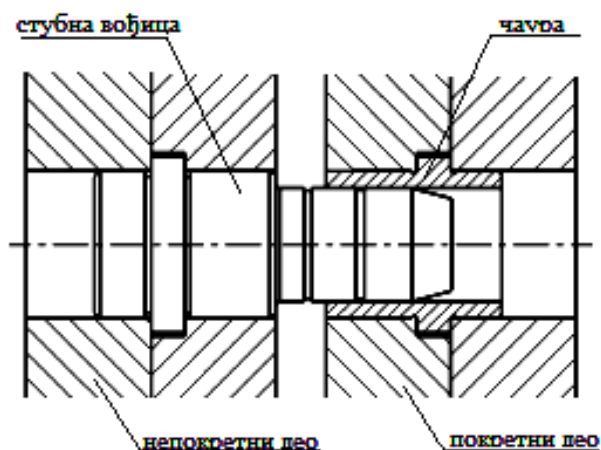
Због значаја вођица код калупа за инјекционо бризгање направљена је и подела калупа према положају вођица:

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

3.4.1. 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.

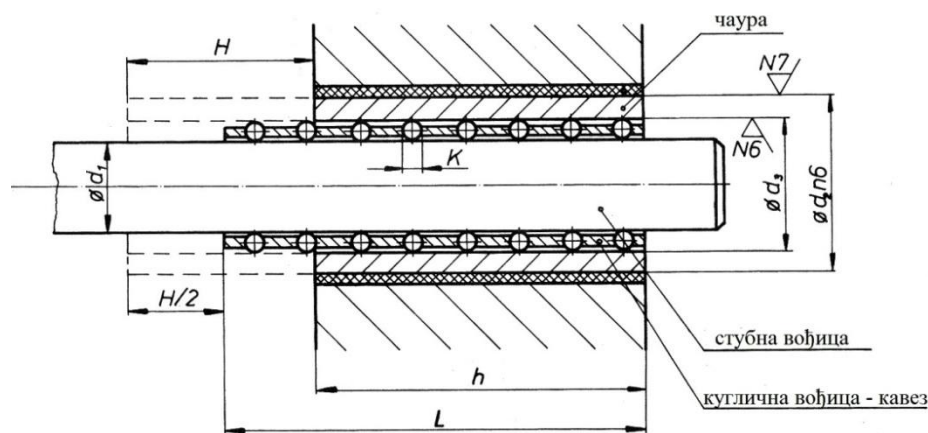
Пречник стубова за вођење зависи од величине калупа и износи 20 mm за мање калупе па до 80 mm за веће калупе. Веома је важно стално подмазивање стубних вођица и прецизно налагање између стуба вођице и чауре које је обични H7/f6 или H7/g6. На слици 3.18 приказана је стубна вођица са клизном чауром.



3.18: 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 3.19 је приказана куглична вођица.



Слика 3.19: Куглична вођица [3]

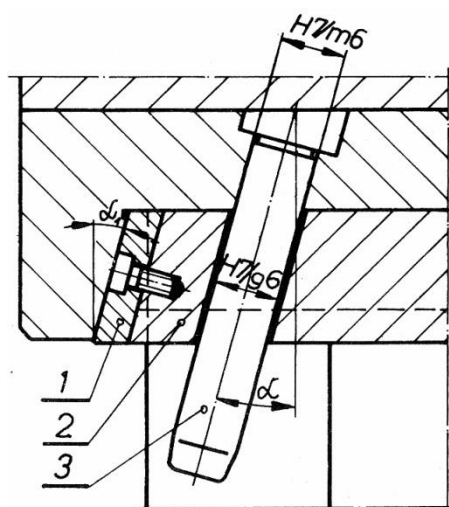
Стубне вођице се израђују од легираног челика за цементацију $\check{C}.4320$ и $\check{C}.4721$ при чему дубина цементације после брушења треба да износи од 0,8 до 1 mm. Чауре се израђују од прокаљивог челика $\check{C}.4145$ и $\check{C}.4150$.

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.

3.4.2. Калупи са косим вођицама

Калупи са косим вођицама се користе за инјекционо брызгање отпресака са удубљењима или испупчењима по спољној површини или за отпреске са спољним навоје.

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 (код једноставних отпресака) елеминише се употреба избацивачког система. За израду косих вођица користе се високо квалитетни челици уз обавезну термичку обраду. На слици 3.20 приказана је једна од изведби косих вођица:

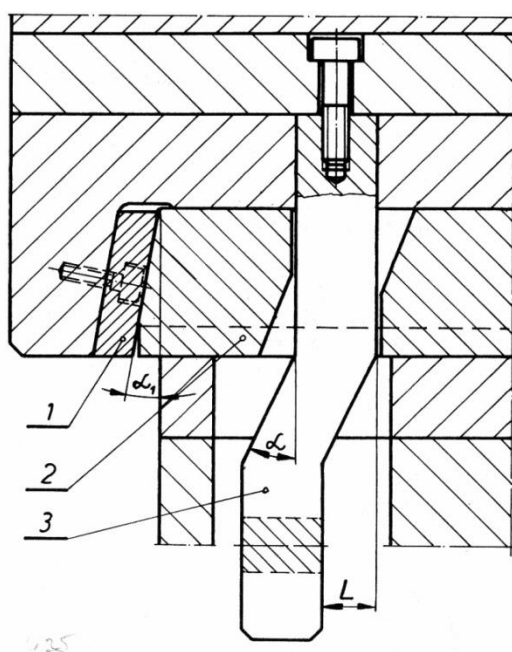


Слика 3.20: Коса вођица: 1 - тврда плочица, 2 - бочни клизач, 3 - коса вођица [3]

Пречник косе вођице није мањи од 15 mm. 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 у назад под дејством притиска растопа пластомера. Најбољи угао затварача је 15° . Зазор између косе вођице и бочног клизача треба да износи 0,2 mm. Косе вођице могу бити округлог или правоугаоног попречног пресека. Систем косих вођица омогућава дуже путеве померања бочних клизача.

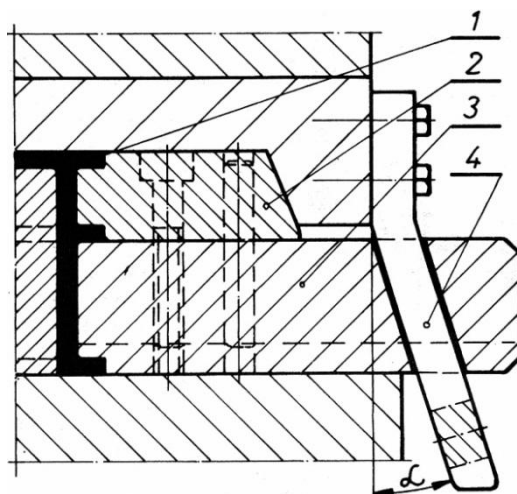
Веома често се користе профилне косе вођице (слика 3.21) које обезбеђују одређени застој померања бочних клизача након отварања калупа.



Слика 3.21: Бочно померање са застојем: 1 - тврда плочица, 2 - бочни клизач, 3 - профилно коса вођица [3]

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 негативни нагиб. Тада се користе косе вођице постављене на спољашњој површини калупа (слика 3.22). 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 3.22: Спољна коса вођица: 1 - отпресак, 2 - горњи бочни клизач, 3 - доњи бочни клизач, 4 - коса вођица [3]

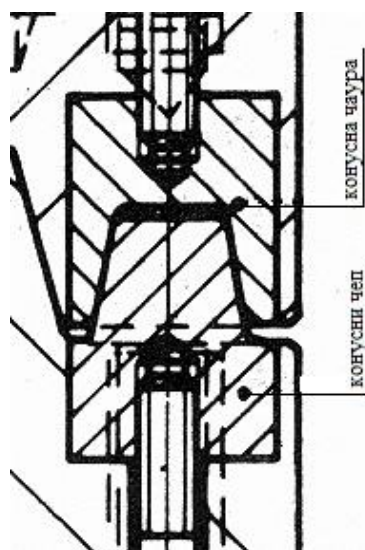
Да не би дошло до појаве видљивих спојева на отпреску веома је битно спајање бочних клизача. Због тога треба обратити пажњу при димензионисању бочних клизача.

3.4.3. Калупи са конусним вођицама

Најповољније решење за вођење калупа који производе 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° [3]. Висина конуса зависи од величине и конструкције калупа али није пожељно да буде мања од 13 mm.

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 3.23 приказан је један тип конусне вођице.



Слика 3.23: Конусна вођица [3]

3.4.4. Прстен за центрирање

Прстен за центрирање има задатак да обезбеди налегање убризгавалице машине на калуп. Налеганье 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 3.24 је приказан прстен за центрирање.



Слика 3.24: Прстен за центрирање

3.5. 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.

3.5.1. Избацивање избацивачким иглама

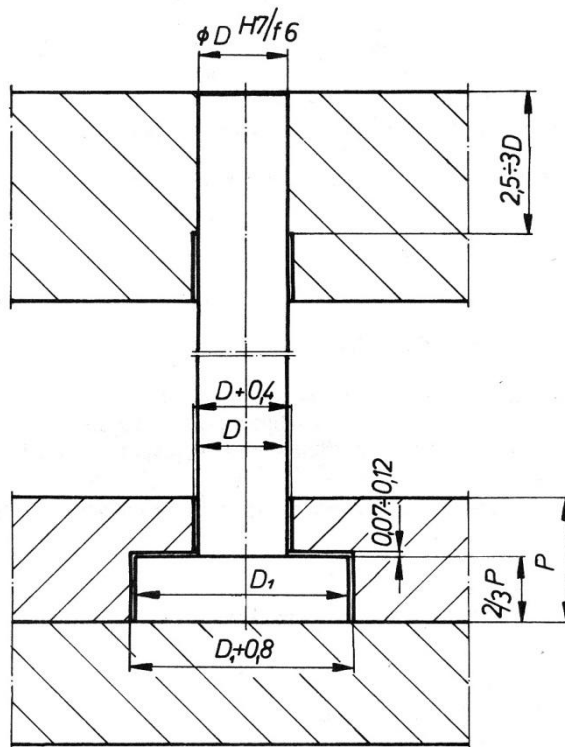
Избацивање избацивачким иглама представља најекономичнији и најчешће коришћени систем избацивања. Од величине и облика отпреска зависи број и локација игала за избацивање. Због трагова које остављају на површини радног предмета, избацивачке игле се примењују тамо где таква решења не сметају.

Основне врсте игала за избацивање су:

- равне игле,
- игле са стањеним врхом,
- игле са равном страницом или “D” игле

3.5.1.1. 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 3.25 је приказана равна избацивачка игла.



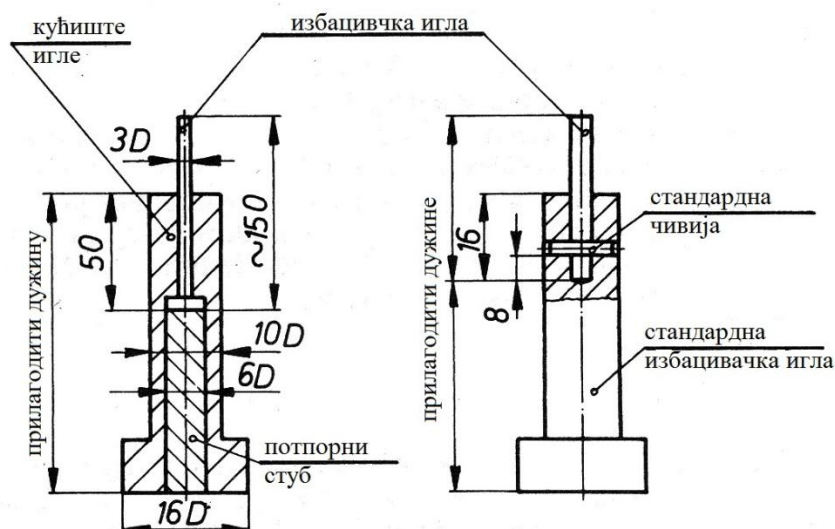
Слика 3.25: Равна избацивачка игла [3]

3.5.1.2. 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. Због тога се обично користе продужене избацивачке игле са стањеним врхом.

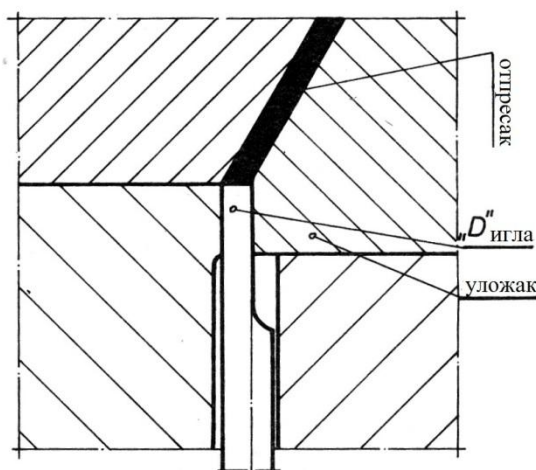
Потребно је и обезбедити добру крутост игала, а то се постиже добрим вођењем. Вођење се може извести дуж целог стањеног дела или на два краја помоћу чаура за вођење. На слици 3.26 је приказана једна од изведби игала са стањеним врхом.



Слика 3.26: Игле са стањеним врхом [3]

3.5.1.3. Игле са равном страницом или “D” - игле

Примењују се за избацивање отпресака на ивици испод зида отпреска као на пример за кутије и то уздуж страница (слика 3.27).



Слика 3.27: Игла са равном страницом [3]

Додирна површина између отпреска и избацивачке игле са равном страницом већа је него додирне површине између отпреска 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.

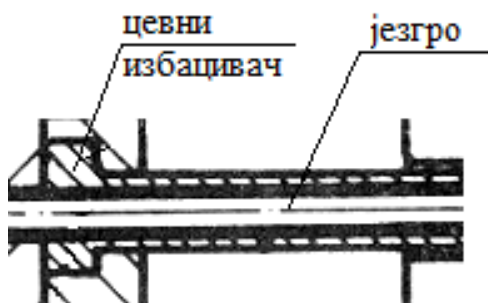
3.5.2. Цевни избацивачи

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 конструkcије цевном избацивачу треба осигурати потребан ход, како би извршио своју функцију. Да не би дошло до заривања језгра оно се растерећује, и то доњим делом, чиме се смањује дужина клизног налегања. Поред тога потребано 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 3.28 приказан је цевни избацивач.

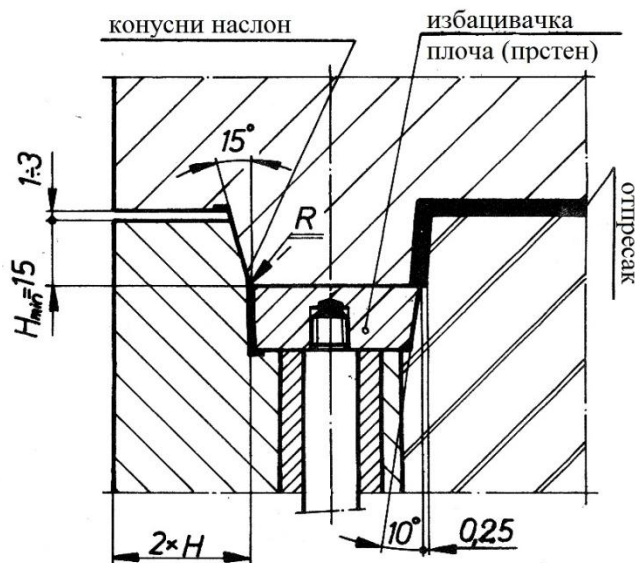


Слика 3.28: Цевни избацивач [3]

3.5.3. Прстенасти избацивачи

Примењују 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 приказан је на слици 3.29, где је потребно осигурати зазор од 2,25 mm 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.

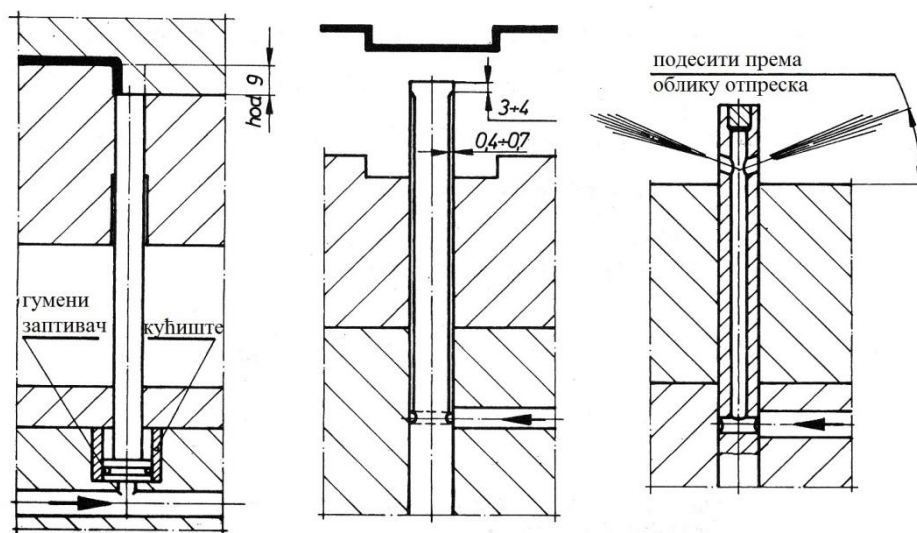


Слика 3.29: Избацивачки прстен [3]

3.5.4. 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 3.30 приказано је неколико изведби ваздушних избацивача.



Слика 3.30: Ваздушни избацивачи [3]

3.6. Елементи за темпирање 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.

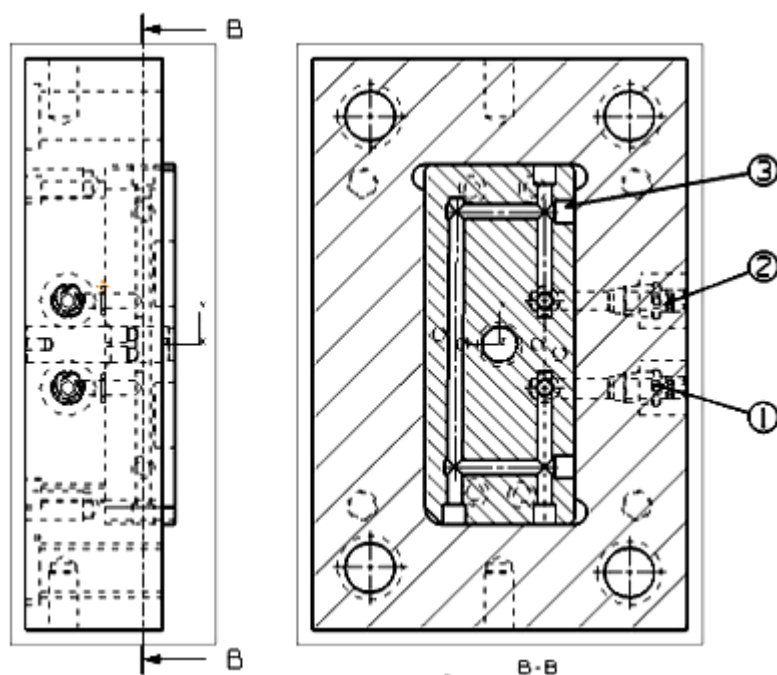
Растопљени материјал, приликом попуњавања калупне шупљине, загрева кућиште калупа. Основни задатак система за хлађење калупа је да одведе топлоту коју растоп предаје зидовима калупне шупљине.

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 mm до 20 mm.

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 3.31 приказан је пример извођења канала за хлађење калупа.



Слика 3.31: Систем за хлађење: 1,2 - прикључци, 3 - канали

На слици 3.32 приказани су прикључци за воду.



Слика 3.32: Прикључци за воду

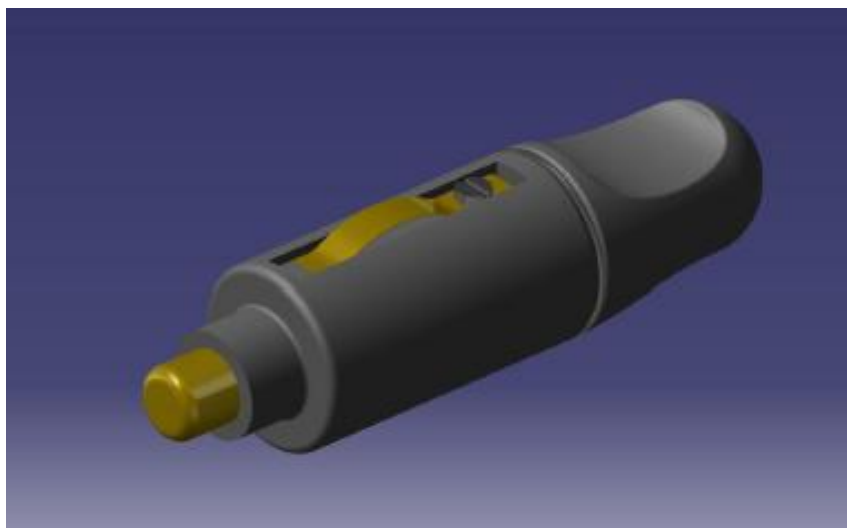
4. КОНСТРУКЦИЈА МОДЕЛА АЛАТА ЗА ИНЈЕКЦИОНО БРИЗГАЊЕ ПЛАСТОМЕРА У СОФТВЕРУ CATIA V5 R17

У овом поглављу описан је процес конструкције алата за бризгање кућишта утикача сијалице на аутомобилу. Овај део има релативно једноставну геометрију и добру ергономију, јер има јасно обрађен део за хватање руком. Састоји се из два дела, горњег и доњег, и стезног прстена који их повезује (слика 4.1). Контакт са упаљачем на аутомобилу се остварује преко металног пипка са горње стране и непокретног пипка на врху дела. Мана овог дела је контакт. Контакт није стабилан, тј. приликом мањег померања долази до прекида. [4]



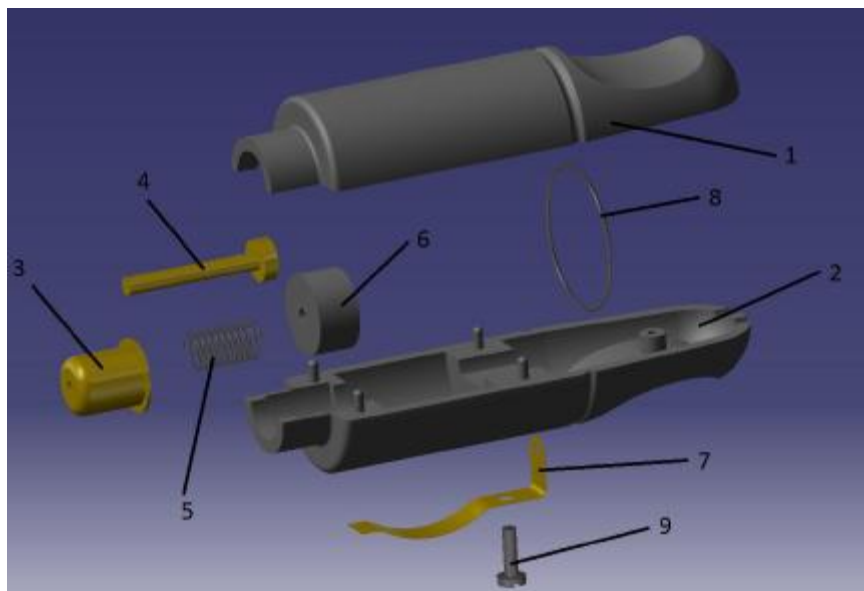
Слика 4.1: Утикач сијалице на аутомобилу [4]

На слици 4.2 приказан је нови модел утикача за сијалицу на аутомобилу. У основи, ово је модификовани модел утикача.



Слика 4.2: Модификовани модел утикача [4]

Нови модел утикача се састоји од следећих делова: горњи део (1), доњи део (2), метални пипак којим се остварује контакт са упаљачем (3), игла преко које се контакт са пипка преноси на жицу (4), опруга која омогућује стални контакт пипка са упаљачем (5), држач игле (6), метални пипак на који се везује друга жица (7), стезни прстен (8) и завртањ (9) (слика 4.3).



Слика 4.3: Делови новог модела утикача [4]

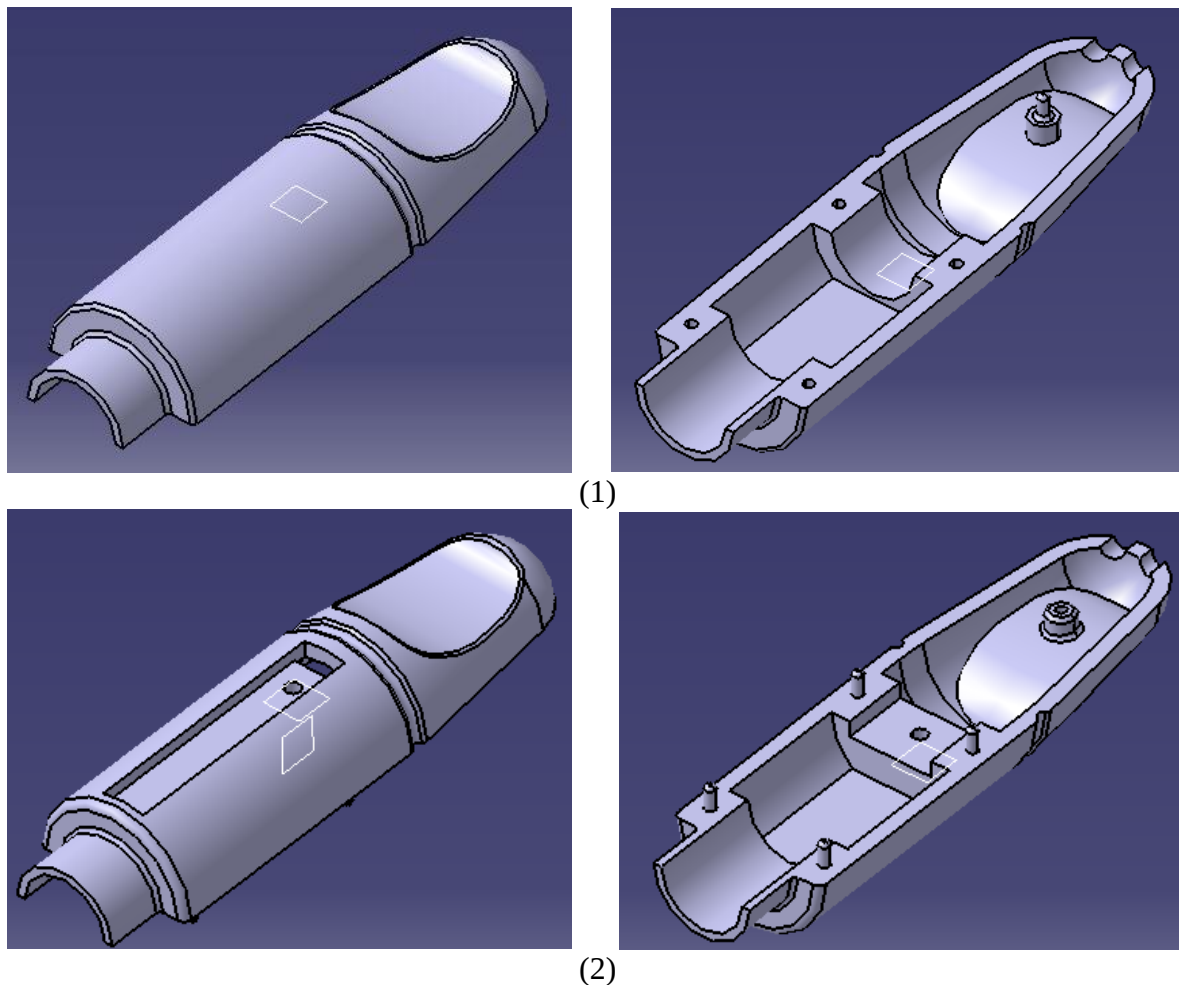
Изабрани материјал за делове новог модела утикача је поликарбонат (LEXAN 160). Ова врста поликарбоната се користи за једноставније путеве течења и производе са равномернијом дебљином зидова. Скупљање ове врсте материјала приликом поступка бризгања је од 0.5% до 0.7%. Овај податак је потребно узети у обзир приликом пројектовања калупне шупљине.

У табели 4.1 дате су основне карактеристике поликарбоната:

Густина, g/cm ³	1,20 - 1,24
Температура топљења, °C	220 - 230
Постојаност према топлоти, °C	120 - 140
Затезна чврстоћа, daN/cm ²	600 - 680
Издужење, %	80 - 120
Модул еластичности, daN/mm ²	2200 - 2600
Тврдоћа по Роквелу (скала М)	М 70 - 78
Топлотна проводљивост, W/mK	0,13 - 0,21
Специфична топлота, , kJ/K kg	1,16 - 1,25

Табела 4.1: Карактеристике поликарбоната

Конструкција алата за бризгање врши се на основу модела утикача приказаних на слици 4.4:



Слика 4.4: Модели утикача: 1- први део, 2 - други део

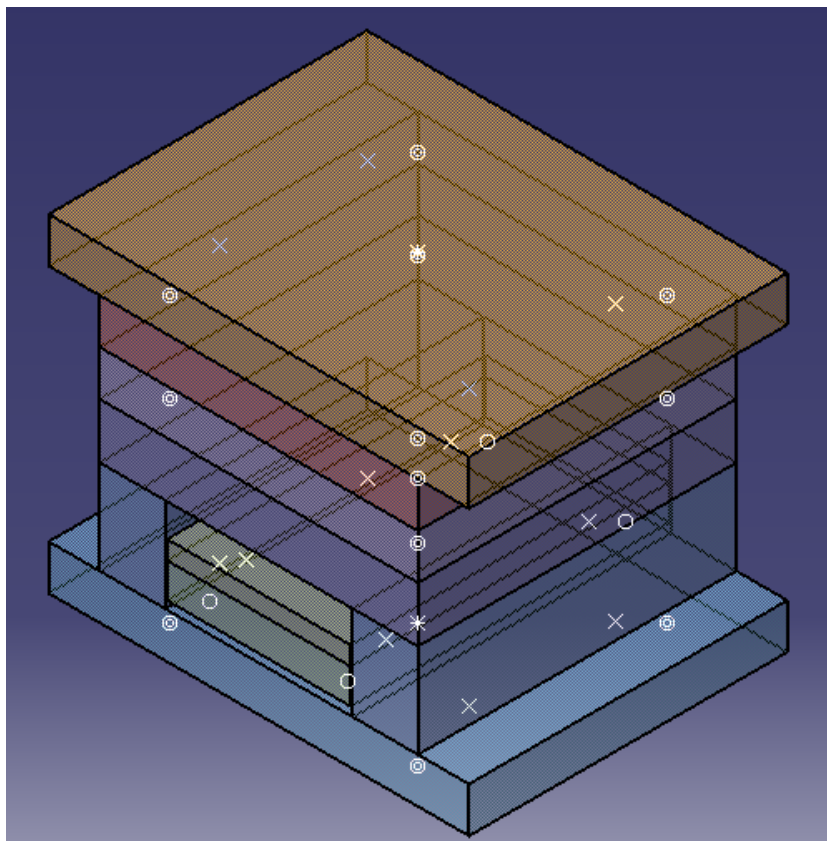
Конструкција алата врши се у софтверу CATIA V5 R17. У оквиру овог софтвера налази се модул **Mold Tooling Design** који се користи за конструкцију алата за бризгање пластике. Основна предност овог модула је та да садржи базу података основних компоненти алата (чауре, вођице, елементи за уливање, завртњеве, прстенови за центрирање итд.) више светских произвођача. Тиме је конструктору омогућена бржа и лакша израда алата.

У наредних неколико тачака биће приказано моделирање елемената алата за бризгање кућишта утикача сијалице на аутомобилу.

4.1. Кућиште алата

Избор кућишта алата врши се селектовањем команде **Create a new mold**. Из базе стандардних елемената повлачи се кућиште HASCO димензија 156 x 156 mm (сл.4.5).

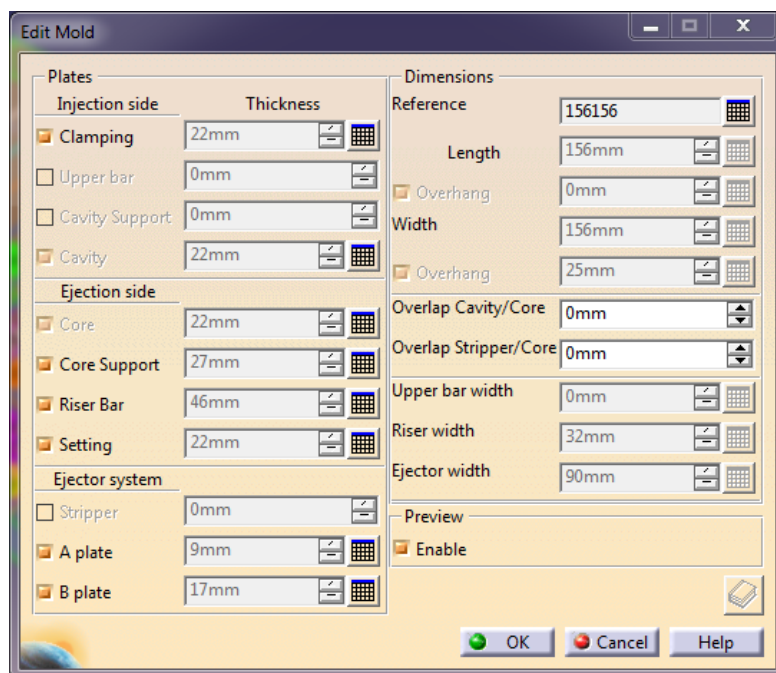
Изабрано кућиште састоји се из следећих елемената: горња и доња стезна плоча, горња и доња усадна плоча, ослона плоча, одстојник и сет избијачких плоча.



Слика 4.5: Кућиште

На слици 4.5 могу се уочити и системски постављене тачке које се користе за брже и прецизније постављање осталих елемената алата за бризгање.

Избор димензија дебљине плоча приказане су на слици 4.6:



Слика 4.6: Димензије плоча

Селектовати команду **Cap Screw**. Овом командом врши се избор завртњева за спајање плоча. Стезна плоча и усадна плоча у непокретном делу алата чврсто се спајају помоћу 4 завртња HASCO Z30 10x12 mm. Исто тако и стезна плоча и усадна плоча у покретном делу алата спајају се помоћу 4 завртња HASCO Z30 10x16 mm.

4.2. Калупна шупљина

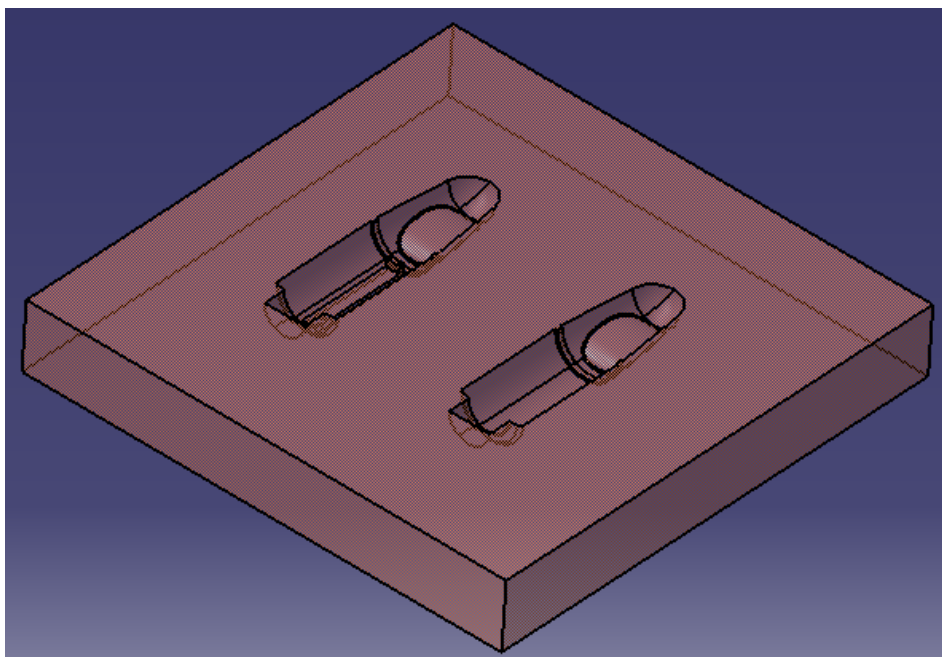
Калупна шупљина, односно кокиле калупа могу се конструисати на два начина: у модулу **Core and Cavity Design** или у модулу **Part Design**. У овом случају за конструкцију кокила коришћен је модул Part Design.

Алат се састоји из две калупне шупљине. Изабрана дебљина горње и доње усадне плоче је 22 mm.

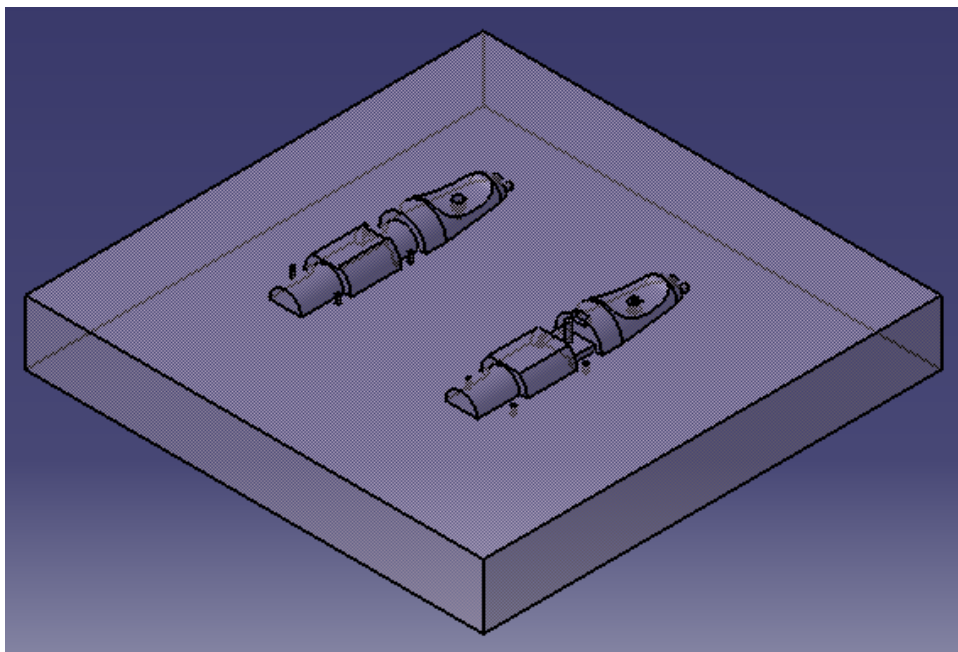
Приликом конструкције кокила калупа треба узети у обзир степен скупљања који се добија на основу препоруке произвођача за одабрани материјал. У овом случају степен скупљања је 0,7 % па је горњу кокилу потребно увећати 1,007 пута а доњу смањити 1,007 пута.

Горња кокила се израђује електроерозионом обрадом. У једну од кокила се мора поставити уметак ради лакше израде. Уметак се исто израђује електроерозионом обрадом. И доња кокила се израђује електроерозионом обрадом. Као обрада се може користити и глодање али то није економски исплативо у овом случају. Ради лакше израде и при конструкцији ове кокиле користе се више уметака.

Усадне плоче, које су већ увезене из базе података са кућиштем алата, селекују се у Part Design-у да би се извршило конструисање кокила калупа на основу димензија добијених након увећања модела делова. На слици 4.7 приказана су горња и доња кокила које су израђене у плочама алата.



(1)



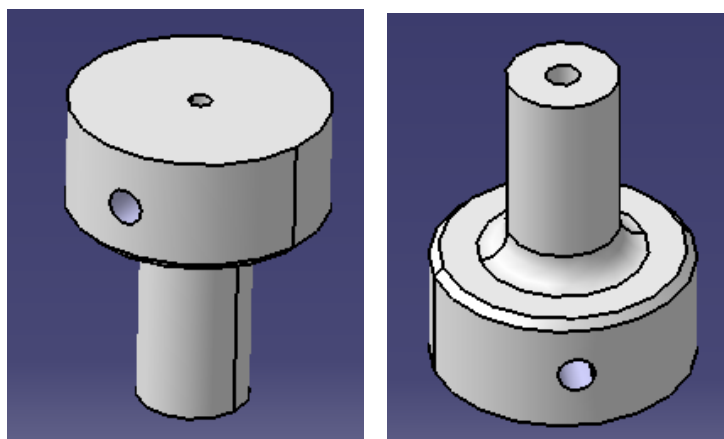
(2)

Слика 4.7: Кокиле алата израђене у плочама

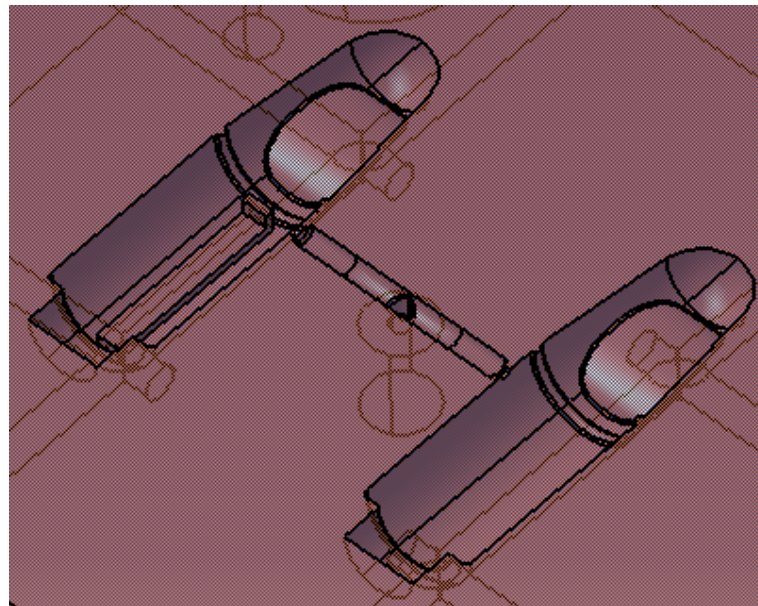
4.3. Уливни систем

Конструкција уливног система започиње избором дизне млазнице која пролази кроз горњу стезну плочу и горњу усадну плочу (непокретни део алата). Селектовати команду **Add Sprue Bushing**. Из базе стандардних елемената селектовати дизну HASCO Z51 18x27/3,5 mm (сл. 4.8). Селектовањем тачке на горњој стезној плочи дефинише се положај дизне. При избору дизне треба водити рачуна да излазни пречник конусног канала буде приближно једнак попречном пресеку разводног канала.

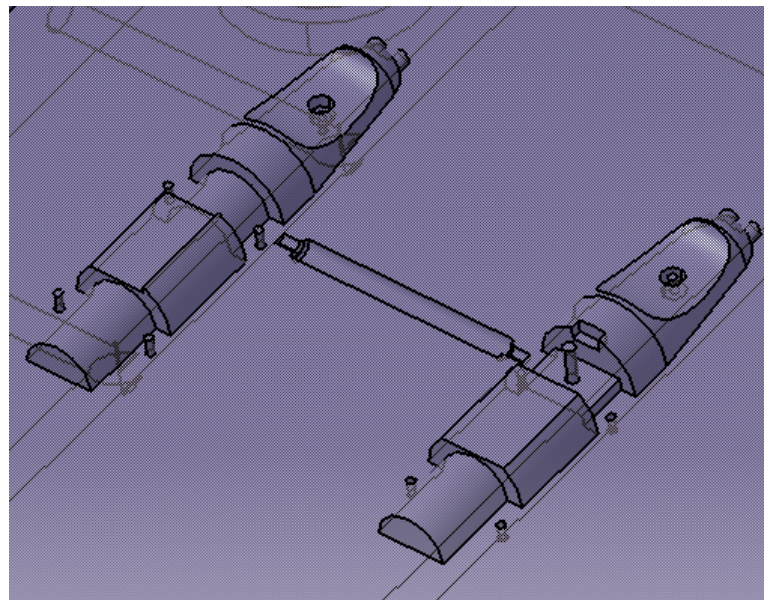
Након избора дизне врши се конструкција разводних и улазних канала у горњој и доњој усадној плочи у модулу Part Design. Разводни и улазни канали су кружног попречног пресека. Пречник разводних канала је 4 mm, а улазних канала 2mm. На слици 4.9 је приказана уливни систем алата.



Слика 4.8: Дизна млазнице



(1)



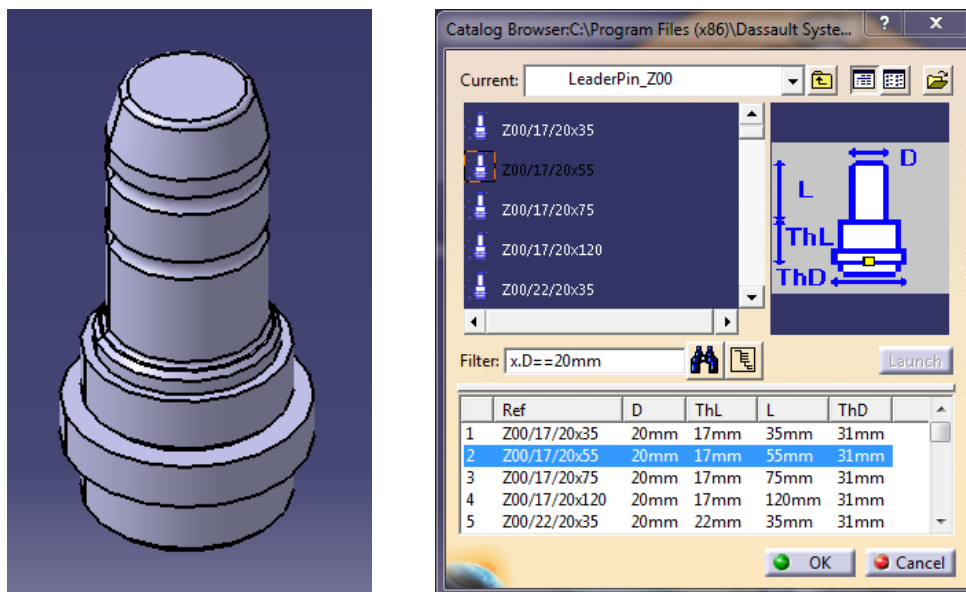
(2)

Слика 4.9: Разводни и улазни канали: 1 - непокретна страна алата, 2 - покретна страна алата

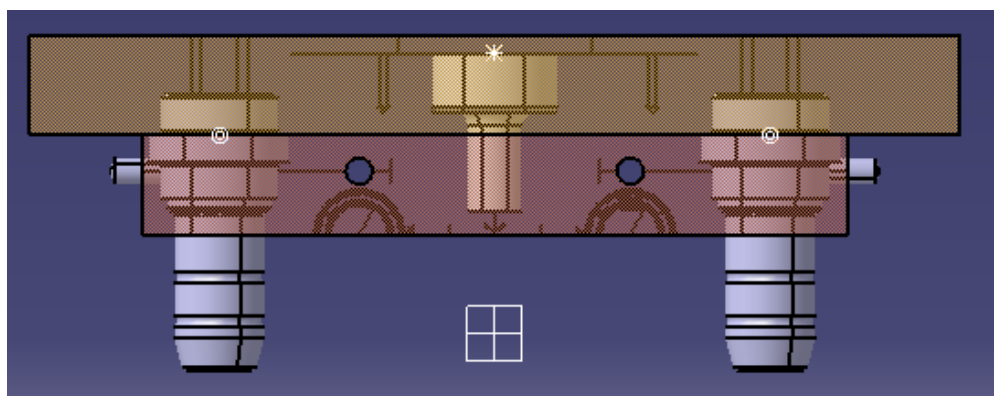
4.4. Систем за вођење алата

Након дефинисања положаја кокила и конструкције система за уливање врши конструкција система за вођење алата у који спадају: стубне вођице, клизне чауре, чауре за центрирање и прстен за центрирање.

Прво се постављају стубне вођице. Стубне вођице се постављају на непокретну страну алата и на ослону плочу на покретној страни ради вођења избијачких плоча. Селектовати команду **Add Leader Pin**. Из базе стандардних елемената изабрати стубну вођицу HASCO Z00/17/20x55 (сл. 4.10). Селектовањем четири тачке на горњој усадној плочи дефинише се положај стубних вођица (сл. 4.11)

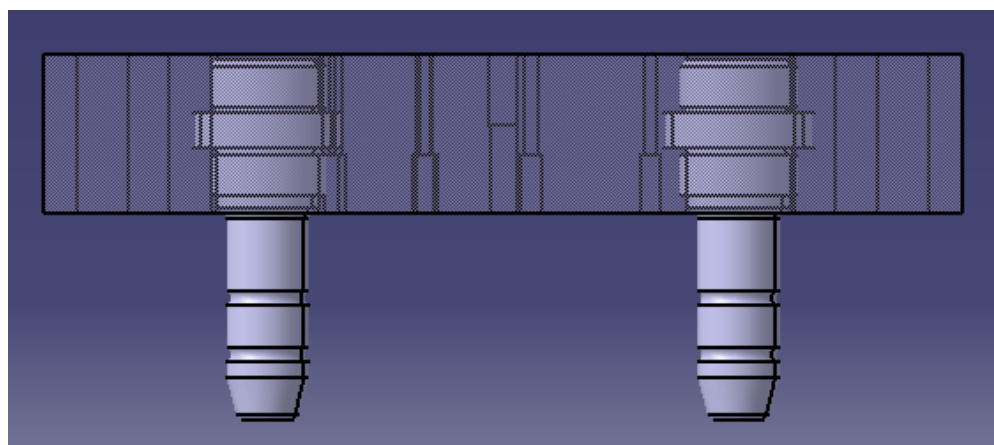


Слика 4.10: Стубна вођица



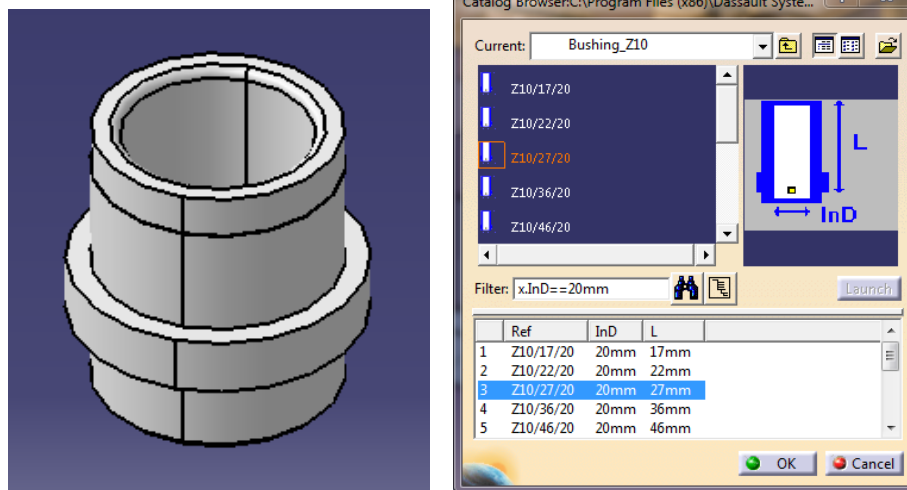
Слика 4.11: Дефинисање положаја стубних вођица

Исти поступак поновити и за стубне вођице које се налазе на ослоној плочи. Из базе стандардних елмената изабрати две стубене вођице HASCO Z00/17/14x35. Положај стубних вођице приказан је на слици 4.12.

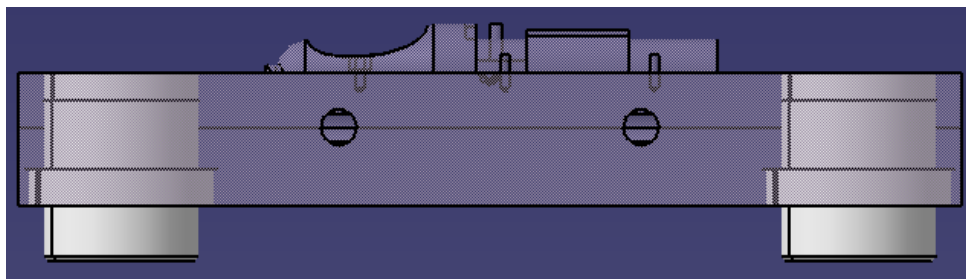


Слика 4.12: Стубне вођице на ослоној плочи

Након избора стубних вођица врши се избор клизних чаура. Клизне чауре се постављају на покретни део алата и на избацивачке плоче. Селектовати команду **Add Bushnig**. Из базе стандардних елемената изабрати 4 клизне чауре HASCO Z10/27/20 (сл. 4.13). Селектовањем тачака на доњој усадној плочи врши се позиционирање клизних чаура (сл. 4.14).

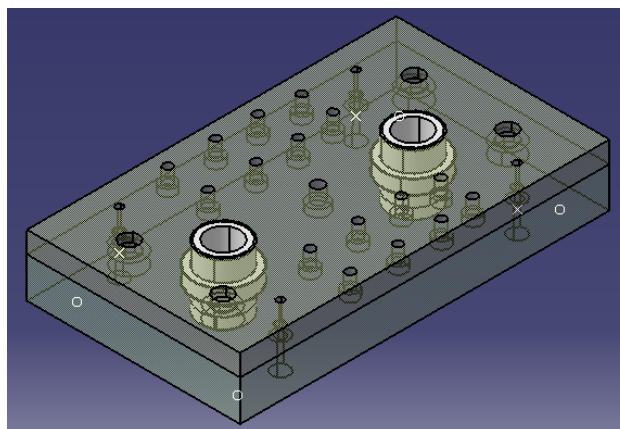


Слика 4.13: Клизна чаура



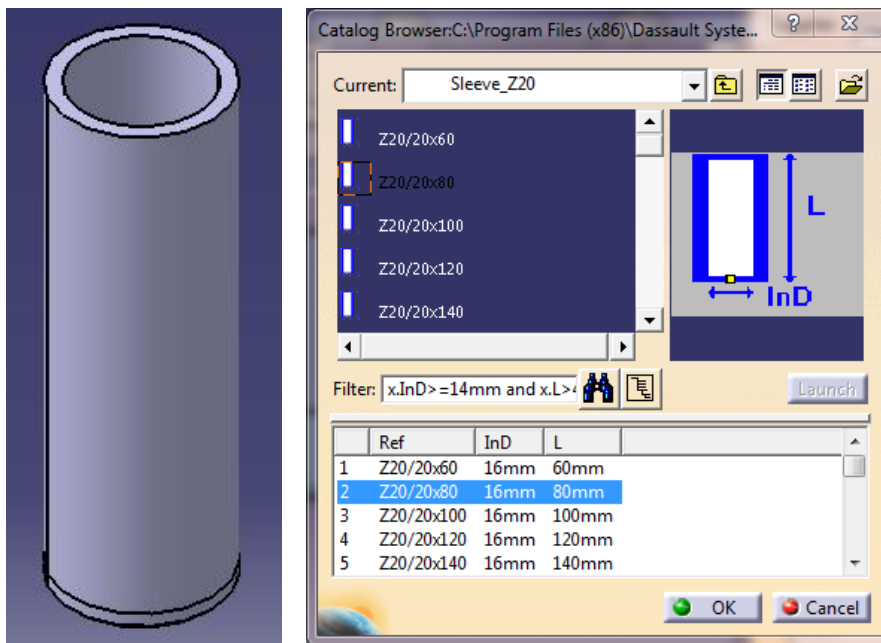
Слика 4.14: Положај чаура на доњој усадној плочи

Исти поступак поновити и за клизне чауре које се постављају на избацивачке плоче. Из базе стандардних елемената изабрати две клизне чауре HASCO Z10/17/14. Положај клизних чаура приказан је на слици 4.15.

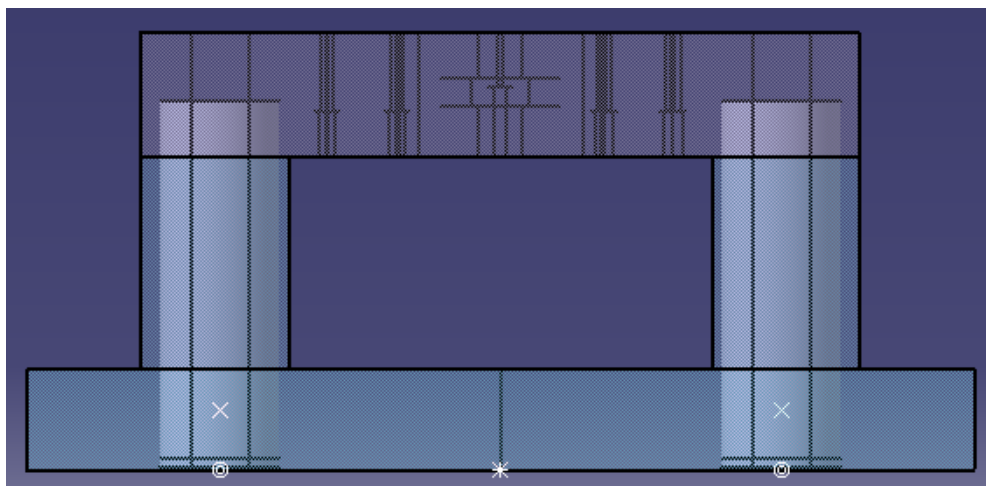


Слика 4.15: Клизне чауре на избацивачким плочама

Поред клизних чаура потребно је поставити чауре које служе за спајање и центрирање доње стезне плоче, одстојника и ослоне плоче. Селектовати команду **Add Sleeve**. Из базе стандардних елемената изабрати четири чауре HASCO Z20/20x80 (сл. 4.16). Селектовати тачке на доњој стезној плочи да би дефинисали положај чаура (сл.4.17).

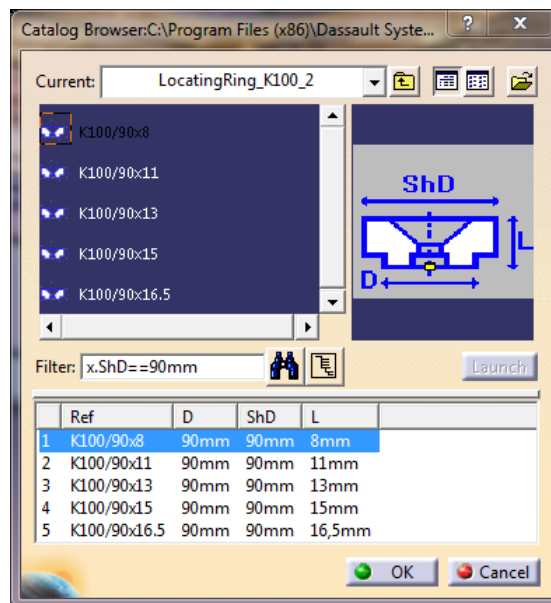
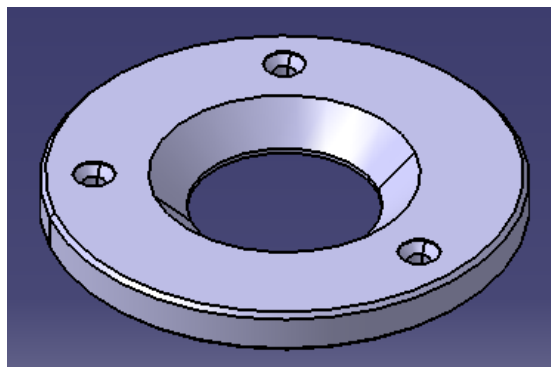


Слика 4.16: Чаура за спајање и центрирање



Слика 4.17: Дефинисани положај чаура

Прстен за центрирање се поставља на горњу стезну плочу. Улога прстена на горњој стезној плочи је да центрира млазницу машине када она належе на алат. Селектовати команду **Add Locating Ring**. Из базе стандардних елемената изабрати прстен HASCO K100/90x8 (слика 4.18). Селектовати тачку на горњој стезној плочи ради дефинисања положаја центрирајућег прстена.



Слика 4.18: Прстен за центрирање

Селектовати комадну **Add Countersunk Screw**. Овом командом врши се избор завртњева са косом главом помоћу којих се остварује чврста веза између горње стезне плоче и прстена за центрирање. Из базе стандардних елемената селектовати завртањ HASCO Z33/4x10.

4.5. Систем за избацивање

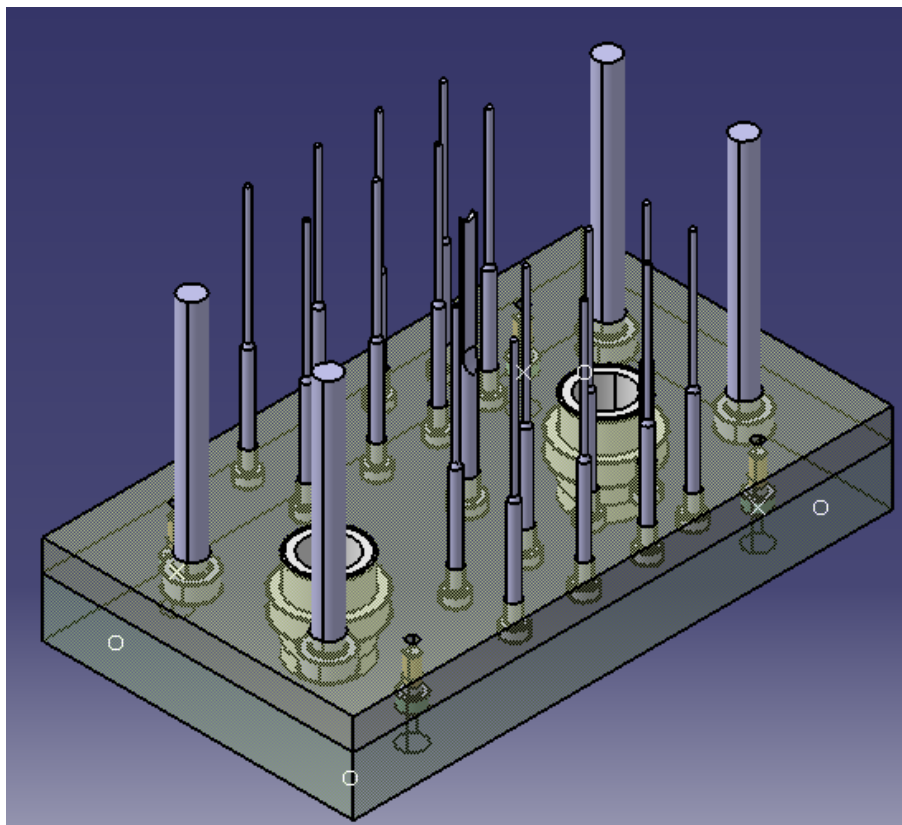
Систем за избацивање чини сет избијачких плоча на којем се налазе 16 избијача радног комада, избијач уливка и 4 повратника који служе да врате избијачке плоче у почетни положај.

При избору избацивача потребно је селектовати команду **Add Ejector Pin**. У бази стандардних елемената изабрати избацивач HASCO Z44/1,5x80. На избацивачким плочама обележити потребне тачке ради позиционирања избацивача.

Да би изабрали избацивач уливка потребно је селектовати команду **Add Flat Ejector**. Из базе стандардних елемената изабрати избацивач HASCO Z46/ 3,8x1x80. На избацивачким плочама селектовати тачку ради позиционирања избацивача.

На крају је потребно изабрати повратнике. Селектовати команду **Add Ejector**. Из базе стандардних елемената изабрати повратник HASCO Z40/7x100. На избацивачким плочама селектовати тачке због позиционирања повратника.

На слици 4.19 приказан је систем за избацивање.



Слика 4.19: Систем за избацивање

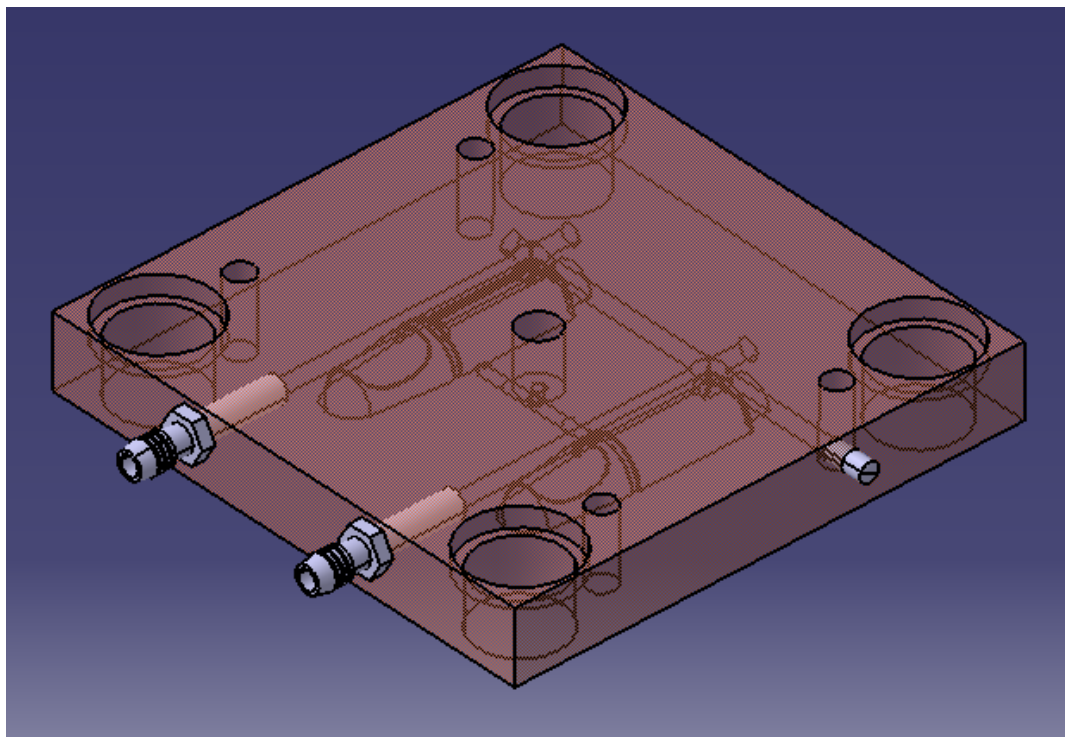
Горњу и доњу плочу избијача повезују 4 завртња са равном главом који се селекутују у бази стандардних елемената. Тип завртња је HASCO Z30 4x10 mm.

На доњој стезној плочи потребно је избушити отвор ϕ 20 mm кроз који треба да прође избијач машине за бризгање.

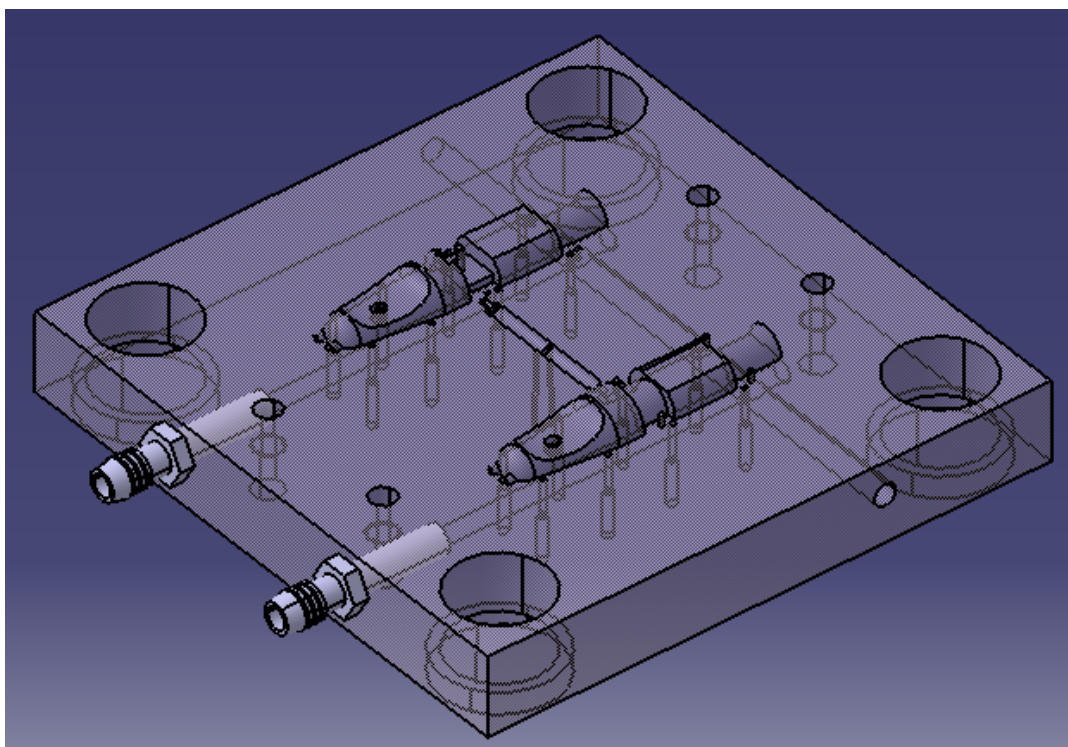
4.6. Систем за хлађење плоча

Калуп се хлади водом која улази на једном, а излази на истом крају алата. Коснструкција канала за хлађење врши се у Part Design-у. Пречник канала за хлађење износи 6 mm.

Да би се повезала црева са водом и калуп користе се прикључци. У овом случају потребно је 4 прикључака. Прикључци су стандардни елементи и наручују се од произвођача на основу пречника канала за хлађење. Канали за хлађење затворени су на одговарајућим местима заптивкама. Изглед канала за хлађење, у покретној и непокретној страни алата, са пратећим елементима, приказан је на слици 4.20.



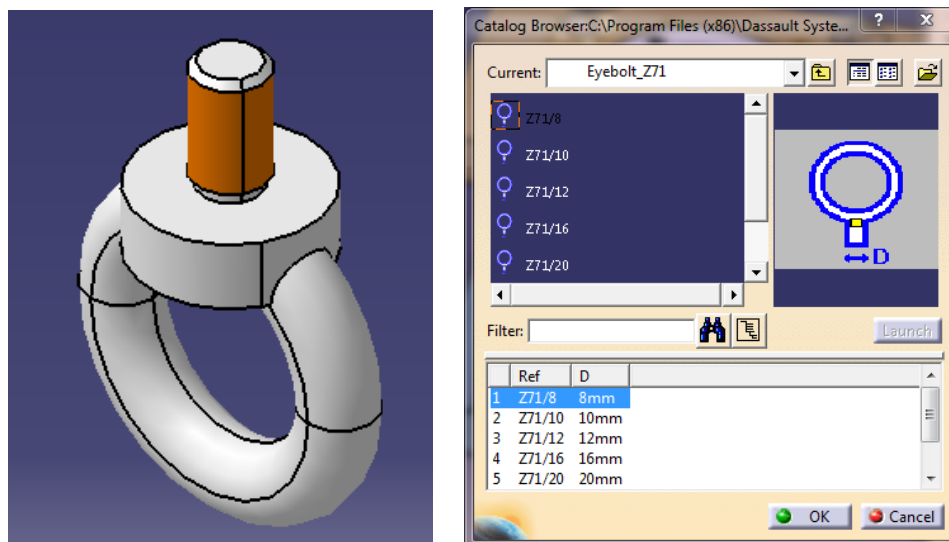
(1)



(2)

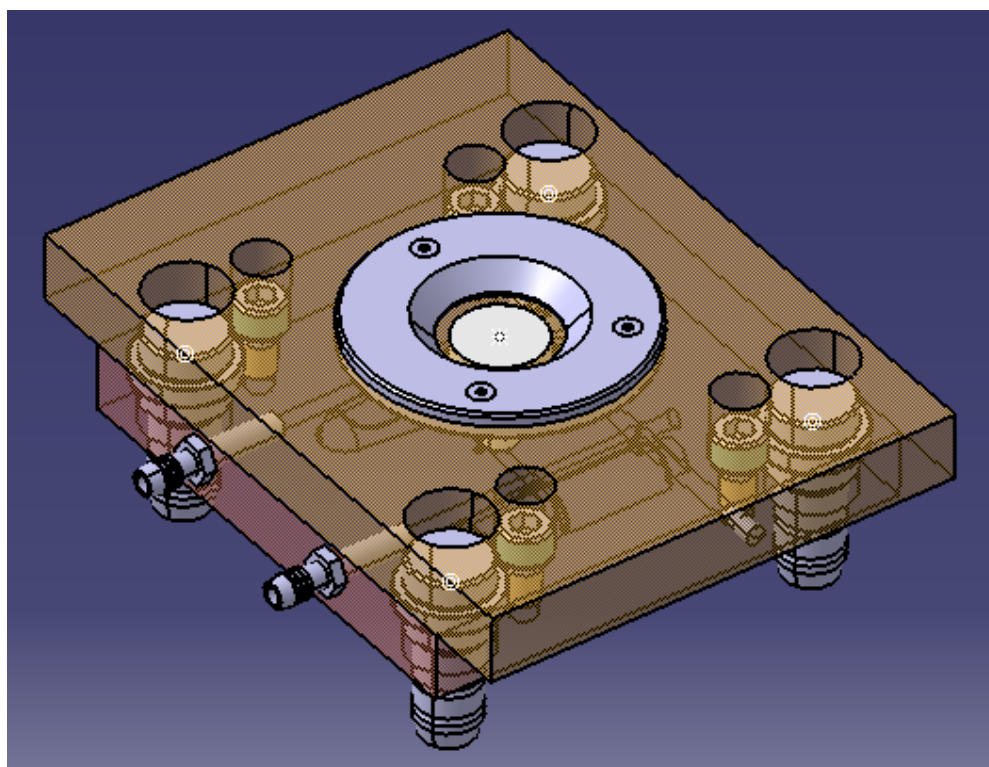
Слика 4.20: Систем за хлађење: 1 - непокретна плоча, 2 - покретна плоча

У ослону плочу је потребно поставити завртањ са прстенастом главом за који се качи кука приликом транспорта алата. Селектовати команду **Add Eye Bolt** и у бази података стандардних елемената изабрати завртањ HASCO Z1/8 (сл. 4.21).

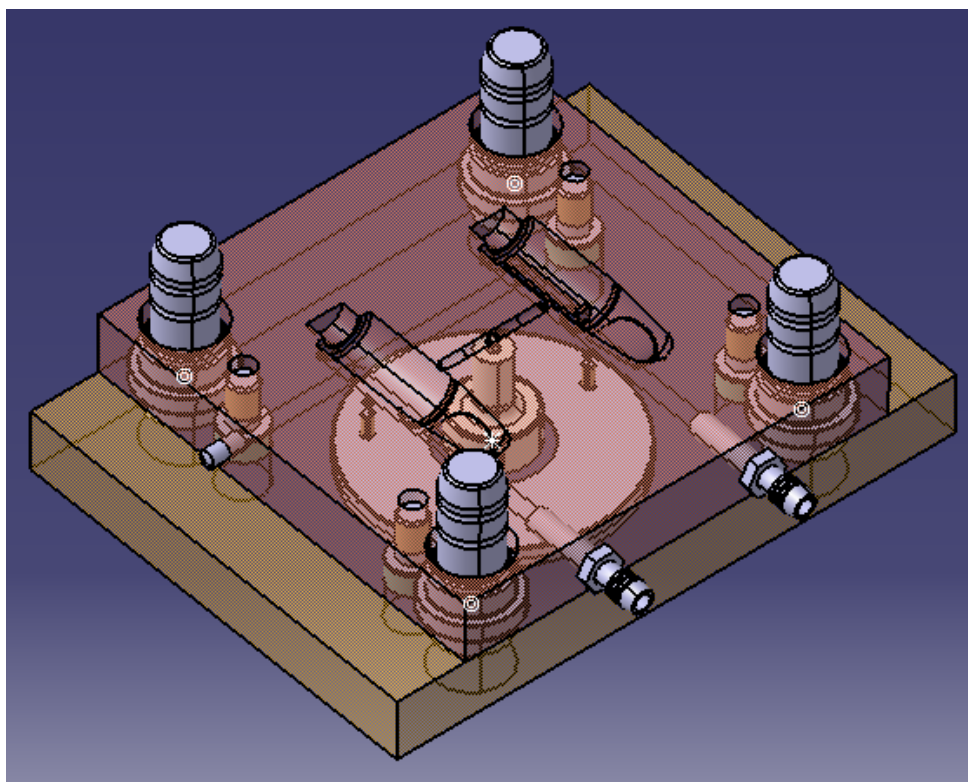


Слика 4.21: Завртањ са прстенастом главом

Тиме је завршена конструкција алата у софтверу CATIA V5 R16. На слици 4.22 приказана је непокретна страна алата са свим елементима, а на слици 4.23 приказана је покретна страна алата са свим њеним елементима.

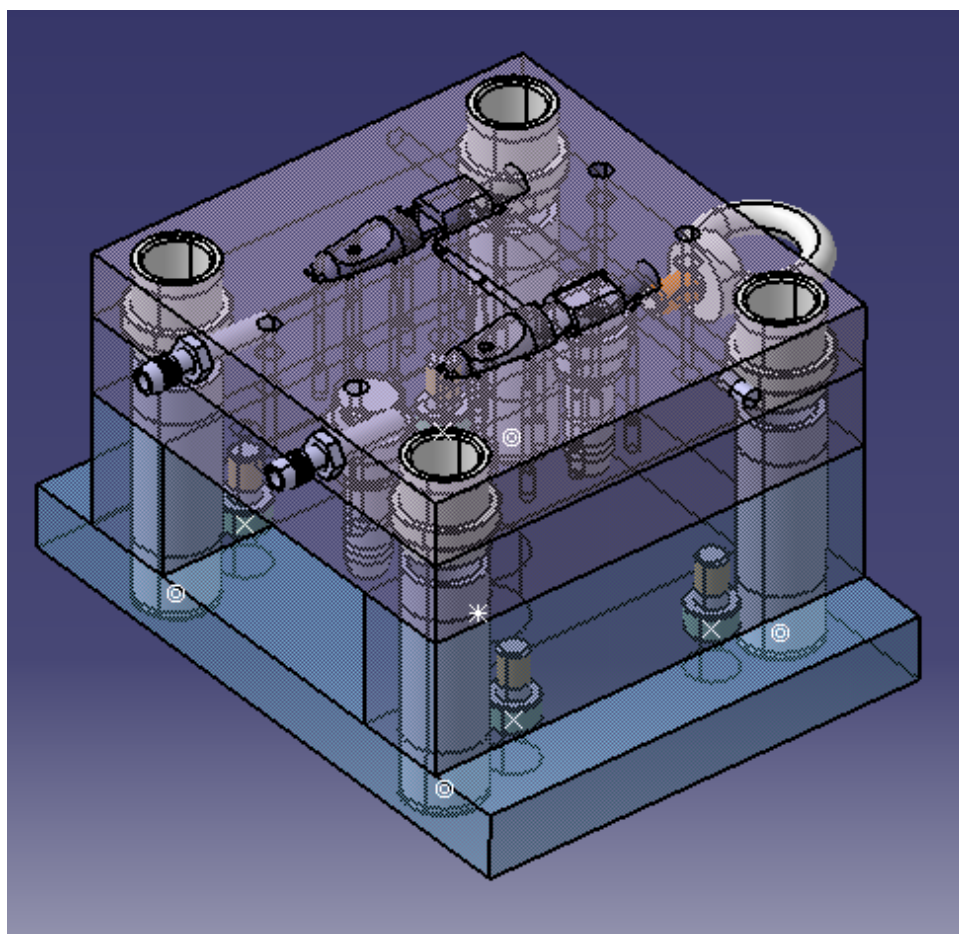


(1)

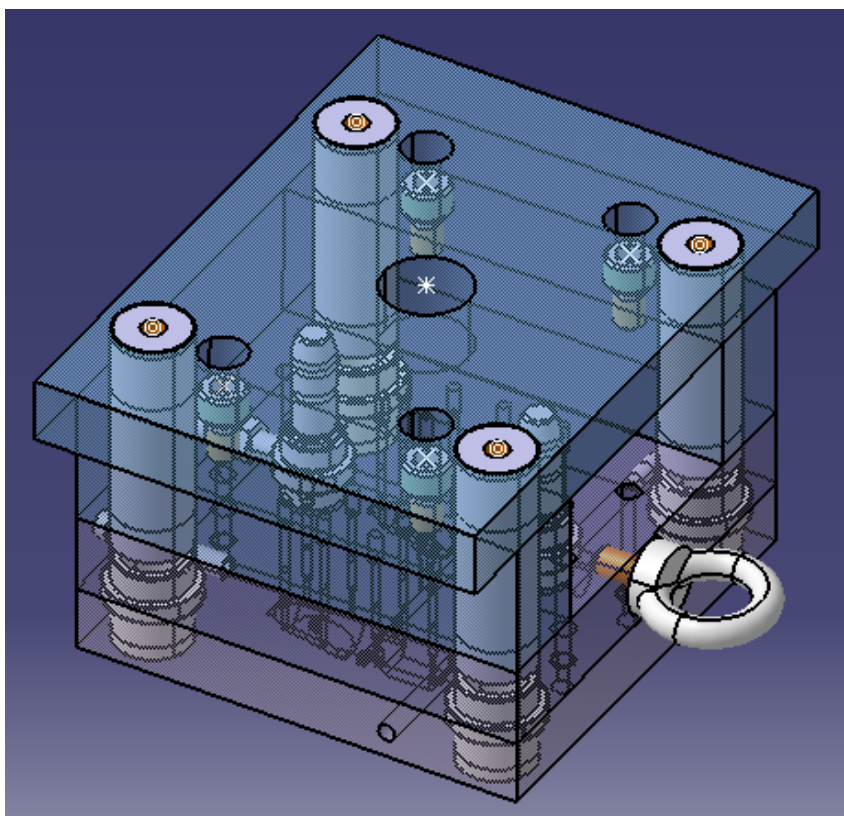


(2)

Слика 4.22: Непокретна страна алата: 1 - поглед одозго, 2 - поглед одоздо



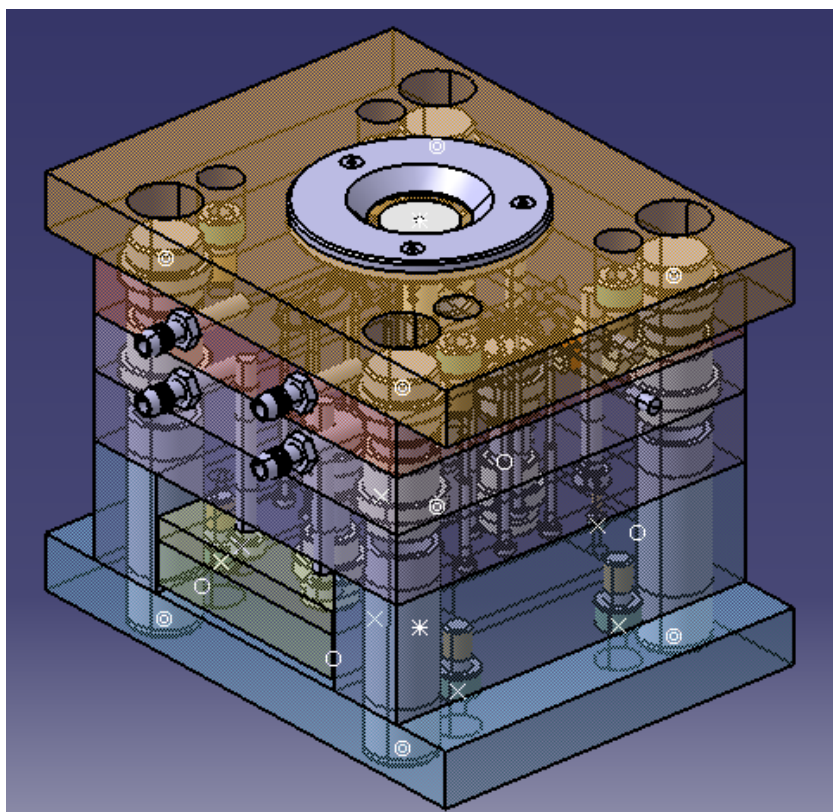
(1)



(2)

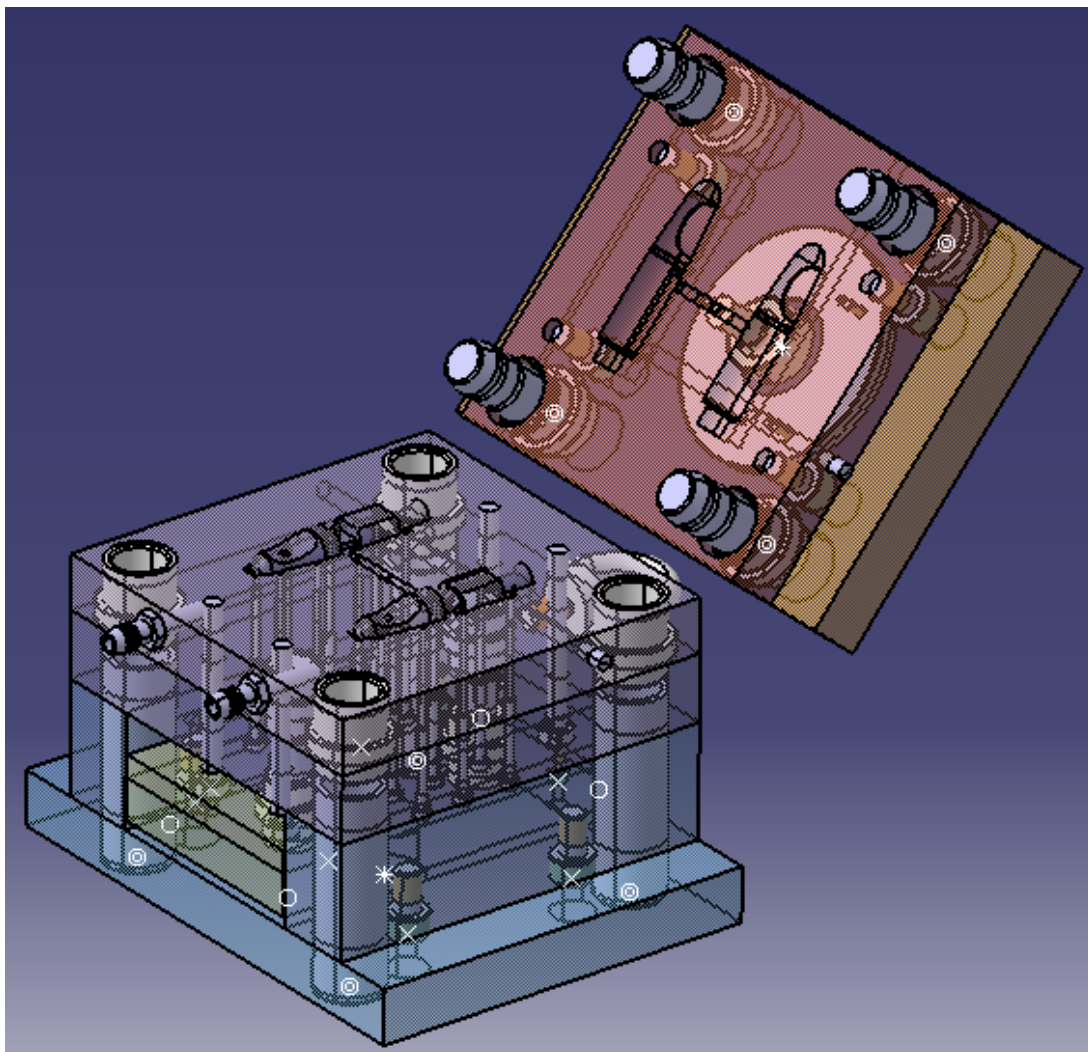
Слика 2.23: *Покретна страна алата: 1 - поглед одозго, 2 - поглед одоздо*

На слици 2.22 приказан је алат за бризгање кућишта утикача сијалице на аутомобилу.



Слика 4.22: *Алат за бризгање кућишта утикача сијалице на аутомобилу*

На слици 4.23 приказан је отворен алат за брызгање кућишта утикача сијалице на аутомобилу.



Слика 4.23: Отворен алат за брызгање кућишта утикача сијалице на аутомобилу

5. 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 велико број стандардних елемената алата познатих светских произвођача.

Постојање стандарних 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 кућишта алата за инјекционо бризгање утикача за сијалицу на аутомобилу употреба стандардних елемената из софтвера CATIA V5 R17 знатно скраћује време пројектовања алата.

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.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] **Богдан Недић**, Владислав Ђукић, Пластичне масе, Машински факултет, Крагујевац 2004.
- [2] **Богдан Недић**, Технологије прераде пластичних маса, Машински факултет, Крагујевац 2008.
- [3] **Бошко Перошевић**, Калупи за инјекционо пресовање пластомера (термопласта), Београд 1988.
- [4] **Марко Миљковић**, Завршни рад: Анализа процеса EDM обраде са примером пројектованих електрода, Крагујевац 2012.

Корисни линкови:

www.rutlandplastics.co.uk/moulding_machine.shtml

<http://mould-technology.blogspot.com>