

Универзитет у Крагујевцу
Факултет инжењерских наука



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Основне академске студије

Модул: Производно машинство

Предмет: Технологије прераде пластичних маса

Број индекса: 23/2007

Маријана Д. Трифуновић

**Амбалажа за прехранбену индустрију од
пластичних маса добијена технологијом термо
вакуум обликовања**

ЗАВРШНИ РАД

Комисија за преглед и одбрану:

1. Проф. др Богдан Недић - ментор

2. _____

3. _____

Датум
одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог завршног рада кандидат треба да :

Изврши анализу материјала и технологија производње амбалаже од пластичних маса намењених за прехранбену индустрију. Потребно је да се изврши анализа производа и штетан утицај примене пластичних маса на здравље човека. На крају рада да изврши пројектовање наменске амбалаже за паковање једног прехранбеног производа.

Завршни рад треба да садржи следеће целине:

1. Уводна разматрања,
2. Пластичне масе намењене за израду амбалаже у прехранбеној индустрији,
3. Преглед производа,
4. Технологија вакуум термообликовања
5. Штетан утицај пластичних маса на здравље,
6. Пример амбалаже посуде за храну,
7. Закључци
8. Литература.

Препоручена литература:

[1] Проф.др Богдан, Недић *Штетан утицај примене полимера у прехранбеној индустрији на здравље људи* –Машински факултет, Крагујевац

[2] Саша Сретеновић, *Пројектовање алата за израду амбалаже поступком вакуум термообликовања*-Дипломски рад, Крагујевац 2007

Крагујевац, 2011.

ментор:

Проф. др Богдан Недић

Резиме рада:

У раду ће бити речи о амбалажи добијеној вакуум обликовањем. На самом почетку су основне карактеристике о полимерним материјалима који се у овој обради користе. У другом делу рада описане су основне карактеристике пластичних маса, почев од структуре пластичних маса, па до подела и њихових основних својстава. Трећи део рада се базира на технологији вакуум термо обликовања. Затим ће бити разматран штетан утицај пластичних маса на здравље. У последњем делу биће дат пример амбалаже посуде за храну и поступак моделирања.

Кључне речи:

вакуум термообликовање, пластичне масе, амбалажа

Summary:

This paper will deal with the received vacuum packaging design. At the beginning of the main characteristics of polymer materials that are used in this process. The second part describes the basic characteristics of plastic materials, from plastic structure, to the division and their basic properties. The third part of this paper is based on thermo vacuum forming technology. It will then be considered a detrimental impact on the health of plastics. In the final section we will give an example of packaging containers for food and process modeling.

Key words:

vacuum thermo forming, plastics, packaging

САДРЖАЈ

1. Увод	6
2. Карактеристике пластичних маса	8
2.1 Опште о полимерима	8
2.2 Састав пластичних маса	10
2.3 Подела пластичних маса	11
2.4 Својства пластичних маса	12
2.5 Физичка својства пластичних маса	13
2.6 Механичка својства пластичних маса	14
2.7 Термичка својства	17
2.8 Електрична својства	18
2.9 Оптичка својства	18
2.10 Пластичне масе намењене за израду амбалаже у прехранбеној индустрији	18
3. Вакуум термообликовање	24
3.1 Вакуумирање	24
3.2 Поступци вакуум термообликовања	25
3.3 Алати потребни за вакуум термообликовање	28
3.4 Производи добијени вакуум термообликовањем	30
4. Штетан утицај пластичних маса на здравље	32
4.1 Штетан утицај пластичних маса приликом коришћења микроталасне пећнице	35
4.2 Штетан утицај пластичних маса које садрже ВРА	36
4.3 Правилник о безбедности хране	38
5. Пример амбалаже посуде за храну	45
5.1 Моделирање доњег дела посуде	46
5.2 Моделирање горњег дела посуде	56
5.3 Креирање склопа	57
6. Закључак	58
7. Литература	59

1. УВОД

У данашњим условима индустријске производње и пласмана робе на тржиште, амбалажа има веома значајну улогу. Она треба да одговори на следеће захтеве:

- здравствену исправност,
- да обезбеди рок трајања упакованог производа,
- лаку манипулацију и транспорт
- правилну презентацију робе.

Данас се за израду амбалаже најчешће користе полимерни материјали. Прва синтеза полимера је извршена крајем деветнаестог, а индустријска примена полимера датира из прве половине двадесетог века. У другој половини двадесетог века интензивно се усавршавала производња познатих полимерних материјала и проналазио велики број нових полимера. У том периоду се јавља тренд пораста примене ових материјала за различите намене.

Полимерну амбалажу је могуће произвести директно од полимерних материјала, а могуће је у првој фази произвести амбалажни материјал од кога се у следећој фази производи амбалажа. Произведени амбалажни материјал (филмови, фолије, траке и плоче), могу се комбиновати са другим материјалима (металним фолијама и тракама, папиром и картоном па чак и стаклом). У зависности од захтева за тачно дефинисани квалитет (пропустљивост светлости, гасова, водене паре, ароматичних компонената, непропустивости микроорганизама, могућности херметичког затварања садржаја, подобности за термичку обраду итд.), могуће је произвести амбалажу од полимерних или у комбинацији са другим материјалима, која ће у потпуности одговарати траженим захтевима.

Амбалажа израђена од или на бази полимерних материјала, најчешће се затвара формирањем вара чиме се обезбеђују услови херметичког паковања. Према потреби, херметички затворени прехранбени производи се могу конзервисати на разне начине, или се постиже дужа одрживост при дефинисаним условима складиштења.

Поред технолошких, економских и других предности, амбалажа од полимерних материјала има широку област примене и због еколошких разлога. За производњу и примену ове амбалаже се утроши најмање енергије по јединици упакованог садржаја, што је несумњива предност са аспекта заштите животне средине. Поред тога, данас су већ развијени технолошки процеси поновне прераде искоришћених полимерних материјала, а ове технологије се и даље интензивно развијају.

Пратећи трендове производње, прераде и примене полимерних материјала, домаћа индустрија је већ освојила или је на путу да освоји производњу машина, линија и пратеће опреме за производњу и примену амбалажних материјала и амбалаже. Најдаље се отишло у освајању производне опреме за паковање течних, пастозних, прашкастих, гранулисаних и зрнастих производа. Оваква производња је у значајној мери развијена и у приватном сектору, тако да данас на домаћем тржишту постоји понуда машина и опреме различитог капацитета. Захваљујући томе, као и једноставној примени амбалаже од полимерних материјала, сваким даном се повећава број корисника ове амбалаже.

Амбалажа се може израђивати разним поступцима прераде пластичних маса. Најраспрострањенији поступак је вакуум термообликовање пластичних маса, јер се овим поступком могу производити како веома ситни, тако и делови великих димензија.

Вакуум термообликовање спада у ред најекономичнијих поступака обраде пластичних маса.

И поред свих предности коју има пластична амбалажа, треба обратити пажњу и на то да она може имати и штетан утицај на здравље човека. Данас живимо у свету у којем постоји небројено много загађивача околине и других токсичних материја које су штетне за човеково здравље. Међу њима се налазе и материјали који се користе у прехранбеној индустрији а присутни су у свакодневnoj употреби. То су материјали за израду амбалаже за паковање прехранбених производа, о којима ће бити речи у даљем излагању.

У првом делу рада биће дата уводна разматрања.

У другом делу рада описане су основне карактеристике пластичних маса, почев од структуре пластичних маса, па до подела и њихових основних својстава.

Трећи део рада се базира на технологији вакуум термообликовања.

У четвртом делу биће приказан штетан утицај пластичних маса на здравље човека.

У петом делу описано је моделирање амбалаже посуде за храну добијене вакуум термообликовањем. Моделирана амбалажа састоји се из два дела поклопца и кутије. Цео поступак моделирања амбалаже урађен је у програмском пакету CATIA V5 R17.

И на крају завршног рада биће дати закључци и коришћена литература.

2. КАРАКТЕРИСТИКЕ ПЛАСТИЧНИХ МАСА

Развојем хемијске индустрије последњих деценија и проналаском веома јаких, стабилних и трајних композитних материјала, топлотно издржљивих арамидних влакана, високоеластичних еластомера и бикомпатибилних материјала, учињен је значајан напредак у индустрији полимера. Полимерни материјали се данас убрајају у најважније техничке материјале. Они не служе само као замена за традиционалне материјале (метали, дрво, керамика и стакло), већ се користе и за израду предмета који се раније нису производили од тих традиционалних материјала. Због широке примене ових материјала, њихов обим производње значајно премашује производњу свих метала заједно.

Предности елемената израђених од пластичних маса:

- лакша израда елемената, нарочито, делова сложене конструкције, као и висока продуктивност,
- мала густина у односу на метал,
- стабилност полимерних материјала на вибрације и висока отпорност, омогућава широку примену,
- отпорност на киселине и раствараче,
- пропуштање светлосних зрака омогућава примену полимерних материјала у оптици (сочива), заштитника...,
- високе антифрикционе особине полимерних материјала омогућава примену у склоповима са трењем, при високим температурама и
- ниска цена коштања.

Недостаци полимерних маса су:

- ниска чврстоћа на повишеним температурама,
- смањење чврстоће у току дуготрајног оптерећења и
- краatak век трајања, што је у директној вези са процесом старења под утицајем светлости, топлоте, влаге и киселине.

2.1 Опште о полимерима

Пластичне масе су материјали код којих је основна компонента **полимер**. Термин полимер (настао од грчке речи *поли*-много и *мерос*-део) је синоним за макромолекулска једињења. Односно, полимери су материје које су изграђени од макромолекула, па се називају макромолекулским једињењима. Једномолекуларна једињења - мономери имају својство да се под одређеним условима (одговарајућа температура и притисак) у присуству катализатора спајају у макромолекуларна једињења која се називају полимерима.

Вештачке материје на бази макромолекула чине веома велику групу конструкционих материјала који се разликују по специфичним особинама које проистичу из њихових различитих аморфних структура.

Полазне сировине су земни гас, нафта, угаљ, од којих се израђују основна хемијска једињења намењена за израду пластике. Ова се једињења различитим процесима превode у полупроизводе облика: гранула, праха, течности, таблета.

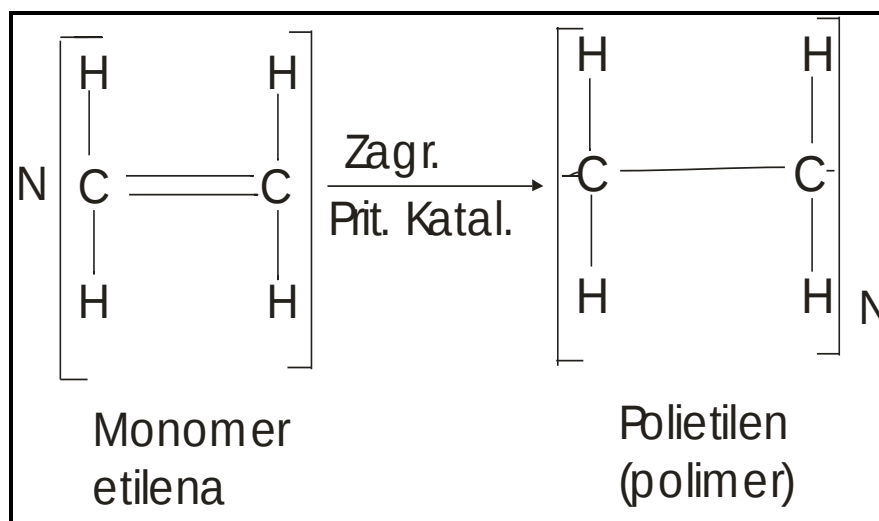
Даљи процеси прераде ових полупроизвода у финалне производе различитим поступцима прераде (пресовање, истискивање, убризгивање, натапање, каландровање и бројне методе резања и спајања), утичу не само на промену облика и структуре, већ обично изазивају промену хемијских веза које чине основу материјала.

Разликују се природни полмери који су саставни део биљака и животиња нпр. целулоза, скроб, беланчевине, каучук као и једињења у облику силицијум-диоксида и др., и синтетички полимери добијени хемијском прерадом и синтезом нискомолекуларних једињења (мономера).

Синтетички полимери се добијају синтезом мономера, а основне методе су:

- полимеризација,
- поликондезација и
- полиадиција.

Полимеризација је стварање макромолекула спајањем мономера без издвајања споредних продуката и регруписавања атома у молекулу. Процес започиње уз помоћ катализатора (у чврстом, течном или гасовитом стању), одвија се веома великом брзином, док величина молекула полимера зависи од услова реакције. Вишемoleкуларни полимери створени на овај начин имају ланчасту структуру и без обзира на непромењен хемијски састав и распоред атома у макрозапремини показују другачије особине од полазне супстанце. Процес полимеризације се не сме прекидати, јер се не може на исти начин и наставити. Полимеризацији (слика 2.1) [1] углавном подлежу деривати етилена (C_2H_4) и бутадијени (C_4H_6).



Слика 2.1 Полимеризација етилена[1]

Ознака N, позната је као степен полимеризације, тј. број "мера" у полимерном молекулском ланцу. Средња вредност за полиетилен креће се од $N=3000$ до $N=25000$.

Посебан случај синтезе је полимеризација различитих мономера која се назива **кополимеризација**, при којој се стварају макромолекули састављени од основног састојка, који се мање или више правилно понављају. Својства добијеног полимера се битно разликују од својства компоненти (мономера) или од својства њихове смеше.

Поликондезација је процес повезивања два или више различита молекула уз издвајање споредних продуката, најчешће H_2O , HN_3 , алкохол итд. Процес се одвија постепено, макромолекул расте до достизања величине условљене равнотежним стањем супстанце и условима одвијања реакције. Захваљујући томе, бирајући услове реакције, могу се добити макромолекули различите величине. Вишемолекуларни поликондезати имају структуре разгранатих ланаца или умрежену структуру, при чему се разликују и по хемијском саставу и особинама од полазне супстанце. Поликондезацији подлежу најчешће феноли (C_6H_5OH – има га у катрану), уреа анилин ($C_6H_5NH_2$), алдехиди (карактерише их група – CHO).

Полиадиција је спајање мономера у макромолекуле без издвајања споредних производа. Може се вршити у ступњевима, а добијени производи су по структури слични поликондезатима. Полиадиција представља прелаз од полимеризације ка поликондезацији.

2.2 Састав пластичних маса

Пластичне масе као конструкциони материјали – поред основног састојка у виду високополимерне супстанце, садрже и разнородне додатне супстанце:

- стабилизаторе
- пуниоце
- пластификаторе
- пигменте (за бојење)
- мазива и
- очвршћиваче.

Стабилизатори су супстанце које обезбеђују трајност високополимерних хемијских једињења у случају дејства таквих спољашњих чинилаца као што су температура, видљиво или ултраљубичасто зрачење итд.

Нпр. чађ заштићује полиетилен од утицаја ултраљубичастиг зрачења; заштита поливинилхлорида од дејства повишених температура и ултраљубичастиг зрачења постиже се сапуном, органским једињењима калаја или тешких метала. Заштита материјала заснованих на бутадијену (гуме) од самооксидације на ваздуху постиже се путем додавања фенолних једињења.

Пуниоци су неутралне хемијске супстанце које се додају у циљу постизања тражених особина материје: побољшања механичких особина, термичке или електричне проводности, отпорности на хабање итд.

С обзиром на облик, пуниоци могу бити:

- прашкасти – метални прах, графит, чађ, лика (vlakна испод коре дрвета), камено и дрвено брашно и кварцни песак.
- влакнасти – металне жице, vlakна: стаклена, азбестна, синтетичка, памучна.
- лиснати – фолије или металне мреже, тканине: стакласте, синтетичке, памучне, папир.

Неоргански пуниоци смањују запаљивост вештачких материја, а посебно метални прах који још повећава термичку и електричну проводност; лика и азбест повећавају изолационе особине; графит поправља отпорност на хабање.

Органски пуниоци, углавном дрвено брашно и тканине, повећавају својства јачине смола, док чађ у великој мери повећава својства јачине каучука. Чађ је

површинска активна супстанца која доводи до ојачања везе између молекула каучука. Извесне пластичне масе, као што су органско стакло, целолоид и др. немају пунила.

Пластификатори (омекшивачи) су органска једињења, хемијски активна, која се понекад додају у веома великим количинама у циљу повећања пластичности производа. Односно, пластификатори су материје у којима се полимери растварају-набубре, што изазива промену њихових својстава, првенствено повећања еластичности на рачун затезне чврстоће и тврдоће, као и измену неких физичко-хемијских својстава, у првом реду снижења температуре топљења. По хемијском саставу пластификатори су сложена органска једињења, нпр. камфор, трикрезол сулфат и др., а према агрегатном стању су најчешће уљасте течности високе температуре кључања, али могу бити и у чврстом стању слично воску и каучуку.

Пигменти се додају у циљу да производ добије одређену боју и у принципу не утичу на његове физичке особине.

За време прераде вештачких материјала на повишеним температурама наступа фаза када је маса термопластична, жилава и вискозна, па се лепи и развлачи по металној површини машине за прераду. Ово је нарочито изражено при ваљању и каландровању пластичних маса. Да би се та појава спречила и прерада олакшала, маси се додају средства за подмазивање. То су воскови веће молекулске тежине или земноалкалне соли вишемасних киселина. Задатак средстава за подмазивање састоји се у томе да повећава моћ течења масе и олакшава њен транспорт кроз машину. Средства треба да буду отпорна на температуре, да буду постојане према светлу, да не погоршавају механичке особине производа. Посебна средства за подмазивање, чине средства за подмазивање калупа у циљу лаког одвајања готовог ливеног или пресованог производа из металног калупа.

Већина вештачких материјала слабо проводе струју. За време прераде, при стајању на ваздуху или при кретању, предмети од вештачких материјала се електростатички наелектришу. Њихова површина привлачи супротно наелектрисане делиће прашине из ваздуха.

Да би се спречио или умањио овај недостатак вештачким материјалима се при преради додају средства за уклањање, односно, спречавање појава статичког електрицитета тзв. антистатици. У принципу се одвођење статичког електрицитета постиже формирањем танког филма воде, на површини вештачких материјала, која одводи електрицитет. Прва средства која су се употребљавала била су хидроскопне материје, као што су глицерин и етиленгликол заједно са површински активним једињењима. Данас се употребљавају посебни препарати чији састав у већини случајева представља тајну произвођача.

2.3 Подела пластичних маса

У зависности од понашања на повишеним температурама пластичне масе се деле на:

- термопластичне масе (термопласти),
- термореактивне масе (дуропласти) и
- вулканизационе масе (каучук).

Термопластични материјали (термопласти) могу под дејством притиска и температуре, неограничено мењати свој облик. При загревању омекшавају и постају пластични, а при поновном хлађењу се враћају у првобитно стање. Термопласти се

могу подвргавати вишестепеном загревању (максимално до температуре растапања) и хлађењу без значајних промена особина. Ове пластичне масе не садрже пунила, осим средства за бојење и пластификацију којим се постиже измена својства чврстоће.

Основне одлике термполастичних маса су:

- осетан утицај повишене температуре на својства чврстоће,
- оптичка провидност код многих пластичних маса је висока,
- могућност бојења углавном неограничена,
- ниска цена обликовања за производњу великих серија, а отпатци се могу поново употребити,
- могу се неограничено обликовати и
- могу се спајати на топло, али углавном са лепљивим раствором.

Термореактивни материјали имају ограничену способност промене облика под дејством температуре и притиска. Када се једном загреју до одређене температуре, прелазе у нерастворљиво стање. Термореактивне пластичне масе на повишеним температурама очвршћују услед структурних промена, а поновним загревањем омекшавају. Ове пластичне масе скоро увек садрже пунила, очвршћиваче и стабилизаторе са циљем да се побољшају својства садржане смоле путем хемијских реакција.

Основне одлике термореактивних маса су:

1. повећана температура нема утицаја на механичка својства,
2. ниска оптичка проводљивост,
3. могућност бојења ограничена,
4. висока цена обликовања, а отпатци се не могу поново користити
5. неспособни су на топло и нелепљиви са растворима.

2.4 Својства пластичних маса

С обзиром да постоји много врста пластичних маса, али под различитим називима, разумљиво је да управо из тог разлога настају грешке приликом избора пластичних маса. Међутим, задаци за избор пластичних маса су слични онома који се постављају и приликом пројектовања производа и калупа, па је из тих разлога потребно размотрити следећа питања, која су од велике важности за успех у коначној примени, а то су:

- стабилност облика,
- боја – постојаност на светлу,
- отпорност на вишим температурама,
- отпорност на нижим температурама,
- чврстоћа,
- хемијска постојаност,
- постојаност димензија,
- апсорпција воде,
- услови течења,
- физичке,
- скупљање у калупу и накнадно и
- цена

Поред ових задатака, који изабрани полимерни материјал мора да испуни, потребно је познавати и основна својства полимерних материјала, која су при том различита за сваку врсту. Својства полимерних маса деле се на:

- механичке,
- физичке,
- термичке и
- електричне.

Својства пластичних маса зависе од степена полимеризације и структуре молекула полимера и од количине, квалитета и облика пунила и других додатака. Испитивања пластичних маса, која се изводе у циљу утврђивања својстава за оцену квалитета, могу се поделити на испитивања физичких, термичких, механичких и хемијских својстава. Важно је пре испитивања пластичних маса извести њихово кондиционирање или стабилизацију. Нека механичка својства пластичних маса су нижа од својстава метала и других материјала, међутим својства пластичних маса се могу побољшати ојачавањем полимера, нпр. стакленим влакнима, текстилним влакнима, додатком целулозе и др.

Затезна чврстоћа пластичних маса креће се од 100-200 daN/cm², а путем ојачања чак и до 650 daN/cm². То није посебно висок ниво чврстоће, али ако се узме у односу на густину, доводи до знатне примене пластичних маса. Притисна чврстоћа има завидан ниво, као и савојна чврстоћа. Издужење пластичних маса при затезању је високо, односно, показује знаке високе еластичности.

Док су метали добри проводници електрицитета пластичне масе су веома добри електроизолациони материјали. Један од недостатака пластичних маса као изолатора је то да услед високог површинског отпора ствара статички електрицитет, што се уклања посебном обрадом површине.

Термичка својства указују на ниску температуру примене, као и смањење чврстоће на повишеним температурама, а пак супротно на ниским температурама изазивају кртост.

На стабилност димензија предмета обраде утичу како температура експлоатације тако и апсорпција течности. Коефицијент ширења пластичних маса је и до 10 пута већи од метала, што се при конструкцији предмета обраде мора водити рачуна.

Пластичне масе су подложне старењу која се огледа у погоршању механичких и физичких својстава, што је врло негативно.

2.5 Физичка својства

У физичка својства спадају:

- густина,
- масени проток и
- упијање воде.

Густина

Густина пластичних маса зависи од хемијског састава и присуства пунила и пластификатора, а по дефиницији то је тежина јединице запремине (g/cm³). Густина пластичних маса креће се од 0,9 до 1,4 g/cm³, а изузетно до 2,4 g/cm³, што је знатно мање од густине метала и неорганских материја. Мала густина пластичних маса је велика предност, посебно када се захтева што мања тежина предмета обраде.

Масени проток-МЕЛТ-индекс

Масени проток, који се још зове и индекс флуидности, је брзина истискивања термопластичних пластичних маса, у истопљеном стању, кроз отвор одеђеног пресека, у одређеним условима околине, у току 10 минута. Мерило за масени проток је количина пластичне масе у гранама која је истиснута, у одређеним условима, у току 10

минута (g/10 минута). Уједначеност масеног протока неког полимера обезбеђује и уједначеност других својстава, али једнакост масеног протока разних произвођача не значе иста остала својства.

Упијање воде

Последица скупљања пластичних маса услед губитка влаге, пластификатора или због смањења унутрашњих напрезања насталих за време прераде је кривљење предмета. Материјали који апсорбују веће количине воде су нестабилни, имају лоше диелектричне особине и тешко се прерађују. Испитивање упијања воде изводи се на кондиционираним епруветама при температури 50°C у току трајања 24 часа. Само испитивање изводи се потапањем епрувета од пластичних маса у хладну воду температуре 23±0,5°C у току 24±1 час. Након тога вода се уклони брисањем са површине узорка, а узорак измери. Мерење масе изводи се са тачношћу 0,1 mg. Повећање тежине у процентима назива се апсорпција воде.

2.6 Механичка својства

У механичка својства пластичних маса убраја се:

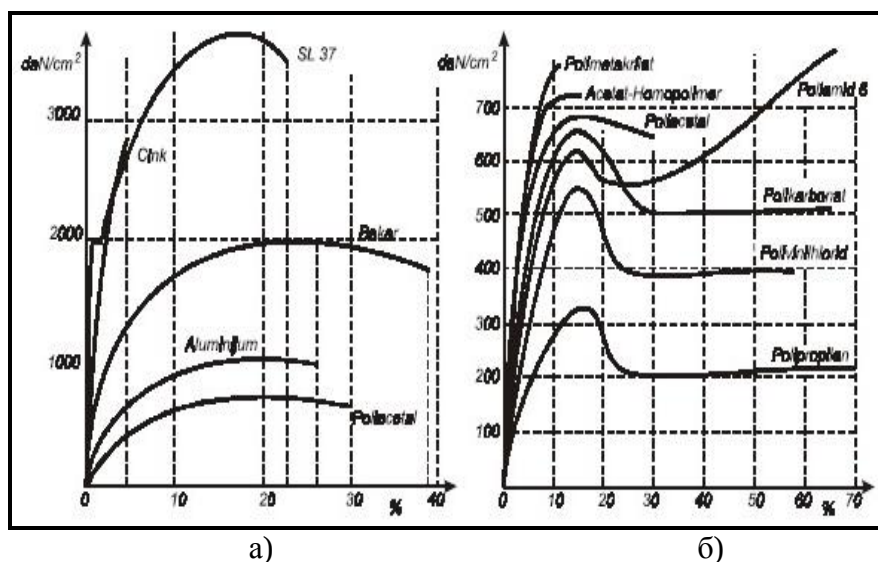
- затезна чврстоћа
- чврстоћа на притисак
- савојна чврстоћа
- отпорност на удар
- тврдоћа
- динамичка чврстоћа и
- трење.

Затезна чврстоћа

Истезање је деформација која настаје дејством сила истог правца и супротног смера у правцу уздужне осе тела. Таквим деловањем сила, долази до појаве уздужне дилатације и попречне контракције. У ту сврху, испитивање затезањем се изводи на одговарајућим епруветама, на основу којих долазимо до потребних података.

Најважнији показатељ чврстоће материјала је чврстоћа на затезање. То је максимални напон при прекиду испитиване епрувете, а представља количник највеће силе кидања F и попречног пресека епрувете A_0 пре кидања:

$$Rm = \frac{F}{A_0}, daN/cm^2$$



Слика 2.2 Дијаграм киданја [1]

Са слике 2.2 види се положај силе истезања за обичан челик, алуминијум и пластичну масу (слика 2.2 а) [1], односно, сила затезања за различите пластичне масе (слика 2.2 б) [1].

Чврстоћа на притисак

При испитивању притискивањем, испитивана епрувета се поставља између две плоче, од којих је једна непокретна, а друга покретна. Померањем покретне плоче оптерећује се епрувета до тренутка појаве деформације.

Чврстоћа на притисак је највећи напон у тренутку лома епрувете:

$$P_c = \frac{F}{A_0}, \text{ daN/cm}^2$$

Скраћење представља количник смањења радне дужине епрувете у односу на почетну:

$$A_c = \frac{l_1 - l_0}{l_0} \cdot 100, \%$$

Чврстоћа на савијање

Савијање је деформација која настаје када је предмет учвршћен на једном крају, а други му се оптерети или када су оба краја учвршћена а оптерећење делује по средини.

Савојна чврстоћа је највећи напон настао у тренутку лома савијањем и представља количник момента савијања M и отпорног момента пресека W :

$$R_b = \frac{M}{W}, \text{ daN/cm}^2$$

где је:

$M = P \frac{l_s}{4}$ - момент савијања у daN/cm²,

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6} - \text{отпорни момент попречног пресека у cm}^3$$

P - сила притиска, daN

L_c - растојање између ослонаца, cm

b - ширина епрувете, cm

h - дебљина епрувете, cm

Отпорност на удар

Отпорност на удар је карактеристика пластичних маса која се своди на одређивање релативне склоности кидања узорка услед наглог удара. Стандардни узорци су зарезани, чиме се постиже концентрација оптерећења и спречава пластична деформација. Када се пластична маса оптерети одређеном силом, наступа тренутно деформисање, које осим оптерећења зависи од времена и типа пластичне масе. Део деформације, добијен као разлика укупне и тренутне деформације, назива се пузање материјала и изражава се у процентима. Пластичне масе са већим издужењима показују, због већег молекуларног клизања, већу деформацију пузања.

Тврдоћа

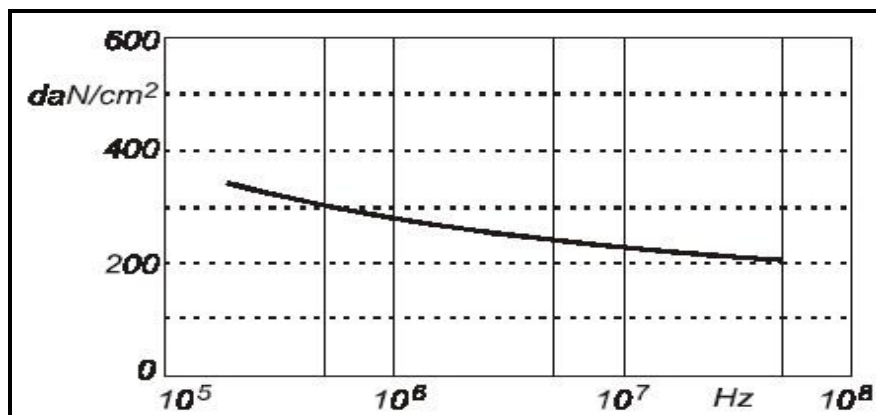
Тврдоћа се дефинише као отпорност материјала према продирању другог тела. Најбоља метода за одређивање тврдоће пластичних материјала је Бринелова.

Мерило тврдоће по методи Бринел је количник силе која делује на утискивач облика куглице и површине калоте отиска који је оставио утискивач на испитивану површину.

Поред Бринел методе мерило тврдоће се може одредити и помоћу Роквел, Викерс, Шор методе.

Динамичка чврстоћа

Испитивање *динамичке чврстоће* пластичних маса, слично као и испитивање метала и легура, изводи се на пулзаторима на којима се могу мењати како средњи напони тако и амплитудни напони. Резултат испитивања низа епрувета са примењеним различитим средњим или амплитудним напонима је Велерова крива (слика 2.3) [1]. Гранични број промена за пластичне масе је 10^7 циклуса.



Слика 2.3 Велерова крива за пластичну масу типа Хастаформ 9020[1]

Трење

Овим испитивањем установљава се отпорност материјала према хабању површине и то мерењем промене тежине испитиване епрувете у односу на тарући елемент израђен од различитих материјала.

2.7 Термичка својства

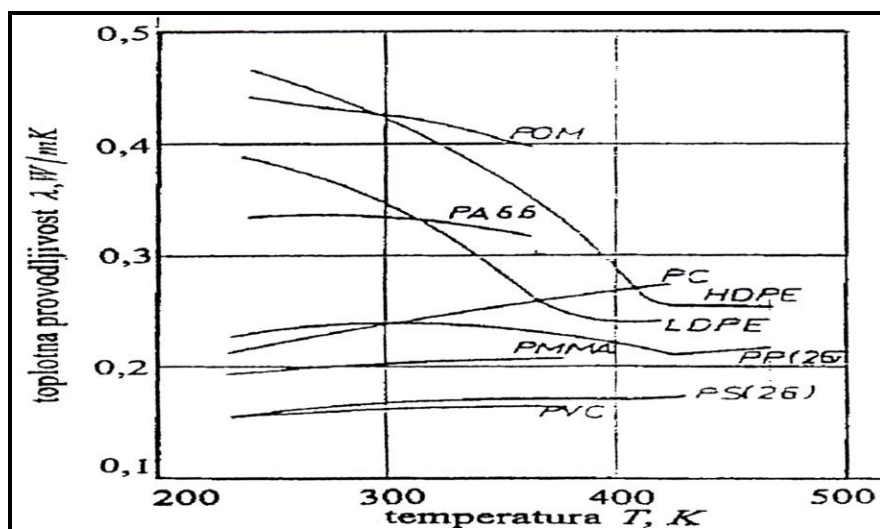
У термичка својства спадају:

- специфична топлота
- топлотна проводљивост
- температура проводљивости
- топлотна продорност и
- температура постојаности облика.

Термичка својства директно зависе од температуре, притиска и врсте пластичне масе.

Специфична топлота је количина топлоте коју треба довести јединици масе при изборном загревању, да би температура порасла за 1°C . Специфична топлота пластичних маса зависи и од структуре. Зато је обавезно одвојено разматрање специфичне топлоте аморфних и кристалних пластичних маса.

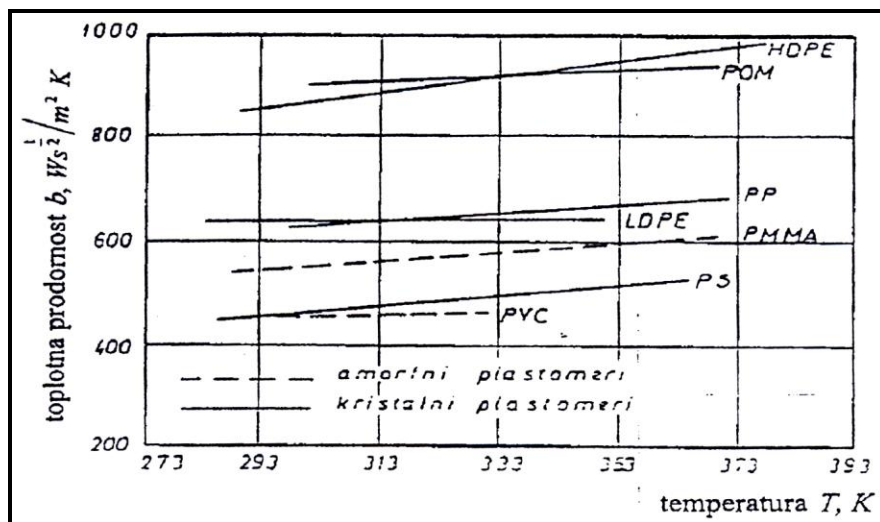
Топлотна проводљивост је особина материјала која одређује коју количину топлоте је могуће провести кроз пресек материјала при задатом температурном паду и у одређеном времену. Са слике 2.4 [1] уочава се да на вредност топлотне проводљивости битно утиче структура термопласта.



Слика 2.4 Промена топлотне проводљивости са температуром за неке пластомере [1]

Температурна проводљивост представља брзину мењања температуре тела или ток ширења топлоте. Ширење топлоте и промена температуре су истовремени процеси, који се изражавају сложеном величином која повезује топлотну проводљивост, специфичну топлоту и густину термопласта. То је температурна проводљивост и директно зависи од температуре.

Топлотна продорност представља меру брзине продирања топлоте у тело или способност акумулације брзине у времену t . Топлотна продорност је веома важна особина и од велике је практичне вредности за бројне прорачуне (слика 2.5) [1].



Слика 2.5 Топлотна продорност неких термопласта [1]

Под температуром постојаности облика подразумева се температура при којој се под задатим оптерећењем постиже одговарајућа деформација. Познавање температуре постојаности облика потребно је за одређивање потребног времена хлађења термопласта.

2.8 Електрична својства

У електрична својства пластичних маса убрајамо:

- повшински електрични отпор
- запремински електрични отпор
- диелектрична чврстоћа
- диелектрична константа.

2.9 Оптичка својства

Код извесних пластичних маса од значају су:

- отпорност на светло и
- индекс преламања светлости.

2.10 Пластичне масе намењене за израду амбалаже у прехранбеној индустрији

Пластике се добијају поликондензацијом или полиадисијом мономерна.

Постоји неколико предности коришћења пластичних материјала за паковање намирница. Пластике могу бити направљене као листови, фигуре и структуре нудећи знатну флексибилност и еластичност тог дизајна. Пластични материјали су хемијски

резистентни, јефтини, лагани, са широким опсегом физичких и оптичких особина. Многе пластике имају способност термозаваривања, лако се штампају, могу бити интегрисани у производне процесе где је паковање формирано напуњено и затворено у истој производној линији. Главни недостатак пластичних материјала је њихова променљива пропустљивост за светлост, гасове и пару.

Иако се више од 30 врста пластика користе као материјали за паковање, *полиолефини* и *полиестри* су најзаступљенији.

- Полиетилен
- Полипропилен
- Поливинилиден хлорид
- Полистирен
- Полиамид

Полиолефини - је заједнички термин за *полиетилен* и *полипропилен*, две највише коришћене пластике за паковању намирница, и друге мање популарне олефинске полимере.

Полиетилен - постоје две категорије полиетилена јако густ и слабо густ. **Јако густ** полиетилен је крут, јак и чврст и отпоран на хемикалије и влагу, пропустљив за гас, једноставан на обраду и обликовање. Користи се за израду боца за млеко, сок и воду, кутија за житарице, посуда за маргарин, кеса за продавнице и кеса за смеће. На *слици 2.6 [2]* су приказани производи добијени од полиетилена.



Слика 2.6 Производи од полиетилена [2]

Слабо густ полиетилен је еластичан, јак, чврст, лаган за затварање и отпоран на влагу. Врећице за хлеб и смрзнуте намирнице, савитљиви поклопци и боце су примери слабо густог полиетилена. Од ове две категорије полиетилена високо густе полиетиленске посуде, посебно боце за млеко, се најчешће рециклирају од свих пластичних паковања. На *слици 2.7 [2]* приказани су производи добијени од полиетилена.



Слика 2.7 Производи од полиетилена [2]

Полипропилен - тежи и гушћи и прозирнији од полиетилена. Најпопуларнија употреба полипропилена је у изради посуда за јогурт и маргарин.

Има добру отпорност на хемикалије и ефикасан је у спречавању проласка водене паре. На слици 2.8 [2] приказани су производи добијени од полипропилена.



Слика 2.8 Производи од полипропилена [2]

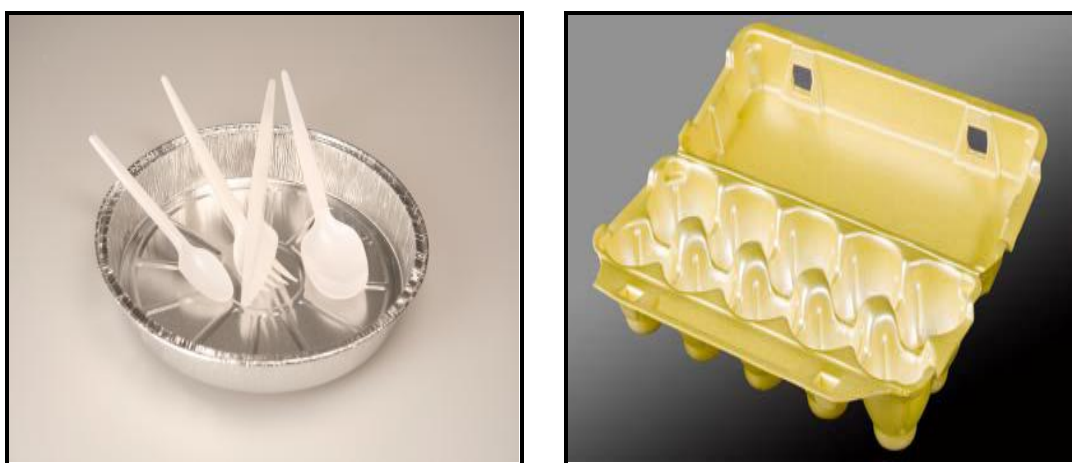
Поливинилиден хлорид (PVDC) је полимер винилиден хлорида - има способност за термозаваривање и служи као одлична баријера за водену пару, гасове, масне и уљане производе. Користи се за нееластична паковања, као једнослојни филм, превлака. Главне примене укључују паковање живиснког меса, конзервисаног меса, сира, грицкалица, чаја, кафе итд. На слици 2.9 [2] дата је амбалажа добијена од поливинилиден хлорида.



Слика 2.9 Амбалажа од поливинилиден хлорида [2]

Полистирен је полимер стирена - то је чврст, чист и лако ломљив материјал, са релативно ниском тачком топљења. Пенушањем се производи непрозиран, крут и лаган материјал са моћном заштитом и добрим термо изолационим својствима.

Типичне примене укључују заштитно паковање, као што су картон за јаја, посуде, прибор за јело за једнократну употребу, поклопце, шољице, тањире, боце, послужавнике за храну. Може се рециклирати или спалити. На слици 2.10 [2] приказани су производи од полистирена.



Слика 2.10 Производи од полистирена [2]

Полиамид - обично познат као најлон. Полиамид се највише користи у текстилној индустрији. Најлон такође пружа добру хемијску отпорност, чврстоћу и малу гасну пропустљивост.

Полиестри

- Полиетилен трефталат
- Поликарбонат
- Полоетилен нафталат

Полиетилен терефтхалат (РЕТ), поликарбонат (РС), и полиетилен нафталат (PEN) су полиестри, који се добијају кондензацијом из мономера естра. Најчешће коришћени полиестар за паковање хране је РЕТ.

Полиетилен терефтхалат (РЕТ) - пружа добру баријеру за гасове (кисеоник и угљен диоксид) и влагу. Он такође има добру отпорност на топлоту, минерална уља, растворе, киселине, али не и на базе. Из овог разлога РЕТ се користи за прављење амбалаже за многе прехранбене производе, нарочито пића и минералних вода. Главни разлози за његову популарност су: његова *прозирност* попут стакла, одговарајућа *гас баријера* за задржавање газираности освежавајућих пића, *мала тежина*, и *отпор на ломљење*. Три главне апликације амбалаже од РЕТ су посуде (боце, тегле...) На слици 2.11 [2] приказана је амбалажа добијена од полиетилен терефтхалата.



Слика 2.11 Амбалажа од полиетилен терефтхалата [2]

Поликарбонат (РС) - Чист, отпоран на топлоту и трајан, углавном се користи као замена за стакло у случајевима као што су велике боце за воду за виšekратну употребу и мале боце које се могу стерилисати. На слици 2.12 [2] дата је амбалажа добијена од поликарбоната.



Слика 2.12 Амбалажа од поликарбоната [2]

Полиетилен нафталат (PEN) - то је релативно нови члан групе полиестера. Баријерна својства PEN за угљен диоксид, кисеоник, водену пару су супериорнија од PET амбалаже. Због тога што PEN обезбеђује заштиту од преноса ароме и непријатних мириса, погодан је за производњу боца за пиће, као што је пиво.

Поливинил хлорид (PVC) - се добија реакцијом адисије од винил хлорида. Поливинил хлорид је тежак, тврд, савитљив и средње јак, аморфан, транспарентан материјал. Има изврсну отпорност на хемикалије електрична својства. Иако се PVC амбалажа првенствено користи у медицинске и друге не прехранбене апликације, његова употреба у прехранбеној индустрији укључује боце и фолије за паковање. PVC материјали могу бити претворени у материјале са широким распоном флексибилности додатком пластика, као што су: фталати, цитрати и фосфати. Фталати се углавном користе за паковање непрехрамбених производа као што је козметика, играчке, и медицински уређаји. Због могућих лоших утицаја на здравље употреба фталата за амбалажу за прехранбене производе је забрањена.



Слика 2.13 Амбалажа од поливинил хлорида [2]

3. ВАКУУМ ТЕРМООБЛИКОВАЊЕ

Термообликовање је прерада пластичних маса где се загрејана фолија доводи до алата, горњи део алата предобликује и одсеца део, а доњи алат посредством подпритиска даје делу коначан облик.

При овој врсти прераде најважније је добро познавање понашања материјала који се прерађује, на утицај топлоте, јер се материјал загрева на високе температуре, а да при томе не сме бити оштећен.

Док се начини прераде као што су: екструдирање, ливење под притиском, календрирање врше у термопластичном стању, топло обликовање врши се у термоеластичном стању. У том стању ланчани молекули имају извесну покретљивост и деловањем механичке силе могу да се помичу, а да при том структура материјала углавном остаје не промењена. При организацији производње термообликованих производа у првом реду треба решити два питања:

1. Да ли је могуће производити дати производ методом вакуум термообликовања
2. Какав материјал (фолија) треба да буде изабран у својству полазног материјала за формирање коначног производа.

3.1.Вакуумирање

Вакуумирање је поступак термообликовања којим се даје облик пластичним масама из плоча или фолија.

Предности тог поступка су:

1. Омогућавају производњу великих производа који се другим поступцима не би могли добити, или би то захтевало веома компликоване и скупе алате.
2. Квалитет таквих производа је велики. Непрекидно се изналазе нова подручја нове примене, како производа, тако и овог поступка прераде пластичних маса. Истовремено се појављују нове пластичне масе са побољшаним својствима прераде вакуумирањем.
3. Трошкови алата су осетно нижи од трошкова алата за убризгавање (цена алата је од 15-25% вредности алата за убризгавање производа исте величине). Алат се исплати и код мањих серија.

Поступци вакуум термообликовања термопластичним масама се у суштини не разликују. Разлика је само у томе да неке пластичне масе захтевају посебне услове као нпр. предгревање полипропилена код 50°C.

Главни захтеви поступка су:

1. довољно и једнакомерно омекшавање плоче (фолија) тако да радни притисак може формирати све детаље.

2. материјал - фолија мора бити неосетљив на површинско грејање са инфрацрвеним зрацима.

Вакуумирање је поступак који није конкурентан убризгавању - он га само надопуњује. Док се код убризгавања не може постићи дебљина зида тања од 0,4 mm, и површина већа од 1 m², поступак вакуумирања омогућује знатно мање дебљине, као и значајно веће димензије готовог дела.

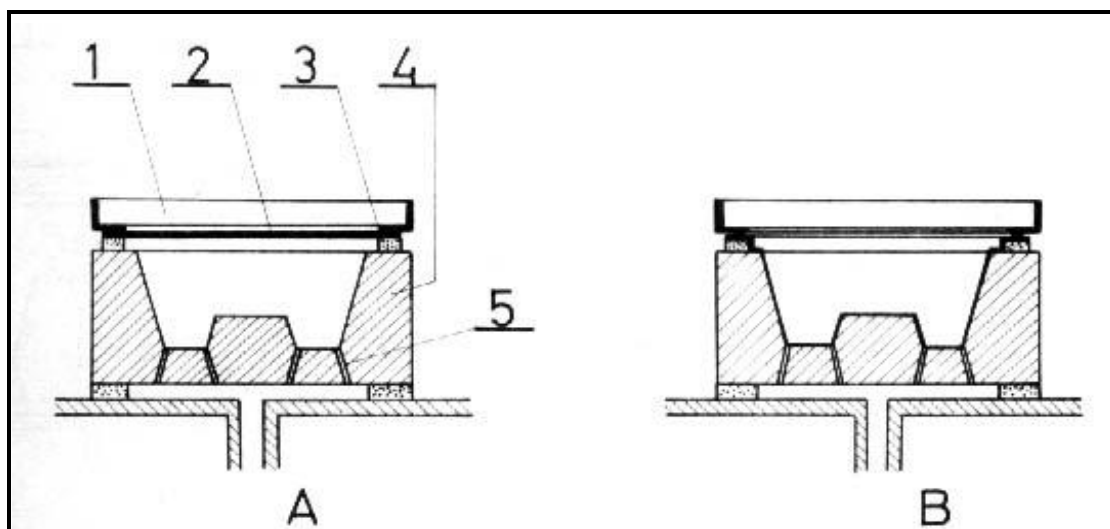
3.2 Поступци вакуум термообликовања

Код вакуум термообликовања постоји више поступака. Сваки има своје карактеристике које се одражавају на квалитет производа.

Негативно постављени алати (слика 3.1) [3] дају производе обликоване по моделу са спољне стране. Разлике у дебљини зида су видне на унутрашњем делу.

A) zagrejana folija je postavljena na alat, pre procesa obrade.

Б) посредством вакуум пумпе, кроз канале, ваздух је исисан из простора између фолије и модела, тако да под дејством атмосферског притиска фолија поприма облик модела.



Слика 3.1 Негативно постављен алат и механичко растезање фолије [3]

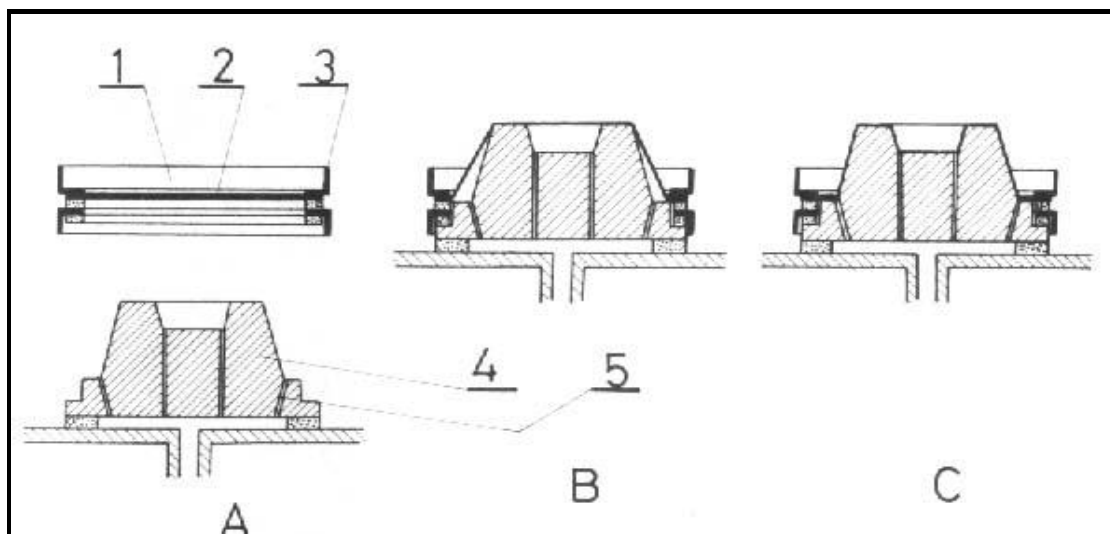
1. оквир
2. фолија
3. заптивач
4. модел
5. канали за ваздух

Позитивно постављени алати (слика 3.2) [3] су погодни за све производе средње дебљине са јаким дном и јаким рубовима и угловима.

A) zagrejana folija je postavljena na alat, pre obrade.

Б) алат се креће и механички растеже и предообликује фолију.

Ц) ваздух се исисава између фолије и модела и фолија добија облик модела са унутрашње стране.

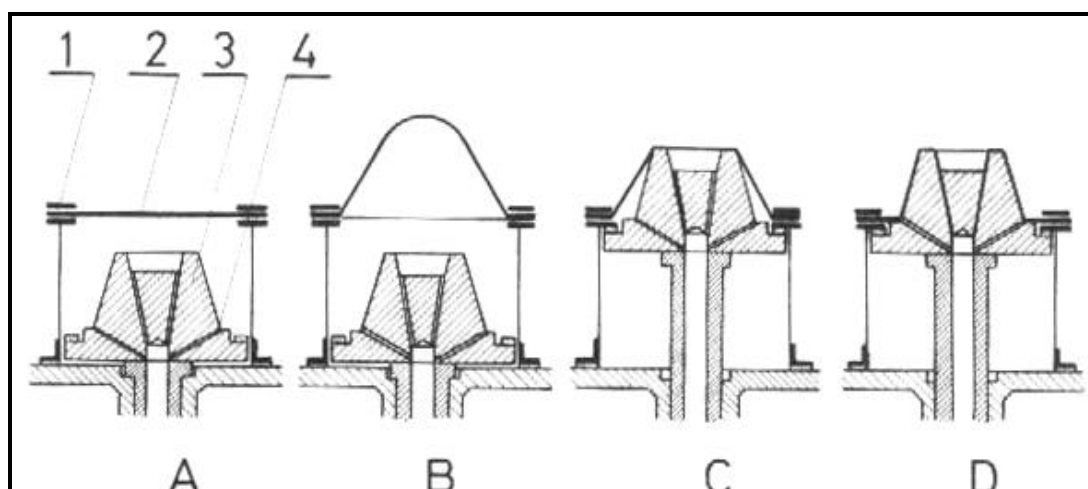


Слика 3.2 Позитивно постављен алат и механичко растезање фолије [3]

1. Оквир
2. Фолија
3. Заптивач
4. Модел
5. Канали за ваздух

Оптимално једнаке дебљине зида могу се постићи са позитивно постављеним алатом и пнеуматским предрастежањем (слика 3.3) [3]. Због тога тим поступком израђују се екстремно дубоки производи.

- А) загрејана фолија је постављена на алат
- Б) фолија се пнеуматски растеже
- Ц) алат се креће и предобликује фолију
- Д) ваздух се исисава између фолије и модела и фолија добија облик модела са унутрашње стране.



Слика 3.3 Позитивно постављен алат и пнеуматско растезање фолије [3]

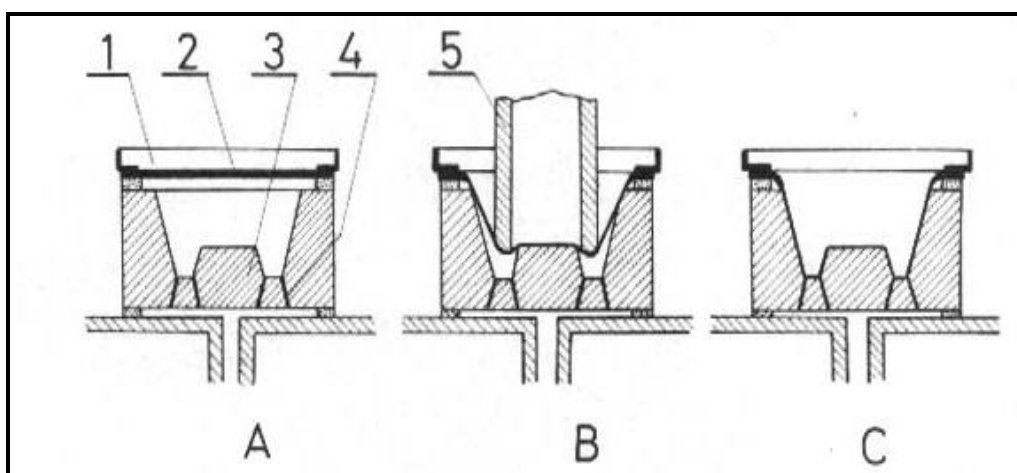
1. оквир
2. фолија
3. модел
4. канали за ваздух

Негативно постављени алати са механичким прерастежањем (слика 3.4) [3] погодни су за вишеделне алате.

А) загрејана фолија је постављена на алат.

Б) фолија се механички прерастеже уређајем за предобликовање.

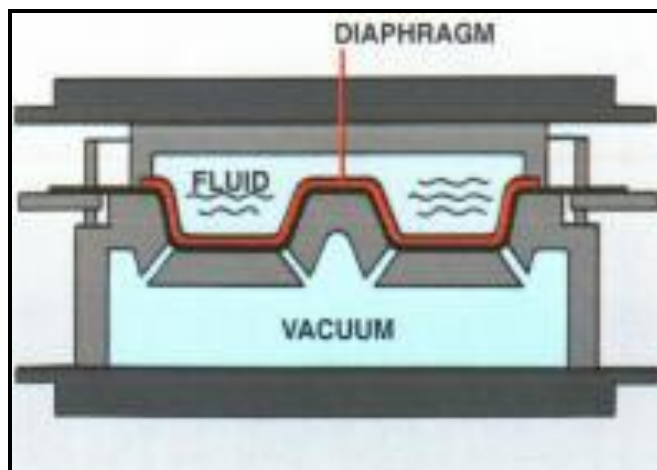
Ц) ваздух се исисава између фолије и модела и фолија добија облик модела са спољашње стране.



Слика 3.4 Негативно постављен алат и механичко растезање фолије [3]

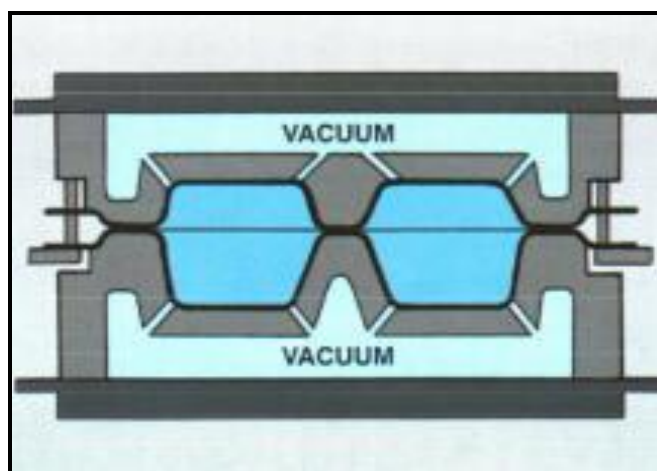
1. оквир
2. фолија
3. модел
4. канали за ваздух
5. уређај за преобликовање фолија

Постоје поступци вакуумирања са хидрауличним растезањем фолија (слика 3.5) [3]. Притисак флуида врши истезање фолије и њено обликовање, јер је ваздух између фолије и матрице исисан кроз канале. Овде је алат негативно постављен, дијафрагма има улогу зида између гнезда алата.



Слика 3.5 Вакуумирање са хидрауличним растезањем фолија [3]

Поступак формирања затворених контура дат је на слици 3.6 [3]. Матрица се састоји из два дела: горњег и доњег. Ваздух се истовремено исисава из оба дела матрице тако да фолија добија облик затворене контуре.

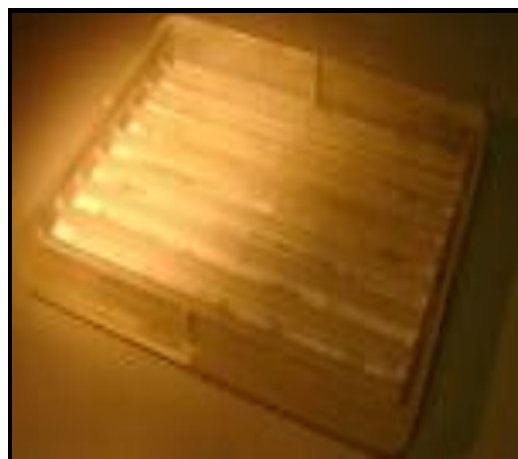


Слика 3.6 Поступак формирања затворених контура [3]

3.3 Алати потребни за вакуум термообликовање



Алат за вакуумирање туба [4]



Калуп за вакуумирање [4]



Алат за израду кутијица за семе [4]



Калупи за израду чоколадица [4]



Алат за вакуумирање од
плексигласа у виду калупа
калупа за ливење



Алат за израду делова промо-пулта [4]



Алат за израду пластичних
поклопаца за рекламе на
бандерама [4]



Алат за израду амбалаже [4]



Алат за вакумирање од плексигласа
као калуна за ливење чоколадних
пралина [4]



Алат за израду калуна за тацне [4]

3.4 Производи добијени вакуум термообликовањем





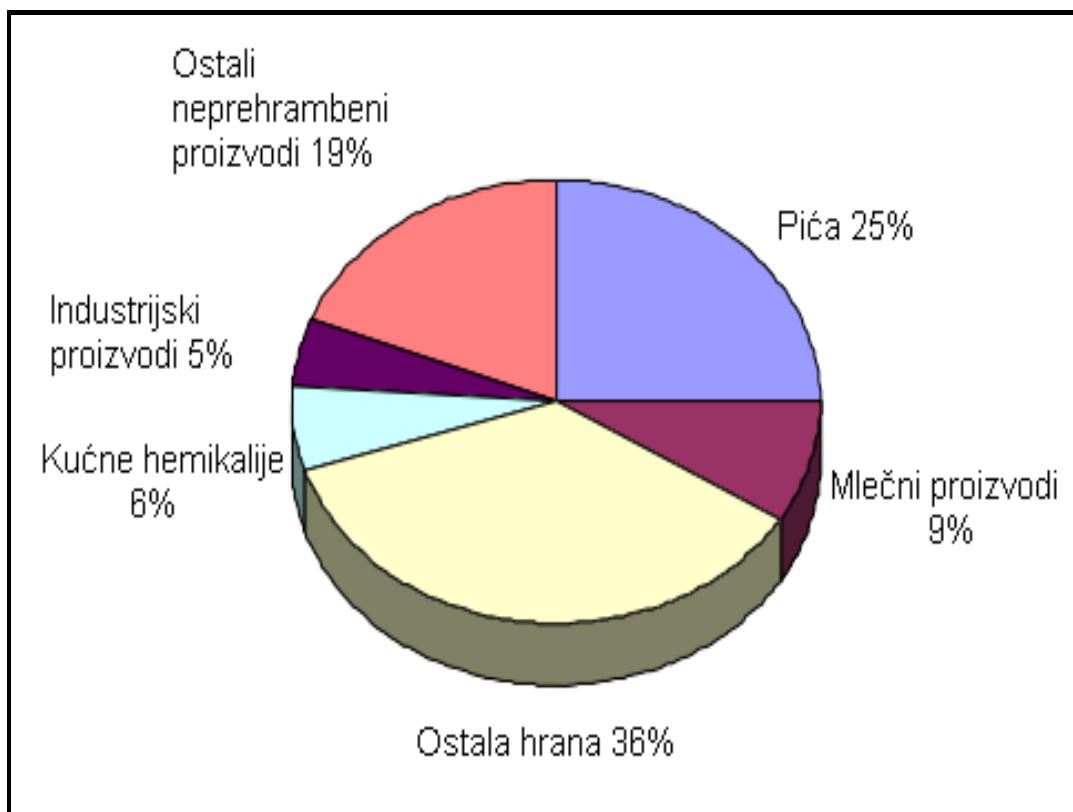


4. ШТЕТАН УТИЦАЈ ПЛАСТИЧНИХ МАСА НА ЗДРАВЉЕ

Сваком човеку брига за здравље је на првом месту. Данас живимо у свету у којем постоји небројено много загађивача околине и других токсичних материја које су штетне за човеково здравље. Међу њима се налазе и материјали који се користе у прехранбеној индустрији а присутни су у свакодневној употреби.

Тренутно постоји преко 30000 разних природних и синтетичких полимера. Познавање врсте и могућег штетног утицаја на човеково здравље је императив при избору и употреби појединих врста полимера. Посебна пажња се томе мора посветити у прехранбеној индустрији.

Приближно половина свих полимера који се прерађују у Европи користи се за производњу амбалаже. У 2007. години то је износило 18,2 милиона тона, што је донело посао вредан око 54 милијарде евра. У прехранбеној индустрији полимери се највише примењују за паковање прехранбених производа. Сврха им је да одрже храну што дуже свежом стварањем контролисане атмосфере, те да спрече њено кварење. Полимери се употребљавају за амбалажу због лаког начина производње, хемијске постојаности и инертности у додиру с храном, лаке стерилизације, естетског изгледа и мале масе.



Слика 4.1 Употреба полимера за амбалажу [5]

Најчешће употребљаване су фолије за паковање (углавном направљене од PE, PP и PVC), посуде (боце, конзерве и др. најчешће направљене од PVC, PET и PE), полимерне пене (као заштитна амбалажа, а направљене од PC, PE, полиуретана (PUR) и др.) и структурна амбалажа (кутије направљене од PVC, PC и PMMA). Око 70 % фолија за паковање у Европској унији су различити полиетилени.





Слика 4.2 Пластична амбалажа за паковање хране [5]

Политетрафлуоретилен, трговачког назива тефлон заокружио је посебну пажњу у јавности као врло токсичан материјал. Откривен је још 1938. године приликом производње атомске бомбе. Примењује се као нелепљиви (на воду и масноће) топлотно постојан материјал. Може се користити на температурама између -200 и $+260$ °C, на којима задржава своја својства. Због својих карактеристика употребљава се као завршни премаз на кухињском посуђу, разној амбалажи и намештају. Његово могуће штетно деловање на здравље се испољава ако се загреје на температуру вишу од 260 °C, јер изнад те температуре је могуће отпуштање тефлонских пара које су токсичне. Удисање тих пара изазива тзв. тефлонски грип чији су симптоми слични симптомима обичног грипа (кашаљ, повишена телесна температура и болови у грлу).



Слика 4.3 Посуђе превучено политетрафлуоретиленом

4.1 Штетан утицај пластичних маса приликом коришћења микроталасне пећнице

Један од „злогласних“ полимера је поликарбонатна пластика (РС) која се користи за производњу децјих бочица, посуда за храну (намена за микроталасне пећнице!) и за унутрашње облагање лименки за пиће. Претходних година је доказано да таква тврда прозирна пластика испушта прохормонски отров бисфенол А који узрокује, учестале поремећаје деобе полних ћелија, што доводи до тешких оштећења плода и спонтаних побачаја. Иако су објављени резултати бројних испитивања, још се веома мало зна шта се дешава са амбалажом у којој се храна загрева у микроталасној пећници, јер се у ту сврху користе веома разноврсни материјали. Као идеалне посуде за загревање хране препоручиване су оне од пластичне маса, јер се у њима храна у малим количинама може запаковати, замрзнути, па затим, када затреба, директно из замрзивача ставити у пећницу и веома брзо подгрејати. Конзумат, аустријски часопис потрошача, писао је да пластичне посуде уопште не одговарају за грејање хране у микроталасној пећници. Утврђене су значајне промене мириса хране која се загрева у пластичној амбалажи. Стручњаци упозоравају да ово не треба никога да чуди, јер се пластични материјали не састоје само од чистог поломера (основног једињења те пластичне материје), већ да садрже и друга једињења која се активирају приликом загревања хране. Значи та једињења могу реаговати са састојцима хране и стварати друга која могу бити и отровна. Испитивањима је доказано колико милиграма једињења која потичу из пластичне фолије за паковање прелази у храну. Тако, на пример, прелази око 0,1 mg фермалдехида на dm^2 , а он је веома отрован и може да изазове рак. За време загревања хране у микроталасној пећници одигравају се разне хемијске реакције, разлажу се једињења, а стварају нова. Што је температура виша ове реакције су брже и испушта се већа количина токсина. Још увек није тачно утврђено која се све једињења стварају у току ових реакција између хране и амбалаже, у којим количинама, и колико је то штетно по здравље људи. Очигледно је, да микроталасне пећнице нису безопасне. Произвођачи у упутствима и рекламама наводе све њихове предности, али не спомињу да оне истовремено представљају и велику опасност по здравље.

Недостаци микроталасних пећница:

- промене хранљиве вредности хране загреване у микроталасној пећници
- настанак нових, неприродних једињења у храни под утицајем микроталаса
- прелаз страних једињења из амбалаже у храну приликом њеног загревања у микроталасној пећници
- јело загревано у микроталасној пећници може да буде бактериолошки неисправно
- опасност по људе са пејсмејкером



Слика 4.3 РС бочице са бисвфенолом А [5]

4.2 Штетност коришћења пластичне амбалаже која садржи ВРА

Стално се говори о томе колика је штетност употребе пластичних флаша у свакодневном животу по здравље људи. Посебно се говори о штетности поликарбоната, у производњи пластичних боца, које отпуштају антимоно и ВРА (bisphenol A) у садржај амбалаже. Бисфенол А је најчешће у облику провидне пластике која се користи за производњу боца за воду и сокове, спортске опреме, медицинских и стоматолошких направа, белих композитних пломби за зубе, сочива и кућне електронике. ВРА се ослобађа у садржај ПЕТ боца нормалном употребом, при излагању топлоти и разним сретствима за прање, али и при нормалним условима, што значи и да пластична боца која стоји на столу може бити штетна. Сва истраживања показала су да су високи нивои конзумираног ВРА у тесној вези са појављивањем урођених мана, проблема са растом и развојем и повећањем ризика од срчаних обољења и дијабетеса. Пластична амбалажа је неизбежна у свакодневном животу, али се штетно дејство ВРА, који она садржи, на људско здравље може бар смањити пажљивом употребом, па пластика не треба да се ставља у микроталасну пећницу, не треба да се користи за вреле напитке или храну и не треба да се пере у врућој води, јер ВРА испушта 55 пута брже када је загрејана.



Европска управа за сигурност хране након прегледа многобројних истраживања закључила је следеће:[5]

- резултати многих истраживања на глодарима не могу се поновити па се стога не могу сматрати релевантним за доношење закључака.

- битне су разлике у брзини апсорпције и излучивања ВРА између људи и глодара. Људи метаболизирају и излучују ВРА брже од глодара, што умањује важност резултата истраживања о утицају малих доза ВРА на глодаре у процени ризика за људе.

- резултати истраживања доказују да су мишеви посебно осетљиви на естроген. Бисфенол А делује као слаб естроген, што је познато већ годинама, но истраживања нису показала никакав штетан утицај при вишим дозама бисфенола А, што повећава сигурност закључка о малој штетности бисфенола.

Будући да је људска изложеност бисфенолу А знатно испод допуштеног дневног уноса, закључак Агенције је да бисфенол А не представља ризик за људско здравље при ниским нивоима којима би људи, укључујући и децу, могли бити изложени током употребе производа који га садрже. Према законодавству ЕУ, као и у САД-у и Јапану, допуштена је употреба ВРА у материјалима који долазе у додир с храном.

Утицај ВРА на плодност и репродукцију на ендокрини (хормонски) систем је и даље тема многобројних расправа повезаних с извештајима о утицају малих доза ВРА на глодаре. Бисфенол А је хемикалија која изазива хормоналне поремећаје и сматра се штетним и опасним како за човека тако и за околину. Индустрија пластике тврди да је ова супстанца безопасна, међутим све већи број научника, на основу лабораторијских тестова на животињама, тврди да је ова супстанца канцерогена, изазива неплодност и може да допринесе поремећајима деце као што је на пример хиперактивност. Према научницима, ова супстанца имитира природни естроген, хормон ендокриног система али поред ове чињенице због које се сматра одговорним за проблеме плодности и карцинома такође утиче на рад панкреаса и може имати утицаја на појаву раног дијабетеса. Пластичне боце и боце кје се користе за бебе најчешће садрже ову супстанцу. Оно што је откривено је да ова супстанца из боце за храњење бебе прелази у млеко или храну која се налази у пластичној амбалажи. Треба водити рачуна о боцама за бебе, њиховом одржавању да се не би испуштао велики број супстанци при високим температурама отровних по здравље.

Полимери представљају једне од најраширенијих материјала у човековој околини. Индустрија полимера сваке године бележи раст у производњи тих материјала, највише у прехранбеној индустрији.

Човек свакодневно долази у додир са тим материјалима на разне начине. Најчешће преко хране која се пакује у амбалажу од тих материјалима, додиром тих материјала и удисањем материја које се испуштају.

Материје које се налазе у тим пластичним масама миграцијом прелазе на храну, човекову кожу и његов ендокрини систем. На исти начин прелазе у тло, море, подземне воде, другим речима у цели екосистем. Из тога разлога је потребно познавати како те супстанце утичу на човеково здравље и његову околину.

Због њихове многобројности, није могуће за све њих вршити испитати и познавати токсичност, канцерогеност или неки други облик штетности. Свакодневним истраживањима долази се до нових сазнања, па тако и до одговора на многа постављена питања.

Ако се посматрају полимери на глобалном нивоу онда се слободно може рећи да њихова примена представља веома веома малу опасност за здравље и околину, јер се мора имати у виду да су бројни други загађивачи околине и разни други утицаји на здравље човека попут стреса, начина исхране, бројних штетних састојака у храни и води (које нису дошле из полимерних материјала), лоших човекових навика (пушење), итд., далеко опаснији и имају веома штетан утицај на здравље људи.

Због свега наведеног полимери су битан материјал будућности и баш из тог разлога ће њихова употреба расти и проширивати се.

Штетан утицај се не сме занемарити већ су потребна даља истраживања и развој других полимера са много мањим штетним утицајем.

4.3 Правилник о безбедности хране

У овом делу биће дате опште одредбе и општи услови који морају бити испуњени да би амбалажа у којој се храна пакује у прехранбеној индустрији била здравствено исправна.

I Опште одредбе

Члан 1

Предмети опште употребе који се стављају у промет у Србији морају у поглед здравствене исправности одговарати условима прописаним овим правилником.

Члан 2

Под предметима опште употребе који у погледу здравствене исправности морају одговарати условима прописаним овим правилником подразумевају се:

- 1) посуђе, прибор и амбалажа за животне намирнице;
- 2) дечије играчке;
- 3) средства за одржавање личне хигијене, негу и улепшавање лица и тела;
- 4) средства за одржавање чистоће;
- 5) дуванске прерађевине и прибор за пушење.

Члан 3

Одредбе овог правилника обавезне су за организације удруженог рада и друге самоуправне организације и заједнице, радне људе који самостално обављају делатност личним радом средствима у својини грађана и пољопривреднике који стављају у промет предмете опште употребе из члана 2 овог правилника.

II Посуђе и прибор за животне намирнице

А. Општи услови за промет

Члан 4

Посуђе и прибор за животне намирнице (у даљем тексту: посуђе и прибор) који се употребљавају приликом припремања, производње, мерења прераде, дораде, превоза или употребе животних намирница не смеју бити израђени од материјала који отпушта састојке штетне по здравље или неповољно утиче на органолептичка, физичка или хемијска својства животних намирница и на њихово одржавање у хигијенски исправном стању.

Поред услова из става 1 овог члана, посуђе и прибор намењени за прераду и држање лако кварљивих животних намирница не смеју бити израђени од материјала који је пропустљив и порозан и који не штити животне намирнице од неповољног утицаја. Ивице и друга места на којима се састају две површине таквог посуђа и прибора морају бити заобљени.

Члан 5

Посуђе и прибор морају имати глатке површине, без удубљења и пукотина, и морају бити израђени тако да се могу лако и успешно чистити, прати и дезинфиковати. Такво посуђе и прибор не смеју се употребљавати у друге сврхе.

Посуђе и прибор намењени за припремање и издавање хране и пића или за превоз млека морају бити израђени тако да се могу стерилизовати загревањем. Такво посуђе и прибор не смеју се употребљавати у друге сврхе.

Забрањено је стављати у промет посуђе и прибор који су са унутрашње стране толико окрњени или оштећени да могу утицати на здравствену исправност животних намирница, односно на здравље потрошача.

Члан 6

Посуђе и прибор за једнократну употребу који се пре употребе не чисте, не перу, не дезинфикују нити стерилишу, не смеју у 1 ml испирка бриса узетог са 25 cm² контактне површине, рачунајући на 1 cm², садржавати: 1) Е. коли, 2) протеус-врсте, 3) коагулаза – позитивне стафилококе, 4) сулфиторедукујуће клостридије, 5) Салмонеле, као ни више од 10 микроорганизама.

Члан 7

Боје за бојење посуђа и прибора чије обојене површине долазе у непосредан додир са животним намирницама не смеју прелазити у намирнице нити смеју садржавати, рачунајући на 1 kg суве боје, одређено у естракту са 0,1 mol хлороводоничне киселине после кувања од 15 минута уз повратно хлађење више од:

- 1) 20 mg арсена;
- 2) 100 mg олова;
- 3) 10 mg кадмијума;
- 4) 10 mg живе;
- 5) 200 mg баријума;
- 6) 100 mg хрома;
- 7) 100 mg антимона;
- 8) 100 mg селена.

Органске боје не смеју отпуштати ни више од:

- 1) 0,1 mg/kg канцерогених полицикличних ароматичних угљоводоника;
- 2) 0,1 mg/kg нафтиламина, бензидина или 4-амино-дифенила.

Члан 8

Пунила која се користе у производњи делова посуђа и прибора који долазе у непосредан додир са животним намирницама морају одговарати условима из члана 7 став 1 овог правилника.

Чађ која се користи у производњи делова посуђа и прибора који долазе у непосредан додир са животним намирницама не сме имати толуенски екстракт већи од 0,15%, а у погледу канцогених полицикличких ароматичних угљоводоника мора одговарати условима из члана 7 став 2 овог правилника.

Члан 9

Лепила и сличан помоћни материјал који се на посуђу и прибору налазе на местима која долазе у непосредан додир са животним намирницама, односно на местима на којима постоји могућност да дођу у непосредан додир са животним намирницама, морају испуњавати услове предвиђене у чл. 25-36 став 7 овог правилника.

Члан 10

На посуђу и прибору мора бити означен назив, односно утиснут знак произвођача, који се не може скинути пре употребе.

Посуђе и прибор од вештачких маса

Вештачке масе (полимерни материјали)

а) Општи услови**Члан 25**

Вештачке масе за израду посуђа и прибора не смеју садржавати састојке који приликом коришћења тих предмета могу штетно деловати на здравље или неповољно утицати на органолептичка својства и састав животних намирница. Вештачке масе за израду посуђа и прибора, ако овим правилником није другачије одређено, морају испуњавати следеће услове:

1) да приликом употребе предмета не отпуштају у животне намирнице, односно плувачку, више од:

- 1) 0,5 mg олова;
- 2) 0,05 mg кадмијума;
- 3) 0,1 mg хрома;
- 4) 0,1 mg молибдена;
- 5) 0,1 mg арсена;
- 6) 0,01 mg живе;
- 7) 0,5 mg селена;
- 8) 0,5 mg баријума;
- 9) 50 mg цинка;
- 10) 10 mg калаја;
- 11) 5 mg кобалта.

рачунајући на 1 kg или 1 l животне намирнице, односно њеног модел-раствора;

2) да не отпуштају у животне намирнице, односно плувачку више од 60 mg/kg (10mg/dm²) укупно нискомолекуларних органских и неорганских супстанција;

3) да не отпуштају у животне намирнице, односно плувачку примарне ароматичне аminer, рачунате као анилин, ни секундарне ароматичне аminer, рачунате као дифениламин, појединачно више од 0,1 mg/kg (0,02 mg/dm³), нити заостале пероксиде у количини већој од 3 mg/kg (0,5 mg/dm³), рачунате као активан кисеоник;

4) да не отпуштају боје (ако су обојене) у животне намирнице, пљувачку и зној, односно њихове модел растворе. Оптичка трансмисија у видљивом делу спектра обојеног екстракта вештачке масе у модел-раствору мора да износи најмање 95%.

Члан 26

Вештачке масе које се употребљавају за израду посуђа и прибора који долазе у непосредан додир са водом за пиће, млеком, млечним производима, брашном парафинисаним или навоштеним намирницама, намирницама које садрже етерична уља, алкохолним пићима, мастима, уљима или животним намирницама чија је спољна фаза маст, не смеју садржавати омекшиваче, ако посебним прописом није изричито друкчије прописано.

Члан 27

Вештачке масе на бази поливинил-хлорида и кополимера које се употребљавају за израду цеви, цистерни, водоторњева, славина и других уређаја, премаза или облога, а долазе у непосредан додир са водом за пиће, могу садржавати следеће омекшиваче: дибутил-фталат, ди-2-етилхексил-фталат, естере алкилсулфонских киселина (C2-C20) са фенолима, ди-(феноксietил)-формал, бутил-бензил-фталат, ди-2-етилхексил-адипат, ди-изононил-фталат, дифенил-2-етилхексилфосфат, хлоропарафин (C10-C35), полиестер адипинске киселине са 1,3 бутан-дионом, полиестер адипинске киселине са 1,3-бутандиолом и 1,6-хексан-дионом, и полиестер адипинске киселине са 1,3-и/или 1,4-бутандиолом и/или 1,2-пропандиолом, чије су слободне хидроксилне групе ацетилиране. Количина наведених омекшивача у готовом производу, појединачно или у смеси, не сме бити већа од 35%. Ако су наведени омекшивачи присутни, не смеју се додавати стабилизатори на бази олова и органски везаног калаја.

Готови производи из става 1 овог члана који долазе у непосредан додир с водом за пиће, а израђени су из природног или синтетског каучука, могу садржавати следеће омекшиваче: естере алкилсулфонских киселина (C10-C20), са фенолима, ди-2-етилхексил-адипат и ди-2-етилхексил-фталат. Количина наведених омекшивача појединачно не сме бити већа од 10% (осим код материјала за заптивање и лепкова), а ако су заступљени у смеси, њихова количина не сме бити већа од 20%.

Вештачке масе које се употребљавају за израду готових производа из става 1 овог члана не смеју отпуштати у виду флуоресцирајуће супстанције више од 0,001 мг/л воде, ни олова више од 0,45 мг/л воде после пет дана додир са водом, односно више од 0,05 мг/л воде после десет дана додир са водом на температури од 202C, рачунајући на 24 часа.

Вештачке масе од којих се израђују цеви за воду за пиће не смеју да садрже више од 2,5%, а заптивачи 3,0% ацетиленске или неке друге врсте оксидиране чађи.

б) Посебни услови

Поливинил-хлорид и остали полимери са омекшивачем и без омекшивача

Члан 28

1. Транспортне траке за животне намирнице на бази омекшаног поливинил-хлорида, самог или у смеси са бутадиен-акрилонитрил-кополимерима у којима превладава удео поливинил-хлорида, могу садржавати следеће мономерне омекшиваче: дибутил-фталат, ди-2-етилхексил-фталат, дибутил-себаат, ацетилтрибутил-цитрат, ацетил-три-2-етилхексил-цитрат, дифенил-2-етил-хексил-фосфат и естере алкилсулфонских киселина (C12-C20) са фенолима, а од полимерних омекшивача: полиестер адипинске киселине са 1,3 бутандиолом и 1,6-хександиолом и полиестер адипинске киселине са 1,3 – и/или 1,4-бутандиолом и/или 1,2-пропандиолом чије су слободне хидроксилне групе ацетилиране.

Количина мономерних омекшивача из става 1 овог члана не сме бити већа од 12%, изражено на готов производ или на покровни слој који долази у контакт са

намирницама ако траке садрже тканине, уколико се транспортне траке употребљавају за животне намирнице које у спољашној фази садрже масти и уља, за навоштене и парафиниране животне намирнице, млечне производе и сир, животне намирнице које садрже етерична уља, и за брашнасте и крупичасте намирнице. Ако се траке употребљавају за остале намирнице, а нарочито за оне које се пре употребе перу, љуште или на други начин чисте, могу садржавати до 40% мономерних омекшивача из става 1 овог члана, изражено на готов производ или на покровни слој који долази у контакт са намирницама ако траке садрже тканине.

Удео полимерних омекшивача из става 1 овог члана није ограничен ни за једну примену.

Транспортне траке за животне намирнице на бази бутадиен-акрилонитрил-кополимера, самих или у смеси са поливинил-хлоридом, винилхлорид-кополимерима или у смеси винилхлорид-полимеризата, с тим да у готовом производу превладава удео бутадиен-акрилонитрил-кополимера, могу од омекшивача садржавати само естере алкилсулфонских киселина (C12-C20) са фенолима и крезолима, и то највише до 10%, изражено на готов производ.

2. Цevi израђене од полимеризата-винилхлорида, које служе за одвод течних намирница, изузимајући вруће течности, млеко и алкохолна пића у којима је удео етанола већи од 13% (В/в), могу садржавати следеће омекшиваче: полиестере адипинске киселине и 1,3-бутандиола, полиестере адипинске киселине и 1,3 – или 1,3- и 1,4- бутан-диола чије су слободне хидроксилне групе ацетиловане, полиестере адипинске киселине и 1,3-бутандиола и 1,6-хександиола, естере сулфонских киселина са превладавајућим равноланчаним алкилсулфохлоридима (C9-C18) и фенолом, ди-изонанил-фталате и ди-изодецилфталат.

Изузетно од одредбе става 1 тачка 2 овог члана, цevi за одвод млека у машинама за прераду млека и цevi које се користе у технолошком поступку прераде млека могу садржати следеће омекшиваче: полиестер адипинске киселине и 1,3-бутандиола, полиестере адипинске киселине и смеси 1,3-бутандиола и 1,6-хександиола, полиестере адипинске киселине и смеси 1,3- и/или 1,4-бутандиола и/или 1,2-пропандиола чије су слободне хидроксилне групе ацетиловане, естере алкилсулфонских киселина (C10-C20) и фенола и ди-2-етилхексил-фталат, и то у укупној количини од максимално 50%, изражено на готов производ, с тим да последња два омекшивача не могу бити изнад 20% од укупног садржаја омекшивача.

Цevi за одвод текућих намирница могу се израђивати из еластомера на бази силикона без додатка омекшивача.

3. Премази и лакови за целофан израђени из целулозног нитрата или винилиден-хлорид-кополимера могу се употребити за паковање животних намирница само ако је утврђено да из њих ниједна супстанција не прелази на намирницу, осим оних које не утичу знатно на здравствену исправност, нити битно утичу на мирис и укус намирнице, а технички су неизбежне. Допуштени омекшивачи су: дибутил фталат, ди-ноктил-фталат, дициклохексил-фталат, би(метилциклохексил)-фталат и ацетил-трибутил-цитрат, под условом да 1 dm² филма (слоја полимера) не садржи укупно више од 15 mg тих омекшивача.

4. Фолије, тубе, премази и лакови на бази целулозног ацетата и пропионата не смеју садржавати више од 0,1% у води растворљивих супстанција. Готови производи наведени у овом ставу, ако су израђени од целулозног ацетата, смеју садржавати следеће омекшиваче: диетил-фталат, ди-изопропил-фталат, ди-2-етилхексил-фталат и дибутил-фталат, укупно највише 22%, а ако су израђени од целулозног пропионата, смеју садржавати следеће омекшиваче: ди-2-етилхексил-фталат, дибутил-адипат, ди-2-етил-хексил-адипат, дибутил-себацат и дибутил-азелат, укупно највише 12%. Готови

производи наведени у овом ставу, израђени од омекшаног целулозног ацетата и пропионата, не смеју доћи у додир са брашнастим и крупчастим намирницама, намирницама које у спољашњој фази садрже масти и уља, навоштеним или парафинираним намирницама, млеком и млечним производима, укључујући и сир, и намирницама које садрже етанол или етерична уља.

5. Фолије, тубе, премази и лакови израђени од полимеризата на бази естера акрилне и/или метакрилне киселине не смеју садржавати друге омекшиваче осим дибутил-фталата чији садржај не сме износити више од 3% изражено на готов производ (односно код вишеслојних фолија или вишевршних премаза изражено на површински слој који долази у додир са намирницама). Удео испарљивих органских супстанција у непрерађеној сировини и у готовом производу не сме износити више од 0,5%, а остатак пероксида – више од 0,2%. Мономерни акрилонитрил и метаакрилонитрил могу прелазити на намирнице само у количинама које нису веће од границе осетљивости признате методе.

6. Фолије, тубе, премази и лакови могу се израђивати и из поливинил-хлорида, кополимера винил-хлорида и смесе ових полимеризата са другим кополимерима и хлорисаним полиолефинима, под условом да превладава удео винил-хлорида сходно посебним одредбама за наведене комбинације полимера.

7. Омекшане поливинил-хлоридне фолије уопштено смеју садржавати допуштене мономерне и/или полимерне омекшиваче у количини до 35%, изражено на готов производ (односно код вишеслојних фолија или вишевршних премаза изражено на површински слој који долази у додир са намирницама) ако фолија не долази у директан додир са прашкастим и финозрнастим намирницама, намирницама које у спољашњој фази садрже масти и уља, навоштеним и парафинисаним намирницама, млеком и млечним производима, укључујући и сир, и намирницама које садрже етанол или етерична уља. Ова ограничења се не односе на наборане фолије које садрже највише 6,0% ди-2-етилхексил-фталата и чија је дебљина мања од 0,02 mm, као ни на фолије за паковање свежег меса.

Допуштени мономерни омекшивачи за те сврхе су: дибутил-фталат, ди-2-етилхексил-фталат, дициклохексил-фталат, бутилбензил-фталат, ди-изодецил-фталат, ди-изононил-фталат, ди-н-хексил-азелат, дибутил-себацат, ди-2-етилхексил-адипат, ацетилтрибутил-цитрат, ацетил-три-2-етилхексил-цитрат, дифенил-2-етилхексил-фосфат и естери алкилсулфонских киселина (C12-C20) са фенолима. Допуштени полимерни омекшивачи за те сврхе су: полиестери адипинске киселине и 1,3-бутандиола, полиестери адипинске киселине и 1,3-бутандиола и 1,6-хександиола и полиестери адипинске киселине и 1,3-и/или 1,4-бутандиола и/или 1,2-пропандиола чије су слободне хидроксилне групе ацетиловане.

Ако су у полимерима заступљени наведени мономерни и полимерни омекшивачи, они не смеју садржавати стабилизаторе на бази органски везаног калаја. Омекшане поливинил-хлоридне фолије с великом пропустљивошћу кисеоника, које служе за паковање свежег меса, смеју садржавати укупно највише 22% следећих омекшивача: ди-2-етилхексил-фталат, ацетил-трибутил-цитрат, естере алкилсулфонских киселина (C12-C20) са фенолима и ди-н-хексилазелат. Ако ове фолије служе искључиво за паковање свежег меса, дебљина им не сме бити већа од 20 микрометара, а на 1 kg пакованог меса не смеју отпустити више од 60 mg омекшивача из овог става.

8. Фолије, тубе, премази и лакови могу се израђивати и из винилиден-кополимера са превладавајућим уделом винилиден-хлорида и од мономерних омекшивача смеју садржавати ацетилтрибутил-цитрат и дибутил-себацат, укупно највише 5,0%, или од полимерних омекшивача: полиестере адипинске киселине и 1,3 и 1,4 бутандиола

(средње молекуларне тежине 1000), чије су слободне хидроксилне групе ацетиловане и полиестере адипинске киселине и/или азелеинске киселине са 1,2-пропандиолом, 1,3 и 1,4-бутандиолом или 1,6-хександиолом (средње молекуларне тежине изнад 1000), укупно највише 10,0%.

9. Хлоркаучук и циклокаучук који се употребљавају за израду обојених филмова за спремишта воде за пиће смеју од омекшивача садржавати само ди-(феноксietил) формал, и то највише 25%, изражено на готов филм, с тим да се не сме доказати у води за пиће.

10. Удео мономерног винил-хлорида у полимерном материјалу не сме бити већи од 1 мг/кг, а у животним намирницама – од 0,01 мг/кг.

Полипропилен

Члан 30

Полипропилен који се употребљава за израду посуђа и прибора и долази у додир са животним намирницама чија је спољна фаза маст или уље не сме садржавати следеће стабилизаторе: 3,5-дистерцијарни бутил-4-хидроксibenзоеве киселине (2,4-дистерцијарни бутил-фенил) естар или ди-н-октадецил (4-хидрокси-3, 5-дистерцијарни бутил) бензил-фосфонат, нити више од 0,2% 2,6-дистерцијарног-бутил-4-метил-фенола. Полипропилен не сме садржавати више од 0,1% оксида калцијума, алуминијума, силицијума, титана, хрома и ванадијума који потичу од употребљених стабилизатора, а од тог процента не смеју садржавати више од 0,005 мг% (0,05 мг/кг) хрома из његових једињења растворљивих у води нити више од 0,002% (20 мг/кг) ванадијума, рачунајући као ванадијум-пентоксид (V_2O_5).

Меламин-формалдехидне, фенол-формалдехидне и уреа-формалдехидне масе

Члан 31

Меламин-формалдехидне, фенол-формалдехидне и уреа-формалдехидне масе које се употребљавају за израду посуђа и прибора не смеју да отпуштају воду и 3% (V/v) сирћетну киселину више од 300 мг/кг (50 mg/dm^2) укупних нискомолекуларних органских и неорганских супстанција после контакта од 30 минута на температури од 80°C.

Осим тога, ове масе не смеју отпуштати више од 0,001 мг/кг флуоресцирајућих супстанција, посебно канцерогене полицикличке ароматичне угљоводонике ни формалдехида више од 3 мг/кг ($0,5 \text{ mg/dm}^2$), нити олова, арсена и цинка појединачно више од 1 мг/ dm^2 у воду и 3% (V/v) сирћетну киселину, после контакта од 30 минута на температури од 80 С.

Ако се ове масе употребљавају за импрегнацију папирне и картонске амбалаже за животне намирнице, онда оне не смеју отпуштати више од 1 мг/ dm^2 формалдехида. Фенол-формалдехидне масе не смеју отпуштати феноле и крезоле у количини већој од 1 мг/ dm^2 формалдехида.

Фенол-формалдехидне масе не смеју отпуштати феноле и крезоле у количини већој од 1 мг/кг ($0,2 \text{ mg/dm}^2$).

Полиетилен

Члан 33

За израду предмета опште употребе који долазе у непосредан додир са мастима, уљем или животним намирницама чија је спољна фаза маст, не могу се употребљавати:

- полиетилен у смеси са хидрираним полициклопентадиеном;
- полиетилен као кополимер са више од 5% винил-ацетата;
- полиетилен са стабилизаторима изнад 0,3%.

Полиетилен не сме садржавати више од 0,1% оксида калцијума, силицијума, титана, хрома и ванадијума који потичу од употребљених катализатора, а од тога не сме садржавати више од 0,005 мг% (0,05 мг/кг) хрома из његових једињења

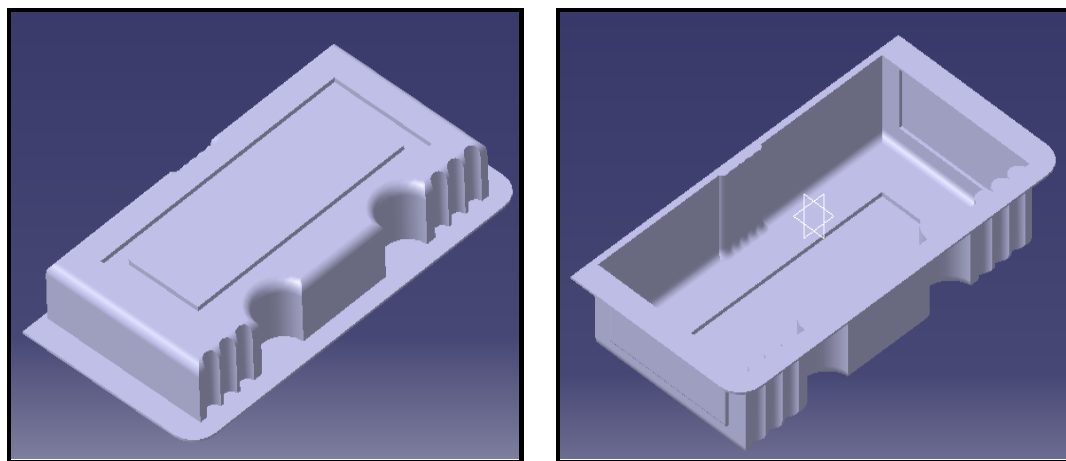
растворених у у води, нити више од 0,002% (20 mg/kg) ванадијума рачунатог као ванадијум пентоксид (V_2O_5).

Члан 37

За израду посуђа и прибора од вештачких маса могу се употребити само оне вештачке масе за које је прибављен атест од здравствене или друге организације удруженог рада овлашћене за вршење анализе предмета опште употребе.

5. ПРИМЕР АМБАЛАЖЕ ПОСУДЕ ЗА ХРАНУ

У оквиру овог дела завршног рада поред основног упознавања са пластичним масама и са поступком вакуум термообликовања, извршено је моделирање и дат пример амбалаже посуде за храну која се производи вакуум термообликовањем. Цео поступак моделирања амбалаже урађен је у програмском пакету CATIA V5 R17.



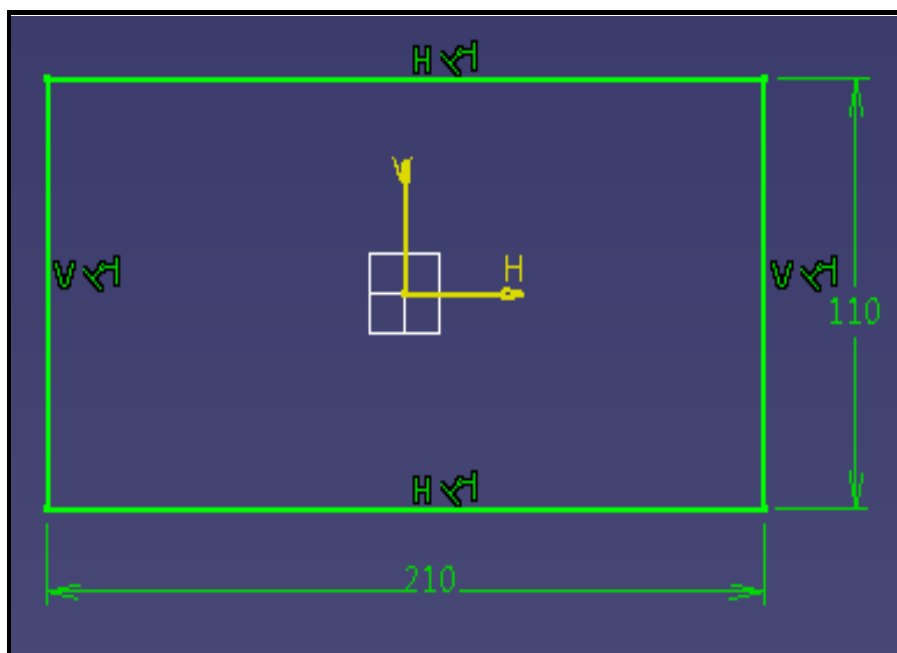
а) Горњи део посуде за храну

б) Доњи део посуде за храну

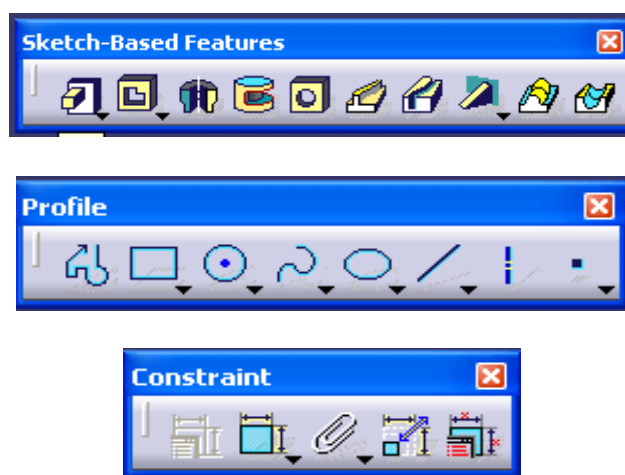
Слика 5.1 Делови посуде за храну

5.1 Моделирање доњег дела посуде

Моделирање доњег дела посуде почиње у модулу **Start > Mechanical Design > Part Design**. Активирањем команде **Sketch** са палете алата **Sketcher**, селектовањем равани **xy**, и користећи алате са палете алата **Profile** и **Constraint** креира се скица модела (слика 5.2).

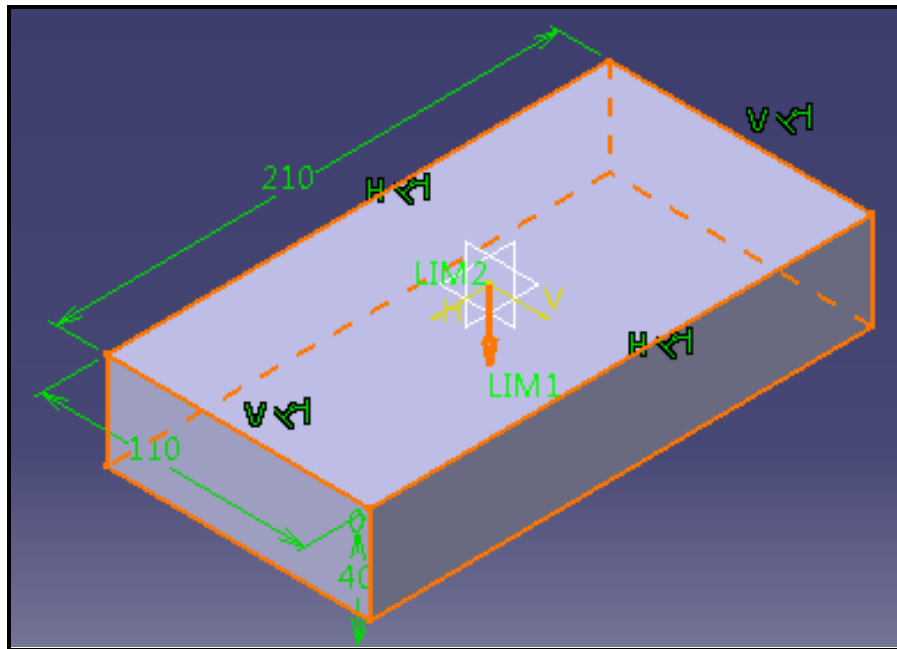


5.2 Дефинисање профила скице



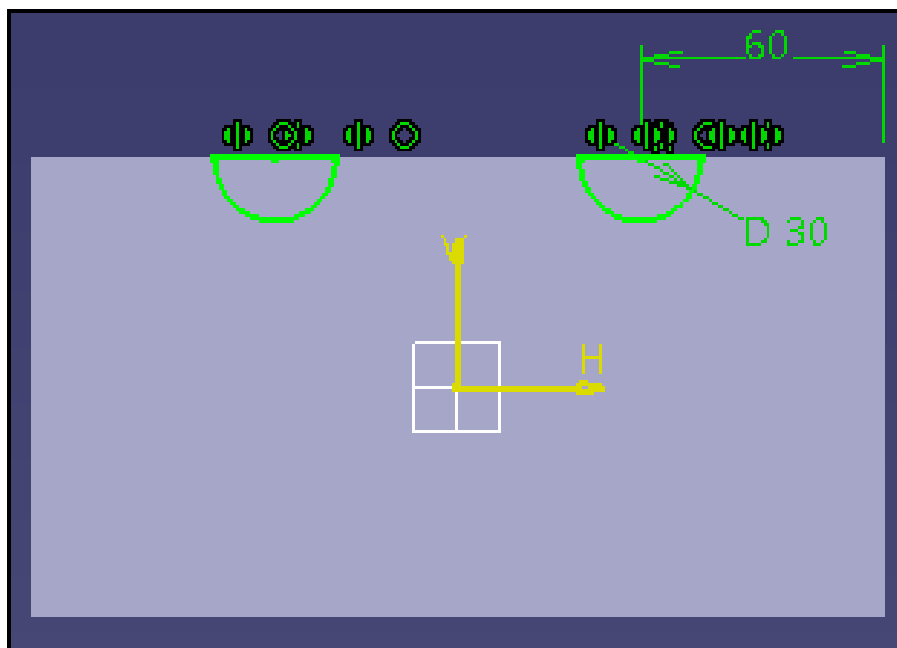
Коришћене палете са алатима

На палети алата **Sketch-Based Features** селектовањем команде **Pad** и дефинисањем треће димензије креиран је модел приказан на слици 5.3.



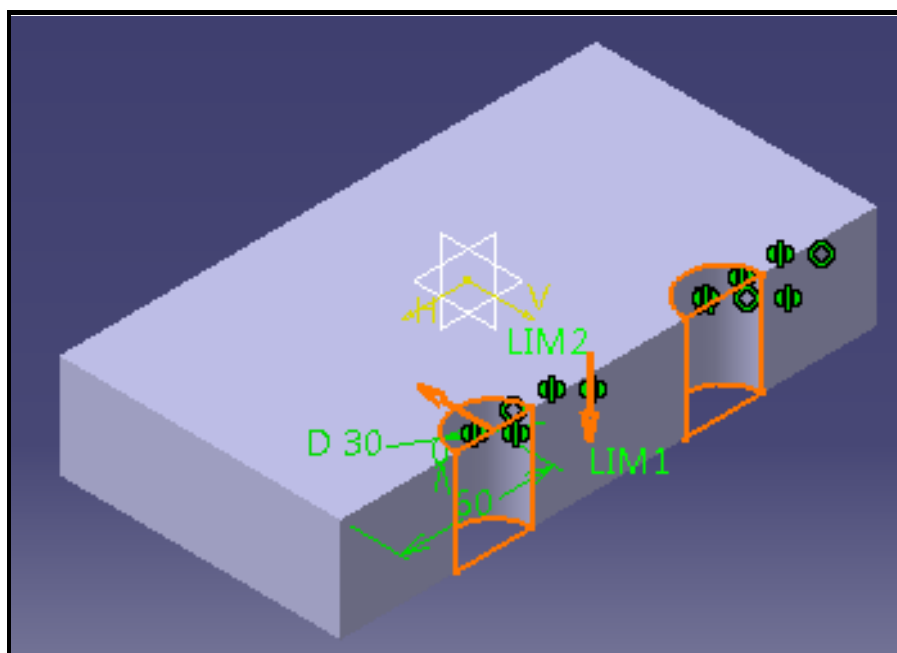
5.3 Дефинисање моделске форме

Селектовањем равани **xу** и активирањем команде **Sketch**, скицирати два полукруга приказана на слици 5.4.



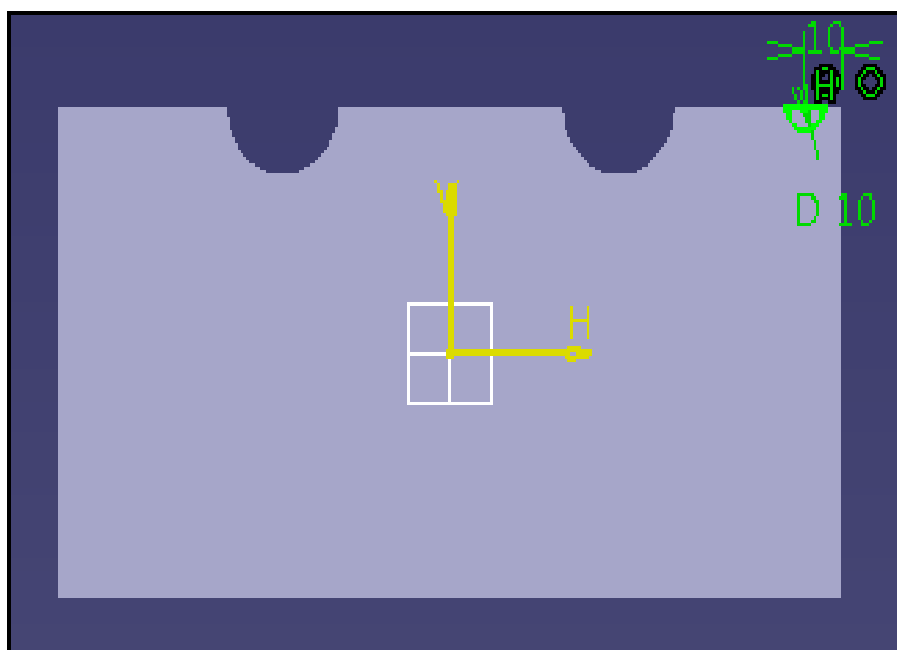
5.4 Скицирање два полукруга

На палети алата **Sketch-Based Features** селектовањем команде **Pocket**, и у менију **Type** селектовањем опције **Up to next**, добија се модел приказан на слици 5.5.



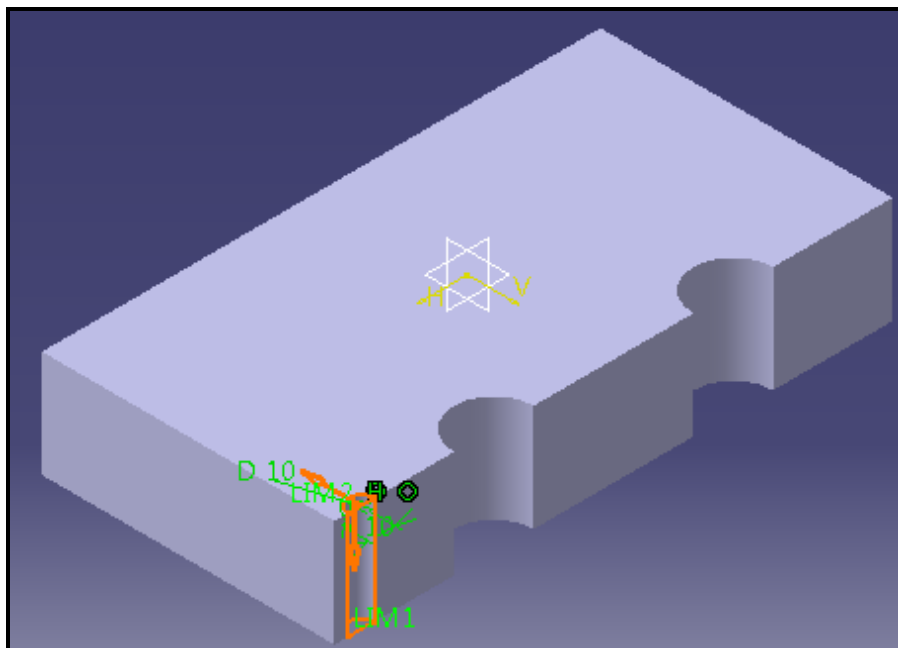
Слика 5.5 Дефинисање полукруга

Селековањем равани **xy** и активирањем команде **Sketch**, скицирати полукруг приказан на слици 5.6.



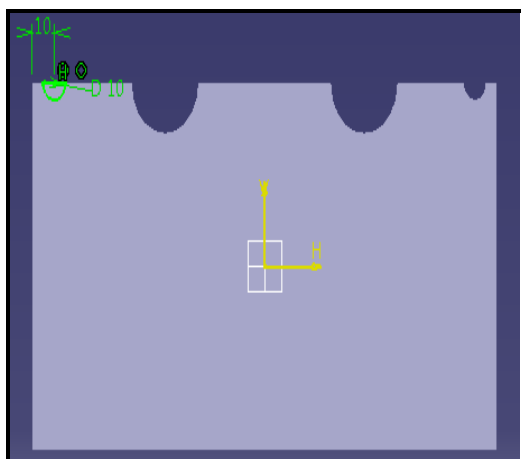
Слика 5.6 Скицирање полукруга

Активирањем команде **Pocket**, и у менију **Type** селетковањем опције **Up to next**, добија се модел приказан на слици 5.7.

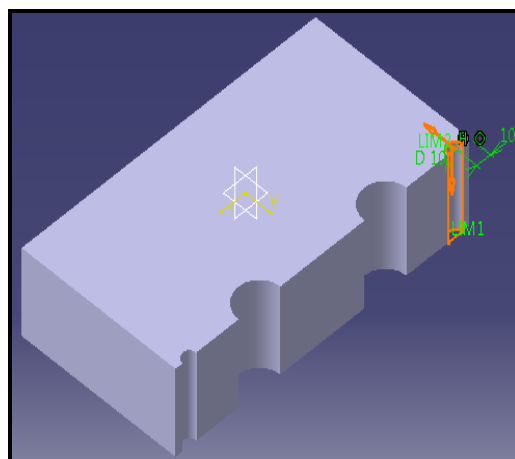


Слика 5.7 Дефинисање полукруга

Понављањем истог поступка за другу страну модела добија се следећи модел:

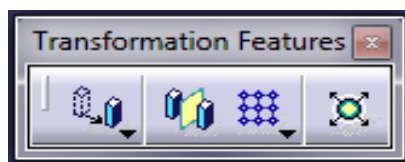


Слика 5.8 Скицирање полукруга

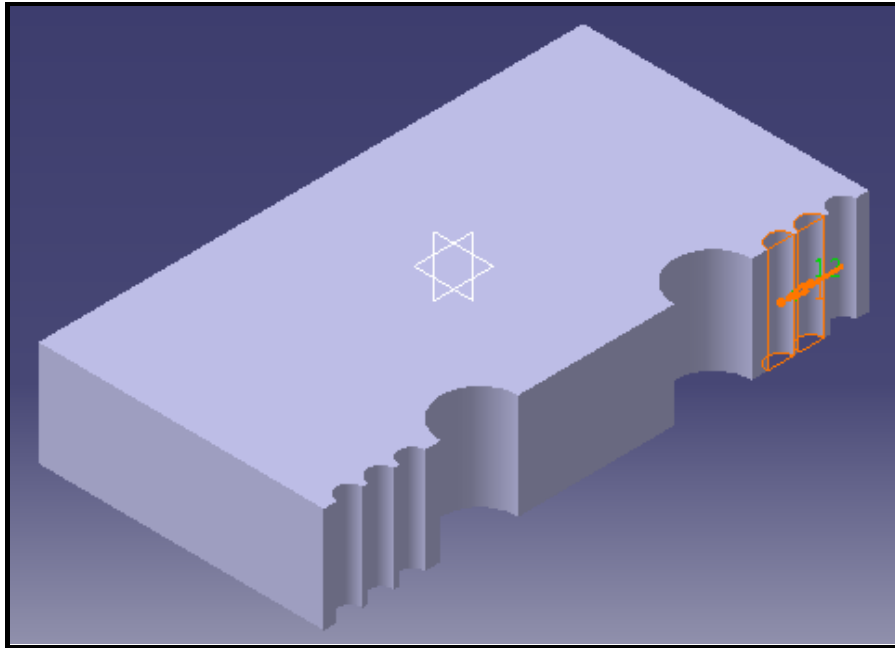


Слика 5.9 Дефинисање полукруга

Селетовањем команде **Rectangular Pattern** на палети алата **Transformation Features**.

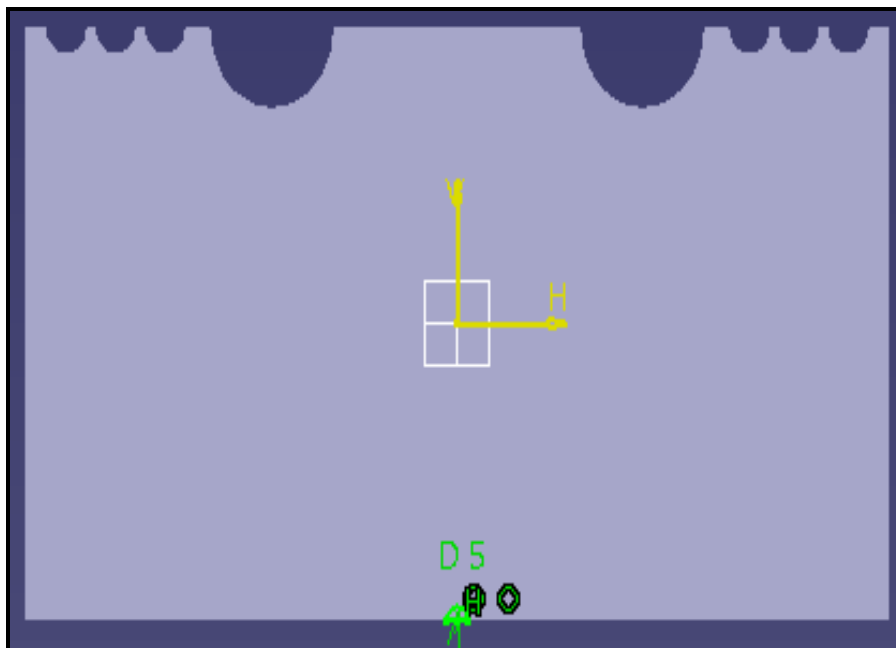


У менију **Object** селектовањем **Pocket**, а у менију **Reference Element** селектовањем равани модела по којој треба копирати добијене **Pocket**-е, задавањем броја копираних елемената и њихових међусобних растојања добија се модел приказан на слици 5.10.



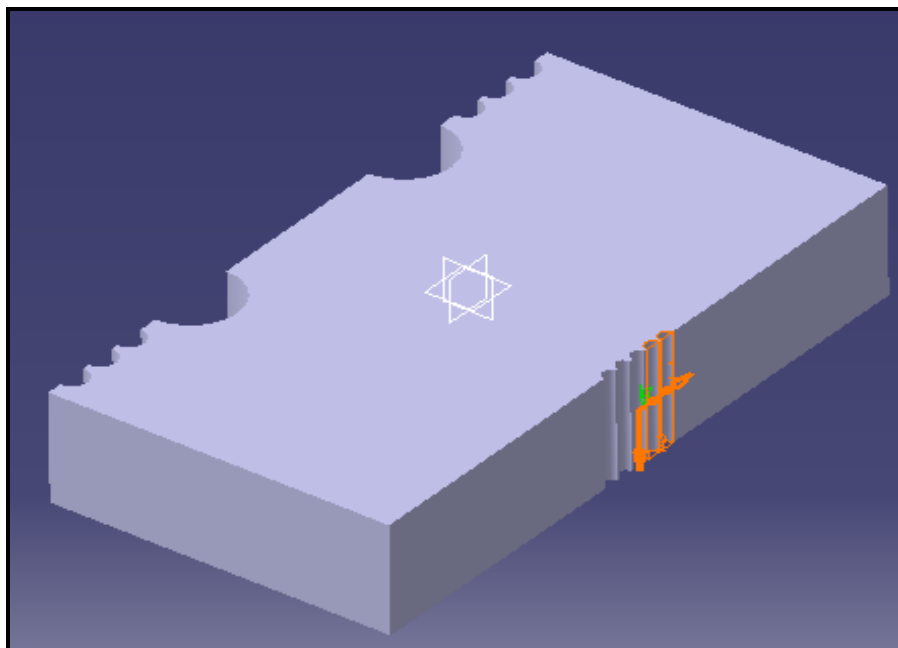
Слика 5.10 Ископирани Pocket

Селектовањем равани **xy** и активирањем команде **Sketch**, скицирати полукруг приказан на слици 5.11.



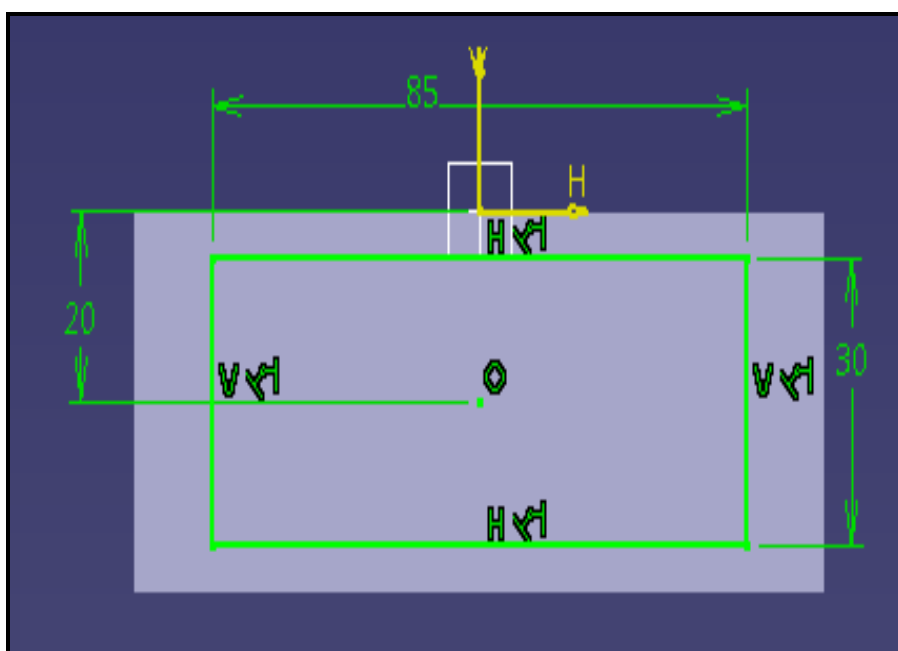
Слика 5.11 Скицирање полукруга

У менију **Object** селектовањем **Pocket**, и у менију **Reference Element** селектовањем равани модела по којој треба копирати добијене **Pocket**-е, (слика 5.12).



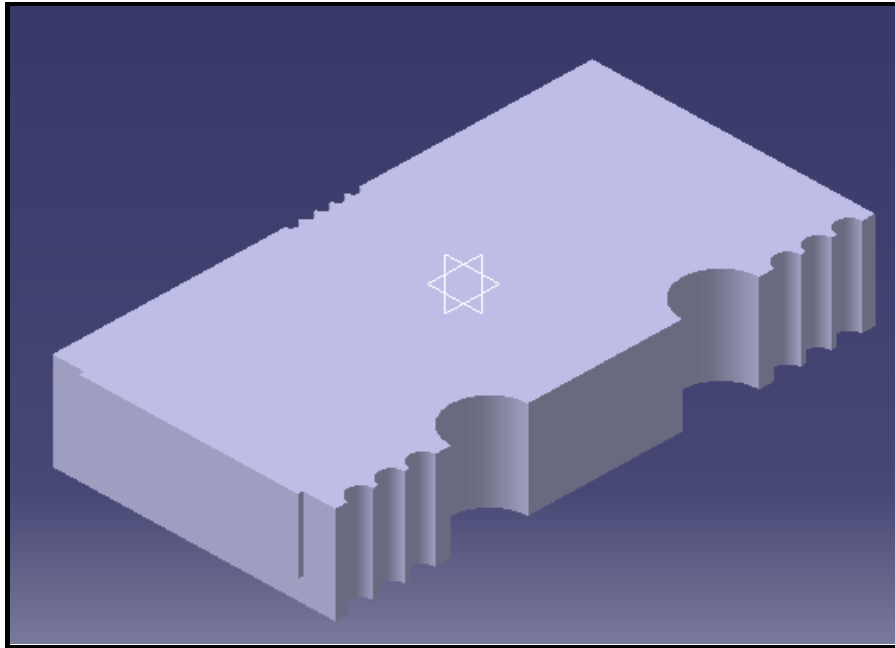
Слика 5.12 Умножавање моделске форме

Селектовањем бочне површине модела и активирањем комадне **Sketch**, скицирати правоугаоник приказан на слици 5.13.



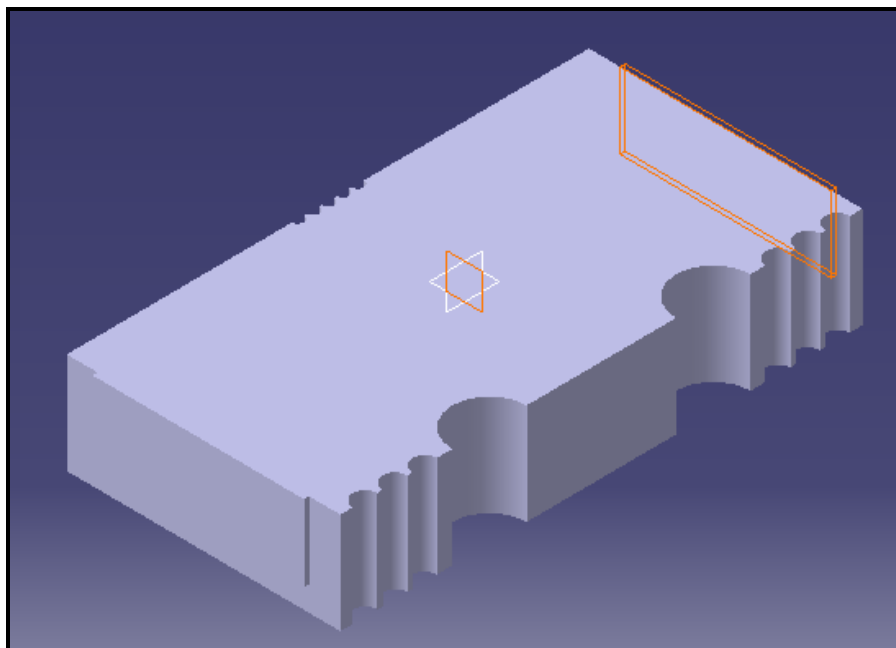
Слика 5.13 Скицирање правоугаоника

Активирањем комадне **Pad** и задавањем треће димензије, добија се модел приказан на слици 5.14.



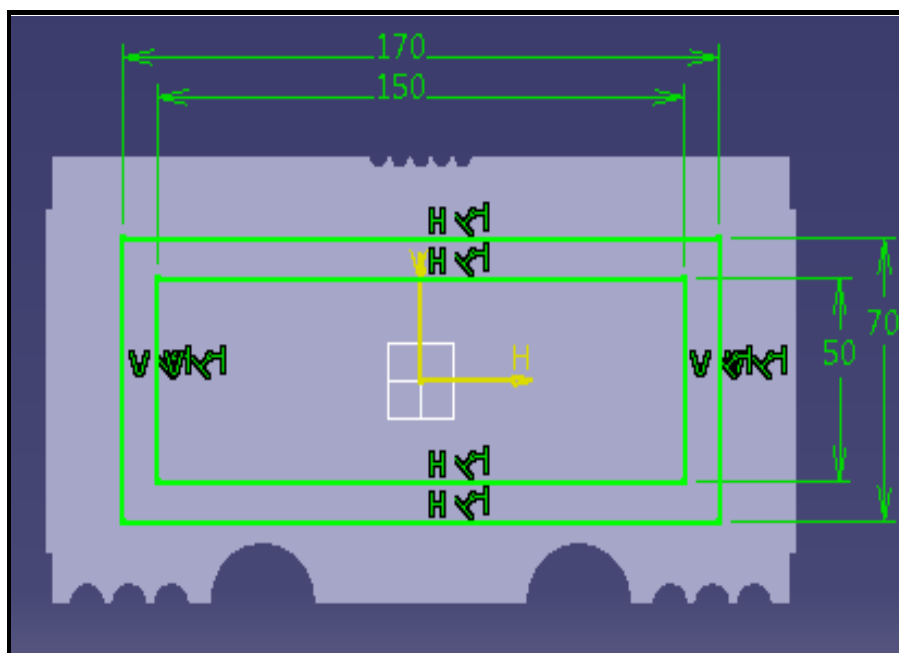
Слика 5.14 Дефинисање моделске форме

Активирањем команде **Mirror** на палети алата **Transformation Features**, Изабрати раван у односу на коју треба копирати добијени **Pad** (у овом случају **yz**) (слика 5.15).



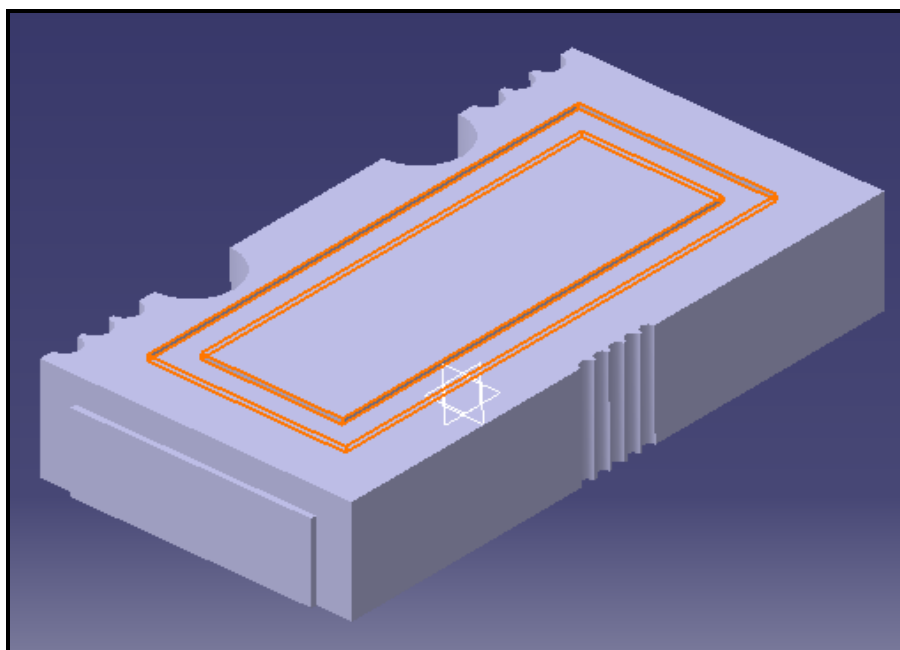
Слика 5.15 Умножавање моделске форме

Селектовањем доње површине модела и активирањем команде **Sketch**, скицирати скицу приказану на слици 5.16.



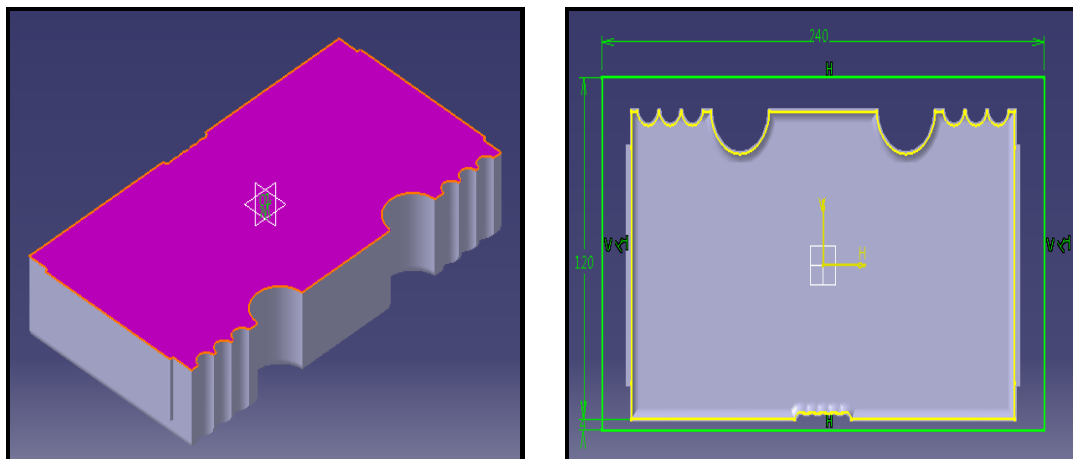
Слика 5.16 Скицирање

Активирањем команде **Pocket** и добија се модел приказан на слици 5.17.



Слика 5.17 Добијени модел

Селектовањем горње површине модела и активирањем команде **Shell** на палети алата **Dress-Up Features**, и задавањем дебљине зида модела, добија се модел приказан на слици 5.18 (а) и (б).

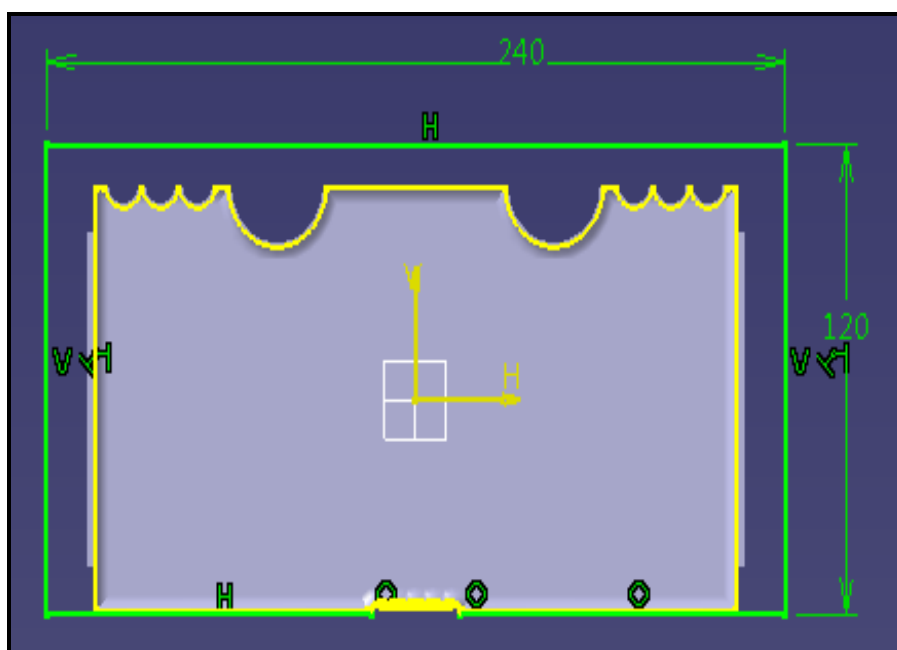


а) Селектовање горњег дела модела

б) Дефинисање дебљине зида модела

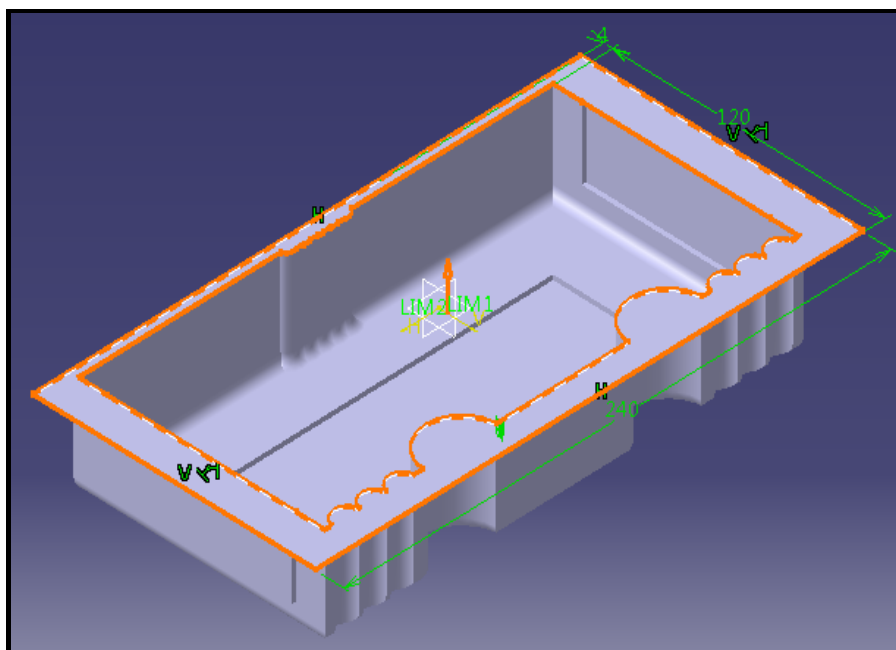
Слика 5.18 Дефинисање дебљине зида модела

Активирањем команде **Sketch**, скицирати скицу приказану на слици 5.19.



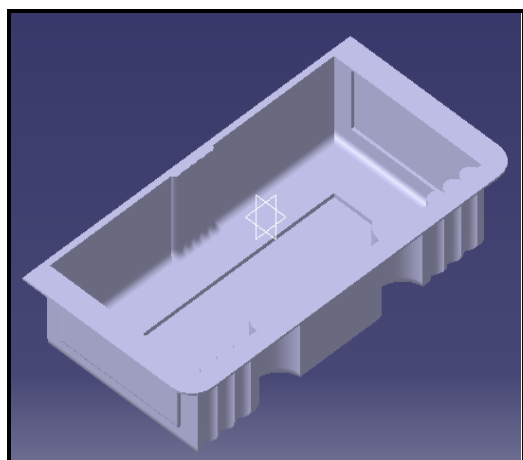
Слика 5.20 Скицирање

Активирањем команде **Pad** и задавањем треће димензије, добија се модел приказан на слици 5.21.

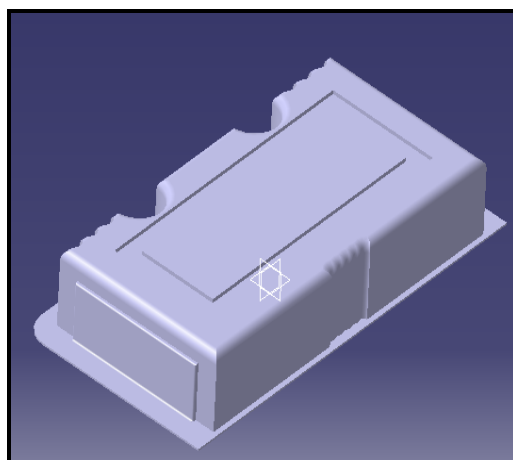


Слика 5.21 Дефинисање моделске форме

Активирањем команде **Edge Fillet** на палети алата **Dress-Up Features**, селектовањем ивице које треба заоблити добија се модел (слика 5.22) и (слика 5.23).



Слика 5.22 Заобљење ивица

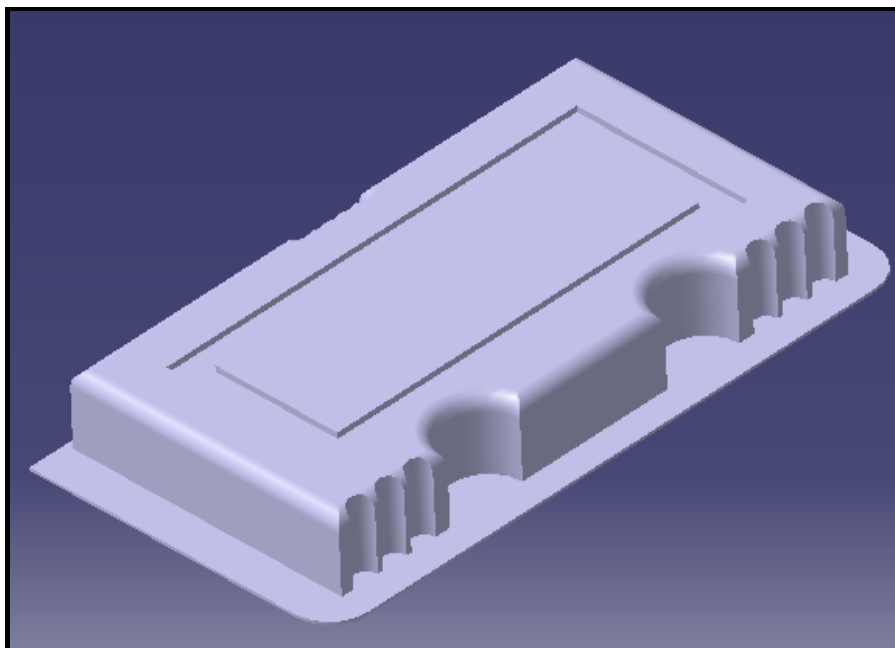


Слика 5.23 Заобљење ивица

Задавање материјала извршава се активирањем команде **Apply Material**. За материјал изабрати пластику.

5.2 Моделирање горњег дела посуде

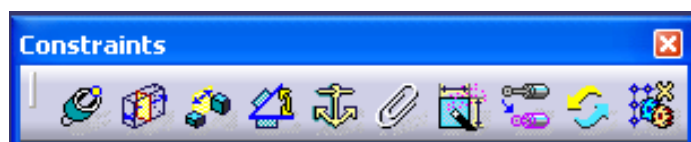
Поступак моделирања горњег дела посуде је исти као код доњег дела. Потребно је у првом кораку променити трећу димензију у команди **Pad** (са 40 mm на 25 mm) и избрисати правоугаоник на бочној страни посуде.



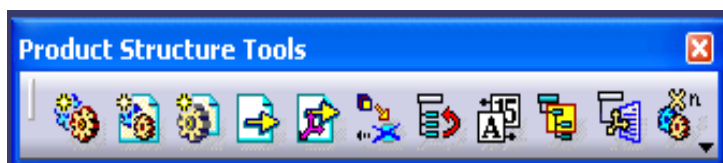
Слика 5.24 Горњи део посуде

5.3 Креирање склопа у модулу Assembly Design

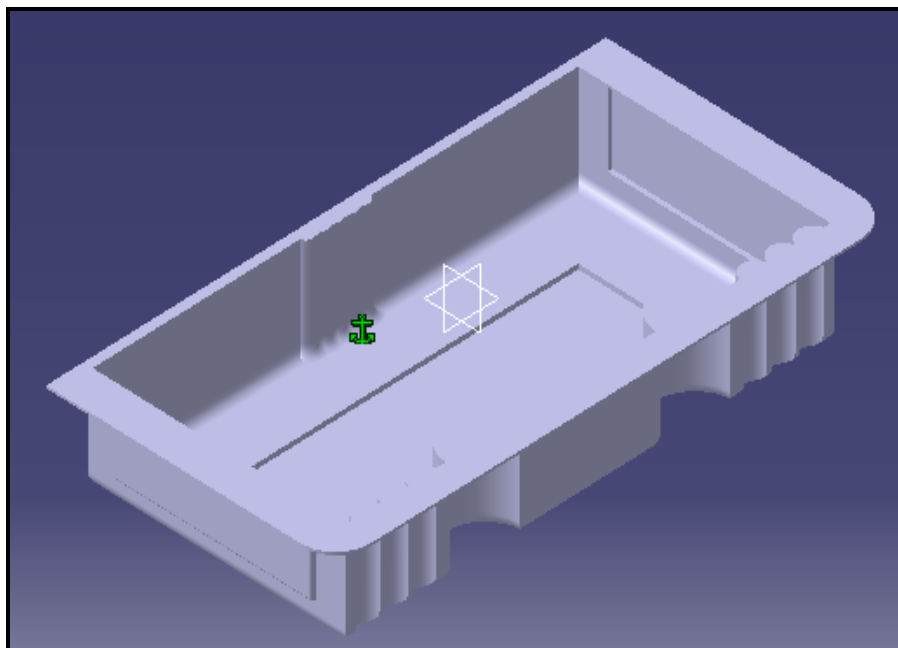
Рад започети у модулу **Start > Mechanical Design > Assembly Design**. При креирању склопа потребно је задати ограничења. Ограничења се задају селектовањем команди на палети алата **Constraints**.



Прво је потребно увођење доњег дела посуде помоћу команде **Existing Component** која се налази на палети алата **Product Structure Tools**.

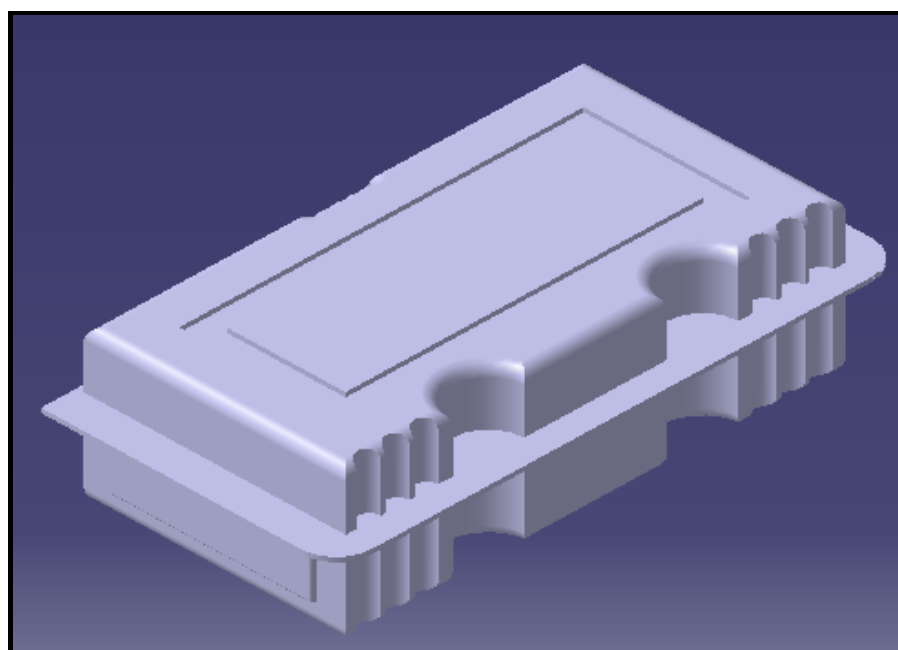


Помоћу команде **Fix** извршено је фиксирање доњег дела посуде (слика 5.25).

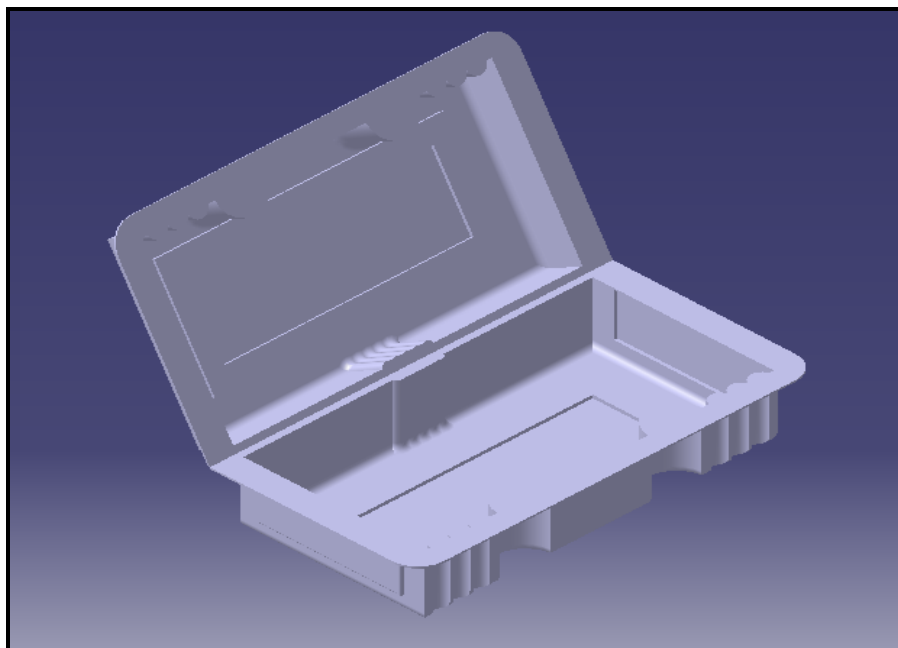


Слика 5.25 Фиксирање доњег дела посуде

Увођењем горњег дела посуде, корисћењем команде **Coincidence**, и селектовањем одговарајућих ивица горњег и доњег дела посуде добија се коначан облик модела (слика 5.26).



Слика 5.26 Посуда за колаче



Слика 5.27 Отворена кутија за колаче

6. ЗАКЉУЧАК

Данас би живот човека био практично незамислив без амбалажних материјала описаних у оквиру рада. Материјали који се најчешће користе за производњу фолија су полипропилен, полиетилен, поливинилхлорид, полистирен и др., чије су сировине угљоводоници настали од органских материја под земљом (нафта).

Годишња стопа пораста производње и потрошње полимерне амбалаже у свету се процењује на око 10%, што ће омогућити да се највећа количина произведене робе упакује управо у ту амбалажу. Због тога се резерве ових сировина све брже исцрпљују чиме се ствара потреба за проналажењем одговарајућих алтернативних решења. Британски биоенергетичари већ дуго времена раде на томе да увећају масу плода једне биљке која у себи садржи око 5% материје сличне полиетилену. У том правцу треба тражити замену за постојеће сировине.

Данас се у полимерну и комбиновану амбалажу пакују скоро сви прехранбени производи. Не постоји ниједна група производа која се не пакује у ову амбалажу. Наравно, паковање у традиционалну амбалажу ће се задржати код неких производа, као последица навика. На пример, високо квалитетна вина ће се још дуго паковати у стаклену амбалажу, а због смањења цене, вина нижих карактеристика квалитета се већ пакују у полимерну и комбиновану амбалажу. Имајући у виду наведене, али не губећи из вида и многе друге примере, може се предвидети врло светла перспектива полимерне и комбиноване амбалаже за паковање разних врста производа.

Полимерна амбалажа је најмање масе по јединици упакованог производа и због тога има најповољнији еколошки биланс. Поред тога, ова амбалажа се може више пута користити, развијени су и поступци прераде полимерних отпадних материјала, па се добијају врло вредне секундарне сировине, а већ данас се комунални отпад спаљује за добијање енергије.

Описани поступци добијања пластичне амбалаже су веома прихватљиви са аспекта економичности. Алати, машине и сировине за процес вакуум термообликовања су релативно јефтини у односу на друге поступке прераде пластике. Такође, алати су једноставни за израду и машине нису сложене конструкције. Све то нам говори да је вакуум термообликовање веома перспективан поступак обраде.

Све ово указује на велики значај развоја и сталног усавршавања производње како полимерних материјала тако и производа од пластичних маса.

Врло важну улогу у правилној презентацији робе на тржишту има квалитетно дизајнирање и израда амбалаже, чији квалитет у многоме зависи од квалитета фолије и материјала од кога се израђује. На основу изложеног може се закључити да сам процес прераде пластичних маса има добру перспективу због релативно ниских улагања у опрему, флексибилности програма производње и могућности брзог обрта капитала.

7. ЛИТЕРАТУРА

[1] Саша Сретеновић, *Пројектовање алата за израду амбалаже поступком вакуум термообликовања*-Дипломски рад, Крагујевац 2007

[2] <http://www.polj.uns.ac.rs/Files/tehnologija/pp/15%20-Ambalaža>

[3] Александар Јелић, *Пројектовање алата за израду тацни за узгој и транспорт расадних садница поступком термообликовања*-Дипломски рад, Крагујевац

[4] www.cnc.gravocentar.rs/alat_za_vakuumiranje.html

[5] Проф. др Богдан, Недић *Штетан утицај примене полимера у прехрамбеној индустрији на здравље људи* –Машински факултет, Крагујевац