

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Мастер академске студије

Модул: Производно машинство

Предмет: Технологија прераде пластичних маса

Број индекса: 349/2016

Жељко М. Стефановић

Примена фолија за збирно паковање производа

Мастер рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Проф. др Богдан Недић – ментор

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру мастер рада потребно је да кандидат изврши прикупљање и систематизацију података о пластичним масама и технологијама које се користе за производњу фолија са посебним акцентом на стреч фолије. У другом делу рада описати начин коришћења стреч фолија за паковање производа и дати примере примене палетизера за обмотавање стреч фолијом.

У посебном дели рада извршити моделирање полуаутоматског палетизера са описом појединих делова.

Препоручена литература:

1. Богдан Недић, Владислав Ђукић, Пластичне масе, књига у рукопису, Машински факултет, Крагујевац, 2004.
2. Богдан Рапајић, Прерада пластичних маса екструдирањем, Привредни преглед, Београд, 1976..
3. И. Чатић: „Увод у производњу полимерних творевина“, Технички факултет Загреб, 1987

У Крагујевцу,

јул, 2018.

Проф. др Богдан Недић

Резиме

У раду је извршена систематизација података о процесу, технологији, опреми за израду фолија, као и материјалу који се користи за фолије, описана је и технологија добијања стреч фолије, њихова примена и карактеристике као и паковање. Суштина рада заснива се на уређајима и машинама за паковање стреч фолијом, као и пример пројектовања машине за стречовање.

У раду су дати основн подаци о материјалу за израду фолија као и конкретно о материјалу за израду стреч фолија, детаљније су описане машине за стречовање као и пројектовање једне од њих.

Кључне речи : стреч фолија, екструдирање, машина за стреч фолију

Abstract

In this paper systematization of process data, technology, film production equipment, as well as materials used for foil is performed, the technology of obtaining stretch films, new application and characteristics as well as packaging is described. The essence of the work is based on the device and mechanism for packaging stretch foil, as well as for example designing a clamping machine.

The paper provides basic information on foil matrices as well as the material for the production of stretch film, in more detail with the description of the clamping machine as well as the

Key words: stretch foil, extrusion, machine for stretch foil

Садржај

1. Увод.....	5
2. Пластичне масе за израду стреч фолије.....	7
2.1. Историјски развој.....	7
2.2 Основни појмови.....	7
2.3 Полиетилен	9
2.4 ЛЛДПЕ (линеарни полиетилен ниске густине).....	10
3. Технологија израде фолија.....	12
3.1 Екструдирање.....	12
3.1.1. Екструдер и његови основни делови.....	13
3.1.2. Производња фолија екструдирањем (ливењем	14
3.1.3 Расхладни уређаји и ваљци за намотавање	16
3.2 Технологија производње фолије дувањем.....	18
3.3 Опрема за израду фолије технологијом дувања	20
3.3.1. Довод материјала у екструдер	20
3.3.2 Екструдер	21
3.3.3 Сито	21
3.3.4 Глава дувалице	22
3.3.5 Вођење помоћу расхладних ваљака и контрола дебљине фолије	23
4. Уређаји и машине за паковање стреч фолијом.....	25
4.1 Мануелни палетизери	25
4.2 Полуаутоматски палетизери	27
4.2.1 Полуаутоматски вертикални палетизер	27
4.2.2 Полуаутоматски ротациони палетизери.....	29
4.2.3 Хоризонтални палетизер.....	29
4.3 Аутоматски палетизери	30
4.3.1 Аутоматски палетизери са аутоматским транспортером	30
4.3.2 Аутоматски ротациони палетизер	31
5. Пример пројектовања машине за палетизирање	33
6. Закључак	40
7. Литература	41

1. Увод

Потреба за развојем нових идеја за повећање продуктивности као и заштите производа приликом транспорта условио је развој стреч фолија. Настаје потребом да заштити производе и чува од спољашњих утицаја. Заштита производа је основни задатак ових фолија. Механички утицаји као и утицаји UV зрачења у многоне могу оштетити производ припремљен за транспорт.

Стреч фолија је заправо релативно нов изум. Тачна година није позната, углавном због тога што неколико компанија тврди да је "компанија" која је измислила. Међутим, вероватно је да су различите врсте омота коришћене годинама, тако да су бројне компаније користиле сопствену верзију производа како би осигурале палете и велике количине производа за транспорт. Како се привреда развијала, производња повећавала, транспорт постављао строжије захтеве, људи су схватили да им је потребан нови начин заштите робе.(слика 1.1)



Слика 1.1 Стреч фолија [1]

Стреч фолија или палетна фолија, се првенствено користи за умотавање (стречовање) производа који се транспортују на палетама, како би се спречило њихово расипање. Такође, индустријска фолија штити производе од спољних утицаја (влаге, прљавштине, гасова, сунчеве светлости и др.) и физичког оштећења услед руковања што је чини погодном за чување многих производа до употребе (намештај, бела техника, грађевински материјал, керамика, прехранбени производи и сл.). Стреч фолија може да се користи у два облика, као ручна стреч фолија и као машинска стреч фолија, у зависности од потреба корисника. Ручна палетна фолија има тежину 2,5 кг или 5 кг,

што омогућава лако руковање и примену на жељени производ. Машинска фолија има тежину од 16 кг и погодна је за системе које поседују машине за стречовање. Карактеристике стреч фолије су најчешће: истезање до 180%, чистоћа, провидност, чврстина и отпорност на цепање. Поред физичких погодности, за кориснике је битна економска исплативост. Веома ниски трошкови примене, палетну фолију чине најисплативијим средством за чување производа, како индустријских тако и прехранбених. Уз папир и алуминијум, индустријска фолија је најпогоднија за рециклажу, чиме се чува човекова околина.

Стреч фолија је високо распрострањена пластична фолија која се користи за паковање производа. Еластичност фолије која се при постављању затеже повећаном силом, држи предмете чврсто повезане. Насупрот томе, термоскупљајућа фолија се лабаво наноси око предмета и чврсто затеже топлотом.

Стреч фолија се често користи за производе постављене на палете, али се такође може користити за повезивање, односно паковање мањих предмета.

У оквиру мастер рада описан је процес добијања стреч фолије, као и машине и уређаји за овијање, односно паковање фолијом.

У другом поглављу, описан је историјат развоја технологија израде фолија од њеног настанка до сада. Такође је описана и полазна сировина - материјал од кога се производи фолија. Значајнији акценат је стављен на полиетилен који представља главни материјал за стреч фолију.

Треће поглавље обухвата процес израде фолија. Описани су поступци израде фолије различитим технологијама и делове опреме.

У четвртом поглављу описан је поступак овијања фолијом, машине и уређаји за овијање различитих карактеристика.

У петом поглављу је извршено пројектовање палетизера за паковање - овијање делова постављених на палету и описан су пројектовани делови палетизера.

На крају рада је дат закључак и преглед коришћење литературе.

2. Пластичне масе за израду стреч фолије

2.1. Историјски развој

До 1972. године људи су прихватили да ће стреч фолија бити од велике помоћи при паковању производа уз обезбеђење довољне чврстоће паковања. Компаније су тада почеле да користе ову идеју и различите врсте фолија како би привукле што више купаца. Првобитно је стреч фолија прављена од ЛДПЕ-а (полиетилен ниске густине) и ПВЦ-а (поливинилхлорид). ПВЦ је имао већу примену јер је имао могућност веће еластичне деформације (50% у поређењу са 30% ЛДПЕ-а). Међутим, показало се да је знатно мање поуздан јер је много већа вероватноћа да ће се након неког времена опустити и неће имати довољну силу стезања производа при паковању. Коришћење ПВЦ-а је напуштено јер су компаније успеле да произведу ЛДПЕ фолије које су много боље од ПВЦ-а.

Проблеми са применом ПВЦ фолија се огледају у чињеници да се од фолије очекује издржљивост, односно обезбеђење сталне силе стезања при овијању, а не колико се може деформисати (истегнути). На почетку примене, очекивано је да ће истезањем фолије доћи и до уштеде у фолију. Међутим, веће истезање фолије доприноси смањењу века и силе стазања при овијању, што захтева већи број овијања. Ова чињеница је довела до развоја у индустрији производње фолија у правцу повећања чврстоће фолије и начина њене примене.

Крајем седамдесетих година прошлог века дошло је до значајних промена у примени ЛДПЕ-а, а створен је нови тип ЛЛДПЕ (линеарни полиетилен ниске густине). То је било значајно побољшање у поређењу са претходним врстама, јер се значајно повећала трајност фолије. Без обзира на то какви производи се паковали овијањем на палети, фолија је издржавала готово све силе затезања и могло се гарантовати да ће то упаковани производи бити безбедни уколико се са њима правилно поступа. Технологије која се користе за производњу стреч фолија омогућују и даље побољшање производа. [1]

2.2 Основни појмови

Стреч фолија је еластична фолија израђена на бази LLDPE-а (Linear Low Density Polyethylene) која долази у облику ролни разних ширина и пречника које се одмотавају механички или ручно, при чему долази до њиховог растезања. Њима се омотавају разни предмети на палетама да би се осигурали производи током транспорта и заштитили од спољашњих утицаја током складиштења. Фолија врши притисак са свих страна на палету и производе и тиме осигурава да све заједно чини једну целину [2] .

Стреч фолија се користи за стабилизацију палета већ 40 година, кроз то време догодило се много технолошких напредака у њеној производњи. Неки од тих напредака омогућили побољшање својства стреч фолија, док је већина допринела повећању профитабилности код произвођача фолија. С обзиром на захтеве које стреч фолија мора да испуни, циљ је створити чвршћу и тању фолију која може више да се растегне (за што већи проценат) чиме ће се омогућити већа сила затезања и овијања производа на

палети. Побољшана својства су постигнута захваљујући напретку технологија у пољима полимера и екструзији фолија.

Основне карактеристике стреч фолије су пре свега велико истезање, висока провидност, отпорност на разна оштећења и економска исплативост.

Данашњи произвођачи фолије означавају са следећим карактеристикама:

1. Тежина ролне,
2. Дебљина фолије,
3. Дужина фолије (на ролни),
4. Дужина престречане фолије (дужина фолија након што се растегне),
5. Проценат престреча (препоручени проценат растезања).

Крајњи потрошачи су тиме лимитирани јер ни једна од тих карактеристика не даје тачну информацију која ће фолија најбоље одговарати њиховој врсти терета. Тежина ролне говори колика ће бити цена ролне те цена транспорта од произвођача до потрошача. Дужина фолије заједно са процентом престреча говори колико палета се може омотати једном ролном. Дебљина фолије је једина карактеристика којом се може предвиђети квалитета фолије, али она сама није довољна с обзиром на различите процесе производње и широки спектар LLDPE-а. [2].

Једном када фолија дође до крајњег корисника она се ставља у омоталице (палетизере) различитих врста које све имају основну функцију да престречају (растегну) фолију и причврсте је за производе на палети тако да се све што се на њој омота и споји чини једну целину која се може лако ускладиштити или транспортирати по целом свету. Од врсте робе и начина транспорта зависи како ће се палета омотати и која количина фолије ће се употребити.

Растезањем фолије изнад њене границе еластичности оријентишу се полимерни ланци унутар фолије што појачава кристализацију а тиме чини фолију чвршћом. Као и код осталих материјала полимерни ланци желе мировати у стадијуму најмање енергетске потрошње, зато се након растезања покушавају вратити у првобитно стање, што резултира тиме да се повећа сила задржавања, тако да палета са производима на њој чине једну целину.

Неке од предност примене стреч фолије за паковање наспрам других начина паковања (лепљење, везање тракама...) су:

- Добра заштита производа од механичких оштећења,
- Ниски трошкови паковања,
- Различите величине производа се могу паковати,
- Једноставан начин учвршћивања производа на једном месту,
- Не оштећује се производ.

2.3 Полиетилен

Полиетилен је термопластична пластична маса, без укуса и мириса веома мале густине, биолошки је безопасан и добрих је електроизолационих својстава. Добија се из продуката распада сирове нафте или етилалкохола. Једна је од најмекших и најсавитљивијих пластичних маса. Отпорна је на хемикалије, на воду и влажну средину, има добру жиљавост и велику еластичност.

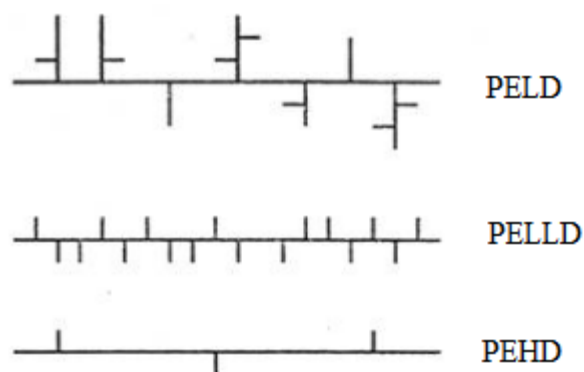
Полиетилен (РЕ) је најједноставнији макромолекул угљоводоника. Индустијски се производи полимеризацијом етилена [$\text{CH}_2 = \text{CH}_2$]. Карактеристике полиетилена зависе од његове структуре и додатака у производњи.

Степен кристалности је мера односа кристалне према аморфној фази, што је условљено разгранатошћу макромолекула.

Због добрих механичких карактеристика, хемијске постојаности, не пропусности за воду и релативно ниске цене, полиетилен је веома цењен технички материјал и има велику и разнолику примену. Полиетилен се може прерађивати скоро свим поступцима прераде полимера. Постоји више типова полиетилена, подела се може извршити на основу просечне специфичне масе (густине) и структуре макромолекула:

- полиетилен ниске густине (low density PE), LDPE,
- линеарни полиетилен ниске густине (linear PELD), LLDPE,
- полиетилен средње густине (medium density PE), MDPE,
- полиетилен високе густине (high density PE), HDPE,
- полиетилен високе густине и велике молекулске масе, HDPE-HMW i
- полиетилен високе густине и веома велике молекулске масе PE-HD-UHMW.

Од наведених типова, фолије се најчешће производе од полиетилена ниске густине (PELD), линеарног полиетилена ниске густине (PELLD) и полиетилена високе густине (PEHD). (слика 2.1)



Слика 2.1. Структура неких типова полиетилена [3]

Полиетилен ниске густине (PELD) има специфичну масу (густину) у границама од 0,915 до 0,935 g/cm³, омекшава на температурама од 85 до 87°C, а почиње да се топи на око 110°C. [3]

Линеарни полетилен ниске густине (PELLD) настаје компензацијом етилена са 5-10% алкена. Макромолекули PELLD имају већи степен кристалности од макромолекула PELD, па су и више температуре омекшавања и топљења. Оваква структура обједињава истовремено добре карактеристике полиетилена ниске и високе густине, нпр. добру жилавост уз несмањену чврстоћу.

Полиетилен високе густине (PEHD) је углавном састављен од макромолекула са линеарном структуром, са врло мало кратких бочних грана. Степен кристалности овог полиетилена је највећи, а специфична маса (густина) му је од 0.94 до 0.97 g/cm³. Он омекшава на око 127 °C, а топи се на температурама од 132 до 147°C. Има већу чврстоћу и тврдоћу, крући је и хемијски отпорнији од полиетилена ниске густине.

2.4 ЛЛДПЕ (линеарни полиетилен ниске густине)

ЛЛДПЕ (LLDPE - Linear Low Density Polyethylene) тј. линеарни полиетилен ниске густине спада у полимере чији су макромолекули изграђени од великог броја основних јединица - мера. У макромолекуларној мери су међусобно повезани ковалентним везама. Полазне јединице које учествују у синтези макромолекула називају се мономери.

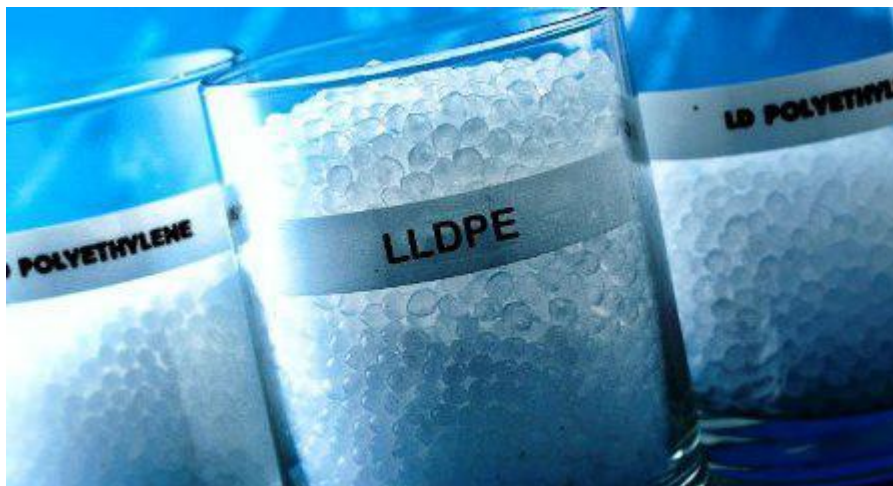
Макромолекуле могу у простору бити различито распоређене и повезане (слика 2.1) па настају аморфне и кристаличне структуре као основне надмолекулске структуре полимера.

- **Аморфни полимери** имају несређену структуру, дакле нема геометријске правилности у распореду молекулских ланаца
- **Кристалични полимери** имају одређени ступањ сређености молекулских ланаца у простору. Међутим већина полимера има или аморфну или делимично кристаличну структуру. Полимери ове друге врсте се називају семикристалични, а имају наизменично аморфну, односно кристаличну структуру молекулских ланаца
- **Оријентирани полимери** настају деловањем спољашње силе што узрокује оријентацију макромолекулских ланаца у смеру деловања силе.

Густина LLDPE је у опсегу од 0.915–0.925 г/цм³. LLDPE линеарни полимер, са већим бројем кратких грана најчешће добијених кополимеризацијом етилена са кратким ланцима алфа-олефина. LLDPE има већу затезну чврстоћу, као и отпорност на убоде од LDPE. Линеарни LDPE омогућава дување фолија мање дебљине у односу на LDPE. Такође је отпорнији на спољашње услове који могу изазвати пуцање, али је и тежи за обраду од LDPE-а. LLDPE се користи у производњи фолија за облагање кеса, торби или папира (нпр. у месарској индустрији). Такоже се користи за облагање каблова, за играчке, поклопце, канте, контејнере, цеви...

Линеарност LLDPE произилази из различитих производних процеса. Уопштено, LLDPE се производи на нижим температурама и притисцима кополимеризацијом етилена и такве виших алфа-олефинима као што бутен, хексен или октена.

Линеарни полиетилен ниске густине разликује се структурално од конвенционалних полиетилена ниске густине (LDPE) због одсуства дугог ланца гранања (слика 2.2). [3]



Слика 2.2. LLDPE(линеарни полиетилен ниске густине) [3]

Скроб, целулоза, свила, протеини и други су природни полимери. Синтетски полимери добивају се хемијским процесима у одговарајућим постројењима. Типичан синтетски полимер је полиетилен који се добива синтезом етилена. Знак = означава да су групе повезане двоструком везом. Формула полиетилена може се писати у облику. Овде је етилен основни мономер. Цели број „n“ зове се степен полимеризације, а означава број основних мономера који су везани у макромолекули полиетилена.

3.Технологија израде фолија

Постоји неколико различитих врста фолија које се израђују зависно од намене потрошача. Оне морају одговарати врсти предмета који ће се њоме омотати, његовој величини, тежини као и облику. Такође према захтевима могу се израдити са UV заштитом, смањеном кондензацијом различитим бојама и тд.

У индустрији, фолије се израђују најчешће на основу две технологије: израда фолија дувањем и израда фолија екструдирањем (ливењем).

3.1 Екструдирање

Екструдирање се дефинише као континуалан поступак прераде пластичних маса. Овим поступком се израђују бесконачни производи или полупроизводи - екструдати (производи са две одређене димензије - дебљином и ширином). Екструдати могу бити фолије, филмови, влакна, траке, профили, цеви и др. Екструдери се пуне чврстим полимерним материјалом (најчешће у облику гранулата), који се претвара у омекшани материјал мале вискозности и као такав протискује кроз главу. За израду фолија користе се екструдери најчешће са једним пужем. Они имају задатак да транспортују сировину која се допрема у облику гранулата (термопластични полимери), да је пластифицирају и хомогенизују (слика 3.1). [4]



Слика 3.1. Линија за производњу фолија ливењем 1) екструдер, 2) ваљци за хлађење, 3) уређаји за намотавање, 4) измењивач топлоте за температуру баљака, 5) електроормарић за управљање [4]

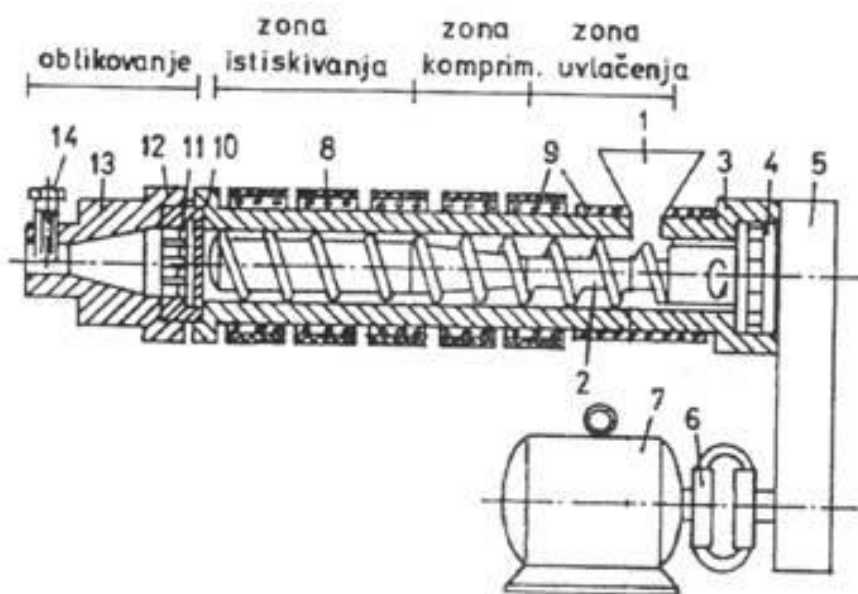
Екструдирање се првенствено користи за производњу фолија од термопласта са ниским вискозитетом растопљене масе, као што су: полиетилен ниске густине, полипропилен, полиамид, целулозни ацетат и поликарбонат.

У почетном делу овог процеса (слика 3.1) користи се екструдер. Полимерни материјал (гранулат) улази у екструдер кроз левак, у цилиндру га захваћа пужни вијак и потиска према глави екструдера. Током пролаза кроз цилиндар полимерни материјал се загрева и због облика и димензија пужа повећањем притиска му се смањује обим. При таквим условима полимерни материјал се добро механички и топлотно хомогенизује. Цилиндар екструдера завршава са прирубницом у којој се налазе сита која задржавају нечистоће, страна тела и изгореле делове полимера.

3.1.1. Екструдер и његови основни делови

Тип једнопужног екструдера је шематски приказан на слици са својим основним деловима. (слика 3.2)

Чврсти полимерни материјал улази у екструдер кроз левак (1). У цилиндру (3) га захвата пуж (2) и потискује према глави екструдера (13). Током пролаза кроз цилиндар полимерни материјал се загрева (8) и због облика и димензија пужа, повећањем притиска му се смањује запремина. При таквим условима проласка кроз цилиндар, омекшани полимерни материјал (растоп) се добро механички и топлотно хомогенизује.



Слика 3.2. Тип једнопужног екструдера [4]

Цилиндар екструдера се завршава прирубницом (10) у којој се налазе сита (11) и филтер (12), а на њој је причвршћена глава екструдера. Сита задржавају нечистоће, страна тела и изгореле делове полимера. Заједно са филтером омогућавају допунско хомогенизовање материјала. Млазница екструдера може бити елемент главе или је спојни део цилиндра и главе. Глава за екструдирање обликује растоп полимерни материјал у полупроизвод (екструдат) потребног облика и димензија. У глави се налази млатница, а облик главе и млазнице мора бити прилагођен облику и врсти производа, нпр. за израду цеви и црева (цилиндричног облика) односно за израду трака, фолија и филмова (раван облик).

Након изласка из млазнице произведени екструдат пролази и кроз остале уређаје, који заједно са екструдером чине линију за екструдирање. Први уређај у тој линији је хладњак у коме се екструдат хлади одређеним интензитетом. Расхладни

медијум може бити вода, обично за цеви, односно струја компримованог ваздуха за црева. Равни филмови, фолије и траке се изливају на ваљак за хлађење. После хлађења, екструдат се намотава (цеви мањег пречника, црева, филмови, фоље и траке) или се реже на одређене дужине (цеви већег пречника и плоче). [4]

3.1.2. Производња фолија екструдирањем (ливењем)

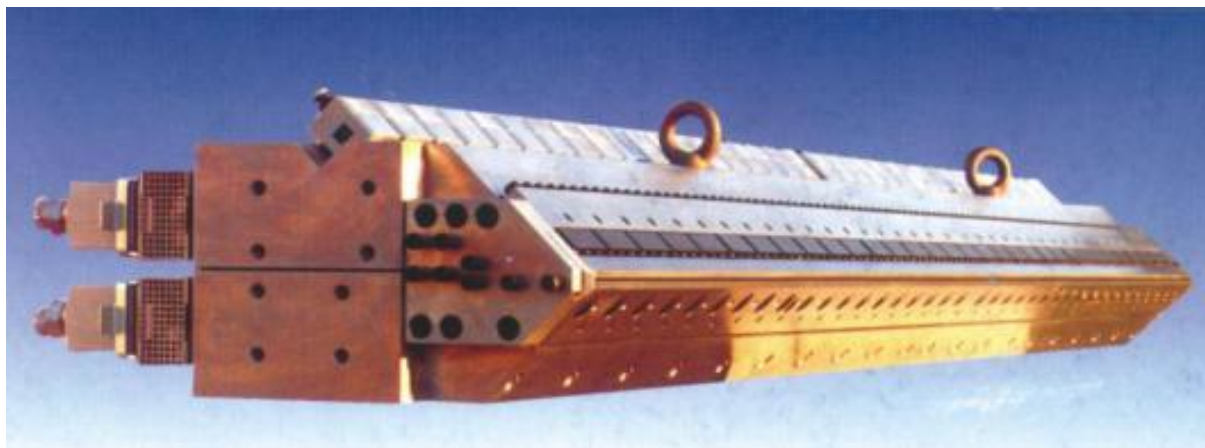
У екструдеру припремљена маса кроз сито пролази у широку млазницу, након чега се у темперираним купатилу (40 - 50°C) хлади и затим преко ваљака се цеди вода и фолија се упућује на опкрајање и намотавање .

Глава екструдера обликује растопљени полимерни материјал у полупроизвод (екструдат) потребног облика и димензија. У глави се налази млазница, а облик главе и млазнице мора бити прилагођен облику и врсти производа, за конкретан пример производа мора имати раван облик.

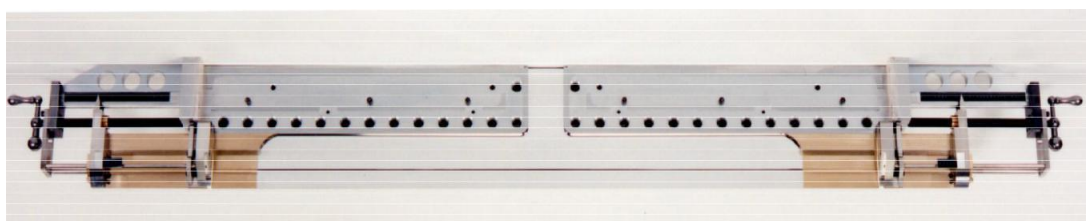
Регулација количине која излази и дебљине фолије врши се помоћу такозваних „усана“.

Добар дизајн дизне омогућава несметан проток растоп и смањује могућност да неке честице остану задржане, слика 3.3.

Дизајн дизне треба да омогући лаке промене ширине ламината, способност да регулише ширину вишка материјал, могућност течење танких слојева, што мање промене температуре од средине ка крајевима, једноставно одржавање и чишћење, слика 3.4.

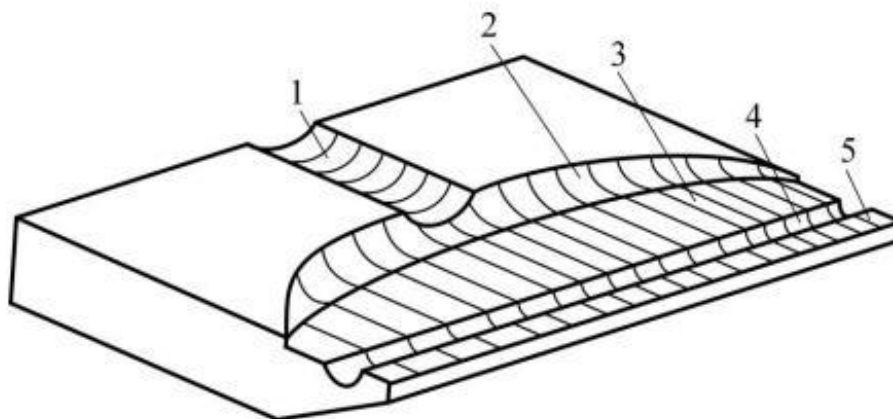


Слика 3.3. Дизна за екстудирање фолије [5]



Слика 3.4. Подешавајућа дизна [5]

Основни елементи дизне која се користи за ламинацију су приказани на слици 3.5.



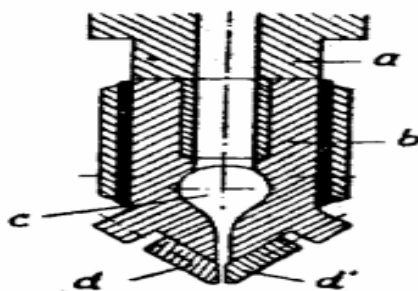
Слика 3.5. Елементи дизне: 1) улазни канал; 2) главни канал за разливање; 3) помоћни канал за разливање; 4) канал за опуштање; 5) дио дизне кроз који растоп истиче [5]

Улазни канал је геометријски једноставан канал кружног попречног пресека и дужине приближно једнаке као половина дужине дизне за истискивање. Растопљени полимер који се испоручује из адаптера екструдера протиче кроз улазни канал.

Канал за разливање се налази симетрично на обе стране улазног канала. Канал се састоји од два или три дела, односно главног канала за разливање, помоћног канала и канала за опуштање. Главни канал је најчешће конусно-симетрични канал, параболни или хиперпараболни канал (слика 3.5). Облик главног канала је кружног попречног пресека. Најчешће, пресек канала се смањује са повећање удаљености од улазног канала. Улаз главног канала се налази под углом од 90 степени у односу на улазни канал [5].

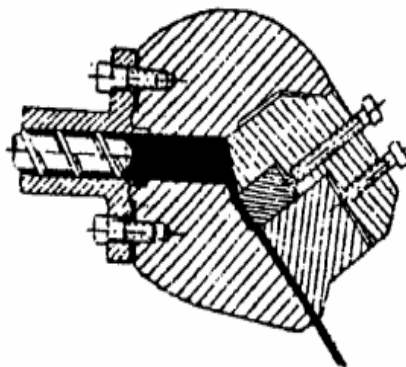
Постоје три основне конструкције млазница:

1. широка млазница са могућношћу регулације обе „усне“ као што је приказано (слика 3.6а):
2. само једна „усна“ је покретна, а друга је непокретна (слика 3.6б).
3. покретна „усна“ је и флексибилна, што омогућује тачно регулисање размака.



Слика 3.6 а : Широка млазница са могућношћу регулације обе „усне“

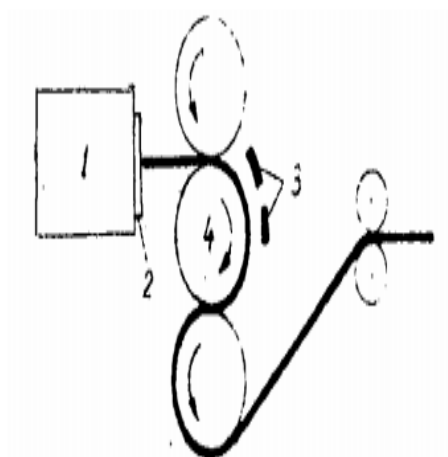
а) прикључак, б) кућиште, с)разделни канал д) и д')плоче тј. „усне“ које се могу регулисати [5]



Слика 3.6 б . Широка млазница код које је само једна „усна“ покретна [5]

Међутим најчешће овим поступком добијене фолије, као на пример у случају полистирола, не задовољавају услове у погледу високог сјаја.

Висок сјај се постиже загревањем екструдиране фолије помоћу инфрацрвеног грејача, постављеног између широке млазнице и каландера (слика 3.7).



Слика 3.7. Извлачење фолије високог сјаја [5]

1- екструдер, 2- широка млазница, 3- инфрацрвени грејач, 4- каландер за пеглање и хлађење

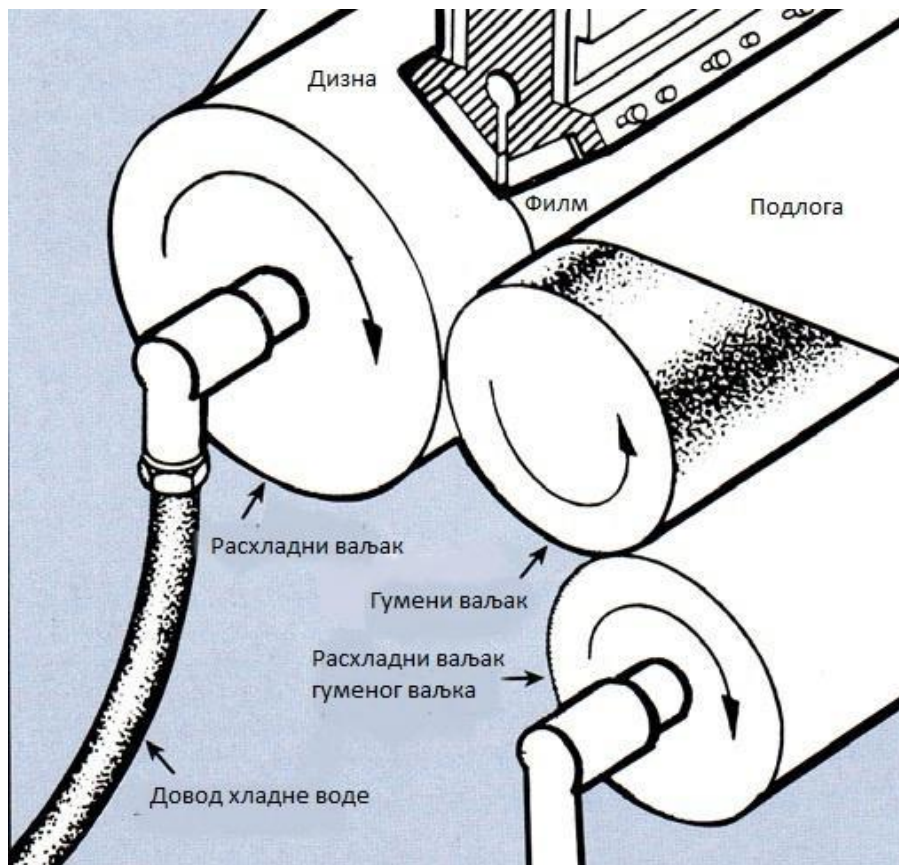
Након изласка из главе произведен екструдат пролази кроз остале уређаје који заједно са екструдером чине линију за екстудирање.

3.1.3 Расхладни уређаји и ваљци за намотавање

Први уређај у тој линији је ваљак за намотавање изнад кога се налази ваздушна млазница која прва почиње са хлађењем фолије. На рубовима ваљака налази се граничник који држи фолију да остане на свом месту и спречи њено померање.

По овом поступку фолија се хлади на тај начин што се води преко два расхладна ваљка. Температура ваљака регулише се водом или уљем. И унутрашњост ваљка треба да буде добро обликован, да се постигне уједначена и одговарајућа температура. Величина и број ваљака зависи од жељене ширине фолије и максималне брзине екстудирања за коју је уређај конструисан. Обично се користе два ваљка. Површина

расхладних ваљака мора бити добро избрушена и обично се бруси до високог сјаја, како би се осигурало добро пријањање фолије. На тај начин се добија фолија са уједначеним оптичким и механичким особинама.



Слика 3.8. Склоп ваљака [5]

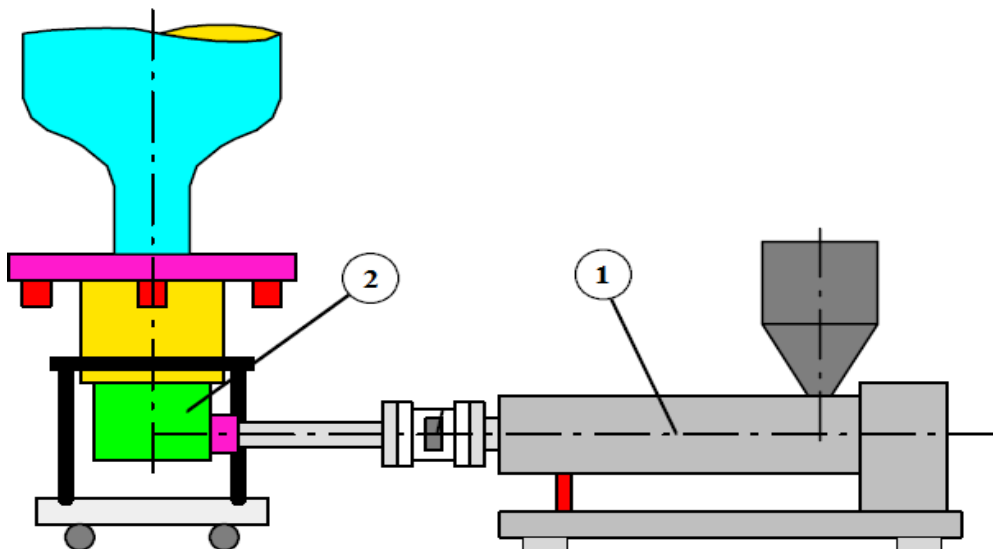
Ваљци којима се остварује одговарајући притисак (слика 3.8) праве се од челичног ваљка прекривеног гумом да би се остварило боље пријањање и притисак. Расхладни ваљка или чилерски ваљак је обично хромирани и високо полиране површине. Дизајниран је да уклони одговарајући износ топлоте из полиетилена. Изграђен је са дуплим омотачем са уграђеном спиралом која треба да обезбеди ефикасно и равномерно хлађење. Хлађење се врши водом, која циркулише из одвојеног резервоара у којем се одржава на одговарајућој температури. Неопходно је да се обезбеди довољно воде да се обезбеди ефективна контрола температуре на површини ваљка. Пречник расхладног ваљка у великој мери одређује опсег радних брзина, јер је потребно да расхлади растоп на одређену температуру при контакту

Температура расхладног ваљка се одржава између 15 до 30°C; уколико се повећа до 55 до 60 °C или више, полиетилен се може залепити за ваљак, проузрокујући делимичну деламинацију између обложеног филма и подлоге, или чак прекид фолије.

Гумени ваљак за остваривање притиска између подлоге и растопљеног полиетилена се обично прави од силиконске гуме. Захтеви материјала за израду гуменог ваљка обухватају добру отпорност на топлоту и старење. Ваљак се активира помоћу ваздушног цилиндра и тако се остварује притисак на расхладни ваљак. Такође је пожељно да и гумени ваљак има свој ваљак за хлађење. Положај се обично подешава у односу на дизну. Да би се добило максимална адхезија ваљак треба да буде постављен тако да осигура да се растопљени полиетилен разлива на подлогу непосредно пре расхладног ваљка. [5]

3.2 Технологија производње фолије дувањем

При екструзији фолије дувањем, растопљени полимер улази у прстенасту млазницу на дну или са стране. Растоп се потискује око трна, који се налази унутар млазнице и формира црево дебелог зида. (слика 3.9) Црево, док је још у растопљеном стању, се шири у шупљи цилиндар жељеног пречника и одговарајуће дебљине фолије. [6]



Слика 3.9. Упрошћена шема формирања црева дебелог зида и његово ширење

1- екструдер, 2- дување црева фолије [6]

Ширење се остварује притиском ваздуха који се доводи кроз центар трна за дување. Након формирања, црево се пресује између два ваљка. Дувано црево се обично вуче на горе и хлади ваздухом из прстена на дну.

Радне брзине се крећу у опсегу од 10 до 90 m/min, на млазницама малог пречника, у производњи фолије било које дебљине.

Ваздух унутар дуваног црева се одржава на константном притиску да би се постигла равномерна ширина, дебљина фолије и намотавање.

Притисак ваздуха и остали фактори који утичу на дебљину фолије (капацитет растопа из екструдера, радна брзина, температура дуж цилиндра у млазници) морају бити стално контролисани и одржавани у веома уским границама. Веома важна је контрола количине и правца ваздуха који хлади фолију. Најважнија је ширина отвора млазнице, која је одређена положајем трна унутар млазнице.

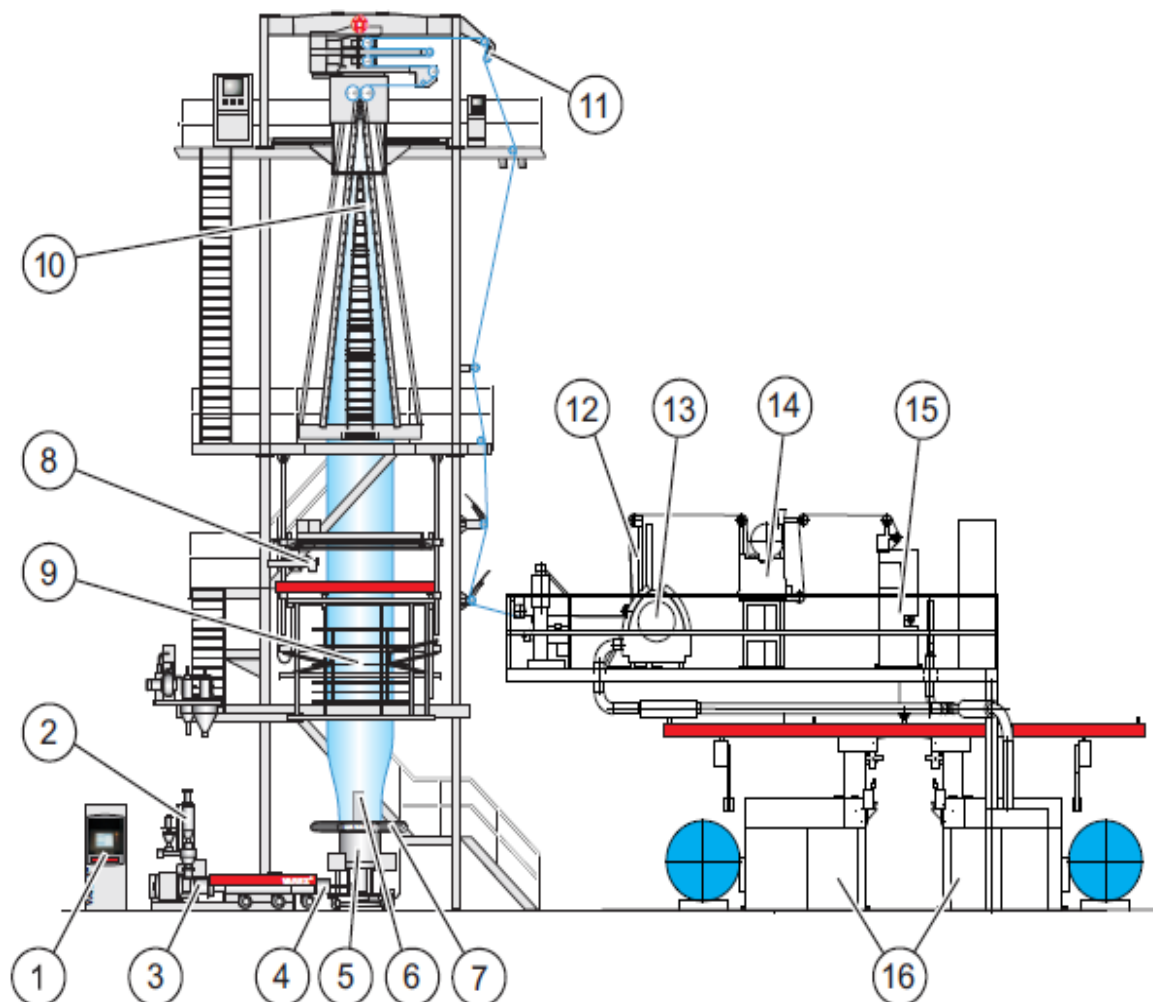
Цео процес добијања фолије се може видети и лакше разумети на слици 3.10.

Такође, веома важан фактор је и висина линије отврдњавања. Ниже температуре растопа омогућују већу брзину производње, а да се не постигне линија отврдњавања сувише далеко од млазнице. Висина линије отврдњавања изнад млазнице је важан фактор. Повећањем пречника црева, висина линије отврдњавања може варирати од 10-60 cm изнад површине млазнице за дување, за пречник млазнице до 90 cm. Препоручена удаљеност је 25-45 cm изнад млазнице. Виша линија отврдњавања доводи до теже контроле дебљине фолије [6].

Када се дода више ваздуха за хлађење, удаљеност линије отврдњавања опада, а смањивање количине ваздуха за хлађење удаљава линију отврдњавања. Повећавање удаљености линије отврдњавања даје фолији више времена да очврсне. То омогућује да

се постигне глаткоћа фолије, већа прозирност и сјај. Линија отврдњавања је увек у хоризонталном нивоу.

Удаљеност линије отврдњавања може бити повећана или снижавана варирањем капацитета екструдера или радне брзине. Најчешћи начин подешавања висине линије отврдњавања је помоћу запремине ваздуха за хлађење. Када се брзина пуза (и количина растопа) повећају, удаљеност млазнице и линије отврдњавања се повећава.



Слика 3.10 Постројење за израду фолија дувањем [7]

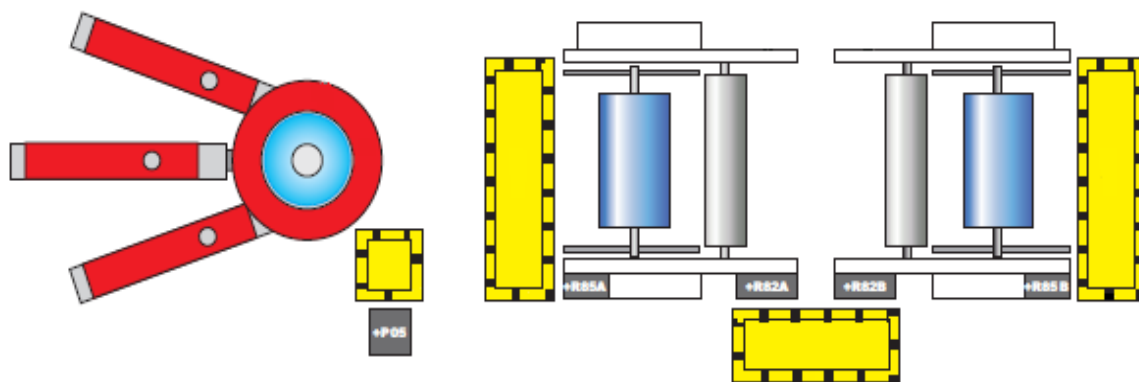
Легенда:

- | | |
|--|---|
| 1. Комадни стуб (PROCONTROL TS) | 9. Уређај за калибрирање фолије |
| 2. Усисно транспортни система и система за дозирање, | 10. Реверзирајући уређај за простирање и извлачење, |
| 3. Екструдер, | 11. Уређај за мерење ширине |
| 4. Измењивач сита, | 12. Реглација кретања траке, |
| 5. Глава дувалице, | 13. Уређај за усисавање одсечених ивица, |
| 6. Етажно хлађење, | 14. Припремна станица, |
| 7. Хлађење, | 15. Јединица за увлачење фолије, |
| 8. Уређај за мерење дебљине, | 16. Места намотавања. |

Температура млазнице би требала да буде приближно иста као и температура растопа. Обе би требало да буду толико високе колико дозвољава опрема за екструзију (до око 205°C) да би се постигао најбољи изглед фолије. На превише високој температури, вискозност растопа може постати исувише мала и проузроковати да дувано црево постане нестабилно и да се лако кида.

Отвор млазнице између трна и прстена млазнице може бити од 0.4-0.9 mm. Постоје млазнице код којих се отвор може мењати. Већи отвор млазнице незнатно повећава капацитет растопа, али отежава контролу дебљине фолије и линије отврдњавања. Такође постоји могућност да се фолија прекине, када се истеже да би била тања.

Брзина хлађења црева је битна за постизање високог квалитета фолије и спречавање слепљивања фолије на вучним ваљцима и ваљку за намотавање, слика 3.11. Прстенасти отвор за ваздух, на врху млазнице, је најчешће употребљаван начин очвршћавања и хлађења црева. Кроз добро конструисани прстенасти отвор за ваздух може протећи велика количина расхлађеног ваздуха или ваздуха на собној температури, малим брзинама, са равномерном расподелом око дуваног црева [6].



Слика 3.11. Ваљци за намотавање фолије након дувања [7]

3.3 Опрема за израду фолије технологијом дувања

3.3.1. Довод материјала у екструдер

Систем за дозирање материјала пре екструдирања представља део усисно транспортног система (слика 3.12). Централни усисни систем врши дозирање и снабдевање резервоара са сировинама појединачне екструдере (дисконтинуални усисни транспорт).

Достава материјала се може вршити из цакова, буради, контејнера, силоса, итд. Испред места доставе материјал се усисава преко усисног црева у сепаратор транспортног уређаја. Овај усисни систем је снабдевен сензорима који јављају потребе за додатним материјалом [7].

Ако аутоматски систем надгледања нивоа јавља даље потребе, започиње нови циклус доставе материјала.



Слика 3.12. Систем дозирања 1- главни левак за дозирање, 2- помоћни левак за дозирање, 3- комора за мешање, 4- пужни систем дозирања, 5- разводни орман; [7]

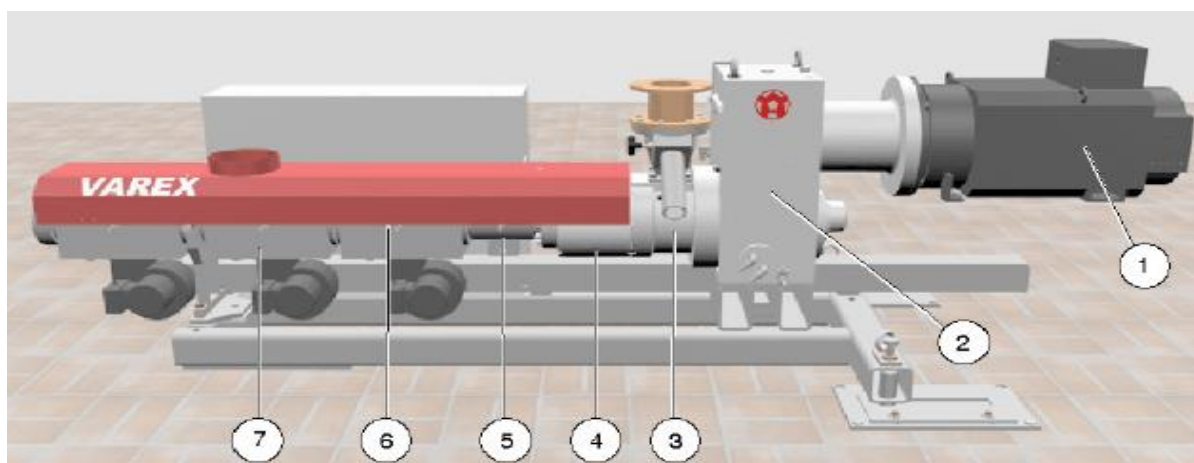
Варирања у протоку материјала настају због:

- промене у насипној густини гранулата
- промењеној способности сипања
- промена сировине код различитих терета

3.3.2 Екструдер

За израду фолија користе се екструдери са једним пужем (слика 3.14). Они имају задатак да транспортују сировину која се допрема у облику гранулата (термопластични полимери), да је пластифицирају и хомогенизују [7].

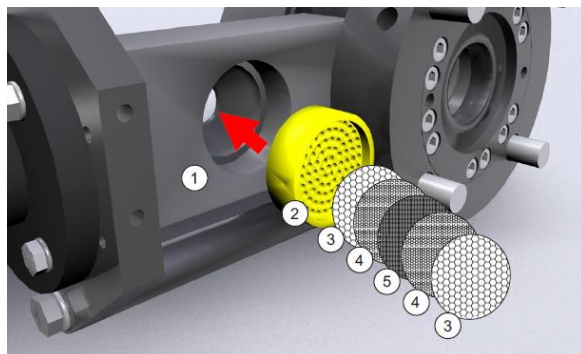
Након тога екструдери под високим притиском растопљену масу потискују за потребе обликовања фолије у алат екструдера (главу дувалице).



Слика 3.14. Екструдер: 1- асинхрони трофазни мотор, 2- преносник екструдера, 3- левак са улазном чауром, 4- чаура; 5- прстенаста грејна тела, 6- део цилиндра у коме се врши топљење масе, 7- део цилиндра у коме се врши темперирање масе и даљи транспорт [7]

3.3.3 Сито

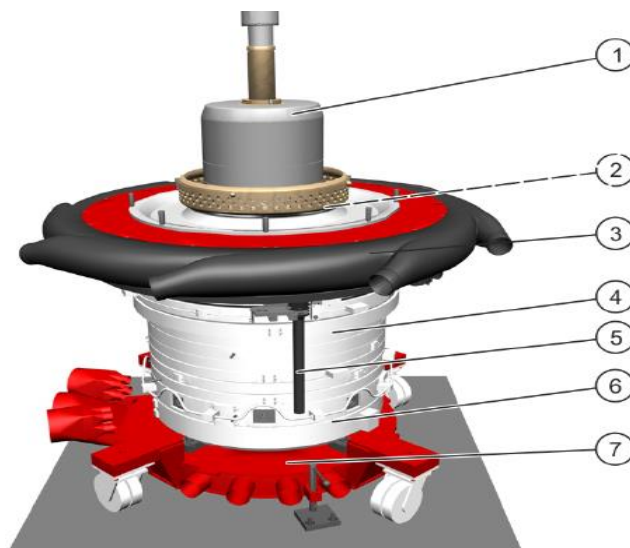
Сито има улогу филтрирања растопљене пластичне масе и поставља се између екструдера и алата за екструзију (дувалице) (слика 3.15) [6].



Слика 3.15. Сито за филтрирање пластичне масе 1- кућиште сита, 2- ослони прстен, 3- средње сито, 4- фино сито. [7]

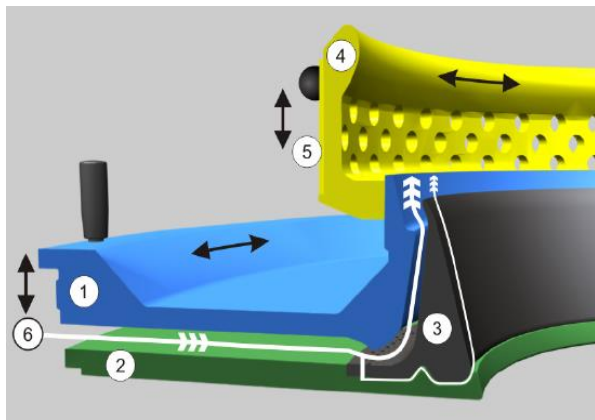
3.3.4 Глава дувалице

Глава екструдера (дувалице) обликује растопљени материјал, који долази из екструдера у вишеслојни спој фолије, слика 3.16 [6].

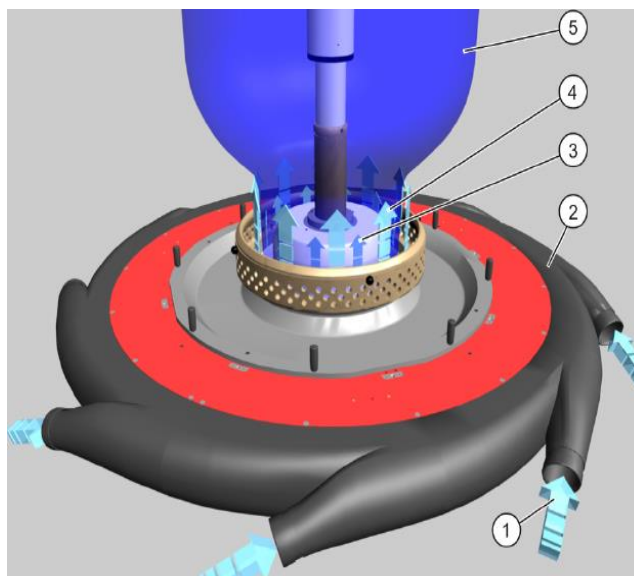


Слика 3.16. Глава дувалице: 1- унутрашње хлађење фолије, 2 - млазница, 3 - спољашње хлађење фолије, 4 - разделник растопљене масе, 5 - расхладни прстен, 6 - предразделник растопљене масе, 7- колица [7]

На следећој слици се може видети систем за довод ваздуха, слика 3.17 и систем за спољне хлађење и излажење фолије у облику дуваног црева из млазнице дувалице (слика 3.18) [6].



Слика 3.17. Вођење ваздуха; 1 - горње усне прстена, 2 - доње усне прстена, 3 - конус прстена, 4 - перфорирани прстен, 5 - месингани перфорирани прстен, 6 - расхладни ваздух [7]



Слика 3.18. Прстенасти систем спољног расхлађивања 1- доведени расхладни ваздух, 2 - расхладни прстен, 3 - доња ваздушна струја, 4 - горња ваздушна струја, 5 - фолија [7]

Постројење - опрема са свим деловима за производњу фолија екструзионим дувањем је приказана на слици 3.19.



Слика 3.19. Постројење за екструзионо дување фолије [7]

3.3.5 Вођење помоћу расхладних ваљака и контрола дебљине фолије

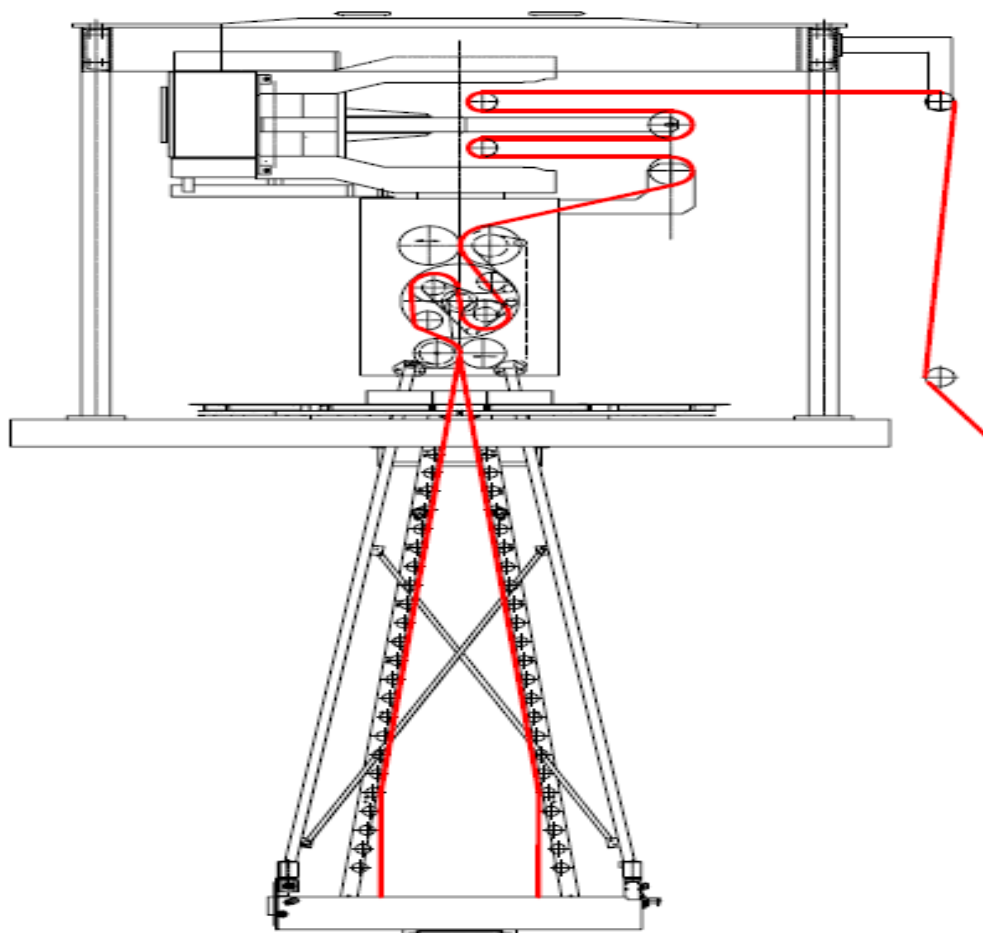
Након израде фолије дувањем врши се вођење црева (мехура) фолије до ваљака за намотавање. Тиме се постиже равњање фолије и жељена дебљина која је условљена производњом.

Ваљци за равнање фолије су постављени на решеткасти носач, усмеравају фолију ка ваљцима за вучење и ваљцима - магацину за резервну фолије при намотавању. На крају овог простројења се налази систем за намотавање, слика 3.20.

Након проласка фолије кроз ваљке за вучење и магазин врши се расецање и даље транспорт у смеру ваљака за намотавање [6].

Овим поступком се могу прерађивати следећи материјали:

- LDPE,
- LLDPE,
- HDPE,
- PP.



Слика 3.20. Вођење дуваног црева (мехура) фолије [7]

Да би се побољшале особине фолије, неопходно је добро усагласити:

- висину линије отврдњавања,
- однос дувања ваздуха,
- радну брзину,
- капацитет екструдера.

4. Уређаји и машине за паковање стреч фолијом

Машине за стречовање су намењене за паковање робе на палетама у фолију која се истеже. Стреч фолија обезбеђује фиксирање робе на палетама и штити их од спољних оштећења и контаминације (прашином, продором влаге и сл.), слика 4.1. Овај поступак паковања обезбеђује сигурност производа и припада најчешћим, најлакшим и најјефтинијим поступцима паковања.

Машине за стречовање (овијање) фолијом постоје у веома различитим облицима и доступне су на тржишту, од једноставних ручних и јефтиних полуаутоматских уређаја до потпуно аутоматизованих линија или специјалних машина прилагођених посебним потребама. Основни технички дизајн машина за паковање амбалаже може се модифицирати према захтевима купаца.



Слика 4.1 Пример машине за стречовање [9]

Машине за стречовање се најчешће називају палетизери и могу се поделити у три групе:

- ✓ Ручне или мануелне палетизере,
- ✓ Полуаутоматске палетизере и
- ✓ Аутоматске палетизере.

4.1 Мануелни палетизери

РУЧНИ ПАЛЕТИЗЕРИ су намењени за ручно паковање овијањем, фолијом мањих и средње тешких збирних производа постављених на палету. Овијање се врши најчешће помоћу ПЕ стреч растегљиве фолије. На овај начин се добијају чврсти пакети на палети припремљени за све врсте транспорта. (слика 4.2)

РУЧНИ МИНИ ПАЛЕТИЗЕРИ су намењени за овијање фолијом збирних производа у индустрији и домаћинствима, који се не постављају на палету (као што су на пример дугачки шипкасти челични или *Al* профили) или када је потребно неколико производа повезати у једну целину, слика 4.2. [9]



Слика 4.2. Ручни мини палетизери [9]

Ови ручни мини палетизери омогућују једноставно коришћење економски веома исплативо. Мини стреч фолија обезбеђује већу чврстоћу за паковање мањих делова или производа. Могу се паковати књиге, кућни мали апарати, пакети, посуђа, поврће и воће и сл. Руковање овим палетизерима је једноставно једном руком, прецизна контрола затезања фолије омогућује потребну чврстоћу паковања. Ергономски дизајн смањује савијање и замор. Мале димензије и жељена ширина фолије омогућују паковање како малих тако и великих димензија.

Ручни палетизери за паковање делова и производа на палете је приказан на слици 4.3. Овај палетизер је једоставан, лак и погодан за све стандардне типове и димензије стреч фолије (ширине 300 до 500 мм). Палетизер има навојно вретено којим се регулише ширина фолије. Помоћу навоја у дршци регулише се сила затезања фолије током овијања.



Слика 4.3. Ручни палетизер[9]

Продужена дршка на ручном палетизеру и кочница на дршци проширују могућности примене ових палетизера, слика 4.4. Овај тип палетизера чешава многе

проблеме ручног проблема при овојању стреч фолијом производа: нема неприродног положаја тела радника, могуће је овијање пакета како веома малих висина тако и великих висина, специјална уграђена кочница омогућује лако подешавање силе затезања фолије, итд.



Слика 4.4. Палетизер са продуженом дршком [9]

4.2 Полуаутоматски палетизери

Полуаутоматске машине за паковање палета обично се користе у средњој и великосеријској производњи и паковању производа. Полуаутоматски палетизери не захтевају много простора и пружају добар степен флексибилности при омотавању веома различитих производа на палети. Могу се лако прилагодити, олакшано је руковање и остваривање различитих оптерећења фолије, односно производа који се пакују.

4.2.1 Полуаутоматски вертикални палетизер

Полуаутоматске машине захтевају од оператера да постави палету са деловима, односно производима на ротирајућу плочу. Оператер затим причвршћује слободни крај фолије за палету и на командној табли палетизера врши се задавање режима овијања палете: брзина обртања и брзина аксијалног кретања носача ролне са стреч фолијом. Након тога машина сама врши ротацију постоља са палетом и овијање. Овакав аутоматски режим рада се користи код серијског овијања палета са истим производа на себи. У случају појединачног овијања користи се ручни режим рада који подразумева притисак и држање на одређеним тастерима за време овијања. Затезање фолије се унапред дефинише, а може се и у току овијања мењати.

Ови полуаутоматски вертикални палетизери намањени су за паковање овијањем фолијом тежих, већих и збирних производа постављених на палети. Овијање се врши

помоћу РЕ растегљиве фолије. На овај начин добија се чврсти пакет на палети припремљен за све врсте транспорта.

Одликују се поузданошћу у раду, издржљивошћу као и лако управљање. Засноване су на чврстој конструкцији са могућношћу ручног и аутоматизованог управљања. Програмиране су тако да при сваком стартовању аутоматски врше заузимање почетних референтних параметара, који се могу за сваку промену подесити (слика 4.5). [10]



Слика 4.5. Полуаутоматски вертикални палетизер [10]

Палетизери имају ниску платформу која омогућује несметан приступ свим врстама виљушкара и других транспортних система за довоз палете и робе. Најчешће је максимална тежина терета до 1800 кг. и димензија овијања: 1200 x 1200 x 2400 мм или веће. Платформа може бити прилагођена и транспорту робе помоћу палетара.

Стреч фолија се затеже преко гарнитуре ваљака који омогућују предрастезање чиме се елиминише сужавање фолије приликом затезања и овијања палете са робом на себи. Сила затезања се регулише најчешће механичком кочницом. Заустављање платформе је увек у истом положају, као и враћање носача фолије у почетни доњи положај.

4.2.2 Полуаутоматски ротациони палетизери

Овај полуаутоматски вертикални ротациони палетизер је намењен за овијање нестабилних палета или палета са веома великим тежинама предмета на себи. Палета са робом се налази испод палетизера или на транспортној траци, а затим рука окреће око палете и обезбеђује успешно овијање, слика 4.6. [10]



Слика 4.6. Полуаутоматски ротациони стреч омотач [10]

Захваљујући технологији ротирајуће руке, оптерећење при овијању се не мења током процеса. Стога је ротациони палетизер погодан за омотавање предмета која су нестабилна, веома лака или веома тешка, неправилног, односно било каквог облика, без обзира на врсту производа. Овај тип палетизера се може поставити на зид, на стуб или може бити опремљен независним подним постољем.

4.2.3 Хоризонтални палетизер

Производи великих дужина и различитих облика се не могу паковати на вертикалним палетизерима. Због тога се користе хоризонталне машине, односно хоризонтални палетизери. Хоризонтални палетизери се користи за паковање челичних цеви, алуминијумских проила, прозора и врата, слика 4.7.



Слика 4.7. Хоризонтани палетизер [10]

Машина за обмотавање се састоји од ротирајућег прстена са причвршћеним носачем стреч фолије. Прстен се врти око хоризонталне оси при чему се ослобађа стреч фолија око предмета који се обмотава. Дакле, дужина и тежина терета не ограничавају могућност омотања машине.

4.3 Аутоматски палетизери

Код аутоматских палетизера са окретним плочама палета се аутоматски транспортује са робом и поставља се на ротирајућу плочу. Ови палетизери се користе у великосеријској производњи при великој аутоматизацији свих процеса.

4.3.1 Аутоматски палетизери са аутоматским транспортером

Аутоматски палетизери са окретањем постоља имају аутоматски погон и транспорт палете са робом, слика 4.8. Транспортни систем аутоматски допрема палету на место за обмотавање фолијом када се заврши претходни циклус обмотавања. За разлику од полуаутоматских палетизера, овде су сви процеси унапред програмирани и аутоматски се одвијају. Оператери пре почетка рада врше програмирање и пробу рада. Ови палетизери могу да обмотају 30-40 палета за сат.



Слика 4.8. Аутоматски палетизер са аутоматским транспортером [11]

4.3.2 Аутоматски ротациони палетизер

Палетизер за обмотавање са ротирајућом руком је намењен за обмотавање палета која се транспортују на покретној траци или транспортеру мале тежине и стабилност или велике тежине. У овом случају није омогућено окретање палете већ ротацију врши рука која носи ролну са стреч фолијом, слика 4.9.



Слика 4.9. Аутоматски ротациони палетизер са руком [11]

У циљу повећања брзине обмотавања стреч фолијом и смањења фолије приликом започињања и на крају обмотавања развијен је велико број аутоматизованих и роботизованих ротационих палетизера, слика 4.10 и 4.11.



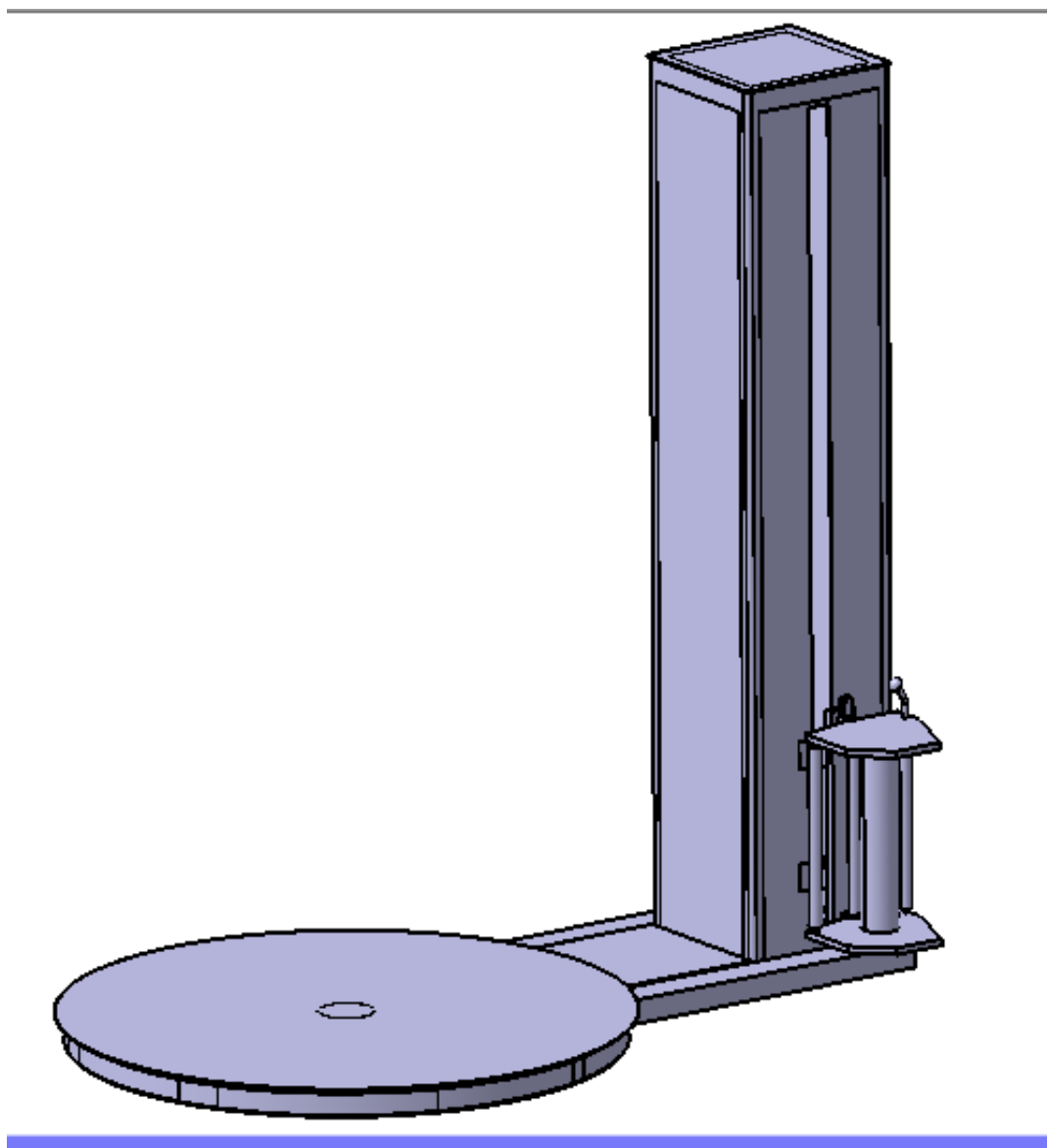
Слика 4.10. Ротирајући аутоматски палетизер [11]



Слика 4.11. Роботизовани аутоматски палетизер [11]

5. Пример пројектовања машине за палетизирање

На наредним сликама приказан је пример пројектовања машине за омотавање стреч фолијом, које је засновано на постојећој машини која се користи у фирми Текпа, Крагујевац. Реч је о полуаутоматској машини за палетизирање (слика 5.1). Оператер поставља палету са производима на ротирајућу плочу и започиње обмотавање.



Слика 5.1. Пример пројектовања машине за стречовање

Основне карактеристике:

- ✓ Променљива брзина ротирајуће плоче
- ✓ Фотоћелија за аутоматско детектовање висине палете
- ✓ Прецизно место заустављања
- ✓ Променљива брзина мотора

Модел пројектоване машине је модел заснован на конструкцији машине из компаније Teknia, Крагујевац са изменама постављања електромотора као погонског дела машине. Полуаутоматска машина за овијање фолијом налази се на крају производне линије и представља завршно паковање производа припремљеног за транспорт.(слика 5.2.)



Слика 5.2 Палетизер компаније Teknia, Крагујевац

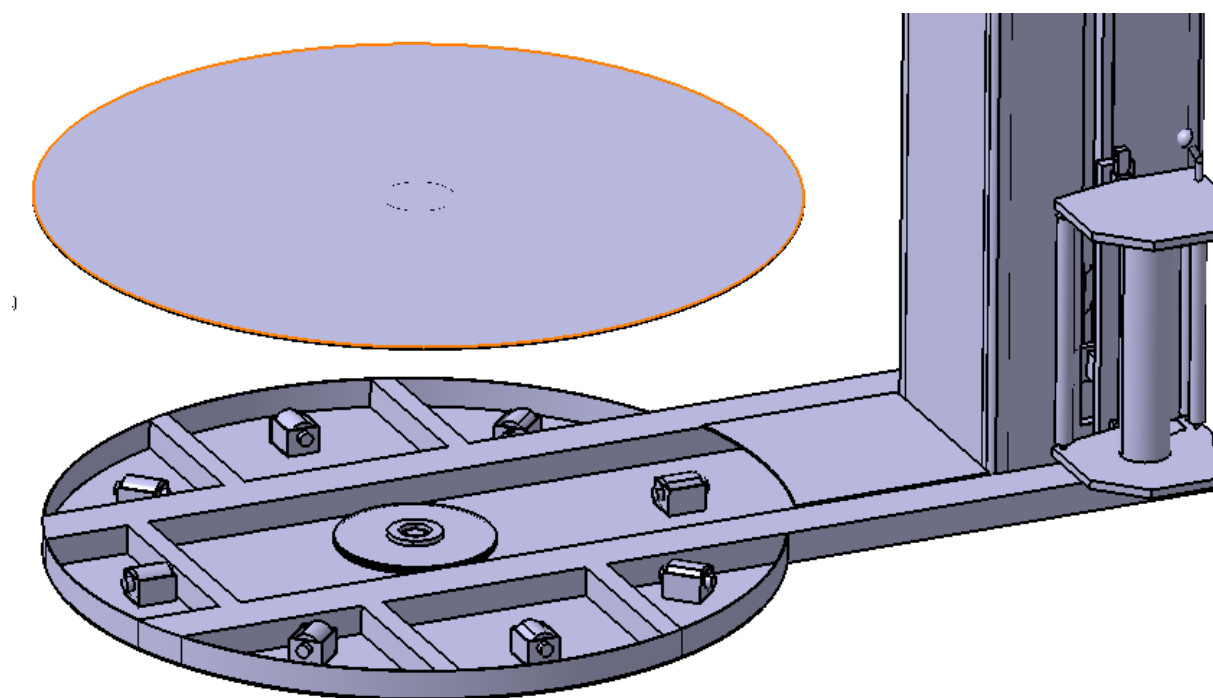
Техничке карактеристике изабране пројектоване машине приказане у следећој табели.

ТЕХНИЧКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ	
Напајање:	3P AC 380V 50/60Hz, 1,0kW
Димензије окретног постолја:	1500 mm
Носивост окретног постолја:	1000 Kg
Брзина окретног постолја:	0-12 obr/min
Прорез на окретном постолју за виљушкар	Ne
Функција предистезања:	Ne
Висина палете:	2400 mm
Димензије фолије:	Ширина 500mm, унутрашњи / спољашњи пречник 72/280mm
Тежина машине:	700 Kg

3

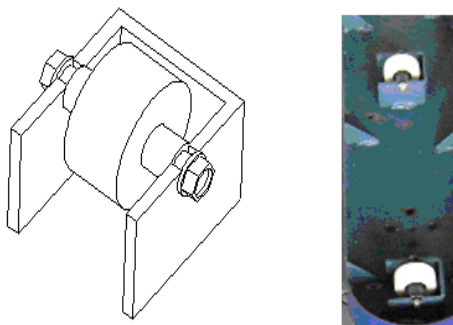
Табела 5.1 Техничке карактеристике изабране машине

Чврсти терет за паковање се поставља на обртну платформу која се ослања на посебне ваљке који компензују ударе при нормалном спуштању терета на њих. Чврсто кућиште и конструкција платформе штити електронске и механичке делове од оштећења.(слика 5.3).



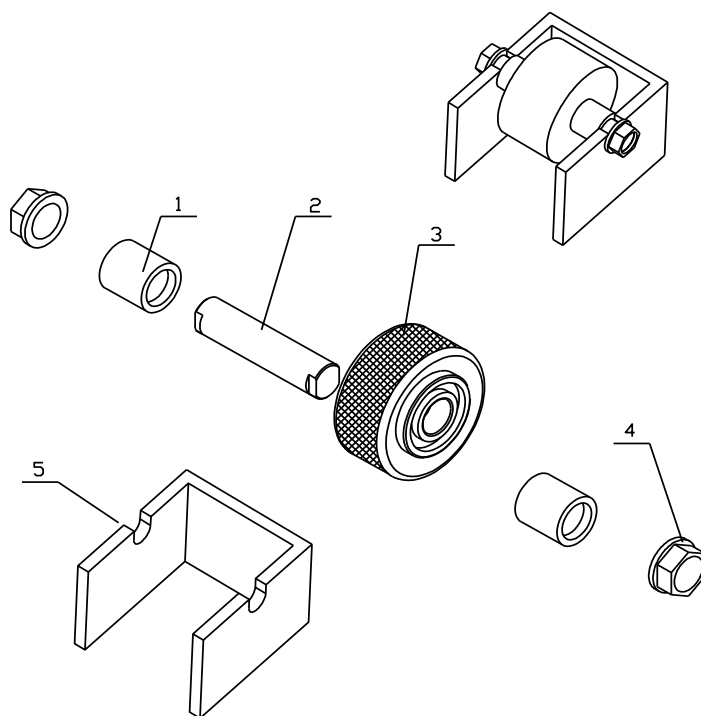
Слика 5.3 Ротирајућа плоча

Решење проблема ослањања ротирајуће плоче представљају ваљци постављени на конструкцији доње непокретне плоче под углом од 45° . Плоча се ослања на њихову површину и ротира у зависности окретања ваљка, штите конструкцију при нормалном спуштању терета на ротирајућу плочу. (слика 5.3).



Слика 5.4 Ваљак

Конструкција ваљка приказана на слици састоји се из више делова (слика 5.5)

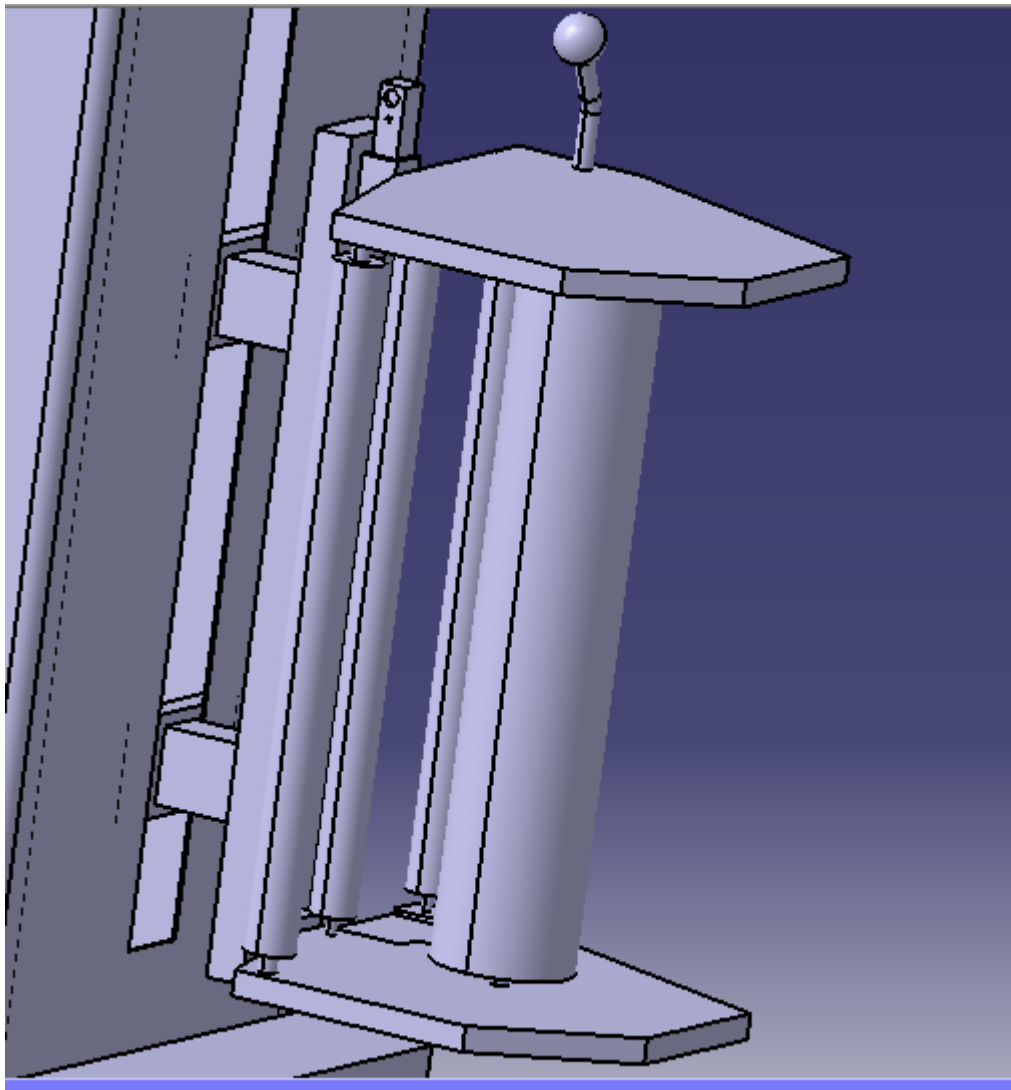


Слика 5.5 Конструкција ваљка

Растегљива фолија се истеже преко ваљка на носачу фолије без сопственог погона. Носач фолије са једноставним и брзим приступом састоји се од ваљка за ношење фолије, од ваљака за вођење и затезање фолије приликом овијања са механичком кочницом.

Сила затезања фолије преко терета се подешава ручно-механичком кочницом, висина овијања праћена фотоћелијом.

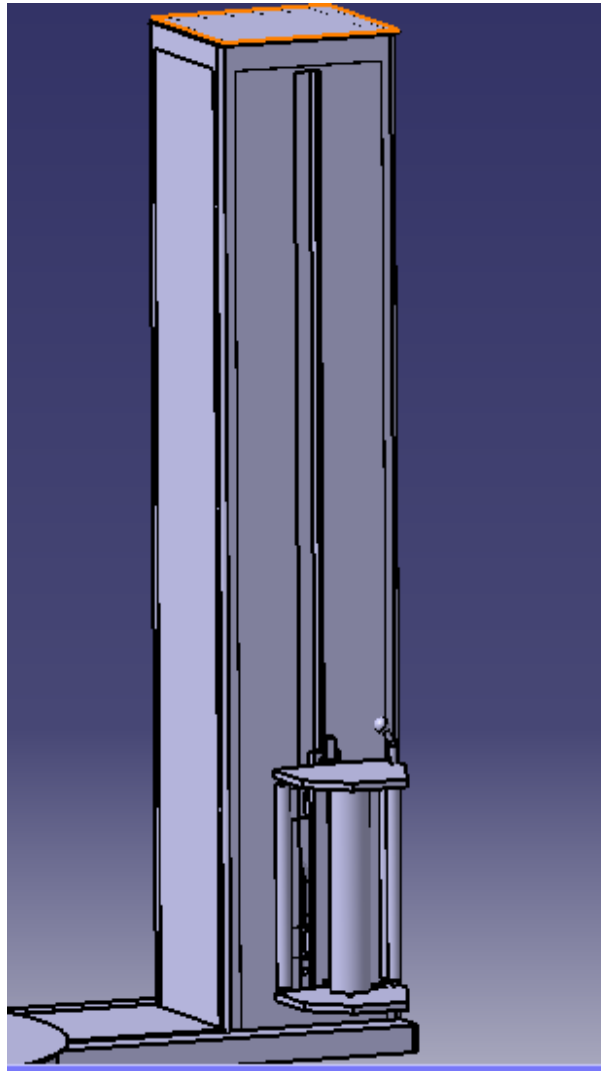
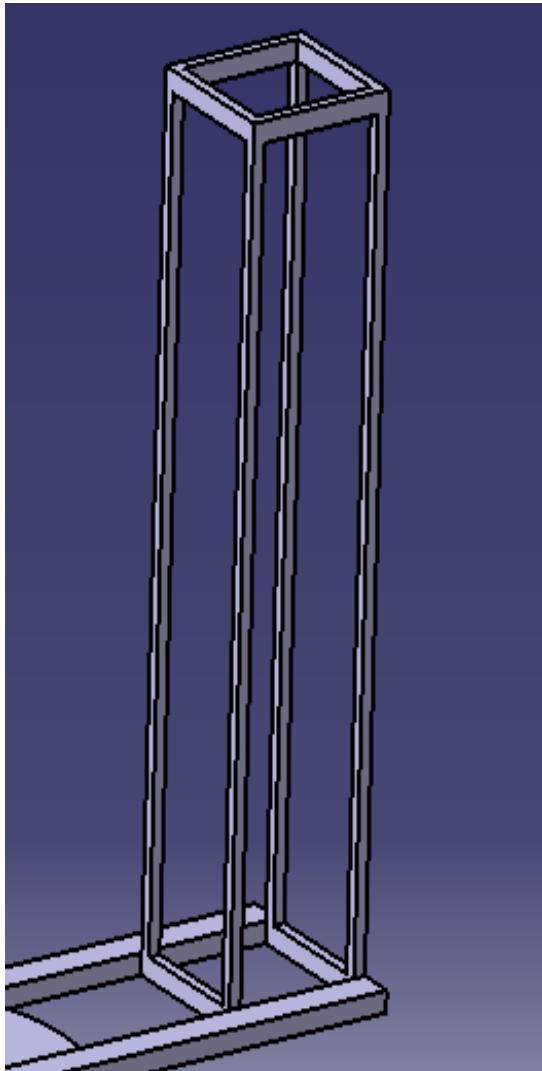
Уграђени фреквентни регулатор броја обртаја омогућује регулацију старта, кочења и брзине окретног стола.



Слика 5.6. Носач фолије

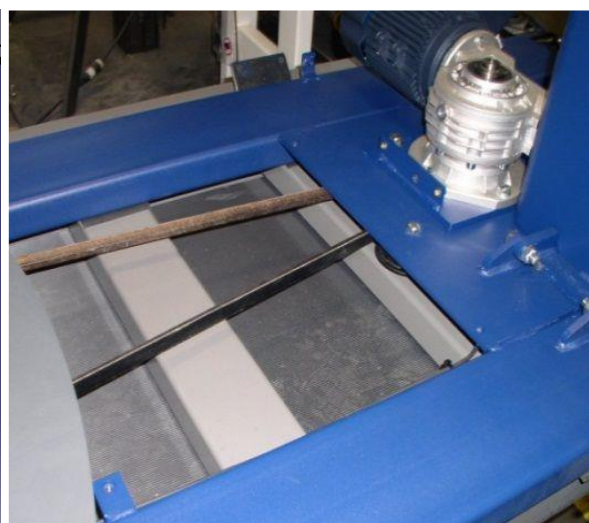
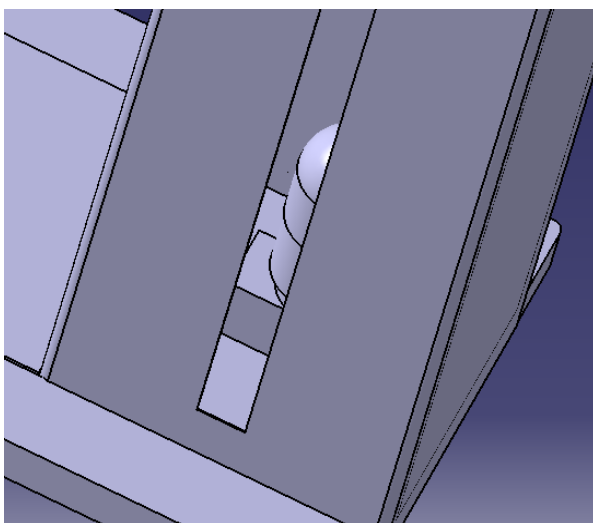
Носач фолије се налази на стубу машине и креће се вертикално горе-доле у зависности потребе овијања, коју региструје фото ћелија постављена на носачу (слика 5.7).

Стуб је од челика високе отпорности у коме се налази и кућиште са електроником унутар стуба као и електромотори за покретање ротирајуће плоче и носача фолије. Састоји се од четири профила 40x40mm постављених дијагонално због носећег дела носача фолије.(слика 5.7)



Слика 5.7 Вертикални стуб машине на којој се налази носач фолије са кочницом

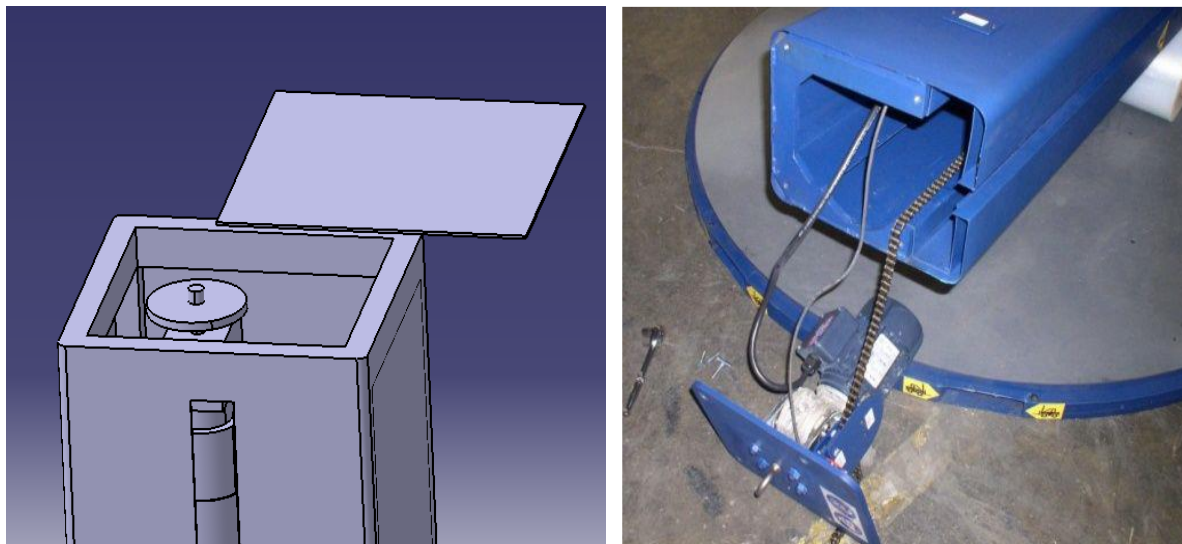
У унутрашњем делу стуба за вођење налази се електромотор са редуктором и ланчаним преносником за покретање ротирајуће плоче као гавног дела овог палетизера.(слика 5.8)



Слика 5.8 Електромотор ротирајуће плоче

Електромотор са редуктором и ланчаником или у ретким случајевима са каишним реносником доводи у кретање плочу која се ротира у односу на остале непокретне делове палетизера. Налази се причвршћен за доњи део стуба за вођење.(слика 5.8).

Електромотор који се налази на горњем делу стуба покреће носач фолије у вертикалном у заисности од смера потребе овијања.(слика 5.9)



Слика 5.9 Електромотор носача фолије

На крају можемо поменути у управљачку јединицу овог палетизера о којој у овој области пројектовања модела не износимо много, због широке облати електронике.(слика 5.10)



Слика 5.10 Управљачка јединица

6. Закључак

Мастер рад се заснива на процесу примене стреч фолија, полиетилену као материјалу за њихово добијање, кроз различите технологије израде фолија, машинама за овијање стреч фолијом као и примером пројектовања једне од њих.

Полиетилен, материјал који се користи за добијање фолија мора да задовољи захтеве везане за отпорност на хемикалије, на воду и влажну средину, да има добру жилавост и велику еластичност. Описани сегменти се односе на производни програм, материјале који се користе, опрему, на факторе који утичу на процес производње и могућност њиховог уклањања или смањења, као и карактеристике готових производа. Од процеса екструдирања, до процеса технологије дувања описани су поступци добијања фолија, кроз савремене поступке прераде пластичних маса. Најзначајнији део производне опреме чине екструдери. Првобитна конструкција екструдера од њиховог настанка до данас није претрпела значајније измене. Све важније измене које су довеле до нових типова екструдера проузроковане су посебним захтевима који су постављени пред производ специфичне намене, тако да ће и у будућим изменама конструкције овај фактор имати значајну улогу.

Суштина рада се заснива на палетизерима, њиховом применом као и класификацијом. Од ручних палетизера који се могу користити за свакодневну употребу, до полуаутоматских који су нашли велику примену у индустрији до сложенијих аутоматских и роботизованх палетизера.

Део конструисане опреме који је приказан у раду користи се у свим већим компанијама на крају линије и представља завршно паковање. Од полазне конструкције, непокретне плоче и стуба за вођење носача фолије до ротирајуће плоче која представља полазну компоненту у обмотавању производа стреч фолијом, као и два електромотора са редуктором и ланчаником за покретање ротирајуће плоче и носача фолије. Опрема је конструисана у складу са потребама производње и да задовољи тражене прописе и захтеве.

Ниједан од поменутих сегмента није описан до сваког детаља, јер сваки од њих засебно представља веома широку област. Сваки део технологије описане у овом раду се може користити за посебан рад и испитивања.

7. Литература

- [1] <http://www.paragon-u.com/the-history-of-packaging> (05.08.2018)
- [2] Нино Гржанић, Контрола квалитете стреч фолије, дипломски рад, Свеучилиште Сјевер, Вараждин, 2016.
- [3] Polyethylene.pdf
- [4] <http://www.seminarski-diplomski.co.rs/TEHNOLOSKI%20SISTEMI/Tehnologije-prerade-plasticnih-masa.html> (05.08.2018)
- [5] Bogdan Nedić, Vladislav Đukić, *Plastične mase* - Mašinski fakultet, Kragujevac, 2004.
- [6] И. Чатић: „Увод у производњу полимерних творевина“, Технички факултет Загреб, 1987
- [7] <http://www.whcorp.com/us/home/extrusion/film-production/blown-film-lines/varex-ii/> (05.08.2018)
- [8] <http://www.tecoop.co.rs/masine.php> (05.08.2018)
- [9] <https://respack.com.my/products/stretch-film/> (05.08.2018)
- [10] https://www.pakovanje.rs/strec_folija_masinsko_pakovanje.html (05.08.2018)
- [11] <http://www.tart.eu/en/products/packaging-machines/wrapping-machines/> (05.08.2018)
- [12] Богдан Рапајић, Прерада пластичних маса екструдирањем, Привредни преглед, Београд, 1976..