

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу
Војна академија Универзитета одбране у Београду



Назив студијског програма: Војноиндустријско инжењерство

Ниво студија: Основне академске студије

Модул: Наоружање

Предмет: Технологија прераде пластичних маса

Број индекса: 515/2014

Анђела П. Живановић

**Технологија двокомпонентног
бризгања пластике**

Дипломски рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. др. Богдан Недић, редовни професор – ментор

2. _____

Датум одбране: _____

3. _____

Оцена: _____

**Крагујевац,
октобар 2019. год.**



Универзитет у Крагујевцу
Факултет инжењерских наука



Основне студије: **Војно индустријско инжењерство**

Студијско подручје (усмерење): **Наоружање**

Име и презиме: **Анђела Живановић**

Број индекса: **515/2014**

ПРИЈАВА ДИПЛОМСКОГ РАДА

Тема рада: **Технологије двокомпонентног бризгања пластичних маса**

Задатак: У оквиру дипломског рада кандидат треба да изврши прикупљање и систематизацију података о вишекомпонентном бризгању пластичних маса. Потребно је описати двокомпонентно бризгање у предузећу СЦГМ Крагујевац. У другом делу рада у дати пример пројектованог алата за двокомпонентно бризгање за изабрани део и описати алат и начин бризгања са пројектованим алатом.

Дипломски рад треба да садржи следеће целине:

1. Увода разматрања,
2. Вишекомпонентно бризгање
3. Примена двокомпонентног бризгања у предузећу СЦГМ Крагујевац,
4. Пример пројектовања алата за двокомпонентно бризгање,
5. Закључци,
6. Литература.

Ментор:

Др Богдан Недић, редовни професор

Крагујевац, 31.05.2019.

Резиме

На основу истраживања и анализе расположиве литературе у овом раду је приказана технологија прераде пластичних маса процесом двокомпонентном бризгања.. У посебном поглављу приказани су алат, метода и сам процес обраде у фабрици СЦГМ у Крагујевцу. На крају, дат је закључак на основу истраживања и анализе у поменутој фирми, као и ван ње.

Кључне речи:

Пластичне масе, бризгање, алати

Summary

On the basis of research and analysis of the available literature, in this paper presents the technology of plastics processing by a two-component injection molding process. A separate chapter presents the tool, method and process of 2K injection molding in factory SCGM in Kragujevac. In the end, a conclusion is given based on research and analysis in and outside the mentioned company.

Key words:

Plastic masses, molding, tools

Садржај

1 Увод.....	1
2 Вишекомпонентно бризгање	3
2.1 Методе вишекомпонентног бризгања.....	4
2.1.1 Вишекомпонентно бризгање са ротирајућом плочом.....	4
2.1.1.1 Трокомпонентно бризгање.....	6
2.1.1.2 Четворокомпонентно бризгање	6
2.1.2 Вишекомпонентно бризгање са индексном плочом.....	8
2.1.2.1 Бризгање склопова.....	9
2.1.3 Вишекомпонентно бризгање са покретним језгром.....	11
2.1.4 Overmolding	12
2.1.5 Сендвич бризгање	14
2.1.6 Интервал бризгање	16
3 Дизајн и материјали код вишекомпонентног бризгања	17
3.1 Дизајн вишекомпонентних отпресака.....	17
3.2 Избор материјала	22
4 Примена двокомпонентног бризгања у предузећу SCGM Крагујевац.....	24
4.1 Опште о двокомпонентном бризгању.....	24
4.2 Двокомпонентно бризгање у фабрици SCGM у Крагујевцу	26
5 Пример пројектованог алата за двокомпонентно бризгање	29
6 Закључак	43
7 Литература.....	44

1 Увод

Савремени производни системи у машинској индустрији одликују се проширењем асортимана производа, високом фреквенцијом промене програма производње, захтевима за сталним побољшањем квалитета производа, алата, смањењем рокова и трошкова њихове израде, сталном потребом подизања технолошког нивоа производа итд. Једна од најважнијих карактеристика савременог производног система јесте способност да се у што краћем временском периоду пројектује и произведе велики број висококвалитетних производа. Брзо лансирање новог производа на тржиште, пре него што то учини конкуренција, представља кључни фактор у обезбеђивању већег дела тржишта и виших профитних стопа. Кључни аспект у развоју производа јесу фазе концепцијског и детаљног пројектовања у којима треба да дође до стварања и вредновања идеја за нови производ. То може бити дугачак, комплексан и итеративан процес, који обухвата следеће етапе: идентификацију потребе за неким производом, стварање почетних идеја за потенцијално решење, вредновање тих идеја, корекцију идеја и дефинисање допунских детаља, тестирање идеја у циљу даљег вредновања, производњу комплетне спецификације за одабрано решење, припрему неопходне документације, као што су склопни, радионички цртежи, листе потребних материјала и слично.

Прерада термопласта бризгањем нарочито је погодна за масовну производњу, као и за обраду свих полимерних материјала. Бризгање се дефинише као поступак прераде пластомера брзим убризгавањем растопљеног материјала у гравуру при одређеној температури и његово очвршћавање. На тај начин се добија жељени облик.

Предност овако прерађених материјала огледа се највише у уштеди материјала, али и кратком времену израде и мањем простору за производњу. Остале предности су:

- Тачност димензија и облика производа;
- Могућност обликовања делова сложене конфигурације;
- Финални производ је одмах спреман за уградњу;
- Велике могућности накнадног оплемењивања површине и
- Могућност коришћења регенерисаног материјала.

Машина која се користи, бризгалица, је веома сложена и она мора да осигура одржавање радних услова у уским границама. Пре саме производње отпреска, машина се припрема и загрева на радну температуру, загревају се коморе за топљење термопласта и калуп. Потпуна топлотна равнотежа се не успоставља већ се постиже током рада система. по правилу, до постизања равнотеже, систем производи неисправне отпреске или отпреске нижег нивоа квалитета.

Машине за бризгање су предвиђене за неколико функција:

- Причвршћивање и држање двеју половина алата;
- Затварање алата;
- Вођење и загревање пластичне масе;
- Отварање алата и
- Активирање система за избацивање отпреска.

У поглављима 2 и 3 дате су опште информације о вишекомпонентном бризгању. У другом поглављу дате су методе вишекомпонентног бризгања и уједно су описане следеће врсте: са ротирајућом плочом, са индексном плочом и са извлачивим језгрима. У трећем поглављу описани су дизајн вишекомпонентних отпресака, као и материјали који се користе код вишекомпонентног бризгања.

У поглављу 4 описано је двокомпонентно бризгање, односно дате су опште карактеристике, док је даље описано двокомпонентно бризгање у предузећу SCGM, тачније дате су информације о машини коју користе и материјалима које користе.

Комплетан процес израде једног алата за одређени радни комад, као и пратећа документација описани су у поглављу 5.

2 Вишекомпонентно бризгање

Услед потребе из функционалних, економских и естетских разлога да се један производ израђује од више различитих полимерних материјала развијен је поступак вишекомпонентног бризгања. Представља процес израде производа од најмање два различита материјала.

Полимери се загревају до температуре топљења, а затим се убацују у калуп или сет калупа где очвршћавају у жељеним облицима, заузимањем шупљине у калупу у којима су смештени. Вишекомпонентним бризгањем могуће је повезати више функција у једном производу, побољшати квалитет производа и снизити укупне тошкове. Овај поступак захтева скупљу опрему и калупе, као и низ помоћних уређаја, али се исплати при великосеријској производњи.

Код овог поступка примењује се бризгалица са две или више јединице за бризгање, а компоненте се убризгавају свака кроз посебно ушће узастопно једна иза друге, или евентуално кроз исти уливни систем. Калуп склопљен за први корак бризгања користи се за убризгавање првог материјала. После комплетирања првог корака, склоп калупа се мења уклањањем и додавањем компонената па се и други материјали бризгају да би произвели жељени облик производа. Могућност за формирање вишематеријалних структура може омогућити дизајнеру да користи различите делове структуре што помаже у побољшању материјално-функционалне складности отпреска.

Неопходно је да при вишекомпонентном бризгању постоји међусобна веза између материјала, те је веома битно како се ти материјали спајају да би формирали жељени производ. Феномен спајања два материјала је комплексан те је тешко одредити природу и тачан квалитет њихових међусобних веза. Три основна типа веза су: хемијска, механичка и комбинована.

Као резултат везивања дуж додирне ивице формира се хемијска веза. Ова настаје између додирних површина деловањем силе која је производ међусобне полимеризације различитих молекула посматраних полимера. Издужење и јачина овог интерфејса је сложена функција са много променљивих укључујући молекуларне карактеристике, температура материјала и вискозности. Ако су полимери компатибилни онда у интерфејсу где ће се вршити спајање, температура мора достићи вредност која је довољно висока да омогући спајање. Спајање зависи од два фактора, међумолекулског везивања и површинског напрезања.

Ако полимери нису компатибилни, онда само механичко блокирање може успешно да их спаја. Макроскопска или блокирајућа веза се формира механичким спајањем два материјала путем неког облика геометријског интерфејса који може бити искоришћен за селективну контролу релативног кретања одвојених материјала по различитим степенима слободе.

Неки процеси захтевају коришћење комбинације веза. Истраживања су показала да комбинација даје много боље резултате код уздужног напрезања од равног везивања као и од невезаног блокирајућег интерфејса. Ово нам говори да кад год је јечина битан фактор, комбинациони интерфејс да би требало да буде употребљен када је то физички могуће и финансијски подесно.

2.1 Методе вишекомпонентног бризгања

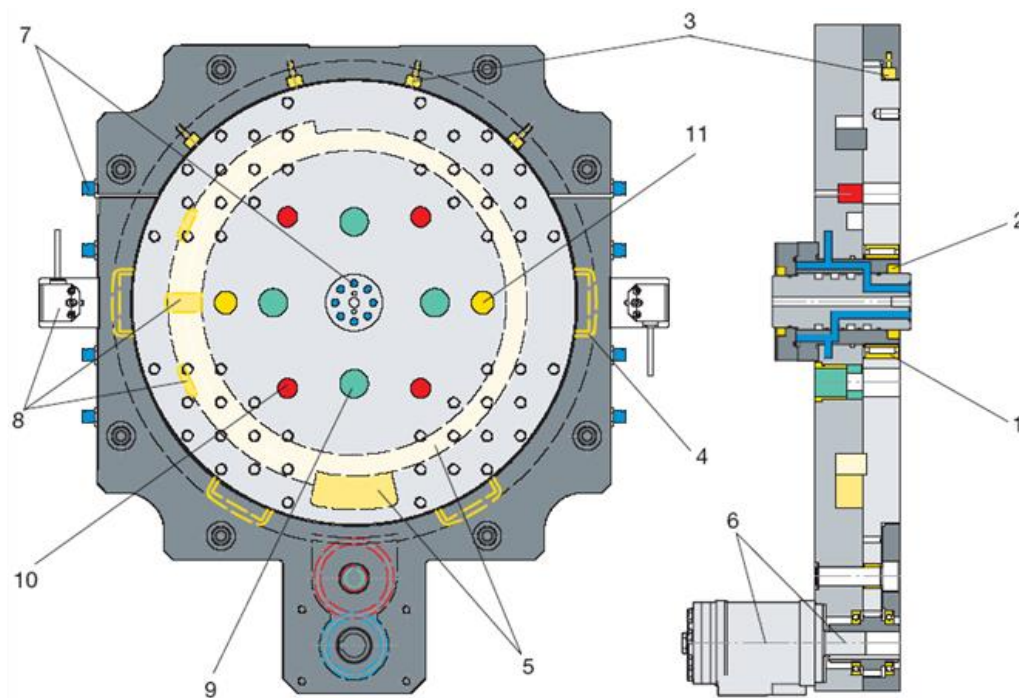
Формирање калупа је један од најкомпликованијих процеса. Када је калуп једном формиран, делови се могу израђивати у великим количинама и веома брзо. Док се количина производа повећава, цена израде појединачног дела се смањује услед амортизације цене калупа према великом броју производа. Да би се што више смањили трошкови и скратило време развоја, неопходно је пажљиво и отпочетка пратити процес бризгања. Калупи за вишекомпонентно бризгање могу имати од 2 до 5 калупних шупљина и одговарајући број ушћа. У зависности од система за манипулисање калупима, најчешће врсте вишекомпонентног бризгања су са:

- Ротирајућом плочом;
- Индексном плочом и
- Извлачивим језгрима.

2.1.1 Вишекомпонентно бризгање са ротирајућом плочом

Покретни део калупа који је везан за ротирајућу плочу садржи идентичне шупљине пресликане симетрично у односу на осу плоче, док непокретни део калупа садржи шупљине са другачијом геометријом, односно, језгро за оба нивоа производа који се

израђује је потпуно исти. Ротирајућа плоча (слика 1) има задатак промене положаја предформи отпресака у односу на калуп, за сваки корак посебно. Ово елиминисхе потребу за мануелним мењањем калупа помоћу роботске руке.



Слика 1. Ротациона плоча за промену положаја калупа за по 180°

1-радијални лежај обртне плоче, 2-радијални лежај осовине за хлађење; 3,4-аксијални лежајеви обртне плоче; 5-граничници; 6-погонски систем; 7-прикључци за хлађење; 8-прекидач и контролни елемент тражене позиције; 9-отвор за избацивач; 10-отвори за систем за померање калупа; 11-отвор за центрирање

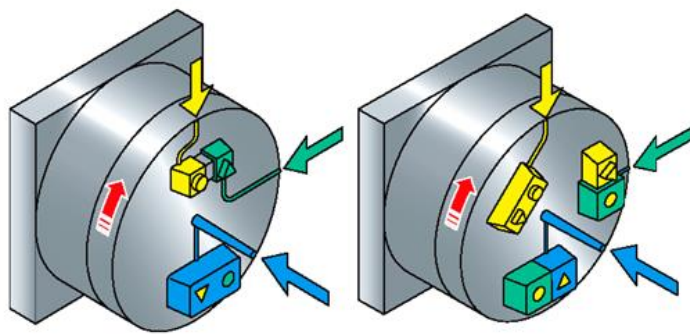
Овакво бризгање омогућава да се предформа отпреска преноси у следећи положај ротирањем покретног дела калипа или неког додатног елемент као и да се отпресак избаци после одређеног времена хлађења. Ротирајућа плоча се чврсто везује за покретни део калупа и може се користити за различите облике и димензије калупа.

Погон може бити хидромотор чији је рад програмиран у управљачкој јединици или напреднијим серво-електричним системом чиме је омогућено брже померање калупа и где се тражена позиција постиже без механичких граничника. Код овог система редослед и величина померања индексне јединице програмирани су у контролној јединици. Пречници обртне плоче су у распону од 460 до 1000mm. Кроз централну осовину разбушени су канали који калупима обезбеђују воду за хлађење.

Један од процеса вишекомпонентног бризгања који припада овој групи јесте двокомпонентно бризгање који ће бити описано у наредном поглављу.

2.1.1.1 Трокомпонентно бризгање

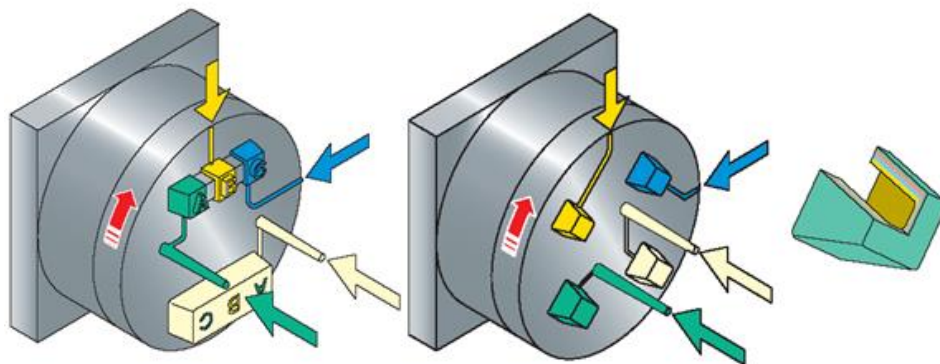
У производњи са три станице део платформе се бризга на првој станици, а део на другој након ротирања алата за 120 степени. На трећој станици алата врши се бризгање облоге. Процес трокомпонентног бризгања приказан је на слици 2.



*Слика 2. Трокомпонентно бризгање;
1-алат са две странице; 2-алат са три странице*

2.1.1.2 Четворокомпонентно бризгање

Редослед функција код овог бризгања може бити представљен на више различитих начина, што је и приказано на слици 3.

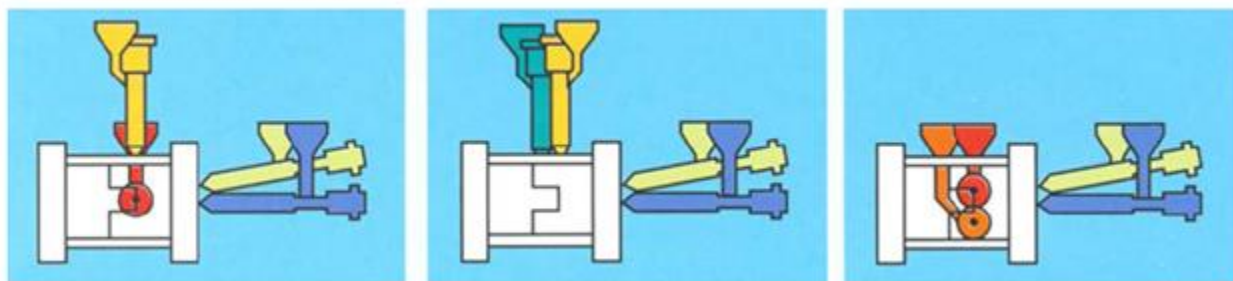


Слика 3. Четворокомпонентно бризгање

1- на две станице; 2-на четири станице; 3-изглед производа

Бризгање са две станице – симулација овог процеса може бити врло слична трокомпонентном бризгању. У првом кораку, претформа се израђује истовременим бризгањем трију компоненти. Затим се цела половина калупа ротира за 180 степени за друге позиције. Овде се четврта компонента бризга околу претформе и формира готов део.

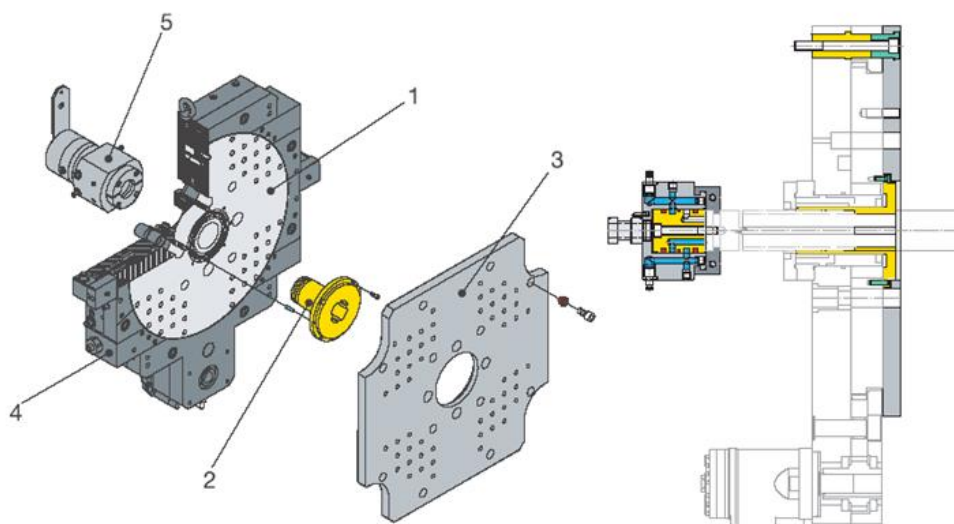
Бризгање са четири станице – овим поступком се могу израђивати вишеслојни пластични делови. На тај начин за унутрашње слојеве се могу користити регенерисани материјали. Унутрашњи слој дела је произведен на првој станици, калуп се затим закреће за 90 степени до следеће станице. Тамо се друга компонента бризга околу прве. Након следеће ротације део стиже до треће, а затим и до завршне четврте станице где је и завршни производни корак у којем се бризга видљиви спољашњи слој. Након завршетка времена хлађења готови вишеслојни део може бити скинут из калупа. У стварном циклусу комплетан део се производи у сваком отварању калупа. Постоје различити положаји јединица за убризгавање код четворокомпонентног бризгања, што је и приказано на слици 4.



Слика 4. Могући положаји јединица за убризгавање код четворокомпонентних бризгалица

2.1.2 Вишекомпонентно бризгање са индексном плочом

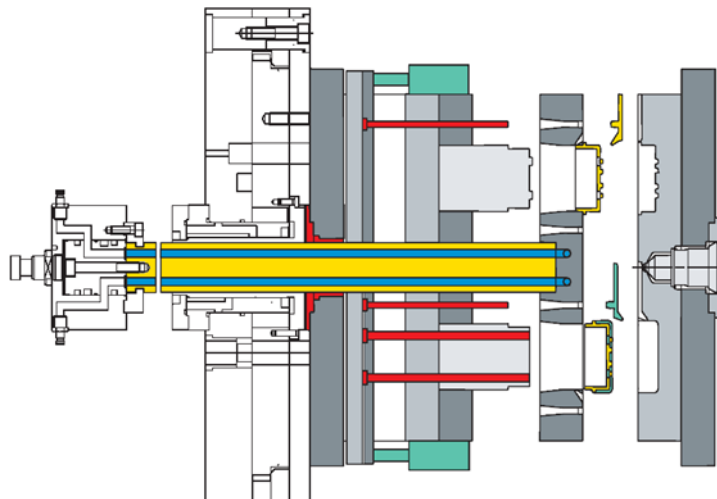
Код вишекомпонентног бризгања са индексном плочом (слике 5 и 6) технолошки захтеви бризгања не подразумевају ротирање покретне стране калупа већ осовине која добија обртни момент од обртне плоче и лежишне постелице и која на свом крају носи индексну плочу. Обртна плоча слободно ротира унутар обода за кога је чврсто везана плоча. Праволинијско кретање осовине у оба смера омогућено је везом термостатног блока и хидроцилиндра избацивача машине. Обртање и праволинијско кретање осовине односно индексне плоче програмирано је путем контролног система избацивача.



Слика 5. Индексна јединица

1-обртна плоча; 2-постељица лежишта; 3-плоча; 4-обод обртне плоче

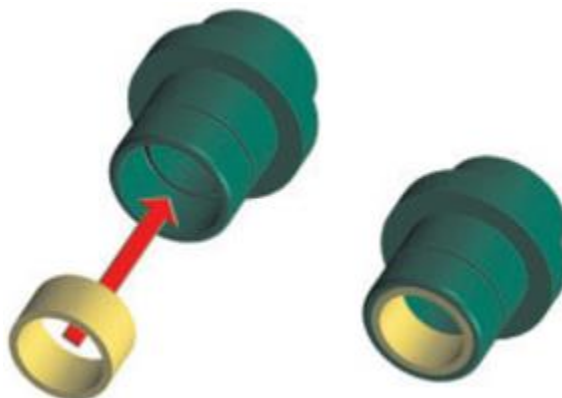
Процес вишекомпонентног бризгања са индексном плочом карактеришу комплетно другачији и језгро и шупљине за сваки корак бризгања. Осовина, повезана са хидроцилиндром избацивача се помера напред после фазе очвршћавања отпреска након чега следи ротација индексне плоче, враћање осовине назад ослобађајући истовремено отпресак уливка и позиционирање у нови положај. Индексна плоча је компликованија од ротирајуће и захтева више делова за калуп. Ова комплексност повећава цену коштања калупа и време циклуса, али омогућава израду компликованијих делова.



Слика 6. Двокомпонентно бризгање са индексном плочом

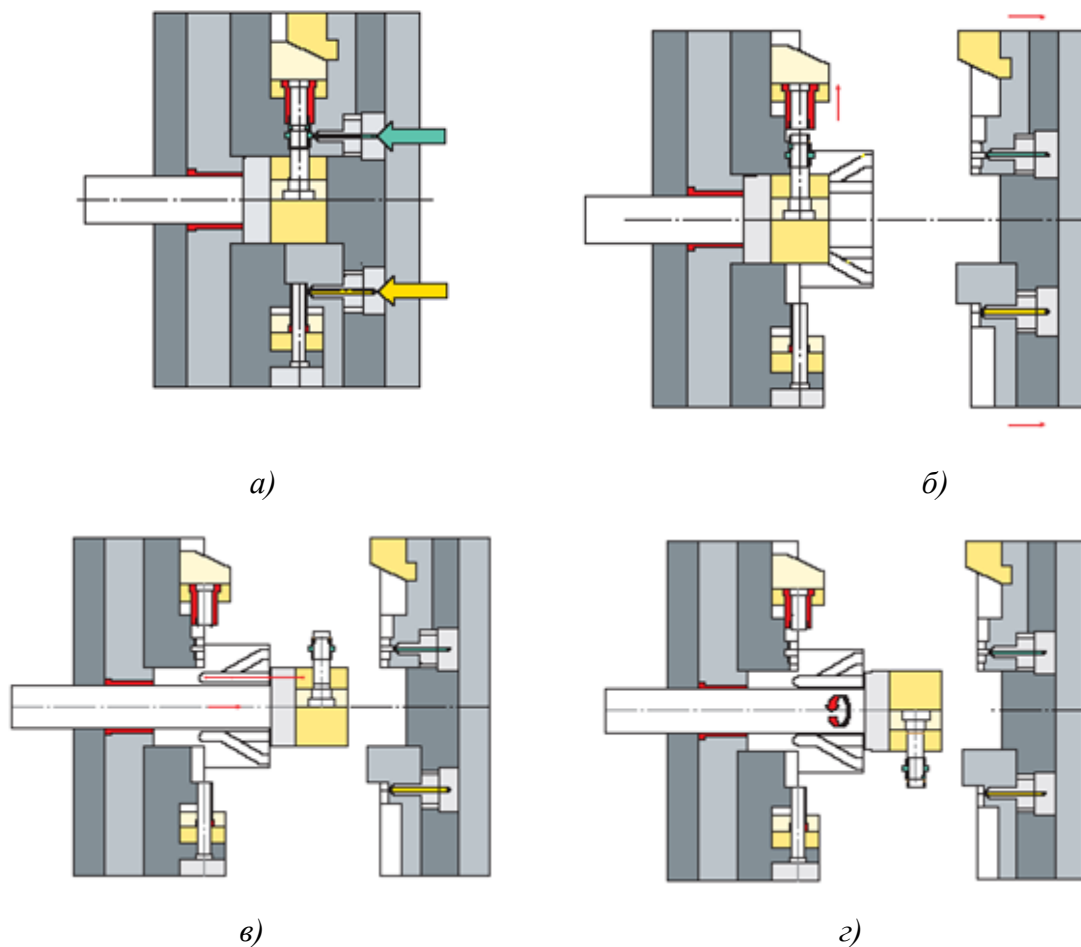
2.1.2.1 Бризгање склопова

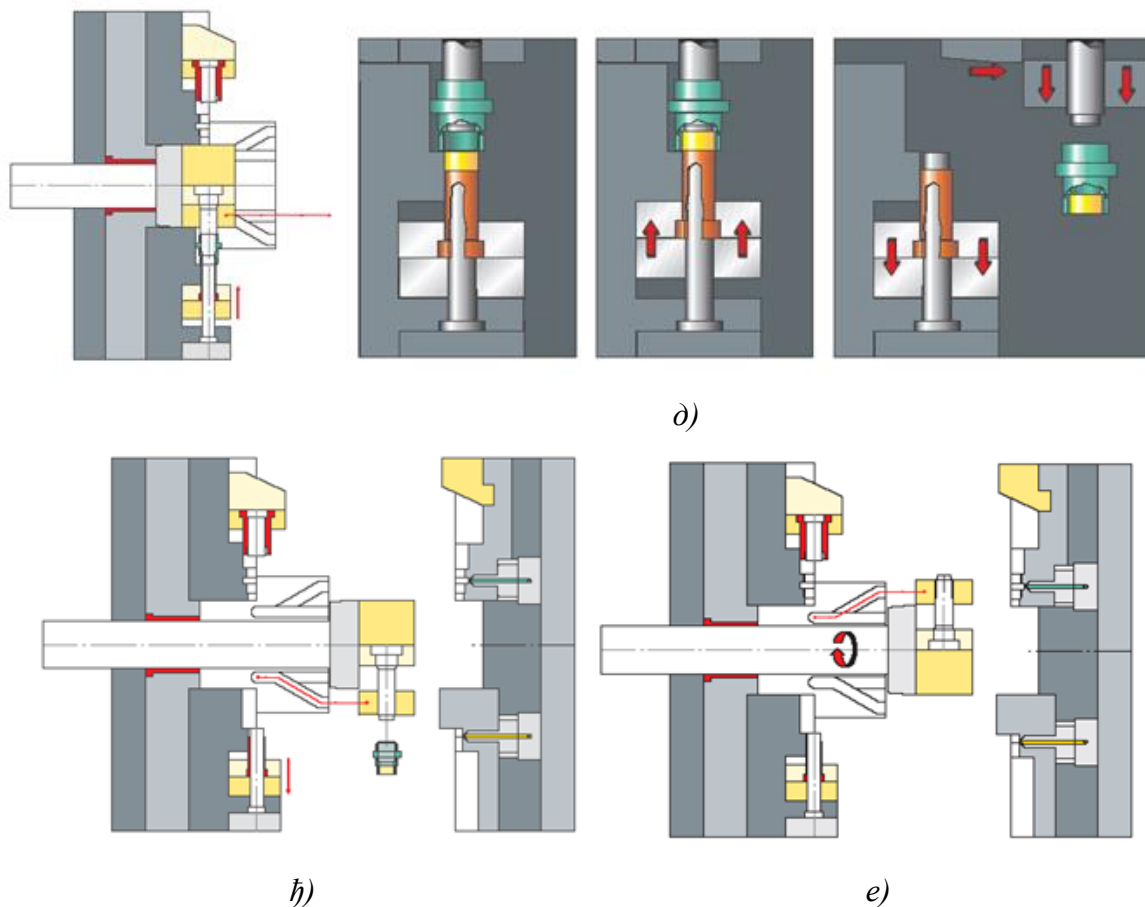
Метода којом се спајају два или више отпреска различите геометрије чији су материјали због својих карактеристика потпуно некомпатибилни при чему се компоненте посебно бризгају у различитим калупима на машини за вишекомпонентно бризгање са индексном плочом, а затим спајају сачињавајући склоп. Пример на слици 7 који је описан представља бризгање лежишта за кабл са унутрашњом чауром.



Слика 7. Лежиште за кабл са унутрашњом чауром

Сам процес бризгања склопа је приказан на слици 8 и се врши у неколико аутоматизованих операција. Најпре се компоненте бризгају у калупу одговарајућим шупљинама. Следи отварање калупа, преношење прве компоненте у други одговарајући положај транслацијом, а онда и обртањем осовине и позиционирање изнад језгра друге компоненте, утискивање чауре у лежиште путем језгра и на тај начин врши спајање, односно добијање финалног производа. Предност ове методе је што нису потребне додатне производне операције као и у високом степену искоришћења.



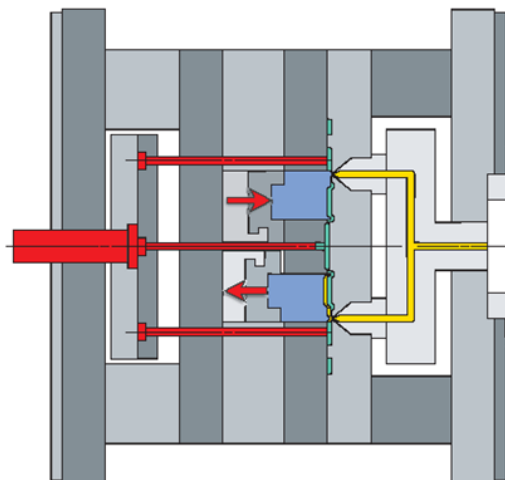


Слика 8. Поступак бризгања склопа

а)бризгање компонента; б)отварање калупа; в)транслација осовине; г)ротирање осовине; д)детаљни приказ спајања компонента у склоп; ђ)избацавање склопа; е)ротирање осовине, повлачење избацавача и затварање калупа

2.1.3 Вишекомпонентно бризгање са покретним језгром

Зависно од унутрашњег покретног елемента, разликују се калупи са клизним и калупи са извлачивим језгрима. Овај начин бризгања приказан на слици 9 обавља се по тачно одређеном редоследу.



Слика 9. Композитно бризгање са клизним и извлачивим језгром

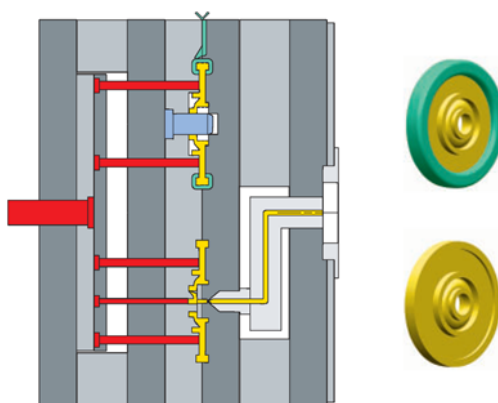
У току бризгања у првој фази се бризга предформа сачињена од прве компоненте у калупној шупљини за прву операцију на чему је остатак укупне калупне шупљине затворен. Отпресак добија геометрију у следећој фази када се уз помоћ покретног елемента отвара други део алата и попуњава остатак шупљине другом компонентом. Композитно бризгање се може радити од два материјала или више њих када конструкција постаје знатно сложенија. Као и код других вишекомпонентних процеса у избору материјала за процес бризгања мора се посматрати хемијска и топлотна компатибилност као и други фактори значајни за обраду.

Предформа не мења положај, обрада се обавља у једном калупу без међуотварања алата и транспорта предформе што је и основна предност али треба нагласити да није могуће истовремено бризгање различитих компоненти. Кретање покретних језгара одређено је на принципу слободног програмирања, док се на монитору контролишу њихови положаји.

2.1.4 Overmolding

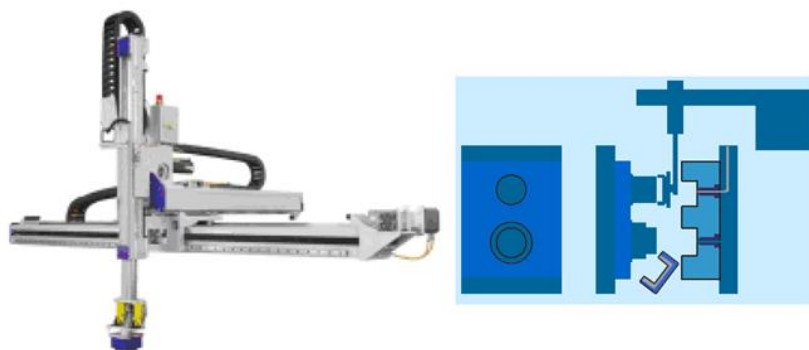
Овај процес у производњу вишекомпонентних производа укључује већи број калупова на тај начин што се најпре у први калуп убризга први материјал као код једнокомпонентног бризгања. После фазе хлађења добијена претформа се преноси у други калуп где се убризгава други материјал који се везује са претходним. Дакле, циљ је да се добије структура код које различити материјали имају посебну функцију, на пример прва компоненета служи за круту основу односно структурну стабилност, док друга има улогу обележавања, естетике, заптивања и слично. Метода није препоручљива за бризгање

отпресака са захтеваном високом тачношћу или са осетљивим површинама. Overmolding је приказан на слици 10.



Слика 10. Overmolding бризгање

Ако могућности дозвољавају, као код производње спојлера, овај процес се обавља на две бризгалице где манипулисање отпреском врши робот, што је и приказано на слици 11.

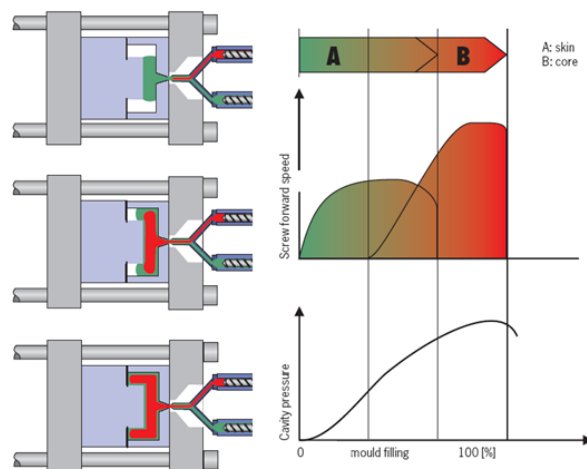


Слика 11. Робот у overmolding бризгању

Избор оптималног процеса вишекомпонентног бризгања зависи од низа фактора: потребног квалитета адхезије, циклуса калупљења, сложености геометрије отпреска, улагања. У табели дате су основне разлике и карактеристике overmolding поступка.

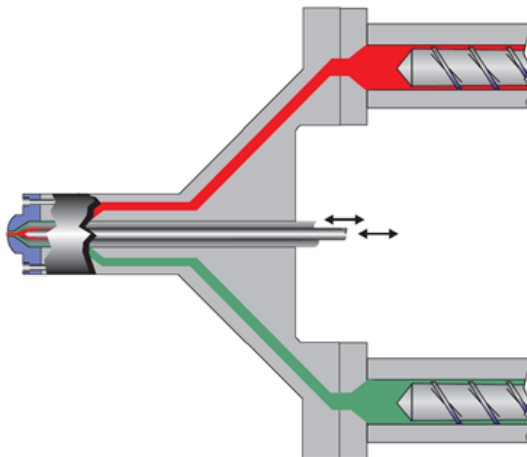
2.1.5 Сендвич бризгање

Основни концепт поступка приказаног на слици 12 јесте бризгање материјала по контролисаном редоследу кроз посебне водове у истој млазници са циљем да се добије производ који се састоји од спољашњег "skin" материјала који окружује унутрашњи "core" материјал при чему је метода ограничена добијањем производа једноставније геометрије.



Слика 12. Шема сендвич бризгања

Што се избора материјала тиче, за овај поступак се користе сви материјали који се иначе користе у типичним поступцима бризгања. Хемијску подударност два материјала одређују њихове вискозности које омогућавају истовремено течење оба полимера, односно skin материјал најчешће има нижу вискозност што му омогућава приљубљивање уз хладну површину калупне шупљине што је услов за добијање skin/core структуре жељене дебљине спољашњег слоја која се регулише контролом брзине бризгања, температуре и притисака оба пластомера. Шема двоканалне млазнице приказана је на слици 13



Слика 13. Шема двоканалне млазнице

Сендвич бризгање се често употребљава тамо где се од спољашње видљиве површине захтевају високе естетске карактеристике, а језгро може бити сачињено од рециклираног материјала или материјала који има већу тврдоћу. Такође, користи се за делове који се стилски истичу, тако да се раде од спољашњег провидног слоја унутар којег је разнобојно језгро. Најчешће се израђују:

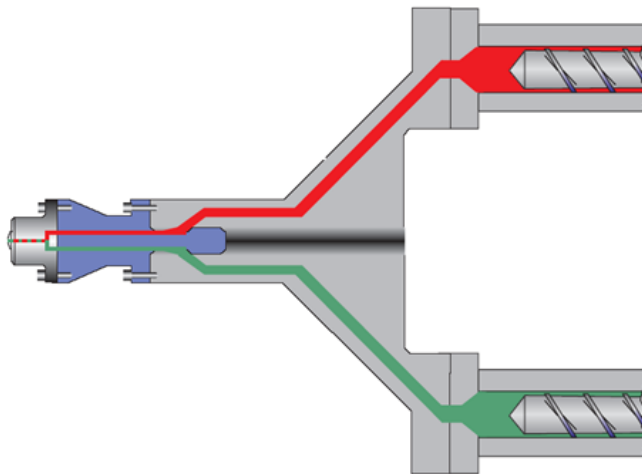
- Отпресци са спољашњим чврстим и унутрашњим материјалом ниске густине у виду пене са дебљинама зидова од 4mm или више код којих су самим тим спречени проблеми скупљања, напрслина, унутрашњих напона и оребрења, а процес се обавља без притиска држања;
- Отпресци са чврстим унутрашњим и спољашњим материјалом у вису пене и
- Отпресци са чврстим спољашњим и унутрашњим материјалом, дебљине зидова од 1 до 4mm.

Основна предност овог бризгања је у томе што се као унутрашњи материјали могу користити јефтини или рециклирани материјали који у укупној маси отпреска могу учествовати са 60%. На слици 12 дата је шема сендвич бризгања. У првој фази отворен је само вентил за материјал А, односно омогућено је бризгање спољашњег материјала. Бризгање материјала језгра почиње пре завршетка прве фазе, па се контролисањем брзине убризгавања и притиска у калупној шупљини избегавају грешке при везивању материјала. У трећој фази спољашњи материјал омогућава потпуно попуњавање калупне шупљине, односно, везивање два материјала.

Финални производ се затим хлади и очвршћава и избацује из калупа.

2.1.6 Интервал бризгање

Две компонентне пластике се бризгају наизменично у калуп у току интервал бризгања, а мешају се у специјалној миксер млазници (слика 14) која је постављена испред овог система. ефекти боја које су формиране технологијом интервал бризгања могу се биати у току бризгања и зависе од течења оба пластомера. У току бризгања, две јединице за бризгање су истовремено укључене у специјалну интервал јединицу, која је постављена и причвршћена испред калупа, унутар које је постављена млазница за мешање. Обојеност је у зависности од циклуса секвеци, начина израде дела, позиције, тока и особина бризаног материјала.



Слика 14. Млазница за интервал бризгање

3 Дизајн и материјали код вишекомпонентног бризгања

Да би се правилно конструисао радни предмет вишекомпонентним бризгањем неопходно је остварити и ускладити *технолошке, функционалне и естетске* захтеве.

3.1 Дизајн вишекомпонентних отпресака

Код дизајнирања вишекомпонентних отпресака, веома је важно да им геометрија дозвољава могућ и економичан начин израде, што обично значи упрошћавање облика компонената колико је то могуће. У неким случајевима, предложен дизајн једноставно није изводљив па компоненте морају бити редизајниране да би омогућиле неку захтевану функционалност са одржавањем израдљивости.

Дебљина зидова суштински утиче на напрезање у отпреску, на тачност израде и време држања отпреска под притиском при инјекционом бризгању, односно његове на експлоатационе и техничко-економске показатеље. Дебљина зидове отпреска се одређује по правилу у зависности од његових димензија, узимајући у обзир потребну механичку чврстоћу готовог отпреска и течљивост пластомера који се прерађује. Пракса је показала да је минимална дебљина зида отпреска код већине пластомера измеру 0,5 и 0,9mm на 100mm пута течења. Дебљина зида по могућности треба бити једнака. Уколико се ради функције отпреска не могу избећи различите дебљине зидова, потребно је предвидети прелазе. Треба обратити пажњу на место уливања тако да растоп пластомера код инјекционог бризгања у калупу, тече од дебелих ка танким деловима зида отпреска. У супротном, долази до стварања великих напрезања у калупу. Ако растоп пластомера који дотиче мора обилазити уграђена језгра или трнове, мора се минимална дебљина зида повећати. У противном није загарантовано хомогено спајање пластомера. Настали спој се одражава на чврстоћу отпреска. Негативности услед различитих дебљина зидова се могу делимично елиминисати применом одговарајућег уливног система и посебног система хлађења калупа.

Технолошки нагиби на отпресцима од пластомера олакшавају њихово вађење из калупне шупљине. Недовољна коничност доводи често до оштећења отпреска и језгра при избацивању из калупа. Технолошки нагиби су по потреби на вертикалним површинама,

паралелном правцу дејства силе, а такође на површинама отпреска које су паралелне правцу померања саставних делова сложених калупа. За отпреске са малом коничношћу, захтева се већи квалитет израде калупа, већи квалитет бризгалице и усклађивање параметара прераде таквих отпресака. Максимална вредност технолошког угла нагиба страница не прелази 4° .

Радијуси заобљења. Препоручује се да отпресак буде конструисан у што једноставнијем облику онолико колико то допуштају технолошки, функционални и естетски захтеви. Углови између страница треба заоблити одговарајућим радијусима у зависности од висине отпреска, дебљине зидова, врсте пластомера итд. Применом радијуса олакшава се ток растопа пластомера у шупљину калупа, упрошћава вађење отпреска из калупа, побољшава спољни изглед отпреска, олакшава израда калупа, смањују унутрашња напрезања пошто се код оштрих углова јавља концентрација напона, која одговара ефекту зареза, смањује величина промене скупљања отпреска услед чега се повећава тачност израде.

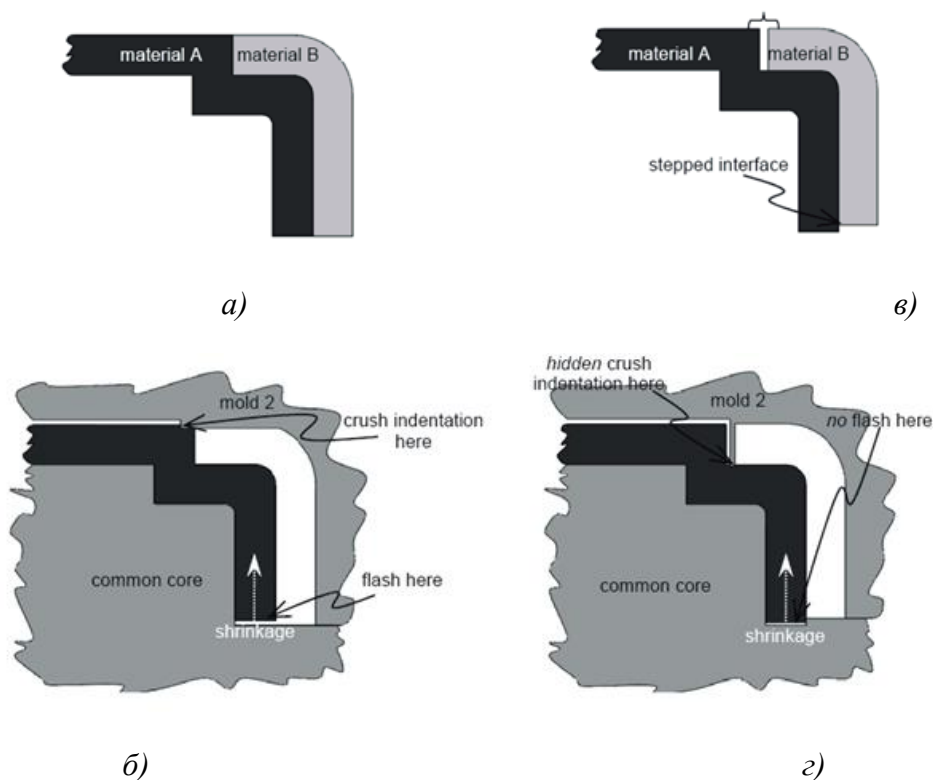
Скупљање пластомера у калупу и накнадно. Може се рећи да готово све врсте пластомера имају различито скупљање у калупу за време бризгања и накнадно, код природног хлађења отпреска. На скупљање пластомера утиче низ фактора, а неки од њих су облик отпреска и дебљина зида, путеви течења, врста уливног система, способност течења изабраног пластомера, услови прераде поступком бризгања. Код одређивања скупљања, треба водити рачуна о чињеници да је скупљање у смеру течења растопа пластомера далеко веће од нормално на смер течења. Дакле, узима се увек комбинација уздужног и попречног скупљања. Испитивања на плочи димензије $400 \times 60 \times 40 \text{ mm}$ од SB(Stiren-Butadien polistiren) и PE ниске густине су показала да је скупљање различито и налази се у распону од 6-7 пута узимајући уздужно и попречно скупљање обзиром на смер убризгавања.

Витоперење се дефинише као деформисање калупљеног дела у односу на његову првобитну раван. Тачна и недвосмислена дефиниција витоперења је компликованија за представљање од скупљања, али уопштено, витоперење је *резултат напрезања услед скупљања*. Ова напрезања се повећавају због различитих разлог, и то: термалних зона дуж и унутар дела, нехомогених скупљања кроз отпресак који су условљени протоком молекула и влакана, и различитих нивоа запреминског скупљања нагомиланог због зона притисака дуж отпреска. Витоперење је сложен процес који зависи од истих параметара који утичу на скупљање. Најважнији узрок код ко-убризганих калупљених производа су асиметрично термално скупљање проузроковано неједнаким хлађењем два материјала, неуниформног раванског запреминског скупљања, неизотропног понашања материјала због проточне оријентације и различитих термалних напрезања због утицаја геометрије

дела. Несиметрично термичко ширење због неједнаког хлађења се дешава код производа сачињених од два материјала који имају различите температуре убригавања.

Трење у калупу односи се на контакт калупа у наредном кораку са предформом из претходног корака. Ако геометрија отпреска није одговарајуће дизајнирана, могло би доћи до претераног трљања између појединих делова калупа и/или трљања између делова калупа и компонентних делова током отварања/затварања калупа. Ово трење може оштетити оба дела калупа и делове који се производе као и да створи непотребна напрезања на притиснутом калупу. **Гњечење** је последица трења у калупу и манифестује се означавањем на површини једног материјала узрокованог контактом материјала калупа и материјала у следећем кораку бризгања. Гречење се дешава када је парцијално комплетиран отпресак притиснут делом калупа који удара у њега да би затворио калуп за следећу дозу материјала.

Пример је приказан на слици 15 и представља дизајнирану компоненту са "гњечењем услед препуњавања" (flush-crush). Дешава се када калуп деформише површину компоненте на вези два материјала. Приказан је попречни пресек једноставног двоматеријалног отпреска.

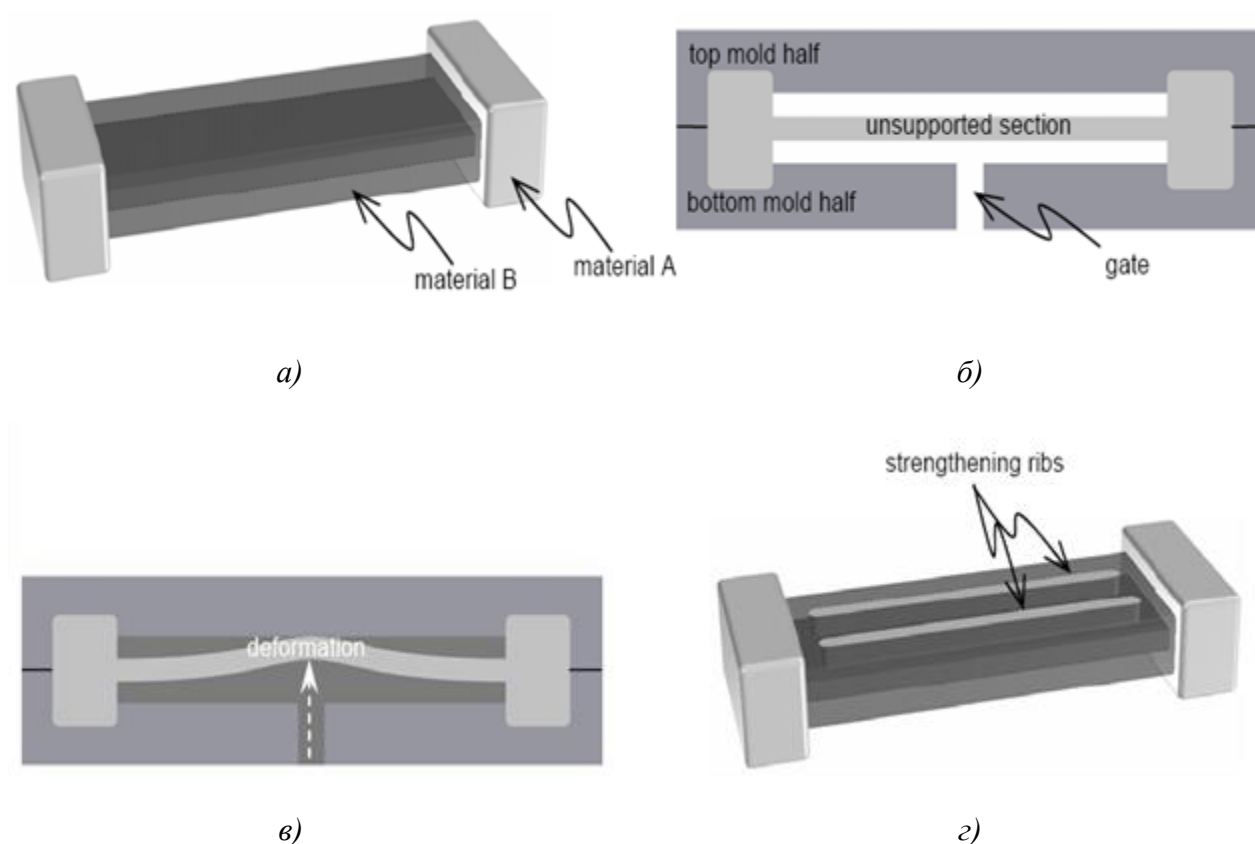


Слика 15. Начин редизајна отпреска и калупа услед проблема гњечења
 а) пресек отпреска; б) нежељени ефекти при бризгању друге компоненте; б) пресек редизајнираног отпреска; г) редизајнирани калуп са жљебом

Калуп за први корак калупљења је сличан ономе што бисмо оченивали код калупа са једним нивоом. После прве дозе, делимично завршени отпресак се премешта у други калуп, где се врши притискање материјала силом затварања калупа дуж горње ивице да би се обезбедило боље заптивање због тачности шупљине потребне за материјал Б. Тада први материјал почиње са скупљање, остављајући малу шупљину дуж доњег дела отпреска. Ово оставља задњу компоненту са нежељеним гњечењем зареза дуж врха, и вишком материјала дуж дна дела. Овај гњечени жљеб може смањити јачину компоненте као и резултирати лошом естетиком дела. Гњечење резултује видљивим дисконтинуитетом са другачијим завршенима близу спојева материјала. Ипак постоје начини промене дизајна компоненте да бисмо сакрили или смањили ефекте гњечења.

Ребра за појачање. Да би отпресак добио потребну чврстоћу, а да не дође до кривљења, уместо дебелих зидова врло често се изводе са мрежом ребра. Међутим, ради нагомилавања материјала она су истовремено извор унутршњих напрезања услед чега су им димензије ограничене. Сама ребра треба да имају равномерну дебљину, одговарајућу коничност у правцу спајања са зидом отпреска и заобљење унутрашњег дела. Ориентационо димензије ребара треба да буду у границама $t = (0,4 - 0,7)S$, S -дебљина зида отпреска, а t -дебљина ребра.

Јачина. Као додатак свим смерницама на основу јачине за једнокомпонентне отпреске, као метода вишекомпонентног бризгања уводе се нова разматрања у вези дизајна да би се обезбедила адекватна јачина отпреска. Многа од ових нових разматрања у вези дизајна да би се обезбедила адекватна јачина отпреска. Многа од ових нових разматрања су директни резултати чињенице да млазеви течне пластике теку под високом температуром и притиском у шупљине калупа и долазе у контакт са делимично комплетираним отпресцима. Ако геометрија компонената није дизајнирана правилно она може бити оштећена током корака убризгавања материјала. Да бисмо спречили оштећења унутар калупа која се дешавају код вишекомпонентних отпресака, одговарајуће карактеристике које побољшавају јачину морају бити укључене у дизајн компонената. Један овакав пример је приказан на слици 16.



Слика 16. Пример модификовања вишематеријалног отпреска ради ојачања
 а) првобитни дизајн отпреска; б) пре бризгања друге компоненте; в) после бризгања друге компоненте; г) могући начин модификације

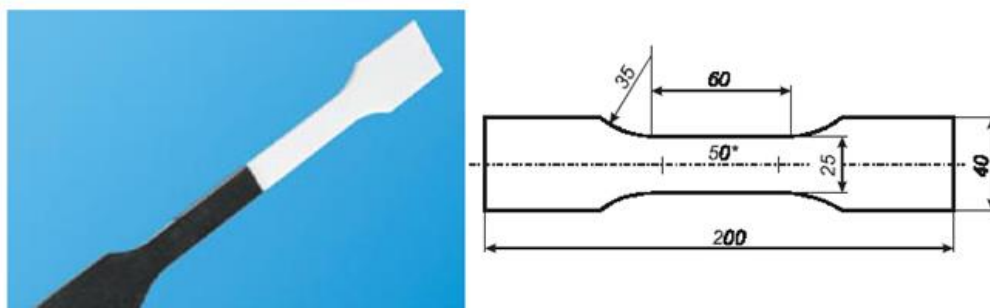
Слика 16а представља двоматеријални штап, са материјалом Б који у потпуности обмотава материјал А који је у центру штапа. Калуп за ниво 2, слика 16б би оставио неподупрет део материјала А, који не додирује горњи зид врха половине калупа. Када је материјал Б убачен у шупљину, кретање млаза под високим притиском изазвало би деформсање неподупреног дела материјала на горе према врху половине калупа. Овај нежељени ефекат би могао да буде исправљен одређеним редизајнирањем компонената, са једним могућим примером приказаним на слици. У овом случају ребра или "подметач" су додати материјали А. Ова ребра би дошла у контакт са горњом половином калупа који би спречавао деформацију током другог бризгања.

3.2 Избор материјала

Уопштено, компатибилност спајања се обично постиже када су два полимера исте природе и разликују се само по њиховој молекуларној тежини, боји, основи или присуству неких хемијских додатака као што су агенси ширења, или против-УВ агенси.

При избору материјала, треба се придржавати искуствених правила о међусобној адхезији пластомера, а како мора доћи до топлотне дифузије једног пластомера у други, пожељно је убризгати други материјал при вишој температури. Могуће је повезивање крутих и савитљивих материјала у једном отпреску или пак користити комбинацију више крутих материјала. У вишекомпонентном бризгању могу се комбиновати различити пластомери, пластомери и еластопластомери, пластомери и еластомери, те пластомери и силикони. При одабиру комбинација полимерних материјала треба пазити да са једне стране одговарају захтевима производа, а са друге стране да се истеком животног века производа материјали могу искористити.

Постоји велики број доступних материјала за вишекомпонентно бризгање, што значи безброј комбинација материјала подесних за вишекомпонентно бризгање. Квалитет спајања за све комбинације материјала често није познат, па у многим случајевима мора бити одређен експериментално за дату конфигурацију компонената и при датим условима процесирања. Показано је да квалитет сједињења међу дата два материјала може доста варирати као комплексна функција оцене материјала и услова процесирања. Препоручени су експерименти за увид у стварну јачину везивања сета потенцијалних материјала при жељеним променљивим процесима. Методе испитивања су прецизно дефинисане стандардима који су уједначени и међународно прихваћени. Истим стандардима дефинисан је облик у који треба довести узорак материјала да би испитивање било правилно. Стандардно обликовати узорак термопластичних материјала припремљен за испитивање назива се епрувета (слика 17). У пракси су прихваћени неки основни принципи израде епрувета, како са становишта технологије, тако и код конструкције и израде калупа.



Слика 17. Епрувета за испитивање

Само правилно одабране сировине којима су усклађене све потребне карактеристике, могу дати квалитетан производ. Ипак се може рећи да су за већину области примене најбитније механичке карактеристике: међусобна адхезија, модул еластичности, тврдоћа, ударна жилавост и јачина на истезање. Сваки произвођач термопласта обавезно и редовно врши контролу ових карактеристика и њих сматра суштински важним за оцену завршне контроле квалитета. У табели 1 приказане су адхезивне карактеристике термопластичних материјала у вишекомпонентном бризгању.

Табела 1. Адхезивне карактеристике термопластичних материјала у вишекомпонентном бризгању

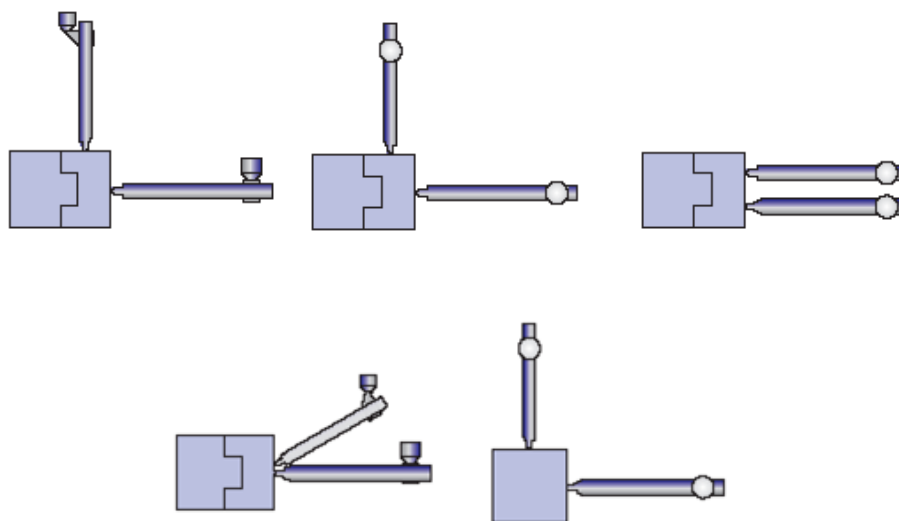
	ABS	ASA	CA	EVA	PA 6	PA 66	PC	PE-HD	PE-LD	PMMA	POM	PP	PPO mod.	PS-GP	PS-HI	PBT	TPU	PVC-W	SAN	TPR	PETP	PVAC	PPSU	Blend PC + PBT	Blend PC + ABS
ABS	+	+	+				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ASA	+	+	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
CA	+	+	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
EVA	+	+	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
PA 6					+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
PA 66					+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
PC	+	+					+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
PE-HD	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
PE-LD	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
PMMA	+	+					+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
POM							+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
PP	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
PPO mod.	+	+	+									+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
PS-GP	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
PS-HI	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
PBT	+	+	+				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
TPU	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
PVC flex.	+	+	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
SAN	+	+	+				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
TPR												+								+	+	+	+	+	+
PETP	+						+									+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
PVAC	+	+																		+	+	+	+	+	+
PPSU							+																+	+	+
Blend PC + PBT	+	+					+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Blend PC + ABS	+	+					+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

+ good adhesion + no adhesion ○ poor adhesion (+) limited adhesion

4 Примена двокомпонентног бризгања у предузећу SCGM Крагујевац

4.1 Опште о двокомпонентном бризгању

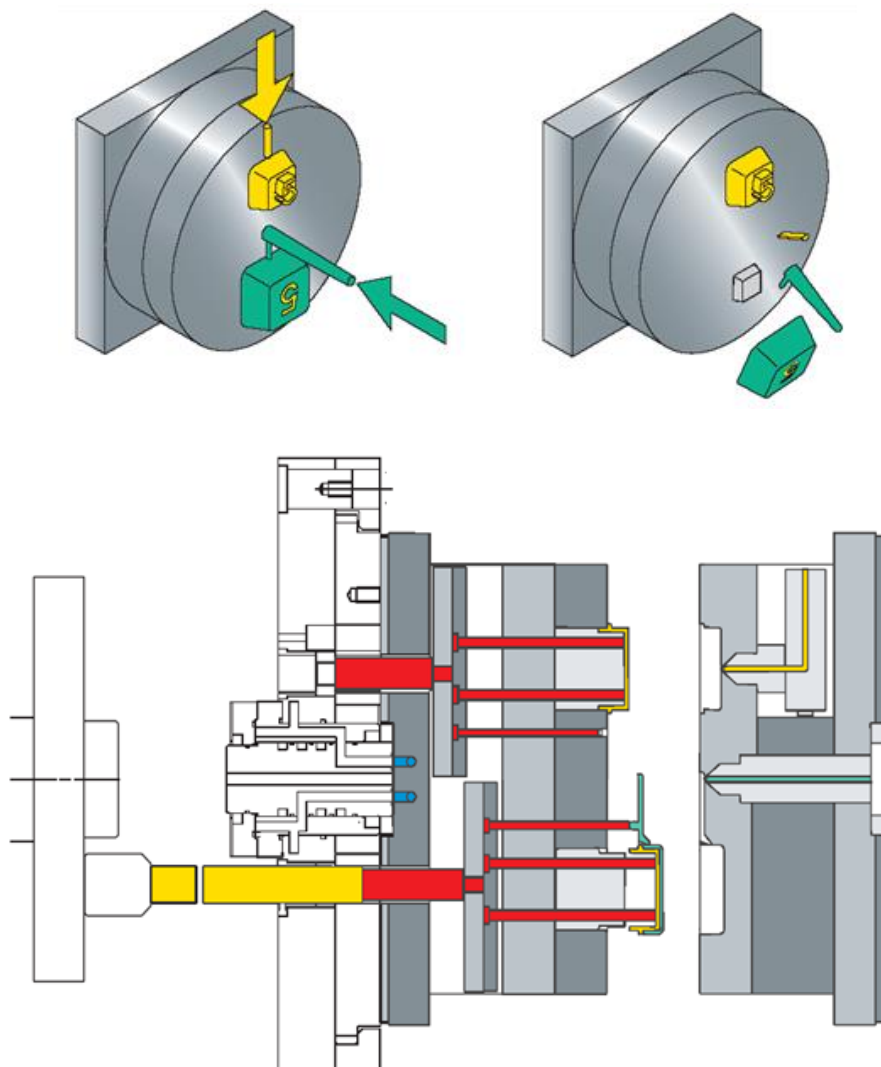
Двокомпонентно бризгање је вишекомпонентно бризгање са ротирајућом плочом. Машина има две независне јединице за бризгање. Обично је друга постављена вертикално, мада је могуће другу јединицу за бризгање поставити и хоризонтално у или позицији, под одређеним углом, итд. Те могућности приказане су на слици 18.



Слика 18. Конфигурација јединица за бризгање код двокомпонентног бризгања са ротационом плочом

Првом јединицом за бризгање врши се бризгање претформе, док се у исто време на другој позицији алата врши бризгање облоге око претформе из претходног циклуса из друге јединице за бризгање. Када је циклус завршен и алат се отвори, испада готов део, а

једна претформа остаје у алату који се ротира за 180° . На слици 19 илустрован је процес двокомпонентног бризгања са ротационом плочом.



Слика 19. Двокомпонентно бризгање са обртном плочом

Прва доза материјала је убризгана из обе јединице у одговарајуће шупљине калупа (није приказано). Овај корак производи једну предформу од материјала А (жута боја), и одбачени део сачињен од материјала Б (зелена боја). Ово је почетни корак који се дешава само када је стартован процес.

Дакле n -ти циклус почиње са n -том претформом која се ротира у позицију за другу дозу. Истовремено, дозе из бризгалке А се убризгавају у шупљине 1 и 2, респективно. Доза из бризгалке Б тече околу, преко, испод и/или на n -тој претформи, која се комплетира. После фазе притиска држања и времена хлађења, калуп се отвара померањем улево, након

чега се отпресак и уливак избацују избацивачима који су везани за избацивачки систем машине.

4.2 Двокомпонентно бризгање у фабрици SCGM у Крагујевцу

У предузећу SCGM у Крагујевцу, односно њиховом погону за прераду пластике, поседују савремене машине за прераду пластике инјекционим бризгањем и то делова од 1 до 450 грама. Фабрика је у могућности да прерађује велики број техничких пластомера (РА, РС, ABS, РОМ, РВТ), као и пластомера за широку потрошњу (РР, РЕ...). Тренутно поседују шест машина за инјекционо бризгање од којих је једна за двокомпонентно бризгање KM 160/180/55 CXZ (слика 20).



Слика 20. KM 160/180/55 CXZ у фабрици SCGM

Машина за двокомпонентно бризгање KM160/180/55CXZ, дело је светски познатог произвођача машина за бризгање пластике *KraussMaffei*, који је уједно и водећи бренд у овој области. Машина припада CX генерацији чије су карактеристике усмерене на енергетску ефикасност, продуктивност и уштеду у простору.

Основне предности ове машине су:

- Хидраулична јединица за затварање;
- Сила затварања 350 до 4200kN;
- MC6 управљачка јединица;
- APC (Adaptive Process Control)
- Широког спектра примене у различитим апликацијама;
- Sprue picker robot;
- Уштеда у простору;
- BluePower Vario Drive;
- Стабилност која нуди могућност избора већих алата, док је за мале

комаде идеална;

- 10% мања потрошња енергије;
- 15% повећана брзина;
- 30% смањено емитовање буке.

Компактност:

- Захваљујући дизајну јединице за затварање са 2 плоче машина је веома компактна;
- Већа је уштеда у простору за 10-20% и додатни простор испод машине који може бити искоришћен за постављање периферних уређаја, као што су температурни контролер или транспортна трака;

Ефикасност:

- Захваљујући BluePower Vario Drive концепту, значајна је уштеда енергије. Нови концепт мотора је енергетски оптимизован и захтева 10% мање електричне енергије него раније захваљујући "пааметном" управљању акумулатором.

- Обезбеђен је додатни простор за складиштење испод акумулатора.
- Значајна уштеда енергије омогућена је новим BluePower Vario Drive са фреквентним регулатором. Ова опција у себи садржи асинхрони мотор променљиве брзине, чиме се побољшава ефикасност и смањује празан ход мотора. Што је дужи циклус, то је уштеда већа чак до 30% у односу на хидрауличну варијанту.

- Смањена је потрошња потребне количине уља за 20% што доводи до лакшег одржавања и минималних трошкова. Дугорочна испитивања довела су до одличних резултата: фино филтрирање, пажљиво третирање уља у фази пред-загревања, смањени резервоари, заштита животне средине.

- APC функцијом заокружен је процес контроле самог бризгања. Адаптивном процесном контролом мери се вискозитет материјала током прва 2-3

циклуса и порок се сходно добијеним параметрима оптимизира процес бризгања и смањују флукуације материјала током бризгања како би се добио савршен бризгани комад. Овом додатном функцијом смањени су трошкови производње и одржава се висок квалитет бризаног комада.

- Област примене је широка: технички комади, индустрија паковања, аутоиндустрија, електронска индустрија, медицина.

5 Пример пројектованог алата за двокомпонентно бризгање

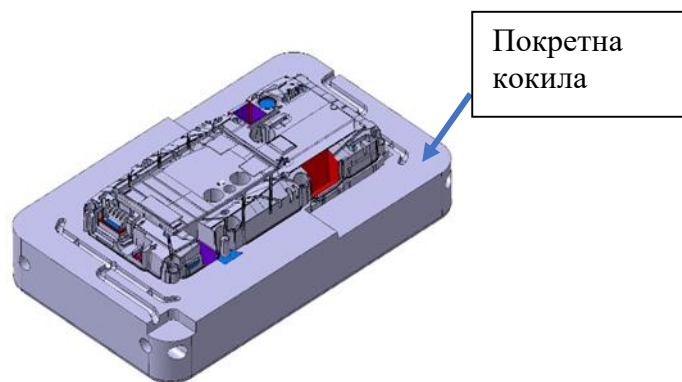
У даљем тексту биће описан поступак конструкције алата за приказани радни комад.

1. Пре покретања саме конструкција алата, приступа се одређивању процента скупљања материјала (слика 21). Проценат скупљања одређује сам произвођач материјала и дефинише га у листи са осталим техничким карактеристикама. Проценат скупљања представља вредност за коју се увећава радни комад. Ово увећање дефинише се за ове компоненте које се бризгају. Са тако увећаним радним комадом улази се у конструкцију алата. Процентом скупљања дефинисана је вредност за коју ће радни комад након бризгања да се деформише. Овај поступак траје код одређених материјала и до 24 часа након бризгања.

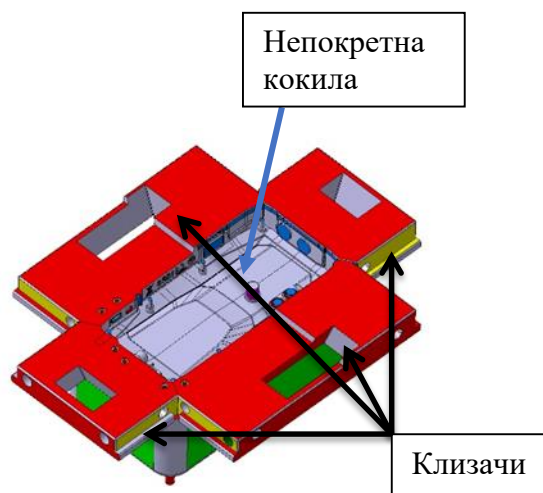


Слика 21. Скупљање материјала

2. На основу увећаног модела за вредност процента скупљања приступа се изради такозване поделе у алату. Поделом се дефинишу сви елементи алата који формирају радни комад. Ти елементи алата називају се кокилни елементи. Кокилне елементе (слика 22 и 23) чине сви формирачи као што покретна и непокретна кокила, бочни формирачи (клизачи), формирачи унутрашњих контра углова (лифтер)...



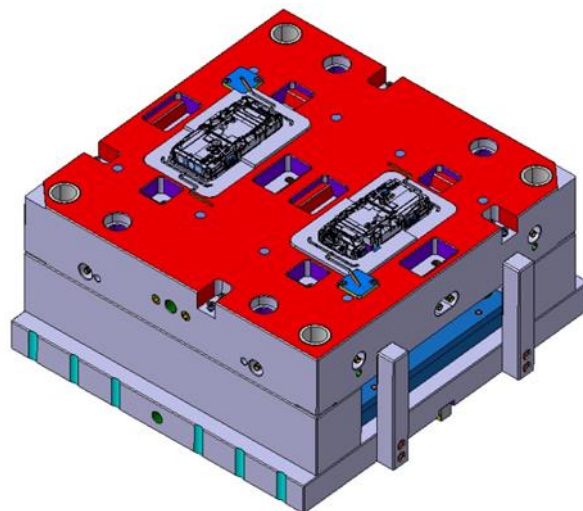
Слика 22. Покретна страна алата



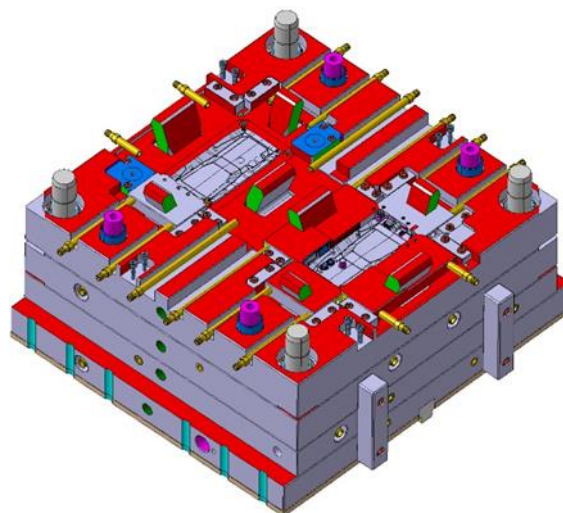
Слика 23. Непокретна страна алата

3. Када смо одредили све формираче радног комада и извршили поделу, следи њихово позиционирање у радни простор, односно у кућиште алата. Кућиште алата се састоји из више радних плоча и дели се на три основне целине: покретна страна, непокретна страна и избијачки систем. Кућиште алата за двокомпонентно бризгање разликује се по томе што поседује два избијачка система.

На покретној страни алата уграђује се покретна кокила и остали елементи из поделе који чине покретну страну алата, покретна страна уједно је и ротирајућа страна. Самим тим кокиле у покретној страни алата се постављају за 180° у односу једна на другу. На сликама 24 и 25 приказана је покретна страна алата, као и принцип рада и ротације алата.



Слика 24. Покретна страна алата



Слика 25. Принцип рада и ротације алата

У непокретној страни алата налазе се сви елементи који из поделе припадају непокретној страни. Непокретна страна алата је фиксна страна и она нема кретања за разлику од покретне стране. За разлику од покретне стране у којој се налазе две исте кокиле заротиране за 180° , у непокретној постоје два различита сета. Један служи за формирање једне компоненте, док други служи за формирање друге компоненте.

Сам процес бризгања састоји се из тзв. циклуса. Циклус бризгања почиње затварањем алата, а завршава се његовим отварањем и добијањем радног комада. Кораци који се дешавају у међуфазама су суштина за двокомпонентно бризгање и то је оно по чему се ова технологија разликује од класичног бризгања.

Поступак је следећи:

1. Затварање алата на радној машини;
2. Убризгавање прве компоненте у једну калупну шупљину;
3. Отварање алата и ротирање покретне стране за 180° (у овој фази, приликом отварања алата убризгани комад остаје на непокретној страни и ротира се за 180°);
4. Затварање алата (након затварања алата, комад који је одбризган-фаза 2 и заротиран-фаза 3, сада доспева у другу калупну шупљину намењену за убризгавање друге компоненте);
5. Након затварања алата следи поступак бризгања друге компоненте у калупну шупљину у којој се сада налази прва компонента, а истовремено и бризгање прве компоненте у другу калупну шупљину;
6. Отварање алата и ротација покретне стране за 180° . Након ове фазе на покретној страни алата, сада се налазе истовремено комплетно одбризган радни комад на једној од кокила, док се на другој налази одбризган комад од прве компоненте;
7. Активира се избијачки систем на половини на којој је одбризган комад од обе компоненте при чему се врши његово избијање из алата;
8. Затварање алата и понављање циклуса чиме се затвара круг процеса.

На странама 36, 37 и 38 овог рада приказан је пример једног пројектног задатка.

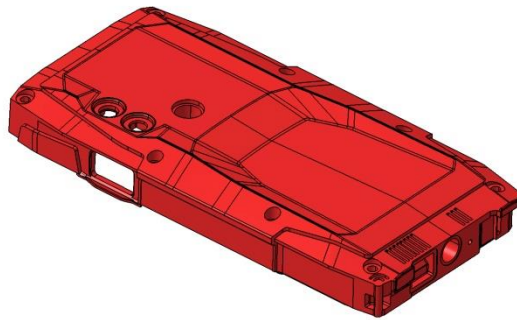
Конкретно, овај алат се израђивао за Hilti SMN d.o.o., компанију која нуди врхунску технологију за потребе грађевинских делатности, што је један од показатеља широке примене двокомпонентног бризгања.

Први део пројектног задатка, садржи податке о артиклу (радном комаду) и алату. Подаци везани за артикал, јесу његов назив, шифра и конструктор, као и назив компаније за коју се израђује алат. Док су подаци потребни за алат тип алата, шифра, конструктор, као и произвођач алата.

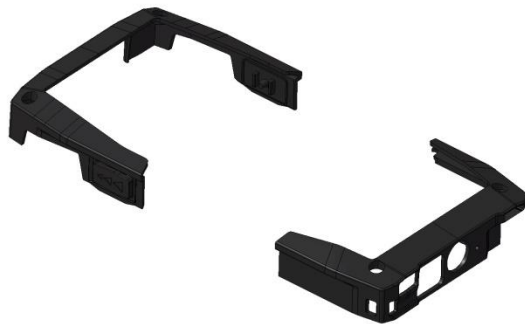
Најбитнији подаци који су неходни за алат, јесу технологија његове прераде (у овом случају је то бризгање), материјал дела (PC-ABS+TPE), скупљање, његова маса, машина којој се врши прерада, рад алата идр.

Подаци који су веза за машину на којој се израђује алат су сила затварања, димензије прстена за центрирање, дизне машине, примена робота и друго.

Следећа битна ставка јесте уливни систем, где је описан тип уливка, приказано место уливања, као и места за топло уливање. У овом случају постоје две компоненте, мека и тврда, које су приказане на сликама 26 и 27, док је на слици 28 приказан цео радни комад. На страни 34 је приказан технички цртеж радног комада.



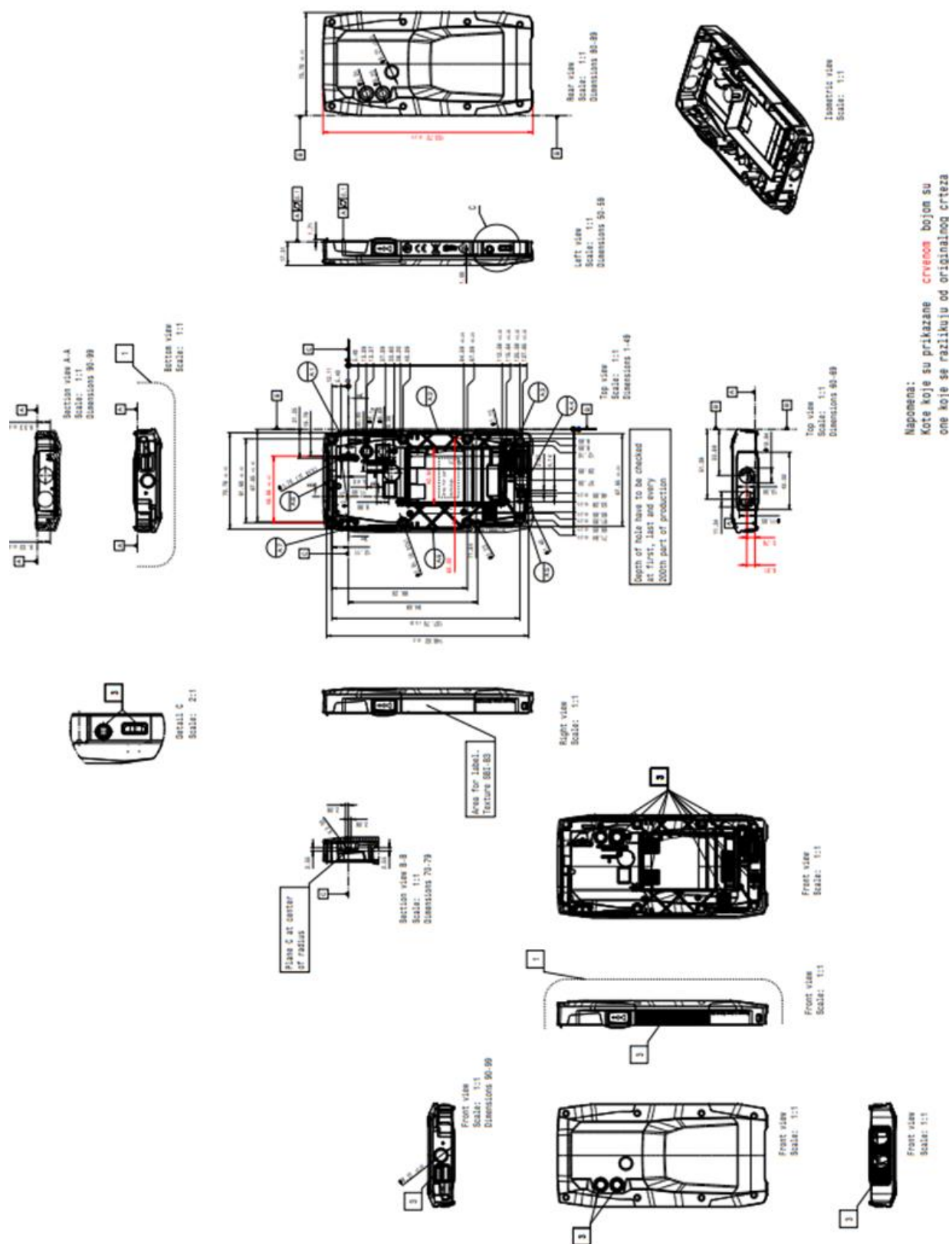
Слика 26. Тврда компонента радног комада



Слика 27. Мека компонента радног комада



Слика 28. Радни комад



	PROJEKTNI ZADATAK ZA ALAT	Datum:	2019
		List / Listova:	1/3

Autor: M. Jovanović

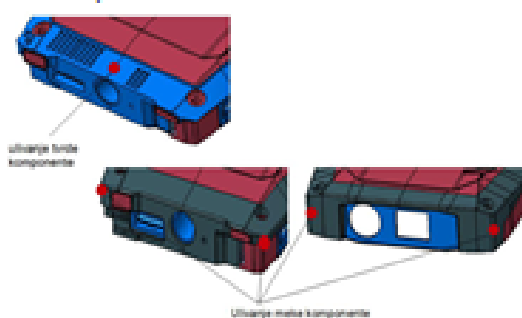
Kupac: Hiti	Tip alata: za brizganje
Projekat: PD-C	Sifra alata: MT0202
Artikal: Bottom Cover	Konstruktor alata: M. Jovanović
Sifra artikla:	Proizvođač alata: SCGM
Konstruktor artikla:	Std. kućište: MEU 496x496

Opšti podaci za alat / otpresak				Planiranje (kw) (rokovi za okončanje)	
Tehnologija prerade: brizganje				Koncept alata:	
Materijal dela: PC-ABS+TPE				3D konstrukcija:	
Skupljanje: 0,6				2D konstrukcija:	
Masa otpreska: 40g+7g(TPE)				Naruč. materijala:	
Mašina za brizganje: KM 160-180/55CXZ				Početak izrade:	
Sr. deblj zida / Maks. dužina tečenja: 1,5	mm	/	mm	Prva proba:	
Projektovani ciklus brizganja:	sek.		kom./h	Serijska proizv.:	
Garantovani vek alata (ciklusa):					
Kapacitet alata (po isporuci / godišnje):					
Rad alata:				automatski	

Podaci vezani za mašinu			
Mašina za brizganje: KM 160-180/55CXZ		min. / maks. visina alata: 300/650	mm
Sila zatvaranja: 160	t	rastojanje između vodica mašine: 570x520	mm
Prsten za centriranje		maks. hod otvaranja: 950	mm
- nap. strana: 125	mm	maks. hod izbijanja: 150	mm
- pok. strana: 125	mm	Primenjena robota: ne	
Dizna mašine		Centralina:	
- radijus vrha dizne: 10	mm	br. konektora i br. kontr. mesta:	
- preč. otvora dizne: 4	mm	Upravljanje hidraulikom: ne	
- maks. dubina dizne: 55	mm	Upravljanje pneumatikom: ne	
Kapacitet šneke:	cm ³		

Br. gnezda i gabariti alata Br. gnezda: 1+1 Gabariti alata (dužina x širina x visina) 496x496x?	Tip alata
--	------------------

	PROJEKTNI ZADATAK ZA ALAT	Datum:	2019
		List / Listova:	2/3

Ulivni sistem	
Tip ulivka: Tvrdi komponenta se uliva direktno iz tople dizne na jedno mesto, a meka komponenta se razvodi iz tople dizne. Na dva ulivna mesta sa jedne strane komadai na dva mesta sa druge strane.	mesto ulivanja 
Toplo ulivanje: Dizna: 1 za tvrdi i 2 za meku komponentu Topli blok: 2 topla bloka Konektor: 2 konektora	

Sistem za temperiranje Sl. priključci: Usadni priključci: da Priključci sa jedne str. alata: ne Označ. (ulaz/izlaz) na alatu: da Opis temperiranja: temperiranje kanalima kroz umetke i klizace	Izbijački sistem Kruta veza: ne Mikro-prekidač: ne Opis izbijanja: Izbijanje klasičnim izbijalima (obični Fi, cevasti, flakasti...)
---	--



Klizaci: klizači + lifteri
Opis: - komad se spolja formira sa 4 velika klizača za tvrdi i 4 klizača za meku komponentu. Za meku komponentu postoje i lifteri

Oznake na alatu Gnezda: da Datumar i tip: da Reciklaža: da Ostalo: Materijal	Ostalo Izolacione ploče: Da – nepokretna strana Kuke za transport: da Osiguranje od otvaranja: da Stope za skladištenje: da
---	--

Pozicija	Materijal	TO	Pozicija	Materijal	TO
Steza ploča (nep.)	1.0503	BTO	Odstojnici (pok.)	1.0503	BTO
Usadna ploča (nep.)	1.2312	BTO	Izbijačke ploče	1.0503 / 1.2312	BTO
Gl. umetak (nep.)	W300	48+52 HRC	Steza ploča (pok.)	1.0503	BTO
Umetci (nep.)	W300	48+52 HRC	Klizači		
Usadna ploča (pok.)	1.2312	BTO	Lajсне klizača		
Gl. umetak (pok.)	W300	48+52 HRC			

	PROJEKтни ZADATAK ZA ALAT	Datum:	2019.
		List / Listova:	3/3

Umetci (pok.)	W300	48+52 HRC			
Oslona ploča (pok.)	1.2312	BTO			

Технологија која се користи за израду поменутог алата је двокомпонентно бризгање, описано у претходном поглављу.

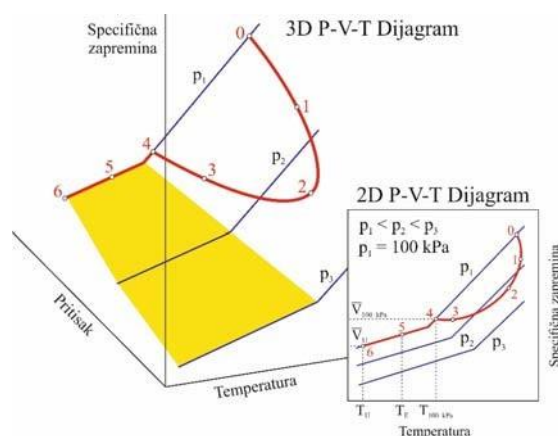
Материјали који се користе у изради су следећи:

PC – ABS (Поликарбонат – Акрилонитрилни бутадијен стирен) – мешавина која даје јединствену комбинацију високе прерадивости са одличним механичким својствима и отпорношћу на удар и топлоту. Уравнотеженост својстава контролише се односом у мешавини, поликарбонатном молекуларном тежином и пакетом адитива. Однос поликарбоната и акрилонитрил-бутадијен-стирена утиче углавном на отпорност на топлоту у финалном производу. PC-ABS мешавине испољавају синергијски ефекат чији је резултат одлична отпорност на удар при ниским температурама, боља од отпорности на удар код ABS-а или PC-а. Главна својства ове мешавине су: велика снага удара чак и при ниским температурама, отпорност на топлоту, велика крутост, лака прерада, ниско свеукупно скупљање, може се бојити и штампати. Уклапа се у апликације које захтевају високу температуру топлотне дисторзије и добру тврдоћу. Имају одличну тврдоћу при ниским температурама, па су идеални за производе које се излажу широком опсегу температура.

TPE – општи назив за *термопластични еластомер*, такође познат и као термопластична гума. Гумасти материјал који се може прерађивати термопластичним технологијама. Такође се могу лако бојити и постављати преко различите термопластике са добрим лепљењем.

Појам **скупљања**, који у овом случају износи 0,6%, представља појаву смањења димензија комада која се јавља код бризгања пластике. Редукција димензија се јавља већ унутар калупа, током самог процеса, а комад се наставља смањивати и када је избачен из калупа. Скупљање је јако битно код бризгања пластике, због траженим димензија комада. Наиме,

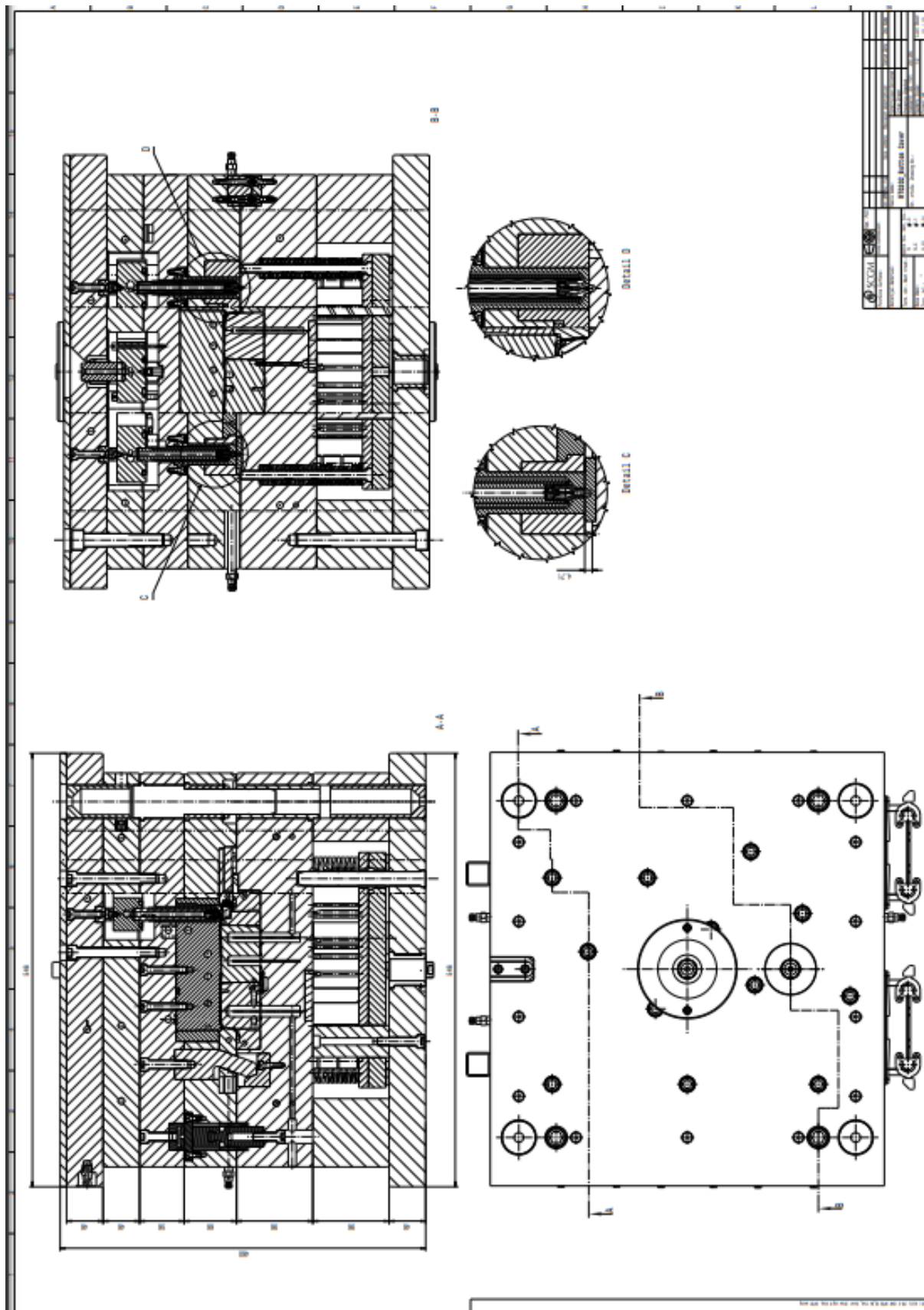
ако комад наком бризгања нема димензије које се траже цртежом, он је неискористив. Скупљање се принципијелно јавља због тога што густоћа полимера варира од процесне температуре до температуре околине. Током бризгања, услед скупљања се јављају унутрашња напрезања. Та заостала напрезања делују на комад ефектима сличним деловању спољне силе. Ако су заостала напрезања изазвана током бризгања довољно велика у превладавању структурне целовитости комада, он ће се кривити након избацивања комада из калупа или се може десити да пукне. Сви који раде са пластиком знају да је скупљање и на крају комада, у великој мери проузроковано процесним факторима. За посматрање стања термопластичног материјала користи се P-V-T дијаграм, приказан на слици 25.

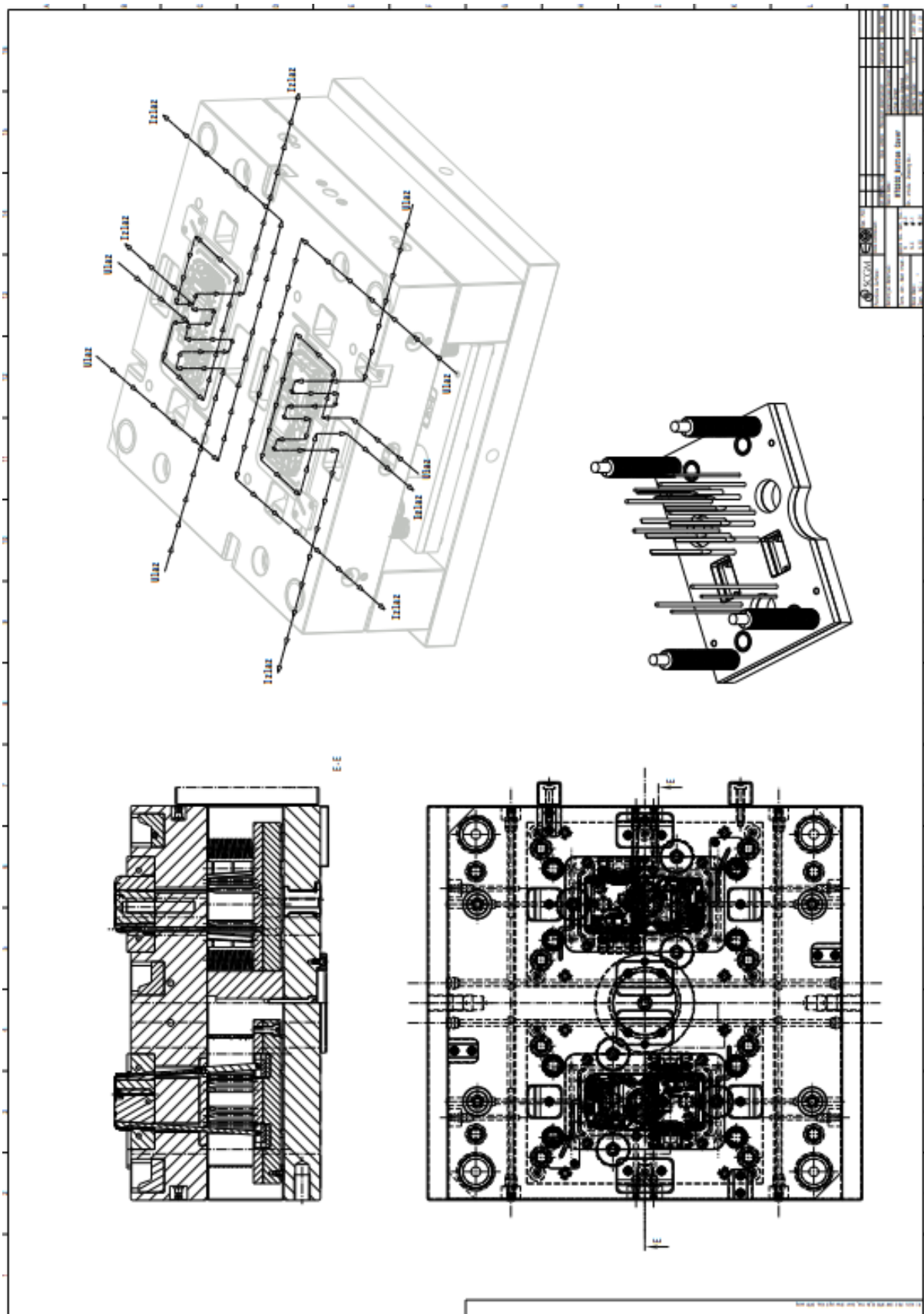


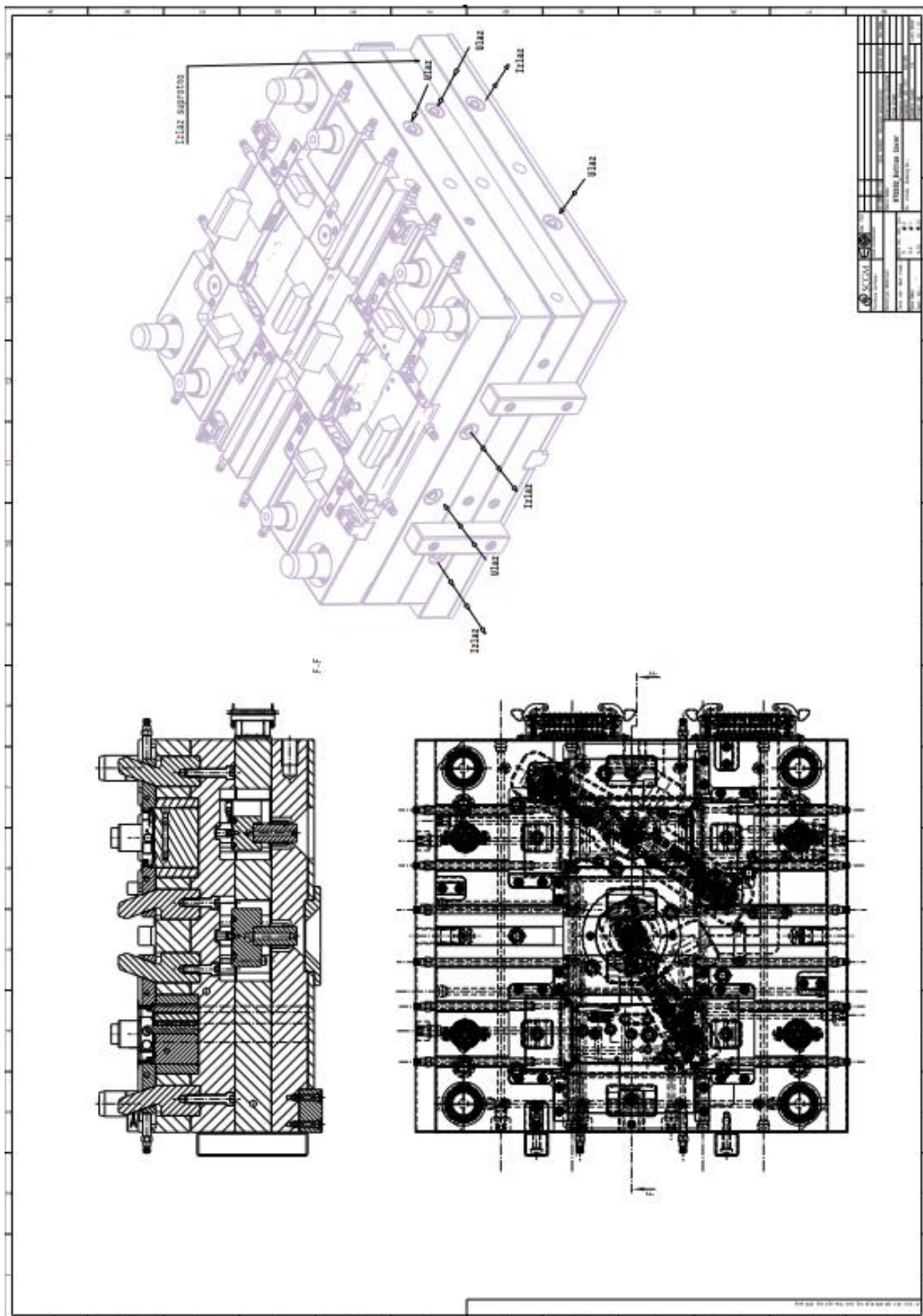
Слика 25. P-V-T дијаграм

Пратећи запреминско пуњење калупне шупљине (0 до 1) материјал се сабија (фаза компресије) без значајније промене температуре (1 до 2). Величина притиска у комаду зависи од величине накнадног притиска машине и од отпора тока у калупној шупљини. Након тога комад се стабилно хлади (2 до 3). Скупљање се може делимично компензовати одржавањем притиска и додатно напаја пластику преко коре од стврднутог материјала. Ако нема више расположиве растопљене пластике, промена стања пластике је изохорна (3 до 4). Тачком где се линија 100-line kPa (тачка 4) спаја са почетном линијом притиска, дефинише се локално запреминско скупљање. Након што је достигнута линија 100kPa, даља промена стања је изобарна. Комад је избачен из калупа (тачка 5) и престају ограничења која му је постављао калуп.

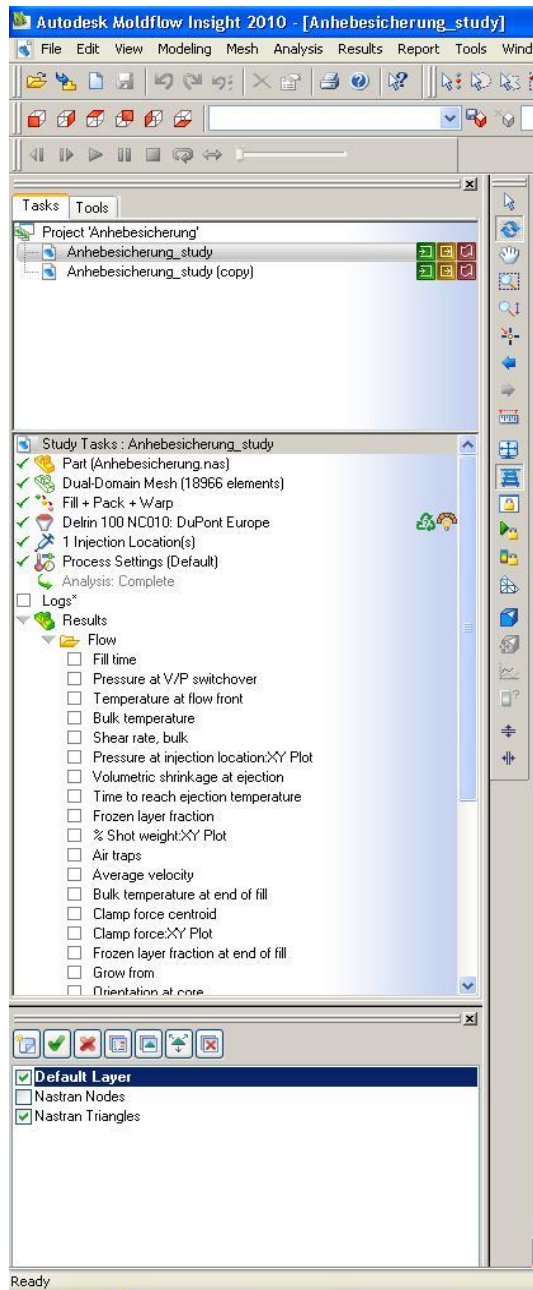
На наредним странама (39, 40 и 41), приказан је технички цртеж алата.







Како би се знала сва критична места током бризгања користи се *MoldFlow* анализа, која је приказана на слици 31, а поред је дато њено објашњење (независно од примера).



Слика 31. *MoldFlow* анализа

Part – назив дела који се симулира

DualDomain Mesh – тип мреже коначних елемената који се примењује (постоје још Midplane, 3D мрежа)

Fill+Pack+Warp – тип симулације који је задат да се изврши (ово је попуњавање + пеглање (деловање накнадним притиском) + деформација)

Delrin 100 – назив материјала који се користи за симулацију

1 injection location - број места уливања (у овом случају једно место уливања)

Process settings – подешавања за прорачун процеса бризгања (брзина бризгања, притисак, температура растопа, алата...)

6 Закључак

Као резултат опште присутних тежњи прилагођавања савременим захтевима тржишта, постављају се нови и све сложенији захтеви пред производне системе, што се у великој мери огледа у потреби за високим степеном аутоматизације свих активности, почевши од пројектовања производа, алата и њихове производње.

У последње време јавља се све већа потражња за производима од пластике, а самим тим и за алатима неопходним за њихову производњу. Готово да нема индустријске гране која у већој или мањој мери нема сталну потребу за производима од пластичних маса. Захтеви који се постављају пред производе од пластике стално се повећавају, те је неопходно константно побољшавати и карактеристике алата за њихову израду.

У данашње време, примена двокомпонентног бризгања је знантно олакшана применом CAD/CAM система. Бризгање пластике је веома погодно подручје за примену ових система.

Програмски пакети омогућавају аутоматизацију процеса пројектовања алата, односно скраћују време развоја алата, смањују трошкове, побољшавају квалитет и слично. Олакшано је и дефинисање 3D модела, као и његове документације.

Предузеће SCGM један је од водећих лидера у нашој земљи, на подручју прераде пластике двокомпонентним бризгањем. Поседују једну од најсавременијих машина за овај начин прераде пластике, чије су карактеристике усмерене на енергетску ефикасност, продуктивност и уштеду у простору. У могућности су да прерађују широк спектар пластичних маса.

Прерада термопласта двокомпонентним бризгањем нарочито је погодна за масовну производњу, као и за обраду свих полимерних материјала. Бризгање се дефинише као поступак прераде пластомера брзим убризгавањем два растопљена материјала у калупе при одређеној температури и њихово очвршћавање. На тај начин се добија жељени облик.

Савремене производе је немогуће замислити без полимерних материјала, а развој нових производа, и постављање нових захтева на већ постојеће имају за последицу пораст потрошње полимерних материјала, азвој нових поступака прераде и унапређење постојећих, као и пораст производне опреме.

7 Литература

1. <http://nardus.mpn.gov.rs/bitstream/handle/123456789/1907/Disertacija.pdf?sequence=1&isAllowed=y>, приступљено септембра 2019.године;
2. <http://www.ftn.kg.ac.rs/download/SIR/SIR%20Ivan%20Knezevic.pdf>, приступљено септембра 2019.године;
3. <http://www.dpm.ftn.uns.ac.rs/predmeti/Integrisani%20CAPP%20sis>, приступљено септембра 2019.године;
4. <https://www.scribd.com/doc/154337031/brizganje-plastike>, приступљено септембра 2019.године;
5. <https://www.scgm.com>