

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: 372/2011

Братислав Б. Живковић

**КАРАКТЕРИСТИКЕ ОПРЕМЕ ОД ЕЛАСТОМЕРА ЗА
ТРАНСПОРТ У РУДАРСКОЈ ИНДУСТРИЈИ**

мастер рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Проф. др Богдан Недић - ментор

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог мастер рада кандидат треба да изврши прикупљање и систематизацију података о еластомерима намењеним за транспортне траке коришћене у рударској индустрији. Потребно је описати врсте трака, њихове карактеристике, начин спајања, затим облагања гумених ваљака и ролни. У посебном делу рада приказати пример моделиране амортизационе ролне.

Препоручена литература:

1. Богдан Недић: Технологија прераде пластичних маса, Машински факултет Крагујевац, Крагујевац 2008.
2. Недић Б., Ђукић В.: Пластичне масе, Машински факултет Крагујевац, Крагујевац 2004.
3. Драган Игњатовић: Транспортне траке, Рударко геолошки факултет, Београд
4. Драган Игњатовић: Рударске машине, Рударко геолошки факултет, Београд 2011.

Крагујевац, септембар, 2014.

ментор:

Проф. др Богдан Недић

КАРАКТЕРИСТИКЕ ОПРЕМЕ ОД ЕЛАСТОМЕРА ЗА ТРАНСПОРТ У РУДАРСКОЈ ИНДУСТРИЈИ

Резиме: Кроз овај рад су приказани основни принципи добијања транспортних трака и вулканизација истих, као и постављање гумене облоге на бубњеве и ролне. Приказана су средства за добијање гуме која се користи за израду транспортних трака као и за гумирање бубњева и ролни. У раду је дат пример моделирања ролне са гуменом облогом која се користи у рударској индустрији.

Кључне речи: транспортна трака, гума, бубањ, ролна, вулканизација, еластомер.

CHARACTERISTICS OF ELASTOMER EQUIPMENT FOR TRANSPORT IN THE MINING INDUSTRY

Abstract: Through this work are presented the basic principles of obtaining the conveyor belts and vulcanization thereof, and set up a rubber coating on the pulleys and rolls. Presented the funds for obtaining rubber used for making of conveyor belts and lagging of pulleys and rolls. This work provides an example of modeling roll with rubber coating that is used in the mining industry.

Keywords: conveyor belt, rubber, pulley, roll, vulcanization, elastomer.

САДРЖАЈ:

1. УВОД	6
2. ПОЛИМЕРИ	8
2.1 НАЧИНИ ДОБИЈАЊА ПЛАСТИЧНИХ МАСА	8
2.2 ДОДАЦИ ПЛАСТИЧНИМ МАСАМА	8
2.3 ПОДЕЛА ПЛАСТИЧНИХ МАСА	10
2.4 ВРСТЕ И КВАЛИТЕТИ ГУМА	11
2.4.1 ПРИРОДНА ГУМА	11
2.4.2 СИНТЕТИЧКА ГУМА	13
3. ПОСТУПЦИ ПРЕРАДЕ ПЛАСТИЧНИХ МАСА	17
3.1 КАЛАНДРОВАЊЕ	17
3.2 ПРЕСОВАЊЕ	18
3.3 ЕКСТРУДИРАЊЕ	19
3.4 ДУВАЊЕ (ЕКСТРУЗИОНО ДУВАЊЕ)	19
3.5 УБРИЗГАВАЊЕ (ЛИВЕЊЕ ПОД ПРИТИСКОМ)	20
3.6 НАТАПАЊЕ (ЛАМИНАЦИЈА)	20
3.7 ПРОИЗВОДЊА ВЕШТАЧКИХ ПЕНА	21
3.8 ПРЕВЛАЧЕЊЕ МЕТАЛНИХ ПРЕДМЕТА ВЕШТАЧКИМ МАТЕРИЈАМА	21
3.9 СПАЈАЊЕ ЛЕПЉЕЊЕМ	22
4. ГУМЕНЕ ТРАНСПОРТНЕ ТРАКЕ	23
4.1 КОНСТРУКЦИЈА ТРАНСПОРТНИХ ТРАКА	24
4.2 ВРСТЕ ГУМЕНИХ ТРАНСПОРТНИХ ТРАКА	26
4.2.1 ГЛАТКЕ ТРАНСПОРТНЕ ТРАКЕ	27
4.2.2 ЕЛЕВАТОРСКЕ ТРАНСПОРТНЕ ТРАКЕ	31
4.2.3 РЕЉЕФНЕ ТРАНСПОРТНЕ ТРАКЕ	32
4.2.4 РЕБРАСТЕ ТРАНСПОРТНЕ ТРАКЕ	33
4.2.5 ХАРМОНИКАСТЕ ТРАНСПОРТНЕ ТРАКЕ	34
4.3 ОСНОВНИ МАТЕРИЈАЛ ЗА ИЗРАДУ СИРОВЕ ГУМЕНЕ СМЕШЕ	34
4.3.1 СРЕДСТВА ЗА ВУЛКАНИЗАЦИЈУ	35
4.3.2 ПУНИЛА	35
4.3.2.1 ОРГАНСКА ПУНИЛА	37
4.3.2.2 НЕОРГАНСКА ПУНИЛА	37
4.3.3 ОМЕКШИВАЧИ	40
4.3.3.1 ОМЕКШИВАЧИ ДОБИЈЕНИ ПРЕРАДОМ НАФТЕ	41
4.3.3.2 ОМЕКШИВАЧИ ДОБИЈЕНИ ПРЕРАДОМ ДРВЕТА И УГЉА	42
4.3.3.3 ОМЕКШИВАЧИ БИЉНОГ ПОРЕКЛА	42
4.3.3.4 ВИШЕМАСНЕ КИСЕЛИНЕ	43
4.3.3.5 СИНТЕТИЧКИ ОМЕКШИВАЧИ	43
4.3.4 АКТИВАТОРИ	43
4.3.5 УБРЗИВАЧИ	43
4.3.6 БОЈЕ ЗА ГУМУ	44
4.3.6.1 НЕОРГАНСКЕ БОЈЕ	45
4.3.6.2 ОРГАНСКЕ БОЈЕ	45
4.4 ОСНОВНА ПРАВИЛА ЗА САСТАВЉАЊЕ РЕЦЕПТУРА	46
4.5 САСТАВЉАЊЕ СМЕШЕ	46
4.6 УМЕШАВАЊЕ СМЕШЕ	47
4.6.1 УМЕШАВАЊЕ СМЕШЕ	48
4.7 ПРОИЗВОДЊА ТРАНСПОРТНЕ ТРАКЕ СА ЧЕЛИЧНИМ УЖАДИМА	
ПОСТУПЦИ КОНТИНУАЛНЕ ПРОИЗВОДЊЕ ТРАНСПОРТНИХ ТРАКА	49

4.7.1 МЕТОДЕ ИЗРАДЕ ТАБЛИ У ПРОИЗВОДЊИ ТРАНСПОРТНИХ ТРАКА	49
4.7.2 МЕТОДА КАЛАНДЕРА У ПРОИЗВОДЊИ ТРАНСПОРТНИХ ТРАКА.....	50
4.7.3 МЕТОДА ЕКСТРУДЕРА У ПРОИЗВОДЊИ ТРАНСПОРТНИХ ТРАКА.....	50
4.7.4 С.Т.С. МЕТОДА (CONTINUOUS TENSION CONTROL) У ПРОИЗВОДЊИ ТРАНСПОРТНИХ ТРАКА	50
4.7.5 ПОСТУПАК ПРОИЗВОДЊЕ ТРАНСОПОРТНЕ ТРАКЕ СА ЈЕЗГРОМ ОД ЧЕЛИЧНИХ УЖАДИ У “КОЛУБАРИ – УНИВЕРЗАЛ”	51
4.7.6 ОПИС ТЕХНОЛОШКОГ ПРОЦЕСА ПРОИЗВОДЊЕ	52
5. СПАЈАЊЕ ТРАНСПОРТНИХ ТРАКА	54
5.1. МЕХАНИЧКО СПАЈАЊЕ	54
5.2 СПАЈАЊЕ ТРАНСПОРТНИХ ТРАКА ХЛАДНИМ ПОСТУПКОМ	56
5.3 СПАЈАЊЕ ТРАНСПОРТНИХ ТРАКА ТОПЛИМ ПОСТУПКОМ (ВУЛКАНИЗАЦИЈА).....	58
5.3.1 ПОСТУПЦИ ТОПЛЕ ВУЛКАНИЗАЦИЈЕ.....	59
5.3.2 ПРИБОР ЗА ВУЛКАНИЗАЦИЈУ	61
5.3.3 УРЕЂАЈ ЗА ВУЛКАНИЗАЦИЈУ (ПРЕНОСИВИ УВТ УРЕЂАЈ)	62
5.3.4. ВУЛКАНИЗЕРСКА КУЋИЦА	63
6. ПОВЕЗИВАЊЕ ГУМЕ СА МЕТАЛОМ	65
6.1 ОСНОВНИ ПОЈМОВИ О ПОВЕЗИВАЊУ ГУМЕ СА МЕТАЛОМ.....	65
6.2 ПРИПРЕМА МЕТАЛНИХ ПОВРШИНА	65
6.3 ПОВЕЗИВАЊЕ ПОМОЋУ ЕБОНИТА ИЛИ ТВРДЕ ГУМЕ	65
6.4 ПОВЕЗИВАЊЕ СА МЕСИНГОВАНИМ МЕТАЛНИМ ПОВРШИНАМА	66
6.5 ПОВЕЗИВАЊЕ ПОМОЋУ РАЗНИХ ЛЕПИЛА	66
7. ОБЛАГАЊЕ БУБЊЕВА	67
7.1 БУБЊЕВИ ТРАКАСТИХ ТРАНСПОРТЕРА	67
7.2 КОЕФИЦИЈЕНТ ТРЕЊА БУБАЊ-ТРАКА.....	71
7.3 НАЧИНИ ГУМИРАЊА БУБЊЕВА	71
7.4 ТОПЛИ ПОСТУПАК ГУМИРАЊА БУБЊЕВА.....	72
8. ВАЉЦИ (РОЛНЕ)	74
8.1 ТЕХНОЛОГИЈА ПРОИЗВОДЊЕ ГУМЕНИХ ПРСТЕНОВА.. ..	77
8.2 РЕГЕНЕРАЦИЈА ГУМЕНИХ ПРСТЕНОВА.....	79
9. ИСПИТИВАЊЕ ГУМЕНИХ ПРОИЗВОДА	81
10. ПРИМЕР МОДЕЛИРАЊА ВАЉКА СА ГУМЕНОМ ОБЛОГОМ	83
11. ЗАКЉУЧАК	90
ЛИТЕРАТУРА	91

1. УВОД

Захваљујући могућности испуњења најразличитијих захтева, полимерни материјали налазе примену у практично свим областима људске делатности. Развој хемијске индустрије последњих година 20-тог века, посебно у области полимерних материјала довео је до развоја читавог низа нових производа и масовне производње најразличитијих материјала специфичних механичких и других карактеристика. Са појавом композитних материјала долази до нове технолошке револуције, јер се нови материјали могу пројектовати и производити тако да имају знатно боље карактеристике од појединачних особина полазних материјала или нама познатих материјала. Посебан значај нови материјали на бази полимера добијају применом у аутомобилској, авио и космичкој индустрији, као и у грађевинарству, електротехници и телекомуникацијама.

Полимерни материјали имају веома разноврсну структуру што представља основне проблеме при анализи утицаја полазних сировина и технолошких параметара на њихове карактеристике. Да би се ови утицаји одредили, потребно је познавање хемијских, механичких, термичких, електричних и других својстава пластичних маса, што подразумева обимна истраживања као и усавршавање метода за истраживања.

Израда предмета од пластичних маса има читав низ предности: ниска цена коштања, мала густина у односу на метале, лака израда делова, посебно производа сложене конфигурације, као и висока продуктивност при њиховој изради, добра диелектрична својства, због чега налазе примену као добри електро-изолатори, висока отпорност на киселине, растворе и друге агресивне средине, добра прозачност и способност бојења, добра пригушујућа својства, односно висока отпорност на вибрације, због чега се користе као добри изолатори вибрација, добра својства апсорпције звука, односно добри су звучни изолатори, добре антифрикционе особине, а по потреби и добра фриксиона својства.

Недостаци пластичних маса су: ниска чврстоћа на повишеним температурама, смањење чврстоће у току дуготрајног оптерећења, кратак век трајања, што је у директној вези са процесом старења под утицајем светлости, топлоте, влаге и кисеоника

У овом раду је кроз друго поглавље објашњен начин добијања пластичних маса како и њихова подела, врсте и квалитети гума приказујући широки спектар употребе гумених производа.

У трећем поглављу је наведена подела поступака прераде пластичних маса који се у зависности од потреба користе за добијање гумених производа у процесима прераде као што су каландровање, пресовање, екструдирање...

Четврто поглавље представља детаљан опис гумених транспортних трака. Приказана је њихова конструкција, употреба, технологија добијања, компоненте, вулканизација гумене траке...

Пето поглавље је везано за регенерацију и спајање гумених трака. Топла и хладна вулканизација су објашњени уз додатак о алату који се користи за те намене.

У шестом поглављу су набројани и описани начини спајања гуме са металом.

Седмо поглавље даје јасан приказ бубњева који се користе као покретачи гумених трачних транспортера. Описани су начини и врсте гумирања бубњева као и њихова примена.

Ролне које су описане у осмом поглављу заокружују тему о гуменим транспортним тракама као неизоставан део једног транспортног система. Дат је преглед ролни као и начин гумирања.

Испитивање гумених производа је описано у деветом поглављу и намеће се као логична тема и провера наведених производа у раду.

Десетим поглављем је додат елемент моделирања и визуелизације амортизационе ролне која је представљена у програму Катија.

2. ПОЛИМЕРИ

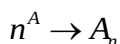
2.1 НАЧИНИ ДОБИЈАЊА ПЛАСТИЧНИХ МАСА

Пластичне масе су материјали који се састоје из основне компоненте и додатака. Основна компонента је полимер, а додаци, у зависности од потребних карактеристика производа, могу бити: пластификатори, пунила, боје, мазива, стабилизатори и очвршћивачи.

Полимери су материје које се састоје од макромолекула. Могу бити природни и синтетички. Природни полимери се налазе у биљкама и животињама (целулоза, скроб, беланчевине, каучук, итд.), а синтетички се добијају хемијским путем (синтезом мономера). Основне методе синтезе мономера су:

- полимеризација.
- поликондензација и
- полиадиција.

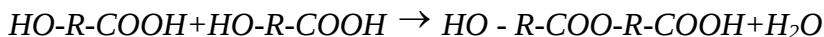
Полимеризација је процес стварања макро молекула спајањем већег броја мономера, при чему се не издвајају споредни продукти и не врши се прегруписавање атома у молекулу. Карактеристично је то да се не сме прекинути процес полимеризације (не може се наставити), и да се особине полимера битно разликују од особина мономера. Овај процес се може приказати једначином:



мономер —»полимер

n - број понављајућих јединица у полимерном ланцу.

Поликондензација је процес синтезе већег броја мономера у макромолекуле уз издвајање споредних производа. То је најчешће вода или амонијак. Поликондензација се може изводити постепено па и са прекидима а представља се формулом:



Полиадиција је поступак спајања већег броја мономера у макромолекуле без издвајања споредних производа. Изводи се постепено. Добијени полимери имају сличну структуру као и полимери добијени поликондензацијом. Овај поступак је негде између полимеризације и поликондензације.

2.2 ДОДАЦИ ПЛАСТИЧНИМ МАСАМА

Пластификатори (омекшивачи) су материје у којима се полимери растварају и набубре, чиме се повећава еластичност, а смањују се затезна чврстоћа и тврдоћа. Тада долази и до промена неких физичко-хемијских особина од којих је најзначајније снижење температуре топљења. Сложеног су хемијског састава и ту спадају камфор, трикрезол сулфат и други, а најчешће су у течном (уљаном), а понекад у чврстом агрегатном стању.

Пунила су материје које се додају полимерима ради побољшања механичких особина и смањења цене коштања. Могу бити органског и неорганског порекла. Пунила органског порекла су: дрвено брашно, азбест, текстилна влакна, графит и др. Они углавном делују као очвршћивачи. Пунила неорганског порекла су: метал, стакло и др. На пример када се дода метални прах, повећава се електропроводљивост пластичне масе.

Према структури пунила могу бити:

- прашкаста (дрво, кварцно брашно, метални прах, прах лискуна...).
- влакнаста (азбестна, стаклена, памучна или синтетичка влакна) и
- слојевита (хартитија, метална фолија, памучна тканина, синтетичка, стаклена, жичана мрежа).

Боје имају основни задатак да дају одређену боју пластичној маси, а уз то повећавају хемијску и термичку стабилност. Боје могу бити органског и неорганског порекла.

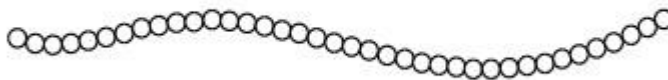
Мазива побољшавају пластификацију и елиминишу прилепљивање (везивање) пластичне масе за алат (калуп). Најчешће се примењују: парафин, стеорин и калцијум-стеарат.

Стабилизатори обезбеђују очување првобитних особина пластичних маса повећањем отпорности на топлоту и штетна зрачења.

Очвршћивачи обезбеђују прелазак пластичне масе из житког (тестастог) у чврсто стање. Очвршћивање убрзавају катализатори.

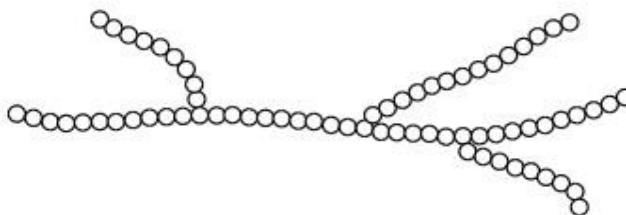
Основна структура полимера

Полимери се према структури полимерних ланаца могу поделити на: линеране, разгранате и мрежасте ланце. Линеарни полимерни ланци су најједноставнији јер је код њих елемент понављања (полимер) повезан у издужен ланац (сл. 1).



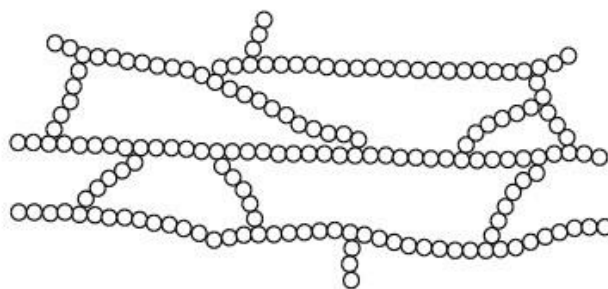
Слика 1 - Линеарни полимер [13]

Разгранати полимерни ланац има на основном издуженом ланцу краће или дуже огранке који су састављени од истих понављајућих елемената као и основни ланац (сл. 2).



Слика 2 - Разгранати полимер [13]

Мрежаста полимерна ланца има међусобно повезане издужене полимерне ланце у дводимензионалне и/или тродимензионалне мреже (сл. 3)



Слика 3 - Жрежаста полимер [13]

2.3 ПОДЕЛА ПЛАСТИЧНИХ МАСА

Подела пластичних маса према понашању на високој температури је на:

- термопластичне и
- термореактивне.

Термопластичне пластичне масе (термопласти) имају ту особину да им се приликом загревања (максимално до температуре раставања) повећава степен еластичне деформације, а хлађењем се враћају у првобитно стање. Овај процес је могуће понављати одређен број пута без битних промена особина. Ови материјали углавном не садрже пунила али садрже боје (имају добре могућности бојења) и пластификаторе.

Пластичне масе које спадају у ову групу су: поливинилхлориди, полиетилен, полипропилен, полиамиди (најлони), полиформидехиди, полистирол, поликарбонати, полифлуоретилени, метакрил, пластичне масе на бази целулозе (ацетал, нитрат, пропионат, ацетобутират), политетрафлуоретилен (тефлон).

Пластичне масе се према механичким карактеристикама деле на:

- пластомере и
- еластомере.

Пластомери имају могућност деформисања од 0,5 до 200. У ову групу спадају и термопластичне и термореактивне масе осим каучука.

Еластомери ECORUBBER, ECOPUR, ECOSIL,...Еластомери су материјали који се могу много ширити примјењујући релативно малу силу. Због њихове структуре, еластомери имају велику еластичност, која подразумева да је задржавање деформације веома кратко. Постоје две главне групе еластомера, хемијски укрштени материјали (материјали од гуме) и термопластични еластомери. Материјали од гуме су полимери, који су формирани укрштањем макро-молекула са различитим вулканизационим додацима. Због својих хемијских особина они се не топе и почињу да се распадају на високим температурама. Као додаток укрштања обезбеђује се да се гумени материјали не распадају и у зависности од медија, више или мање су подложни интензивном повећању обима или скупљању. Термопластични еластомери демонстрирају карактеристичне особине еластомера код примене у широком температурном опсегу. Они су физички али не и хемијски укрштени, због тога се могу топити на високим температурама и могу се обрађивати са стандардним техникама обраде термопластике. Термопластични еластомери су раствориви, они се мање шире у поређењу са њиховим хемијски укрштеним еквивалентима.

Фенопласти су пластичне масе на бази фенолалдехидних смола и њихових модификација. Настају поликондензацијом фенола и формалдехида, у присуству базних или киселих катализатора. У зависности од учешћа фенола и алдехида могу бити термореактивне и термопластичне. Термореактивне пластичне масе (фенопласти за пресовање) на бази формалдехидних смола садрже пунила, чиме се побољшавају посебна својства. Прерада ових пластичних маса се врши посредним или ињекционим пресовањем. Приликом кондензације у базној средини прво настаје **резол**. Следећа фаза је настанак резолне смоле, па загревањем на 140°C за неколико минута добија се тврда, крта и нерастворљива маса која се зове **резит (бакелит)**. Да би се смањила кртост у прелазној фази добијања резита, у састав резолне смоле, додају се и друге термопластичне смоле и каучук.

Једино резит има неопходна експлоатациона својства и добра механичка електроизолациона својства и хемијску постојаност на вишим температурама.

Лак смоле на бази фенолалдехида се примењују за превлаке или за импрегнацију различитих материјала.

Тако **бакелитни лак** је веома постојан на деловање различитих киселина, соли и низа органских раствора, али је према алкалијама мање отпоран. Највећа радна температура је 120°C чврстоћа споја лака са металом је добра и може се повећати додатком графита, каолина и сл. Време очвршћавања лака на температури 150°C износи 50-115 секунди.

Поред наведене лак смоле, постоји низ других лак смола на бази фенола са веома добрим електроизолационим превлакама које се користе за израду текстолита, дрвених композитних материјала и др.

Смоле растопљиве у води - Низ смола на бази фенолно-формалдехидних једињења које се могу помешати са многим полимерима, па и каучуком низом мономера и при томе добити основна својства фенопласта - њихову термореактивност, што им омогућује да се добију све позитивне вредности друге компоненте.

На основу фенолно-формалдехидних смола данас је створен низ маса за пресовање, лепка херметичких спојева, топлотно постојаних превлака и других композитних материјала.

Тврде резолне смоле добијају се поликондензацијом фенола и анилина са формалдехидом у присуству амонијачне воде као катализатора. Примењује се за добијање електроизолационих маса за пресовање. Један од тврдых резол је и бакелит.

Новолак смоле добијају се поликондензацијом одговарајуће фенолне фракције, смеше фенола, ксилонола и фенол формалдехида у присуству катализатора. Боја смола је од светли жуте до тамно браон. Растворљиве су у шпиритусу, ацетону, али нису растворљиве у бензину и бензолу.

2.4 ВРСТЕ И КВАЛИТЕТИ ГУМА

Гума као веома значајан материјал примењен у машинству, с обзиром да се користи за израду великог броја предмета може се поделити, на основу тога шта се од тих производа захтева.

2.4.1 ПРИРОДНА ГУМА

Природна гума, зависно од степена вулканизације, се дели на меку, која се назива и еластична гума и тврду која се назива ебонит.

Мека гума

Мека гума односи се на предмете обраде који се израђују путем тзв. патент гуме, гуменог раствора и гумене смесе.

Преглед неких механичких својстава меке гуме, на пример вулканизиране са 2% сумпора, дат је у табели 1.

Табела 1 - Нека основна механичка својства меке гуме [8]

Основно својство		Јединица мере	Вредност
Затезна чврстоћа		daN/cm ²	50-300
Издужење	Јединично	%	100-700
	Трајно	%	0-40
Тврдоћа - међународна		-	40-90
Температура	Кртости	⁰ C	-20-70
	Постојаности	⁰ C	50-300
Модул еластичности		daN/cm ²	10-200

Неке карактеристике меке гуме:

- Природна мека гума се одликује високим еластичним својствима која се практично у потпуности враћају у првобитно стање и после вишеструког понављања деформације.

- Модул еластичности је близак затезној чврстоћи, али њихова међусобна зависност није линеарна услед појаве релаксације. Ради тога модул еластичности се мора везивати за издужење датог оптерећења. Снижењем температуре, а такође растом брзине деформације модул еластичности расте. Максимум модула еластичности је при прелазу гуме у крто стање.

- Петља хистерезиса има највећи ниво при првом циклусу оптерећења, а следећи циклуси воде ка постепеној стабилизацији. Запремина деформисане гуме практично се не мења, па је коефицијент Поасона сталан и креће се од 0,47 до 0,50.

Према тврдоћи, одређеној међународним јединицама (1 - 100), гума се дели на меку, тврдоће 25 - 50, средњу 30 - 70 и тврду 45 - 90.

Тврда гума – Ебонит

Ебонит - тврда гума се добија вулканизацијом каучука али са великим садржајем сумпора (18 - 40)% и веома дугим трајањем вулканизације (2 - 10) часова.

Смеса за вулканизацију се припрема на исти начин као за гуму, с тим да се у последње време смеси додају иситњени и спрашени отпаци од ебонита, а да би се спречио настанак шупљина додаје се ланено уље и природни асфалт.

Табела 2 - Преглед својстава тврде гуме – ебонитне [8]

Својство	Ниво	Својство	Ниво
Густина, g/cm ³	1,1-1,68	Температурни коефицијент запреминског ширења, °C×10 ⁵	24
Апсорпција воде	0,02	Топлотна проводљивост, W/mK	0,1625
Затезна чврстоћа, daN/cm ²	520-700	Специфична топлота, kJ/kgK	1,43
Модул еластичности, daN/cm ² ×10 ⁴	17-32	Специфични запремински отпор, Ωcm	10⁻⁴-10¹⁵
Савојна чврстоћа, daN/cm ²	20-42	Специфични површински отпор, Ω	10¹⁰-10¹⁴
Притисна чврстоћа, daN/cm ²	700-1500	Диелектрични фактор губитака, 10 ⁶ Hz	0,01
Тврдоћа по Бринелу	110-140	Диелектрична константа	2,8-3,5
Температурни коефицијент линеарног ширења, °C×10 ⁵	7-11	Диелектрична чврстоћа, kV/mm	15-20

2.4.2 СИНТЕТИЧКА ГУМА

Синтетичка гума често има својства која су за практичне сврхе повољнија од природне гуме. Посебно треба нагласити њихово слабије бубрење у разним органским течностима, већу отпорност на хабање и мању пропустљивост гасова. Неки од производа од синтетичке гуме су веома добар изолациони материјал, а друге пак су веома добри полупроводници.

Основа за израду синтетичке гуме је различитог хемијског састава и начина производње, а главни носиоци вештачког каучука, односно технички називи и скраћене међународне ознаке су дате у табели 3.

Табела 3 - Називи синтетичког каучука [8]

Симбол	Технички назив	Главни хемијски елемент
NR	Природни каучук	-
IR	Синтетички каучук - Изопрен	1,4 цис-полиизопрен
BR	Синтетички каучук - Бутадиен	Полибутадиен
SBR	Стирол- бутадиен синтетички каучук	-
EPDM	Етилен-пропилен синтетички каучук	Тетраполимери етилена, пропилен
IIR	Бутил синтетички каучук	Кополимери изопрена и изобутилена
CIIR	Хлор-бутил синтетички каучук	-
CR	Хлоропрен	Поли-2-хлорбутадиена
CM	Полиетилен-хлорни	-
CSM	Полиетилен-хлорсулфидни	-
NBR	Бутадиен нитили синтетички каучук	Кополимери бутадиене - акрилонитрални
FPM	Флуорни синтетички каучук	Тер-полимери

NR. Ови еластомерни материјали користе се за производњу гумених производа од којих се захтева изванредна еластичност, незнатна трајна деформација после сабијања, експлоатација на температурама од -30°C до 60°C и отпорност према хидрауличним и сличним течностима на бази алкохола а који при експлоатацији неће бити изложени непосредном дејству сунчеве светлости, нити утицају атмосферије. Примењује се у производњи путничких пнеуматика, првенствено за каркас и бокове, за израду пене за пуњење кревета и седишта, за простирке и прекриваче, за техничку робу добијену урањањем, хируршке производе (рукавице), и у индустрији лекова, итд.

IR. Највећим делом ови материјали се користе у производњи пнеуматика, за каркас и протектор (газећу површину) камионских пнеуматика, за производњу авионских пнеуматика. У мањем проценту се користи за каркас путничких пнеуматика. Користе се за израду читавог низа гумено-техничких производа као што су: носачи мотора, заптивке, Опрстенови, подови, гумене траке, спортска опрема, лепкови и друго. Због високе чистоће и високе прекидне чврстоће, користи се за артикле који се примењују у медицини и неке производе који долазе у додир са храном. IR обогаћен уљем користи се за израду ђонова обуће, техничке робе и сунђерасте гуме.

BR. Ови материјали се највећим делом користе за израду пнеуматика, али у мешавинама са NR и SBR каучуцима. Због велике постојаности на замарање, отпорности на хабање и еластично понашање уграђује се у бокове путничких и теретних пнеуматика, у протектор теретних пнеуматика, за израду тврдих, високо еластичних и на хабање отпорних саставних делова пете пнеуматика. Користе се и за израду техничких производа који су отпорни на хабање (транспортне траке и клинасто ремење).

SBR. Ови еластомерни материјали користе се за производњу гумених производа код којих се не постављају посебни захтеви у погледу еластичности и отпорности према уљима. У погледу постојаности према атмосферском старењу бољи су од типа NR а заостају за типом IIR. Производња SBR-са у износу од око 40% у односу на производњу свих каучука указује да је он водећи у светској производњи.

EPDM. Ови каучуци налазе примену у производњи спољних пнеуматика, за израду изолација за средње и високо напонске енергетске каблове, за екструдирани профиле који служе за заптивање врата и прозора у аутомобилској индустрији. На бази EPDM се ради пресована гумено-техничка роба (амортизери на бази везе гума-метал, заптивке, мембране, сунђери са отвореним и затвореним порама).

IIR. Ови еластомерни материјали користе се за производњу гумених производа од којих се захтева, посебно, отпорност према атмосферском старењу, постојаност на температурама од -30°C до 130°C , непропустљивост за гасове, непропустљивост и отпорност према дејству бојних отрова (БОТ-а), хлороводоничне и сумпорне киселине. Није отпоран према дејству горива и мазива. По еластичним својствима, овај тип еластомерног материјала заостаје за типом NR. На основу својства мале пропустљивости гасова, налазе примену за израду унутрашњих пнеуматика, за израду „тубелес“ пнеуматика, ваздушних јастука, пнеуматских опруга, акумулаторских кутија и слично. Поред примене у пнеуматици, користе се за изолацију електричних каблова, за израду аутомобилских одбојника и амортизера, заптивних елемената.

CR. Ови еластомерни материјали користе се за производњу гумених производа који су при експлоатацији, изложени температурама од -30°C до 80°C на отвореном простору,

од којих се захтева постојаност према парама бензина, уља и органских растварача и отпорност према морској и речној води. Најчешће се употребљавају за адхезиве (лепкове), у индустрији аутомобила, за жице и каблове, у грађевинској индустрији и за цеви и траке.

СМ. Хлорирани полиетилени су нашли главну примену у изради цеви и каблова. У цевима за пренос хемикалија постављају се превлаке од СМ еластомера. Отпорност СМ вулканизата на фреон чине овај каучук погодним за израду цеви аутомобилских ваздушних кондиционера. СМ се користи за неармиране цеви, хидрауличне цеви, за унутрашње слојеве код кочионих цеви и цеви за клима уређаје и горива. Еластична својства СМ ограничавају употребу за нисконапонске изолаторе. Комбинација високе температурне стабилности и добре отпорности на уља, хемикалије и озон чине СМ врло погодним за конструкцију каблова. Користи се у неким рецептурама за боје као и модификатор за крути PVC.

CSM. Највећим делом CSM се користи за гумирање тканина и добијање танких фолија у индустрији жица и каблова. У мањој мери се користи за црева и у пнеуматици. CSM се наноси на метале и тканине због захтеване хемијске отпорности тих материјала. У кабловској индустрији се користи због топлотне и уљне отпорности, па се израђују каблови који се користе у нуклеарним електранама, на бродовима, дизел-електричним локомотивама и за варење. CSM се користи и у грађевинарству за покривање кровова, због добре отпорности на атмосфералије. Производе се црева отпорна на хемикалије, са унутрашњим слојем на бази CSM.

NBR. Ови еластомерни материјали користе се за производњу гумених производа од којих се захтева отпорност према дејству минералних уља и других нафтних деривата у опсегу температура од -30°C до 120°C . Примењује се за заптивање у хидрауличним системима са минералним уљима.

FMP. Ови еластомерни материјали користе се за производњу гумених производа од којих се захтева термостабилност у опсегу температура од -30°C до 280°C , постојаност према минералним и другим уљима, киселинама, алкалијама и јаким оксидационим средствима (водоникпероксид) и незнатна деформација при сабијању.

Неке карактеристике синтетичких гума:

Густина синтетичких гума, која зависи од хемијског састава, је увек већа од густине природне гуме;

Електрична проводност, иако је мала, је већа у поређењу са природном гумом;

Међутим, неопрен и пербунан имају доста већу електричну проводност, што у неким случајевима може корисно послужити;

Својства чврстоће и еластичности заузимају посебан значај јер су они одлучујући фактор за применљивост синтетичке гуме;

Код синтетичких гума које се могу вулканизовати постоји велика разлика између невулканизоване и вулканизоване гуме, ради чега се прва и не примењује. Исто тако додавањем одређених пуниоца, на пример, код Tiolcol D се знатно побољшавају својства путем вулканизације. Отпорност на хабање, која је од посебног значаја код аутомобилских гума, неке синтетичке гуме имају већу отпорност на хабање од природне гуме. Тако синтетичка гума типа буна С и пербунан имају већу отпорност на хабање за 25 до 35% од природне гуме; Постојаност у агресивним органским течностима и уљима је код синтетичке гуме већа од природних гума, што се огледа у мањем бубрењу.

Примери примене синтетичких гума:

Пнеуматске и масивне гуме за точкове транспортних средстава (аутомобила, аутобуса, камиона, за пољопривредне машине и тракторе, грађевинске машине итд).

- транспортне траке разних врста и димензија;
- равни и клинасти каишеви и други производи за вучне трансмисије;
- цева и цеви, обична и армирана тканином за рад под високим притиском;
- гумених амортизера;
- елементе изолације, и друго.

3. ПОСТУПЦИ ПРЕРАДЕ ПЛАСТИЧНИХ МАСА

Поступци прераде пластичних маса се могу поделити на:

- Основне операције прераде,
- Прераде полуфабриката и
- Помоћне операције прераде.

Основне операције прераде – у које спадају:

- Каландровање,
- Пресовање (обично, посредно, инјекционо),
- Екструдирање (фолија, цеви, трака и плоча),
- Екструзионо бризгање,
- Екструзионо дување шупљих тела,
- Производња вештачких пена и
- Превлачење металних предмета вештачким материјама.

Прераду полуфабриката – у које спадају термоформирање, заваривање пластичних маса, спајање лепљењем и обрада пластичних маса резањем.

Помоћне операције прераде – у које спадају гранулирање и мешање, гњечење и ваљање.

3.1 КАЛАНДРОВАЊЕ

Каландровање је слично ваљању метала. Примењује се за добијање танких фолија. Суштина поступка је у вишеструком пропуштању фабриката кроз загрејане ваљке, тако да се дебљина стално смањује. Каландровањем се добија фолија дебљине од 0,04 до 3 мм. Поступак каландровања се изводи помоћу машине која се назива каландер. Производња на каландеру је континуална и користи се у масовној производњи, када је потребно производити велике количине.

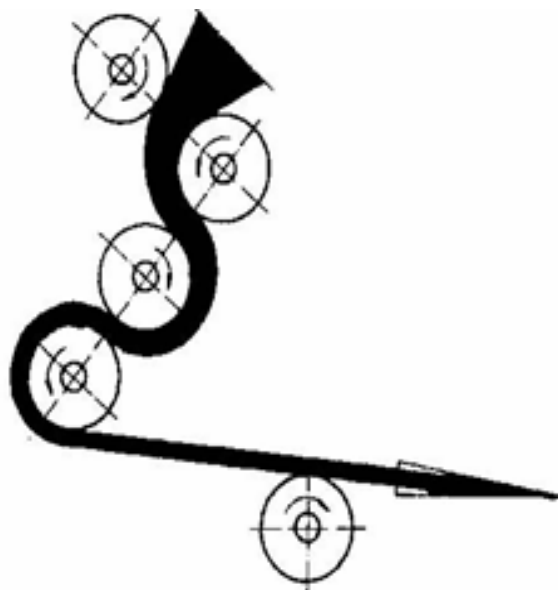
Три основне врсте каландера су каландери за:

- извлачење фолија,
- пеглање и
- утискивање дезена.

Каландер за извлачење фолија преводи измешани и хомогено пластифицирани материјал у танке фолије бесконачне дужине. Каландер се састоји од три, односно четири цилиндрична ваљка, паралелно постављених са супротним смером обртања. Врућа маса се континуалано додаје између прва два ваљка каландера, истискује у размак између другог и трећег, а затим трећег и четвртог, при чему се дебљина изједначава и површина полира. Иза ваљка се налазе уређај за хлађење, мерење, обрезивање и намотавање готових фолија. Управљање процесом производње фолија захтева усклађивање различитих операција, посебно у погледу састава, температуре, брзине, капацитета итд. На каландеру се најчешће прерађују омекшани и тврди поливинил хлорид.

Каландер за пеглање се користи за добијање глатких површина фолија и плоча, добијених екструзијом. Уређај се састоји од 3 паралелно постављена ваљка са полираним површинама. Растојање ваљака се прецизно регулише.

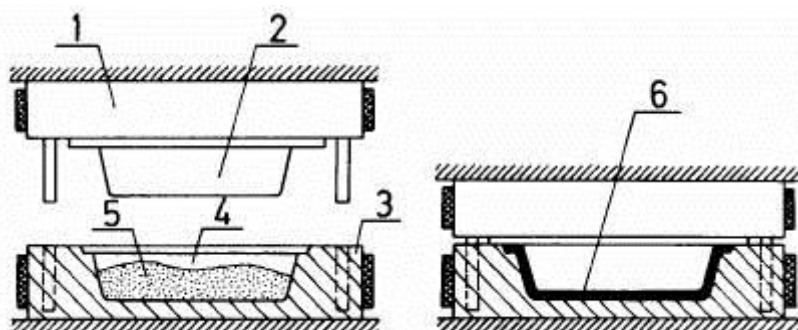
Каландер за дезенирање утискивањем састоји се од гравирног ваљка и контра ваљка са еластичном површином (обично гума или пресовани папир). Дезенирање утискивањем врши се у пластичном стању. Материјал се одмах хлади да би се спречила деформација дезена.



Слика 4 – Шематски приказ каландровања [1]

3.2 ПРЕСОВАЊЕ

Пластичне масе се обликују пресовањем на аутоматским или полуаутоматским пресама са калупима који се греју.

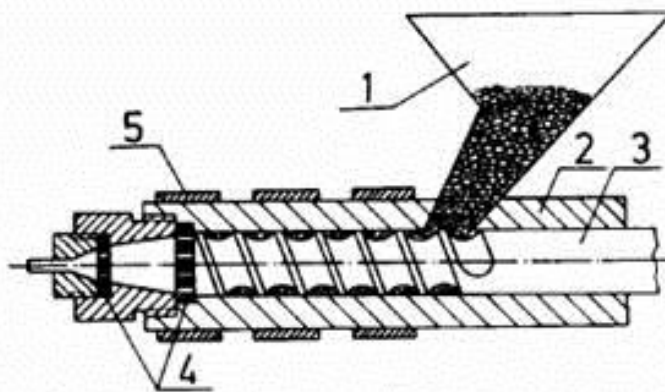


Слика 5 - Схема поступка пресовања пластичних маса
1. држач обликача; 2. обликач; 3. матрица калупа; 4. гнездо калупа
5. материјал за пресовање и 6. предмет обраде [2]

У првој фази, у калуп се дозира одговарајући састав материјала за пресовање у облику праха или таблета. У другој фази алат се затвара и пластична маса под притиском и на одговарајућој температури, испуњава калуп. Основни параметри процеса пресовања су температура загревања, која зависи од врсте полимера односно кополимера, и притисак који зависи од облика предмета обраде и креће се до 100 daN/cm^2 .

3.3 ЕКСТРУДИРАЊЕ

Екструдирање или истискивање, примењује се за прераду пластичних маса на посебним машинама – екструдерима. Маса за прераду се сипа кроз левак у цилиндар, захвата пужем и услед топлоте се стапа, односно она се гура према глави која у себи садрже сита кроз која се истискује пластична маса. На овај начин израђују се цеви, траке, профили.

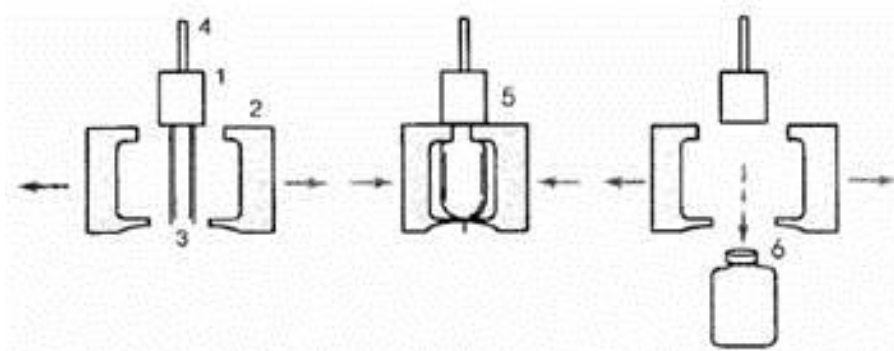


Слика 6 - Шема поступка екструдирања пластичних маса
1. левак; 2. цилиндар; 3. пуж; 4. сито; 5. Грејач [2]

Променом главе екструдера могу се на једној машини израђивати више облика производа пластичних маса у континуитету. Основни параметри процеса израде су температура загревања и брзина кретања пужа која зависи од врсте пластичне масе.

3.4 ДУВАЊЕ (ЕКСТРУЗИОНО ДУВАЊЕ)

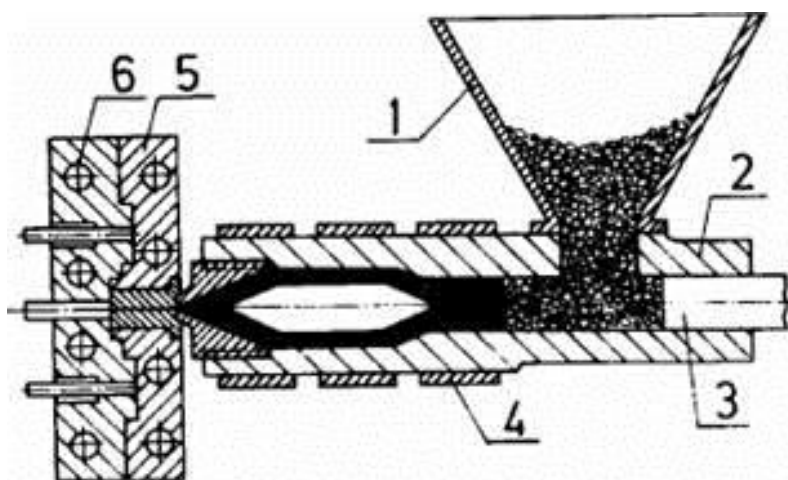
Користи се за израду танкозидних судова од пластике (боца, пластичних канти и сл.). Најпре се у загрејани екструдер (1) сипа гранулат тако да се на излазу формира меко црево (3). Оно се уводи у отворени дводелни калуп (2), калуп се потом затвара и у црево доводи загрејани ваздух под притиском кроз цевчицу (4). Тако се пласика потискује уз зидове калупа попримајући његов унтрашњи облик.



Слика 7 - Дување боца из екструдираног црева: 1 - глава екструдера, 2 - отворен калуп, 3 - екструдирано црево, 4 - проводник за довођење ваздуха под притиском, 5 - затворени калуп, 6 - готова боца [2]

3.5 УБРИЗГАВАЊЕ (ЛИВЕЊЕ ПОД ПРИТИСКОМ)

Процес убризгавања изводи се на аутоматским машинама за убризгавање.



Слика 8 - Схема поступка убризгавања пластичних маса
1 - левак, 2 - цилиндар, 3 - клип, 4 - грејач, 5 - калуп, 6 - хлађење [2]

Маса за прераду у облику зрна, гранула или прашка у одговарајућем саставу и количини сипа се кроз левак у цилиндар, где се греје и стапа се, а затим се клипом та растопљена маса гура према калупу који има нижу температуру, услед чега се пластична маса брзо хлади и очвршћава. Снижење температуре калупа изводи се расхладним средствима преко одговарајућих канала.

3.6 НАТАПАЊЕ (ЛАМИНАЦИЈА)

Процес натапања се састоји у натапању листова хартије или текстила пластичном масом. Овако натопљени листови слажу се један на други, у броју зависно од жељене

дебљине, а затим се у пакету излажу високој температури и високом притиску (око 100 daN/cm²), чиме долази до међусобног спајања листова.

Поред наведених процеса добијања пластичних маса у пракси су у примени:

- Облагање каблова и жица;
- Екструзија фолија и филмова;
- Облагање путем наношења превлака;
- Синтеровање прахом - облагање прахом;
- Екструзија влакана.

У току анализе квалитета пластичних маса мора се одредити и понашање одговарајуће пластичне масе у технолошком смислу, да би се одабрао најоптималнији поступак - процес прераде.

3.7 ПРОИЗВОДЊА ВЕШТАЧКИХ ПЕНА

Вештачке пене састоје се од великог броја релативно малих, овалних, гасом испуњених ћелија. Међусобно се разликују с обзиром на физичке особине, као што су: специфична тежина, тврдоћа, флексибилност, пропустљивост гаса и пара, упијање воде, постојаност према разним хемијским агенсима, термоизолациона и изолациона својства звука итд. Од ових особина, у највећој мери зависи област примене споменутих материјала у пракси.

Три основна начина производње пенушавих синтетичких материјала су:

- 1) мешање вештачких материја са течном пеном,
- 2) надувавање физичким путем и
- 3) надувавање хемијским средствима.

ПВЦ, полиетилен и полистирол су материјали који се најчешће данас преводе у пенаста стања екструзијом.

3.8 ПРЕВЛАЧЕЊЕ МЕТАЛНИХ ПРЕДМЕТА ВЕШТАЧКИМ МАТЕРИЈАМА

Превлачење металних и других предмета вештачким материјама може се вршити:

- потапањем у флуидизирани прах вештачких материја,
- распршивањем хладног праха вештачке материје на предгрејани предмет,
- пламеним распршивањем праха помоћу пиштоља за металзирање,
- распршивањем или наношењем течне дисперзије или раствора полимера и
- потапањем у течну дисперзију.

Површина предмета која се облаже мора да буде равна, без рупа или шупљина у којима би могао да застане ваздух. Она не сме да буде масна. Опрема која је потребна за превлачење предмета вештачким материјама састоји се од пећи за предгревање и растапање унутар којих се налази транспортер или уређај за вешање металних предмета. На њега се наноси прах вештачке материје, а у другој пећи врши се растапање.

За процес екструзије данас се искључиво користе термопластичне масе. Оне могу да, под утицајем температуре, претрпе перманентно деформисање без промене физичких и хемијских особина. Способност деформисања облика, под утицајем топлоте, и враћања у првобитно стање је основна особина термопластичних маса.

3.9 СПАЈАЊЕ ЛЕПЉЕЊЕМ

Лепљење пластичних маса до данас још није довољно разрађено, нити постоје универзални типови лепила. Велики проблем представља глатка и компактна површина пластичне масе која се припрема пре лепљења. Припрема се може извести стругањем, бубрењем и хемијским путем. Припрема механичким стругањем се изводи стакленим папиром или на сличан начин. Поступком се врши разарање макромолекуларних веза на површини предмета, те на тај начин лепило може боље да делује хемијски и физички.

Припрема бубрењем површине се изводи растварачима. Тиме се повећава запремина макромолекула на површини микромолекула, који постају покретнији и лакше се везују са лепилом. Припрема хемијским путем се изводи одговарајућим хемикалијама, које изазивају хемијске промене, деловањем високог напона или пламеном.

4. ГУМЕНЕ ТРАНСПОРТНЕ ТРАКЕ

Транспортери са гуменим транспортним тракама су нашли широку примену у савременом рударству, за транспорт материјала у коадима и у растреситом стању. Транспортери са тракама представљају средства непрекидног - континуалног транспорта, при чему је количина транспортованог материјала врло велика, уз релативно малу потрошњу енергије.

Примена овог вида транспорта омогућаје примену комплексне механизације при експлоатацији, утовару и истовару свих врста чврстих минералних сировина. Карактеристике га висока продуктивност и економичност рада.

У рударству се могу применити у свим рудницама подземне и површинске експлоатације. Њима се транспортује корисна минерална сировина, јаловина, подградни елементи, превоз људи.

Замена старе траке новом је скупа и нерационална. Далеко рационалније је извршити регенерацију старе транспортне траке.

Одржавање транспортних трака углавном се своди на израду састава и ситне интервенције на оштећеној траци лепљењем и флекама.

Производња транспортних трака је сложен процес, који се изводи у неколико технолошких операција:

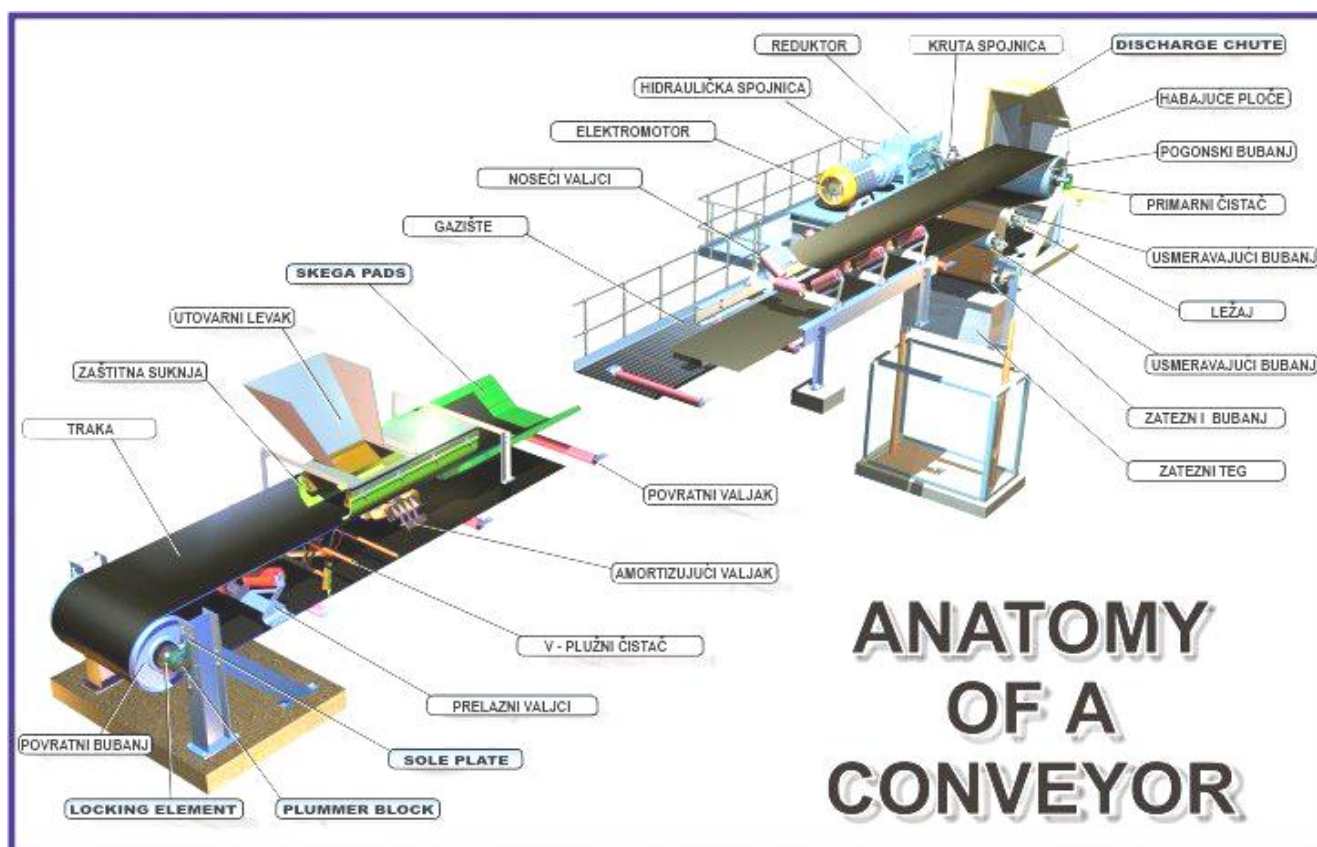
- Прва операција је производња еластомерних смеша за облоге транспортне траке, где се по одређеним рецептурама мешају еластомери (каучук) са адитивима у које спадају: пунила, омекшивачи, средства за вулканизацију, убрзивачи, активатори.

- Следећи процес је производња атхезивне и хабајуће (радне и нерадне) облоге транспортне траке, која се може вршити ваљањем на "Каландерима" и "Екструдерима".

- Следи процес конфекционирања транспортних трака. У зависности од врсте материјала употребљеног за језгро транспортне траке производе се језгра од челичних ужади, текстила и арамида. Код производње језгара од текстила прва фаза је плетење, затим припремање смеша за гумирање, импрегнација, гумирање и на крају конфекционирање језгра.

- У случају производње језгара од челичних ужади или арамидних влакана, прва фаза је плетење ужади од челичних жица или арамидних влакана, након чега се исплетена ужад потапају у атхезивну гуму, чиме се остварује веза гума-метал, односно гума-арамид.

- Следећи технолошки процес је вулканизација, којом се обједињују полупроизводи из претходних операција у финални производ - транспортну траку.



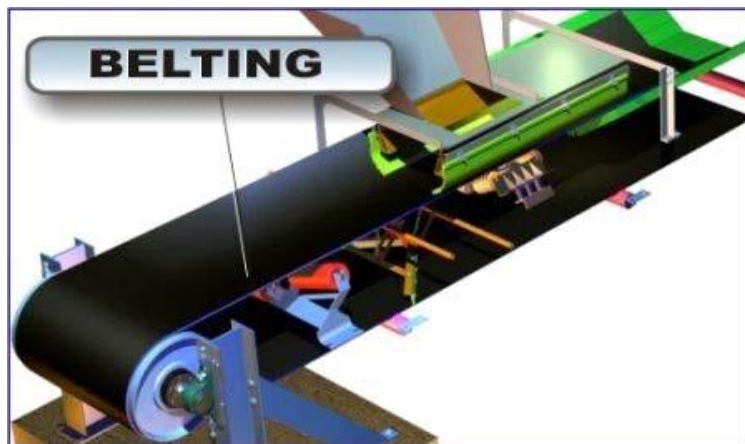
Слика 9 – Основни делови трачног транспортера са транспортном траком[4]

4.1 КОНСТРУКЦИЈА ТРАНСПОРТНИХ ТРАКА

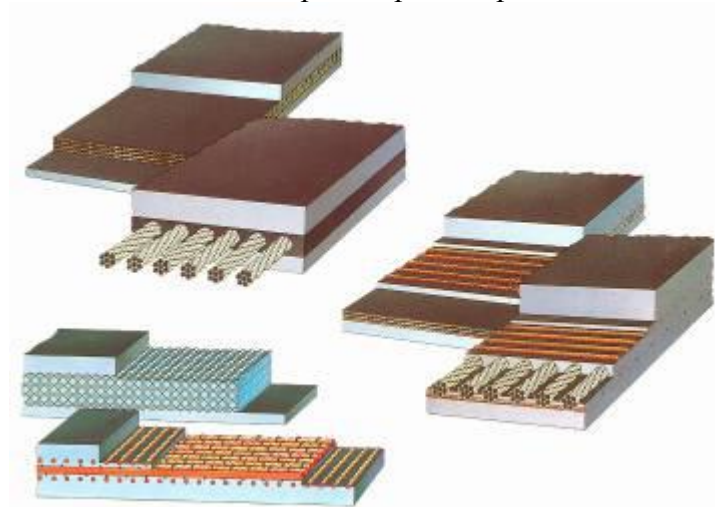
Уопште разликујемо три основна типа транспортних трака:

- транспотне траке са језгром од челичних ужади,
- транспортне траке са језгром од текстилних уложака,
- транспортне траке са језгром од арамида

Транспортна трака у својој конструкцији садржи носећи део (каркас, језгро), облогу отпорну на хабање (горњу и доњу) и заштитне ивице.



Слика 10 – Транспортна трака[4]



Слика 11 – Језгро гумене траке[4]

Конструкција транспортне траке, одређена је њеном главном функцијом - транспортом, што се остварује преносом вучних сила.

Конструктивни елементи транспортне траке морају да задовоље следеће функције:

- носећи део је носилац чврстоће и служи за пренос вучних сила са погонског бубња на транспортну траку и даје потребну носивост и отпорност на ударе.

- гумене облоге и заштитне ивице облажу носећи део и штите га од механичких хабања приликом транспорта материјала, од продирања влаге, као и од хемијских и термичких утицаја транспортованог материјала.

Стандардни типови омотача (ДИН 22 146)

- X – за транспорт абразивних, угластих и крупнокомадастих материјала;
- Y – за транспорт абразивних, угластих, ситно и средње комадастих материјала;
- W – за транспорт средње абразивног растреситог материјала.

Омотачи за посебне намене

- K – отпорност на запаљивост и статички електрицитет;
- G – отпорност на уља имасти;
- R – отпорност на високе температуре;
- T – отпорност на ниске температуре.

Текстилно језгро:

Уложак → потка (подужна влакна) и основа (попечна влакна)

Потребне особине уложака:

- висока уздужна чврстоћа и еластичност (*савијање преко ваљака и око бубњева*),
- попречна еластичност (*налегање на бочне ваљке и формирање корита*),
- мало истезање,
- мала хигроскопност,
- велика отпорност на хабање и пробијање,
- мала сопствена тежина,
- висока отпорност на труљење...

Материјали:

- памук;
- полиестер → мање се истеже од полиамида, изузетно отпоран на хабање и савијање, мала отпорност према ударима;
- полиамид → отпорнији на ударе и савијање, велика издржљивост на истезање;
- арамид → неутралне магнетне особине, највећа затезна чврстоћа (скоро као челична ужад), мало истезање, велики отпор на резање, велика еластичност, добро подноси динамичке ударе.

Често се основа ради од једног, а потка од другог материјала, како би се максимално искористиле предности сваког.

Језгро од челичне ужади:

- За савлађивање великих затезних сила.
- При транспорту крупнокомадастих материјала уграђују се и улошци који штите каркас.

Челична ужад:

- $\varnothing$ жица $4.2 \div 14.0$ mm;
- конструкција: 7x7x7, 7x19, 7x7x19, 7x37;
- поцинкована због бољег приањања гуме и заштите од корозије;
- лево и десно плетена ужад се постављају једна поред других да би се побољшало центрирање траке;
- прекидна чврстоћа улошка: $15 \div 128$ kN

Транспортна трака мора да буде довољно еластична да би у кретању преко погонског и повратног бубња била довољно отпорна на висока динамичка наизменична оптерећења, која овде настају.

4.2 ВРСТЕ ГУМЕНИХ ТРАНСПОРТНИХ ТРАКА

Врсте гумених транспортних трака:

- Глатке транспортне траке
- Елеваторске транспортне траке
- Рељефне транспортне траке
- Ребрасте транспортне траке
- Хармоникасте транспортне траке

4.2.1 ГЛАТКЕ ТРАНСПОРТНЕ ТРАКЕ

Глатке транспортне траке омогућавају примену у свим индустријским процесима, било за опште намене или транспорт оштрих и изузетно абразивних материјала. Због своје конструкције и квалитета гумене облоге ове траке имају велику поузданост и дуг век трајања.

Конструкција глатких транспортних трака:

- ЕР платно (основа од полиестера и ткање од полиамида)
- Специјални гумени слој са добрим особинама пријањања
- Облога отпорна на абразије
- Специјални квалитет гумене облоге по захтеву купца

Табела 4 – Типови облога [11]

Tip obloge						
	Y	X	W	WH	WL	SUPRA WL
Primena	Obloga otporna na abrazivne materijale za opštu namenu	Obloga otporna na abrazivne materijale za teške primene	Obloga za izuzetno abrazivne materijale	Za transport izuzetno abrazivnih i oštarih materijala	Za transport izuzetno abrazivnih ili habanja usled čišćenja trake (REA - gips)	Za transport izrazito abrazivnih materijala
Abrazija	< 130 mm ³	< 120 mm ³	< 90 mm ³	< 90 mm ³	< 55 mm ³	< 35 mm ³
Tvrdoća	60 +/- 5 Sh°A	65 +/- 5 Sh°A	62 +/- 5 Sh°A	75 +/- 5 Sh°A	62 +/- 5 Sh°A	62 +/- 5 Sh°A
Temperatura okoline	-50°C +60°C	-50°C +60°C	-50°C +60°C	-50°C +60°C	-50°C +60°C	-50°C +60°C



Слика 12 – Глатка транспортна трака [11]

Глатке транспортне траке су погодне за:

- прехранбене индустрије (шећеране, уљаре, силоси...)
- земљу и глину
- фабрике ђубрива
- индустрију песка, шљунка, камена
- фабрике цемента и бетона
- термоелектране
- механизацију за изградњу путева
- рециклажу, индустрију компоста, минералних сировина
- дрвну индустрију и пилане
- транспортере шљаке
- транспорт кварцног песка или материјал који садржи кварцни песак

Самогасиве транспортне траке (отпорне на ватру)

- При транспорту велике количине материјала може доћи до самопаљења самог материјала или траке. Због тога је развијена посебна врста ватросталне гуме да би се безбедност подигла на највиши ниво.
- Што се тиче примене постоје четири врсте транспортних трака на располагању:
 - К тип: отпорне на ватру са гуменом облогом у складу са ДИН ЕН ИСО 340:2007 и антистатичне према ДИН ЕН ИСО 284:2004
 - К-MOR тип: средње отпорне на уља и масти, отпорне на ватру са гуменом облогом у складу са ДИН ЕН ИСО 340:2007 и антистатичне према ДИН ЕН ИСО 284:2004
 - S Типе: отпорне на ватру са и без гумене облоге у складу са ДИН ЕН ИСО 340:2007 и антистатичне према ДИН ЕН ИСО 284:2004
 - S-MOR тип: средње отпорне на уља и масти, отпорне на ватру са и без гумене облоге у складу са ДИН ЕН ИСО 340:2007 и антистатичне према ДИН ЕН ИСО 284:2004

Самогасиве транспортне траке су погодне за:

- топлане, електране и постројења за спаљивање смећа
- утовар угља, допреме угља
- челичане и ливнице
- затворене транспортере
- транспорт запаљиве робе
- употребу у потенцијално експлозивним срединама
- у близини пламена
- тунелским конструкцијама

Транспортне траке отпорне на уља и мазива

По правилу, уља и масти имају веома деструктиван утицај на гуму, а материјали који их садрже се свакодневно преносе. У циљу заштите транспортних трака, треба применити врсте гуме које су отпорне на ове компоненте. Пошто нису све врсте уља и мазива подједнако агресивне, постоје неколико типова транспортних трака.

Табела 5 – Ознаке транспортних трака [11]

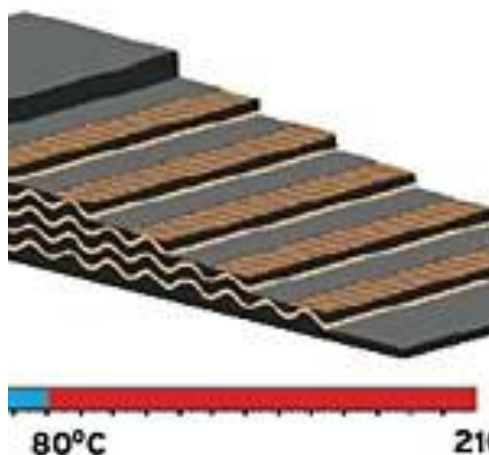
Tip trake	Primena
MOR	Umereno otporna na ulja. Pogodna za proizvode sa niskim sadržajem životinjskih i biljnih masti i ulja (žitarice, silaža i jalovina, kompost, krmne smeše).
MG	Umereno otporna na ulja (pogodna za iste proizvode kao i MOR tip) traka sa sečenim ivicama, koristi se za klizne transportere. Pogodna za procese gde je agresivni materijal prisutan i na donjoj strani pojasa i na ivicama.
MOR PLUS	Traka sa liveim ivicama se koristi za materijal koji sadrži životinjske masti ili biljna ulja. Koristi se u procesu proizvodnje žitarica, soje, konzervirane robe, celuloze, piljevine i đubriva.
MG PLUS	Otporna na ulja i umereno otporna na penaste materije. Pogodna za materijal koji sadrži životinjske masti ili biljna ulja. Koristi se u proizvodnji žitarica, soje, konzerviranje robe, celuloze, drvene piljevine i đubriva. Koristi se za trake sa sečenim ivicama i za klizne transportere. Primenjuju se gde je agresivni materijal prisutan i na donjoj strani trake i na ivicama.
GMG	Visoko otporna na ulja za proizvode koji sadrže mineralna ulja, komadiće drveta. Ovaj tip je otporan na lamine koji se koriste u industriji đubriva.
KMOR	Srednje otporna na ulja i masti, otporna na vatru sa gumenom oblogom u skladu sa DIN EN ISO 340:2007 i antistatična prema DIN EN ISO 284:2004
SMOR	Srednje otporna na ulja i masti, otporna na vatru sa i bez gumene obloge u skladu sa DIN EN ISO 340:2007 i antistatična prema DIN EN ISO 284:2004

Отпорност на уље зависи од конструкције траке. Ове траке се израђују у различитим конструкцијама: глатке траке, супергрип, финегрип, порреп или chevron траке.

Транспортне траке отпорне на уља и мазива су погодне за:

- фабрике ђубрива
- фабрике бетона
- постројења за рециклажу, сортирање отпада и компоста
- металоправаљачку индустрију
- дрвну индустрију и пилане
- транспорт отпадног муља
- транспорт кукуруза, уљане репице
- папирну индустрију

Транспортне траке отпорне на топлоту



Слика 13 - Транспортне траке отпорне на топлоту [11]

Загрејан материјал може врло лако да оштети траке. Да би се спречиле могуће штете, примењују се три врсте трака које одговарају различитим условима температуре. У односу на примену и особине на располагању су:

- T1 тип - температура материјала до 125 ° C
- T2 тип - температура материјала до 150 ° C
- T3 тип - температура материјала до 210 ° C

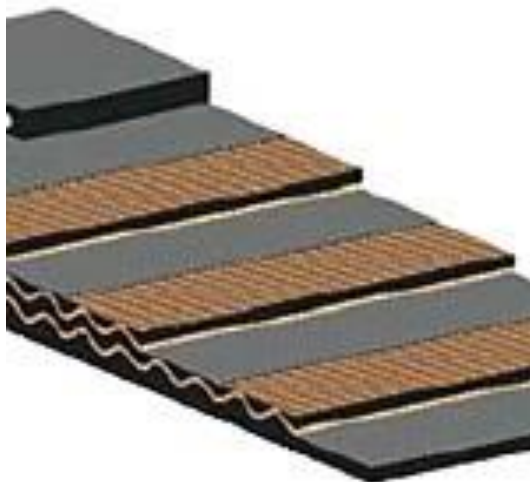
* Зависно од температуре околине, величине зрна и трајања контакта.

* Краткотрајно су могући порасте температуре материјала до 400 ° C.

Транспортне траке отпорне на топлоту погодне су за: цементаре, топлане, електране, постројења за спаљивање смећа, хемијској индустрији, ливнице.

Ripcheck транспортне траке – ојачане челичним жицама

При транспорту веће количине чврстог материјала, може доћи до знатних оштећења траке. Већи комади недефинисаних облика, оштрих ивица, нагомилавање материјала могу довести до уздужних зареза или местимичног бушења траке. Ripcheck транспортне траке имају додатни слој отпоран на ударце, који спречава оштећење траке.



Слика 14 – Ripcheck транспортне траке – ојачане челичним жицама [11]

С обзиром на намену траке, постоје следеће врсте:

- RC тип – еластично ојачање са челичним жицама.
- RH тип – врло густо еластично појачање са челичним жицама за тешке услове.
- BR тип – еластично ојачање са текстилним сајлама (за магнетне сепараторе или уређаје за откривање метала, који се користе у дрвној индустрији)

Клизне транспортне траке - траке које клизе по лиму без доњег наноса гуме

Слика 15 - Клизне транспортне траке - траке које клизе по лиму без доњег наноса гуме [11]

Из техничких разлога, ротирајући помоћни ваљак не може бити инсталиран на одређеним врстама транспортера. Стога, трака захтева тзв. клизни сто да би функционисала. Таква операција не дозвољава да доња површина траке да буде обложена гумом, јер би то узроковало повећање трења између основе и траке. Због тога се користе посебне клизне транспортне траке код којих се трење смањује на минимум.

Клизне транспортне траке су погодне за:

- пилане и дрвну индустрију
- рециклажу, смеће и погоне за прераду минералних сировина
- индустрију амбалаже
- аеродроме
- прехранбену индустрију

4.2.2 ЕЛЕВАТОРСКЕ ТРАНСПОРТНЕ ТРАКЕ

Елеваторске транспортне траке су дизајниране за примену у свим областима где се користе тракасти транспортери. Због своје конструкције познате су по издржљивости, поуздане су и имају дуг век трајања. Представљају најбоље решење са техничког аспекта и исплативости.

Погодне су за:

- индустрију песка, шљунка и камена
- индустрију цемента и бетона
- топлане, електране, спаљивање отпада
- постројења за мешање асфалта
- рециклажу, производњу компоста и минералних сировина
- дрвну индустрију и пилане
- пољопривреду
- складиштење, силосе

- докове, бродски утовар и истовар
- шећеране, руднике соли, фабрике скроба
- ливнице
- постројења за прераду отпада



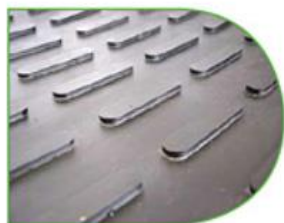
Слика 16 - Елеваторске транспортне траке [11]

4.2.3 РЕЉЕФНЕ ТРАНСПОРТНЕ ТРАКЕ

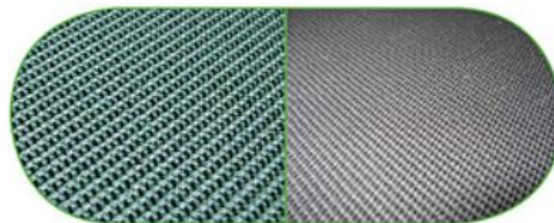
Супергрип, финегрип и ноппен транспортне траке

При хоризонталном и узлазном транспорту, материјал може да склизне са траке. Због тога се користе траке са специјалним гуменим слојем и високим коефицијентом трења. Постоје три типа: супергрип, финегрип и норпен.

Супергрип транспортне траке су погодне за велике нагибе и влажне услове. Због лакшег чишћења финегрип траке се користе где је прашина и ситнији материјал. Ноппен траке су погодне за транспорт веома лаког и котрљајућег материјала и лако се чисте.



Noppen



Supergrip

Finegrip

Слика 17 – Норпен, супергрип финегрип транспортне траке [11]

Спајање рељефних транспортних трака, могуће је хладним поступком, топлом вулканизацијом и механичким спојницама као и у бесконачном облику. За спој је потребна додатна дужина траке зависно од поступка.

4.2.4 РЕБРАСТЕ ТРАНСПОРТНЕ ТРАКЕ

Chevron транспортне траке



Слика 18 – Chevron транспортне траке [11]

Транспортне траке са глатком површином погодне за транспорт паковане и непаковане робе до угла нагиба 22° , као горње границе.

Chevron траке су право решење када су потребни већи нагиби за транспорт (од $22-40^\circ$).

Стандардне висине профила на цхеврон тракама су 16 mm, 25 mm и 32 mm

Области примене:

- каменоломи, пешчане јаме, цементаре, производња креча
- пољопривреда: транспорт житарица, кромпира, ђубрива, струготине
- транспорт угља и кокса,
- шећеране, рудници соли
- мобилне дробилице

Друга врста ребрастих трака су попречни профили према захтеву купца у висинама 20-110 mm.

Спајање ребрастих транспортних трака, могуће је хладним поступком, топлом вулканизацијом и механичким спојницама као и у бесконачном облику по захтеву купца. За спој је потребна додатна дужина траке зависно од поступка.



Слика 19 – Примена цхеврон транспортних трака [11]

4.2.5 ХАРМОНИКАСТЕ ТРАНСПОРТНЕ ТРАКЕ

Хармоникасте транспортне траке се користе за пренос материјала под нагибом који је толико стрм да се иначе дешава да материјал клизи или се котрља уназад. Хармоникасте транспортне траке имају гумене бочне стране (хармонике-ивичњак) и попречна ребра који су саставни део и вулканизирани су за горњи нанос траке и као такви чине јединствену целину. Хармоникасте траке су антиабразивне и флексибилне.

Најчешћа примена за транспорт:

- шљунка
- песка
- угља
- кречњака и кречњачких материјала
- земље
- растреситих материјала као што су: кукуруз, пшеница итд
- за транспорт под одређеним углом без прелома, са преломом у облику слова “L” и слова “Z”.

Спајање хармоникастих транспортних трака

Спајање хармоникастих транспортних трака могуће је хладним поступком, топлотом вулканизацијом, као и у бесконачном облику. За спој је потребна додатна дужина траке зависно од поступка.

Бесконачне се израђују у стандардним димензијама за бетоњерке: 300x9300 mm, 300x14690 mm, 400x14690 mm, 800x16900 mm са једном или две касете.



Слика 20 – Хармоникасте транспортне траке [11]

4.3 ОСНОВНИ МАТЕРИЈАЛ ЗА ИЗРАДУ СИРОВЕ ГУМЕНЕ СМЕШЕ

Чине га све врсте каучука и регенерат (омекшана стара гума) са задатком да повеже све додатне хемикалије у једну целину.

Каучук је полимерно једињење и може бити природни или синтетички. Природни каучук се добија из каучуковог дрвета (Малезија, Индонезија, Цејлон, Борнео). У зависности од прераде постоје различите ознаке природног каучука као SMR, RSS.

Поред природог користи се и синтетички каучук (ознака SK). Која ће се врста синтетичког каучука применити, зависи од особина које треба да има гума, а то су: отпорност на високе температуре, влагу, врсте транспортованог материјала.

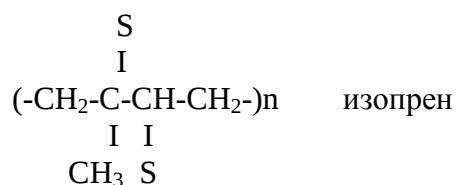
Компоненте које улазе у састав сирове гумене смеше

У процесу добијања гуме, каучуку додајемо разноврсне компоненте (хемикалије), како би смо постигли жељен квалитет гуме. Хемикалије су у прашкастом стању, у облику гранула или у течном стању. Компоненте које улазе у састав сирове гумене смеше су:

1. средства за вулканизацију
2. пунила
3. омекшивачи
4. активатори
5. убрзивачи
6. боје

4.3.1 СРЕДСТВА ЗА ВУЛКАНИЗАЦИЈУ

Чине их сви они елементи који могу изазвати прелажење молекула каучука из ланчасте у мрежасту структуру.



Полимерно једињење каучук чини *n* изопрена.

Вулканизација је иреверзибилна хемијска реакција умрежавања полимера уз присуство средстава за вулканизацију, притиска 200-300 N/cm² и температуре (оптимална 150-160°C).

У најпознатија средства за вулканизацију спадају сумпор, тхиурам и сумпормоноклорид.

Сумпор се добија у више алотропских модификација, а као средство за вулканизацију највише се примењује млевени сумпор у облику праха. Сумпор у каучуку мора бити равномерно распоређен, а његово дозирање у смеше је око 2.5% у односу на количину каучука.

Тхиурам има својство да у току процеса вулканизације отпушта сумпор. Дозира се у количини 3-4% рачунато на количину каучука.

4.3.2 ПУНИЛА

Пунила су ингредијенти који се додају каучуцима и термопластима с циљем да побољшају њихова физичко-механичка својства и сниже цену коштања смесе по јединици масе или запремине.

Према утицају на каучукову смесу, пунила се деле на: активна и неактивна. Активна пунила утичу на побољшање физичко-механичких својстава, док неактивна пунила немају то својство, већ снижавају производну цену каучукове смесе. Између активних и неактивних пунила нема оштре границе, јер понашање пунила зависи од врсте каучука којем се додаје. У кристалишћим каучуцима (природни каучук, бутил-каучук и полихлоропренски каучук), пунила показују слабо појачавајуће дејство, док у каучуцима који не кристалишу (бутадиенстиренски каучук, бутадиенакрилонитрилни каучук и бутадиенски каучук) пунила показују знатно појачавајуће дејство.

Технолошки параметри који условљавају поделу пунила на активна и неактивна су: величина и облик честица, специфична површина, склоност честица ка агрегацији и степен адхезије пунила и каучука.

Смањењем честица појачава се дејство пунила. Величина честица је у непосредној вези са дисперзивношћу (што је величина честица мања, дисперзивност је већа). По облику, честице пунила могу бити: сферичне, пласнате, равне и игличасте. Сферичан облик карактеристичан је за индустријске чађи, док су друга два облика карактеристична за минерална пунила. Облик честица утиче на квалитет и физичко-механичка својства смесе. Ово нарочито долази до изражаја код производа који се прерађују поступком каландрирања и екструдирања. Игличасте честице оријентишу се у правцу дејства силе обраде, тако да физичко-механичка својства у правцу дејства силе постају израженија. Специфична површина је функција величине честица и представља укупну површину честица које се налазе у јединици масе пунила. Изражава се у m^2/g .

Јачина везе пунила са каучуком зависи од вредности силе адхезије између каучука и пунила. Јачина везе расте с повећањем "каучукофилности" пунила. Суштина појаве је да каучук кваси пунила, тј. честицу пунила обавија танак филм каучука. Квашење зависи од површинског напона на граници фаза: гасне (ваздух), течне (каучук) и чврсте (пунила). На вредности квашења може се утицати обрадом пунила масним киселинама и другим материјама које повећавају хидрофобност површине честица пунила. Овај поступак назива се активација пунила.

Активацијом се побољшава расподела пунила у каучуковој смеси и физичко-механички параметри. Масне киселине са својим поларним групама апсорбују се на површини хидрофилних честица пунила. Тако се смањује хидрофилност и повећава хидрофобност, а са порастом хидрофобности расте "каучукофилност" код угљеничних каучука. Отпорност вулканизата зависи од чврстоће самог вулканизата, пошто до кидања може доћи не само на површини додира пунила и каучука већ и у самом каучуку. Пошто је чврстоћа непунених вулканизата већине синтетичких каучука мала, употребом пунила долази до промене структуре самог каучука и побољшања његових механичких карактеристика.

Код честица колоидних димензија честа је појава агрегације. Појава агрегације је непожељна јер доводи до смањења специфичне површине контакта, што се неповољно одражава на појачавајуће дејство пунила. Поред поменутих величина, које дају основне карактеристике, мора се водити рачуна и о рН вредности пунила, садржају воде и испарљивих материја. Вредност рН утиче на избор количине средстава за вулканизацију. Пунила која имају кисели карактер успоравају процес вулканизације и изискују повећану количину средстава за вулканизацију. Повећан садржај воде и испарљивих материја има за последицу побијање порозних вулканизата.

У **активна пунила** спадају: активне чађи, пунила на бази SiO_2 , специјални тврди каолини, базни MgCO_3 , MgO , ZnO , силикати калцијума, цинка, магнезијума и још нека синтетизована пунила. Величина честица је до 0,05 микрометара.

У **неактивна пунила** спадају: креда, барит, литопон, талк, графит, обичан каолин. Величина честица ових пунила је око 1,5 микрометара.

Према пореклу, пунила се деле на **органске** и **неорганске**. У групу органских пунила спадају разне врсте чађи и синтетизована пунила као што су лигнин, полимери стирена, полиизобутилен, полиетилен, фенолформалдехидне, епоксидне и поливинилхлоридне смоле. У групу неорганских пунила спадају оксиди неметала (силицијума), оксиди метала (Zn , Ti , Al) и соли: алумосиликати, карбонати, сулфати и сулфиди Ca , Mg , Ba .

4.3.2.1 ОРГАНСКА ПУНИЛА

Чађи - Чађ је најраспрострањеније и најактивније органско пунило. Нарочито велики значај чађ има у гумама на бази полибутадиенског, бутадиенстиренског, бутадиен-акрилонитрилног каучука код којих остварује велики појачавајући ефекат.

Као појачавајуће пунило чађ се примењује највише у гуми за протекторе. У гумарској индустрији, потрошња чађи је на другом месту, одмах после каучука.

Чађи су прва пунила која су коришћена за побољшање својстава каучука. Према свом деловању на каучук, чађи се деле на: активне, полуактивне и неактивне.

Чађи се добијају непотпуним сагоревањем угљоводоника који могу бити у гасном, течном и чврстом стању, па тако постоје: гасне, уљне и ацетиленске чађи. Основне сировине за добијање чађи су течна органска уља из нафте и каменог угља, као и гасовити угљоводоници. Чађ се добија сагоревањем сировина у одсуству ваздуха, уз примену специјалних горионика.

4.3.2.2 НЕОРГАНСКА ПУНИЛА

Неорганска пунила се користе као активна и као неактивна. Нека од њих дају гуми специфична својства - повећавају отпорност на топлоту, уља, светлосно старење и чине гуму незапаљивом. Осим тога, бела боја минералног пунила TiO_2 омогућава израду белих и обојених каучукових смеша.

Ако активност неорганских пунила поредимо са чађима, примећујемо да је она мања, због њихове поларности. Она имају способност да апсорбују влагу, па се један део њихове површине пасивизира присуством влаге, а активност се смањује због смањења површине која реагује са каучуком. Та пасивизирана површина може се одстранити на неколико начина, најчешће загревањем на високим температурама.

Други начин је површинска обрада пунила третирањем материјама чији молекули имају поларни и неполарни део (стеаринска киселина). Поларни део се везује за пунило, док неполарни успоставља физичко-хемијске везе са молекулима каучука.

Силицијумови производи. - Песак, кварц и инфузоријска (дијатомејска) земља су природне форме силицијумових једињења различите по величини честица, степену кристалности и тврдоћи. Силицијумов песак се често користи са смолом као смолни цемент.

Природни кварц се користи као пунило у фенолним и епоксидним смолама. Инфузоријска земља (фосилни остаци) се добија од остатака скелета и организама. Комерцијални производ се добија топлотним третирањем и уклањањем вишка воде из природних супстанци. Силицијумова пунила се такође добијају сушењем и пиролитичким процесима.

Пирогени силицијумдиоксид садржи мање од 2% везане воде; обично се добија сагоревањем испарљивих силицијумових једињења. Ови силицијум диоксиди су високо појачавајућа пунила, малих честица; дају високе вредности прекидне чврстоће и отпорности на хабање, посебно код силиконских каучука.

Колоидни силицијумдиоксид је пунило из групе активних неорганских пунила. То је минерално пунило које се састоји од оксида силицијума са примесама оксида алуминијума и калцијума.

Ово пунило се у природи налази као минерал воластонит, који се алкалним топљењем преводи у алкалне таложне соли које се оксидишу до добијања финих честица SiO_2 .

Хидратни сталожени силицијум диоксиди. - Ова група силицијумдиоксида садржи 10-14% воде, са честицама величине 10-40 nm. Ово је група појачавајућих пунила која

вулканизатима даје високе вредности прекидне чврстоће, структурне чврстоће, отпорности на хабање и тврдоће; користе се за транспарентне и обојене производе. Хидратни силицијум диоксиди успоравају умрежавање и зато је потребно додати већу количину убрзивача или додатака, као што су гликоли или амини, да би се повећала брзина вулканизације каучукових смеса.

Општа својства ових пунила, која су од значаја за скоро све каучуке, су: велика уједначеност у величини честица, чистоћа и сјај, компатибилност са смолом, ниска апсорпција уља и влаге, хемијска отпорност и својства електро и термичке изолације. Недостатак је доста висока цена и брже старење, које они изазивају у поларним материјалима. Упркос томе, ова пунила имају све већу примену јер од свих белих пунила имају највеће појачавајуће дејство. По активности се пореде са активним чађима, због чега се називају "бела чађ".

Каучуковој смеси на бази природног каучука, SiO_2 се додаје у количини од 20 до 40% у односу на каучук. У смешама од синтетичког каучука та количина може да буде и већа. SiO_2 утиче на повећање отпорности вулканизата на кидање, повећава еластичност и побољшава електроизолациона својства смесе. Овакве смесе, по отпорности на хабање, заостају за смешама пуњеним чађима. Ако се каучуковој смеси дода 15% SiO_2 , побољшава се технолошка прерада-каландрирање, екструдирање и смањује лепљење каучукових смеса за ваљке.

У силикатна пунила спадају алумосиликати (каолин и глина) и синтетички силикати калцијума и алуминијума добијени таложењем. Највећу примену има природни силикат алуминијума - каолин.

Каолин - Чист каолин је беле боје, а уколико садржи примесе, боја му је сива или жућкаста. Производи се као меки и тврди. Меки каолин има грубе честице, лако се меша, не повећава тврдоћу чак и ако се више дозира, па се примењује у јако пуњеним смешама.

Тврди каолин има ситније честице, теже се меша са каучуком, повећава тврдоћу гуме и повољно утиче на прекидну чврстоћу. Пошто је хемијски постојан, користи се у гумама које долазе у додир са хемикалијама. Употребом каолина, снижава се цена каучукових смеса.

Азбест. - Азбест је минерал и сврставамо га у групу неорганских пунила. У природи је прилично распрострањен и јавља се у више различитих облика. У зависности од састава, сврстава се у две велике групе: серпентни азбест (хидратисани силикат магнезијума) и амфиболни азбест (тамно обојени силикат магнезијума). Амфиболни азбест чини група од пет различитих минерала: кроцидолит, амосит, антофилит, термолит и актинолит. Задња два минерала немају комерцијални значај.

Групу серпентног азбеста чини минерал крисолит који је познатији као бели азбест и чини 90% укупне производње азбеста. По хемијском саставу је хидрат магнезијумсиликата са двоструким слојем силицијумпентоксида и магнезијум-хидроксида.

Амфиболни азбест је минерал различите ланчасте структуре где се, као основна структурна група, налази Si_4O_{11} у различитим комбинацијама са елементима Fe, Ca, Mg и Na. Азбест се дуго користи у индустрији пластичних маса, гуме и још неким сродним индустријама.

Две главне предности азбеста су: релативно ниска цена и побољшање физичко-механичких својстава производа.

Талк. - Талк је природни силикат који се више користи за прашковање (пудерисање) листова сирове каучукове смесе после извлачења са двоваљака или из каландра (јер спречава њихово слепљивање), а мање као пунило. Као пунило користи се при изради гумених делова од којих се захтевају добра електроизолациона својства.

Калцијумкарбонати. - Калцијумкарбонат је пунило из групе неактивних неорганских пунила. У том својству користи се у три облика: као природни, таложни и активирани калцијумкарбонат.

Кречњак (природна кред) постоји као сув и влажан са минималном величином зрна од 20 μm , с тим што ова вредност представља горњу практичну границу за поједине врсте. Суви типови обично имају честице величине 30 μm , а влажни испод ове вредности. Специфичне врсте добијају се површинском обрадом.

Таложни калцијумкарбонат настаје хемијским реакцијама, и то најчешће као нуспроизвод при добијању натријумхидроксида. Таложни калцијумкарбонат је чист алцијумкарбонат у облику белог праха. Величина честица зависи од млевења и сејања. Најситније честице имају величину од 50 μm , а средње од 5 до 10 μm . Грубе честице су од 20 μm .

Активирани калцијумкарбонат настаје обрадом помоћу масних киселина - (стеаринска киселина). Састоји се из CaCO_3 и једињења алуминијума, силицијума и магнезијума, а такође садржи и једињења мангана и бакра, који су отрови за гуму.

Мала вредност уљног броја и уједначена величина зрна чине да се калцијумкарбонат обрађује и проузрокује незнатно хабање машина при умешавању са полимерима. Такође, не утиче на физичко-механичка својства употребљеног каучука или смоле. Таложни калцијумкарбонат (чије су честице величине од 100 до 250 μm) поседује већи сјај и способност бојења полимера од типова са већом величином честица.

Стаклена влакна. - Стакло се на тржишту појављује у три облика: **С, Е и S.**

С стакло има низак садржај натријума; карактерише га отпорност на све киселине изузев флуороводоничне.

Е стакло је по саставу борсиликатно.

S стакло има висок модул и високу прекидну чврстоћу.

Разни тестови на ватроотпорност показују да композити пуњени стакленим влакнима имају добру отпорност на пламен. Многе термопластичне масе и каучуци пуњени стакленим влакнима показују задовољавајуће понашање при испитивању на ватроотпорност.

Калцијумсиликат.- Природно добијени калцијумсиликат користи се дуги низ година у терморективним полимерима погодним за пресовање (каучуци, полиестри, епокси смоле и др.). Главна својства која налажу употребу калцијумсиликата као пунила у готово свим системима полимера су: релативно ниска цена, висока униформност, чистоћа и јасноћа, компатибилност са каучуцима и смолама, мала апсорпција уља и влаге, хемијска постојаност, повећана механичка отпорност и добре топлотне и електроизолационе карактеристике.

Баријумсулфат - Својства баријумсулфата као што су: хемијска инертност, мала растворљивост у води, велика густина - учиниле су да ово пунило буде заступљено у многим полимерним смешама. Зато се успешно користи тамо где се захтева висока густина материјала, као и за производе непропустљиве за X-зраке.

Оксиди метала. - Користе се различити оксиди метала као пунила:

Ахтимонтриоксид је полупојачавајуће пунило и користи се као додатак који побољшава отпорност на горење, а понекад и као боја.

Оловомоноксид се углавном употребљава као активатор, а због велике густине користи се у материјалима за смањење пропустљивости на радијацију.

Магнезијумоксид састављен од ситних честица углавном се користи као акцептор киселина у полимерима који садрже халогене, и његова активност углавном зависи од величине честица. Магнезијумоксид већих честица мање је активан као акцептор киселина, али се користи у топлотно отпорним смешама за израду заптивача и мембрана.

Титандиоксид је ефикасније појачавајуће пунило од цинкооксида. Најчешће се користи за производњу белих бокова пнеуматика, за израду опреме за болнице, итд., а као пунило даје одличну топлотну отпорност код силиконских еластомера.

Цинкоксид се користи као активатор и појачавајуће пунило, које вулканизатима даје високу прекидну чврстоћу и одбојну еластичност. При већим дозирањима, побољшава течљивост смеса и лакше пресовање. Користи се и као бела боја.

4.3.3 ОМЕКШИВАЧИ

Омекшивачи - пластификатори су органска једињења која повећавају пластичност каучукових смеса и смањују унутрашње трење, чиме омогућавају израду и прераду каучукових смеса. Користе се у течном и чврстом стању. Дејство омекшивача огледа се у следећем:

- обезбеђују равномернију расподелу ингредијената у каучуковој смеси;
- смањују загревање при мешању, чиме се смањује опасност од превремене вулканизације;
- смањују утрошак електричне енергије при изради и преради смесе;
- снижавају температуру омекшавања каучукове смесе на почетку вулканизације;
- побољшавају отпорност на ниским температурама;
- побољшавају обликовање каучукових смеса при преради и вулканизацији;
- умањују скупљање вулканизата и
- утичу на ток вулканизације, физичко-механичка својства и старење вулканизата.

Правилно одабрани омекшивачи и дозирани у оптималној количини побољшавају еластичност, снижавају хистерезисне губитке и развијање топлоте при учесталим деформацијама вулканизата. Неправилан избор врсте и количине омекшивача може да доведе до погоршања низа физичко-механичких карактеристика вулканизата: знатно се смањује прекидна чврстоћа, снижава се модул и смањује тврдоћа.

Многи омекшивачи имају специфично дејство. Масне киселине смањују активност убрзивача вулканизације, побољшавају дисперзију пунила и побољшавају везу између честица пунила и каучука. Восак, парафин и церезин побољшавају отпорност гуме на старење. Рубракс и парафин смањују бубрење гуме у води. Колофонијум и боров катран повећавају лепљивост смеса на бази синтетичких каучука. Због ових специфичности препоручује се комбиновање омекшивача. Избор омекшивача зависи од намене и услова експлоатације вулканизата. Количина омекшивача која се додаје каучуковој смеси зависи од врсте употребљених ингредијената и врсте каучука. За природни каучук та количина износи 5 до 8% у односу на каучук.

Синтетички каучуци, нарочито бутадиенстиренски и бутадиенакрилонитрилни, који се тешко мешају са додацима, изискују знатно већу количину омекшивача, чак и до 30% у односу на каучук. Кад се дозира у већој количини, омекшивач истовремено има и улогу пунила. У такве омекшиваче спадају рубракс и кумаронске смоле. То су материје које садрже незасићена једињења и које имају особину да током вулканизације ступају у

реакцију са сумпором. Добијени продукти имају одређену еластичност, чиме се објашњава њихово дозирање у већим количинама.

Омекшивачи треба:

- да су компатибилни са каучуком;
- да су хемијски и термички постојани за време вулканизације;
- да им се вискозитет мало мења с променом температуре, -
- да је садржај испарљивих материја мали на радној температури,
- да нису токсични.

Сви омекшивачи нису подједнако компатибилни са каучуком. По правилу, неполарни каучуци захтевају неполарне омекшиваче, а поларни каучуци поларне. Подношљивост омекшивача и каучука одређује се на основу бубрења каучука у омекшивачу. Уколико је веће бубрење, већа је и подношљивост. При ограниченој или недовољној подношљивости омекшивача са каучуком, долази до миграције омекшивача на површину готовог производа или полупроизвода. Омекшивачи који имају ограничену подношљивост с каучуком су: вишемасне киселине, парафин, вазелин, вазелинско уље, парафинско уље и други. До њихове делимичне миграције на површину полупроизвода долази у току израде и на тај начин се смањује лепљење смеса за радне површине, што олакшава каландрирање, и екструдирање и друго, а површине каландрираних и екструдираних производа су глатке.

Дејство омекшивача на каучукову смесу је двојако. Омекшивачи изазивају бубрење каучука, раздвајају његове молекуле и смањују међумолекулска дејства. Тиме се олакшава покретање делова молекула каучука (смањује се унутрашње трење).

Омекшивачи који садрже површински активне материје образују на површини честица пунила мономолекуларне адсорпционе слојеве активних материја. Поларне групе ових материја окренуте су према површини честица пунила, а неполимерне према молекулима каучука. Због тога омекшивачи побољшавају дисперговање, расподелу пунила у каучуковој смеси и везу пунила са каучуком (повећавају активност пунила).

Према пореклу омекшивачи се класификују на:

- омекшиваче добијене прерадом нафте;
- омекшиваче добијене прерадом дрвета и угља;
- омекшиваче биљног порекла;
- вишемасне киселине и
- синтетичке омекшиваче.

4.3.3.1 ОМЕКШИВАЧИ ДОБИЈЕНИ ПРЕРАДОМ НАФТЕ

То су: мазут, нафтолени, нафтенска уља (вазелинско и вретенско уље), битумен, парафин, церезин и озокерит. По хемијском саставу то су сложена једињења која се, према функционалним групама, деле на: парафине, нафтене, ароматичне и асфалтно-смоласте материје.

Парафмско-нафтенски омекшивачи имају јаче изражено пластифицирајуће дејство него омекшивачи ароматичног карактера. Ефикасност ароматичних омекшивача зависи од ароматичне структуре и смањује се од лаких ка средњим и тешким ароматичима. Ароматични омекшивачи повећавају лепљивост смеса, док је омекшивачи нафтенског карактера снижавају.

Парафин чини смесу пластичнијом, што омогућава лакше обликовање екстудирањем и каландрирањем. При смањеном дозирању повећава се лепљивост и чврстоћа смесе односно вулканизата.

Озокерит или земни восак је тамносмеђе до црне боје. Његово деловање је слично парафину.

Бељени озокерит је церезин. Он је беле или жућкасте боје, и понаша се слично озокериту.

Битумен је тврда, крта материја, црне боје, сјајне површине на прелому. Тачка топљења је 30 до 120 °C. У смешама се најчешће користе битумени са вишом тачком топљења, око 100 °C. Дозирањем до 5%, побољшава се расподела пунила у смеси и побољшавају механичка својства вулканизата. За време вулканизације долази до делимичне реакције битумена са сумпором. Битумен повећава тврдоћу и отпорност на цепање.

Минерал рубер или рубракс је производ добијен из битумена. Одликује се великом тврдоћом, бољим сјајем површине, а тачка топљења му је од 120 до 160 °C. Дели се на: меки, са тачком топљења од 120 до 135 °C, и тврди, са тачком топљења од 135 до 160 °C. У смешама и вулканизатима повећавају тврдоћу и олакшавају прераду. Дозира се обично од 3 до 7%.

Вазелин снажно повећава пластичност смесе, али смањује тврдоћу и прекидну чврстоћу. Чисти вазелин је беле боје, а технички жутосмеђе. Тачка топљења је од 40 до 50°C.

Минерално уље даје смеси велику пластичност, али гума губи на чврстоћи.

Нафтолен је производ добијен обрадом сирове нафте сумпорном киселином. Састоји се из тешких угљоводоника са двоструком везом. По изгледу је густа, тамосмеђа течност са зеленкастим преливом.

4.3.3.2 ОМЕКШИВАЧИ ДОБИЈЕНИ ПРЕРАДОМ ДРВЕТА И УГЉА

Од производа прераде дрвета и угља највећу примену има **колофонијум**.

То је смеша смолних киселина, од којих је најпознатија абиетинска киселина. Колофонијум је аморфна супстарица светложуте до тамносмеђе боје. Омекшава на температури од 50 до 80 °C, а прелази у течно стање на 100 до 150 °C. Двоструке везе могу везивати S и O, па у смешама са колофонијумом треба повећати дозирање сумпора. Колофонијум се додаје у количини од 1 до 2%, у односу на каучук, а његовим дозирањем повећава се лепљивост смесе и отпорност на цепање у вулканизатима.

Омекшивачи добијени прерадом угља су једињења - смесе чврстих и течних угљоводоника. Добијају се као споредни производи при крековању угља.

Најважнији омекшивач из ове групе је кумарон-инденска смола. Добија се у више квалитета. У гумарству се користи смола која омекшава на температури од 65 до 85 °C. У каучуковим смешама побољшава прерадљивост, лепљивост и нека физичко-механичка својства. Има својство да успорава процес вулканизације па је неопходно водити рачуна о избору система за вулканизацију. Користи се у смешама на бази синтетичких каучука, и то у количини од око 5% рачунато на каучук.

4.3.3.3 ОМЕКШИВАЧИ БИЉНОГ ПОРЕКЛА

Боров катран је остатак суве дестилације црног бора. Користи се првенствено у каучуковим смешама које садрже велику количину чађи. То је густа, полутечна материја, сивосмеђе до црне боје. Повећава лепљивост смесе, па се обично додаје при изради регенерата. Добар је разредивач чађи, па се примењује при изради смеша са активним чађима чији вулканизати треба да имају добра механичка својства (са великим садржајем чађи). Највише се примењују при мешању црних смеша за израду пнеуматика и ГТР производа.

Фактис је производ који се добија реакцијом биљних уља са сумпором или сумпорхлоридом на повишеној температури. Од биљних уља, користе се незасићена уља ланено и репичино. Смеђи фактис је производ спајања сумпора и уља. Ово се изводи тако да се биљно уље стави у котао и загреје на температуру од 130 °C, након чега се лагано додаје 20 до 40% сумпорног праха, уз лагано повишење температуре до 160 °C. Сумпор омогућава везивање уља у просторну мрежасту структуру, захваљујући двоструким везама у молекулима уља. Садржај слободног сумпора у фактису не сме да пређе 1%. Смеђи фактис се понаша као добар диспергатор; не бубри каучук већ му повећава пластичност, чиме је олакшано бризгање смесе. Добра особина смеђег фактиса је што спречава старење гуме. Смеђи фактис се додаје смешама намењеним каландрирању и екструдирању. Поред тога што побољшава прерадљивост, помаже да се очува профил екструдираног полупроизвода. Бели фактис се добија деловањем сумпор-монохлорида на уље, без повећавања температуре. Садржи 1,5 до 2% MgO.

4.3.3.4 ВИШЕМАСНЕ КИСЕЛИНЕ

Од вишемасних киселина највећу примену имају стеаринска и олеинска киселина, које имају улогу активатора вулканизације и диспергатора пунила. У ову групу омекшивача спадају и воскови - естри вишемасних киселина.

Стеарин је смеша стеаринске и палмитинске киселине са извесном количином заосталих засићених и незасићених киселина. То је бела кристална материја слична парафину. Тачка топљења је 71 °C, тачка кључања 359 до 383 °C, а густина 0,94. У води се не раствара, већ у алкохолу, бензену и CS₂. Стеарин у смеси помаже расподелу пунила и спречава јако слепљивање смесе за ваљке. Стеарин кочи почетак вулканизације, чиме омогућава боље разливање смесе у калупу. У вулканизатима делује као средство против старења.

4.3.3.5 СИНТЕТИЧКИ ОМЕКШИВАЧИ

Синтетички омекшивачи су најчешће естри (алифатски и алифатскоароматски), неке врсте поликондензационих и полимеризационих производа и хлорирани угљоводоници. Омекшивачи типа естара (дибутилфталат, дибутилсебацинат, диоктисебацинат) примењују се за пластификацију поларних каучука, као што су бутадиен-акриллонитрални и полихлоропренски каучук.

4.3.4 АКТИВАТОРИ

Углавном су метални оксиди, чија је улога убрзавање спајања сумпора и каучука (активирање реакције вулканизације).

Њихов задатак је да:

- активирају убрзиваче на што потпуније деловање
- делимично сами убрзавају вулканизацију
- делују и као средство против старења.

4.3.5 УБРЗИВАЧИ

Њихов задатак је да скрате време спајања каучука са сумпором и омогуће постизање жељеног тока вулканизације.

Поред наведеног применом убрзивача омогућено је:

- примена ниже температуре при вулканизацији,
- постизање бољих особина гуме,
- мање дозирање сумпора.

Поделе убрзивача

1. Према поседовању кисеоника

- а) са кисеоником
- б) без кисеоника

2. Према дејству

- а) брзи
- б) полубрзи
- ц) релативно спори
- д) спори
- е) са закаснелим дејством.

Најчешће су у прашкастом стању.

4.3.6 БОЈЕ ЗА ГУМУ

Боје за полимере укључују широк опсег неорганских и органских материјала. Велики број артикала широке потрошње (цеви, играчке, маске, гумирани текстил, хигијенске гуме, санитарне гуме, обућа) су обојени. Неке боје су способне да упијају краткоталасну светлост сунчевог спектра, повећавајући способност гумених делова на светлосно старење. Ту способност имају бела, жута и зелена боја. Бели пигменти имају највећу способност заштите гуме од старења, пошто одбијају највећи део светлости сунчевог спектра.

Да би се добио гумени производ јасне боје, обавезна је примена белог пигмента јер он помаже да се додата боја истакне.

Материје које се користе за бојење гуме морају испунити следеће захтеве да:

- буду отпорне на сунчеву светлост,
- буду постојане у условима вулканизације,
- буду дисперзивни (да се добро расподељују у гуми),
- буду нерастворне у води и да не показују склоност ка мигрању и кристализацији на површини гуме.

Са повећањем дисперзивности расте способност бојења.

Главни представници боја су: титандиоксид, баријумсулфат (бела), фиталоцијанин (плава и зелена), ултрамарин (плава), хром (зелена), молибдат (наранџаста), кадмијум (црвена и жута), гвожђе оксид и хром (жута), чађ и љуспице алуминијума (за сребрнаст метални ефекат). Каучуци се боје додавањем боја на двоваљку или у миксеру, док се пластичне масе боје додавањем боја на врућим ваљцима или у екструдеру.

4.3.6.1 НЕОРГАНСКЕ БОЈЕ

Бели пигменти - За добијање гуме беле боје користи се титаново бело, ZnS и ZnO . Титаново бело има добру способност бојења и даје јасно белу боју, отпорну на дејство сунчеве светлости. ZnS и ZnO се добро расподељују у каучуковој смеси, па имају добру способност бојења. Отпорни су на дејство сунчеве светлости. Недостатак ZnS је недовољна отпорност на повишеним температурама и недовољна постојаност на дејство киселина.

Црвени пигмент - Од црвених пигмената највећу примену имају антимонопентасулфид, антимоноtrisулфид, оксид гвожђа и сулфид живе. - Антимонопентасулфид (Sb_2S_5) се ретко користи чист, већ у смеси са сумпором и антимоноtrisулфидом. При вулканизацији каучукових смеша Sb_2S_5 прелази и Sb_2S_3 уз ослобађање слободног сумпора, о чему се мора водити рачуна при састављању рецептура.

Црвени оксид гвожђа даје гуми променљиву боју: од жуте до црвене (нијанса зависи од поступка добијања оксида). Има малу способност бојења, а додаје се максимално до 5% у односу на каучук. Живин сулфид је јаркоцрвене боје и има добру способност бојења. Постојан је при вулканизацији, чак и у присуству веће количине сумпора, па је погодан за израду црвеног ебонита.

Жути пигменти - У жуте пигменте спадају кадмијумсулфид и кадмијумов литопон. CdS даје гуми јасно жуту боју и има добру способност бојења. Отпоран је на дејство сунчеве светлости и повишених температура. Кадмијумов литопон је смеша CdS (30%) и BaCO_4 . Има добру способност бојења, даје лимунжуту боју. Пгодан је за бојење гумираног текстила и неких хируршких предмета.

Зелени пигмент - То је оксид хрома Cr_2O_3 . Отпоран је на дејство сунчеве светлости. Користи се највише за бојење гумиране тканине. Зелена боја се може добити комбиновањем жутих и плавих пигмената.

Плави пигменти - То је ултрамарин. По саставу је силикат алуминијума и натријума, а садржи и хемијски везан сумпор. Непостојан је на дејство киселина и атмосферилија. Додаје се белим пигментима да истакне њихову белину.

4.3.6.2 ОРГАНСКЕ БОЈЕ

Органске боје за гуму деле се на пигментне и таложне боје или лакове. Пигментне боје се не растварају у каучуку, док таложне боје могу бити растворне и нерастворне.

Данас постоји велики број органских материјала који могу да боје каучук.

Органске боје имају много већу способност бојења од неорганских, па се дозирају у знатно мањим количинама.

4.4 ОСНОВНА ПРАВИЛА ЗА САСТАВЉАЊЕ РЕЦЕПТУРА

Рецепт је попис количински одредјених хемикалија, које су потребне за добијање сирове гуме жељеног квалитета.

Разликујемо:

- а) теоретски,
- б) погонски,
- ц) калкулативни рецепт.

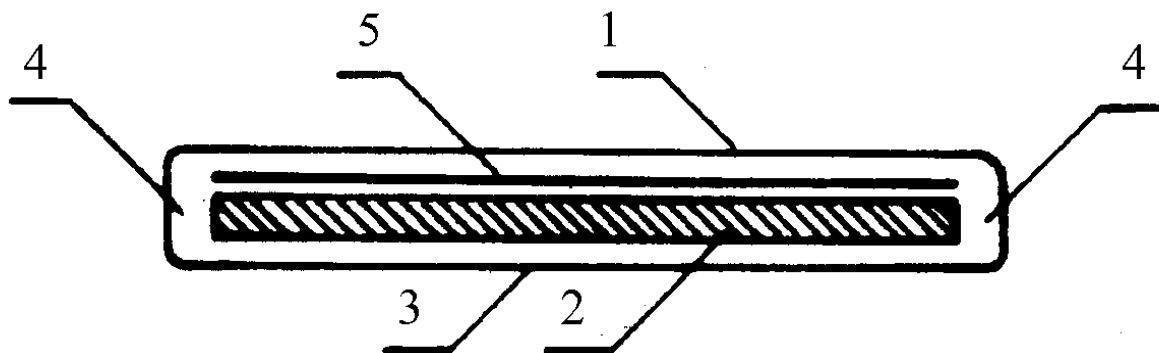
При састављању рецепата мора се водити рачуна на

- а) за шта ће се производ употребљавати
- б) физичко-механичка својства, која морају бити задовољена,
- ц) начин обликовања и вулканизација
- д) да цена смеше буде што нижа.

4.5 САСТАВЉАЊЕ СМЕШЕ

Гумена трака је еластични део транспортног система и састоји се од:

- 1 -гуменог омотача са горње носеће стране,
- 2 -језгра (каркас),
- 3 -гуменог омотача са доње стране,
- 4 - гумених заштитних ивица,
- 5 -специјалних ојачања.



Слика 21 – Конструкција транспортне траке [3]

Језгро транспортне траке је елеменат, који јој даје чврстоћу на затезање, одупире се њеном кидању, пружа отпор на ударе и служи као усмеривач приликом кретаја транспортне траке преко ваљака при различитим оптерећењима. Језгро се облаже атхезвним слојем гуме, који има својство остварења везе гума-језгро.

Гумена трака садржи још и горњи и доњи омотач или хабајући слој са заштитним ивицама. Овај слој служи као заштита језгра од механичких удара, свих спољних климатских утицаја који узрокују старење траке, као и заштита од хабања које проузрокују погонски, отклонски и повратни бубњеви.

Сировине за хабајући слој за транспортну траку са челичним ужадима:

I Фаза

SMR-20 - природни каучук
SKI-3 - синтетички каучук
SKD - синтетички каучук
N 220 - чађ
ZnO - активатор, пунило
СТЕАРИН
ПАРАФИН омекшивачи
НАФТОЛЕН
4010 NA
PbN

II Фаза

СУЛФАСАН - активатор
SANTOCURE - убрзивач
SANTOGARD PVI - успоривач
СУМПОР - средство за вулканизацију

4.6 УМЕШАВАЊЕ СМЕШЕ

Задатак умешавања је да се сви додаци каучука што боље распореде, при чему настаје хомогена смеша. Врши се у миксеру чије су карактеристике ознака GK 270N, капацитет $Q=2300 \text{ kg/h}$, број обртаја 28/31 o/min, $k_p=0.8$, кружна шаржа $m=200 \text{ kg}$.

Поступак умешавања се састоји из две фазе:

I Фаза до 4 мин, T преко 100°C

Најпре се убацује каучук и врши његово мастицирање. То је поступак гњечења каучука, како би постао пластичнији и био способан да прими хемикалије. Поступак траје 60 s и изводи се на двоваљку, миксеру или пластификатору. Затим се убацују омекшивачи, активатори, антиоксиданти и врши њихово умешавање са каучуком (20-30 s), након чега се додају пунила и течни омекшвач и умешавање се наставља 1,5-2 мин. Поступак урнешавања се може водити временски или температурно.

II фаза - 90 s, T испод 100°C (после 24h одлежавања)

У смешу се додају активатори, убрзивачи и средства за вулканизацију (S), након чега се смеша додатно умешава.

Сировине за атхезивни слој за транспортну траку са челичним ужадима:

БЕС - предсмеша
SMR - 20 - природни каучук
SBR - 1500 - синтетички каучук
N-330 – чађ
ZnO - активатор, пунило

I Фаза

BEČ

SKD cis 1,4 - синтетички каучук

N-330- чађ

ZnO- активатор, пунило

VULKASIL S - бело пунило

СТЕАРИН - омекшивач

PbN - антиоксидант

4010 NA - антиоксидант

НАФТОЛЕН - омекшивач

PbO 80%

II Фаза

CO-NAFTENAT

PbO + COFIL 11

SUMILITE

VULKACIT CZ - убрзивач

SUMPOR

SANTOGARD PVI

4.6.1 УМЕШАВАЊЕ СМЕШЕ

Најпре се прави предсмеша - беч, чиме се постиже равномернија расподела хемикалија и хомогеност смеше. Након тога се додају природни и синтетички каучук, активатори и пунило и врши умешавање у трајању око 4 мин при $T\ 125-130^{\circ}\text{C}$ и $p=8\ \text{bar}$. После одлежавања 24h следе I и II фаза у трајању 4,5 мин на $T\ 100-120^{\circ}\text{C}$. У I фази додајемо: каучук, активатор, бело пунило, омекшивач, антиоксидант. У II фази додајемо супстанце које гуми дају атхезивно својство (остваривање везе гума - метал).

По завршетку процеса умешавања сирове гумена смеша кроз левак пада на двоваљак где се врши хлађење и хомогенизовање смеше, одакле иде у хладилицу, где се ваздушним хладјењем и раствором емулзије, која се у контакту са смешом хлади на $T\ 20^{\circ}\text{C}$. Задатак емулзије је да поред хлађења спречи слепљивање гумених фолија, које се извлаче из сирове гумене смеше. Извлачење гумених фолија се врши помоћу два двоваљка, чије су димензије 1000x600 mm и 1550x550 mm.

Ваљање сирове гумене смеше се врши у две фазе:

- а) грубо обликовање гумене фолије на првом двоваљку
- б) фино обликовање гумене фолије на другом двоваљку.

Температуре ваљака су код смеша од природног каучука $90-120^{\circ}\text{C}$, а код смеша од синтетичког каучука $70-90^{\circ}\text{C}$. Дебљине фолија су 3, 4, 6 mm и максималне ширине 1500 mm. Ако постоји потреба за фолијама веће дебљине или ширине, врши се њихово дуплирање или подужно спајање.

Зависно од области примене и услова експлоатације, гуме за облоге транспортних трака се израђују према стандардима у четири основна квалитета са ознакама М, N, Р, Q.

Табела 6 – Основне физичко-механичке особине гуме [3]

ОЗНАКА КВАЛИТЕТА	ПРЕКИДНА ЧВРСТОЋА	ПРЕКИДНО ИСТЕЗАЊЕ	ТВРДОЋА	ХАБАЊЕ
M	22	450	65 ±5	100
N	18	400	65 ±5	150
P	15	350	65 ±5	180
Q	13	300	65 ±5	225

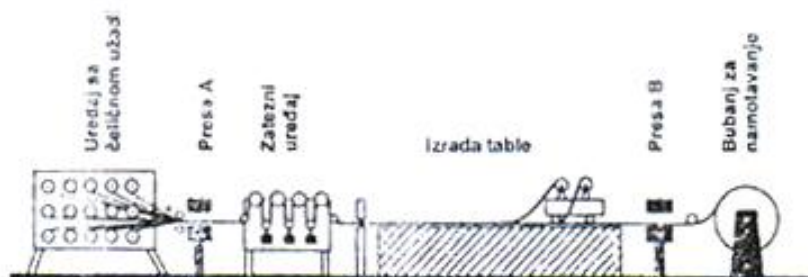
Наведене сировине и поступак умешавања користе се за добијање хабајућег и атхезивног слоја за транспортне траке са арамидом и текстилним улошком, са том разликом што масени удели појединих супстанци нису исти.

4.7 ПРОИЗВОДЊА ТРАНСПОРТНЕ ТРАКЕ СА ЧЕЛИЧНИМ УЖАДИМА ПОСТУПЦИ КОНТИНУАЛНЕ ПРОИЗВОДЊЕ ТРАНСПОРТНИХ ТРАКА

Континуалном производњом се сви технолошки процеси појединих фаза израде транспортних трака обједињују у један и тако постижу уштеде у времену и материјалу.

4.7.1 МЕТОДЕ ИЗРАДЕ ТАБЛИ У ПРОИЗВОДЊИ ТРАНСПОРТНИХ ТРАКА

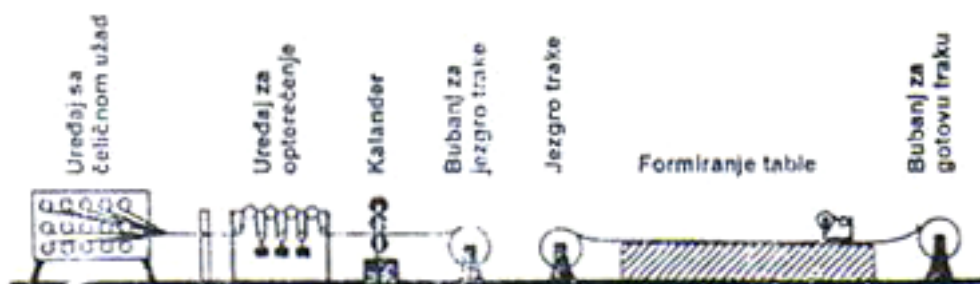
Прва метода, која је делимично објединила фазе израде транспортних трака, код које се процесодвија у интервалима потребним за израду једне табле транспортне траке, је метода формирања табли. Код ове методе су спојени у један технолошки процес, процеси формирања језгра (конфекционирање) и финално формирање транспортне траке (вулканизација). Ова метода је најјефтинија, али се добијају транспортне траке малих дебљина и малих прекидних чврстоћа. Посебан недостатак поступка је могућност одступања положаја челичних ужади у вертикалној оси.



Слика 22 – Технолошки поступак формирања транспортне траке методом израде табле [6]

4.7.2 МЕТОДА КАЛАНДЕРА У ПРОИЗВОДЊИ ТРАНСПОРТНИХ ТРАКА

Ова метода се састоји из две фазе: формирање језгра и формирање транспортне траке. У односу на претходну методу, постигнута су побољшања у хомогенизацији облоге траке и спречена су вертикална одступања челичних ужади у језгру. Код ове методе су прекидне чврстоће транспортних трака средњих величина, облоге трака су малих дебљина а ширина траке је max 1500 mm.



Слика 23 – Технолошки поступак формирања транспортне траке методом каландера [6]

4.7.3 МЕТОДА ЕКСТРУДЕРА У ПРОИЗВОДЊИ ТРАНСПОРТНИХ ТРАКА

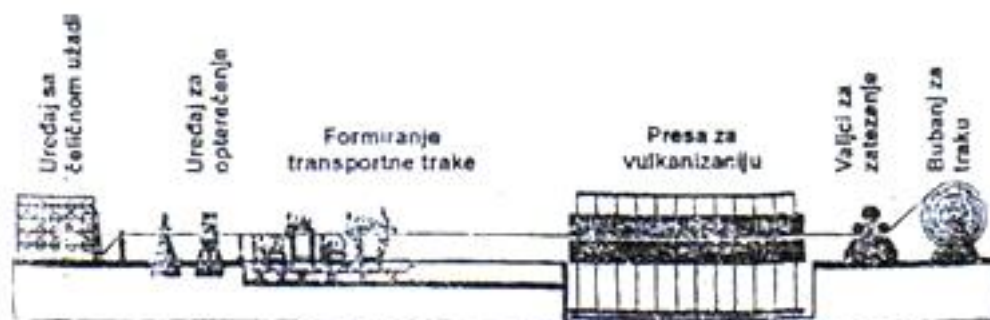
Замисљена као метода која ће отклонити недостатке претходне две, омогућава добијање веће дебљине хабајуће облоге, које је сада у бољој вези са атхезивном гумом језгра и обезбедјује веће прекидне чврстоће. Недостатак је висока цена.



Слика 24 – Технолошки поступак формирања транспортне траке методом екструдера [6]

4.7.4 С.Т.С. МЕТОДА (CONTINUOUS TENSION CONTROL) У ПРОИЗВОДЊИ ТРАНСПОРТНИХ ТРАКА

С.Т.С. метода или метода континуалне контроле оптерећења је обухватила добре особине претходних метода, истовремено уклањајући њихове недостатке. Прекидне чврстоће транспортних трака, добијене овом методом, далеко превазилазе чврстоће из претходних метода. Формирање језгра и вулканизација се надовезују у једном непрекидном процесу. Максимална ширина транспортне траке достиже 3150 mm. Могућа је производња свих до сада захтеваних дебљина хабајуће облоге као и дебљина и врста језгара транспортних трака. Највећи недостатак је висока цена опреме, потребне за технолошки поступак.



Слика 25 – Технолошки поступак формирања транспортне траке С.Т.С. методом [6]

4.7.5 ПОСТУПАК ПРОИЗВОДЊЕ ТРАНСПОРТНЕ ТРАКЕ СА ЈЕЗГРОМ ОД ЧЕЛИЧНИХ УЖАДИ У “КОЛУБАРИ – УНИВЕРЗАЛ”

Основу транспортне траке са челичним ужадима чини језгро (каркас) челичних сајли са заштитним слојем који чине радна и нерадна гумена облога и заштитне ивице. Језгра транспортних трака са челичном ужади се праве од једног слоја паралелних челичних ужади, која су потпуно потопљена у атхезивни слој гуме. Код челичних ужади разликујемо такозвано лево (S) и десно (Z) плетење. При образовању језгра наизменично се постављају S и Z челична ужад, чији распоред условљава неутрално понашање транспортне траке у односу на транспортер. Њихови пречници и осна растојања су условљени жељеном чврстоћом транспортне траке. Ту међузависност можемо сагледати кроз следећу табелу:

Табела 7 – Типови транспортних трака са основним подацима [6]

Тип	Прекидна чврстоћа N/mm ²	t mm	d mm	S ₁ mm	K mm	B min mm	B max mm	GT kg/m ²
ST 1000	1000	12	4	12	10	800	2400	21.34
ST 1250	1250	10	4	12	10	800	2400	22.60
ST 1600	1600	15	6	19	15	800	2400	31.61
ST 2000	2000	12	6	19	15	800	2400	33.37
ST 2500	2500	15	7.3	23	15	800	2400	41.39
ST 3150	3150	15	8.4	25	15	1000	2400	46.95
ST 4000	4000	15	9.7	31	15	1000	2400	60.60
ST 5000	5000	19	13	35	15	1000	2400	69.40

где је:

t- осно растојање сајли

d - пречник сајле

S₁ - дебљина транспортне траке

K - заштитна ивица

B - ширина транспортне траке

GT - тежина транспортне траке по m²

Дужине транспортних трака нису стандардизоване. Максимална дужина транспортне траке ограничена је својом масом и пречником котура (max 3 m). Она се креће 150-400 m, а максимална маса је 24 t. Дужина се може одредити и прорачуном на основу пречника котура без одмотавања:

$$L = \frac{(D^2 - d^2)\pi}{4d}$$

Где је

D – пречник котура

d – дебелина транспортне траке (10 – 40 mm)

Дозвољене толеранције у дебелинама:

- за дебелине до 15 mm $\pm$ 10%
 - за дебелине веће од 15 mm + 10% – 5%
- Ширине транспортних трака се крећу у опсегу 800 – 2400 mm.



Слика 26 – Транспортне траке у котурима [11]

4.7.6 ОПИС ТЕХНОЛОШКОГ ПРОЦЕСА ПРОИЗВОДЊЕ

Процес производње се састоји из више фаза:

- а) производња атхезивног и хабајућег слоја гуме
- б) потапање претходно исплетених челичних ужади у атхезиони слој гуме и њихово дубирање са хабајућим слојем гуме
- с) вулканизација, чија је улога да полупроизоде из претходних фаза обједини у финални производ - транспортну траку.

Сва челична ужад која су потребна за производњу транспортне траке су смештена у магацину ужади (максимално 202 ужета). Иза магацина се налази станица за затезање ужади где се врши њихово затезање у два степена затезања (први је 80% од неопходног и други преосталих 20%). Неопходно је да свако уже има исту силу затезања, чија вредност зависи од пречника ужета. Преко "чешља" се обезбеђује неопходно осно растојање између ужади, иза "чешља" се налази конфекцир машина која садржи два пара хладних ваљака. На првом се врши утискивање атхезивне гуме у челичну ужад, а на другом се набацује хабајућа облога (радна и нерадна). Из конфекцир машине транспортна трака излази 2% шири у односу на потребну ширину.

Након конфекционинања врши се вулканизација транспортне траке у преси следечих карактеристика: дужина 12600 mm, ширина 2400 mm, специфичан притисак 420 N/m².

Процес се одвија на температури 145 °C +5 °C/-2 °C у времену 25 – 45 мин, зависно од дебљине транспортне траке.

Произведена вулканизирана транспортна трака уз помоћ вучних ваљака се одводи на електро пресу за локалне поправке, а затим на уређај за стабилизацију траке где се хлади до температуре 35 – 45 °C. Тиме је процес производње транспортне траке завршен.

Транспортне траке се пакују намотавањем на металне или дрвене бубњеве. Намотани котур се везује траком да не би дошло до одмотавања. Овако упакована транспортна трака спремна је за транспорт.

5. СПАЈАЊЕ ТРАНСПОРТНИХ ТРАКА

Због своје тежине, транспортне траке се могу транспортовати само у коадима одређене дужине, зависно од дебљине траке. Максимална дужина траке у једном делу ограничена је својом тежином и пречником катура. Она се приближно креће од 150-400 м са максималном масом 10t, зависно од конструкције. Мерење дужине врши се на одмотаној траци, која је постављена на равну подлогу, незатегнута у слободном положају. С обзиром да је овакво мерење везано за одредјене проблеме простора и времена, дужина се може израчунати и на следећи начин:

$$L = \frac{\pi}{4d} (D_2 - D_1), \text{ [m]}$$

L - дужина траке

d - дебљина траке

D₁ - пречник бубња за намотавање

D₂ - пречник намотаја траке

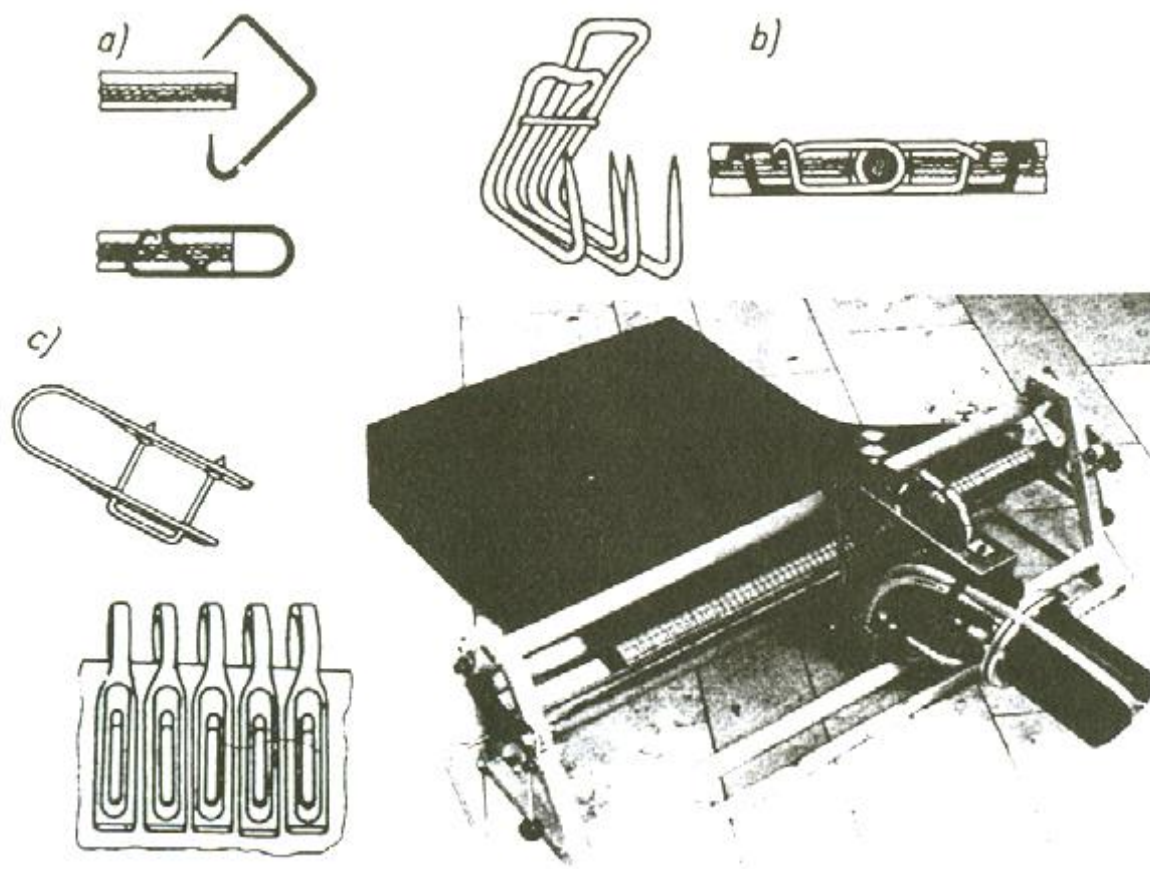
Због ограничене дужине комада неминовно је спајање транспортних трака на месту уграђивања. Данас се користе три начина спајања транспортних трака:

1. механичко спајање (спајање копчама)
2. хладна вулканизација
3. топла вулканизација

5.1 МЕХАНИЧКО СПАЈАЊЕ

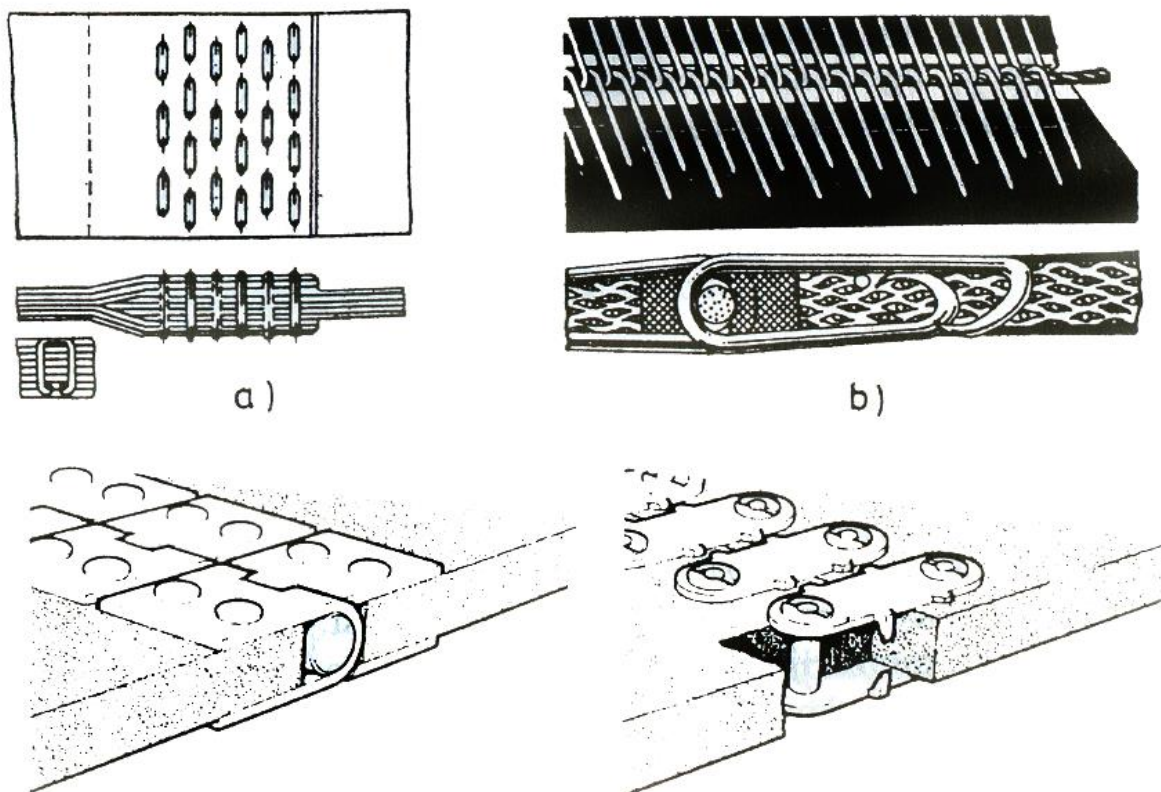
Механичко спајање данас се на површинским коповима изузетно ретко користи и то углавном за лаке трачне транспортере, који у односу на вучну силу неће бити потпуно искоришћени, јер овакав спој може да прими само око 50% вучне силе траке. Ако квалитет траке мора да буде потпуно искоришћен, што је случај са тракама високе чврстоће, онда је овакав начин неприменљив. Механичко спајање крајева гумених транспортних трака врши се механичким спајањем елемената. То су металне куке које су причвршћене на оба краја траке и повезане везивном иглом.

Употребљавају се за лакше траке, у случајевима када се дужине транспортера више пута мењају и код трака које имају тканину као језгро.



Слика 27 – Метални елементи за настављање траке: а) куке тип “Нилос”; б) дупле куке тип “Нилос”; ц) копче; д) машина за прошивање траке [3]

Код типа Нилос челичном жицом директно се припрема крај споја и носивост отпада само на деформисани део челичне жице. Код типова Бабу, Рекорд, Оптима, Титан, крај траке припрема се тако да се на њему натакне двострана плочица са профилисаним отворима за челичне спајалице, које се механичким путем деформишу, тако да се добијају потисне површине које заједно са пречником спајалице носе цело оптерећење споја. Ова операција може се извести аутоматским опшивањем.



Слика 28 - Механичко настављање транспортне траке помоћу:
а) копчи; б) кука; ц) плочица са завртњевима [3]

При механичком спајању крајеви транспортне траке одсеку се нормално на осу гумене траке. У зависности од тога да ли на конструкцији транспортера има елемената за брисање или не, крај траке може или не мора бити претходно припремљен, односно одсецањем или брушењем смањена дебљина горње и доње гумене облоге за вредност дебљине елемената који остају да штрче ван горње и доње површине гумене траке. При томе некад има ограничења, ако је дебљина неке облоге мала а пошто се не сме оштетити платно или површине платна, одстрањује се облога гуме до платна.

У зависности од услова рада негде је потребна и додатна заштита механички спојених трака, како би се елиминисало улажење влаге, нечистоћа и хемикалије у платно. Ефикасност спојева израђених са механичким спојницама као однос између статичке чврстоће споја и називне чврстоће траке, може бити и до 90%.

5.2 СПАЈАЊЕ ТРАНСПОРТНИХ ТРАКА ХЛАДНИМ ПОСТУПКОМ

За сталну уградњу и за траке под високом напетошћу, много су препоручљивије вулканизоване везе, јер омогућују најтрајнији тип споја.

Поступак хладне вулканизације заснива се на специјалној припреми траке и спајању специјалним врстама лепкова и гуме, без довођења топлоте. Време потребно за извођење овог споја знатно је краће него топлотом вулканизацијом, али спој није тако чврст и трајан као код топле вулканизације. Наиме, спој хладном вулканизацијом омогућава 80%

искоришћења вучне способности траке. Због тога се хладна вулканизација употребљава најчешће код репаратурних радова, код којих је време кратко и ограничено.

При изради споја хладном вулканизацијом најпре је потребно припремити траку за поступак вулканизације. Припрема се огледа у одређивању дужине споја (зависи од квалитета тканине), броја степеника и дужине појединих степеника. Број степеника се одређује увек умањен за један од броја уложака:

$$N = n - 1 \quad \text{где је:}$$

N -број степеника а

n - број уложака.

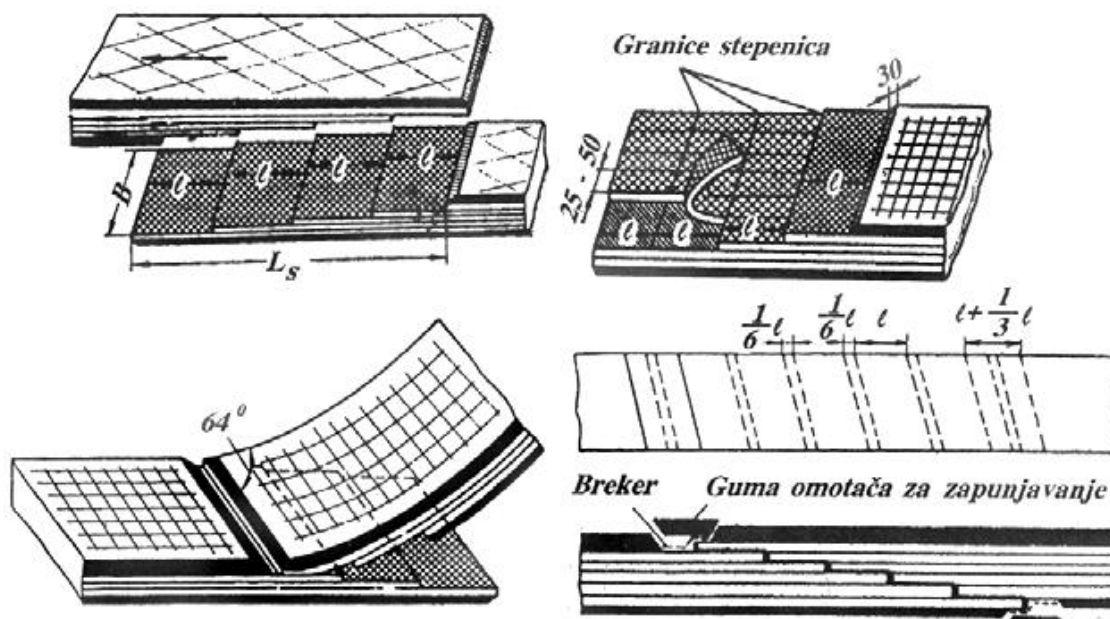
Дужина степеника зависи од типа уградјене тканине у арматуру транспортне траке. Укупна дужина одредјује се по обрасцу:

$$L = S(N-1) + 0.3B \quad \text{где је:}$$

L -дужина споја,

S -дужина степеника а

B - ширина траке.



Слика 29 - Шема размеравања степеница, обрађивања и спајања траке са текстилним улошцима [3]

Припрема траке за настављање састоји се у томе што се крајеви траке одсеку управно на њене ивице и преклопе за дужину споја. Затим се приступа размеравању и обрађивању степеница за наставак траке, према одабраној шеми израде споја. Доњи комад траке обрађује се одозго, а горњи комад одоздо. Једна од чешће коришћених шема размеравања степеница, обрађивања и спајања траке са текстилним улошцима дата је на сл. 29

Оријентационе вредности за спајање транспортних трака хладним поступком, дате су у следећој табели:

Табела 8 - Вредности за спајање транспортних трака хладним поступком [3]

НОМИНАЛНА ЧВРСТОЋА (N/mm)	ЧВРСТОЋА ЈЕЗГРА (N/mm)	НАЈМАЊА ДУЖИНА СТЕПЕНИЦА (mm)	СПОЈНА ДУЖИНА (mm)
200/3	63	150	300
250/4	63	150	450
250/3	80	200	400
315/4	80	200	600
315/3	100	200	400
400/4	100	200	600
400/3	125	250	750
500/4	125	250	750
630/5	125	250	1000
500/3	160	250	500
630/4	160	250	750
800/5	160	250	1000
630/3	200	300	600
800/4	200	300	900
1000/5	200	300	1200
1000/4	250	300	900
1250/5	250	300	1200
1250/4	315	400	1200
1600/5	315	400	1600
1600/4	400	400	1200
2000/5	400	400	1600

5.3 СПАЈАЊЕ ТРАНСПОРТНИХ ТРАКА ТОПЛИМ ПОСТУПКОМ (ВУЛКАНИЗАЦИЈОМ)

Топла вулканлзација, за разлику од хладне вулканизације, састоји се у спајању траке под притиском и температуром 140-150 °C. За топлу вулканизацију се примењују посебни уређаји са хидрауличким притиском плоча за вулканизацију. Код уређаја са хидрауличким притиском који су много распрострањенији од уређаја са механичким, притезање хидрауличких носача на плоче врши се помоћу хидрауличких цилиндара у којима се притисак ствара ручном или моторном пумпом. Уређаји са хидрауличким притиском израђују се за траке ширине до 3200 mm и омогућују притисак на грејне плоче до 100 N/cm². Плоче за вулканизацију се притежу равномерно и са одговарајућом пажњом, пре укључивања електричне струје. После укључивања грејања, вулканизација се већ према дебљини траке врши измедју 30-60 мин на 140-150 °C. Температура се за време процеса вулканизације мора одржавати у истим границама, што се постиже сталним аутоматским укључивањем и искључивањем. Одступање температуре је у границама ±7 °C. Осим времена вулканизације, мора се рачунати на време загревања и хладјења грејних плоча. Тек када се уредјај охлади на температуру од око 80 °C, сме се скинути са траке, са које се тада могу одрезати остаци гуме после вулканизације.

Настављање топлом вулканизацијом омогућава скоро потпуно искоришћење (90 %) вучне способности траке.

5.3.1 ПОСТУПЦИ ТОПЛЕ ВУЛКАНИЗАЦИЈЕ

Редослед и поступци који се морају извршити код топле вулканизације су у принципу исти као и код хладне вулканизације, само што се сада користи лепак за високу температуру.

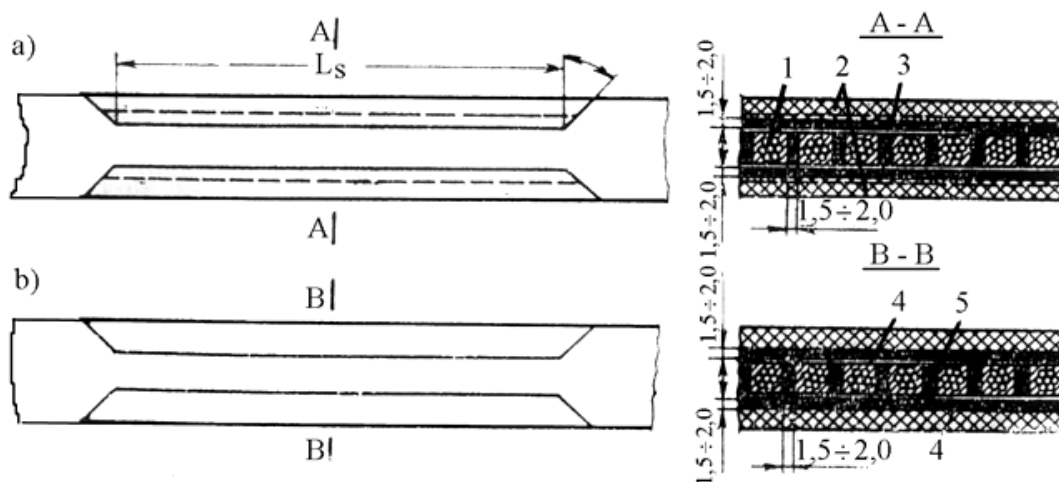
ТОПЛА ВУЛКАНИЗАЦИЈА ПЛАТНЕНИХ ТРАКА:

1. Одређивање дужине споја,
2. Одређивање дужине степеница,
3. Означавање и засецање крајева траке,
4. Означавање споја,
5. Израда степеника,
6. Чишћење степеника,
7. Припрема и наношење гуменог раствора,
8. Припрема и стављање везне гумене плоче,
9. Састављање крајева траке,
10. Попуњавање гумених облога,
11. Вулканизација.

ТОПЛА ВУЛКАНИЗАЦИЈА ТРАКА СА ЧЕЛИЧНИМ УЖАДИМА

1. Одређивање дужине и врсте споја,
2. Постављање шатора,
3. Означавање површине споја,
4. Засецање траке и одсецање заштитних ивица,
5. Одстрањивање гуме (остаје 0,5 mm атхезивне гуме на челичним ужадима),
6. Вађење атхезивне смесе,
7. Премазивање ужади,
8. Постављање гумене фолије,
9. Полагање ужади и пуњење адхезивном смесом,
10. Постављање гумене смесе,
11. Вулканизација.

Припрема траке са језгром од челичних ужади састоји се у томе што се крајеви траке преклопе за дужину споја и изравњају према оси траке. На дужини спајања одваја се гумени омотач са носеће и повратне стране. Према одабраној шеми настављања одсецају се ужад и гума између ужади, настојећи да се ужад не оголе и да њихов попречни пресек са гумом буде квадрат, како се то види на сл. 30. Припремљене крајеве споја треба пажљиво очистити, премазати лепком и осушити.



Слика 30 - Конструкција споја ужетних трака: а) са улошком (брекер); б) без улошка;

1) обрезање уже; 2) гумени омотач; 3) комад улошка; 4) међуслојна гума;

5) међуслојна гума између ужади [3]

По доњој грејној плочи пресе простре се целофан или пергамент папир. Затим се формира спој по следећој методологији (сл. 30): На припремљени комад омотача траке поставља се слој међуслојне гуме, изнад њега комад улошка (за траке велике затезне чврстоће), па поново слој међуслојне гуме. Затим се по одабраној шеми израде споја постављају ужад са оба краја траке и попуњавају шупљине између њих међуслојном гумом. Све операције при формирању горњег дела споја понављају се у обрнутом редоследу. Формирању споја претходи чишћење комада гумених омотача, уложака и ужади, премазивање растварачем и лепком и њихово сушење.

У циљу истискивања ваздуха сваки слој се претходно ваља ваљком, чиме се обезбеђује истискивање ваздуха и боље налегање. Произвођачи транспортних трака усвајају различите дужине степеница и спојева у зависности од називне затезне чврстоће траке, настојећи да се постигне што већи степен њеног искоришћења. Немачки стандард ДИН 22 131 прописује број степеница од 1-3 и дужину степеница од 600-900 mm, зависно од ширине траке.

За врућу вулканизацију користе се вулканизациони уређаји са грејним плочама, између којих се поставља трака. Квалитетна вулканизација обавља се најчешће на температури од 1500 ± 100 °C, притиску 10-15 bara и траје одређено време. Савремени уређаји за вулканизацију опремљени су инструментима за регулацију и контролу ових параметара.

5.3.2 ПРИБОР ЗА ВУЛКАНИЗАЦИЈУ



Слика 31 – Прибор за вулканизацију [12]



Слика 32– Прибор за вулканизацију [12]

Од прибора за вулканизацију се користе:

- ножеви
- маказе
- клешта
- чекић
- одвијач
- мерна трака
- штоперица -шило
- четке
- клеме
- клешта за одвлачење
- бруслица
- индустријски фен
- усисивач

5.3.3 УРЕЂАЈ ЗА ВУЛКАНИЗАЦИЈУ (ПРЕНОСИВИ УВТ УРЕЂАЈ)

Израђује се од квалитетних легура, у деловима подесним за преношење, који се лако и брзо склапају на месту коришћења. Имају дуг век трајања и високу употребну вредност.

Грејне плоче се израђују од лаке легуре посебне жилавости у којима се налазе грејачи, који омогућују кратак и брз процес вулканизације. Свака плоча је опремљена прикључником, термостатом (регулација температуре) и ручкама за пренос.

Хидрауличне траверзе се израђују комбиновањем специјалних профила од квалитетне лаке легуре. Целину спремну за коришћење чине горњи и доњи носач и два челична стезна завртња. Хидраулична инсталација је предвидјена за радне притиске до 400 bara. Радни флуид је хидраулично уље. За стварање притиска предвиђена је ручна пумпа са одговарајућим гуменим цревима, као и одговарајући разводник са манометром.

Прикључне касете служе за прикључење по једног пара грејних плоча и за мерење и регулацију температуре обе грејне плоче посебно.

Главни делови уређаја за вулканизацију:

1. плоче за вулканизацију,
2. електрично напајање,
3. регулатор температуре,
4. контрола температуре,
5. ручне притисне пумпе,
6. притисна спојница,
7. разделник и индикатор притиска,
8. бочне вођице за пресовање



Слика 33 - Уређај за вулканизацију трака "Колубаре - метала": 1) грејне плоче;
2) хидрауличне траверзе; 3) хидраулична инсталација; 4) контролни инструменти;
5) ручна пумпа; 6) манометар [3]

5.3.4. ВУЛКАНИЗЕРСКА КУЋИЦА

ВКС вулканизерска кућица намењена је за смештај уређаја за вулканизацију транспортних трака са помоћним прибором и алатом, те представља комплетан теренски вулканизерски пункт.

Конструкција кућице је метална, а зидне облоге, кров и врата су од лима. Робустни понтони од профила и лимова, који представљају базу кућице предвиђени су за вучење кућице и по тешком, блатњавом терену расположивим вучним возилом. На месту интервенције из кућице се износе само они делови уређаја за вулканизацију који су у најближој вези са траком током процеса вулканизације. Напојни и командно-регулациони склопови, као што су разводни ормар и прикључне касете са припадајућим напојним кабловима, остају на својим местима у кућици и одатле се укључују у процес, чиме је елиминисана свака могућност њиховог механичког оштећења. По завршеној вулканизацији опрема се враћа у кућицу где је прописано лагерована и заштићена. За смештај хидрауличних траверзи и грејних плоча намењена је посебна преграда лоцирана тако да манипулација буде лакша. У прегради изнад ње, на посебном носачу, фиксирају се прикључне касете. За смештај ручне хидрауличне пумпе и разводника са

припадајућим цревима, платна и скелета вулканизерског шатора, потребног алата и помоћног прибора (гредице, даске и си.) у кућици су предвиђене полице.

Слободни простор у кућици довољан је за смештај демонтираних степеница и елемената радне платформе, преносних рефлектора, калорифера, ручног противпожарног апарата и друго. Кућица је антикорозионо заштићена и обојена. Напајање вулканизерске кућице електричном енергијом је предвиђено да се изведе каблом типа EPN 50 одговарајућег пресека и дужине, који мора набавити и повезати корисник.

6. ПОВЕЗИВАЊЕ ГУМЕ СА МЕТАЛОМ

6.1 ОСНОВНИ ПОЈМОВИ О ПОВЕЗИВАЊУ ГУМЕ СА МЕТАЛОМ

Производи код којих је гума везана за метал из дана у дан све више се употребљавају. Данас се индустрија не може замислити без разних амортизера, заптивача т.з.в. семеринга, метално-гумених подлога за монтажу осетљивих инструмената и других делова.

Гумени подметачи употребљени су као врста носача испод разних машина и веома успешно спречавају вибрацију и буку, повећавајући на тај начин тачност рада самих машина.

Скоро сви метални ваљци који су уграђени на машинама примењеним у графичкој, текстилној, индустрији коже и другим, обложени су гумом. Гумена облога служи и као заштита металних делова од корозије, дејства јаким минералних киселина и алкалија. Везивање гуме на металне површине у индустрији гуме изводи се на више начина:

- везивање помоћу ебонита или тврде гуме,
- везивање гуме на метал претходним месинговањем металних површина,
- везивање помоћу разних лепила.

Вулканизација се у пракси обични изводи, у зависности од металних делова, у калупима, хидрауличној преси или аутоклавима у директној пари.

6.2 ПРИПРЕМА МЕТАЛНИХ ПОВРШИНА

Јачина везе која се остварује између металних делова и гуме у великој мери зависи од припреме металних површина. Сматра се да треба радити искључиво са чистим, одмашћеним површинама, пошто је утврђено да масноћа спречава боље пријањање гуме за метал.

Припрема металних површина започиње механичком обрадом односно пескарењем кварцним песком. Пескарењем се површина метала чисти од рђе и друге прљавштине и што је најважније она се том приликом чини хрпавијом чиме се знатно повећава површина за повезивање гуме са металом. Трагови уља и других масноћа које евентуално могу да дођу у додир са пескареном површином, одстрањују се накнадним чишћењем помоћу растварача. Треба истаћи да је веома важно да се са очишћеним металним деловима поступа пажљиво, јер су чак и трагови прстију штетни због масних трагова. Осим пескарења припрема метала може се извести и чишћењем челичном четком.

6.3 ПОВЕЗИВАЊЕ ПОМОЋУ ЕБОНИТА ИЛИ ТВРДЕ ГУМЕ

Повезивање помоћу ебонита примењује се при облагању масивних точкова и ваљака, при облагању хемијских апаратура и других делова. У случају везивања гуме на већим металним површинама, ради повећања површине лепљења праве се удубљења у облику „ластиног репа“.

Површина метала очишћена пескарењем, пере се екстракционим бензином и суши, а затим се на њу наносе три слоја раствора различите концентрације, чиме се јачина повезивања повећава за 2 до 2,5 пута. После сушења наноси се припремљена фолија ебонитне смесе. Преко ебонитне фолије корисно је ставити међуслој од смесе која не

садржи сумпор. На крају наноси се различитим поступцима одговарајући слој меке сирове смесе и онда се све то заједно вулканизује под одговарајућим притиском. Вулканизација ебонита због великог садржаја

сумпора, протиче споро, па је везивање помоћу ебонита врло дуг процес. Вулканизација се изводи, пресовањем у калупима, у аутоклаву са директном паром или у топлој води под притиском.

6.4 ПОВЕЗИВАЊЕ СА МЕСИНГОВАНИМ МЕТАЛНИМ ПОВРШИНАМА

Јачина везивања по овом поступку у великој мери зависи од састава месинга и употребљене каучукове смесе. Најбољи резултати се добијају при употреби месинга који садржи 60 до 75% бакра и 40 до 25% цинка. Гума се јако добро везује на свеже наталожени месинг који је слободан од оксида или било каквих других загађења. Површину месинга после месинговања, прања и сушења, треба ради обезбеђења од оксидације покрити раствором направљеним од каучукове смесе која садржи чађ. Веома је важна тврдоћа смесе за везивање јер уколико је тврдоћа већа, утолико је већа и јачина везивања. Динамика процеса вулканизовања каучукове смесе показује велики утицај на јачину везе гума-метал. Каучукова смеша која се наноси на металну површину, чији састав као и састав месинга, јако утиче на јачину везе не сме да садржи пластикаторе који мигрирају на површину.

6.5 ПОВЕЗИВАЊЕ ПОМОЋУ РАЗНИХ ЛЕПИЛА

Везивање гуме на метал употребом лепила врши се у пракси веома често, при чему се користи читав спектар најразличитијих материјала за производњу лепила. За наношење лепила употребљавају се четке разних величина или револвер са распршивачем. Нанос лепила треба да буде што тањи, али да потпуно покрива површину, па се зато препоручује да се употребе два унакрсна премаза, када се лепило наноси четком. Са лепилима се никад не сме радити у влажној атмосфери. Међутим ако се не могу постићи најбољи услови у погледу влаге, треба металне комаде непосредно после премазивања ставити у сушионицу ради и спаривања растварача. Ово се може учинити само са мањим предметима.

7. ОБЛАГАЊЕ БУБЊЕВА

7.1 БУБЊЕВИ ТРАКАСТИХ ТРАНСПОРТЕРА

Бубњеви транспортних тарка су делови транспортера, који предају вучну силу и усмеравају кретање траке. Деле се на погонске, повратне, затезне, отклонске и одложне. Око спољашње површине бубња, обично се поставља додатна заменљива облога, ради повећања коефицијента трења између траке и бубња. Израђује се од специјалне гуме, дрвета, керамике, специјалних метала и.т.д. Ефикасност облоге знато се умањује ако се она запрља или овлажи. Специјална облога од обрађене - профилисане гуме поседује делимично способност самочишћења од блата и оцеђивања воде, кроз урезане жљебове.

Погонски бубањ представља радни орган транспортера са траком који преноси вучну силу са погонског мотора на траку и обично се поставља на крају транспортера. Најчешће се поред погонског бубња, код сложенијих конфигурација погона, постављају усмеравајући бубњеве ради усмеравања кретања траке, односно повећања обухватног угла траке око погонског бубња изнад 180 °С. Код ове врсте бубњева угао скретања и време савијања су углавном врло мали. Погонски бубњеве не врше само окретање траке на крају, већ истовремено преносе и обимну снагу, па зато се ови бубњеве облажу, што није увек случај код раније поменутих, облогом која обезбеђује висок коефицијент трења између траке и бубња.

У циљу повећања трења између траке и бубња, бубањ облажемо:

- специјалном гумом,
- гуменом траком,
- текстилом (тканином),
- дрветом,
- керамиком,
- металом и другим материјалима.

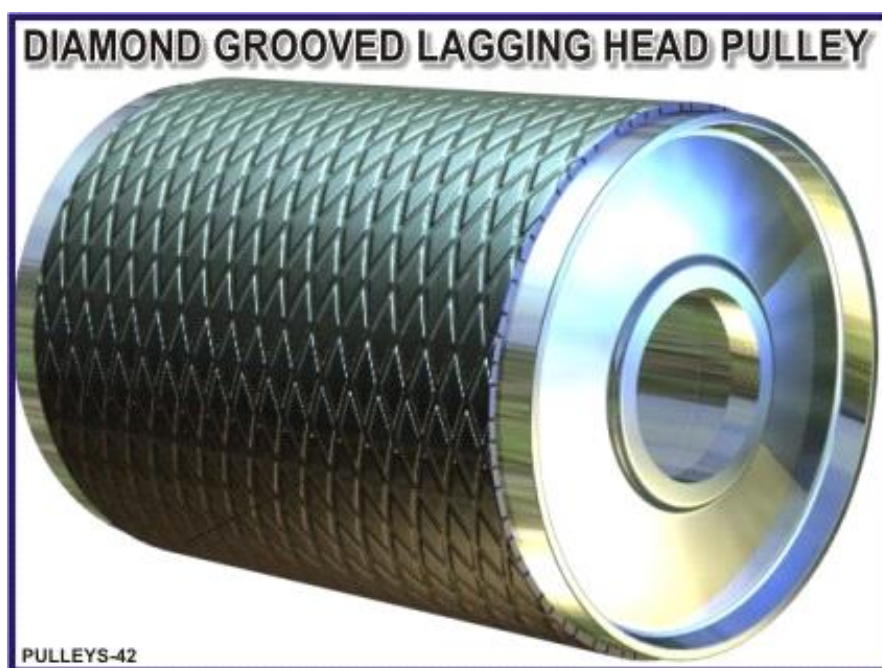
Дебљина облоге може да буде изузетно мала као код облоге нанете прскањем, а иде до дебљине која одговара дебљини гумене траке.

Уобичајени начини причвршћивања омотача и бубња су везе:

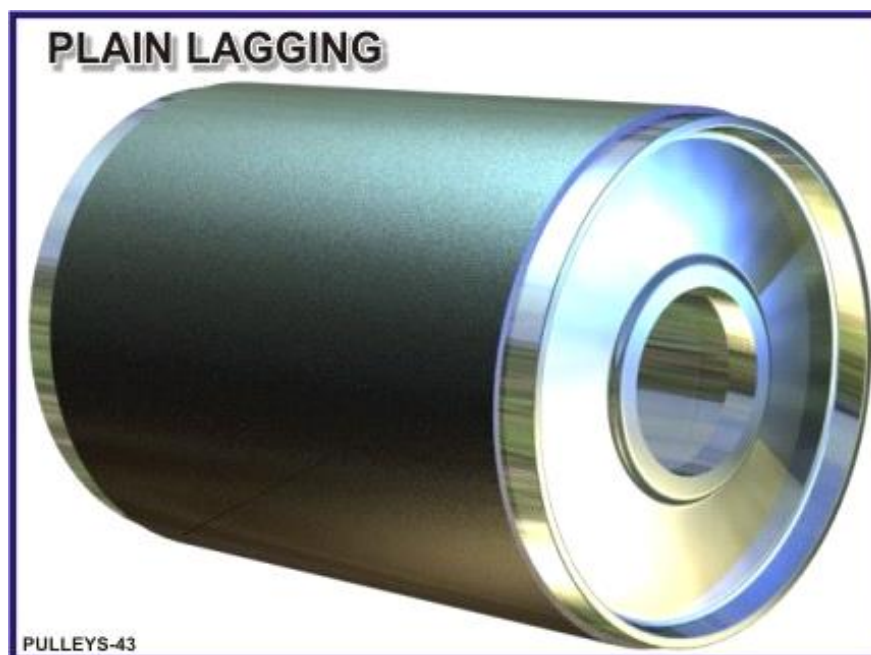
- завртњима,
- закивцима,
- лепљењем,
- вулканизацијом итд.

У тешким условима најбоља је вулканизирана облога, али топла вулканизација је могућа само у фабричким условима, што није увек могуће.

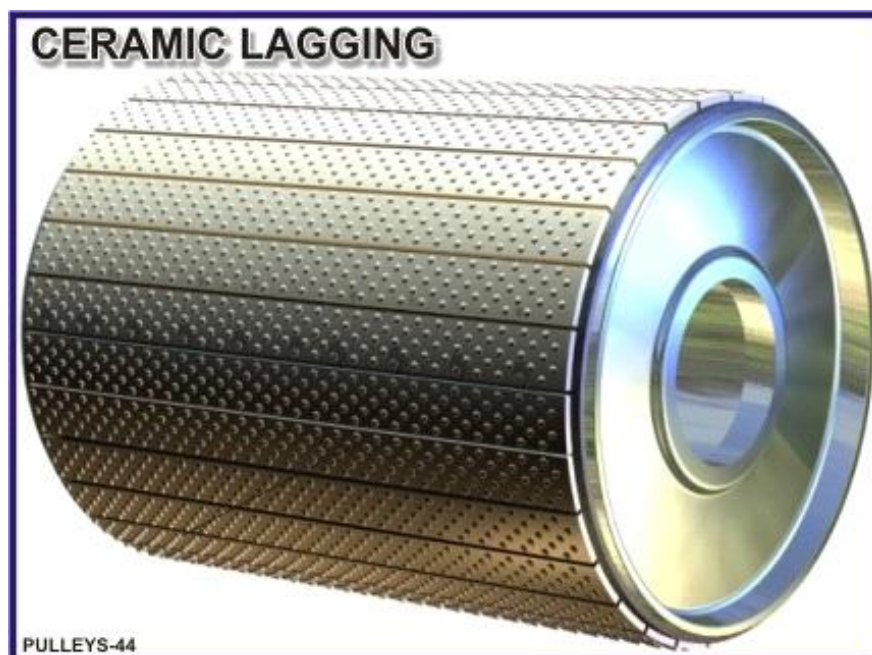
Облога учвршћена завртњима или навучена на омотач бубња има предност, јер се може заменити на месту употребе. Данас се највише користе облоге од специјалне гумене траке ширине 80 mm и дебљине 8 mm које се постављају спирално око бубња и лепе се на хладно, затим се по омотачу урезају жљебови. Специјалне гумене рељефне облоге поседују делимичну способност самочишћења од блата и оцеђивања воде кроз урезане жљебове који могу бити унакрсног или у облику слова V.



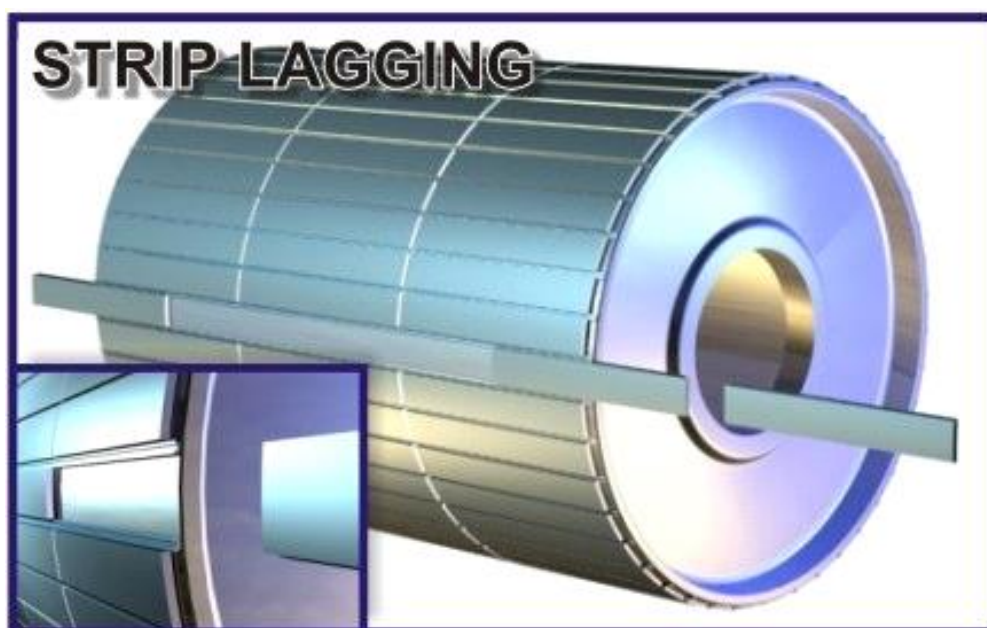
Слика 34 - Гумена облога са урезаним жлебовима [4]



Слика 35 - “Обична” гумена облога [4]



Слика 36 - Керамичка облога [4]



Слика 37 - Ребраста облога [4]

Облоге од текстила намотавају се на бубањ и лепе на хладно, а некад се и додатно закивају. Нарочито су погодне код рада транспортера у сувој средини.

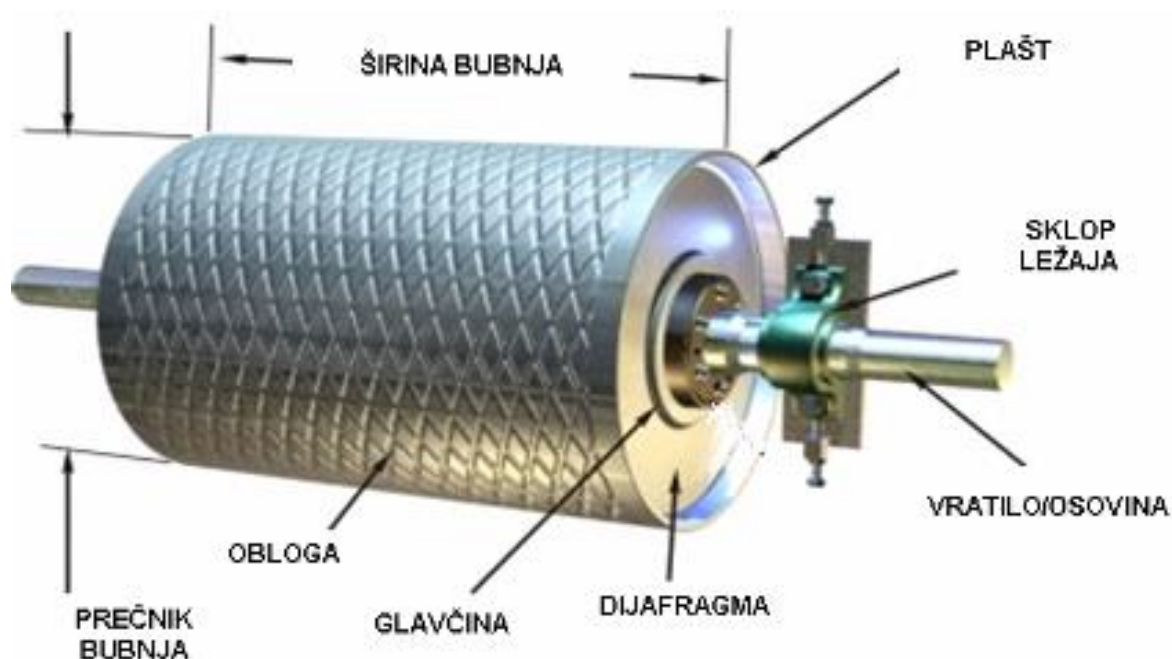
Керамичке облоге се израђују од дугачких, уских плоча које се уз остављање малих зазора између њих причвршћују завртњима уз бубањ.

Гумене облоге се причвршћују на бубањ вулканизирањем, што захтева фабричке услове рада. Данас су уведене гумене траке ширине око 80 mm и дебљине 8 mm које су у виду завојнице намотане на бубањ и лепе се на хладно, а после овога се урезају канали

кроз које се оцеђују вода и блато, нарочито при влажним временским условима. Све наведене облоге постављене око погонског бубња имају задатак да, поред побољшања коефицијента трења између траке и бубња, делују и као чистачи, као и да чувају омотач бубња од хабања.

Табела 9 - Коефицијент трења између погонског бубња и траке [4]

	Suv	Mokar	Vlažan i prljav
Glatki celicni bubanj	0,35 – 0,40	0,10	0,10
Gumena oblaka sa strelastim žljebom	0,40 – 0,45	0,35	0,25 – 0,30
Polietilen sa strelastim žljebom	0,35 – 0,40	0,35	0,20
Keramika sa strelastim žljebom	0,40 – 0,45	0,35 – 0,40	0,35



Слика 38 - Делови и димензије бубња [4]

Пожељно је да сви остали бубњеви имају исти пречник као и погонски да се не би више напрезали.

Главни делови бубња су:

- лежиште,
- паоци,
- метални и гумени омотач.

Омотач бубња је цилиндричан или испупчен (бураст) да трака не би скретала према ивицама бубња. Основни параметри бубња су пречник и дужина.

Пречник бубња је веома битан и треба га рационално бирати, а зависи од низа фактора :

- броја бубњева на једном транспортеру,
- локације транспортера (површинска или подземна),
- ширине траке,
- обухватног угла траке око бубња,
- ободне силе на бубњу и врсте траке ,
- специфичног притиска траке на бубањ,
- дужине транспортера и
- фреквенције напрезања на савијање траке.

7.2 КОЕФИЦИЈЕНТ ТРЕЊА БУБАЊ-ТРАКА

Коефицијент трења између траке и бубња зависи од стања додирних површина, врсте материјала, додирног дела бубња са траком, тврдоћом омотача трака, специфичног притиска траке на бубањ, брзине проклизавања траке, времена рада облоге и услова рада.

Величина коефицијента је врло различита и креће се у границама до $\mu=0.25$ за бубањ без облоге и до $\mu=0.35$ за бубањ обложен гумом. Гумена облога не изазива интензивно хабање доње гумене облоге транспортне траке. Облога од керамике не може се рационално користити јер се трака интензивно хаба, а уз то се облога брзо загрева и тиме губи своју функцију.

7.3 НАЧИНИ ГУМИРАЊА БУБЊЕВА

Учвршћивање додатне облоге на бубањ, врши се на више начина и то:

- хладним поступком,
- завртњима или закивцима,
- топлим поступком.

Гумирање бубњева на терену изводи се углавном хладним поступком, који се сматра нужним решењем. Атхезија која се остварује хладним поступком је 6-8,5 N/mm.

Наношење облоге завртњима или закивцима углавном се практикује за бубњеве са тежим условима експлоатације, а облога је обично израђена од керамике или специјалних метала. Најбољи начин наношења гумене облоге је топли поступак вулканизације. Атхезија која се остварује топлим поступком је од 15-20 N/mm. Топли поступак гумирања бубњева обавља се у фабрикама и у специјализованим радионицама.

7.4 ТОПЛИ ПОСТУПАК ГУМИРАЊА БУБЊЕВА

Овај поступак је састављен од следећих операција:

- припрема металног дела,
- наношење премаза за остваривање везе гума-метал,
- наношење гуме,
- вулканизација,
- профилисање облога и завршна дорада бубња за уградњу.

Припрема металног бубња је прва операција код гумирања бубњева топлим поступком и веома је важна за остваривање квалитетне везе гума-метал. По пријему бубња у фабрици врши се спаљивање преосталог старог дела гуме, да би могли извршити пескирање. Пескирањем се одстрањује корозија и повећава микро-рељефност, што је предуслов за добру везу гума-метал. Пескирање се врши металним опилцима или кварцним песком гранулације 0,3-1,2 mm.

По завршетку пескирања, са површине мора бити потпуно одстрањена механичка и хемијска нечистоћа. Тако припремљена површина спремна је за наношење премаза за везу гума-метал. Следећа операција је наношење премаза. Први премаз је хемосил 211 (сиви премаз) који се наноси четком. На хемосил 211 се наноси други премаз хемосил 220 (црни премаз). Оба премаза су врло запаљиве компоненте.

Овако припремљен метал под условом да не дође до механичког или хемијског прљања, може чекати поступак до 30 дана.

Наношење гуме је операција која почиње премазивањем метала и гуме лепком за топли поступак вулканизације. Након сушења лепка се наноси гума поступком "обмотавања"- гумена трака ширине 100 mm, дебљине 5 mm набацује се на бубањ. После набавивања првог слоја и премазивања истог лепком, наноси се други слој у дебљини 8 mm на исти начин. После наношења другог слоја гуме, посебно се мора водити рачуна да не остане ваздух у гуми или између метала и гуме.

Следећа операција је припрема за вулканизацију и састоји се у "бандажирању" гумене облоге платненом траком, специфичних особина која се претходно накваси а у току сушења скупља, а самим тим се повећава специфични притисак на гумену облогу у току вулканизације. Вулканизација се врши у аутоклавама у директној или индиректној пари. Параметри технолошке паре су притисак 5,5 - 6 bar-а и температура 150 ± 3 °C.

Време вулканизације је 40 - 65 мин зависно од величине бубња и дебљине гумене облоге. Након завршетка времена вулканизације из аутоклава се испушта пара, а бубњеви се задржавају још 30 мин ради стабилизације.

Платнена трака за "бандажирање" се скда са облоге после опадања температуре испод 80 °C. После периода стабилизације и хладјења бубња на температуру радне просторије приступа се профилисању гумене облоге. То подразумева израду жљебова различитог распореда, чија је улога побољшање самочишћења бубња. Поред профилисања, врши се и обрада гумених ивица под углом од 45° и стављање масти за подмазивање у кућишта на бубњу, уколико је био на гумирању заједно са њима.

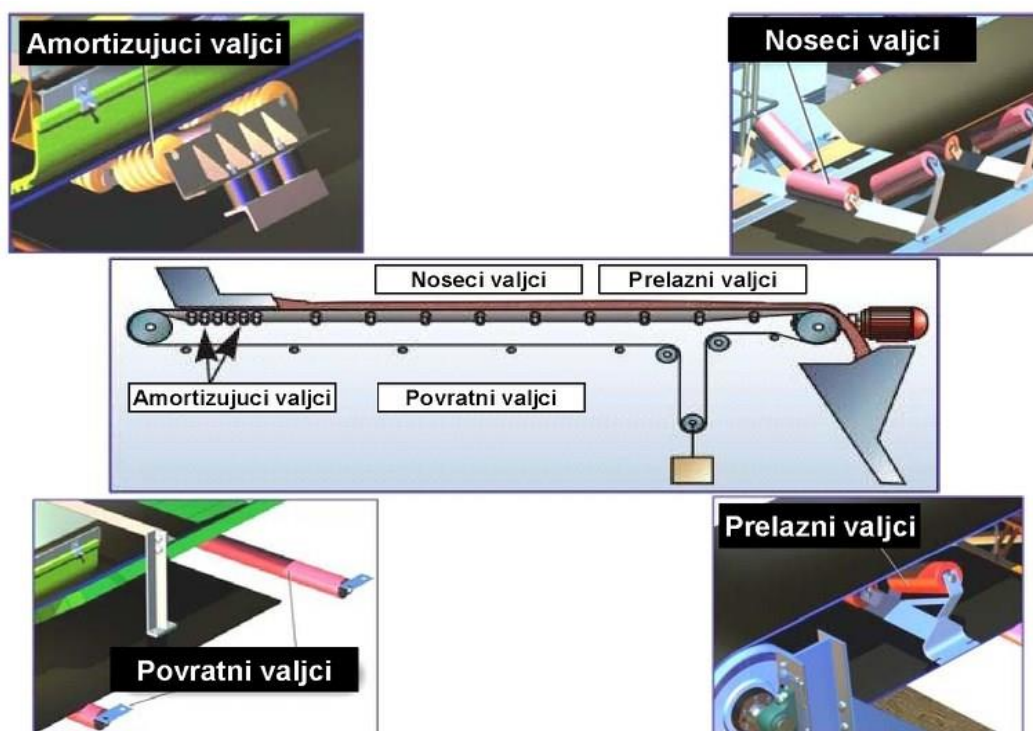
Овако урађен бубањ спреман је за уградњу на систем.

Табела 10 - Вредност коефицијента трења бубањ-трака [4]

Врста омотача бубња	Стање атмо- сфере	Коеф. трења μ	Вредности у целзијус степенима						
			180	210	240	300	360	400	450
			у радијанима						
			3,14	3,66	4,19	5,24	6,28	7,0	7,85
Сиви лив или челик	Врло влажна	0,10	1,37	1,44	1,52	1,69	1,87	2,02	2,19
Дрвен, или обложен гумом	Влажна	0,15	1,60	1,73	1,87	2,19	2,57	2,87	3,25
Сиви лив или челик	Влажна	0,20	1,87	2,08	2,31	2,85	3,51	4,04	4,84
Дрвен, или обложен гумом	Врло влажна	0,25	2,18	2,49	2,83	3,70	4,81	5,75	7,05
Сиви лив или челик	Сува	0,30	2,56	3,00	3,51	4,81	6,58	8,17	10,50
Дрвени омотач	Сува	0,35	3,00	3,61	4,33	6,27	9,02	11,62	15,60
Гумени омотач	Сува	0,40.	3,51	4,33	5,34	8,12	12,35	16,41	23,00

8. ВАЉЦИ (РОЛНЕ)

Ваљци транспортне траке су уређаји који служе за ношење траке на читавој њеној дужини са теретом или без њега, као и за усмеравање правца њеног кретања. Према намени деле се на: обичне или носеће и специјалне ваљке.



Слика 39 - Диспозиција ваљака на транспортеру [4]

Према броју носећих ваљака у слогу траке се деле на: равне код којих један ваљак носи целу ширину траке и ослања се на два крајња лежаја, користе се два, три и пет ваљака за траке ширине 2 метра и више. Трака належе на све ваљке и сви ваљци носе траку заједно са теретом. Могу бити изграђени од челика, ливеног гвожђа, гуме, пластичних маса итд. Код слога са три ваљка најчешће су сва три ваљка једнаке дужине. Ради равномерног оптерећења ваљака средњи ваљак може бити краћи или мало померен напред у односу на бочне ваљке. Бочни ваљци имају нагиб или 30° , а код широких трака 35° или 45° .



Слика 40 - Ваљци горњи носећи [4]

При транспорту љепљивих материјала као што су глина, хумус, лигнит и слично, на доње ваљке постављају се гумени прстенови ради спречавања лепљења за ваљке, чишћења траке и њеног мирнијег кретања.



Слика 41 - Ваљци доњи повратни [4]

У зависности од начина учвршћивања за носећу конструкцију све врсте ваљака деле се на фиксирани и еластични. У погледу конструкције код фиксiranог учвршћивања преовлађују две врсте: конструкција са учвршћеном осовином око које се окреће ваљак и конструкција са окретним цилиндричним рукавцем и учвршћеним лежајем. Први тип ваљака има следеће предности: незнатан отпор при окретању, мање је продирање прашине и влаге због малог пречника отвора за лежај, који се може лакше и боље затворити специјалним заптивачима, добро ротирају при мањим деформацијама и нетачностима носача, лако се замењују при оштећењу.

Тип ваљака са трајним подмазивањем показао се као најбољи. Други тип ваљака је јефтинији, али има следеће недостатке: захтева врло често постављање лежајева и врло брижљиву израду, при оштећењу једног лежаја или ваљка мора се вршити комплетна замена слога.

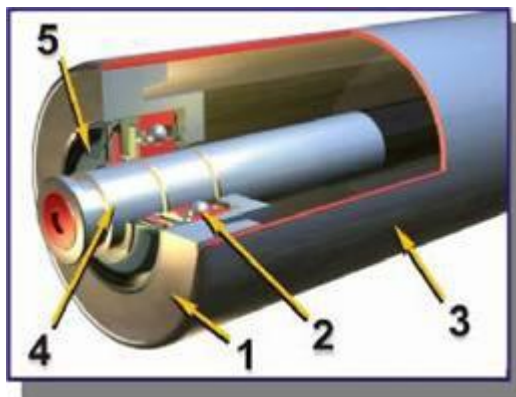
У погледу подмазивања постоје три типа ваљака: ваљци са периодичним подмазивањем и ваљци у којима мазиво траје колико и ваљак.

Према врсти лежајева деле се на ваљке са лежајевима котрљања (кугличне, ваљкасте и конусне) и лежајевима клизања. Заптивање лежајева може бити лабиринтско за велике брзине кретања, помоћу заптивних прстенова - за теже услове рада и мање брзине и комбиновано. Главни циљ заптивања је спречавање продирања прашине влаге и блата у лежајевима.

Еластично учвршћивање ваљака омогућава: померање носећих ваљака у вертикалној и хоризонталној равни чиме се ублажавају удари терета о ваљке; омогућава прилагођавање облика корита терету и оптерећењу; смањење отпора кретања траке; продужује радни век траке и ваљка; смањује просипање терета и умирује ход траке.

Постоје следеће конструкције:

- Носећи ваљци повезани у слог зглобним спојевима, који се вешају о круту носећу конструкцију или о носећу ужад,
- Носећи ваљци у слогу се налазе у еластичној осовини која се окреће заједно са њима,
- Носећи ваљци у слогу се налазе на еластичној осовини која се не окреће.



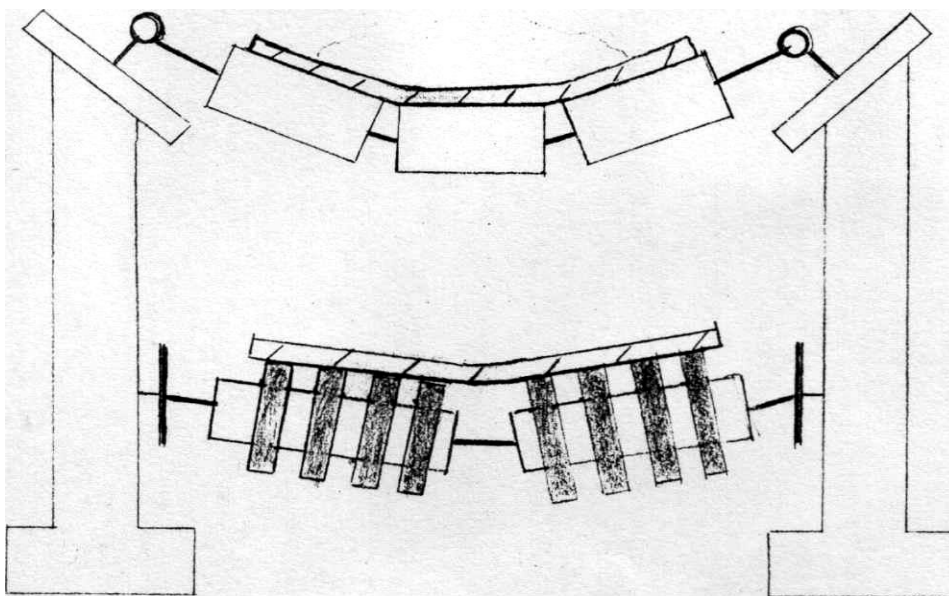
Слика 42 - Пресек ваљка; 1. чеони затварач, 2. лежај, 3. челична бешавна цев, 4. осовиница, 5. спољашње заптивање [4]

Слогови носећих ваљака са еластичном осовином захтевају само два лежаја, једноставне су конструкције и монтаже, имају велику еластичност итд. Но и поред наведених позитивних особина немају перспективу због великих отпора кретања траке. Висећи ваљци су покретљивији у правцу кретања траке услед дејства хоризонталних сила - нарочито при покретању из мировања што има за последицу повећање отпора кретања траке па се мора свести на минимум.

Битна предност ових ваљака у односу на фиксиране поред наведених су и следеће: замена оштећених ваљака и гирланди могућа је и за време рада транспортера, гирланде обешене о ужад раде са врло мало буке. При изради ваљака настоји се да буду што јефтинији, да имају што мањи пречник и тежину.

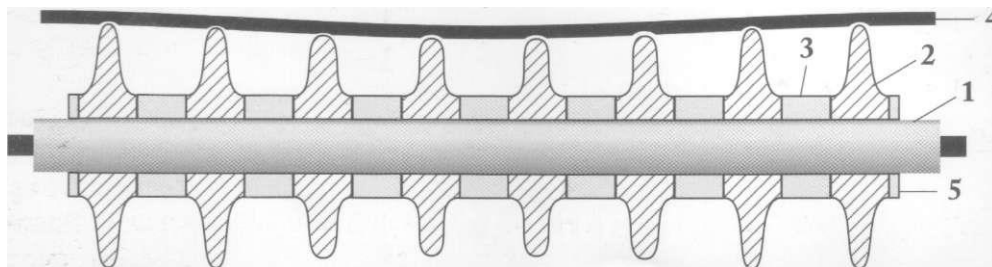
На површинским коповима, а и у рударству уопште, у примени је континуирани транспорт.

Поред гумених трака (повезаних преко погонских бубњева транспортера) највише се хабају делови са гуменом облогом. То су ваљци-ролне и велики ваљци-погонски бубњеви. Постоји више поступака и начина којима се по потреби може прибегнути гумирање глатких ролни и израда гумених прстенова за ролне са прстеновима.



Слика 43 - Део трачног транспортера (попречни пресек) [6]

На слици бр 43 је приказан изглед дела трачног транспортера. Део који односи транспортовани материјал се састоји од ролни које покреће трака (коју покреће погонски бубањ) и које су претходно обложене гумом. Повратни део садржи и гумене прстенове који су навучени на ролне и који служе за делимично чишћење трака (која је сада окренута у односу на горњи ниво за 180 степени) и за њено лакше покретање.



Слика 44 – Пресек челичне цеви са уграђеним гуменим клинастим прстеновима
1-челична ролна, 2-гумени клинасти прстен, 3-дистантни прстен, 4-транспортна трака,
5-осигурач, [9]

Сам облик коришћеног прстена зависи од врсте гумене траке која га покреће и од типа целог трачног транспортера, тако да се производе различити типови овог гуменог производа. Сама намена је понекад назначена у ознаци прстена (за транспортне траке, за глодаре одлагаче...).

Прстенови који су спремни за пуштање у производњу се на тапациране ролне навлаче механички од стране радника специјализованих за ту операцију. Пре тога се, такође механичким путем, скину стари, похабани гумени прстенови уз помоћ одређених преса.

Узроци њихове оштећености и похабаности могу бити разнолики. Најчешћи узрок је сама природа и начин експлоатације, где су у току рада изложени дејству разних механичких оштећења.

Као уобичајена последица таквог начина рада гумених прстенова је смањење спољашњег пречника и то до тренутка када је због тог смањења њихово даље коришћење неизводљиво. Тада они бивају замењивани новим.

У току рада трачног транспортера води се рачуна о несметаном одвијању преноса материјала, и уколико постоји потреба врши се измена оштећеног и хаварисаног дела новим већ припремљеним како не би долазило до непланираних застоја.

8.1 ТЕХНОЛОГИЈА ПРОИЗВОДЊЕ ГУМЕНИХ ПРСТЕНОВА

Годишње у "Колубара-Универзал"-у се произведе од 100.000-250.000 гумених прстенова различитих димензија и тежина.

Почетни материјал код производње гумених артикала је каучук који се меша са одређеним додацима и компонентама дајући сирову гуму смешу. Добијена гума смеша се у процесу вулканизације у алату обликује у одговарајући производ.

Гума је нашла примену и у заштити метала од дејства спољашње средине и штетних утицаја агресивних супстанци.

Најчешће се као основна сировина користи смеша, која се припрема на бази каучука насталог полимеризацијом стирена и бутадиена (YUKA 1500, BUNA S-3, ARKM-15, SKMS-30). Каучуку се у процесу умешавања смеше додају и остале компоненте које чине гуму и то у количини која је прописана рецептуром и у тачно одређеним процентуалним односима (рачунато на количину каучука). Те остале саставне компоненте су пунила, омекшивачи, активатори, убрзивачи, средства против старења. Умешавањем наведених компоненти по добијеној рецептури добија се смеша која има следеће физичко-механичке карактеристике:

тврдоћа 60±5 Sh
прекидна јачина..... 150 kP/cm² мин.
прекидно издужење.....300% мин.
хабање250 mm³-300 mm³

Када се гумена смеша на тај начин направи, у лабораторији се приступа испитивању и провери њених карактеристика. Уколико је гумена смеша жељених особина, транспортује се у погон за производњу артикала од гуме. У тим првим фазама производње алат за добијање конкретног производа бива припремљен и убацује се у пресу да би се загрејао у довољној мери. Сирови гумена смеша, донета на палетама, одсеца се на комаде који се убацују у двоваљак ради предгревања и извлачења потребних димензија (то се постиже монтирањем оштрих ножева на једном крају двоваљка и регулисањем размака између ваљака који се окрећу). Тако извучени гумени каишеви се ножем одсецају на комаде одређене дужине. Све потребне димензије су унапред задате и постоје у технолошким листама за сваки производ. Добијени комади толерантних мера се односе до пресе где их радник ставља у загрејани алат.

Загревањем у алату на повишеној температури и притиску, гума вулканизира добијајући трајни облик који се постиже њеним разливањем по шупљини калупа. У овом случају то је облик гуменог прстена.

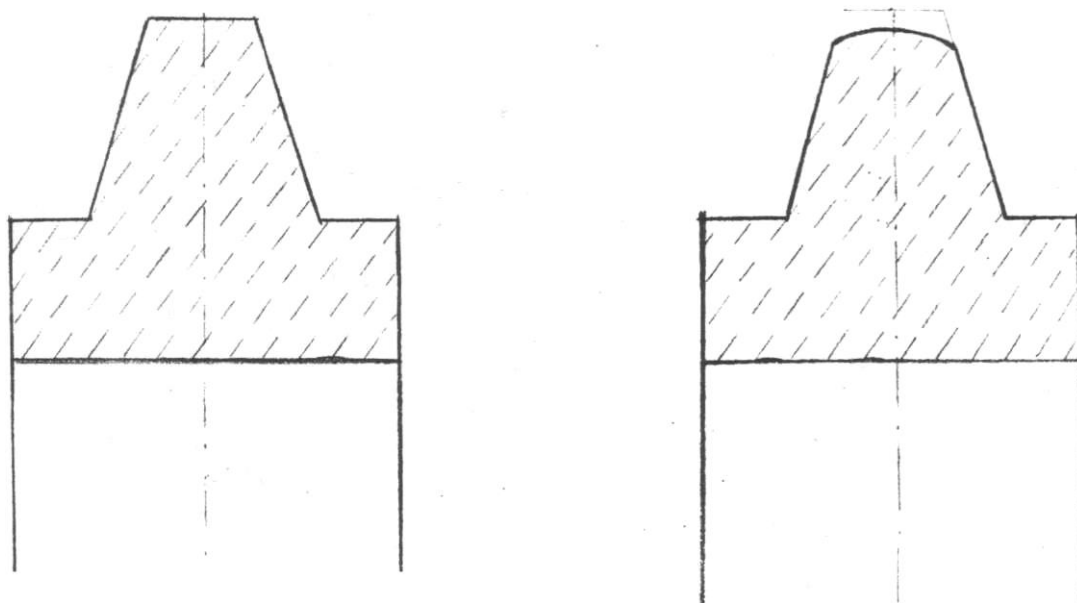
Као пример наведене су димензије припреме за производњу гуменог прстена Т-176/3b на којем су испробаване могућности регенерације.

- извлачење: 18 mm и дублирање
- сечење: 36x50x450 mm
- нето: 810 gr
- вулканизација: 15 минута

Већ постоје тенденције за увођењем нове технологије производње, која се огледа у томе да се за израду спољњег слоја прстена (који је у процесу рада у додиру са траком и који се највише хаба) користи гума мање тврдоће. Тај спољни слој је константне ширине и својом гипкошћу омогућава лакши и еластичнији контакт са траком која је у покрету. Унутрашњи слој прстена је од нешто тврђе гуме да би навлачење на ролне транспортера било што сигурније и без оштећења. Овај тип гуменог прстена је у процесу рада много издржљивији и дуготрајнији од досада израђиваних типова и његовој производњи ће се у будућности обратити већа пажња.

8.2 РЕГЕНЕРАЦИЈА ГУМЕНИХ ПРСТЕНОВА

У погону за производњу артикала од гуме, производи се више врста прстенова и то у зависности од потреба наручилаца. Прстенови се разликују по облику, димензијама, намени. Како је већ поменуто један од разлога коришћења гумених прстенова је тај што они олакшавају покретање транспортне траке. Услед таквог начина експлоатације јавља се и њихова специфична оштећеност која се огледа у постепеном неправилном смањењу спољашњег пречника до тренутка када они више не могу служити својој сврси и када морају бити замењени новим.



Слика 45 – Нов и стари гумени прстен ролне [6]

На слици 45 је приказан изглед новог прстена и прстена који је током времена и непрестаног коришћења и рада оштећен. Види се да је спољашњи пречник неправилно смањен због континуираног окретања и додиривања са транспортном траком која је у покрету.

Дакле, главни задатак регенерације је да се наношењем нових слојева гуме надогради истрошени део и да се поновном вулканизацијом у алату тај нови слој веже за остатак коришћеног прстена.

Прва фаза у том поступку је да се допремљени и употребљени прстенови очисте од блата и нечистоћа. Тако делимично очишћени ношени су на потпуно чишћење било пескирањем, било брушењем обода прстена. Очишћени прстенови су доношени у погон где су по ободу широким потезима премазивани слојем лепка ради бољег и лакшег везивања новог слоја гуме за стари део прстена. На тако припремљене прстенове наносиле су се траке гуме (дебљине 2 мм, ширине 20 мм и дужине приближне обиму прстена) до попуњења истрошеног дела посматрајући у односу на спољашњи пречник. Прстенови су потом стављани у алат ради вулканизације додатог дела и његовог везивања за остатак прстена.

После вулканизације у трајању од 15 минута, прстенови су вађени из алата (са димензијама нових прстенова) и отпремани су на поновно монтирање и употребу у склопу трачних транспортера.

9. ИСПИТИВАЊЕ ГУМЕНИХ ПРОИЗВОДА

Како на сталност квалитета гумених производа утичу спољни фактори, као што су светлост, температура, влажност, време трајања и др., као и то да њихов квалитет зависи од начина производње и полазних сировина, то за примену гуме се морају утврдити бројна својства преко хемијске, микроскопске и механичко-технолошке методе испитивања.

Посебна пажња мора се обратити на изборе узорака од којих се израђују епрувете који морају репрезентовати гумени производ. Исецање се изводи врло оштрим ножевима уз квашење водом да би се спречиле измене својстава гуме. Димензије узорака и њихов број одређује одговарајућим стандардима.

Стандарди за испитивање вулканизиране, природне и синтетичке гуме и њихових производа дају препоруке које су везане за припрему и стање узорка, односно епрувете, на пример:

Испитивање се изводи после 24 часа после вулканизације;

Складиштење узорака до тренутка испитивања одвија се у мрачној просторији најмање 12 часова (у ово време улази и време испитивања после 24 часа);

Правац осе епрувете у односу на правац ваљања гуме- "каландар" уобичајено је паралелан или управан, а изузетно и други;

Припрема узорака и израда епрувета се изводи брушењем финим абразивима (N°60 до N°80, ЈУС К.П0.091) помоћу брусне плоче пречника 152,4 mm, са бројем окретаја $n = 1400$ o/min, без загревања. При исецању епрувете из узорка препоручује се употреба сапуна да би се добиле равне и глатке ивице;

Минимални број епрувета је одређен према одговарајућим стандардима, а креће се најчешће мин. 3 епрувете;

Епрувете на којима ће се изводити испитивање морају бити одређеног облика и димензија, са глатким и равним површинама, без видљивих недостатака. Најповољније је резање епрувета у једној операцији, са ножевима посебне израде, уз коришћење сапуна.

Мерење димензија епрувета мора се обављати одговарајућим мерним инструментима, са тачношћу 0,05 mm, а да притисак не сме да пређе 0,05 МПа.

У фази припреме неопходно је извести кондиционирање, уједначење стања гуме у току одређеног времена. Стандарди препоручују одређени третман пре испитивања гуме, а који се састоји од држања епрувета за испитивање на одређеној температури, при одређеној влажности, у току одређеног времена, табела 11.

Табела 11 - Услови кондиционирања - стандардна атмосфера [8]

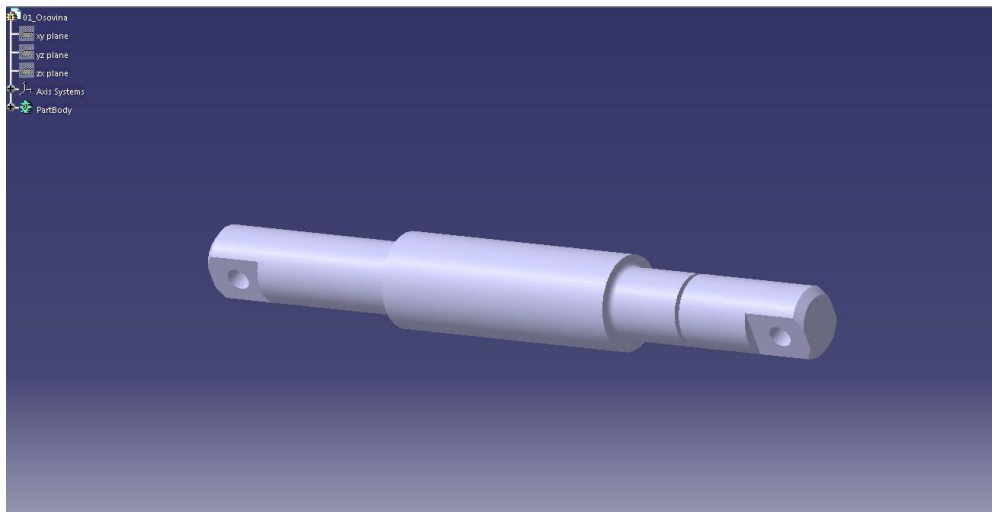
Атмосфера	Третман	Температура (°C)	Влажност (%)	Време (h)
А	1	20	65	88-94
	2	23	50	
	3	27	65	
В	1	20	Температура околине	>3
	2	23		
	3	27		
С	-	Околине	-	-

Табела 12 - Стандарди за физичка и механичка испитивања [8]

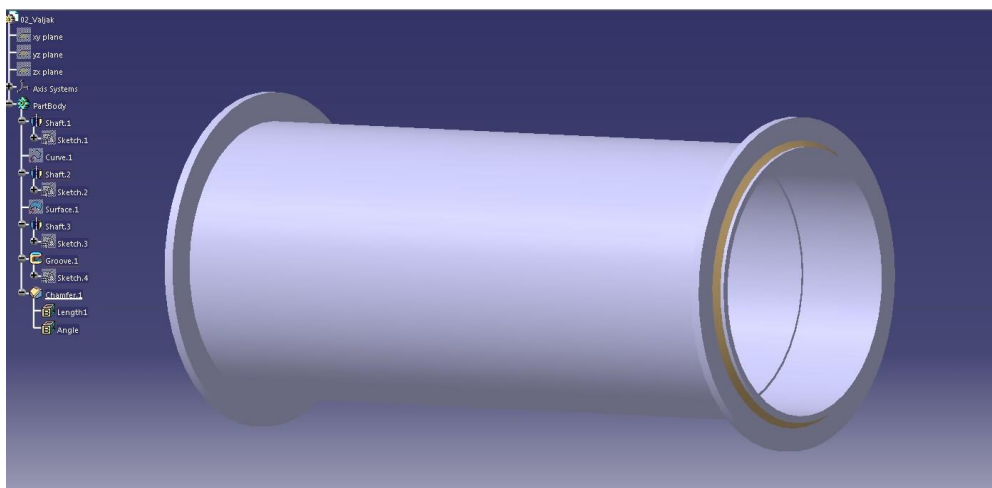
Испитивана карактеристика	JUS G.S2
Испитивање вештачког старења	126
Одређивање релативне густине	123
Одређивање затезне чврстоће и издужења	127
Одређивање расцепне силе	121
Одређивање цепања иглом	122
Одређивање трајног издужења	124
Одређивање трајне деформације	130
Одређивање одбојне еластичности	131
Одређивање отпорности на хабање	301
Одређивање тврдоће по Шору (A i D)	125
Одређивање трајне деформације при датом оптерећењу	134
Одређивање кртости гуме на сниженим температурама	137
Одређивање тврдоће IRHD	143

10. ПРИМЕР МОДЕЛИРАЊА ВАЉКА СА ГУМЕНОМ ОБЛОГОМ

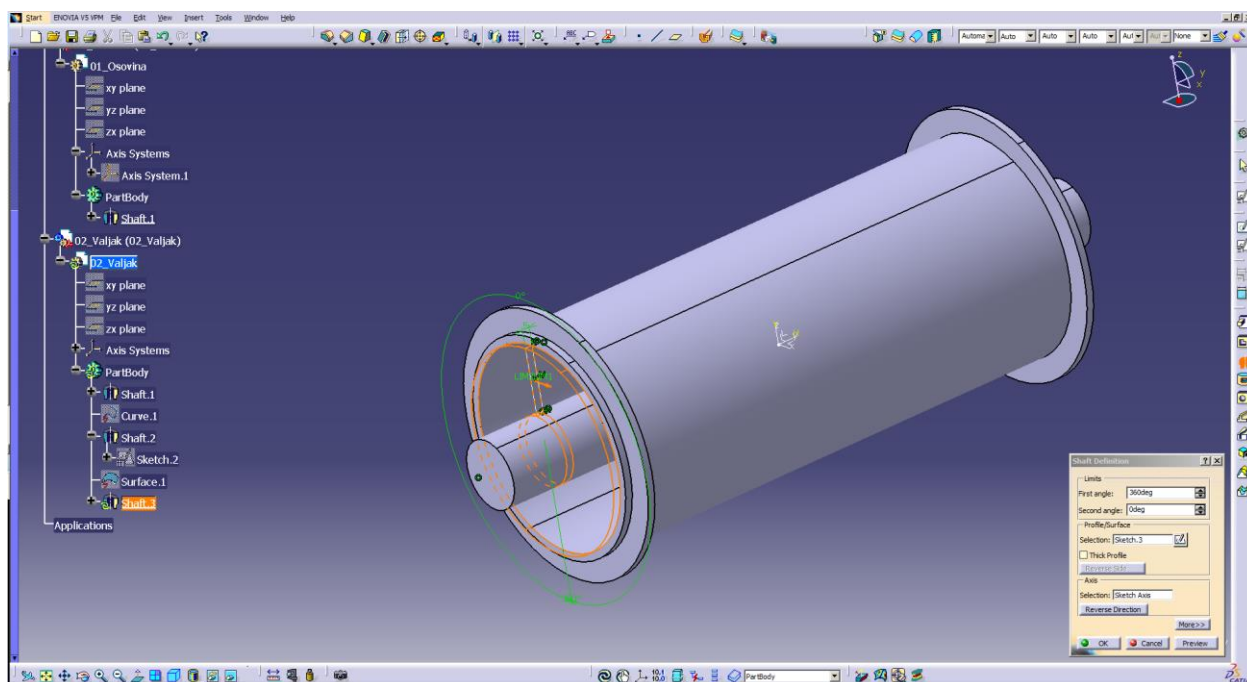
Моделирање ваљка са гуменом облогом урађено је у програму Catia. Представљена је амортизациона ролна која се користи испод траке на усипном месту како би својим гуменим прстеновима заштитили траку од оштећења приликом упада материјала. Тако преузимају оптерећење које настаје при упадању материјала и оптерећење тежине материјала на траци. На следећим сликама је приказан детаљно изглед амортизационе ролне.



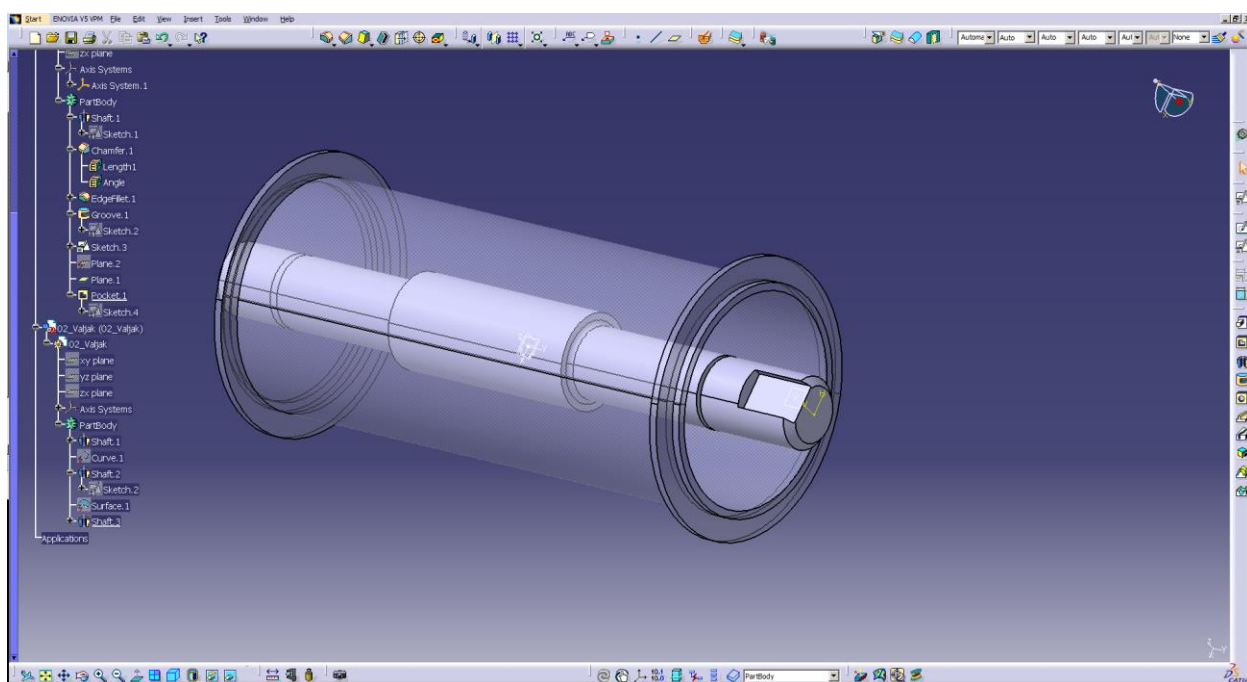
Слика 46 – Осовина ролне



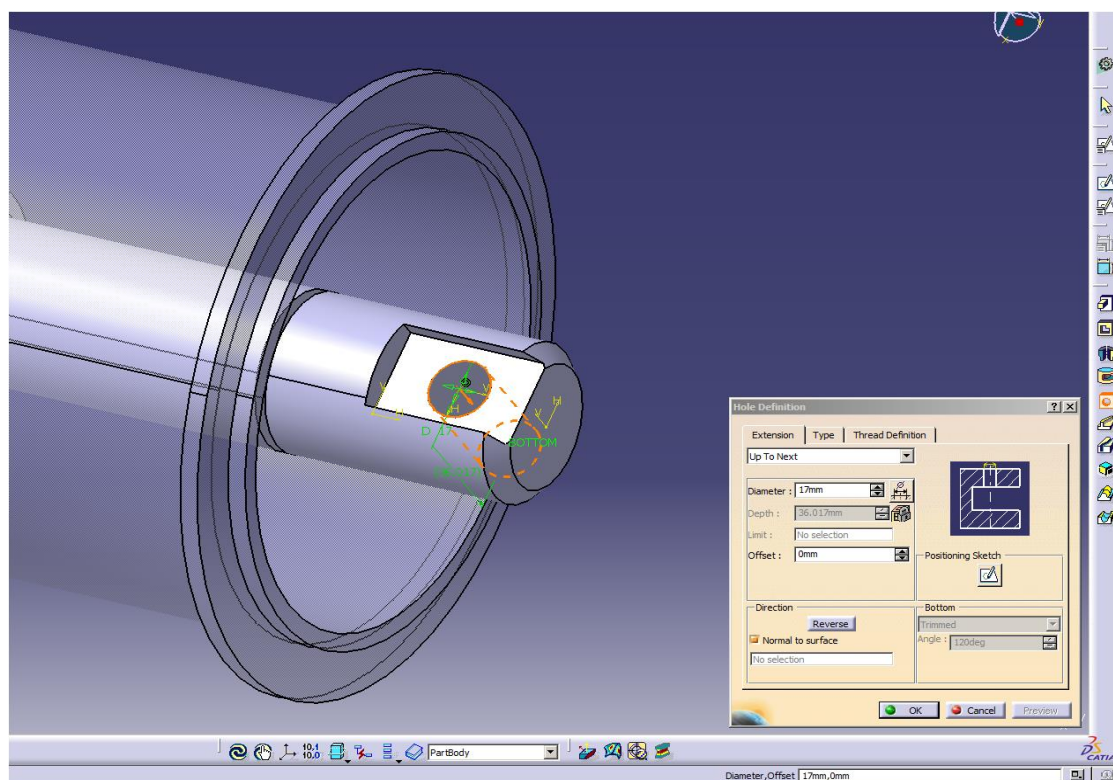
Слика 47 - Тело ролне



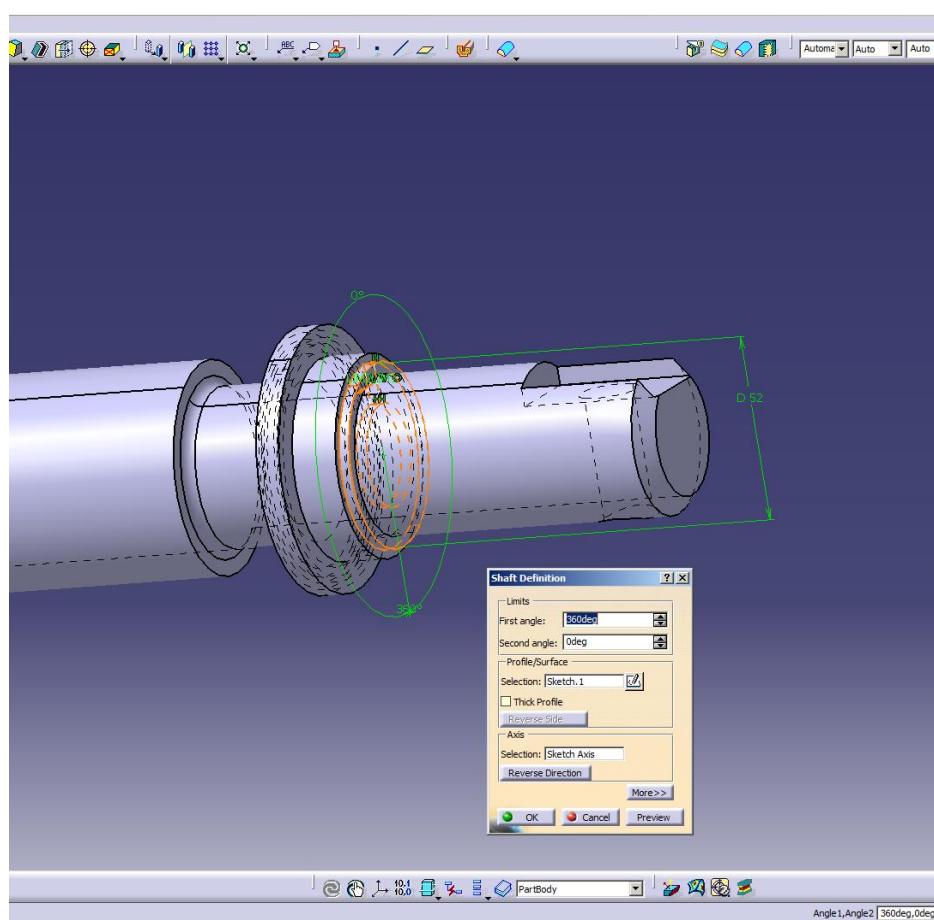
Слика 48 – Склоп осовине и тела ролне



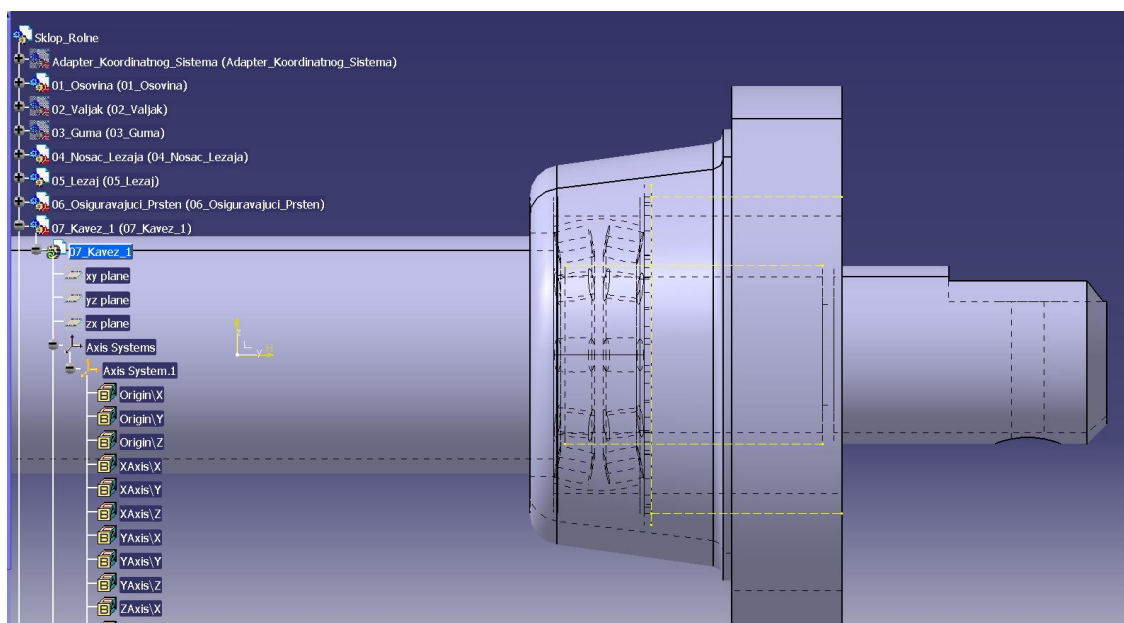
Слика 49 – Склоп осовине и тела ролне са приказом осовине у целости



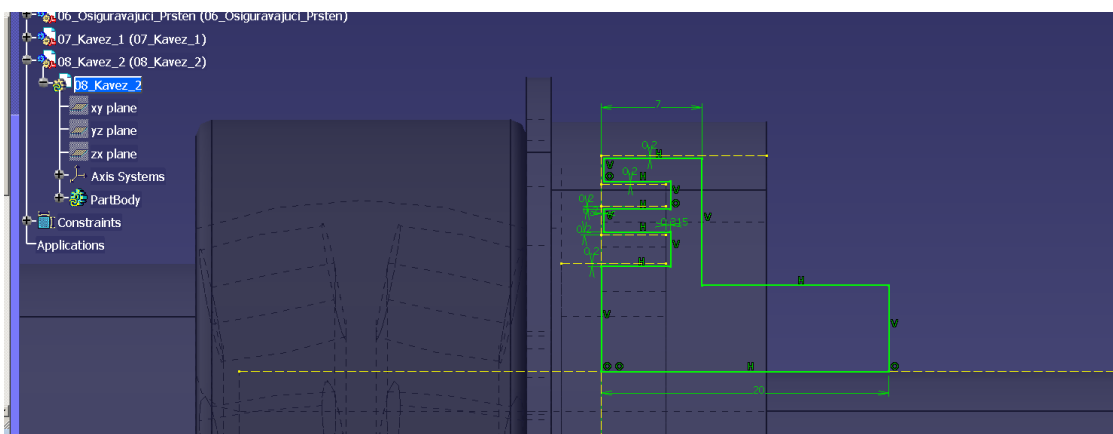
Слика 50 – Детаљ ожељбени део осовине са избушеном рупом за везивање



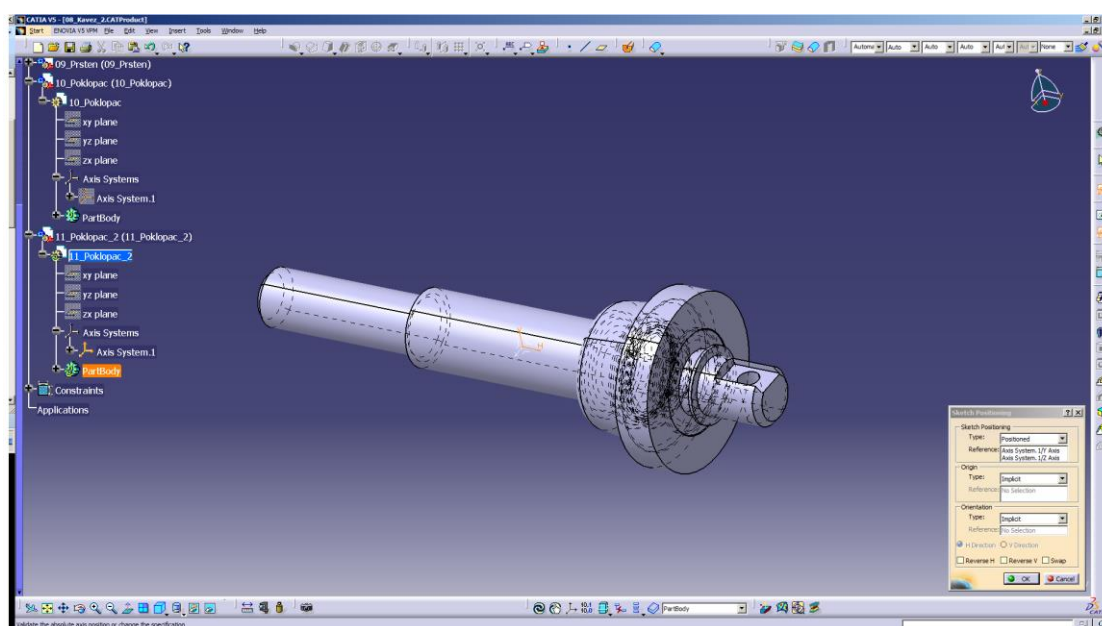
Слика 51 – Одстојни прстен



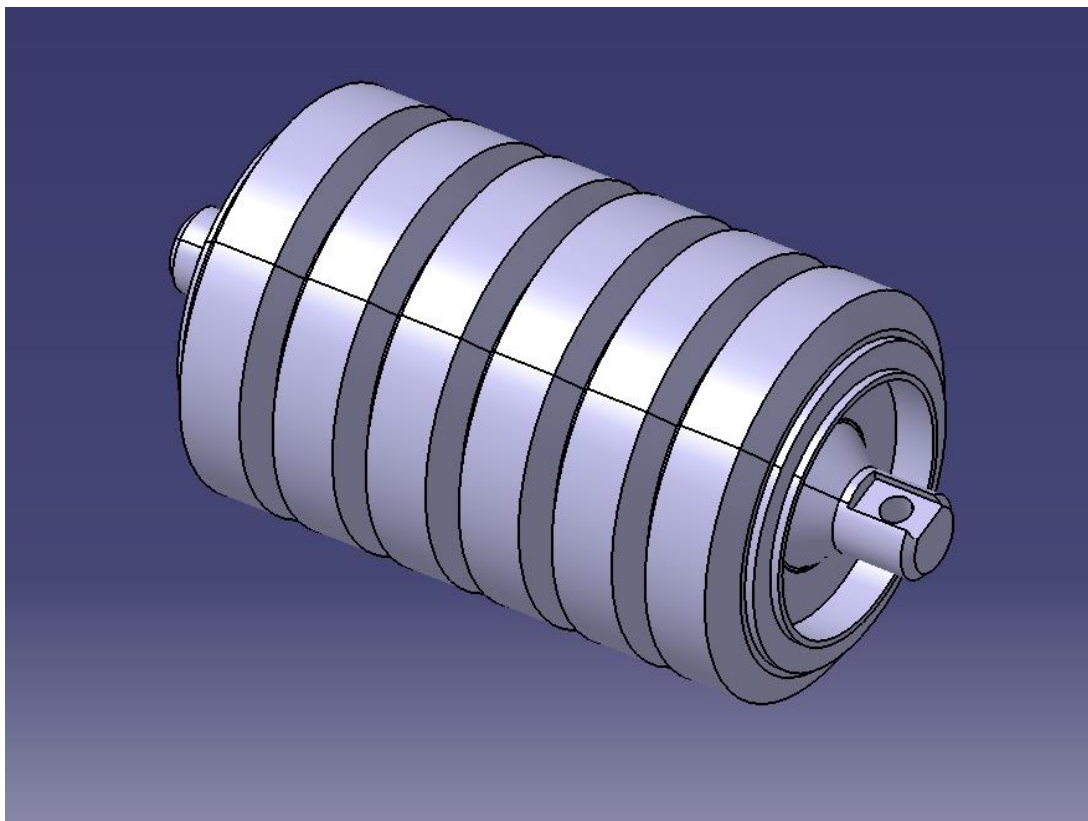
Слика 52- Положај лежаја унутар ролне



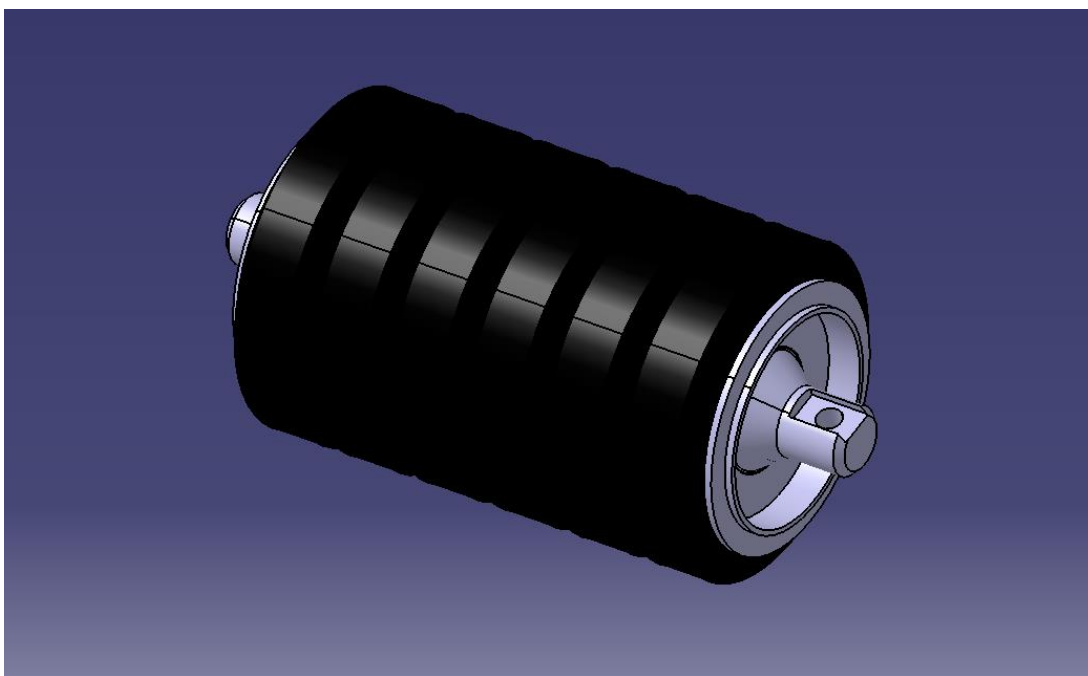
Слика 53– Лабиринтски прстен у склопу



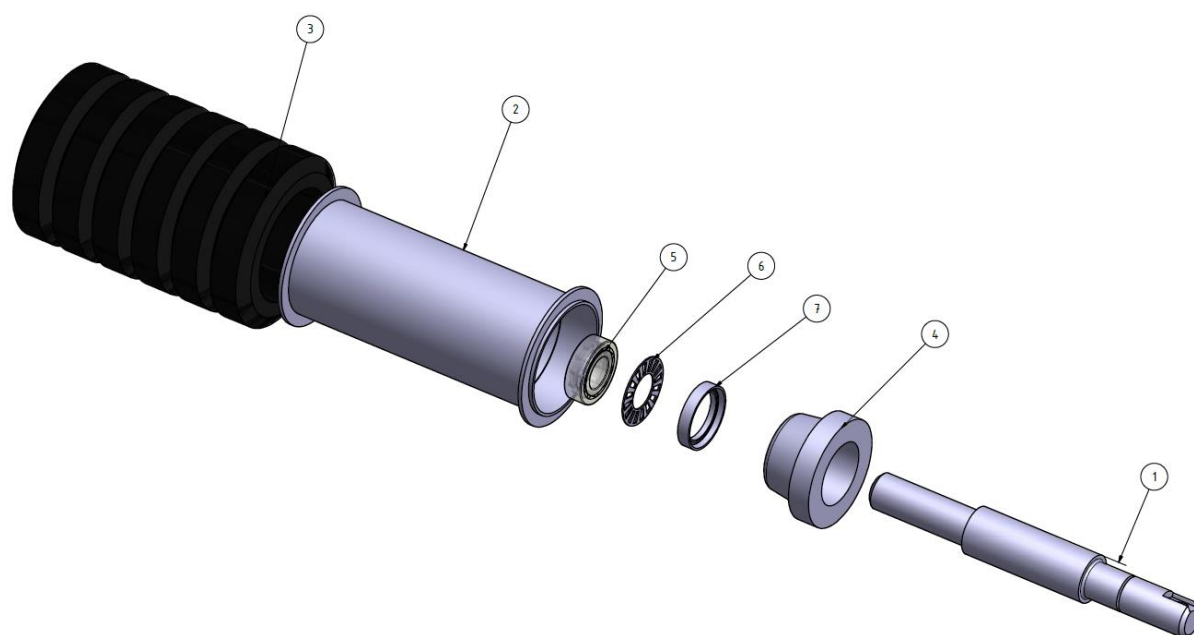
Слика 54 – Приказ свих делова на осовиници са једне стране ролне



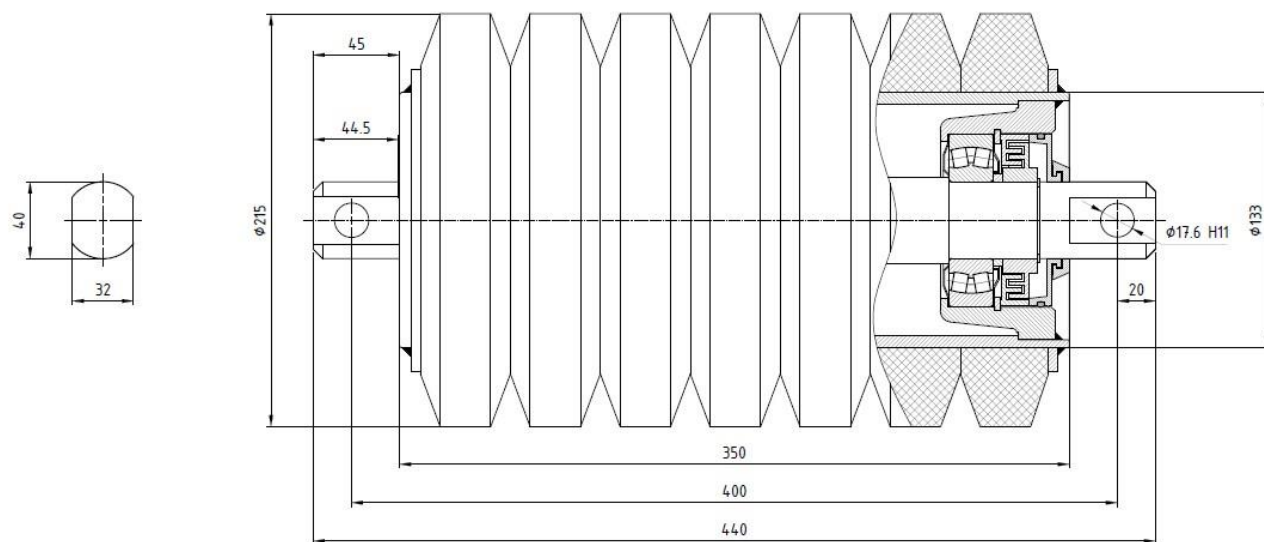
Слика 55– Склоп амортизационе ролне



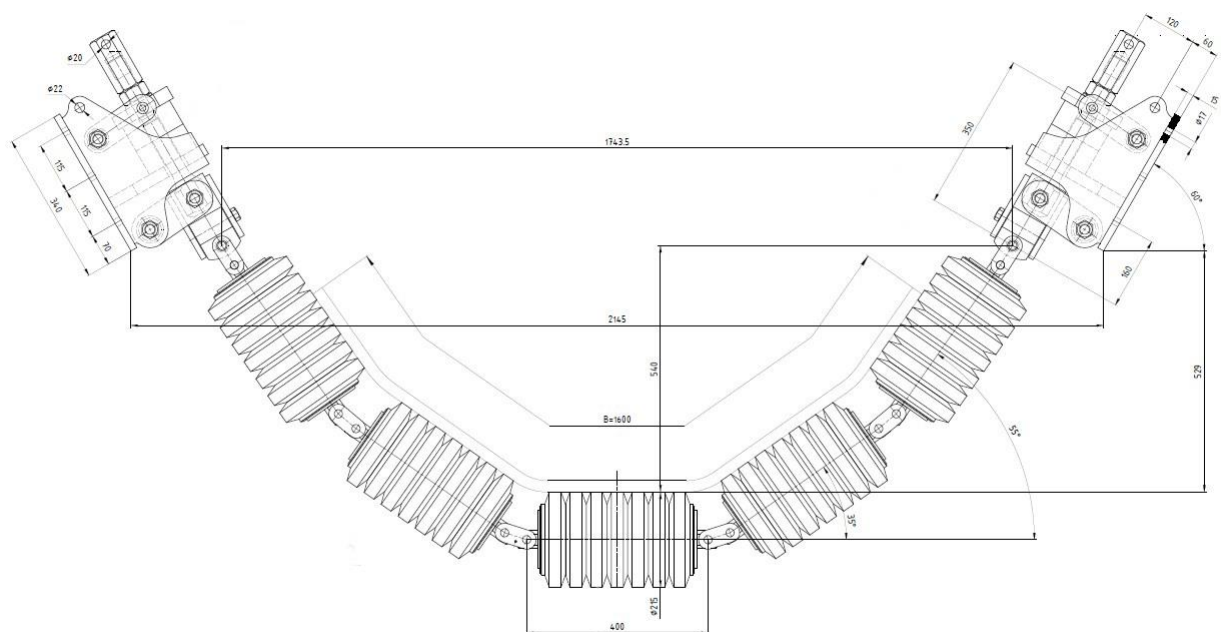
Слика 56 - Склоп амортизационе ролне са јасном приказаном гуменом облогом



Слика 57 – 1) Осовиница; 2) Тело ролне; 3) Гумена облога; 4) Граничник; 5) Лежај;
6) Лабиринтски прстен; 7) Одстојни прстен;



Слика 58 – Технички цртеж амортизационе ролне



Слика 59 – Слог амортизационих ролни приказан у стандардној форми у примени на површинским коповима

11. ЗАКЉУЧАК

Процес производње транспортних трака одвија се у зависности од врсте језгра примењеног у транспортној траци (челична ужад, платнена, арамидна). Код производње транспортних трака, где се као материјал за израду језгра примењују челична ужад није потребна претходна припрема, за разлику од транспортне траке где се као материјал за израду језгра користи платно и арамид неопходно га је претходно подвргнути процесу импрегнације и гумирања, што процес производње чини сложенијим и дужим.

Фаза конфекционирања транспортне траке са платненим језгром је сложенија услед постојања већег броја уложака у језгру, којих може бити и до девет, док код транспортних трака са језгром од челичних ужади је само један уложак.

Вулканизација је последња фаза процеса производње, при чему трака односно гума добија своја еластична својства. Време трајања вулканизације зависи од дебљине траке, температуре и врсте примењених еластомерних смеша.

Спајање транспортних трака је поступак, који се примењује приликом монтаже транспортне траке, као и приликом скраћења и продужења транспортера и отклањања оштећења на траци.

У раду сам описао поступке:

Спајања транспортних трака механичким путем и спајања хладним поступком која се примењују за платнене транспортне траке и спајања топлим поступком (вулканизација) која се примењују за све типове транспортних трака.

Примена гуме у рударству везана је поред трачних транспортера за облагање бубњева, израду ролни и багерских кашика.

Својим особинама гума омогућава повећање коефицијента трења измедју траке и бубња, чиме се постиже већи коефицијент искоришћења вучне силе, док код багерских кашика онемогућава лепљење материјала што доприноси одржавању жељене запремине багерских кашика.

ЛИТЕРАТУРА

1. Богдан Недић: Технологија прераде пластичних маса, Машински факултет Крагујевац, Крагујевац 2008.
2. Недић Б., Ђукић В.: Пластичне масе, Машински факултет Крагујевац, Крагујевац 2004.
3. Драган Игњатовић: Транспортне траке, Рударко геолошки факултет, Београд
4. Драган Игњатовић: Рударске машине, Рударко геолошки факултет, Београд 2011.
5. Еурогума-каталог
6. Вулканизирање транспортних трака (технолошки поступак) - РБ Колубара
7. Вулкан гума-белт – Каталог гумених производа 2011.
8. Бојан Симић: Дипломски рад - Пројектовање алата за израду делова од гуме, Крагујевац 2006.
9. Вулкан гума-белт – Каталог гумених производа 2011.
10. Упутство за лепљење транспортних трака – Тигар
11. <http://www.metalx.rs/> ; датум приступа септембар 2014.
12. <http://www.svenskagummi.se/repairation.html>; датум приступа септембар 2014.
13. <http://www.gradst.hr/Portals/9/docs/katedre/Gradjevinski%20materijali/web/POLIMERNI%20%20MATERIJALI.pdf>; датум приступа септембар 2014.