

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Основне академске студије

Модул: Машинске конструкције и механизација

Предмет: Механички преносници

Број индекса: 111/2015

Немања Д.Ремештар

**Примена савремених материјала за
израду елемената ланчаних преносника
завршни рад**

Комисија за преглед и одбрану:

1. Др Блажа Стојановић, ванр.проф - ментор

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог завршног рада кандидат треба да:

- истакне основне карактеристике механичких преносника,
- прикаже основне карактеристике ланчаних преносника,
- представи савремене материјале за израду елемената ланчаних преносника,
- представи савремене материјале за израду ланчаника,
- прикаже основне предности савремених материјала за израду елемената ланчаних преносника.

Препоручена литература:

[1] Б. Стојановић , М. Благојевић: Механички преносници , Факултет инжењерских наука, Крагујевац, 2015.

[2] В. Николић: Машински елементи, Машински факултет у Крагујевцу, Крагујевац, 2004.

[3] Каталогизација произвођача ланчаних преносника

Крагујевац, октобар 2018.

Ментор:
Др Блажа Стојановић, ванр.проф.

Изјављујем да сам овај завршни рад урадио самостално, служећи се стеченим знањем и искуством као и наведеном литературом.

Немања Ремештар 111/2015

Садржај

1. Увод	1
2. Механички преносници	3
3. Ланчани преносници	5
3.1 Основне карактеристике ланчаних преносника	5
3.2 Врсте ланаца и њихове основне карактеристике	7
3.3 Ланчаници	11
4. Материјали за израду елемената ланчаног преносника	13
4.1 Метални ланчани преносници	13
4.1.1 Никлом обложен ланац	13
4.1.2 Ланац од нерђајућег челика	14
4.1.3 Цинком обложен ланац	14
4.1.4 Хидро-ланац	15
4.2 Пластични ланчани преносници	16
4.2.1 Полимерни блок ланац	16
4.2.2 Затезач ланца	17
4.2.3 Пласток ланац (Plastock)	18
4.2.4 Поли челични ланац	19
5. Материјали за израду ланчаника	24
5.1 Савремени ланчаници	24
5.1.1 Тсубаки паметан ланчаник	24
5.1.2 Никлом обложен ланчаник	25
5.1.3 Цинком обложен ланчаник	26
5.1.4 Ланчаник високих перформанси	26
5.1.5 Ланчаници са гуменим јастучићима	27
5.1.6 Алуминијумски тркачки задњи ланчаник	28
5.1.7 Челични ланчаници са самочишћењем	28
5.1.8 Пластични ланчаник	29
6. Закључак	30
7. Литература	31

Abstract

The paper presents the basic characteristics of mechanical drives, division and classification. The field of application of the chain drives and their advantages and disadvantages are presented. The division and types of chains have been given, as well as their main characteristics. The emphasis is placed on the materials used to make chains and sprockets. Special high- -performance chains and sprockets have also been presented.

Key words: mechanical drives, chain drives, chain, sprocket.

Резиме

У раду су дате основне карактеристике механичких преносника, поделе и класификација. Истакнута је област примене ланчаних преносника и њихове предности и мане. Дате су поделе, врсте ланаца, као и њихове основне карактеристике. Акценат је стављен на материјале који се користе за израду ланаца и ланчаника. Представљене су и посебне врсте ланаца и ланчаника високих перформанси.

Кључне речи: механички преносници, ланчани преносници, ланац, ланчаник.

1. Увод

Пренос механичке енергије од погонске до радне машине врши се посредством трансмисионих вратила, спојница и преносника. За разлику од трансмисионих вратила и спојница, преносницима је могуће вршити трансформацију броја обртаја, обртног момента, а понекада и смера обртања. Радне машине углавном раде при нижем броју обртаја у односу на погонске, при чему захтевају знатно веће вредности обртних момената. Код неких транспортних система, положај осе вратила и међусобно растојање погонске и радне машине се мења у току експлоатације, а понекад је и неопходна промена броја обртаја радне машине у самом процесу експлоатације. Из наведених разлога, преносници имају изузетно велику примену у савременој машиноградњи, [1].

Преносници снаге морају да испуне следеће задатке, [1]:

- да регулишу обртни момент, број обртаја, смер обртаја у зависности од врсте спољашњег оптерећења,
- да регулишу радне карактеристике пумпи, компресора итд.,
- да изврше сумирање потребне снаге мотора при групном погону више различитих уређаја,
- да обезбеде миран старт и заштиту од преоптерећења погонског мотора.

Пренос енергије и механичког кретања се може остварити на више начина и различитим преносним механизмима, па се стога и преносници деле на, [2]:

- механичке,
- електричне,
- хидрауличке,
- пнеуматске,
- комбиноване и
- хибридне.

Механички преносници преносе кретање и обртни момент помоћу тзв. везе обликом (*зупчасти, ланчани, зупчасти каишни преносници,...*) или трењем (*фрикциони преносници, каишни преносници, ...*) , [1].

Електрични преносници су преносници код којих се обртни момент преноси електричним путем. Основни принцип рада електричних преносника је промена улазних параметара електромотора (напона или фреквенције) што директно утиче на промену његовог броја обртаја и обртног момента. Електрични преносници се најчешће користе када је потребан континуално променљив преносни однос, [2].

Код хидрауличких преносника обртни момент се преноси помоћу течности, а код пнеуматских помоћу гасова. Треба напоменути да су флуиди и једних и других обично под притиском, [2]

Подела преносника снаге према врсти погонског мотора, [2]:

- мотори СУС,

- електромотори,
- хидраулички мотори,
- преуматски мотори и
- комбиновани погон.

С обзиром на променљивост преносног односа, разликују се, [1]:

- преносници са константним преносним односом (пројектовани само за један преносни однос),
- преносници са степенасто променљивим преносним односом (мењачи) и
- преносници са континуално променљивим преносним односом (варијатори).

У зависности од величине радног преносног односа преносника разликују се, [1]:

- редуктори,
- мултипликатори и
- једноставни преносници (преносни однос 1).

Сви преносници независно од поделе служе да пренесу снагу са погонске на радну машину и да при томе број обртаја и обртни момент на вратилу погонске машине прилагоди потребном броју обртаја и обртном моменту на вратилу радне машине.

2. Механички преносници

Механички преносници су механизми који служе за пренос механичке енергије, уз промену брзине кретања и одговарајућу промену обртног момента, а понекад и уз промену облика и закона кретања. У општем случају механички преносници се користе за велике снаге и за постизање великих преносних односа између улазног и излазног вратила преносника. Механички преносник састоји се од једног или више различитих преноса. Механичка енергија се преноси преко машинских делова разних врста и облика, међусобним додиривањем или спрезањем. Ови машински делови чине радне или посредничке органе преноса или преносника. Механички преносници снаге деле се на, [3]:

- ланчане,
- зупчасте,
- каишне (ремене) и
- фриксионе.

Под основним карактеристикама механичког преносника подразумева се, [3]:

- радни преносни однос преносника,
- општа једначина кретања преносника,
- оптерећење преносника (снага, обртни моменти и степен искоришћења) и
- закони промене оптерећења радних органа преносника, режим оптерећења преносника.

Радне органе преносника или преноса чине: фриксиони точкови, зупчаници, каишници и ланчаници. Док у посредничке органе спадају: каиш и ланац, а понекад (код преносника са сателитом) и фриксиони точкови, односно зупчаници. Према броју парова радних органа преносника, разликују се, [3]:

- једностепени преносници и
- вишестепени преносници (са више једнаких или различитих преноса).

С обзиром на кретање оса радних органа преносника у простору, механички преносници могу бити, [4]:

- са непокретним осама радних органа преносника (стални и прикључни преносници) и
- са покретним осама сателита (планетарни и диференцијални преносници).

Према сложености механички преносници се могу поделити на, [4]:

- једноставне и
- сложене преноснике (са више различитих преноса или преносника).

Према међусобном положају оса улазног и излазног вратила, механички преносници могу да буду, [4]:

- са паралелним осама,
- са осама које се секу и
- са осама које се мимоилазе.

Тип механичких преносника зависи од вредности радног преносног односа преносника i , тј. од односа угаоне брзине погонског-улазног радног органа и угаоне брзине гоњеног-излазног радног органа преносника. Узимајући у обзир ове зависности разликују се следећи типови механичких преносника, [5]:

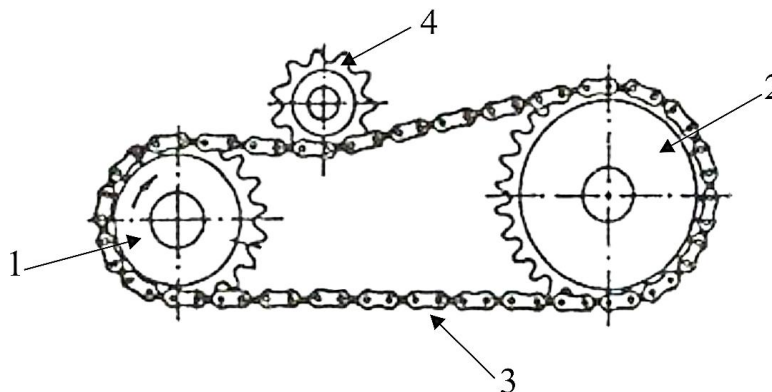
- редуктор-радни преносни однос i је непроменљив и већи од један па преносник смањује (редукује) угаону брзину, односно број обртаја идући од улазног ка излазном радном органу;
- мултипликатор-радни преносни однос i је непроменљив и мањи од један па преносник увећава (мултиплицира) угаону брзину, односно број обртаја идући од улазног ка излазном радном органу;
- варијатор брзине (варијатор)-угаона брзина, односно број обртаја излазног радног органа преносника мења се у одређеном дијапазону регулисања континуално са безброј промена угаоне брзине.

3. Ланчани преносници

По својим карактеристикама ланчани преносници налазе се негде између зупчастих и каишних преносника, односно у великој мери обједињавају њихове позитивне карактеристике. Пренос снаге остварује се посредно помоћу обвојног елемента - ланца, који преко ланчаника повезује два међусобно удаљена паралелна вратила. Због своје поузданости и економичности у раду имају широку примену пре свега код бицикла, моторцикла, мотора, пољопривредних машина, рударских и грађевинских машина, алатних машина, текстилних машина, штампарских машина, код машина за прераду дрвета, и код транспортних уређаја, [3].

3.1 Основне карактеристике ланчаних преносника

Ланчани преносници представљају механичке преноснике са гпким, савитљивим елементом-ланцем. Ланчани преносник (слика 3.1) се састоји од погонског (1) и гоњеног ланчаника (2) и ланца који их обухвата (3). Ланчани преносници повезују два или више међусобно паралелна вратила која се налазе на великим растојањима.



Слика 3.1 - Ланчани преносник (1-погонски ланчаник, 2-гоњени ланчаник, 3-ланац, 4-уређај за затезање) [1]

У саставу једног ланчаног преносника, поред ланца и ланчаника, у појединим случајевима налазе се уређаји за затезање (4) и уређаји за подмазивање.

Ланчани преносници се примењују, [1]:

- при средњим међуосним растојањима, када зупчасти преносници захтевају велики број зупчаника и
- када је неопходан рад без проклизавања.

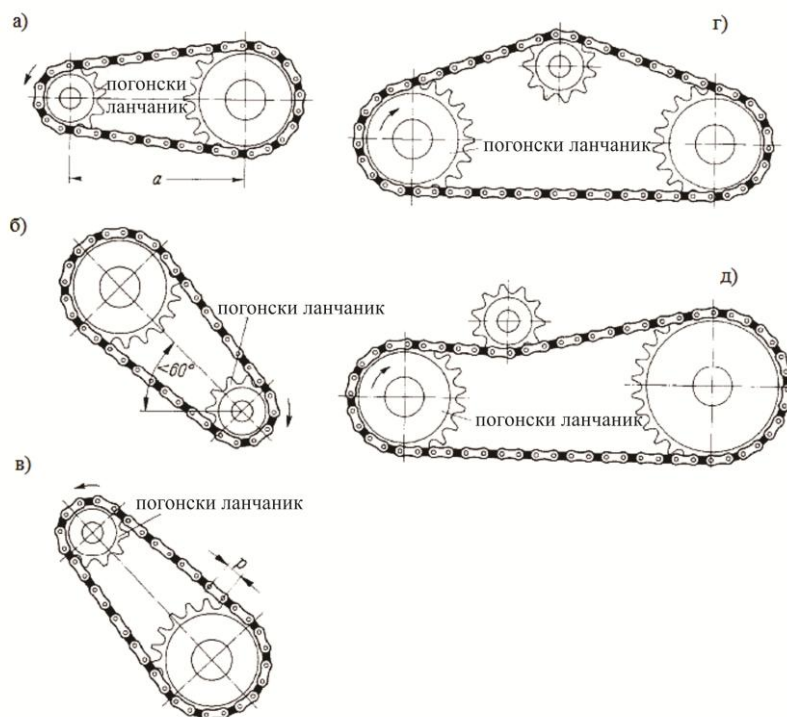
Ланчани преносници се примењују за погон различитих машина номиналне снаге до 1000 kW, брзине $v \leq 35$ m/s и преносног односа $i < 7$. Могу пренети знатно веће снаге у односу на каишне преноснике и то при мањим обвојним угловима и мањем осном растојању, [1].

У примени ланчани преносници имају одговарајуће предности али и недостатке. Предности примене ланчаних преносника су: мале димензије, пренос снаге обвојним елементом - ланцем без проклизавања, релативно дуг радни век, висок степен искоришћења ($\eta = 0,98 - 0,99$), мали трошкови одржавања, мало оптерећење вратила и

лежајева, неосетљивост према повишеним температурама и влази, као и могућност повезивања већег броја паралелних вратила једним ланцем.

Недостаци ланчаних преносника су: хабање елемената ланца услед чега долази до повећања корака односно издужења ланца, неравномерност брзине гоњеног ланчаника у току једног обрта, нееластични пренос обртног момента, повезивање само међусобно паралелних вратила, скупљи су у односу на ремене преноснике и стварају буку у току рада.

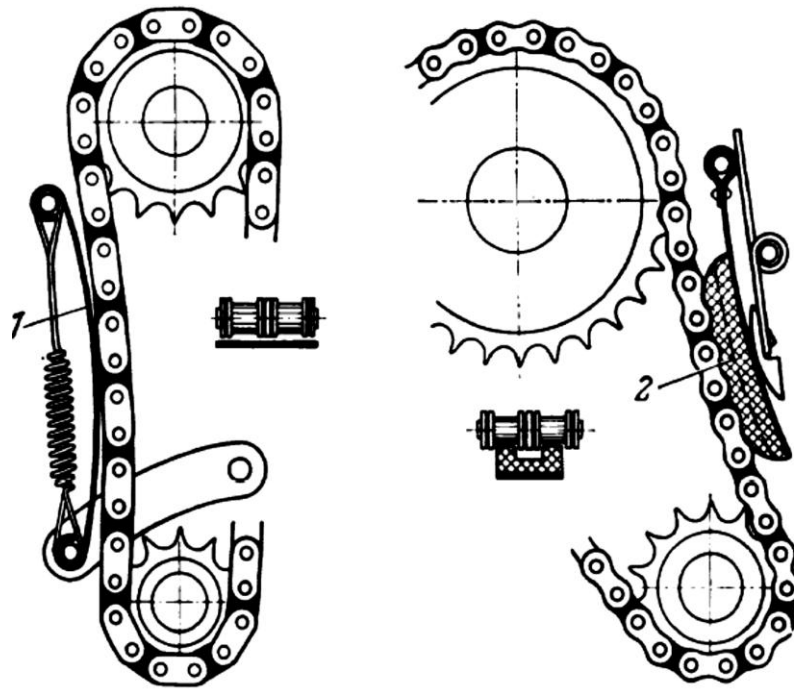
На слици 3.2 приказане су могућности извођења ланчаних парова. Ланчани преносници најчешће имају хоризонтални (а) или нагнути положај. Повољније је да вучни огранак буде са горње стране. Нарочито неповољан је вертикални положај ланца јер доводи до лошег захвата на доњем ланчанику. Због тога је за угао нагиба ланца већег од 60° (б, в) и код вертикалног положаја неопходна примена затезног ланчаника (г, д). И за случај погона већег броја ланчаника, односно вратила такође је неопходна примена затезног ланчаника.



Слика 3.2 - Могућности извођења ланчаних парова [3]

Примену ланчаних преносника за пренос снаге између вертикалних вратила треба избегавати због интензивног хабања ламела код ланца и чеоних површина ланчаника. У случају примене за овај положај вратила потребно је обезбедити одговарајуће вођење ланца. Због издужења ланца у току рада, неопходно је обезбедити механизам за накнадно притезање. У пракси се то најчешће остварује преко затезног ланчаника или предвиђањем могућности подешавања основног растојања.

Код вертикалног положаја ланца или код погона са ударним оптерећењима (на пример код клипних машина), долази до осциловања ланца и немирног рада. Због тога се код таквих ланчаних преносника уграђује пригушивач осцилација. На слици 3.3 приказан је пример ланца са пригушивачем осцилација, [3].



Слика 3.3 - Пример ланца са пригушивачем осцилација [3]

3.2 Врсте ланца и њихове основне карактеристике

Сви ланци који се налазе у примени у пракси могу се поделити на ланце са карикама и ланце са зглобовима (зглобни ланци). Ланци са карикама служе махом за подизање терета.

Према улози у машинама ланчани преносници се деле на :

- погонске,
- теретне и
- вучне.

Погонски ланчани преносници користе се за највеће снаге при максималним брзинама. Један погонски ланчаник може истовремено да погони више гоњених ланчаника. Ови ланчани преносници имају најширу примену, [5].

Теретни ланчани преносници се користе за подизање терета код дизалица, за витла, котураче и сличне уређаје. Користе се за велика оптерећења и мале брзине, [5].

Вучни ланчани преносници користе се за погон елеватора, транспортних трака и уређаја, и за сличне потребе, [5].

Према боју редова на, [5]:

- једноредне и
- вишередне (дворедне, троредне...).

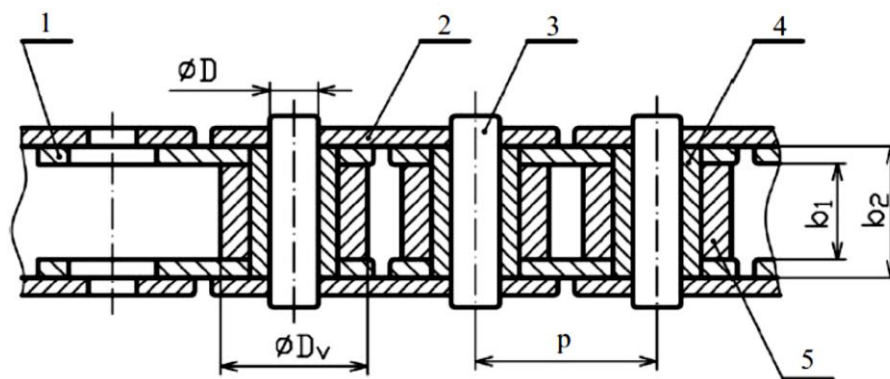
Према положају гоњеног вратила на, [5]:

- хоризонталне,
- нагнуте и
- вертикалне.

Према конструкционом изгледу, ланчани преносници се могу поделити на, [5]:

- ваљкасте,
- чаурасте,
- зупчасте,
- растављиве зглобне ланце,
- ротари ланце,
- специјалне ланце и
- ланце за спајање.

Ваљкасти ланци имају најширу примену од осталих ланчаних преносника. На слици 3.4 приказан је ваљкасти ланац, чији се чланак састоји из унутрашње ламеле (1), спољашње ламеле (2), осовинице (3), чауре (4) и ваљка (5).



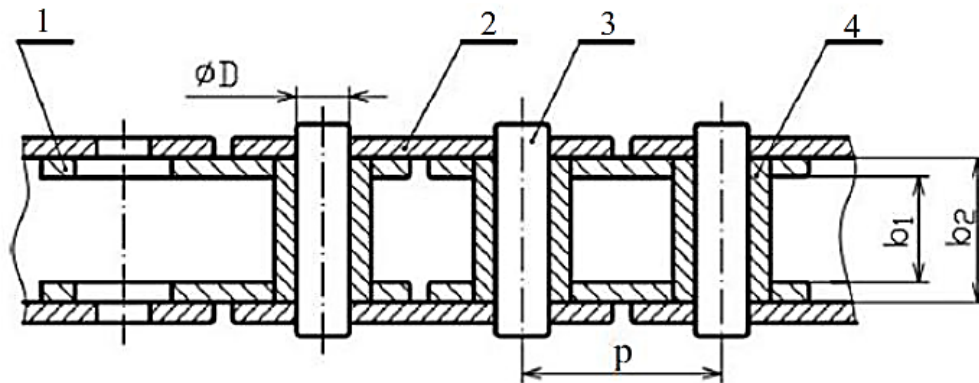
Слика 3.4 - Ваљкасти ланац [5]

Основни параметар ланца је корак p који има стандардне вредности. Остали геометријски параметри су: b_1 - унутрашња ширина чланака, b_2 - спољашња ширина чланака, D - пречник осовинице, D_v - пречник ваљка. Вредности наведених параметара зависе и одређени су кораком ланца p .

Да би ланац правилно функционисао потребно је да између ваљка и чауре буде лабаво налагање (да постоји зазор), а да је чврсто налагање (да постоји преклоп) између чауре и унутрашње ламеле и између осовинице и спољашње ламеле. Мере и облици ланца и ланчаника прописани су стандардима. Израђују се као једноредни и вишередни (екстремно и до 24 реда), и могу се применити за обимне брзине и до 30 m/s. Поред ових ланца постоје и ланци са ваљцима са дугим чланцима (DIN 8181 и DIN 8189), као и ланци са чланцима посебног облика за примену код транспортних система. Ови ланци се примењују за обимне брзине до 3 m/s. Ланци са дугим чланцима користе се за мања

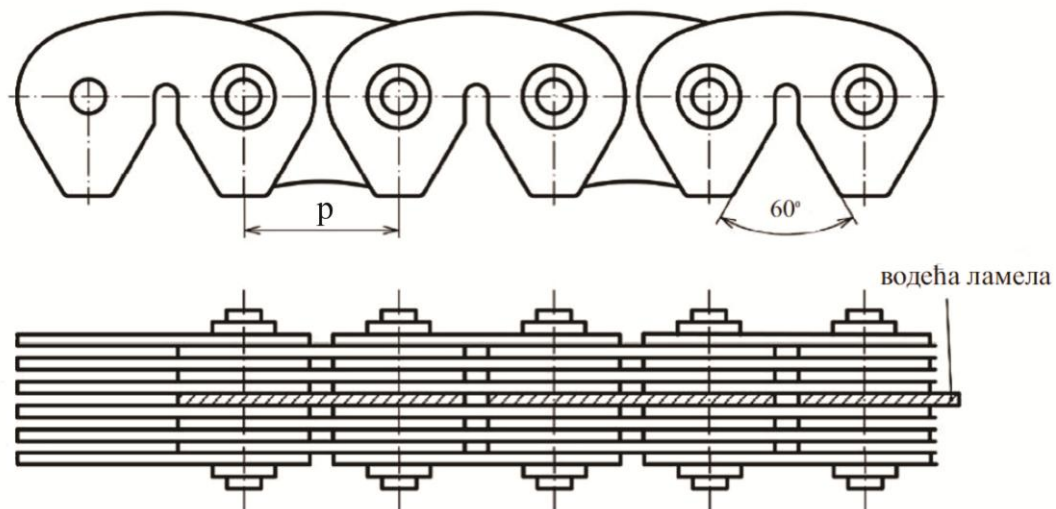
оптерећења и ниже бројеве обртаја, код већих ланчаника и код већих осних растојања, [5].

Чаурасти ланци (слика 3.5) су слични ваљкастим, с тим што немају ваљке. Састоје се из унутрашње ламеле (1), спољашње ламеле (2), осовинице (3) и чауре (4). На овај начин се повећава носећа површина и смањује специфичан притисак између чауре и осовинице. Између осовинице и чаурице налагање је лабаво (постоји зазор). Користе се за мања оптерећења и мале брзине до $0,5 \text{ m/s}^2$ и то као теретни и транспортни ланци за рад са смањеном буком у чистој средини. Чаурасти ланци су дефинисани стандардом, [5].



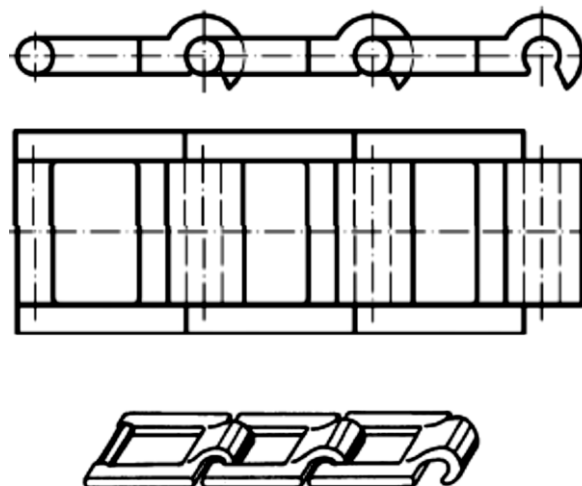
Слика 3.5 - Чаурасти ланац [5]

Зупчасти ланци су после ланаца са ваљцима најчешће коришћени погонски ланци. На једној осовиници постављен је већи број ламела при чему је свака друга ламела наизменично повезана са суседним осовиницама. Свака ламела има по два зупца чији спољашњи носећи бокови граде угао од 60° . Ламеле су израђене од челика за побољшање са довољном прецизношћу, тако да при спрезању ланца са ланчаником не постоји клизање бокова зубаца. У ланцу може бити уграђен већи број ламела чиме се повећава његова носивост. Ради повећања отпорности у односу на хабање, у отворе ламела постављају се термички обрађене чауре. Да не би дошло до бочног бежања ланца са ланчаника потребно је обезбедити одговарајуће вођење ланца. У ту сврху служе специјално израђене ламеле за вођење, које су без зубаца и могу бити постављене по једна у средини или по две са стране. На ланчанику се при томе израђују одговарајући жлебови. Код уских ланаца користи се спољашње вођење (чиме се избегава слабљење ланчаника због жлеба у средини), а код ширих ланаца и великих брзина унутрашње вођење. Ланце са зупцима одликује миран, скоро бешуман рад, али су зато скупљи у односу на ланце са ваљцима, захтевају прецизну израду и пажљивије одржавање. Користе се код великих брзина ланаца и то као погонски ланци, [5]. На слици 3.6 приказан је зупчасти ланац.



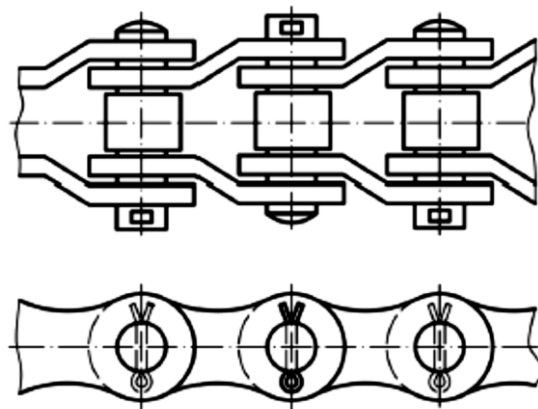
Слика 3.6 - Зупчасти ланац [5]

Растављиви зглобни ланци (слика 3.7) су ланци који на једном крају имају уграђену осовиницу која чини зглобну везу са на другом крају припремљеним седлом. Раде се од темпер лива са корацима од 22 mm до 148 mm за затезну силу од 0,3 kN до 32 kN. То су теретни ланци који се користе код пољопривредних машина и за транспорт терета, [5].



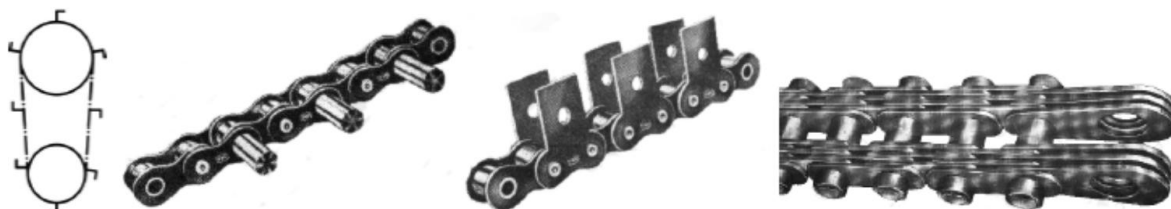
Слика 3.7 - Растављиви зглобни ланац [5]

Ротари ланци се конструкционо изводе и као ланци са ваљцима, али имају савијене ламеле које их чине еластичним и погодним за пријем ударних оптерећења. Користе се за брзине ланаца до 17 m/s и то пре свега код багера и машина за бушење у нафтној индустрији. Ламеле су међусобно идентичне тако да могу да се раде са произвољним бројем чланака, [5]. На слици 3.8 приказан је ротари ланац.



Слика 3.8 - Ротари ланац [5]

Специјални ланци (слика 3.9) су они који поред своје основне улоге да пренесу обртни момент, имају додатни задатак да нешто пренесе, померају и сл. Код оваквих ланаца постоје додатни делови у виду посудница, хватача и сл. Специјални ланци се користе код повртарских машина. У хватаче се ставља нпр. расад који се полаже у земљиште, [5].



Слика 3.9 - Примери специјалних ланаца [5]

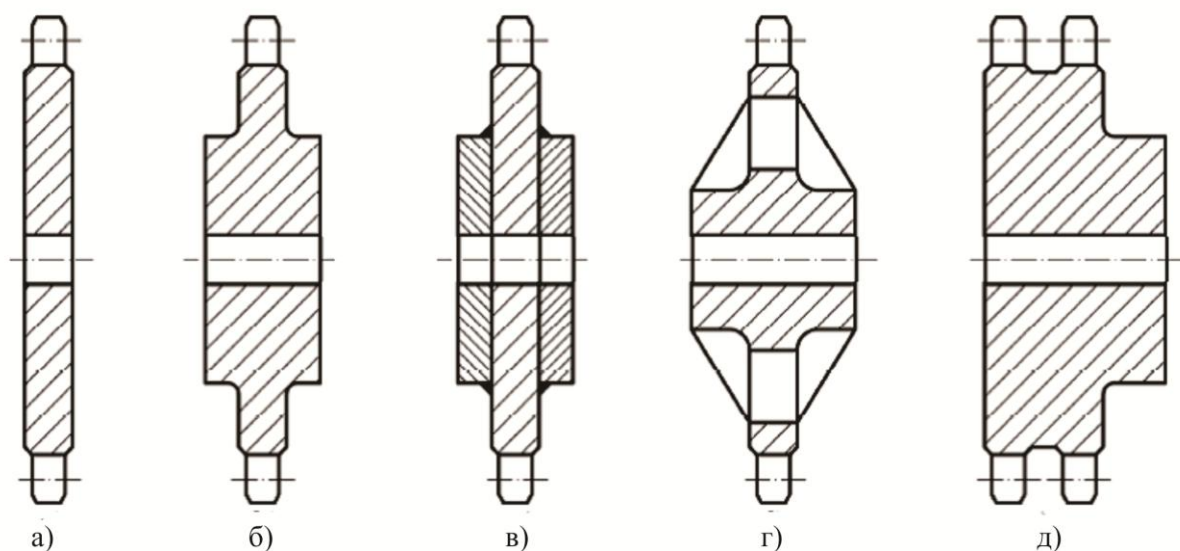
3.3 Ланчаници

Облик ланчаника зависи од величине обртног момента, тј. снаге које се преноси и бројева зуба ланчаника. Ланчаници се састоје од главчине и венца. Ланчаници који преносе мањи обртни момент углавном се израђују из једног комада, односно као монолитни. Уколико је пренесена снага мала, они се могу израдити и без главчине. Ланчаници који преносе веће обртне моменте, могу се израђивати из више делова. Спајање главчине и венца може се вршити заваривањем, завртњима, закивцима и сл. Главчине ланчаника већих пречника углавном се праве од другачијег, јефтинијег материјала од материјала ланчаног венца са зупцима, [5].

Најпогоднији за израду и експлоатацију су ланчаници са симетричним положајем главчине. Када се после одређеног времена рада похаба једна страна бочног профила зубаца, могуће је заокретање ланчаника за 180° и у спрезање увести другу страну бочног профила. Са гледишта технологије, ланчаници са симетричном главчином имају бројне предности у погледу уштеде материјала, једноставније израде, итд, [1].

Да би се смањила маса, ланчаници се израђују са отворима и олакшањима. Ланчаници већих пречника праве се са паоцима и ојачавају ребрима. За случај осигурања од преоптерећења и лома код ланчаника се уграђује заштитни уређај који дефинише величину преношеног обртног момента, [1].

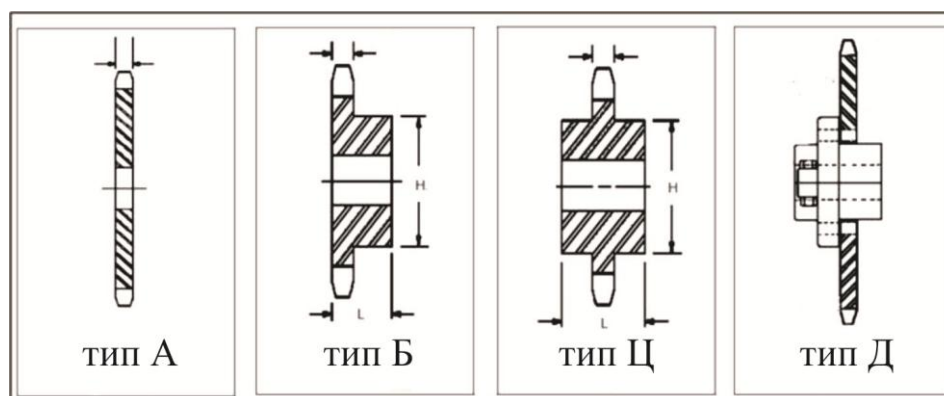
Најчешћи конструкциони изгледи ланчаника су дати на слици 3.10. За мала оптерећења, ланчаник је у виду плоче (слика 3.10, а), а када су оптерећења већа, главчина је изражена (слика 3.10, б). Ланчаник се може израдити заваривањем од различитих материјала, венац од квалитетнијег, труп и главчина од мање квалитетног материјала (слика 3.10, в). За веће димензије кинематског пречника, ланчаник има паоке (слика 3.10, г). Вишередни ланчани преносник има више редова зуба (слика 3.10, д). Зависно од величине кинематског пречника, корака ланца и начина израде, могући су различити конструктивни изгледи ланчаника.



Слика 3.10 - Конструкционо решење ланчаника [5]

Основни типови ланчаника (слика 3.11), [6]:

- тип А-ланчаник без главчине,
- тип Б-ланчаник са главчином са једне стране,
- тип Ц-ланчаник са главчином са обе стране и
- тип Д-ланчаник са завртњем на главчини причвршћен за ламелу.



Слика 3.11 - Основни типови ланчаника [6]

4. Материјали за израду елемената ланчаног преносника

Ланчани преносници се израђују од више различитих материјала. На избор материјала утичу многобројни фактори. При избору материјала води се рачуна да век трајања ланчаника буде дужи од века трајања ланца. Погонски ланци се најчешће израђују од челика за цементирање или побољшање, [5]. Препоруке за избор материјала за израду елемената ланчаног преносника дате су у табели 4.1.

Табела 4.1: Материјали за елементе ланчаног преносника [5]

Делови ланца	Ознака материјала		Врста материјала	Тврдоћа после термичке обраде (HRC)
	SRPS	EN		
Ламеле	Č1530, Č1730, Č1531	1C45, 1C60, C45E	Челици за побољшање	40 ÷ 50
	Č1220, Č1221	1C15, 2C15	Челици за цементацију	38 ÷ 44
Осовинице	Č1221, Č1220, Č4120	2C15, 1C15, 17Cr3	Челици за цементацију	59 ÷ 65
	Č1530, Č1531	1C45, C45E	Челици за побољшање	40 ÷ 50
	Č5425, Č5421	14NiCr10, 18CrNi8	Челици за цементацију	50 ÷ 60
Чауре	Č1121, Č1220, Č1221	C10E, 1C15, 2C15	Челици за цементацију	59 ÷ 65
	Č1530, Č1531	1C45, C45E	Челици за побољшање	40 ÷ 50
	Č5425	14NiCr10	Челици за цементацију	59 ÷ 65
Ваљчићи	Č1121, Č1220, Č1221	C10E, 1C15, 2C15	Челици за цементацију	59 ÷ 65
	Č5432	30CrNiMo8	Челици за побољшање	47 ÷ 53

4.1 Метални ланчани преносници

4.1.1 Никлом обложен ланац

Никловани ланац компаније Рејнолд (*Renold*) (слика 4.1) поседује одличну заштиту од корозије. Идеалан је за примену код флаширања, где преливање може да доведе до корозија спецификација за овај ланац је дизајниран да оптимизује своје перформансе. Свака модификација је направљена како би се отпорност на хабање и замор довели до максимума, као и отпорност на корозију.

Карактеристике и предности, [7]:

- хексавалентни слободан хром,
- 400 сати заштите од корозије током сланог теста према стандарду DIN 50021,
- хладно екструдовани, максимално чврсте чауре и ваљци,
- отпорност на хабање и замор обезбеђују максимални радни век,
- подмазивање побољшава перформансе хабања и
- затезна чврстоћа је око 85% већа него код ланца од стандардног угљеничног челика.



Слика 4.1 - Никлом обложен ланац [7]

4.1.2 Ланац од нерђајућег челика

Рејнолдов ланац (слика 4.2) направљен је од високо квалитетног нерђајућег челика. Он изузетно добро функционише у окружењима која су кисела, алкална, где се узима у обзир директан контакт са храном, где ланац може бити изложен води, као и за врло високе или врло ниске температуре (-40°C до $+400^{\circ}\text{C}$) где је отпорност на корозију услов. Ренолдов ланац од нерђајућег челика треба изабрати када је отпорност на хемијске реакције критична. Овај ланац је произведен коришћењем FDA одобреног материјала подмазан USDA H1 одабраним мазивом.

Карактеристике и предности, [7]:

- све компоненте су направљене од нерђајућег челика,
- све компоненте добијају завршну површинску обраду за уклањање напона,
- подмазивање побољшава перформансе хабања и
- затезна чврстоћа је око 65% већа него код ланца од стандардног угљеничног челика.



Слика 4.2 - Ланац од нерђајућег челика [7]

4.1.3 Цинком обложен ланац

Нов цинкован ланац од Рејнолда (слика 4.3) идеалан је за примену код машина које су подложне лакој корозији. Нова облога има доследан изглед, замењујући жуте и плаве

хромиране верзије које су раније биле доступне и дају висок ниво отпорности на корозију. Свака компонента је обложена пре монтаже тако да ланац има побољшану отпорност на хабање под нормалним оптерећењима због нове површинске обраде.

Карактеристике и предности, [7]:

- 250 сати заштите од корозије током сланог теста према стандарду DIN 50021,
- хладно екструдовани, максимално чврсте чауре и ваљци,
- отпорност на хабање и замор обезбеђују максимални радни век,
- подмазивање побољшава перформансе хабања и
- затезна чврстоћа је око 85% већа него код ланца од стандардног угљеничног челика.



Слика 4.3 - Цинком обложен ланац [7]

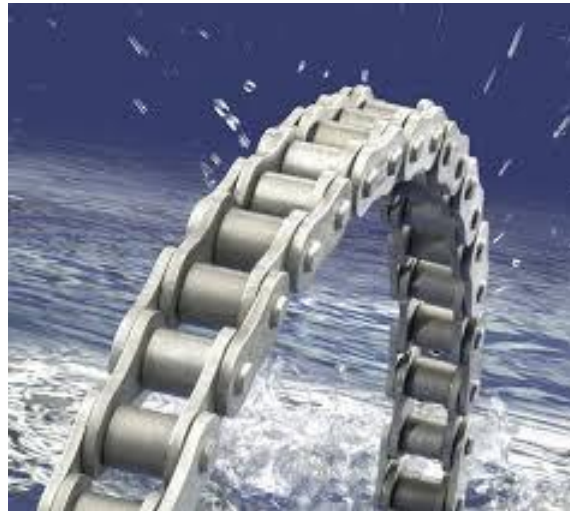
4.1.4 Хидро-ланац

Рејнолдов хидро-ланац (слика 4.4) обезбеђује супериорну отпорност на корозију, која траје чак 30 пута дуже него код ланца од стандардног угљеничног челика, за примене у воденим или сланим срединама. Хидро-ланац је такође економичнији и јачи у поређењу са ланцем од нерђајућег челика. Свака компонента се механички третира пре монтаже како би се осигурала добра заштита.

Карактеристике и предности, [7]:

- супериорна отпорност на корозију,
- 30 пута дуже отпорност на хабање него код ланца од стандардног угљеничног челика,
- хексавалентни слободан хром,
- 350 сати заштите од корозије током сланог теста према стандарду DIN 50021,
- хладно екструдовани, максимално чврсте чауре и ваљци,

- отпорност на хабање и замор обезбеђују максимални радни век и
- подмазивање побољшава перформансе хабања.



Слика 4.4 - Хидро-ланац [7]

4.2 Пластични ланчани преносници

4.2.1 Полимерни блок ланац

Клик-топ полимерни блок ланац (слика 4.5) се брзо поставља, јак је и може смањити време застоја. Овај ланац осигурава поузданост, квалитет и велику уштеду новца. Идеалан је за транспорт деликатних предмета као што су стакло, дрво и други осетљиви производи.

Осовиница је фиксирана на ланац једноставним кликом. Лако се причвршћује преко лагано проширених пинова ланца. Осовиница се може уклонити из базног ланца тако лако док је причвршћен, тако да није неопходно сложено и скупо уклањање неколико компоненти ланца.

Карактеристике и предности, [7]:

- нова синтетичка осовиница са посебним профилем,
- заштита предмета од оштећења и основног ланца од хабања,
- брзо заменљива осовиница коришћењем клик-топ механизма,
- повећање продуктивности смањењем времена заустављања,
- једноставно одржавање и
- различито обојене осовинице означавају положај везе.



Слика 4.5 - Полимерни блок ланац [7]

Рејнолдов полимерни блок ланца посебно је дизајниран за употребу у прехранбеној индустрији, код утовара и истовара робе, где је основни захтев да транспортовани производ остане неоштећен. Овај Ренолдов ланац има примену у различитим областима индустрије, као што су: индустрија намештаја, обрада дрвета, индустрија стакла, преношење храпавих компоненти, транспортовање пластичних цеви и др, [7].

4.2.2 Затезач ланца

Рол-Ринг (*Roll-Ring*) (слика 4.6) је једноставан, али иновативан затезач ланца, израђен од специјално направљеног полимера. Јединствени дизајн базиран је на једноставном озубљеном прстену који се може уградити у хоризонтално, вертикално или нагнуто постављене ланчане преноснике. Када се преносник користи, Рол-Ринг се деформише до елиптичног облика, због компресије између ланца и у потпуности избегава било какве губитке у преноснику. Рол-Ринг обавља посао затезача и амортизера у једном, и идеалан је за примене у којима је одржавање тешко или немогуће.



Слика 4.6 - Затезач ланца [7]

Рол-Ринг затезачи ланца обезбеђују затезање помоћу, [7]:

- статичке силе напрезања која потиче од еластичног прстена и
- динамичке силе напрезања која потиче од амортизације радног материјала.

Предности у односу на остале врсте затезача су, [7]:

- слободно постављање-без ланчаника и ламела, без бушења или скупе инсталације,
- Рол-Ринг се лако поставља где простор не дозвољава употребу конвенционалних затезача ланца,
- Рол-Ринг се поставља за неколико секунди и спреман је за употребу без алата, опреме за затезање или било каквог подешавања,

- потпуно је ефикасан у вертикалним и дијагоналим положајима ланчаног преносника,
- ради аутоматски, без одржавања и самоподмазивања,
- може се користити у прашњавом и прљавом окружењу,
- Рол-Ринг је затезач и амортизер и смањује ниво буке ланчаног преносника и
- Рол-Ринг затезачи ланца смањују хабање ланаца и побољшавају квалитет и степен искоришћења комплетног ланчаног преносника.

Рол-Ринг је иновативни затезач, елементарни механизам заснован на новим принципима и представља велики напредак у технологији. Захтева минималан технички напор и његов рад је изузетно једноставан. Велика предност је и аутоматско позиционирање и самоподмазивање, [7].

4.2.3 Пласток ланац (Plastock)

Пласток ланци (*Plastock*) развијени су првенствено за пренос малих снага. Ови ланци се могу користити са челичним или пластичним ланчаницима и погодни су за релативно велике распоне брзина. Ове погонске компоненте могу бити посебно корисне у тешким хемијским, влажним и условима са променљивим температурама. Ланци могу да садрже адитиве за самоподмазивање, такође могу се користити тамо где је чистоћа важна, као што су машине за обраду хране и рачунарска опрема.

Ланци се израђују помоћу спојних чланака који се састављају заједно, тако да сваки спојни чланак постаје главни. На овим ланцима могу се користити различити типови додатака. Ови додаци могу се причврстити на ланац или ланчаник или израђивати изједна са ланцем.

Пласток ланци доступни су у димензијама од 1/4", 3/8" и 1/2". За специјалне примене развијене су нестандартне величине и облици, укључујући ланац са различитим врстама додатака. Тежина ових ланаца и ланчаника је углавном од једне петине до једне десетине од тежине еквивалентних металних делова. Релативно су тихи, немагнетски и не проводе струју, [8].



Слика 4.7 - Пласток ланац [8]

Да би се задовољила потреба за чврстоћом, хемијском и топлотном отпорношћу, Пласток производи ланце и ланчанике од четири стандардна материјала: полипропилен, делрин (ацетал), кинар PVDF и нилатрон GS испуњени најлон молибден дисулфидом. Податке

о карактеристикама на којима се базирају полимери треба користити за одабир специфичног материјала за израду и примену, [8].

Материјали пластичних ланаца

Пластика која се користи је беле боје и прилагођена је POM пластици која се користи за делове високе прецизности који захтевају високу крутост. Ова пластика има мало трење и одличну димензиону стабилност. Добра је опција за примене које захтевају да је пластични ланац самоподмазујући, изузетно прецизан и да може радити у широком опсегу температура (од -20°C до $+82^{\circ}\text{C}$), [9].

Делрин (*Delrin*) пластика која се користи је беле боје, односно хомополимер ацетал. Овај материјал има малу апсорпцију влаге, високу чврстоћу и FDA компатибилност. Ако је за примену потребан чврст пластичан ланац који је отпоран на корозију, онда је овај ланац прави избор, [9].

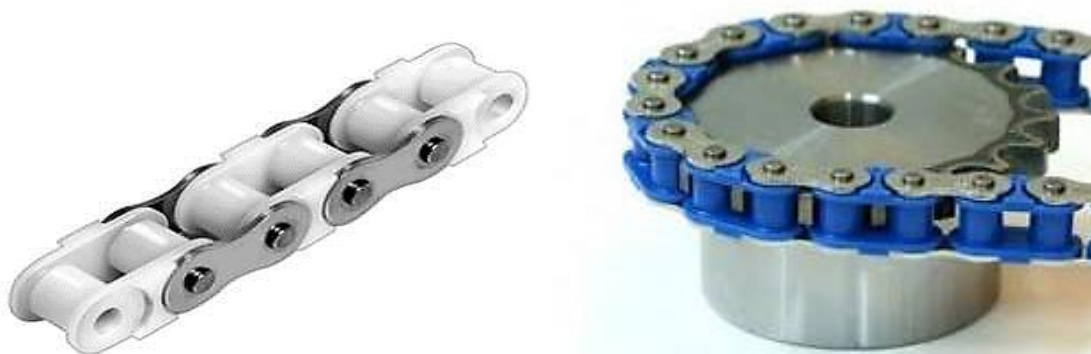
Кинар (*Kynar*) пластика је материјал од природне смоле, који нуди изврсну отпорност на корозију и хемикалије, како на собним тако и на повишеним температурама. Кинар пластика је UV стабилна, механички чврста и отпорна на пламен. Кинар ланци се обично користе у хемијској обради, при руковању течностима, воденим системима и ватроотпорним применама. Ова пластика задовољава и захтеве FDA и лако се мења ако треба направити измене, [9].

Пластика Нилатрон ГС (*Nylatron GS*) је од тамно сиве до црне боје и представља најлонску пластику испуњену молибден дисулфидом која нуди високу чврстоћу и крутост. Ово је добра опција за ланац због чврстоће, добрих механичких и електричних особина и самоподмазивања, [9].

Полипропилен (*Polypropylene*) је сиве боје и термопластични полимер који је отпоран на пукотине, абразију и има високу тачку топљења. Ланци израђени од полипропиленске пластике најбоље се користи у индустрији амбалаже, лабораторијској опреми, аутомобилској индустрији и било којој примени која захтева антикорозивне и високо чврсте пластичне ланце малог трења, [9].

4.2.4 Поли челични ланац

У линији пластичних ланаца налази се и поли челични ланац (*Poly steel plastic chain*). Овај ланац се примењује када је потребна већина истих особина које има полипропиленски ланац, али са већом чврстоћом. Унутрашње ламеле су израђене од полипропилена, а спољашње ламеле и осовинице се производе од нерђајућег челика. Бели полипропиленски ланац са нерђајућим челиком (слика 4.8-лево) користи се у стандардним применама, док се плави полипропиленски ланац са нерђајућим челиком (слика 4.8-десно) примењује у прехранбеној индустрији.



Слика 4.8 - Поли челични ланац [9]

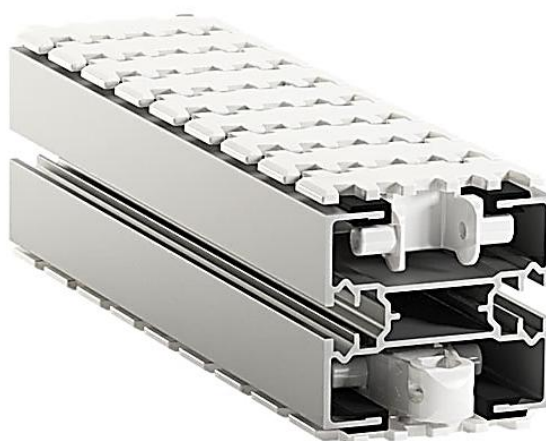
Овај ланац састоји се од две главне компоненте: полиацеталне унутрашње ламеле и спољашње ламеле од нерђајућег челика. Ове компоненте се затим састављају како би се створио комплетан поли челични ланац. Ова комбинација ствара ланац који је самоподмазујући, изузетно антикорозиван, има већу чврстоћу од пластичног ланца и може радити у широком опсегу температура (од -129°C до $+82^{\circ}\text{C}$). Ови ланци су доступни у ANSI величинама 25-60, али и додатне величине се могу произвести по захтеву, [9].

4.2.5 Пластични ланци са алуминијумском основом

Флексибилни пластични ланци са алуминијумском основом (слика 4.9) омогућавају хоризонтални и вертикални транспорт производа. Системи који преносе вертикалне савитљиве елементе користе мањи простор тако што омогућавају транспорт на више нивоа и омогућавају лак приступ оператерима.

Стандардне ширине ланца се крећу од 43 mm до 295 mm, за ширину производа до 400 mm. Производи који се преносе варирају од неколико грама до 30 kg, у различитим облицима. Стандардне компоненте гарантују дизајн прилагођен транспорту са брзим временом испоруке.

Главни делови ланца имају стандардан облик и техничке особине. За израду ових ланца користи се пет различитих материјала. Стандардни материјал је ацетална смола (POM), [10].



Слика 4.9 - Пластичан ланац са алуминијумском основом [10]

4.2.6 Тсубаки пластични ланци

Тсубаки (*Tsubaki*) пластични ланци нуде економичну и практичну алтернативу челичним ланцима. Пластични ланци померају производ на линији без оштећења или огреботина. Лагани су и дуготрајни, ниска им је цена одржавања и представљају ланце високе поузданости.

Тсубаки пластични ланци укључују: *RS Chain*, *Top Chain*, *Snap-Cover Chain*, *Roller Table Chain*, *BelTop Chain* и *Poly-Steel Chain*.

RS пластични ланац

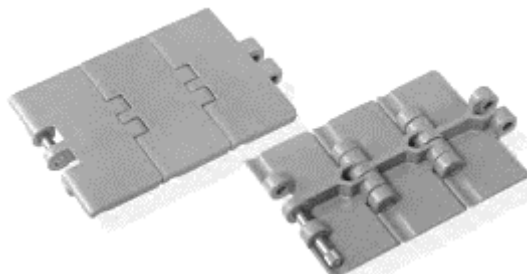
Овај ланац (слика 4.10) састоји се од полиацеталних спојних елемената и осовиница од нерђајућег челика што га чини погодним за употребу у корозивним срединама. *RS* ланци се могу спојити са стандардним ланчаницима. Доступан је и линеаран и искривљен, [11].



Слика 4.10 - *RS* пластичан ланац [11]

Топ пластични ланац

Тсубаки нуди пластичне топ ланце (слика 4.11) како би се задовољили захтеви за брзину, снагу и простор. Овај ланац идеалан је за континуалне транспорте, као што су флаширање, конзервирање и паковање хране, лекова, хемикалија. Доступан је и линеаран и искривљен. Такође, користе се за транспорт или акумулирање материјала који се лако могу оштетити, као што су бочице или лименке. Појединачне плоче направљене су од полиацетала и повезане помоћу осовиница од нерђајућег челика. Због своје једноставне конструкције, ланац се лако може опрати и очистити, [11].



Слика 4.11 - *Топ* пластичан ланац [11]

***Snap* пластични ланац**

Овај стандардни ланац (слика 4.12) има пластичну превлаку преко сваког спојног елемента. Има исту дозвољену затезну чврстоћу као и челични ланци. Користи се за

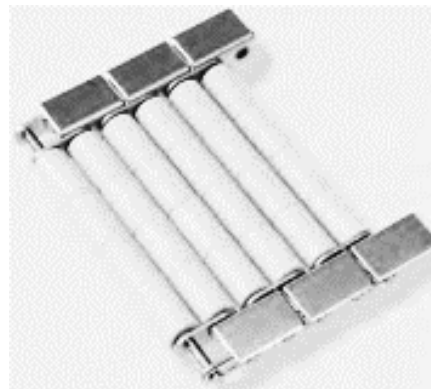
тешке терете, што за кориснике значи ниже трошкове транспорта и повећану продуктивност. Иновативна превлака садржи карактеристике термопластичне превлаке која се уклапа преко осовиница на сваком спојном елементу основног ланца. Флексибилност дизајна значи да основни ланац може бити и стандардни ланац од угљеничног челика или ланац од нерђајућег челика.



Слика 4.12 - Snap пластични ланац [11]

Roller Table пластични ланац

Roller Table пластични ланац (слика 4.13) омогућава транспорт групе малих, одвојених предмета, као што су бочице, кутије или лименке. Са овим ланцем, палете се обично не користе- преносиви материјал се обично поставља директно на пластичне ваљке. Овај тип се састоји од два ланца, који су повезани осовиницама и пластичним ваљцима који слободно ротирају. Пројектовани пластични ваљци смањују притисак на линију током транспорта и штите предмете од оштећења, [11].



Слика 4.13 - Roller Table пластични ланац [11]

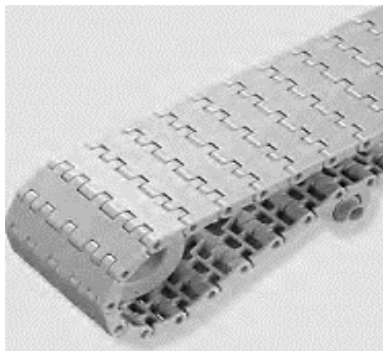
BelTop пластични ланац

Овај тип ланца обично се користи у индустрији флаширања, конзервирања и другим сличним применама. Служи за линеарно транспортовање, акумулацију, бочно оптерећење и кретање конзерви, бочица или других материјала који се могу лако огребати. BelTop ланац (слика 4.14) састоји се од пластичних спојних елемената са малим нагибом и осовиница.

Посебне карактеристике су, [11]:

- велика транспортна ширина,
- рад без клизања,

- једноставано одржавање јер се ланац састоји само од три дела, које је лако склопити, повезати и расклопити и
- мали ланчаници се користе за обезбеђивање несметаног преноса између транспортера.



Слика 4.14 - BelTop пластични ланац [11]

5. Материјали за израду ланчаника

Материјал за израду ланчаника условљен је величином оптерећења, брзином и величином ланчаника. Мали ланчаници се израђују најчешће од челика за цементацију или челика за побољшање. Велики ланчаници се израђују углавном од челичног лива и сивог лива, а примењују се при мањим оптерећењима, [3]. Препоруке за избор материјала за израду ланчаника дате су у табели 4.2.

Табела 4.2: Материјали за израду ланчаника [5]

Ознака материјала		Термичка обрада	Тврдоћа после термичке обраде (HRC)	Област примене
SRPS	EN			
Č1220, Č1221	1C15, 2C15	Цементација, каљење, отпуштање	55 ÷ 60	Погонски и гоњени ланчаници са малим бројем зубаца $z < 25$, при ударним оптерећењима.
Č1530, Č1730, Č3130	1C45, 1C60, 40Mn4	Каљење, отпуштање	45 ÷ 50	Погонски и гоњени ланчаници, $z < 40$, при умереним ударима.
Č4120, Č4320	17Cr3, 16MnCr5	Цементација, каљење, отпуштање	55 ÷ 60	Погонски и гоњени ланчаници, $z < 30$, при раду са динамичким оптерећењима и већим снагама.
Č4131, Č4130, Č3134	41Cr4, 34Cr4, 50Mn7	Каљење, отпуштање, каљење са загревањем, отпуштање	50 ÷ 56	Погонски и гоњени ланчаници за преноснике повећаног квалитета на хабање и чврстоћу ланчаника и за велике отпоре.

5.1 Савремени ланчаници

5.1.1 Тсубаки паметан ланчаник

Тсубаки (*Tsubaki*) паметан ланчаник корисницима нуди могућност да идентификују и распореде одржавања система погона пре него што дође до квара критичне компоненте. Постављање патентираних пинова као индикатора хабања на један или више зубаца ланчаника, пружа се визуелна индикација да је ланац и даље унутар дозвољене толеранције за хабање, или да га треба заменити.



Слика 5.1 - Тсубаки паметан ланчаник [12]

Предности, [12]:

- ланчаници се израђују од угљеничног и нерђајућег челика,
- зуби су отворднути или не отворднути,
- ланчаник типа А (без израде главчине),
- ланчаник типа Б (једнострана израда главчине) и
- ланчаник типа Ц (двострана израда главчине).

Карактеристике, [12]:

- уз адекватно одржавање продужава се век трајања ланца,
- смањење хабања ланчаника,
- смањење укупних трошкова опреме,
- обезбеђује се упозорење о катастрофалним кваровима погона и
- пружа се могућност распореда одржавања на основу степена хабања зупчаника.

Током употребе, профил зуба ланчаника се мења због индукованог оптерећења, које ствара ваљак ланца. Ова промена доводи до убрзаног хабања ваљка погонског ланца, изазивајући лоше спрезање ланца. На крају, убрзава хабање ланца великом брзином, што резултира смањењем затегнутости, клизањем ланца и могућим отказом и оштећењем.

Ови ланчаници се примењују у, [12]:

- рударству,
- индустрији цемента,
- нафтној и гасној индустрији,
- ливницама и
- фабрикама асфалта.

5.1.2 Никлом обложен ланчаник

Приликом избора ланчаника, важно је размотрити различите врсте које су доступне. Три најчешћа ланчаника су обични челични, ланчаник од нерђајућег челика и челични ланчаник обложени црним оксидом. Стандардни челични ланчаник се не препоручује за ланац који је обложен никлом јер ће врло брзо доћи до рђе и корозије. Ланчаници од нерђајућег челика имају највећу отпорност на корозију и трају најдуже. Међутим, челични ланац обложен црном оксидом је релативно јефтин и има антикорозивну завршну обраду црне боје, [13]. Један од најраспрострањенијих антикорозивних ланчаника је никлом обложен ланчаник приказан на слици 5.2.



Слика 5.2 - Никлом обложен ланчаник [13]

5.1.3 Цинком обложен ланчаник

Премазивање и облагање ланаца цинком не само да даје антикорозионе особинаме, већ и омогућава рад у ширем распону температура. Ови цинком обложени ланчаници (слика 5.3) произведени су према ANSI B29.1 спецификацијама. За потребе примене, ови ланчаници се углавном израђују као дворедни, [14].



Слика 5.3 - Цинком обложен ланчаник [14]

5.1.4 Ланчаник високих перформанси

Рејнолд (*Renold*) је развио низ ланчаника високих перформанси. Користећи 130 година искуства у производњи супериорних ланчаних преносника, Рејнолд је стално постављао нове циљеве за квалитет производње у индустрији ланаца. Ланчаници који су радили изнад дозвољене границе изазвали би брзо оштећење ланца и требало би их што пре заменити. Да би се постигла максимална ефикасност и смањило време застоја у раду, потребно је заменити ланац и ланчаник заједно. То ће осигурати видљиво бољи радни век обе компоненте.

Овај ланчаник високих перформанси (слика 5.4) се израђује према ISO 606 стандарду од угљеничног челика С45. Зуби су индуктивно отврднути до тврдоће у опсегу 40-50HRC. Ланчаници су додатно површински третирани како би се спречила корозија и побољшало подмазивање.



Слика 5.4 - Рејнолдов ланчаник високих перформанси [15]

Посебни ланчаници одговарају специфичним применама у тешким ситуацијама и производе се по захтевима, од посебних материјала, као што су, [15]:

- могућност заварене или одвојиве главчине,
- комбиновани ланчаници (два или више ланчаника који имају различите величине и број зуба) и
- ланчаници су састављени од два или више делова.

5.1.5 Ланчаници са гуменим јастучићима

Ланчанике са гуменим јастучићима (слика 5.5) широко користе велики јапански произвођачи мотоцикала од почетка деведесетих година прошлог века, како би смањили удар ланца на зубима предњег ланчаника, [16].



Слика 5.5 - Ланчанике са гуменим јастучићима [16]

5.1.6 Алуминијумски тркачки задњи ланчаник

Ова врста ланчаника (слика 5.6) израђена је од напредне алуминијумске легуре 7075-T6, оптималног дизајна на CNC машини. Поседује добре перформансе и дуг животни век. Сви алуминијумски MX задњи тркачки ланчаници произведени су од најбољих материјала са посебним дизајном и завршном ручном обрадом, [16].



Слика 5.6 - Алуминијумски тркачки задњи ланчаник [16]

5.1.7 Челични ланчаници са самочишћењем

Предњи ланчаници MX серије (слика 5.7) су произведени до прецизних толеранција и дизајнирани са посебним жлебовима за самочишћење за додатни животни век и боље перформансе. Израђени су од најбољег хромираног челика и потпуно топлоотно третирани ради максималне издржљивости, [16].



Слика 5.7 - Челични ланчаници са самочишћењем [16]

5.1.8 Пластични ланчаник

Пластични ланчаници (слика 5.8) раде веома тихо и узрокују мање хабање ланца од металних ланчаника. Друге погодности укључују отпорност на корозију, мању тежину, већу отпорност на ударце и FDA одобрене материјале.

Компресибилност пластичних материјала доводи до веће деформације зуба него код металног ланчаника. Велико одступање зуба значи да ће неколико зуба носити оптерећење ланца, повећавајући укупну носивост ланчаника на приближно пуно радно оптерећење ланца.

Пластични ланчаници се примењују у прехранбеној индустрији, у прашњавим или шљунковитим окружењима, као и у подручјима где је потребан тиши рад ланца, [17].



Слика 5.8 - Пластични ланчаници [17]

6. Закључак

Ланчани преносници снаге се користе за преношење кретања и окретног момента на већа растојања од зупчастих преносника. Састоје се од два ланчаника и ланца која их повезује. Ланчаници по обиму имају зубе. Витални део на овом преноснику је ланац који се састоји из једнаких и повезаних чланака. Ланци су стандардизовани, различитих облика које су прилагођени потребама машина. Обртни момент са једног на другог ланчаника преноси се ланцем. Поред тога, ланчани преносник снаге може имати затезач или пригушивач вибрације. Са једним погонским ланчаником могу се покретати више гоњених.

Савремен развој материјала обележен је применом научних приступа из различитих дисциплина, квантитативних метода и рачунара. Према неким тврдњама у последњих шездесетак година у примену је ушло толико врста материјала колико у свим претходним вековима. Процене показују да се данас располаже са 70 000 до 100 000 различитих врста материјала. Правилном заменом материјала са адекватним полимерним материјалом, могуће је смањити триболошке губитке и на тај начин остварити уштеде.

Циљ завршног рада био је истицање савремених материјала који се користе за израду елемената ланчаних преносника. Челици су годинама најбројнија и најчешће коришћена група метала, али се тежи да се замене одговарајућим полимерним материјалима. Челични ланчани преносници замењују се ланчаним преносницима направљеним од других материјала бољих карактеристика, а који задовољавају захтеване радне услове. Применом полимерних материјала постиже се мања маса преносника, већа отпорност на корозију што директно доводи до дужег века трајања, олакшава се начин израде, смањују се габарити, као и бука и вибрације.

Примена полимерних материјала је удвостручена у последњих 10 година. Главни разлог је то што су 60% лакши од челика. Предност у односу на челик је и већа отпорност на хабање. Погодни су за рад при мањим оптерећењима и температурама. Али међутим, оно што представља проблем је то што су полимерни материјали знатно скупљи од челика.

7. Литература

- [1] Б. Стојановић, М. Благојевић: Механички преносници, Факултет инжењерских наука, Крагујевац, 2015.
- [2] Р. Митровић: Машински елементи 2 - скрипта у припреми, Машински факултет универзитета у Београду, 2015.
- [3] В. Николић: Машински елементи, Машински факултет у Крагујевцу, 2004.
- [4] <http://www.rgf.rs/predmet/RO/V%20semestar/masine%20i%20uredjaji%20za%20eksploataciju%20nafte%20i%20gasa/Predavanja/10%20-%20Prenosnici%20snage.pdf>, приступљено 21.09.2018.
- [5] Р. Глигорић: Машински елементи [Електронски извор], Пољопривредни факултет, Нови Сад, 2015.
- [6] <https://www.scribd.com/doc/6101685/sprocket>, приступљено 27.09.2018
- [7] <http://www.renold.com/media/165414/Transmission-Chain-REN1-ENG-07-14.pdf>, приступљено 27.09.2018.
- [8] <http://www.plastockonline.com/rollerchain.aspx>, приступљено 11.10.2018.
- [9] <https://www.usarollerchain.com/Plastic-Roller-Chain-s/3579.htm>, приступљено 11.10.2018.
- [10] <https://www.flexlink.com/en/home/products-and-services/aluminum-conveyor-systems/chain-conveyors>, приступљено 11.10.2018.
- [11] http://tsubaki.ca/pdf/library/General_Catalogue_Section_D_Plastic_Chains.pdf, приступљено 11.10.2018.
- [12] <https://www.ustsubaki.com/pdf/114012-revised-tsubaki-smarttooth-brochure-singles.pdf>, приступљено 27.09.2018.
- [13] <https://www.usarollerchain.com/Nickel-Plated-Roller-Chain-s/1859.htm>, приступљено 11.10.2018.
- [14] <https://www.usarollerchain.com/Zinc-Plated-Roller-Chain-s/3660.htm>, приступљено 11.10.2018.
- [15] <https://www.renold.com/products/sprockets/>, приступљено 11.10.2018.
- [16] <http://www.jtsprockets.com/sprockets/>, приступљено 11.10.2018.
- [17] <https://www.slideways.com/pages/plastic-roller-chain-sprockets>, приступљено 11.10.2018.