

**Факултет инжењерских наука
Универзитета у Крагујевцу**

Игор Д. Антић

**Прорачун тракастог транспортера за
транспорт насипног материјала
мастер рад**

Крагујевац, 2014.

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Мастер академске студије

Модул: Машинске конструкције и механизација

Предмет: Транспортни уређаји и машине

Број индекса: 348/2012

Игор Д. Антић

Прорачун тракастог транспортера за транспорт насипног материјала

мастер рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. **Др Ненад Милорадовић, доцент - ментор**

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог мастер рада кандидат треба да:

- Истакне улогу и област примене тракастих транспортера као значајних уређаја непрекидног транспорта.
- Усвоји тракасти транспортер за транспорт насипног материјала у оквиру предузећа „Транскоп“ и наведе основне конструктивне елементе предложеног решења.
- Изврши прорачун отпора, силе затезања траке, вучне силе и снаге погонског мотора.
- За предложено решење прикаже одговарајући CAD модел и у складу са могућностима спроведе израду и монтажу елемената транспортера.

Полазни подаци:

- транспорт сепарисаног шљунка,
- капацитет транспорта: $Q = 90 \text{ t/h}$,
- дужина деонице: $L = 13 \text{ m}$,
- под нагибом: $\beta = 20^\circ$.

Препоручена литература:

- [1] Гашић, М., *Транспортни уређаји – непрекидни транспорт*, Машински факултет, Краљево, 1997.
- [2] Тошић, С., *Прорачун машина непрекидног транспорта и дизаличних уређаја*, Машински факултет, Београд, 2001.
- [3] Тошић, С., *Транспортни уређаји - Механизација транспорта*, Машински факултет, Београд, 1999.
- [4] Дедијер, С., *Основи транспортних уређаја*, Београд, 1989.
- [5] Јевтић, В., *Транспортне машине - за насипне и комадне терете са непрекидним начином рада*, Ниш, 2001.

Крагујевац, 07.03.2014.

ментор:

Др Ненад Милорадовић, доцент

Резиме

У оквиру рада приказан је историјски развој тракастих транспортера где се говори о тракастом транспортеру као једном од основних уређаја за транспорт различитих врста материјала са једног места на друго уз минималне трошкове.

Усвојен је тракасти транспортер за транспорт насипног материјала, односно шљунка у фирми „Транскоп“ где се јавио конкретан проблем у транспорту материјала. Извршен је детаљан прорачун тог тракастог транспортера по постављеним захтевима у погледу димензија и потребног капацитета транспорта. На основу прорачуна извршен је избор погонског уређаја тракастог транспортера, односно одговарајућег електро мотора. Према димензијама добијеним прорачуном извршено је моделирање комплетног тракастог транспортера са приказом склопног техничког цртежа модела. У завршној фази рада је приказана израда елемената тракастог транспортера у сопственој радионици фирме „Транскоп“, као и монтажа комплетног транспортера на сепарацији шљунка и песка.

Кључне речи: транспортна трака, тракасти транспортер, шљунак

Abstract

Historical development of belt conveyors as some of the main devices for transport of various materials from one place to another at minimum cost is presented in the paper.

A belt conveyor for transport of the filling material and gravel was adopted, "Transkop" company that has reported a specific problem in the transport of materials. Detailed calculation of the belt conveyor according to the set requirements in terms of size and the required transport capacity was conducted. Based on the calculation, the belt conveyor's drive unit - corresponding electric motor was selected. According to the dimensions obtained by calculation modeling of the complete belt conveyor was carried out along with a technical drawing showing the complete model. In the final stage, manufacturing of the belt conveyor's elements in the workshop of "Transkop" company was shown, as well as the complete assembly of the conveyor on the separation of gravel and sand.

Key words: conveyor, belt conveyor, gravel

Садржај

1. Увод.....	1
2. Подела и области примене тракастих транспортера	4
3. Функционални елементи тракастих транспортера	5
3.1. Транспортна трака.....	5
3.2. Добоши тракастих транспортера	9
3.3. Носећа конструкција	10
3.4. Погонски механизам	11
3.5. Утоварни и истоварни уређаји.....	12
4. Основне карактеристике насипних материјала и гумених трака тракастих транспортера.....	16
5. Решавање конкретног проблема за транспортом насипног материјала у фирми „Транскоп“	27
5.1. Историјат и врсте делатности	27
5.2. Систематизација фирме и подела на радне јединице	28
5.3. Радна јединица сепарације шљунка и песка.....	28
5.4. Нова линија са дробиличним постројењем.....	30
6. Прорачун тракастог транспортера за транспорт насипног материјала у фирми „Транскоп“	32
6.1. Ширина траке транспортера	33
6.2. Гранулометријски састав.....	34
6.3. Дебљина траке транспортера	34
6.4. Погонска маса гуме траке и материјала.....	35
6.5. Маса покретних делова транспортера (ваљака).....	35
6.6. Пречник ваљка.....	35
6.7. Претходни прорачун	36
6.8. Прорачун отпора, вучне силе и снаге погонског мотора	38
7. Моделирање тракастог транспортера за транспорт насипног материјала у фирми „Транскоп“	46
8. Израда и монтажа тракастог транспортера насипног материјала у фирми „Транскоп“	55
9. Закључак	64
Литература.....	65

1. Увод

Тракасти транспортери представљају веома битан фактор при транспорту робе и материјала у савременој индустрији. Они се користе за транспорт различитих врста материјала из једног у други процес производње. Њихова важност веома често је занемарена с обзиром на њихову високу поузданост у раду и веома ретке кварове.

Људи се користе основама тракастих транспортера хиљадама година уназад. Древни народ је првенствено коришћењем балвана као ваљака, транспортовао тешке терете као што су камени блокови за израде палата и храмова.

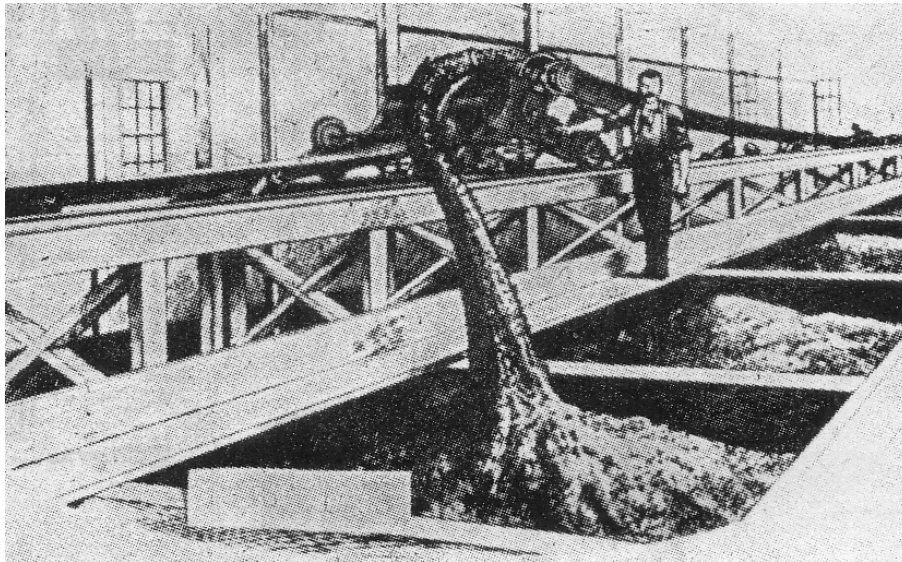
Први тракасти транспортери били су веома једноставни, састојали су се из ваљака и транспортне траке која се кретала по њима. Такви тракасти транспортери су били веома заступљени за транспорт растреситог материјала. Траке су у то време биле израђене од коже или различитих врста гуме [1].

Примена тракастих транспортера у двадесетом веку постаје све шира и конструкција самих транспортера се стално унапређује и побољшава, тако да они постају један од основних делова сваке индустрије. Након откривања електрицитета и израде првих електро мотора, омогућена је израда тракастих транспортера за транспорт материјала и превоз људи у различитим условима и на различитим даљинама, па чак и до пар километара раздаљине (слика 1.1.).



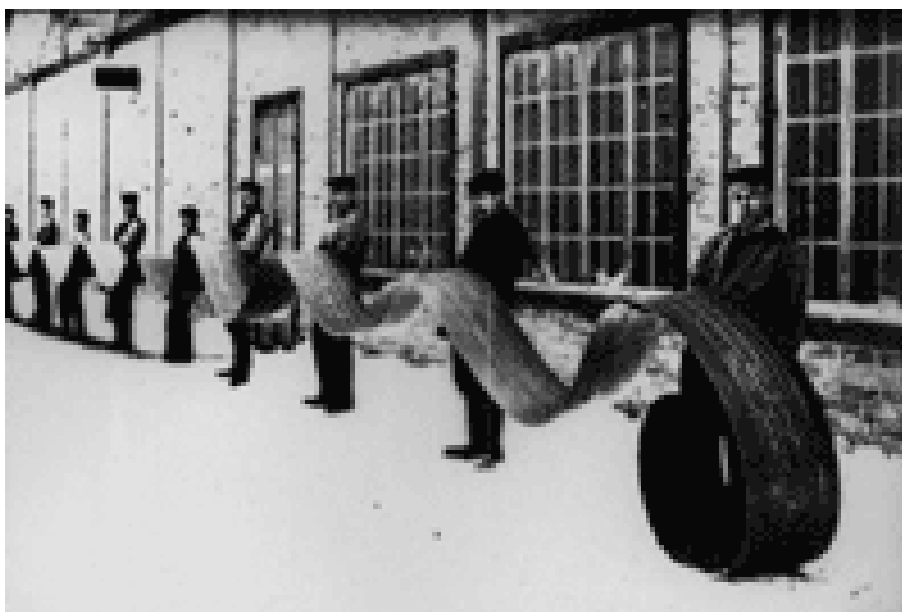
Слика 1.1. Тракасти транспортер дужине преко 15 km [2]

Историја тракастих транспортера настаје у другој половини 17. века од када они постају један од основних уређаја за транспорт материјала. Ови први транспортери, били су врло примитивни и састојали су се од кожне или платнене траке која се кретала преко равне дрвене платформе или преко дрвених ваљака. Тракасти транспортери су у почетку били коришћени само за транспорт врећа на кратке удаљености, али како се развијала њихова конструкција тако су и они постајали све поузданији па су почели да се користе и за транспорт и тешких терета (слика 1.2.).



Слика 1.2. Тракасти транспортер из 1840. године [1]

Развојем технологије, уместо дрвета масовно је почео да се користи метал, посебно челик, који је био отпорнији и трајнији, чак и на вишим температурама. У компанији Сандвик 1901. године, почела је да се производи челична транспортна трака (слика 1.3.).



Слика 1.3. Челична транспортна трака у компанији Сандвик [1]

Од тог периода се истражују нови материјали, лакши и јефтинији, али они не могу задовољити отежане услове рада па се због тога и даље користе челични елементи.

Хенри Форд је 1913. године у свом погону увео монтажну линију на основи транспортне траке, за монтажу аутомобила, што је знатно убрзало процес производње (слика 1.4.). Време монтаже шасије аутомобила је са 12 сати и 30 минута скраћено на 2 сата и 40 минута, а од 1914. године и на 1 сат и 30 минута. Зато су у наредним годинама и остали произвођачи аутомобила почели са употребом монтажних транспортних трака у својим производним погонима.



Слика 1.4. Монтажна линија транспортне траке у погону Хенри Форда [1]

Првом половином 20. века тракасти транспортери постају уобичајена транспортна средства и због тога се и њихова конструкција из године у годину усавршава. Транспортери великих дужина се примењују чак и данас у великим индустријама као што су рудници, луке... Најдужи тракасти транспортер се налази у Западној Сахари и дуг је 100 километара.

Велика прекретница у развоју тракастих транспортера било је увођење синтетичких транспортних трака, што је почело у току другог светског рата услед несташнице природних материјала. Данас се у производњи транспортних трака од материјала најчешће користе: памук, кожа, платно, неопрен, полиестер, најлон, уретан, полиуретан, ПВЦ, гума, челик и силикон. Избор материјала траке зависи од врсте транспортованог материјала и услова у којима транспортер ради.

2. Подела и области примене тракастих транспортера

Транспортери са траком користе се за транспорт насипних материјала или комадне робе и представљају саставни део једног производног циклуса скоро сваке веће индустрије. Могу бити са хоризонталним или благо нагнутим тракама, које су уједно носећи и вучни елемент транспортера. Они су заступљени како за мале удаљености и капацитете транспорта, тако и за велике па чак и до 100 километара даљине. Основна подела транспортера је на транспортне уређаје прекидног (цикличног) и непрекидног транспорта.

Транспортни уређаји прекидног транспорта раде у циклусима, односно транспортују терет у одређеном тренутку по захтеву корисника и то заједно са повратним (празним) ходом представља циклус ових транспортера. Управо због тога је капацитет ових транспортера доста умањен и обрнуто је сразмеран радном и празном ходу транспортера.

Транспортни уређаји непрекидног транспорта при раду немају празних ходова, односно њихов капацитет не зависи од дужине транспорта. Они имају примену свуда где је потребно пренети велике количине ситнозрних или комадних терета на већу или мању удаљеност.

Уређаји непрекидног транспорта се деле на три основне групе, а то су:

1. уређаји са вучним елементом,
2. уређаји без вучног елемента и
3. помоћни уређаји.

У прву групу, односно уређаје непрекидног транспорта са вучним елементом спадају сви уређаји код којих се транспорт терета остварује кретањем бесконачне траке, ужета или ланца. Представници ове врсте уређаја су:

- транспортери (тракасти, плочасти, кофичасти, грабуљасти...),
- конвејери (подни, висећи...),
- елеватори (кофичасти, са конзолним носачима...).

У другу групу, односно уређаје непрекидног транспорта без вучног елемента спадају:

- пужни транспортери,
- ваљкасти транспортери,
- осцилаторни транспортери.

У групу помоћних уређаја непрекидног транспорта спадају:

- бункери,
- затварачи,
- додавачи (дозатори),
- уређаји за одмеравање (ваге) [3]...

3. Функционални елементи тракастих транспортера

Функционални елементи тракастих транспортера су сви елементи и склопови који чине одређене конструктивне и функционалне целине и као такви могу се веома лако препознати код одређених типова транспортних машина. Неки од тих елемената су транспортна трака која иначе и обавља основну функцију тракастог транспортера, склоп погонског и затезног добоша, носећа конструкција...

У случајевима када је неопходно транспортовати неки од специјалних материјала или потребе за неком технолошком операцијом која се може обавити у току транспорта, самој конструкцији тракастог транспортера додају се одређени специјални уређаји и опрема као што су уређаји за калибрацију и подешавање, уређаји за оријентацију, уређаји за бројање, уређаји за издвајање феромагнетних компоненти из носиве масе, као и остали уређаји који омогућавају аутоматизацију процеса транспорта и производње.

Овакве врсте транспортера се изводе у више различитих концепција у зависности од појединих функционалних склопова. Концепција функционалних склопова зависи како од карактеристика самог материјала који се транспортује, тако и од експлоатационо-техничких параметара машине.

3.1. Транспортна трака

Транспортна трака (*слика 3.1.*) чини најважнији и најскупљи део тракастог транспортера. Транспортне траке се израђују од текстила, гума или различитих полимерних материјала са улошцима као вучним елементима траке (транспортери са меком траком), од жичаног плетива (транспортер са жичаном траком) или од челичног лима (транспортер са челчном траком).

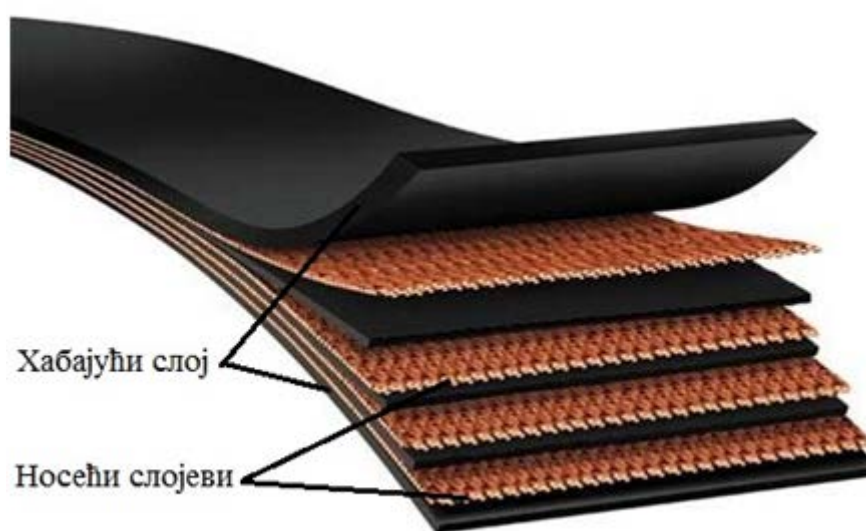


Слика 3.1.. Транспортна трака [4]

С обзиром да трака представља основни, самим тим и најодговорнији елемент транспортера, она мора да испуни одговарајуће захтеве у погледу својих радних карактеристика, тако да трака треба да буде:

- а) гипка,
- б) да има довољну јачину и
- ц) да је отпорна на хабање и ударе.

Транспортна трака се састоји из носећих и вучних слојева који су међусобно спојени гумирањем, при чему се на горњој радној страни траке поставља носећи хабајући слој, углавном дебљине 2 - 6 mm зависно од намене транспортне траке, док је са доње стране ова дебљина 1,5 - 2 mm (слика 3.2.).



Слика 3.2. Транспортна трака са хабајућим и носећим слојевима [5]

Транспортне траке се према облицима носећих ваљака деле на равне или коритасте и најчешће су широке 0,2 – 2 m (највише до 3,2 m). Како би могле да испуне захтеве са великим капацитетима транспорта (и до 30.000 t/h), потребне су траке већих ширина (преко 3 m) и брзинама већим од 5 m/s. За гумене траке са улошцима од памука, затезна чврстоћа вучног слоја износи 50 – 100 N/mm, од полиамидне свиле 160 – 630 N/mm, а са улошком од челичне ужади 1 000 – 6.000 N/mm.

Постоје различите врсте профила носивих површина транспортних трака, са попречним ребрима, са рубовима и преградама. Ове врсте се користе за транспортере са већим угловима нагиба, који иначе могу износити до 70°, док су са глатким тракама они зависни од врсте транспортованог материјала и износе до 28°. Две мекане транспортне траке могу образовати врсту затвореног жлеба који врши транспорт материјала. Тракасти транспортери осим растреситог, могу транспортовати и комадне материјале.

Једна од варијанти транспортера са меканим тракама је тракасти транспортер са вучним ужетом, код кога траку транспортера носе два вучна челична ужета покретана независним погонским ужетницима. Такви транспортери могу бити дуги 10 – 15 km (са једном траком). Али ипак се такви транспортери ретко употребљавају због веома гломазног погонског уређаја, кратког века трајања вучних ужета услед хабања (3 – 6 месеци) и ограничене ширине транспортне траке (до 1.200 mm).

Најраспрострањеније су гумене траке код којих је вучни елемент уложак од памука или од полимерних материјала. Уложак је прекривен гуменим слојевима дебљине 1 – 6 mm, док гумене траке за велике вучне силе имају уложак од челичне ужади.

За врло лаке материјале се користе текстилне траке од свиле или памука без гумене превлаке али се оне врло ретко употребљавају.

Транспортери са челичном и са жичаном траком представљају посебне врсте тракастих транспортера.

Транспортери са челичном траком су уређаји за специјалне намене и имају бесконачну ваљану челичну траку као носиви и вучни део. Челичне траке се израђују од угљеничног челика или нерђајућег челика дебљине 0,4 – 1,6 mm. Према конструкцији и начину рада, челичне траке су врло сличне гуменим тракама, спајају се заваривањем до даљина преноса од 300 m и ширина до 4 m.

Недостатак челичних транспортних трака је што захтевају велике промене добоша због савијања (замора материјала и пуцања). Како би се та напрезања смањила, узимају се релативно велики пречници добоша, чак и до 1.000 пута већи од дебљине транспортне траке. Ова врста трака се може кретати брзином до 1,6 m/s.

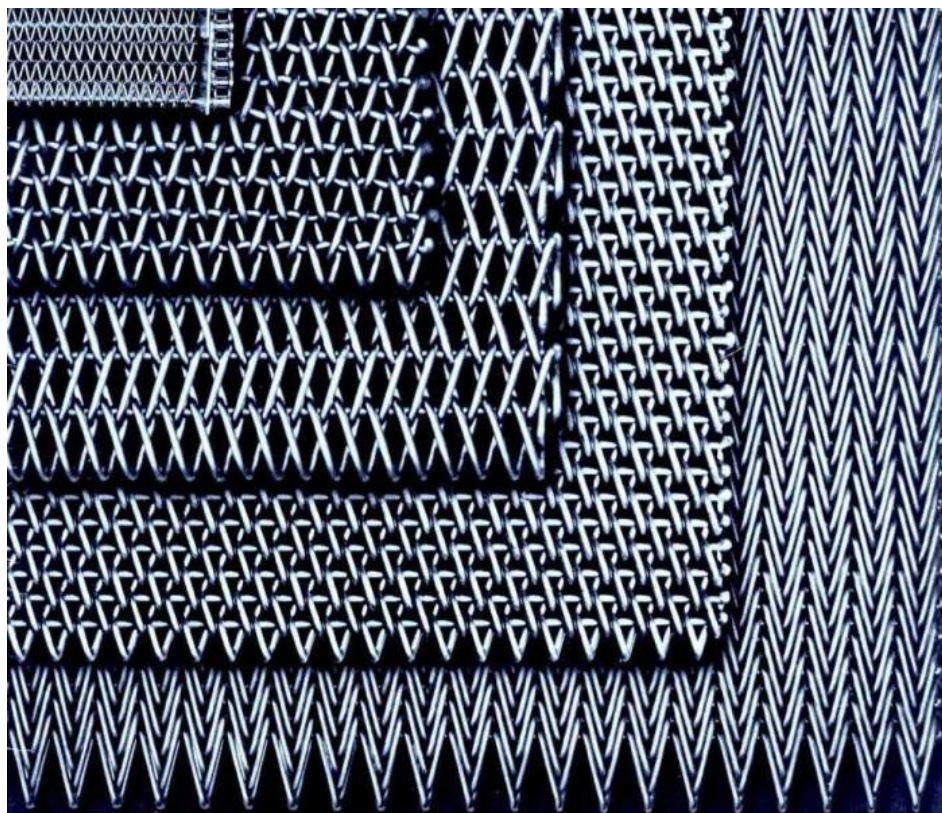
При коришћењу опружних носећих ваљака може се постићи благи коритасти облик челичних транспортних трака. Ова врста транспортних трака врло је погодна за велике даљине транспорта, велике висине као и рад у тешким радним условима.

Челичне транспортне траке су врло осетљиве на ударе, користе се на вишим температурама и могу транспортовати врло абразивне и лепљиве материјале, чак и ако постоје посебни хигијенски захтеви, као у прехранбеној индустрији. Како би се искористила добра својства гуме и челика, у изради се врши се комбинација челичних трака са гуменим вулканизираним слојем са обе стране траке.

За отежане радне услове при високим температурама (рудници и металуршка индустрија) израђују се траке специјалне намене. Ове траке се састоје од уложака обмотаних синтетичком гумом, поли (винил – хлоридом) и сл.

Тракасти транспортери са жичаном траком састоје се од трака исплетених од челичне или металне жице које су углавном округлог или плjosнатог попречног пресека (слика 3.3.).

Жичане транспортне траке се користе за транспорт врућих и усијаних комадних материјала, као и крупног насипног материјала. Када је то потребно, жичане траке се због своје пропусности могу користити и за одводњавање, сушење и хлађење материјала. Посебном израдом и монтажом ових трака, могу се омогућити хоризонталне криволинијске секције транспорта.



Слика 3.3. Челичне транспортне траке различитих попречних пресека [6]

Специјалне траке се израђују од угљеничног и нерђајућег челика дебљине 0,6 – 1,2 mm, ширине 350 – 800 mm и користе се за рад у условима високих температура и то од 100 – 120°C. Дозвољени нагиб ових транспортера је 2 – 5°, а максимална брзина 1m/s.

Недостатак ових транспортних трака је потреба за великим пречником добоша који мора бити 800 – 1.200 пута већи од дебљине траке. Такође је недостатак и велика тежина с обзиром да су ове транспортне траке израђене од челичних или металних жица, што знатно отежава њихову израду, транспорт и монтажу.

3.2. Добоши тракастих транспортера

Уз транспортну траку, основни делови тракастог транспортера су и погонски и затезни уређаји. Кретање транспортера се остварује трењем између добоша и траке, при превијању транспортне траке преко погонског добоша. Како би се остварило неопходно трење, потребно је да се транспортна трака обавије око добоша (*слика 3.4*) за одређени угао, и да се одговарајућим притиском оствари сила потребног налегања траке на површину погонског добоша. Сила притиска траке на погонски добош расте порастом тежине транспортованог материјала на оптерећеној грани траке, као и тежине саме траке, а и услед затезања траке преко затезног уређаја.

Услови у којима се врши експлоатација, односно транспорт материјала, диктирају конструктивна решења како погонских, тако и затезних добоша.



Слика 3.4. Добош транспортне траке [7]

Погонски добоши се израђују од ливеног гвожђа или челика, као заварене конструкције. Како би се повећао коефицијент трења између траке и добоша, добоши се облажу гуменом облогом или облогом од дрвета.

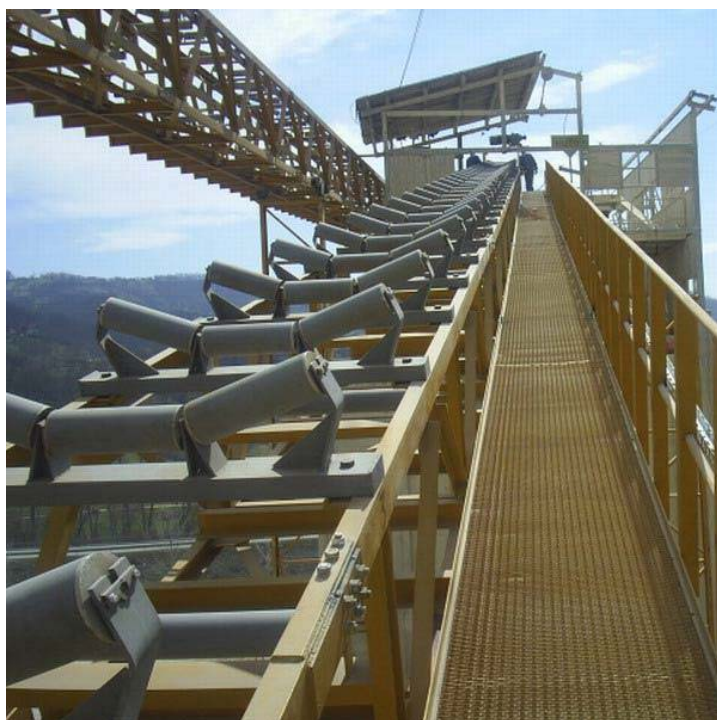
У ретким случајевима и по специјалним захтевима погонски и затезни добоши се израђују од пластичних маса, у колико је то технички изводљиво.

3.3. Носећа конструкција

Већина елемената као што су: носећи ваљци, погонски и затезни добоши, ако постоје утоварни и истоварни уређаји, монтирају се на носећу конструкцију транспортера (слика 3.5.). Носећа конструкција стационарних транспортера обично је учвршћена на под или на мост за транспортере. У рудницима носећа конструкција је често обешена о ланце или о челичну ужад. Због повећања мобилности тракастих транспортера и њиховог транспорта, као и олакшања њихове монтаже и демонтаже, носећа конструкција се израђује из монтажних делова.

Доњи, повратни део траке, ослања се на носеће ваљке који су распоређени на одређеним растојањима дуж читавог транспортера. Ови ваљци су избалансирани и њихово окретање омогућавају ваљкасти лежаци са трајним подмазивањем. На местима утовара, испод уређаја за пуњење трака, носећи ваљци се постављају гушће и најчешће се облажу гумом како би ублажили ударе приликом утовара транспортног материјала.

Већи преносни капацитети транспортованог материјала се добијају када се постави слог од два до пет носећих ваљака, уместо само једног носећег ваљка. Трака том приликом добија коритасти облик са угловима нагиба бокова од 15° – 36° .



Слика 3.5. Носећа конструкција тракастог транспортера [8]

Уградњом окретног слога са малим носећим ваљцима, на сваких 20 – 25 m може се постићи потпуно раван ход као и тачно вођење траке на равним деоницама транспорта.

3.4. Погонски механизам

Готово сви тракасти транспортери за свој погон користе исте основне погонске елементе који заједно сачињавају погонски механизам тракастог транспортера (слика 3.6.). Погонски механизам тракастих транспортера се састоји од мотора, редуктора и погонског добоша. За погонски мотор углавном се користе кавезни или кружни асинхрони мотори. Мотор и редуктор су углавном везани за погонски добош са стране или су уграђени у погонски добош (електромагнетни добош) па се сила трењем са добоша преноси на транспортну траку. На тракастим транспортерима малих дужина, најчешћи је погон са једним погонским добошем, који је углавном смештен на истоварном крају транспортера, а ређе и на месту утовара.



Слика 3.6. Погонски механизам тракастог транспортера [9]

Дугачки тракасти транспортери имају погон са више погонских добоша како би се што више повећао обухватни угао, а самим тим повећао и коефицијент трења између транспортне траке и добоша. Зато се добоши пресвлаче облогама од гуме или керамичких материјала, а њихови пречници су од 200 – 2.000 mm.

Како би се лакше одредила погонска снага, потребно је да се контура транспортера подели на праволинијске и криволинијске секције транспорта, места утовара и истовара, па да се за сваки од тих делова израчунају отпори кретања траке транспортера. Збир свих ових отпора сачињава укупни отпор трења, па се зато најчешће отпор кретања рачуна само помоћу коефицијента трења, што је доста једноставније и тачније.

Снага погонског мотора се бира тако да буде једнака снази потребној за устаљени рад под пуним оптерећењем, при чему се удео за убрзавање најчешће може занемарити. Погонске јединице тракастих транспортера су састављене од погонског добоша, спојнице и кочнице и израђују се до 1.500 kW снаге. Нормалан пренос снаге помоћу погонског добоша на месту утовара или истовара ограничен је чврстоћом траке или њених спојева.

Постоји могућност да се на размацама од више стотина метара испод радне траке транспортера ставља додатна погонска трака, која силама трења покреће радну траку. Друга могућност је међупогон помоћу горњег средњег ваљка, тако да се потребна погонска снага предаје траци дуж читаве дужине транспортера.

Међупогон са линеарним електромотором састоји се од примарног намотаја линеарног индукцијског мотора који је распоређен дуж траке транспортера. Секундарни део се састоји од бакарног плетива вулканизираног у рубове траке транспортера, тако да се погонска сила једнако предаје на обе траке дуж читаве њене транспортне дужине.

3.5. Утоварни и истоварни уређаји

Утовар терета на транспортну траку остварује се одговарајућим уређајем који представља саставни део транспортера. Конструкцијска решења уређаја за утовар зависе од врсте транспортног материјала који се сипа на траку, као и од врсте технолошког процеса који треба да се оствари тракастим транспортером.

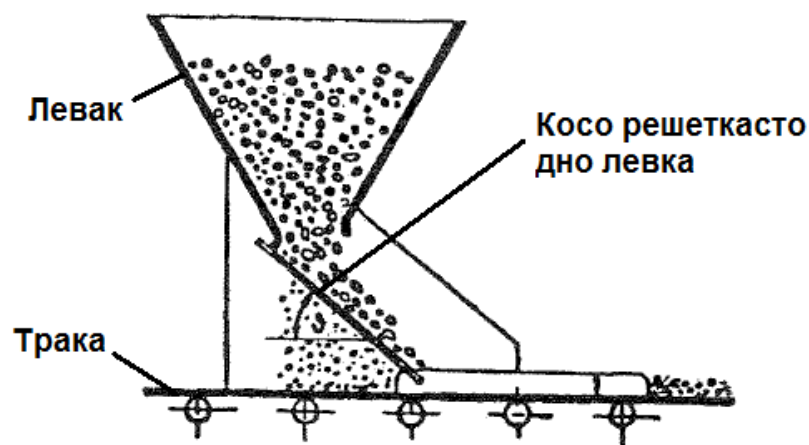
Сходно врсти материјала који се транспортује, врши се избор утоварног уређаја. Тако се утовар расипних материјала као што су: житарице, угаљ, шљунак, песак остварује уређајима за сипање у облику левка (*слика 3.7.*). Овакав уређај пружа могућност насутом материјалу да се лепо распореди по траци пре него што достигне брзину кретања саме траке.



Слика 3.7. Утоварни левак тракастог транспортера [10]

Левци за утовар материјала израђују се претежно од лима (у неким случајевима и од дрвета и пластике). Странице левка косо су нагнуте према хоризонталу што олакшава кретање материјала кроз њих. Углови нагиба су од 5° до 10° већи од угла трења материјала о дно и о бочне странице левка.

Отвор на дну левка износи $0,6...0,65$ укупне ширине траке B , а по дужини износи приближно $1,0$ m. Крај левка се продужава ниским ивицама у облику корита, дуж траке за 1 до 2 метра, како би се сипани материјал правилно распоредио по траци (по ширини и дужини траке) и спречило се његово просипање када трака понесе транспортни материјал. Корито се израђују од лима, као и левак или од дрвених дасака и високе су $100...150$ mm, (слика 3.8.).



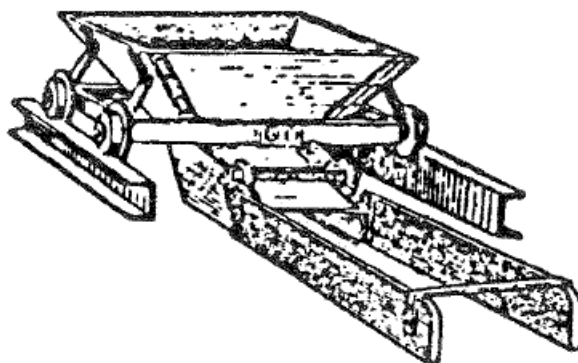
Слика 3.8. Левак за утовар материјала [11]

У случајевима када се на траку утоварају тешки и тврди материјали, као што су: угаљ, туцаник, разне руде итд, косо дно левка мора бити решеткасто избушено како би пропустило ситан материјал на траку, који би као заштитни слој прихватио остале, крупне комаде и тако штитио транспортну траку од механичких оштећења.

Уколико се на транспортну траку утоварују тешки комадни материјали, који при паду на траку могу механички да оштете траку, неопходно је да ваљкасти ослонци буду еластичнији. То се може омогућити тако што ће они бити монтирани на рам транспортера преко опруга или што ће бити обложени дебљим слојем гуме, како би се ублажио, односно амортизовао удар приликом утовара материјала.

Како би се смањио проценат трења између материјала и левка, а самим тим и продужио радни век левка израђеног од лима, левци се на месту контакта са материјалом облажу слојевима гуме. Након одређеног времена, када гума буде довољно похабана, потребно је заменити њен стари слој новим слојем гуме при чему левак остаје неоштећен.

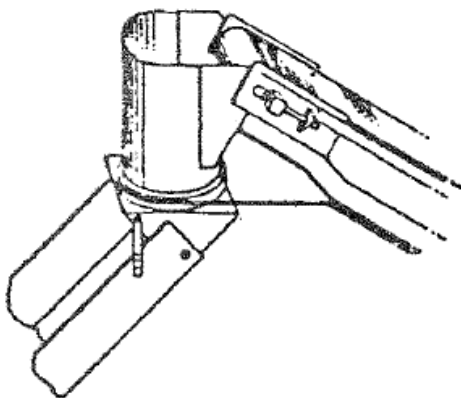
Уколико је потребно да се утовар материјала обави на било ком месту на транспортној траци то се остварује применом покретног утоварног уређаја (слика 3.9.), који је на точковима, са левком. Точкови се притом ослањају на рам транспортера, а левак се преко кочнице може причврстити за одређено место дуж линије утовара на транспортеру.



Слика 3.9. Пример покретног утоварног уређаја [11]

Применом уређаја за утовар материјала на транспортну траку потребно је да се омогући континуирано довођење и формирање слоја материјала на самој траци, чиме би се уједно морао остварити и планирани, односно захтевани капацитет тракастог транспортера. На овај начин се утиче и да искоришћење тракастог транспортера буде што боље, а и да се онемогући свако евентуално механичко оштећење транспортне траке, нарочито при утовару тврдых, комадних терета.

Истовар терета са транспортне траке, комадног или расипног облика остварује се или на крају траке, преко повратног добоша или на било коме делу траке, одбацивањем материјала истресањем са траке. На крају траке, преко повратног добоша материјал се истоварује кроз истоварну главу са клизним олуком или кроз клизну цев (слика 3.10.), за прихватање терета. Истовар материјала на било ком месту дуж линије транспортера, са стране, остварује се применом уређаја у облику скретног уређаја или избацивача који сачињава систем добоша и левка за одвођење материјала.



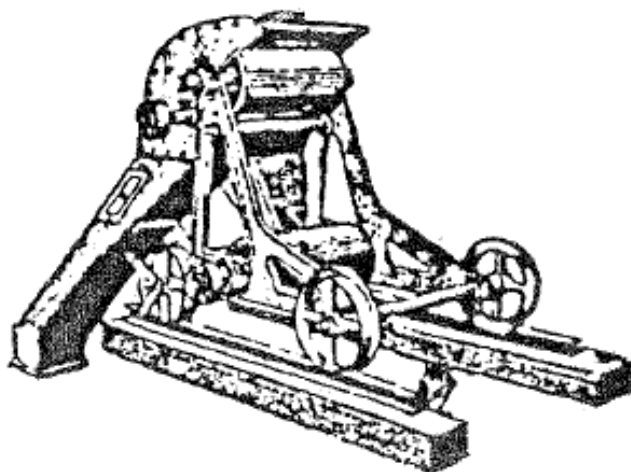
Слика 3.10. Истоварна глава са клизним олуком [11]

Скретни уређај може бити једностран који је облика косо постављене преграде (штита) преко читаве ширине траке, или двосмеран, у облику клина којим се материјал скреће са траке, са обе њене стране. Скретним уређајима остварује се скидање како расутих, тако и коадних терета са саме траке.

Скретни уређаји једноставне су конструкције и јефтине израде у односу на конструкције са добошима, па се зато неупоредиво чешће и користе, а недостатак ових конструкција је што постоји стална могућност заглављивања материјала између скретача и траке, те тако може да дође до оштећења транспортне траке. Такође може да наступи и брзо хабање траке, услед трења штита о траку. Код једносмерног скретача више долази до закошења траке, па се због тога чешће примењују скретачи са двостраним штитом у облику клина.

Приликом истовара материјала преко скретача, било једносмерних или двосмерних, битно је правилно одредити угао скретања материјала у односу на подужну осу траке. Двосмерни скретач налази се на колицима, на којима се учвршћује двострани штит, са два испод траке, који треба да подржавају траку, како би материјал могао да скрене бочно са траке (лево, односно десно). Један од точкова на колицима опремљен је кочницом.

Истовар материјала са траке тракастог транспортера може да се оствари избацивачем са добошима и рачвастим левком. На *слици 3.11.* приказан је једносмерни покретни избацивач терета са два добоша, који су смештени један изнад другог и који скрећу траку у облику слова "S", тако да се материјал одбацује са горњег добоша у левак. Левак потом прихвата материјал и истреса га преко цеви на једну страну, а код покретног, двосмерног избацивача терета, са четири добоша, материјал се са горњих добоша избацује у левак са обе стране. Уређај се налази на покретним колицима, која се крећу дуж рама транспортера, тако да се истовар са траке може остварити на било ком месту дуж линије тракастог транспортера. Кочницом се колица причвршћују за одређено место истовара.



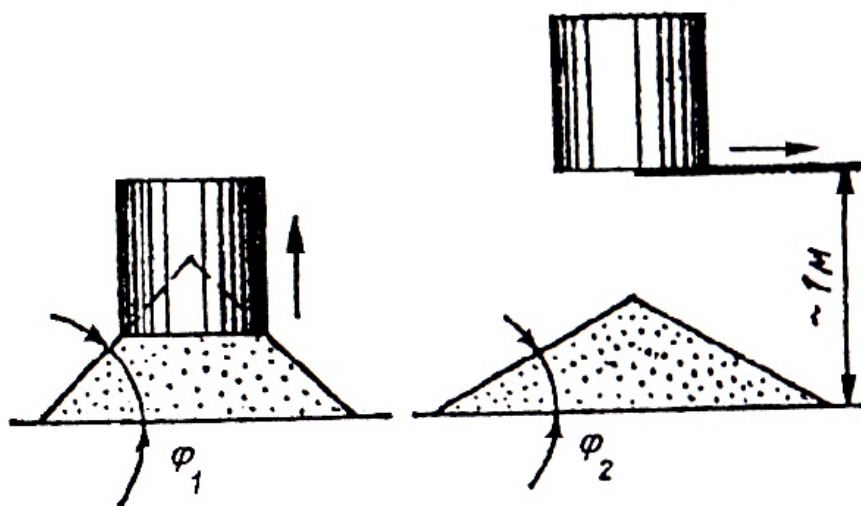
Слика 3.11. Једносмерни покретни избацивач терета [11]

4. Основне карактеристике насипних материјала и гумених трака тракастих транспортера

Угао нагиба слободне површине насипног материјала, који она чини у односу на хоризонталу, назива се угао природног пада материјала (φ). Овај угао се дефинише у два случаја (слика 4.1.), и то када је материјал у стању мировања (φ_1), као и када је материјал у стању кретања (φ_2).

Однос између ових углова је утврђен експерименталним путем и једнак је:

$$\frac{\varphi_2}{\varphi_1} \approx 0,7 \quad (4.1)$$



Слика 4.1. Угао нагиба слободне површине материјала [3]

Може се закључити да је угао φ_2 мањи од φ_1 што представља трансформацију потенцијалне енергије при падању материјала у кинетичку енергију која изазива додатно кретање материјала, односно долази до смањења угла нагиба слободне површине материјала према хоризонтали.

Овај угао нагиба у многоме зависи од врсте и сортираности материјала који се транспортује. Тако на пример ситнозрни материјали оштријих ивица образују већи угао нагиба од крупно комадних облих материјала који клизе један по другом.

Угао нагиба такође зависи и од радних услова, поготову од интензитета и правца ветра као и процента влажности ваздуха на месту где се врши транспортовање материјала.

У табели 4.1. приказане су основне карактеристике насипних материјала.

Табела 4.1. Основне карактеристике насипних материјала

Назив материјала	Насипна густина материјала $\rho \text{ (t/m}^3\text{)}$	Угао природног пада материјала			Коефицијент трења при мировању		Абразивност материјала
		при мировању φ_1	при кретању φ_2	при раду φ_3	по челику	по гуми	
Агломерат гвоздене руде	1,7-2,0	45	30	20	0,8-1,0		D
Антрацит, ситнозрнасти-суви	0,8-0,95	45	30	20	0,84	0,61	C
Апатит, суви	1,5-1,7	31-45	20-30	15			D
Шљунак, суви	1,5-1,8	30	20	15			
Глина: ситнозрна влажна	0,7-1,5	50	35	25	0,75-1,0		A
	1,9-2,0	45	30	20			B
Шљунак	1,5-2,0	45	30	15	0,58-1,0		B
Земља у комаду сува влажна	1,1-1,6	30-40	30	20	0,8		C
	1,6-1,9	30-40	30	20			C
Доломит суви	1,7-1,9	40	30	20			C
Пепео, суви	0,4-0,72	50	40	25	0,6-0,85		D
Кречњак ситнозрни у праху	1,5-2,2	45	30	20	0,66-0,96		A
	1,6	40	30	20			A
Креч гашени у праху печени	0,32-0,8	40-50	35	25	0,30		B
	1,0-1,1	30-40	30	20			B
Камен крупнокомadni средње и ситнокомadni	1,8-2,2	45	30	20			A
	1,3-1,5	45	30	20	0,6-0,81		A
Кокс средњекомadni	0,48-0,53	35	20	15	0,84		
Креда у праху средњи и ситни комади	0,95-1,2	30-40	20-30	20			A
	1,4-2,5	40					A
Дрвени опилци, суви	0,16-0,32	40	30	20	0,39-0,83	0,5-0,65	A
Песак суви влажни	1,4-1,65	40	25	15			C
	1,5-1,70	45	35	20			
Руда гвожђа, ситни и средње крупни комади	2,1-3,5	40-50	35	25	1,2		D
Со техничка	0,72-1,28	40	30	20	0,5-1,2		
Тресет суви влажни	0,33-0,4	45	30	20	0,27-0,75		A
	0,5-0,6	55	40	25	0,52-0,66		A
Угаљ мрки (сушени)	0,6-0,78	35-45	35	20	0,84		
Угаљ камени комadni Ситнозрни-сортирани	0,6-0,8	35-40	25	15	0,42-0,6	0,53	B
	0,8-1,0	40	30	20	0,4-0,6	0,64	C
Цемент	1,0-1,8	40	30		0,65-0,8	0,64	C
Шљака каменог угља Сува Влажна	0,6-1,0	50	35	25	0,4-1,2	0,5-0,66	C
	0,62-0,71						
Шљака тресета-ситна	1,3-1,9				0,4-0,6	0,46	
Туцаник суви	1,2-1,8	45	35	25	0,47-0,53		D
Дробљени гипс, комadni	1,3-1,6	40			0,61	0,7	
Цемент портланд	1,0-1,6	40	25	15	0,35-0,65	0,64	C
Ломљени камен	1,4-1,6	45	35	25	0,5-0,6		
Материјал за опеке (цигле)	1,2-1,35	45	35	25	0,5-0,6		C

Напомена: A - неабразивни; B - мало абразивни; C - средње абразивни; D - веома абразивни

Оријентационе вредности брзине кретања у зависности од врсте транспортованог терета, као и ширине тракастог транспортера дате су у *табели 4.2*.

Табела 4.2. Оријентационе вредности брзине кретања тракастих транспортера

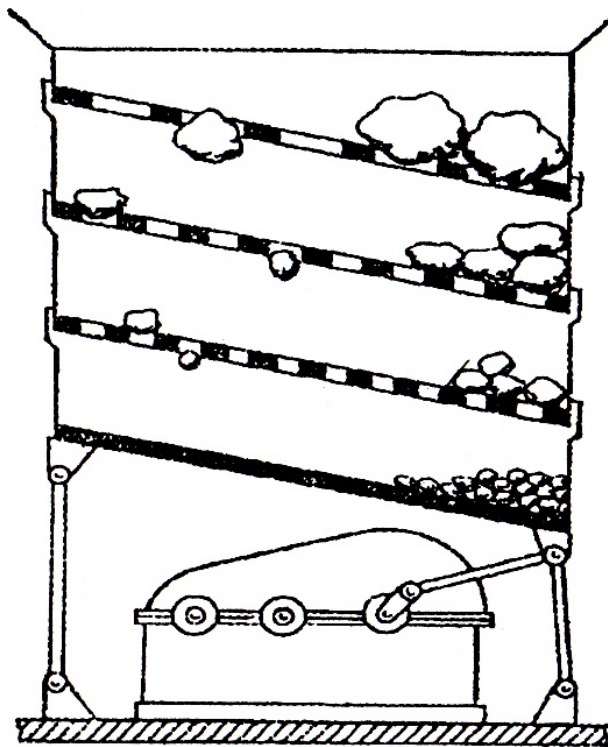
Транспортовани терет	Ширина траке (mm)				
	400	500 и 600	800...1000	1200...1600	1800-2000 (2500)
Неабразивни и малоабразивни, а њиховим дробљењем задржавају се предходна својства (угаљ редом товарен, песак и др.)	1,0...1,6	1,25...2,0	1,6...3,5	2,5...4,0	5,0...6,0
Абразивни, ситно и средње комадни, димензије 160 mm (шљунак, руда, камен и др.)	1,0...1,25	1,0...1,6	1,6...2,02,0 ...3,15	3,15...4,0	
Абразивни, крупнокомадни димензија већих од 160 mm (стене, руде, камен и др.)	/	1,0...1,6	1,0...1,6	1,6...2,0	2,0...3,15
Крти чијим се дробљењем умањује њихов квалитет (кокс, сортирани угаљ, дрвени угаљ (ћумур) и др.)	1,0...1,25	1,0...1,6	1,25...1,6	1,6...2,0	/
Сипкав, веома прашинаст (брашно, цемент, апатит и др.)	/	0,8... 1,25	0,8...1,25	/	/
Зрнасти терет- расути (раж, пшеница и др.)	1,5...2,0	2,0...3,0	2,0...4,0	/	/
Примедба: Максимална брзина траке ако се истовар остварује преко колица са добошима-2; са плужним истоваривачем ситнозрнастих материјала- 1,6; са плужним истоваривачем комадних материјала- 1,25 m/s					

У *табели 4.3*. приказане су стандардне ширине траке B (mm) као и брзина кретања траке v (m / s) у зависности од врсте транспортованог материјала.

Табела 4.3. Брзина кретања траке при транспорту насипних материјала

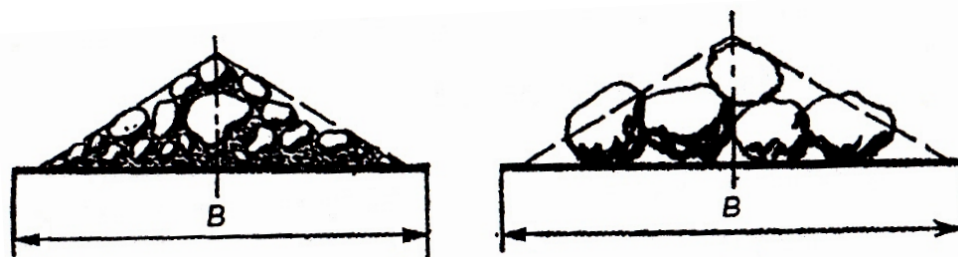
Материјали	Брзина траке v (m / s) за ширину траке B (mm)				
	400	500 и 650	800-1000	1200-1600	2000-3000
Неабразивни и малоабразивни који не мењају својство после дробљења (угаљ, со, песак)	1 ÷ 1,6	1,25 ÷ 2,0	1,6 ÷ 3,0	2,0 ÷ 4,0	5,0 ÷ 6,0
Абразивни, ситних и средњих комада ($a \leq 160\text{mm}$) шљунак, руда, туцаник, шљака)	1 ÷ 1,25	1 ÷ 1,6	1,6 ÷ 2,0	2,0 ÷ 3,0	3,0 ÷ 4,0
Абразивни крупнокомадни ($a > 160\text{mm}$) (дробљене стене, руда, камен)	-	1 ÷ 1,6	1 ÷ 1,6	1,6 ÷ 2,0	2,0 ÷ 3,5
Крти код којих се особине мењају после дробљења (кокс, дрвени угаљ, сортирани угаљ)	1 ÷ 1,25	1 ÷ 1,6	1,25 ÷ 1,6	1,6 ÷ 2,0	-
Прашкasti (брашно, цемент, песак ситни)	0,8 ÷ 1,25	0,8 ÷ 1,25	0,8 ÷ 1,25	0,8 ÷ 1,25	0,8 ÷ 1,25
Зрнасти (пшеница, раж, овас)	1,5 ÷ 2,0	2,0 ÷ 3,0	2,0 ÷ 4,0	-	-

Количина транспортованог материјала у многоме зависи од величине комада, односно гранулометријског састава материјала који се транспортује. Гранулометријски састав се може одредити методом просејавања преко сепарационог сита чија шема је дата на *слици 4.2*.



Слика 4.2. Метода пресејавања насипног материјала [3]

При транспортовању насипних материјала велики утицај има сортираност материјала и у зависности од сортираности разликују се несортирани и сортирани материјали (*слика 4.3*). Знатно је лакше када се при конструисању и изради транспортера за сортиране материјале узму у обзир димензије тог материјала који ће он транспортовати, и томе прилагодити како сам транспортер, тако и место утовара и истовара тог материјала. Недостатак несортираних материјала је што се ово не може предвидети, али се зато сејањем у колико је то могуће, може сортирати материјал и одвојено се транспортовати до крајњег одредишта.



Слика 4.3. Несортирани (лево) и сортирани (десно) насипни материјали [3]

Класификација насипних материјала приказана у зависности од димензија самих комада, дата је у *табели 4.4*.

Табела 4.4. Класификација насипних материјала у зависности од димензија комада

Крупноћа		Димензије карактеристичних комада a' (mm)	Типични представници
Комадни	Веома крупни	$a' > 320$	Камен дробљен минирањем
	Крупни комади	$160 < a' \leq 320$	Руда
	Средње крупни	$60 < a' \leq 160$	Камен угаљ
	Ситни комади	$10 < a' \leq 60$	Туцаник (шодер)
Зрнасти	Крупнозрнасти	$2 < a' \leq 10$	Шљунак ситни
	Ситнозрнасти	$0,5 < a' \leq 0,5$	Песак крупни
Прашкасти	Прашкасти	$0,05 < a' \leq 0,5$	Песак ситни
	Прах	$a' \leq 0,05$	Цемент

Прорачуната ширина транспортне траке мора бити већа од минималне ширине траке, која углавном зависи од врсте транспортованог материјала и она је:

$$\text{а) за несортиране материјале } B = 2a' + 200 \text{ (mm)} \quad (4.2)$$

$$\text{б) за сортиране материјале } B = 3,3a' + 200 \text{ (mm)} \quad (4.3)$$

где a' (mm) представља димензију карактеристичног материјала.

Гумене траке се израђују у различитим дебљинама и примењују се у зависности од услова у којима раде и од врсте материјала који треба да транспортују.

Дебљина гумених трака се одређује изразом:

$$\delta = z\delta_v + \delta_z + \delta_r + \delta_n \text{ (mm)} \quad (4.4)$$

где је:

z - број вучних слојева (*табела 4.6.*);

δ_v (mm) - дебљина вучног слоја (*табела 4.7.*);

δ_z (mm) - дебљина заштитног слоја ($\delta_z \approx 3 \text{ mm}$, само за траке типа 1 – *табела 4.5.*);

δ_r (mm) - дебљина облоге на радној страни траке (*табела 4.8.*);

δ_n (mm) - дебљина облоге на нерадној страни траке (*табела 4.8.*).

Предност тањих гумених трака је у њиховом лакој превретању преко погонског и затезног добоша, док са друге стране постоји ризик њиховог брзог хабања и кратког века трајања.

Гумене траке већих дебљина су знатно дужег века трајања али су за њих потребни погонски и затезни добоши великих пречника и на великим дужинама је знатно тежи њихов транспорт па и сама монтажа за коју је потребна примена додатне механизације.

Гумене траке су типизирани у зависности од њихове примене и услова рада, и могу се сврстати у различите групе и подгрупе као што је приказано у *табели 4.5.*

Табела 4.5. Типизирање и својства трака у зависности од примене и услова рада

Група (тип)	Примена	Специфичности услова рада	Под група	Класа затезне чврстоће	Температура транспортног материјала °C	Темп. Околине °C
1	За транспорт веома абразивних материјала, крупних комада (до 500 mm)	Општи	1-a	A, B	-45	60
		Отпорне на ниске температуре	1-b	C	-60	
2	За транспорт абразивних материјала, средње крупних комада (до 350 mm)	Општи	2-a	A, B, C	-45	60
	За транспорт угља веома крупних комада (до 700 mm)	Отпорне на мраз	2-b	C	-60	60
	И стена крупних комада (до 500 mm)	Отпорне на ватру (негориве)	2-c	D, E	-25	60
3	За транспорт, малоабразивних и неабразивних материјала, комада средње крупноће (до 150 mm)	Општи	3-a	B, C, E	-45 -25	60
		Отпорне на мраз	3-b	C	-60	60
		Повишена отпорност на температуру	3-c	E		200
	За транспорт угља, средње крупних комада (до 500 mm) и стена крупноће комада до 300 mm	Отпорне на температуру	3-d	E		до 700
		За прехранбену индустрију	3-e	E	-25	60
		Отпорне на ветру	3-f	D, E	-25	60
4	За транспорт мало абразивних и неабразивних синокомадних (до 80mm) насипних и змастих материјала	Општи	4-a	C E	-45 -25	60
		За прехранбену индустрију	4-b	E	-25	60
5	За транспорт абразивних синокомадних (до 80mm) насипних и ситнозрнастих материјала	Општи	5-a	E	-25	60
		За прехранбену индустрију	5-b	E	-25	60

Типизирањем гумених трака знатно се олакшава њихова набавка. Траке се на основу примене и врсте материјала за који су предвиђене, деле у групе па се тако и врши њихова поручбина. Тако се оне на основу радних услова у којима раде као што су температура спољашње околине и температура транспортованог материјала деле на траке нормалне и специјалне намене.

У табели 4.6. је приказан број вучних слојева транспортне траке за траке различитог типа, различите ширине као и различите затезне чврстоће вучног слоја транспортне траке. Број слојева траке углавном зависи од ширине транспортне траке, а ширину траке одређује у највећој мери капацитет транспортера.

Табела 4.6. Број вучних слојева по типу и затезној чврстоћи траке

Ширина траке В (mm)	Тип траке														
	1			2			3					4		5	
	Затезна чврстоћа вучног слоја ширине 1 mm														
	400	300	200	400	300	200	150	200	150	100	65	100	65	100	65
100,200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3;4	1;2	1;2
300,400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3-5	-	3-5	1;2	1;2
500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3-5	-	3-5	1;2	1;2
650	-	-	-	-	-	-	-	-	3;4	3-5	3-6	3;4	3-6	1;2	1;2
800	-	-	3-6	-	3-5	3-6	3-6	3-6	3-6	3-8	3-8	3-5	3-8	1;2	1;2
1000	-	3-6	4-6	3-5	3-6	3-6	3-8	3-6	3-8	3-8	3-8	3-6	3-8	1;2	1;2
1200	3-6	3-6	4-6	4-6	3-6	4-7	4-8	4-7	4-8	3-8	3-8	3-6	3-8	1;2	1;2
1400	4-7	4-6	4-6	4-8	4-8	5-8	5-8	5-8	5-8	4-8	4-8	4-6	4-8	1;2	1;2
1600	4-8	4-6	-	5-8	5-8	-	5-8	-	5-8	4-8	4-8	-	4-8	-	-
2000	4-8	5-6	-	5-8	5-8	-	5-8	-	5-8	4-8	4-8	-	4-8	-	-
2500	-	-	-	4-6	4-6	-	-	-	4-6	4-6	4-8	-	-	-	-

Дебљина вучних слојева код гумених трака у зависности од затезне чврстоће слоја као и врсте уметака (са и без гуменог међуслоја) приказана је у табели 4.7.

Табела 4.7. Дебљина вучних слојева код гумених трака

Дебљина вучних слојева код гумених трака δ_v (mm)			
Затезна чврстоћа слоја (N/mm)	Уметци са гуменим међуслојем		Уметци без гуменог међуслоја од комб. влакана
	од синтетичких влакана	од комбинованих влакана	
65	-	-	1,15
100	1,2	1,6	1,3
150	1,3	1,9	1,6
200	1,4	-	-
300	1,9	-	-
400	2,0	-	-

Текстилни улошци гумиране транспортне траке прихватају и преносе затезну силу у траци, а такође и силе удара од терета који пада на траку при утовару, а гумени слојеви штите текстилне улошке од влаге, хабања и осталих механичких оштећења.

Транспортне траке нормалне израде могу да се примене у експлоатацији до температуре која није виша од 60°C, нити нижа од -15°C.

Специјално израђене транспортне траке са уметком од азбестног слоја могу да се примене и до температуре од +100°C, а израђују се и транспортне траке које могу да раде и на температури до -45°C.

У табели 4.8. приказана је дебљина облога на радној и нерадној страни гумене траке, као и класа траке, односно затезна чврстоћа гуме.

Табела 4.8. Дебљина облога на радној и нерадној страни траке

Дебљина облога (радног δ_r / нерадног δ_n траке (mm))						
Тип	Подгрупа	Класа / Затезна чврстоћа гуме (N/ mm)				
		A / 25	B / 20	C / 15	D / 12	E / 10
1	1-а	4,5/2; 6/2	4,5/2; 6/2; 8/2	-	-	-
	1-б	-	-	4,5/2; 6/2	-	-
2	2-а	4,5/2; 6/2	4,5/2; 6/2; 8/2	4,5/2; 6/2	-	-
	2-б	-	-	4,5/2; 6/2	-	-
	2-ц	-	-	-	4,5/2; 6/2	4,5/2; 6/2
3	3-а	-	3/1; 4,5/2; 6/2; 8/2	3/1; 4,5/2; 6/2	-	3/1,5
	3-б	-	-	3/1; 4,5/2; 6/2	-	-
	3-ц	-	-	-	-	6/2; 8/2; 0/2
	3-д	-	-	-	-	3/1; 4,5/2
	3-е	-	-	-	3/1,5; 4,5/2	3/1,5; 4,5/2
	3-ф	-	-	-	3/1,5; 4,5/2	3/1,5; 4,5/2
4	4-а	-	-	2/0	-	2/0; 3/0
	4-б	-	-	-	-	2/0; 3/0
5	5-а	-	-	-	-	1/1; 2/1; 3/1
	5-б	-	-	-	-	1/1; 2/1; 3/1

Погонска маса гумених трака , односно маса дужног метра транспортне траке, одређује се из израза:

$$q_T = \rho B \delta \text{ kg / m} \quad (4.5)$$

где је:

ρ (kg / m³) - густина материјала транспортне траке, и то:

$\rho = 1100 \text{ kg / m}^3$ - за гуму,

$\rho = 1000 \text{ kg / m}^3$ - за пластику;

B (m) - ширина транспортне траке;

δ (m) - дебљина транспортне траке.

Оријентационе вредности погонских маса ротирајућих делова дати су у табели 4.9.

Табела 4.9. Оријентационе вредности погонских маса ротирајућих делова носећих ваљака

Грана транспортера	Погонска маса ротирајућих делова носећих ваљака q_r (kg / m) при ширини траке B (mm)								
	400	500	650	800	1000	1200	1400	1600	2000
Радна	8,4	10	10,2	18,4	21	24,2	42	58,4	132,5
Повратна	2,5	3,2	4,4	7,8	9,2	11,1	16,7	23,8	52,5

Табела 4.10. приказује зависност основне геометријске величина ваљака, односно пречника ваљка од брзине транспортне траке. Такође је приказана и зависност ширине транспортне траке и густине транспортованог материјала од ширине ваљка.

Табела 4.10. Зависност основних геометријских величина ваљка од брзине траке

Пречник ваљка d_v (mm)	Ширина траке B (mm)	Густина транспортованог материјала ρ (t / m ³)	Брзина траке v (m / s)
63,5	300 ÷ 800	1,00	1,25
89	400 ÷ 800	1,60	2,00
108	400 ÷ 1200	1,60	2,50
133	800 ÷ 1200	2,00	3,00
159	800 ÷ 1200	3,00	4,00
	1400 ÷ 2000	1,25	3,00
194	2000 ÷ 2500	3,00	6,30

Вредности коефицијента отпора тракастих транспортера у зависности од облика профила траке, радних услова транспортера и врсте ослоног ваљка приказане су у табели 4.11.

Табела 4.11. Вредности коефицијента отпора w тракастих транспортера

Врста ослоног ваљка	Услови рада транспортера	w за ослони ваљак	
		Равни	Олучасти профил траке
Са котрљајним лежајевима	Чисте, суве просторије без прашине	0,018	0,02
	Загрејане просторије са малим садржајем абразивне прашине, нормална влажност ваздуха	0,022	0,025
	Незагрејана просторија и рад ван просторије, велики садржај абразивне прашине, повећана влажност ваздуха	0,035	0,04
Са клизним лежиштима	Веома тешки услови рада	0,04	0,06
	Средњи услови рада	0,06	0,065
При температурама испод -20°C вредност за w се увећава за 20%			
При раду са брзинама већим од 3 m/s вредност за w се увећава за $1,5 \cdot 10^{-3}(v - 3)$			

Дакле на коефицијент отпора ослоног ваљка у многоне делују спољашњи, поготову температурни услови рада тракастог транспортера. Коефицијент се повећава чак и до 20% у условима екстремно ниских температура, што може довести до механичких оштећења. Коефицијент отпора је такође директно пропорционалан брзини кретања траке транспортера и повећава се са порастом брзине.

У табели 4.12. приказана је вредност коефицијената k_1, k_2, k_3, k_4 и k_5 транспортера са добошима са котрљајним лежајевима, који представљају:

- k_1 - коефицијент у зависности дужине транспортера,
- k_2 - коефицијент у зависности од трасе транспортера,
- k_3 - коефицијент у зависности од места погона,
- k_4 - коефицијент у зависности од затезне станице и
- k_5 - коефицијент у зависности од начина истовара.

Табела 4.12. Вредност коефицијената k_1, k_2, k_3, k_4 и k_5 транспортера са добошима са котрљајним лежајевима ($k_{kon} = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5$)

Ознака коефицијента	Карактеристично обележје транспортера	Вредност коефицијента
k_1	Транспортер дужине до 15 м	1,5 ... 1,2*
	Транспортер дужине 15...30 м	2,1 ... 1,2*
	Транспортер дужине 30..150 м	1,1 ... 1.05*
	Транспортер дужине преко 150 м	1,05
k_2	Транспортер је праволинијски или је траса савијена, испупчена наниже	1
	Транспортер је са савијеном трасом и испупчењем навише: у чеоном делу	1,06
	На средњем делу	1,04
	На задњем делу	1,02
k_3	Погон на чеоном делу	1
	Погон на средњем или задњем делу	1,05 ... 1,08*
k_4	Затезна станица на крајњем делу	1
	Затезна станица је у средини линије транспортера са z добоша	$1 + 0,02 \cdot z$
k_5	Истовар преко главног добоша	1
	Преко моторних-покретних истоварних колица, а погон транспортера је једнобошни	1,3
Мање вредности се односе на лаке услове рада		

Вредности коефицијента пријањања између гумене траке и добоша приказане су у табели 4.13.

Табела 4.13. Вредности коефицијента пријањања између гумене траке и добоша

Материјал спољне површине добоша	Влажност околног ваздуха	Коефицијен адхезије пријањања, μ
Ливено гвожђе, челик	Веома влажан	0,1
	Влажан	0,2
	Суви	0,3
Дрво, гума (обложени добоши)	Веома влажан	0,15
	Влажан	0,25
	суви	0,4

Табела 4.14. приказује вредност коефицијента за угао обухвата добоша транспортном траком K_{sz} [12].

Табела 4.14. Вредност коефицијента K_{sz}

Коефицијент пријањања између траке и добоша транспортера, μ	Вредности коефицијента K_{sz} за угао обухвата добоша траком		
	180°	200°	225°
0,15	1,5	1,42	1,35
0,25	1,85	1,78	1,61
0,35	2,65	2,46	2,26

У табели 4.15. приказан је коефицијент отпора кретању траке преко носећих ваљака за гумене траке.

Табела 4.15. Коефицијент отпора кретању траке преко носећих ваљака за гумене траке

Врста лежаја ваљка	Режим рада транспортера	Коефицијент отпора w за гумене траке	
		Равна	У облику жлеба
Котрљајни	Лаки:	0,018	0,020
	Средина чиста и сува, без прашине	0,022	0,025
	Средњи: Грејана средина са нормалном влажношћу ваздуха и малим садржајем прашине	0,035	0,040
Клизни	Средњи услови рада	0,040	0,060
	Веома тешки услови рада	0,060	0,065
При температурама испод -20°C вредност за w се увећава за 20%			
При раду са брзинама већим од 3m/s вредност за w се увећава за $1,5 \cdot 10^{-3}(v - 3)$			

Коефицијент отпора на превојним местима који зависи од обухватног угла вучног елемента приказан је у табели 4.16.

Табела 4.16. Коефицијент отпора на превојним местима

Обухватни угао	k_p
$\alpha = 90^\circ$	1,03 ÷ 1,05
$\alpha = 180^\circ$	1,05 ÷ 1,07

У табели 4.17. приказано је растојање између носећих ваљака (корак) на радном делу тракастог транспортера, у зависности од ширине транспортне траке.

Табела 4.17. Корак носећих ваљака за транспортере са гуменим тракама

Насипна густина ρ (t / m ³)	Растојање између носећих ваљака (корак) у радном делу транспортера l (m)				
	при ширини траке B (mm)				
	400 ÷ 500	650 ÷ 800	1000 ÷ 1200	1400 ÷ 1600	1800 ÷ 2000
<1	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1
1,1 ÷ 2,0	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0
>2,0	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9

5. Решавање конкретног проблема за транспортом насипног материјала у фирми „Транскоп“

У овом поглављу биће представљена грађевинска фирма „Транскоп“ доо (слика 5.1.) из Параћина која се бави производњом и уградњом сировог бетона, бетонске галантерије, бехатон производа, асфалта, продајом различитих сепарисаних гранулација шљунка и камена, као и услугом извођења грађевинских радова у нискоградњи.



Слика 5.1. Лого фирме „Транскоп“ [13]

5.1. Историјат и врсте делатности

Фирма је почела са радом 1991. године, регистрована као фирма за превоз и продају грађевинског материјала под називом Транскоп [13]. У првом периоду након оснивања фирма се бавила претежно транспортом и продајом грађевинских материјала. С обзиром на каснији развој као и потреба самог тржишта у току 2002. године је завршена изградња и монтажа опреме за сепарацију шљунка и песка, који се до тог периода експлоатисао на Великој Морави. Од 2003. године пуштена је у погон и фабрика бетона која је подигнута непосредно поред сепарације шљунка и која, већ више година, даје сирови бетон за прву ручну производњу ивичњака и бетонских цеви која је активирана у фирми. Ова производња је служила за стварање првих искустава у производњи и продаји будуће индустријске производне лепезе бетонске галантерије. У току 2007. године завршена је монтажа фабрике асфалтне мешавине, модела WIBAU-50, и већ у децембру 2007. године пуштена је пробна производња асфалтне мешавине. 2008. годину обележиле су две велике инвестиције у фирми, почетак формирања властитог каменолома „Крајњи Рид“ на локацији општине Параћин недалеко од села Клачевица и пуштање у рад фабрике за производњу бехатон галантерије као и нове фабрике за производњу сировог бетона.

5.2. Систематизација фирме и подела на радне јединице

Данас фирма „Транскоп“ представља компанију са доста области пословања и с обзиром на тај широк спектар делатности и њихове међусобне различитости, фирма је подељена на више радних јединица.

Радне јединице су:

- ископ на Морави,
- сепарација шљунка и песка,
- производња бетона,
- производња бетонске галантерије,
- производња бехатона,
- производња асфалта,
- грађевинска механизација,
- грађевинска оператива,
- транспорт,
- каменолом,
- лабораторија,
- одржавање и
- магацин и бензинска пумпа.

У даљем раду биће детаљније приказана радна јединица сепарације шљунка и песка и објашњен начин њеног функционисања.

5.3. Радна јединица сепарације шљунка и песка

Фирма „Транскоп“ за своје потребе поседује сопствену сепарацију шљунка и песка са прањем водом, као и експлоатацију самог шљунка и тако сама контролише тражени квалитет агрегата неопходан за добре бетонске производе.

Сепарација шљунка је један од старијих објеката фирме Транскоп. Њена монтажа је завршена 2002. године након чега је одмах пуштена у рад. До тог периода шљунак се експлоатисао на Великој Морави недалеко од седишта саме фирме. Капацитет сепарације износи 25 m^3 по радном сату. Сепарацију поред радника који су запослени на њој и врше управљање и превентивно одржавање сепарацијом, опслужује и механизација. Комплетну сепарацију престављају машинске конструкције од метала као што су усипни левци, транспортне траке, сита... Комплетно постројење сепарације се погони на електричну енергију и њене погонске уређаје чине електро мотори и вибратори.

Машине које највише времена проводе задовољавајући потребе сепарације (слика 5.2.) су утоваривачи чији је посао да пуне бункере материјалом у зависности од потреба производње.



Слика 5.2. Сепарација шљунка и песка фирме „Транскоп“ [13]

Материјал за просејавање је природни речни шљунак „Моравац“ са терена долине реке Велике Мораве, околина града Параћина. Овај шљунак је изузетног квалитета а његово сепарисање се врши на четири фракције различитих гранулација:

- фракција 1 (0 – 4 mm),
- фракција 2 (4 – 8 mm),
- фракција 3 (8 – 16 mm) и
- фракција 4 (16 – 31.5 mm).

Принцип рада сепарације се заснива на транспорту, испирању и сејању материјала, односно шљунка. Тиме се добијају различите гранулације материјала (шљунка) које су у одређеним димензионим границама. Ове гранулације се даље користе за потребе сопствене производње у зависности од врсте производа и његове рецептуре. За квалитет добијених гранулација се брине Транскопова лабораторија.

Материјал, односно шљунак довежен са ископа на Великој Морави се преко навозне рампе из камиона (кипера) сипа директно у пријемни бункер. Материјал се левком доводи на транспортну траку број 1 и њоме се транспортује до примарног вибрационог сита где се преко решеткастог сита одвајају надмерна зрна преко 31,5 mm, и шаљу на бочну транспортну траку која их транспортује до места истовара и депоновања. Остатак зрна се проласком кроз сито шаље на транспортну траку број 2 којом се транспортује до секундарног (главног) сепарационог сита састављеног од четири решеткаста сита, где се прањем млазницама воде испира и одваја на фракције 4, 3 и 2. Овим редоследом одвајања из сита се материјал левцима одваја на транспортне траке, за сваку фракцију засебно и њима се транспортује до места истовара и депоновања. Фракција 1 се одваја од воде пужним транспортером који је транспортује до тракастог транспортера а он даље до места истовара и депоновања.

Сепарација шљунка и песка (слика 5.3.) задовољава потребе фабрике бетона, бехатона, производњу бетонске галантерије као и продају фракција трећим лицима. Тако се услед повећања потреба сваке од ових грана производње, јавила потреба за повећањем капацитета саме сепарације. На сепарацији се јавља неуједначена потрошња фракција, с обзиром да се за многе од ових грана производње користе само фракције 1, 2 и 3. док се фракција 4 веома ретко користи па се зато јавила њена велика количина на депонији материјала. Највеће потребе и недостаци у фирми се јављају управо услед недостатака фракције 2 која је саставни део готово свих марки бетона.



Слика 5.3. Сепарација у раду гледано са навозне рампе [13]

5.4. Нова линија са дробиличним постројењем

Како би се повећала производња потребних фракција, донета је одлука за монтажу додатног дробиличног постројења на сепарацији фирме „Транскоп“ и постављена је конусна дробилица (слика 5.4.). Она треба да врши дробљење фракције 4 и од ње производи првенствено фракцију 2 која је уједно и најпотребнија производњи.



Слика 5.4. Конусна дробилица монтирана на сепарацији [13]

Испод конусне дробилице монтиран је тракасти транспортер који има улогу да транспортује дробљени камен из дробилице до постојећег сепарационог сита. Недалеко од саме дробилице постављен је усипни левак (слика 5.5.) који има улогу прихватања материјала за дробљење, односно фракције 4.



Слика 5.5. Усипни левак монтиран недалеко од дробиличног постројења [13]

После монтаже свих елемената остало је још решавање начина транспорта од усипног левка до саме дробилице (слика 5.6.). С обзиром на врсту материјала који је потребно транспортовати, капацитет дробилице од 90 t/h и потребан угао транспорта 20°, усвојен је начин транспорта тракастим транспортером.

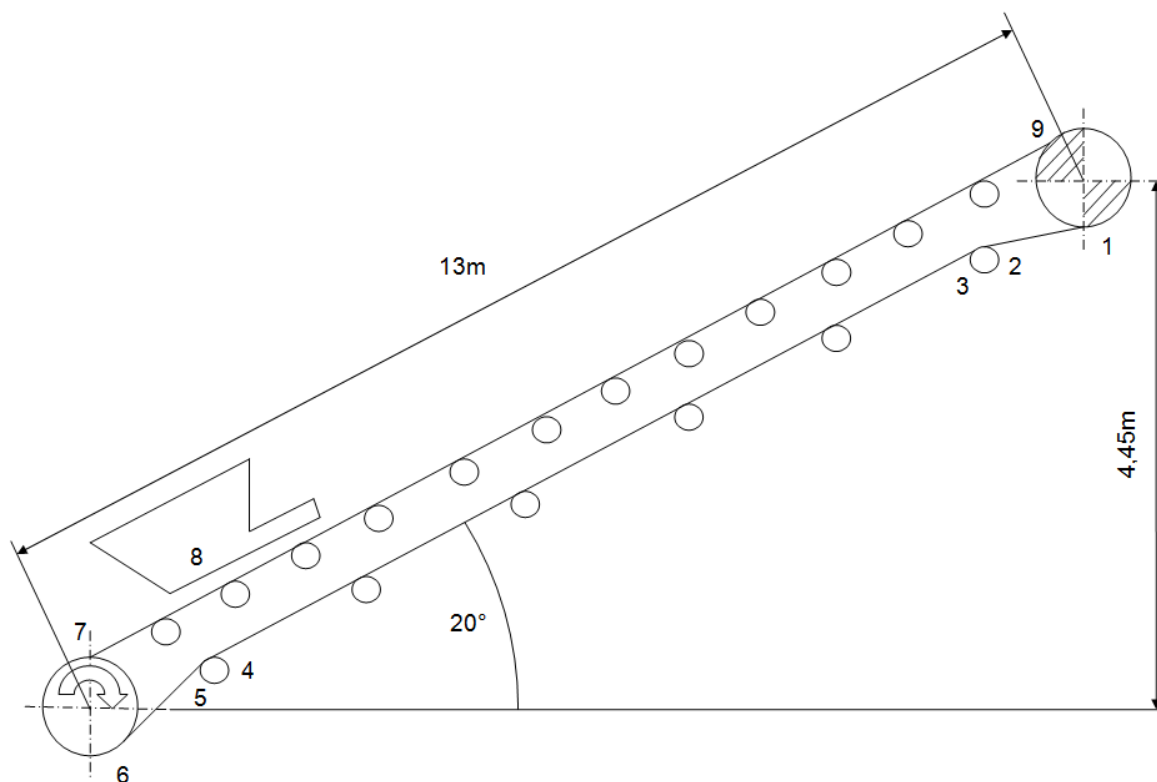


Слика 5.6. Простор између усипног левка и дробилице где је потребно поставити транспортер [13]

Након усвајања врсте транспортера и провере свих неопходних параметара као што су насипна густина материјала, дужине нагнуте деонице транспорта, висине подизања транспортног материјала, уследио је прорачун тракастог транспортера за транспорт насипног материјала.

6. Прорачун тракастог транспортера за транспорт насипног материјала у фирми „Транскоп“

Тракастим транспортером шематски приказаним на *слици 6.1.* транспортује се насипни материјал (сепарисани шљунак) гранулације 16-32,5mm.



Слика 6.1. Шема тракастог транспортера насипног материјала

Насипна густина материјала, односно сепарисаног шљунка гранулације 16-32,5 mm је:

$$\rho = 1,495 \text{ t} / \text{m}^3.$$

Капацитет транспорта је:

$$Q_m = 90 \text{ t} / \text{h}.$$

Дужина нагнуте деонице транспорта је:

$$L = 13 \text{ m}.$$

Висина подизања транспортованог материјала је:

$$H = 4,45 \text{ m}.$$

Нагиб транспортне деонице је:

$$\beta = 20^\circ.$$

Транспортер се налази на отвореном простору. Погон транспортера се обавља преко погонског добоша преко кога се врши и растерећење, односно истовар тракастог транспортера.

6.1. Ширина траке транспортера

Прорачун тракастог транспортера почиње прорачуном ширине транспортне траке [12-15].

Ширина траке за преношење материјала у расутом стању израчунава се на основу количине материјала који се транспортује за 1 сат што даје капацитет транспорта и одабране брзине.

Угао природног пада материјала према *табеле 4.1.* је:

$$\varphi_1 = 45^\circ \text{ при мировању,}$$

$$\varphi_2 = 30^\circ \text{ при кретању и}$$

$$\varphi_3 = 20^\circ \text{ при раду.}$$

Брзина кретања тракастог транспортера из *табеле 4.2.* је:

$$v = 1,5 \text{ m / s.}$$

Усваја се жлебни облик траке са два носећа ваљка где је угао:

$$\alpha = 20^\circ.$$

Па је израз за капацитет транспорта:

$$Q_m = 3,6 \cdot \rho \cdot A \cdot v. \quad (6.1)$$

А површина попречног пресека струје материјала је:

$$A \approx 0,11 \cdot B^2. \quad (6.2)$$

Капацитет транспорта је:

$$Q_m = 3,6 \cdot \rho \cdot 0,11 \cdot B^2 \cdot v. \quad (6.3)$$

На основу израза (6.3) следи да је ширина транспортне траке:

$$B = \sqrt{\frac{Q_m}{3600 \cdot \rho \cdot 0,11 \cdot v}} = \sqrt{\frac{90}{3600 \cdot 1,495 \cdot 0,11 \cdot 1,5}} = 0,318 \text{ m.} \quad (6.4)$$

Коначна стандардна ширина траке $B = 400 \text{ mm}$, усваја се из *табеле 4.3.*

6.2. Гранулометријски састав

Димензије карактеристичних комада насипног материјала за сепарисани шљунак гранулације 16-32,5mm, према *табели 4.4.* су:

$$16 < a' \leq 32,5. \quad (6.5)$$

Па је по изразу (4.3):

$$B_{\min} = 3,3 \cdot a' + 200 \text{ mm}. \quad (6.6)$$

Минимална ширина транспортне траке једнака је:

$$B_{\min} = 3,3 \cdot 32,5 + 200 = 307,25 \text{ mm}. \quad (6.7)$$

6.3. Дебљина траке транспортера

Дебљина гумене траке је приказана изразом (4.4):

$$\delta = z \cdot \delta_v \cdot \delta_r \cdot \delta_n \cdot \delta_z. \quad (6.8)$$

За насипне материјале је група траке 4, подгрупа 4-а из *табеле 4.5.*

Број вучних слојева из *табеле 4.6.* је:

$$z = 4.$$

Затезна чврстоћа вучног слоја по *табели 4.7.* је:

$$\sigma_r = 150 \text{ N / mm}.$$

Усвојена дебљина вучног слоја од комбинованих влакана такође из *табеле 4.7.* је:

$$\delta_v = 1,9.$$

Дебљина заштитног слоја је:

$$\delta_z = 0. \quad \delta_z = 3 \text{ (само за траке типа 1)}$$

Дебљина облоге на радној страни траке према *табели 4.8.* је:

$$\delta_r = 2.$$

Дебљина облоге на нерадној страни траке из *табеле 4.8.* је:

$$\delta_n = 0.$$

Па је укупна дебљина гумене траке:

$$\delta = 4 \cdot 1,9 + 2 + 0 + 0 = 9,6 \text{ mm}. \quad (6.9)$$

6.4. Погонска маса гумене траке и материјала

Погонска маса гумене траке се одређује на основу израза (4.5):

$$q_t = \rho \cdot B \cdot \delta. \quad (6.10)$$

Где је густина материјала траке:

$$\rho = 1100 \text{ kg} / \text{m}^3.$$

Па је погонска маса гумене траке:

$$q_t = 1100 \cdot 0,4 \cdot 0,0096 = 4,224 \text{ kg} / \text{m}. \quad (6.11)$$

6.5. Маса покретних делова транспортера (ваљака)

Маса покретних делова транспортера је једнака обрасцу:

$$q_p = q_{p,rg} + q_{p,pg} = (q_t + q_{vr}) + (q_t + q_{vp}). \quad (6.12)$$

Где је погонска маса радне гране транспорта (*табела 4.9.*):

$$q_{vr} = q_r^R = 8,4 \text{ kg} / \text{m}. \quad (6.13)$$

А погонска маса повратне гране транспорта (*табела 4.9.*):

$$q_{vp} = q_r^N = 2,5 \text{ kg} / \text{m}. \quad (6.14)$$

Па следи да је:

$$q_p = (12,65 + 8,4) + (12,65 + 2,5) = 36,2 \text{ kg} / \text{m}^3. \quad (6.15)$$

6.6. Пречник ваљка

За ширину транспортне траке $B = 400 \text{ mm}$ и густину насипног материјала $\rho = 1,495 \text{ t} / \text{m}^3$, пречник ваљка износи $d_v = 89 \text{ mm}$ према *табели 4.10.*

6.7. Претходни прорачун

У претходном прорачуну се врши одређивање укупне вучне силе тракастог транспортера и то према изразу:

$$W = \left[w \cdot L_{hpr} (q_M + q_p) \pm q_M \cdot H \right] \cdot q \cdot k_{kon} + W_{p.s}. \quad (6.16)$$

При чему су:

w - коефицијент отпора (*табела 4.11.*); па је за олучасти профил траке са котрљајним лежајевима $w = 0,04$;

L_{hpr} - дужина пројекције тракастог транспортера у хоризонталној равни у (m) и износи

$$L_{hpr} = L_n \cdot \cos \beta = 13 \cdot \cos 20^\circ = 12,21 \text{ m}; \quad (6.17)$$

q_M - маса терета по јединици дужине транспортера kg / m , одређује се из израза:

$$q_M = \rho \cdot A, \quad (6.18)$$

где је за ожлебљене траке са углом нагиба бочних ваљака (ролни) $\lambda_n = 20^\circ$,

$$A \approx 0,11 \cdot B^2. \quad (6.19)$$

Па следи да је маса терета по јединици дужине транспортера:

$$q_M = 1100 \cdot 0,11 \cdot B^2 = 1100 \cdot 0,11 \cdot 0,4^2 = 19,36 \text{ kg} / m. \quad (6.20)$$

Маса покретних делова транспортера је:

$$q_p = 36,2 \text{ kg} / m^3.$$

Висина подизања транспортованог материјала је:

$$H = 4,45 \text{ m}.$$

k_{kon} - коефицијент којим се узимају у обзир геометријске и конструктивне карактеристике тракастог транспортера (*табела 4.12.*), тако да је:

$$k_{kon} = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5. \quad (6.21)$$

$k_1 = 1,3$ за транспортер дужине до 15m;

$k_2 = 1$ за праволинијски транспортер;

$k_3 = 1$ за транспортер са погоном на чеоном делу;

$k_4 = 1$ за транспортер са затезном станицом на крајњем делу;

$k_5 = 1$ за транспортер код кога је истовар преко главног добоша.

Па следи да је:

$$k_{kon} = 1,3 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1,3 \quad (6.22)$$

$W_{p.s}$ - сила отпора плужног скидача материјала са транспортера (узима се у обзир у колико је плужни скидач уграђен на транспортеру), у супротном се изоставља.

Тако је вучна сила транспортера у претходном прорачуну:

$$W = [0,04 \cdot 12,21 \cdot (19,36 + 36,2) + 19,36 \cdot 4,45] \cdot 9,81 \cdot 1,3; \quad (6.23)$$

$$W = 1444,755 \text{ N}.$$

Према *табели 4.13.* коефицијент приањања између гумене траке и челичног добоша (у влажној средини околног ваздуха) је $\mu = 0,15$.

Ако се усвоји да је угао обухвата челичног добоша траком $\alpha = 200^\circ$, из *табеле 4.14.* налази се да је $k_{sz} = 1,42$.

Максимална сила статичког затезања траке је једнака:

$$F_{\max} = F_t = k_{sz} \cdot W = 1,42 \cdot 1444,755; \quad (6.24)$$

$$F_{\max} = 2051,553 \text{ N}.$$

Провера потребног минималног броја вучних уметака траке се врши према изразу:

$$z_{\min} = \frac{F_{\max}}{k_r \cdot B}; \quad (6.25)$$

где је максимално дозвољено радно оптерећење $k_r = 16 \text{ N / mm}$ па је:

$$z_{\min} = \frac{2051,553}{16 \cdot 400} = 0,321 < 4 \quad (6.26)$$

Минимални пречник погонског добоша се одређује из израза:

$$D_{pd} = a_1 \cdot z; \quad (6.27)$$

где је z број уметака траке.

Минимална вредност коефицијента a_1 зависи од врсте каркасног слоја уметка којим је трака гумирана и износи: $a_1 = 125; 140; 150; 160; 200; 250$, за углове обухвата добоша траком од 180° до 240° .

Усваја се $a_1 = 140$ након чега следи да је минимални пречник погонског добоша:

$$D_{pd} = 140 \cdot 4 = 560 \text{ mm}. \quad (6.28)$$

Из низа стандардних пречника: 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1400; 1600; 2000; 2500, усваја први већи пречник, а то је $D_{pd} = 630 \text{ mm}$.

6.8. Прорачун отпора, вучне силе и снаге погонског мотора

На основу познатих техничких и експлоатационих параметара транспортера, прорачун отпора и одређивање вучне силе одређује се методом обиласка по контури транспортера [3, 12].

Суштина ове методе је да се изврши нумерисање карактеристичних тачака затворене контуре транспортера у правцу кретања вучног елемента, почев од тачке са најмањом силом затезања. Најчешће је то тачка силаска гране вучног елемента са погонског елемента.

По овој методи сила затезања у тачки $(i+1)$ једнака је затежућој сили у претходној тачки (i) увећаној за величину отпора између тих тачака.

Сила у тачки 1, према *слици 6.1* је уједно и минимална сила:

$$F_1 = F_{\min}. \quad (6.29)$$

Сила у тачки 2 је једнака збиру силе у тачки 1 и отпора који се јавља између тих тачака:

$$F_2 = F_1 + W_{1-2}; \quad (6.30)$$

па је отпор на праволинијском нерадном (повратном) делу транспортера:

$$W_{1-2} = \omega \cdot g \cdot (q_r^N \cdot L^N + q_{ve} \cdot L_h^N) - q_{ve} \cdot g \cdot H^N; \quad (6.31)$$

где су:

$\omega = 0,35$ - коефицијент отпора за гумене траке за равну траку која ради у тешким условима (*табела 4.15.*),

$q_r^N = m_n / l_n = 2,5 \text{ kg} / \text{m}$ - погонска маса ротирајућих делова на нерадном делу,

$m_n (\text{kg})$ - маса ротирајућих делова једног ваљка на нерадном делу, што је приближно 0,6 укупне масе ваљка,

$l_n (\text{m})$ - корак носећих ваљака на нерадном делу,

$q_{ve} = q_t = 4,224 \text{ kg} / \text{m}$ - погонска маса вучног елемента код тракастог транспортера ($q_{ve} = q_t$),

$L^N = 1,5 \text{ m}$ - дужина нерадног дела,

$L_h^N = 1,409 \text{ m}$ - дужина хоризонталне пројекције нерадног дела,

$H^N = 0,51 \text{ m}$ - висина вертикалне пројекције нерадног дела.

По претходно наведеном сила у тачки 2 је:

$$F_2 = F_1 + \omega \cdot g \cdot (q_r^N \cdot L^N + q_{ve} \cdot L_h^N) - q_{ve} \cdot g \cdot H^N; \quad (6.32)$$

$$F_2 = F_1 + 0,35 \cdot 9,81 \cdot (2,5 \cdot 1,5 + 4,224 \cdot 1,409) - 4,224 \cdot 9,81 \cdot 0,51; \quad (6.33)$$

$$F_2 = F_1 + 12,177 N. \quad (6.34)$$

Сила у тачки 3 је једнака:

$$F_3 = F_2 + W_{2-3}. \quad (6.35)$$

Отпор у деоници између тачака 2 и 3 је једнак отпору превијања вучног елемента:

$$W_{2-3} = F_2 \cdot (k_p - 1); \quad (6.36)$$

где је:

$k_p = 1,03$ - коефицијент отпора на превојним местима (табела 4.16.),

Коначно је сила у тачки 3:

$$F_3 = F_2 + F_2 \cdot (1,03 - 1) = F_2 + 0,03 F_2. \quad (6.37)$$

Односно:

$$F_3 = F_2 \cdot (1 + 0,03) = 1,03 \cdot F_2 = 1,03 \cdot (F_1 + 12,177) = 1,03 F_1 + 12,542 N. \quad (6.38)$$

Сила у тачки 4 је једнака:

$$F_4 = F_3 + W_{3-4}. \quad (6.39)$$

Отпор између тачака 3 и 4 једнак отпору на праволинијском нерадном (повратном) делу транспортера:

$$W_{3-4} = \omega \cdot g \cdot (q_r^N \cdot L^N + q_{ve} \cdot L_h^N) - q_{ve} \cdot g \cdot H^N; \quad (6.40)$$

где су:

$\omega = 0,35$ - коефицијент отпора за гумене траке за равну траку која ради у тешким условима (табела 4.15.),

$q_r^N = m_n / l_n = 2,5 kg / m$ - погонска маса ротирајућих делова на нерадном делу,

$m_n (kg)$ - маса ротирајућих делова једног ваљка на нерадном делу, што је приближно 0,6 укупне масе ваљка,

$l_n (m)$ - корак носећих ваљака на нерадном делу,

$q_{ve} = q_t = 4,224 kg / m$ - погонска маса вучног елемента код тракастог транспортера ($q_{ve} = q_t$),

$L^N = 10 m$ - дужина нерадног дела,

$L_h^N = 9,397 m$ - дужина хоризонталне пројекције нерадног дела,

$H^N = 3,42 m$ - висина вертикалне пројекције нерадног дела.

По претходно наведеном сила у тачки 4 је једнака:

$$F_4 = F_3 + \omega \cdot g \cdot (q_r^N \cdot L^N + q_{ve} \cdot L_h^N) - q_{ve} \cdot g \cdot H^N; \quad (6.41)$$

$$F_4 = F_3 + 0,35 \cdot 9,81 \cdot (2,5 \cdot 10 + 4,224 \cdot 9,397) - 4,224 \cdot 9,81 \cdot 3,42; \quad (6.42)$$

$$F_4 = F_3 + 80,407 = 1,03F_1 + 12,542 + 80,407 = 1,03F_1 + 92,949N. \quad (6.43)$$

Па је по претходном рачуну сила у тачки 5 једнака:

$$F_5 = F_4 + W_{4-5}. \quad (6.44)$$

Отпор у деоници између тачака 4 и 5 је једнак отпору превијања вучног елемента:

$$W_{4-5} = F_4 \cdot (k_p - 1); \quad (6.45)$$

где је:

$k_p = 1,03$ - коефицијент отпора на превојним местима (табела 4.16.),

Добија се да је сила у тачки 5:

$$F_5 = F_4 + F_4 \cdot (1,03 - 1) = F_4 + 0,03F_4; \quad (6.46)$$

односно:

$$F_5 = F_4 \cdot (1 + 0,03) = 1,03 \cdot F_4 = 1,03 \cdot (1,03F_1 + 92,949) = 1,061F_1 + 95,737N. \quad (6.47)$$

Сила у тачки 6 износи:

$$F_6 = F_5 + W_{5-6}; \quad (6.48)$$

где је отпор између тачака 5 и 6 једнак отпору на праволинијском нерадном (повратном) делу транспортера:

$$W_{5-6} = \omega \cdot g \cdot (q_r^N \cdot L^N + q_{ve} \cdot L_h^N) - q_{ve} \cdot g \cdot H^N; \quad (6.49)$$

где су:

$\omega = 0,35$ - коефицијент отпора за гумене траке за равну траку која ради у тешким условима (табела 4.15.),

$q_r^N = m_n / l_n = 2,5kg / m$ - погонска маса ротирајућих делова на нерадном делу,

$m_n(kg)$ - маса ротирајућих делова једног ваљка на нерадном делу, што је приближно 0,6 укупне масе ваљка,

$l_n(m)$ - корак носећих ваљака на нерадном делу,

$q_{ve} = q_t = 4,224kg / m$ - погонска маса вучног елемента код тракастог транспортера ($q_{ve} = q_t$),

$L^N = 1,5m$ - дужина нерадног дела,

$L_h^N = 1,409m$ - дужина хоризонталне пројекције нерадног дела,

$H^N = 0,51m$ - висина вертикалне пројекције нерадног дела.

На основу претходно наведеног, сила је:

$$F_6 = F_5 + \omega \cdot g \cdot (q_r^N \cdot L^N + q_{ve} \cdot L_h^N) - q_{ve} \cdot g \cdot H^N; \quad (6.50)$$

$$F_6 = F_5 + 0,35 \cdot 9,81 \cdot (2,5 \cdot 1,5 + 4,224 \cdot 1,409) - 4,224 \cdot 9,81 \cdot 0,51; \quad (6.51)$$

$$F_6 = F_5 + 12,177 = 1,061F_1 + 95,737 + 12,177 = 1,061F_1 + 107,914N. \quad (6.52)$$

Сила у тачки 7 тракастог транспортера је:

$$F_7 = F_6 + W_{6-7}. \quad (6.53)$$

Отпор у деоници између тачака 6 и 7 је једнак отпору превијања вучног елемента:

$$W_{6-7} = F_6 \cdot (k_p - 1); \quad (6.54)$$

где је коефицијент отпора:

$$k_p = 1,07 - \text{коефицијент отпора на превојним местима (табела 4.16.),}$$

Сходно томе следи да је сила у тачки 7:

$$F_7 = F_6 + F_6 \cdot (1,07 - 1) = F_6 + 0,07F_6; \quad (6.55)$$

односно:

$$F_7 = F_6 \cdot (1 + 0,07) = 1,07 \cdot F_6 = 1,07 \cdot (1,061F_1 + 107,914) = 1,135F_1 + 115,468N. \quad (6.56)$$

Сила у тачки 8 је једнака:

$$F_8 = F_7 + W_{7-8}; \quad (6.57)$$

где је отпор између тачака 7 и 8 једнак отпору на праволинијском неоптерећеном радном делу транспортера:

$$W_{7-8} = \omega \cdot g \cdot (q_r^R \cdot L^{RN} + q_{ve} \cdot L_h^{RN}) + q_{VE} \cdot g \cdot H^{RN}; \quad (6.58)$$

где су:

$\omega = 0,4$ - коефицијент отпора за гумене траке за равну траку у облику жлеба која ради у тешким условима (табела 4.15.),

$q_{ve} = q_t = 4,224kg / m$ - погонска маса вучног елемента код тракастог транспортера ($q_{ve} = q_t$),

$q_r^R = m_r / l_r = 8,4kg / m$ - погонска маса ротирајућих делова на радном делу,

$m_r(kg)$ - маса ротирајућих делова једног ваљка на радном делу, што је приближно 0,6 укупне масе ваљка,

$l_r(m)$ - корак носећих ваљака на радном делу (табела 4.17.),

$L^{RN} = 1,5m$ - дужина неоптерећеног (празног) радног дела,

$L_h^{RN} = 1,409m$ - дужина хоризонталне пројекције неоптерећеног радног дела,

$H^{RN} = 0,51m$ - висина вертикалне пројекције неоптерећеног радног дела.

На основу претходног сила је:

$$F_8 = F_7 + \omega \cdot g \cdot (q_r^R \cdot L^{RN} + q_{ve} \cdot L_h^{RN}) + q_{ve} \cdot g \cdot H^{RN}; \quad (6.59)$$

$$F_8 = F_7 + 0,4 \cdot 9,81 \cdot (8,4 \cdot 1,5 + 4,224 \cdot 1,409) + 4,224 \cdot 9,81 \cdot 0,51; \quad (6.60)$$

$$F_8 = F_7 + 93,93 = 1,135F_1 + 115,468 + 93,93 = 1,135F_1 + 209,398N. \quad (6.61)$$

Сила у тачки 9 је једнака:

$$F_9 = F_8 + W_{8-9}; \quad (6.62)$$

где је отпор између тачака 8 и 9 једнак отпору на праволинијском оптерећеном радном делу транспортера:

$$W_{8-9} = \omega \cdot g \cdot [(q_M + q_{ve}) \cdot L_h^{RO} + q_r^R \cdot L^{RO}] + (q_M + q_{ve}) \cdot g \cdot H^{RO}; \quad (6.63)$$

где су:

$\omega = 0,4$ - коефицијент отпора за гумене траке за равну траку у облику жлеба која ради у тешким условима (табела 4.15.),

$q_M = 19,36kg / m$ - погонска маса транспортованог материјала,

$q_{ve} = q_t = 4,224kg / m$ - погонска маса вучног елемента код тракастог транспортера ($q_{ve} = q_t$),

$q_r^R = m_r / l_r = 8,4kg / m$ - погонска маса ротирајућих делова на радном делу,

$m_r(kg)$ - маса ротирајућих делова једног ваљка на радном делу, што је приближно 0,6 укупне масе ваљка,

$l_r(m)$ - корак носећих ваљака на радном делу (Табела 4.17.),

$L^{RO} = 11,5m$ - дужина оптерећеног радног дела,

$L_h^{RO} = 10,8m$ - дужина хоризонталне пројекције оптерећеног радног дела,

$H^{RO} = 3,93m$ - висина вертикалне пројекције оптерећеног радног дела.

Па је сила:

$$F_9 = F_8 + \omega \cdot g \cdot [(q_M + q_{ve}) \cdot L_h^{RO} + q_r^R \cdot L^{RO}] + (q_M + q_{ve}) \cdot g \cdot H^{RO}; \quad (6.64)$$

$$F_9 = F_8 + 0,4 \cdot 9,81 \cdot [(19,36 + 4,224) \cdot 10,8 + 8,4 \cdot 11,5] + (19,36 + 4,224) \cdot 9,81 \cdot 3,93; \quad (6.65)$$

$$F_9 = F_8 + 2287,77 = 1,135F_1 + 209,398 + 2287,77 = 1,135F_1 + 2287,77N. \quad (6.66)$$

С обзиром да је сила затезања на силазној грани са погонског добоша траке транспортера:

$$F_{\min} = F_1; \quad (6.67)$$

Према Ојлеровом изразу је:

$$F_{\max} = F_{\min} \cdot e^{\mu\alpha_r}; \quad (6.68)$$

где су:

$\mu = 0,2$ - коефицијент адхезије (приањања између траке и погонског добоша);
(Табела 4.13.);

$\alpha_r = 180^\circ = \pi$ - угао обухвата погонског добоша;

следи да је максимална сила:

$$F_{\max} = F_1 \cdot e^{\mu\alpha_r} = F_1 \cdot e^{0,2 \cdot \pi} = F_1 \cdot 1,874; \quad (6.69)$$

а са друге стране је она једнака збиру:

$$F_{\max} = F_9 + W_{9-1}. \quad (6.70)$$

Отпор у деоници између тачака 9 и 1 је једнак отпору превијања вучног елемента:

$$W_{9-1} = F_9 \cdot (k_p - 1); \quad (6.71)$$

где је:

$k_p = 1,07$ - коефицијент отпора на превојним местима (табела 4.16.),

Максимална сила је:

$$F_{\max} = F_9 + F_9 \cdot (1,07 - 1) = F_9 + 0,07F_9; \quad (6.72)$$

односно:

$$F_{\max} = F_9 \cdot (1 + 0,07) = 1,07 \cdot F_9 = 1,07 \cdot (1,135F_1 + 2287,77) = 1,214F_1 + 2447,914N. \quad (6.73)$$

Даље се комбинацијом претходних израза добија:

$$F_1 \cdot 1,874 = 1,214F_1 + 2447,914; \quad (6.74)$$

одакле следи:

$$F_1 \cdot (1,874 - 1,214) = 2447,914; \quad (6.75)$$

односно:

$$F_1 = \frac{2447,914}{0,66} = 3708,961N. \quad (6.76)$$

Претходним прорачуном добијају се и коначне вредности сила затезања траке транспортера у осталим тачкама:

$$F_1 = 3708,961N; \quad (6.77)$$

$$F_2 = F_1 + 12,177 = 3708,961 + 12,177 = 3721,138N; \quad (6.78)$$

$$F_3 = 1,03F_1 + 12,542 = 1,03 \cdot 3708,961 + 12,542 = 3832,772N; \quad (6.79)$$

$$F_4 = 1,03F_1 + 92,949 = 1,03 \cdot 3708,961 + 92,949 = 3913,179N; \quad (6.80)$$

$$F_5 = 1,061F_1 + 95,737 = 1,061 \cdot 3708,961 + 95,737 = 4030,945N; \quad (6.81)$$

$$F_6 = 1,061F_1 + 107,914 = 1,061 \cdot 3708,961 + 107,914 = 4043,122N; \quad (6.82)$$

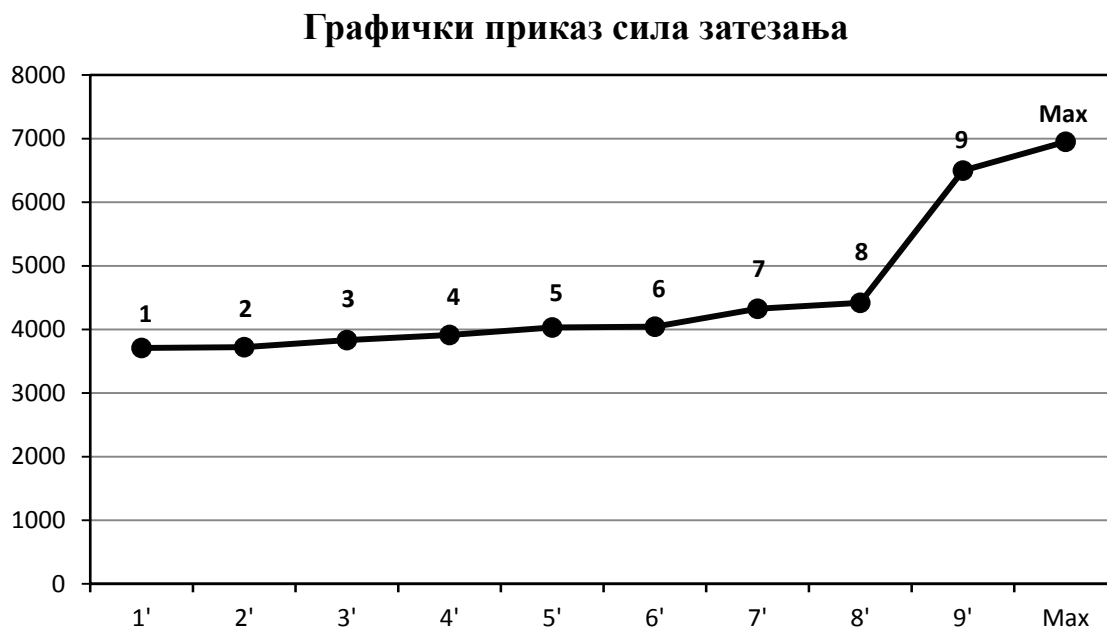
$$F_7 = 1,135F_1 + 115,468 = 1,135 \cdot 3708,961 + 115,468 = 4325,139N; \quad (6.83)$$

$$F_8 = 1,135F_1 + 209,398 = 1,135 \cdot 3708,961 + 209,398 = 4419,069N; \quad (6.84)$$

$$F_9 = 1,135F_1 + 2287,77 = 1,135 \cdot 3708,961 + 2287,77 = 6497,441N; \quad (6.85)$$

$$F_{\max} = 1,214F_1 + 2447,914 = 1,214 \cdot 3708,961 + 2447,914 = 6950,593N; \quad (6.86)$$

Одговарајући графички приказ добијених нумеричких вредности затезних сила приказан је на *слици 6.2*.



Слика 6.2. Графички приказ сила затезања тракастог транспортера

Вредност вучне силе се добија из израза:

$$W = F_{\max} - F_{\min} = 6950,593 - 3708,961 = 3241,632 N. \quad (6.87)$$

Рачунска вредност снаге на погонском вратилу тракастог транспортера се одређује из израза:

$$P_0 = \frac{W \cdot v}{1000} = \frac{3241,632 \cdot 1,5}{1000} = 4,862 kW. \quad (6.88)$$

Потребна снага одређује се изразом:

$$P_r = \frac{k_s \cdot P_0}{\eta}; \quad (6.89)$$

где су:

$k_s = 1,2$ - коефицијент сигурности;

$\eta = 0,97$ - степен искоришћења снаге од до погонског вратила.

По томе је потребна снага једнака:

$$P_r = \frac{1,2 \cdot 4,862}{0,97} = 6,015 kW. \quad (6.90)$$

На основу спроведеног детаљног прорачуна, из каталога електромотора „Кончар“ [16] по снази је усвојен први већи погонски електромотор.

Електромотор носи ознаку 5AZ 132M-4, погонске снаге 7,5 kW, 1440 обртаја у минути који ради на фреквенцији од 50Hz.



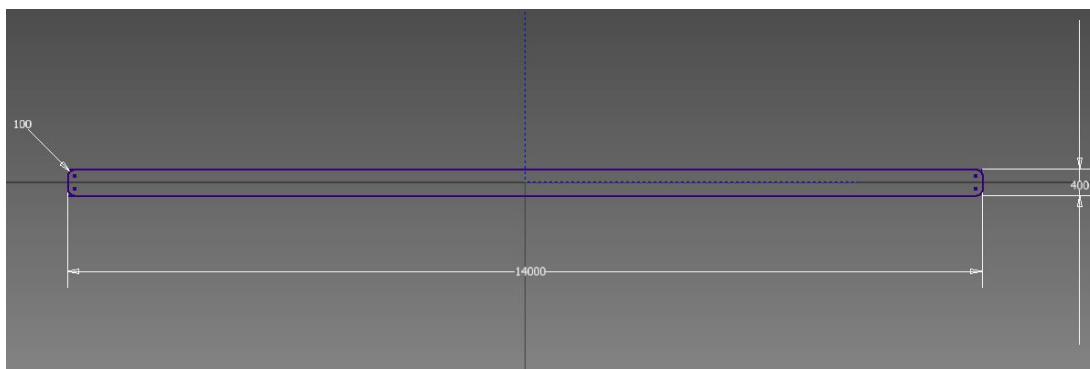
Слика 6.3. Електромотор произвођача Кончар [16]

7. Моделирање тракастог транспортера за транспорт насипног материјала у фирми „Транскоп“

Прорачуном тракастог транспортера добијени су сви подаци и димензије самих елемената тракастог транспортера. Зато се након детаљне провере самог прорачуна и добијених вредности може кренути са моделирањем елемената и склапањем тракастог транспортера.

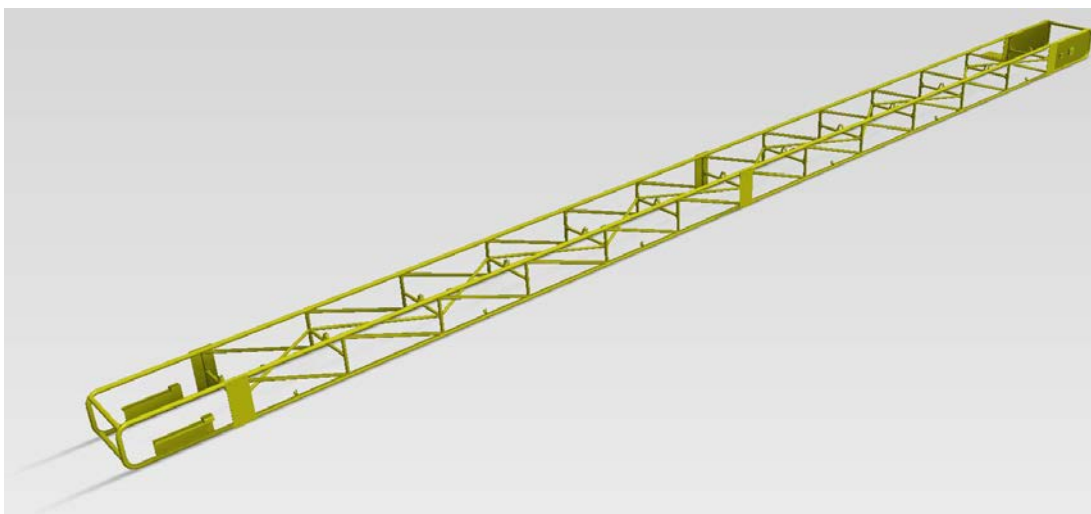
За израду 3D модела тракастог транспортера за транспорт насипног материјала коришћен је софтверски пакет „Autodesk Inventor 2013“ [17]. Креирање модела је вршено редоследом којим се врши и њихова монтажа, односно склапање у јединствену целину.

Прво је извршено креирање основне линије контуре тракастог транспортера (слика 7.1.) на основу прорачуном добијених димензија елемената транспортера, као и уз придржавање основних конструкторских правила и захтева стандарда [18, 19].



Слика 7.1. Цртеж основне контуре транспортера

Касније је кроз контуру извучен попречни пресек цеви и добијен је коначан облик конструкције (слика 7.2.).



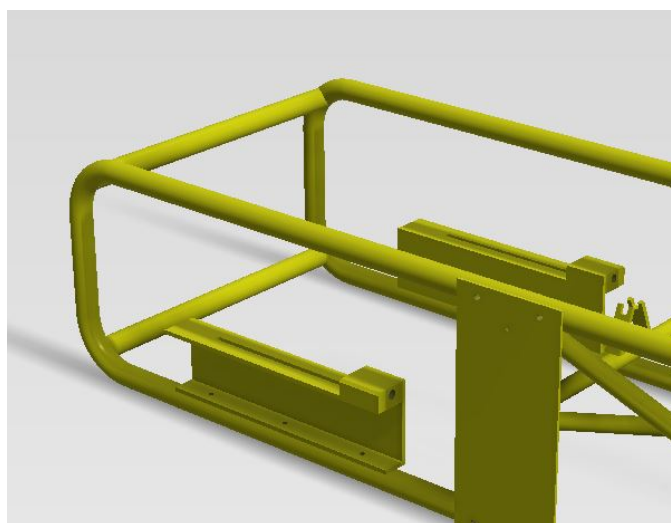
Слика 7.2. Основна конструкција тракастог транспортера

Основна конструкција тракастог транспортера је израђена од цеви кружног попречног пресека, које креирају два оквира спојена попречним цевима мањег пресека ојачаних ребрима. Целокупна конструкција је креирана из 14 једнаких рамова, дужине од по један метар, који су ојачани по дијагонали цевима. Конструкција се због лакшег транспорта и монтаже израђује из четири дела од којих су два крајња дела од по један метар и на њиховим срединама долазе погонски и затезни добош. Средишњи део конструкције се састоји из два идентична дела, који су од по шест метара дужине и који представљају већи део транспортне линије транспортера. На два крајња дела основне конструкције су израђени одговарајући носећи профили лежајних јединица погонског и затезног добоша. Сваки од ових делова се веома лако и брзо монтира на суседни део, помоћу челичних плоча и завртањских веза. Крајњи рам који носи погонски добош је бочно затворен лимом из безбедносних разлога, као и због спречавања уласка честица прљавштине у кућишта лежајева која су у њему уграђена (слика 7.3.).



Слика 7.3. Челичне плоче, бочни лим и кућишта лежајева погонског добоша

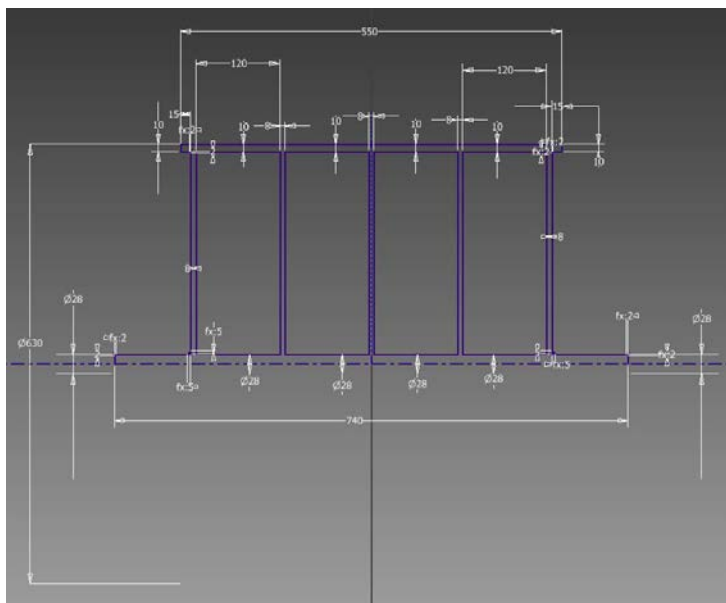
На крајњем раму основне конструкције који носи затезни добош, налазе се профилни носачи (слика 7.4.) чија је улога да омогуће ослонац кућишта лежајева. Ови носачи се са основном конструкцијом такође спајају завртањском везом.



Слика 7.4. Профилни носачи кућишта лежајева затезних добоша

Дужином профилних носача је просечен отвор који има улогу да омогући кретање вијцима за притезање кућишта лежаја. На њима је избушен и отвор са урезаним навојем који служи за затезни уређај тракастог транспортера.

Један од битних делова за остваривање кретања тракастог транспортера представља погонски добош чији је цртеж приказан на *слици 7.5*.



Слика 7.5. Цртеж погонског добоша

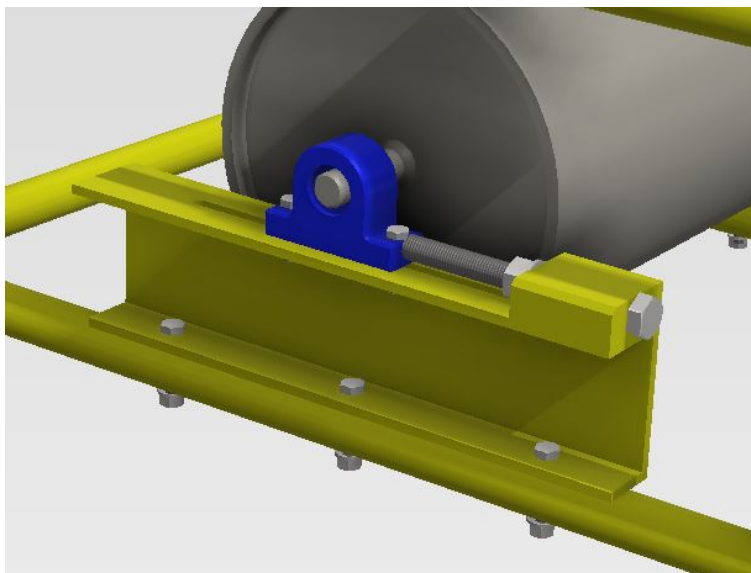
У контакту између погонског добоша и траке транспортера долази до трења које помаже кретању транспортне траке. Зато се погонски добоши облажу гумом, што је случај на овом примеру (*слика 7.6.*). Гума омогућава већи коефицијент трења у контакту са траком која је споља такође обложена гумом, а уједно и спречава проклизавање транспортне траке када она ради у отежаним и влажним условима рада.



Слика 7.6. Погонски добоиш обложен гумом

Затезни добош се налази на другом крају тракастог транспортера и његова улога је да оствари кретање траке преко њега уз њено ограничено затезање.

На затезном добошу је у ту сврху израђен уређај за затезање добоша (слика 7.7.) помоћу вијака и навртки. Транслаторним кретањем кућишта лежаја, а самим тим и затезног добоша, остварује се потребна затезна сила за правилан рад транспортера.



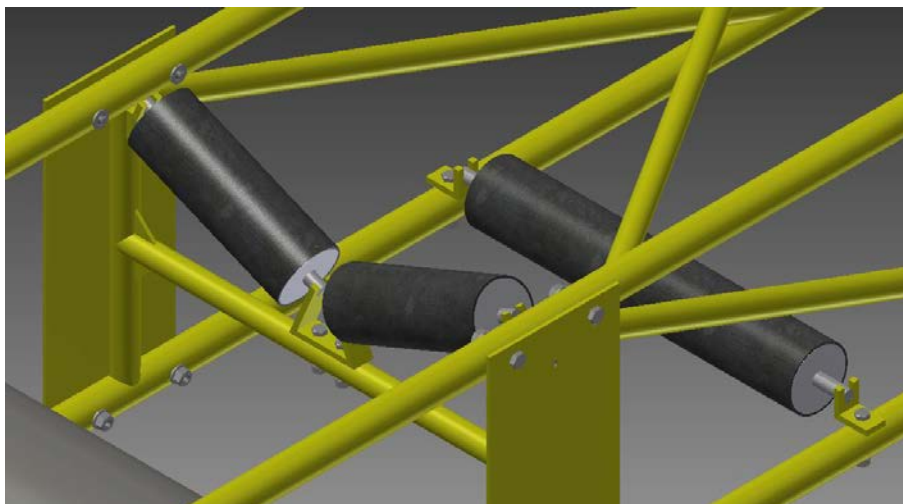
Слика 7.7. Уређај за затезање добоша

Транспортна трака се ослања на слоге малих ваљака који преносе њено кретање дуж транспортера. Носећи део транспортне траке се ослања на дванаест слогова од по два ваљка, док се повратни део траке ослања на шест дужих ваљака (Слика 7.8.).



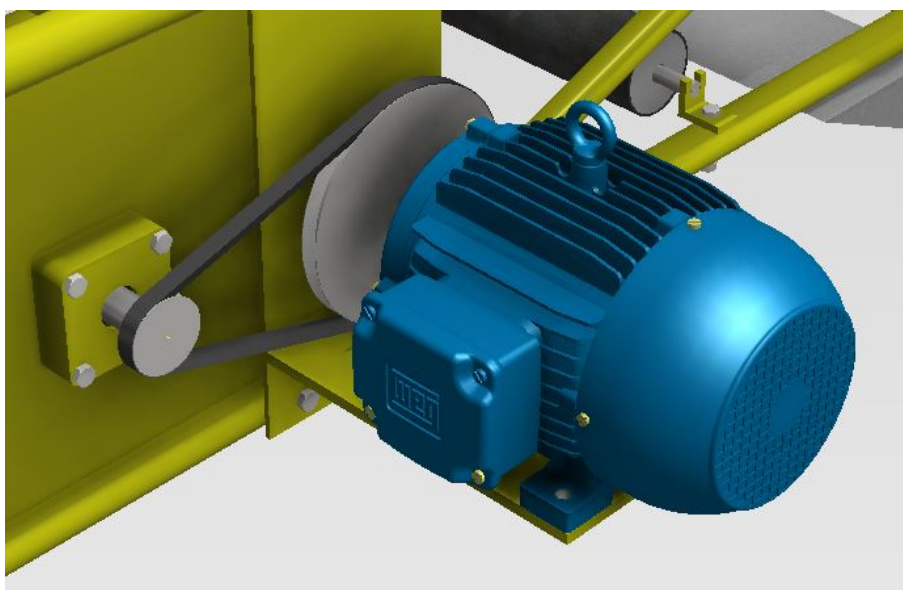
Слика 7.8. Ваљци за носећи и повратни део транспортне траке

Ови ваљци су израђени од бешавне цеви и бочних поклопаца, односно кућишта лежајева који омогућавају њихово кретање. Кроз ваљак пролази осовина која има профилисан крајњи део како би била осигурана на ушицама основне конструкције тракастог транспортера. Слог од два ваљка је позициониран на по једној бочној ушици, као и унутрашњој заједничкој ушици које су причвршћене за основну конструкцију транспортера (слика 7.9.). Дужи ваљак постављен на повратном ходу транспортне траке ослања се на две ушице у које је постављена осовина својим профилисаним крајем и тако омогућава кретање ваљака.



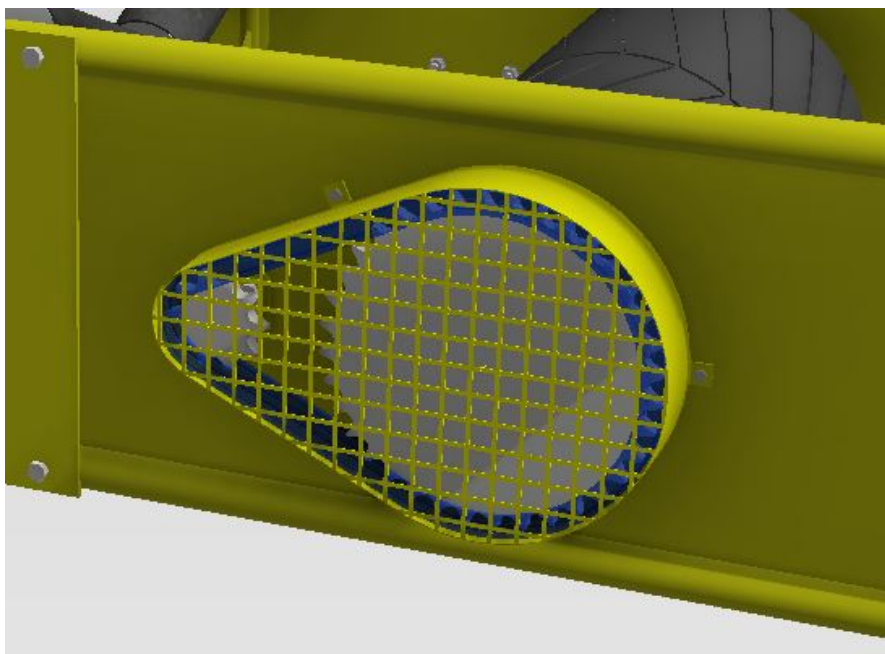
Слика 7.9. Ушице за постављање транспортних ваљака.

Погонски уређај тракастог транспортера је електромотор усвојен из стандардних каталога електромотора Кончар [16]. Снага са погонског мотора се преко спојнице и каишног преносника (слика 7.10.) преноси на погонско вратило.



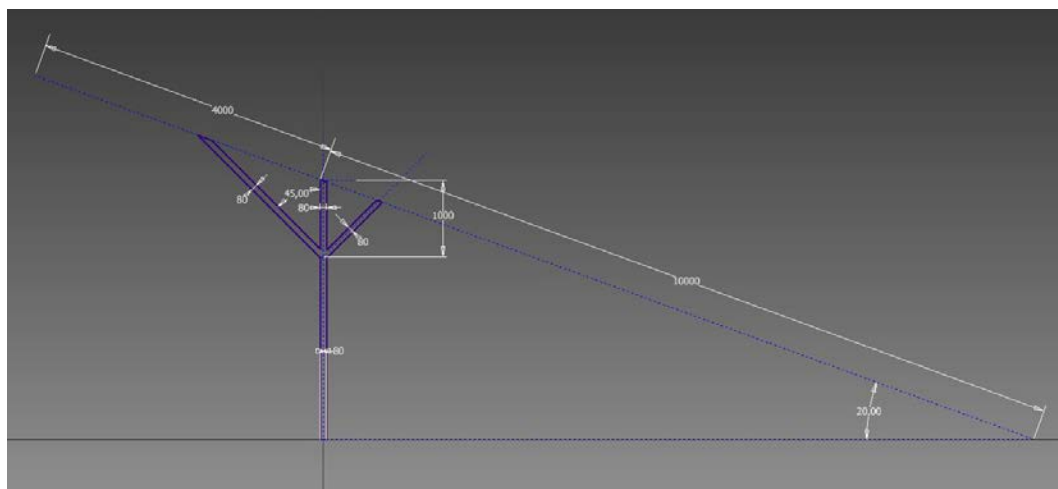
Слика 7.10. Погонски електромотор и каишни преносник

Погонско вратило се ослања на два кућишта са лежајевима и даље преноси кретање до ланчаног преносника снаге који се налази са друге стране основне конструкције тракастог транспортера. Ланчани преносник (слика 7.11.) је споља затворен решеткастом конструкцијом из безбедносних разлога. Даље се снага преноси преко гоњеног вратила на погонски добош.



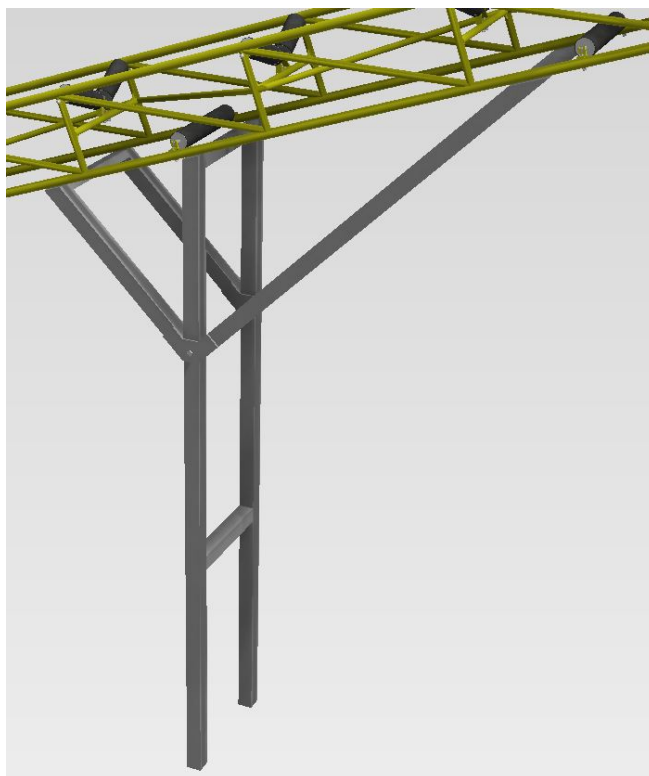
Слика 7.11. Ланчани преносник затворен решеткастом конструкцијом

Носећа конструкција транспортне траке захтева правилан и стабилан ослонац којим се обезбеђује сигурност и равнотежа транспортера. Транспортна трака спада у ред озбиљнијих машинских конструкција у том погледу, и цртеж носећих стубова је дат на слици 7.12.



Слика 7.12. Цртеж носећих стубова конструкције

Зато су за носећу конструкцију израђене две конструкције носећих стубова тракастог транспортера (слика 7.13.). Ова конструкција је израђена тако да може да омогући вертикалну промену висине од подлоге до осе тракастог транспортера.



Слика 7.13. Носећи стубови тракастог транспортера

Следећи елемент је транспортна трака (слика 7.14.) која се израђује у зависности од путање, односно линије транспорта материјала транспортером.



Слика 7.14. Транспортна трака

Након склапања свих елемената, долази се до коначног изгледа склопа тракастог транспортера за транспорт насипног материјала (слика 7.15.).



Слика 7.15. Коначан изглед тракастог транспортера гледан са десна

На слици 7.16. се види изглед тракастог транспортера гледано са његове леве стране, односно стране електромотора.



Слика 7.16. Тракасти транспортер гледано са леве стране

Приликом склапања тракастог транспортера коришћени су стандардни елементи вијчане везе као што су вијак, навртка и подлошка. Такође су коришћени и стандардни лежајеви и семеринзи који у самој конструкцији имају значајну улогу у остваривању њене функционалности и заштите од честица прљавштине.

8. Израда и монтажа тракастог транспортера насипног материјала у фирми „Транскоп“

После фазе прорачуна, израде техничке документације и моделирања тракастог транспортера за транспорт насипног материјала, уследила је предаја техничке документације браварско-заваривачкој радионици фирме „Транскоп“.

Након детаљнијег сагледања документације и израде плана са начином и редоследом израде делова тракастог транспортера уследила је његова израда и склапање.

Израда тракастог транспортера извршена је у сектору одржавања, док је монтажа извршена на сепарацији шљунка и песка фирме „Транскоп“.

Првенствено је извршена набавка потребног материјала, након чега се кренуло са израдом делова тракастог транспортера.

Прво су од металних цеви израђени делови носеће конструкције тракастог транспортера (слика 8.1.).



Слика 8.1. Носећа конструкција тракастог транспортера [13]

Следећа фаза била је израда осовина и ролни, које се после монтаже лежаја убацују у бешавне цеви (слика 8.2.) и заједно са њима креирају ваљке.



Слика 8.2. Осовинице, ролнице, лежајеви и бешавна цев ваљка [13]

Готови ваљци (слика 8.3.) се подмазују и монтирају на ушице на самој носећој конструкцији тракастог транспортера.



Слика 8.3. Изглед готових ваљака [13]

На *слици 8.4.* је приказан слог од два ваљка намонтирана на носећој конструкцији транспортне траке.



Слика 8.4. Слог од два ваљка тракастог транспортера [13]

Следећи корак била је монтажа погонског добоша (*слика 8.5.*) израђеног од дебелозидне цеви и обложеног слојем гуме.



Слика 8.5. Погонски добош монтиран на тракасти транспортер [13]

Када се изврши монтажа погонског добоша, следи затварање његове осовине и монтажа лежишта погонске осовине електро мотора (слика 8.6.).



Слика 8.6. Затварање осовине погонског добоша и осовине електро мотора [13]

На слици 8.7. је приказан изглед конструкције тракастог транспортера са уграђеним погонским и отклоним добошем, као и паром носећих ваљака траке.



Слика 8.7. Конструкција тракастог транспортера [13]

У следећој фази монтаже и склапања, следи монтажа ланчаног преносника снаге (слика 8.8.) који има улогу преноса и редукуције броја обртаја са погонског уређаја (електро мотора) на гоњени уређај (погонски добош).



Слика 8.8. Ланчани преносник снаге тракастог транспортера [13]

После монтаже ланчаног преносника, из техничких као и безбедносних разлога, израђена је и монтирана метална заштитна мрежа око њега (слика 8.9.).



Слика 8.9. Метална заштитна мрежа ланчаног преносника [13]

Када је извршена монтажа свих носећих ваљака уследило је преношење конструкције тракастог транспортера на самој сепарацији шљунка и песка, на месту монтаже (слика 8.10.).



*Слика 8.10. Конструкција тракастог транспортера
на месту монтаже на сепарацији [13]*

Уследило је снимање и мерење потребних димензија за израду носећих стубова тракастог транспортера у браварско-заваривачкој радионици (слика 8.11.).



Слика 8.11. Израда носећих стубова конструкције тракастог транспортера [13]

На слици 8.12. види се коначан изглед носеће конструкције тракастог транспортера која је израђена са механизмом за могућност промене висине ослањања.



Слика 8.12. Коначан изглед носеће конструкције тракастог транспортера [13]

Слика 8.13. приказује коначан изглед конструкције тракастог транспортера након монтаже код дробиличног постројења на сепарацији шљунка и песка.



Слика 8.13. Коначан изглед монтиране конструкције тракастог транспортера [13]

После склапања и варења носеће конструкције тракастог транспортера уследило је постављање и лепљење транспортне траке (слика 8.14.).



Слика 8.14. Монтажа и лепљење транспортне траке [13]

Последњи део представља уградња погонског уређаја (слика 8.15.), односно електромотора добијеног прорачуном тракастог транспортера.



Слика 8.15. Погонски уређај тракастог транспортера [13]

На *слици 8.16.* је приказан коначан изглед тракастог транспортера након извршене монтаже свих елемената.



Слика 8.16. Коначан изглед тракастог транспортера након монтаже [13]

Изглед тракастог транспортера, као и комплетне линије са успним левком и дробиличним постројењем је приказан на *слици 8.17.*



Слика 8.17. Изглед комплетне линије транспорта [13]

9. Закључак

Тракасти транспортери саставни су део руковања материјалом већ више од 200 година због своје поузданости, универзалности и великог распона капацитета. Они омогућавају брз и економски исплатив транспорт различитих врста материјала, од fine прашине до камених громада, што их чини врло популарним у руковању материјалом, у производњи, тешкој индустрији, преради хране и у индустрији паковања производа.

Тракасти транспортери користе се као саставни делови у аутоматској дистрибуцији и складиштењу, у комбинацији са рачунарским системима. Тракасти транспортери сматрају се системима који штеде радну снагу јер омогућавају да се велике количине материјала брзо транспортују кроз процес, што омогућава да фирме отпремају или добијају веће количине материјала уз мањи складишни простор и ниже трошкове рада.

У овом раду је извршено решавање конкретног проблема насталог у фирми „Транскоп“. Тракасти транспортер у поменутој фирми је од виталног значаја за фирму у погледу снабдевања неопходним материјалима и повећањем производње. Тракасти транспортер је комплетно анализиран, прорачунате су димензије свих његових делова помоћу параметара постављених у пракси. Извршена је израда његове техничке документације и приказ 3D модела. Након тога је извршена комплетна израда свих елемената овог транспортера и његова монтажа на лицу места. Тако је затворен један комплетан циклус од настанка, па све до решавања конкретног проблема насталог у свакодневном радном окружењу.

Будући развој тракастих транспортера иде ка повећању њихове трајности, ка нижој цени и степену буке, смањеном одржавању, као и према оптималној тежини и димензијама самих транспортера. Заштита околине такође ће се све више узимати у обзир при конструкцији тракастих транспортера, посебно код транспорта жита, угља и разних руда. Модуларни системи тракастих транспортера, као нови концепт у руковању материјалом, постају неизбежни део аутоматске производње и аутоматских монтажних линија у многим индустријским гранама.

Тракасти транспортери такође су објект истраживања у нанотехнологији. У будућности транспортне траке нановеличине моћи ће да преносе честице величине атома ка микроскопским радним местима.

Литература

- [1] Ловрин, Н., Дебелић, Д., *О повијести тракастих транспортера*, Технички факултет, Ријека, 2008.
- [2] Taking care of History, [Online] 2014. [преузето: Март 2014.]
http://dsmith.blogs.redding.com/2008/12/found_a_big_pie/
- [3] Гашић, М., *Транспортни уређаји – непрекидни транспорт*, Машински факултет, Краљево, 1997.
- [4] Rubber Conveyor Belts India, [Online] 2014. [преузето: Март 2014.]
<http://www.conveyor.co.in/rubber-conveyor-belts.htm>
- [5] Ofweek, Ep Rubber Conveyor Belts, Flat Belts [преузето: Март 2014.]
<http://en.ofweek.com/Product/Ep-Rubber-Conveyor-Belts-Flat-Belts-prod-17288-313268.html>
- [6] Audubon, Stainless Steel Conveyor Belts, [Online] 2014. [преузето: Април 2014.]
<http://www.meshbelt.com/stainlesssteelconveyorbelts.html>
- [7] J.K. Engineering works, [Online] 2014. [преузето: Април 2014.]
<http://beltconveyorsystems.in/products/>
- [8] Mbfapromal, [Online] 2014. [преузето: Април 2014.]
<http://www.mbfapromal.com/projekti/jelendo.html>
- [9] Rongbay, [Online] 2014. [преузето: Април 2014.]
<http://rongbay.com/Ha-Noi/DONG-co-tang-quan-cho-bang-tai-c100-raovat-22829415.html>
- [10] L.K. Goodwin Co., [Online] 2014. [преузето: Април 2014.]
http://www.lkgoodwin.com/more_info/tr3_series_conveyor/tr3_series_conveyor.shtm
- [11] Тошић, С., *Транспортни уређаји - Механизација транспорта*, Машински факултет, Београд, 1999.
- [12] Тошић, С., *Прорачун машина непрекидног транспорта и дизаличних уређаја*, Машински факултет, Београд, 2001.
- [13] Друштво за промет и услуге Транскоп д.о.о., [Online] 2014. [преузето: Мај 2014.]
<http://www.transkop.net/index.php>

- [14] Дедијер, С., *Основи транспортних уређаја*, Београд, 1989.
- [15] Јевтић, В., *Транспортне машине - за насипне и комадне терете са непрекидним начином рада*, Ниш, 2001.
- [16] Кончар – Мес д. д., [Online] 2014. [преузето: Мај 2014.]
http://www.koncarnes.hr/admin/pdf_e/03_2013%20katalog_elektromotori_HR_EN_NJ.pdf
- [17] Autodesk Inventor, [Online] 2014. [преузето: Јун 2014.]
<http://www.autodesk.com/products/autodesk-inventor-family/overview>
- [18] SRPS M.D2.050:1968, Транспортери с гуменом траком - Утврђивање главних параметара, [Online] 2014. [преузето: Јун 2014.]
http://www.iss.rs/standard/?natstandard_document_id=8449
- [19] SRPS M.D2.060:1968, Транспортери са гуменом траком - Бубњеви - Главне мере и смернице за избор бубња, [Online] 2014. [преузето: Јун 2014.]
http://www.iss.rs/standard/?natstandard_document_id=8451