

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Основне академске студије

Модул: Производно машинство

Предмет: Машине алатке 1

Број индекса: 27/2012

Андрија П. Матић

Врсте преносника код постројења за површинску заштиту

-завршни рад-

Комисија за преглед и одбрану:

1. Проф. др Богдан Недић - ментор
2. _____
3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ

ФАКУЛТЕТ ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКАУ КРАГУЈЕВЦУ

Катедра за: ПРОИЗВОДНО МАШИНСТВО

Предмет: Машине алатке 1

ЗАВРШНИ РАД

са темом:

Врсте преносника код постројења за површинску заштиту

Кандидат: Андрија Матић, број индекса 27/2012.

У оквиру завршног рада кандидат треба да изврши систематизацију и на одговарајући начин презентацију података везаних за преноснике код постројења за површинску заштиту. Такође, потребно је извршити моделирање и дати опис реализованог преносника – манипулатора за наношење заштитног слоја у постројењима за површинску заштиту.

Завршни рада треба да садржи следеће целине:

1. Уводна разматрања,
2. Врсте преносника,
3. Примери преносника код постројења за површинску заштиту,
4. Пример моделирања манипулатора,
5. Закључци,
6. Литература.

Препоручена литература:

1. С. Захар, Машине алатке 1, *Југословенско друштво за трибологију, Крагујевац, 1994.*
2. С. Захар, Машине алатке 2, *Југословенско друштво за трибологију, Крагујевац, 1997.*
3. С. Танасијевић, Механички преносници, *Југословенско друштво за трибологију, Крагујевац, 1994.*

ПРЕДМЕТНИ НАСТАВНИК

Проф. др Богдан Недић

Крагујевац, септембар, 2015. год.

Саджај :

Резиме.....	1
1. Увод	2
2. Врсте преносника.....	4
2.1. Ступњевити механички преносници.....	4
2.2. Претварачи кретања.....	16
2.2.1 Претварачи за главна кретања.....	17
2.2.2 Зупчасти и пужни парови.....	19
2.2.3 Претварачи за помоћна и допунска кретања.....	22
2.3. Континуални механички преносници.....	24
2.3.1 Ланчасти континуални преносници.....	26
2.3.2 Фрикциони континуални преносници.....	29
2.4 Пнеуматски и хидраулични преносници.....	30
2.5 Електрични преносници.....	33
3. Примена преносника у процесним постројењима за површинску заштиту.....	38
4. Пример моделирања манипулатора.....	44
4.1 Моделирање манипулатора.....	44
4.2 Опис манипулатора.....	47
5. Закључак.....	51
6. Литература.....	52

Резиме

У овом раду приказане су врсте преносника и њихова намена код постројења за површинску заштиту. Рад садржи основну поделу преносника (зупчасти, каишни, ланчисти, електрични и пнеуматски преносници итд.), и опис њихове примене са разним конструкционим решењима у циљу аутоматизације целог постројења. Један од основних елемената код постројења за површинску заштиту је манипулатор за наношење заштитног слоја који у себи може да садржи више разних преносника. У оквиру овог рада извршено је моделирање и опис манипулатора реализованог у фирми „Matic engineering“.

Кључне речи: преносници, површинска заштита, манипулатори, зупчаници, каишеви, зупчаста-летва, пужни преносник, ланчаници.

Abstract

In this paper the types of gears and their use in plants for surface protection are presented. The paper contains the basic partition gear (gear, belt, straight, electrical and pneumatic conveyors, etc.) and a description of their application with a variety of construction solutions in the automatization of the entire plant. One of the basic elements in installations for surface protection is manipulator for application of a protective layer which can contain several different transmissions. In this paper modeling and description of the manipulator have been realized for the company "Matic Engineering".

Kew words: carriers, surface protection, reciprocators, gears, belts, gear-pinion, worm gearing, sprockets.

1. Увод

Како би процесна постројења могла функционисати или било какав вид аутоматизације који треба да се оствари, увек су нам потребни преносници и претварачи кретања. Да би се од погонског агрегата, који обезбеђује потребну енергију за остваривање рада или кретања, могао остварити пренос кретања до извршних органа машине, неопходно је да постројење поседује одговарајућу кинематику која ће да обезбеди тај пренос. Скуп преносних елемената који остварују тај задатак назива се преносник машине. На слици 1.1 приказана је подела преносника према намени, врсти кретања, начину промене брзине и према конструкцији.



Слика 1.1. Основна подела преносника

Преносници се постављају између погонске и радне машине у циљу прилагођавања механичке енергије погонске машине потребама радне машине уз што мање губитке енергије. То значи да је преносник посреднички механизам, чији је задатак да пренесе механичку енергију главног вретена погонске машине – мотора на главно вретено радне машине – радилице или на извршне делове радне машине.

У другом поглављу наведене су основне информације о преносницима који имају примену у свим браншама индустрије. У наведеним информацијама се разматра о врстама преносника, њиховим конструктивним решењима, као и њиховим предностима и манама.

Треће поглавље се базира на конкретним примерима преносника код постројења за површинску заштиту где су приказане комбинације и улоге тих преносника, као и објашњења, сврха и циљ примене таквих одређених конструкционих решења. У овом поглављу, такође, биће објашњена узајмна повезаност између тих преносника и рада постројења.

У четвртом поглављу наведене су основне карактеристике тзв. манипулатора, преносника у постројењу за површинску заштиту. Извршен је и опис компонената од којих је сачињен манипулатор, где се наводи функција и сам начин рада, а на основу прикупљених техничких информација обављено је моделирање манипулатора.

На крају овог рада је закључак и коришћена литература.

2. Врсте преносника

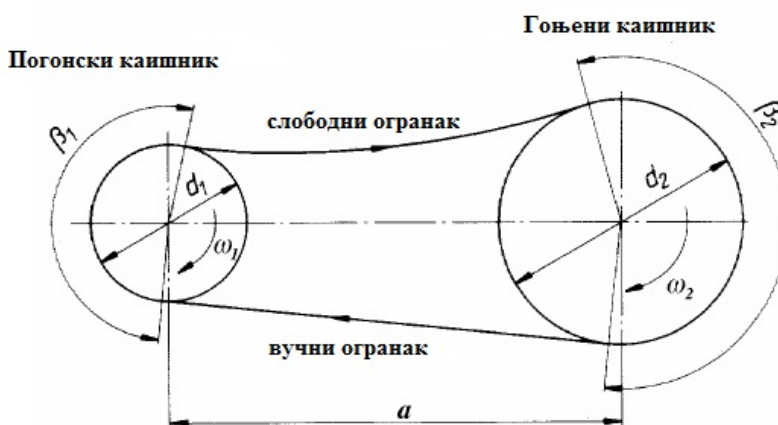
2.1 Ступњевити механички преносници

Механички преносници због своје једноставности, поузданости ниске цене као о широке могућности примене, представљају најраспрострањенију врсту преносника код машина алатки. При томе они могу бити иведени било принудним преносом (зупчастим или ланчастим) било фриксионим, са ступњевитом или континуалном променом, за главна или помоћна кретања, за обртна или праволинијска кретања и сл. Обзиром на веома велики број различитих механичких преносника који се могу срести, односно применити код машина алатки, овде ће бити обрађени само неки од њих [1].

Каишни преносници

Каишни преносници преносе снагу са погонског на гоњено вратило путем трења између еластичног обвојног елемента – каиша и точкова – каишника. Истовремено се може преносити снага и између већег броја вратила, од којих је једно по правилу погонско, а остала гоњена. Каишни преносници могу да пренесу снагу између вратила чије су осе паралелне или се секу односно мимоилазе под произвољним углом [7].

Основни елементи каишног преносника су точкови – каишници и каиш, који се око њих обавија и спаја их у једну целину (слика 2.1). Погонски каишник доводи у кретање гоњени каишник преко вучног огранка, док је други огранак каиша слободан. Део обима по којем се додирују каиш и каишник дефинисан је обвојним углом β_1 , односно β_2 [7].



Слика 2.1 Шематски приказ каишног пара [7]

Основне врсте каишних преносника су:

1. Каишни преносници са плоснатим каишем, који омогућује пренос снаге између вратила са већим осним растојањем, између укрштених и мимоилазних вратила, рад са већим обимним брзинама и истовремено већег броја вратила. Пренос снаге – посредством силе трења.

2. Каишни преносници са трапезним каишем - ременом, који се називају и ремени преносници. Преносе снагу између вратила са мањим осним растојањем, дозвољавају већи преносни однос и предвиђени су за пренос срењих снага. Пренос снаге – посредством силе трења.

3. Зупчасти каишни преносници, који за разлику од каишних и ремених преносника спадају у синхроне преноснике, односно обезбеђују константни преносни однос. Пренос снаге посредством зубаца, дакле обликом [7].

Предности примене каишних преносника:

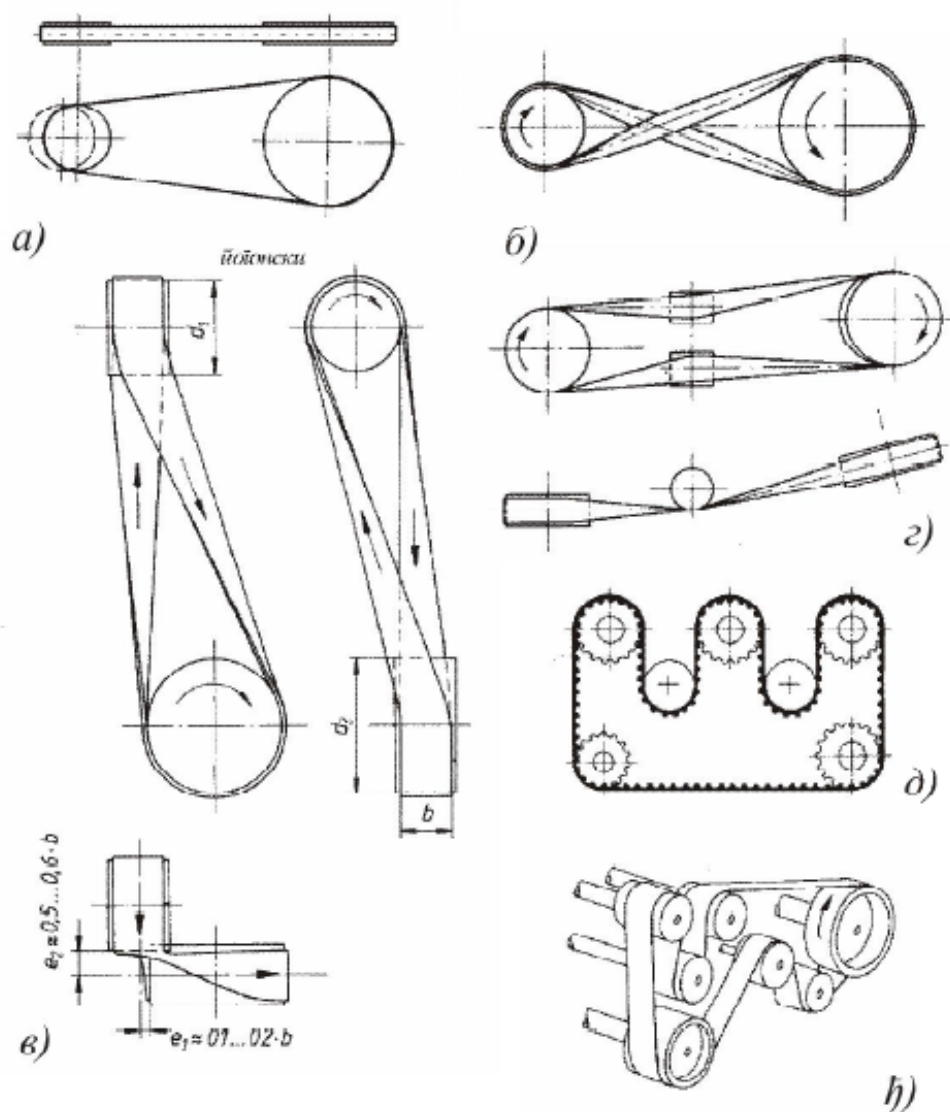
- Бешуман рад, могућност пријема и пригушења ударних оптерећења (изузимајући зупчасте каишне преноснике).
- Једноставно конструкционо извођење, без захтева за високом тачношћу израде, тако да им је цена ниска.
- Неосетљиви су на краткотрајна преоптерећења, јер долази до проклизавања, чиме се систем штити од преоптерећења (изузев зупчастих каишних преносника).
- Могу да пренесу високу специфичну снагу у односу на тежину.
- Могу да раде са великим обимним брзинама.
- Омогућују спајање веома удаљених вратила и истовремени погон већег броја вратила.

Недостаци примене каишних преносника:

- Велико оптерећење вратила и лежача (радијална сила већа је у односу на обимну за 1,2 пута – код зупчастих, за 1,7 пута код – трапезних, за 2,5 пута – код плоснатих).
- Еластично клизање – до 2% - зависно од вредности обимне силе.
- Код плоснатих и трапезних каишева не може се обезбедити константни преносни однос.
- Висока осетљивост на утицај околне средине (температура, влага, прашина, уље), што смањује коефицијент трења и носивост преносника.
- Радна температура је ограничена (-20°C до $+60^{\circ}\text{C}$, изузетно -50°C до $+80^{\circ}\text{C}$) [7].

- Могућа појава статичког електрицитета.
- Некомпактност конструкције у односу на зупчасте и ланчане преноснике.

Могућа конструкциона извођења каишних преносника:



Слика 2.2 Конструкција извођења каишног преносника: а) отворени; б) укрштени; в) полуукрштени; г) угаони; д, е) вешеструки [7].

- Отворени каишни преносник (слика 2.2,а), који може бити постављен хоризонтално, косо или вертикално. Смерови окретања погонског и гоњеног вратила исти.

- Укрштени каишни преносник (слика 2.2,б), који може бити изведен хоризонтално, косо или вертикално. Смерови окретања погонског и гоњеног вратила супротни. Због опасности оштећења каиша – примена само изузетно.
- Полуукрштени каишни преносник (слика 2.2,в), преноси снагу између мимоилазних вратила. Примена само код плjosнатих каишева. Напрезање каишева – неповољно.
- Угаони каишни преносник (слика 2.2,г), преноси снагу између два под произвољним углом постављена вратила. Могућа примена само код плjosнатих и евентуално зупчастих каишева.
- Погон већег броја вратила истовремено, (слика 2.2,д,ђ), при чему само једно вратило погонско, а остала су гоњена [7].

За обезбеђење силе трења између каиша и каишника неопходна јеодговарајућа притисна сила, која се остварује затезањем каиша. Најбоље је да сила притезања буде пропорционална обимној сили. Међутим због издужења каиша у току рада, то није једноставно остварити [7].

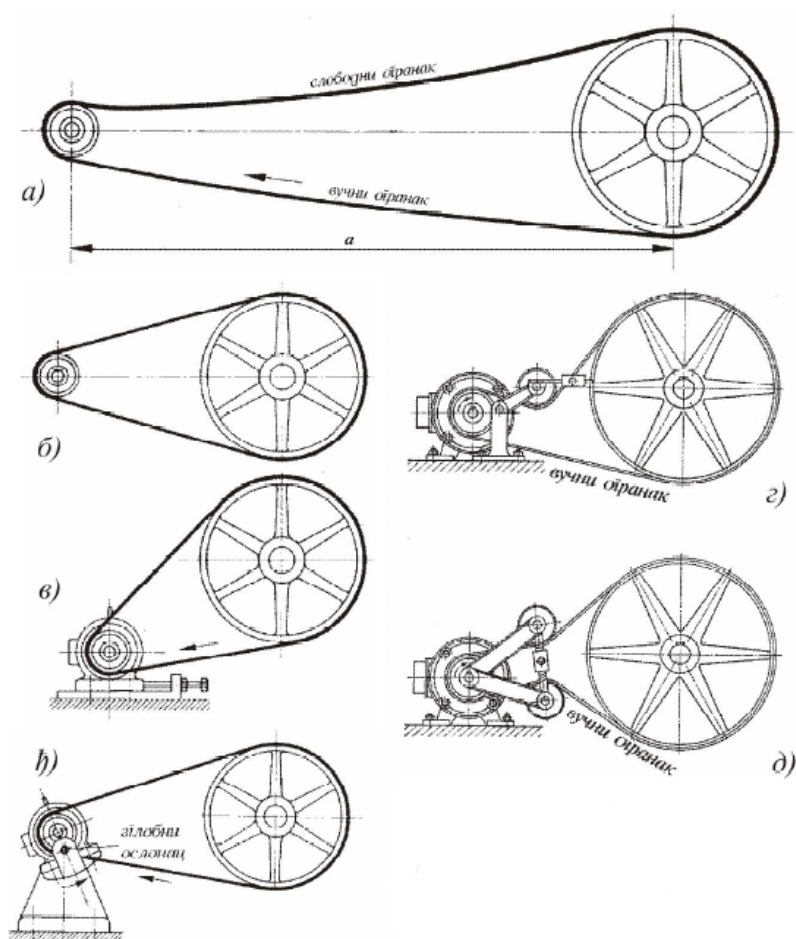
У пракси се потребна сила притезања остварује на више начина:

1.Сопственом тежином каиша (слика 2.3,а). Ово је могуће остварити код веома удаљених вратила, где плjosнати каиш сопственом тежином врши затезање. Осно растојање је при томе $a \geq 5m$, а вучни огранак је обично са доње стране, чиме се повећава обвојни угао.

2.Еластичним издужењем каиша (слика 2.3,б). Пре почетка рада повећањем осног растојања каиш се еластично издужује и на тај начин остварује потребна сила притезања. Временом међутим еластичне деформације прелазе у трајне, па је потребно повремено додатно притезање каиша. То се остварује на пример постављањем електромотора на шине и повременим затезањем преко завртња (слика 2.3,в).

3.Помоћу котура затезача (слика 2.3,г,д). Котур затезач делује на каиш са спољашње стране и затеже га. Сила притезања остварује се помоћу тега или опруге. На овај начин код преносника са малим осним растојањем истовремено се повећава и обвојни угао (сл. 37.3,д), што позитивно утиче на носивост преносника. Међутим напони у каишу услед савијања су наизменично променљиви, што смањује радни век каиша. Препоручује се да пречник котура затезача не буде мањи од пречника мањег каишника.

4.Преко реактивног обртног момента (слика 2.3,ђ). Зглобним ослањањем електромотора на чијем вратилу је постављен мали каишник, реактивни обртни момент затеже каиш. Сила притезања каиша пропорционална је обртном моменту, односно на овај начин врши се аутоматска регулација силе притезања каиша [7].

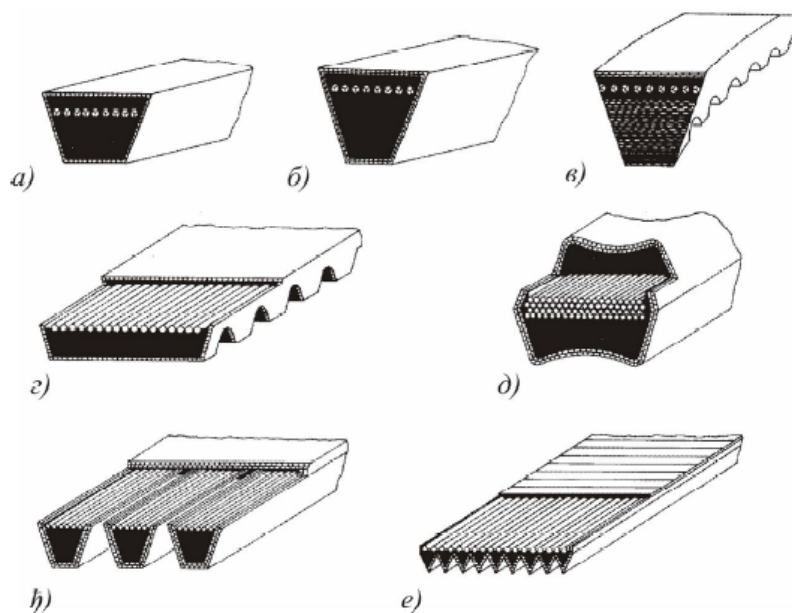


Слика 2.3 Конструкција извођења каишног преносника: а) отворени; б) укрштени; в) полуукрштени; г) угаони; д, е) вешеструки [7].

Попречни пресек трапезних каишева – ремен је у облику трапеза (или облика клина па се називају и клинасто ремење). Састоје се од:

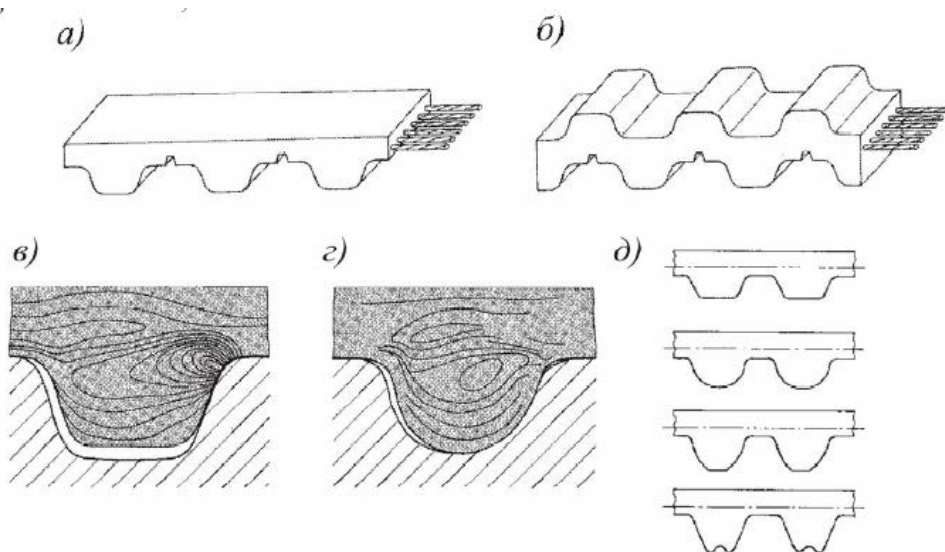
- Вучног слоја (арматура у једном или више слојева од текстилних тканина или плетеница – корда – од вештачких полиестер влакана),
- Језгра – најчешће израђеног од квалитетне гуме,
- Омотача – који се састоји од гумиране памучне или синтетичне тканине [7].

Развијени су и примењују се већи број различити конструкционих облика трапезних каиша: - нормални (слика 2.4,а); - уски (слика 2.4,б); - уски са зупцима на унутрашњој страни (слика 2.4,в) (зупци повећавају флексибилност при обавијању око каишника); - широки са зупцима на унутрашњој страни (слика 2.4,г); - двострани (слика 2.4,д); - повезани са спољашње стране (слика 2.4,е); - полу В или ПВ (слика 2.4,е) [7].



Слика 2.4 Врсте трапезних каишева.: а) нормални; б) уски; в) уски са зупцима на унутрашњој страни; г) широки са зупцима на унутрашњој страни; д) двострани; е) повезани са спољашње стране; ж) полу В или ПВ [7].

Зупчасти каиш преноси обртни момент обликом. Са унутрашње стране зупчасти каишеви имају равномерно распоређене зупце у чија међузубља долазе зупци каишника и на тај начин спрезањем остварује се веза каиша са каишником и преноси обртни момент. Сам каиш састоји се из вучног дела који чине по целој ширини каиша распоређена арматура од челичне жице, обложена синтетичким каучуком или полиуретаном [7].



Слика 2.5 Зупчасти каишеви са трапезним зупцима (а, б) и расподела оптерећења код трапезних (в) и полукружних (г) каишева, д) тренд развоја зупчастих каишева [7]

Са унутрашње стране зупци су заштићени тканином од полиамида (слика 2.5,а,б), а по облику могу бити трапезни или приближно полукружни (слика 2.5,в,г). Зупци полукружног облика имају повољнију расподелу оптерећења, па се користе за пренос већих обртних момената код мањих угаоних брзина. За случај да се спрезање врши са обе стране каиша при наизменичном обавијању око каишника, израђују се каишеви са зупцима са обе стране (слика 2.5,б). Тренд развоја облика зубаца зупчастих каишева приказан је на слика 2.5,д [7].

Зупчасти преносници

Зупчасти преносници преносе кретање и обртни момент са једног вратила на друго помоћу тзв. везе обликом коју чини спрега зубаца зупчаника. При томе се врши одређена трансформација броја обртаја и обртног момента. Најједноставнији зупчасти преносник састоји се од два зупчаника у спрези који чине зупчасти пар. Једна од ова два зупчаника је погонски, а други гоњени. Погонски зупчаник преноси кретање и обртни момент на гоњени зупчаник. Зупчаници који чине зупчасти пар нативају се спрегнути зупчаници [4].

Према међусобном положају вратила погонског и гоњеног зупчаника разликују се:

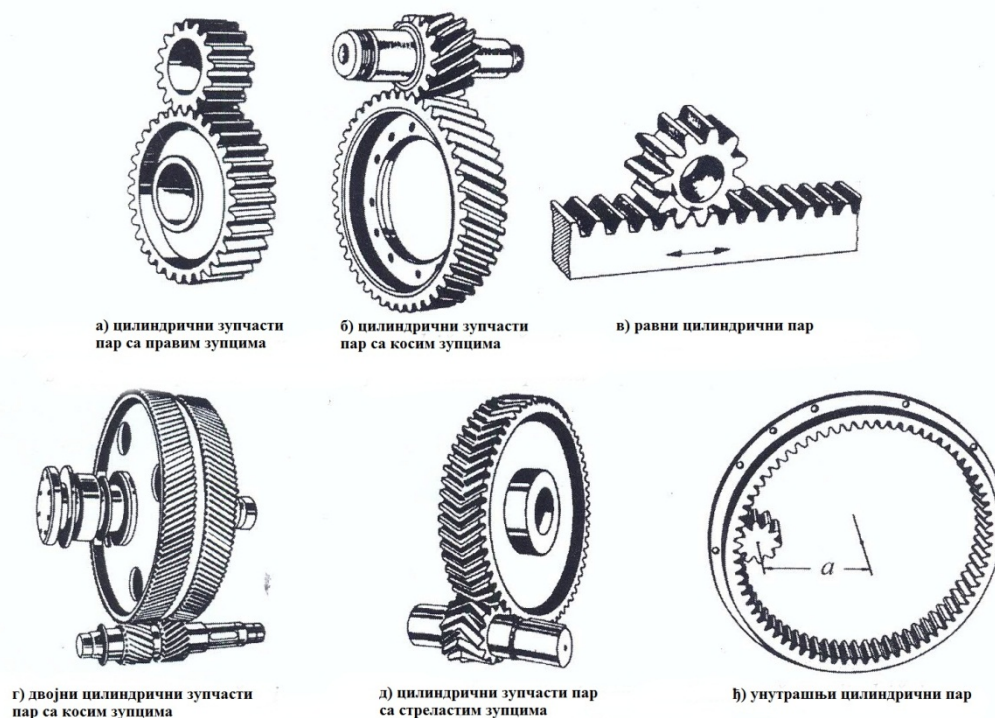
- Цилиндрични зупчасти парови – зупчасти преносници код којих су осе вратила паралелне,
- Конични зупчасти парови – зупчасти преносници код којих се осе вратила секу,
- Хиперболоидни зупчасти парови – зупчасти преносници код којих се оса вратила мимоилазе [4].

Према облику зубаца, зупчаници могу бити са правим, косим, стреластим и завојним (кривим) зупцима [4].

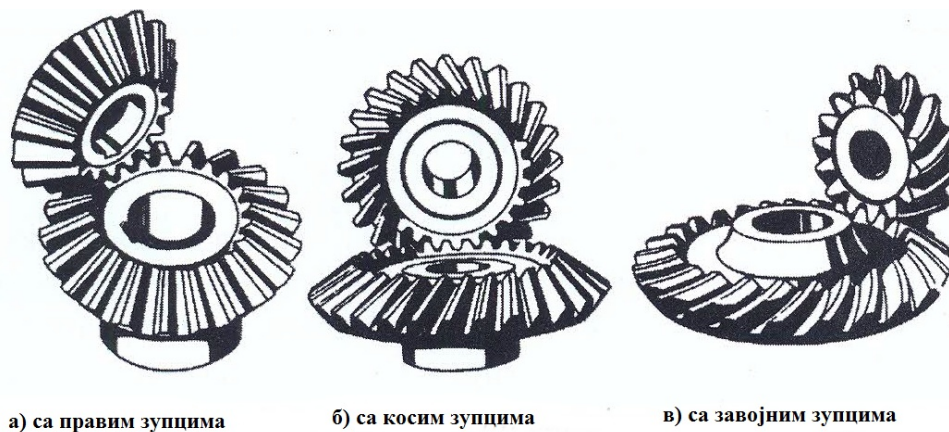
Цилиндрични зупчасти парови се деле на спољашње, равне и унутрашње зупчасте парове, слика 2.6. Подела коничних зупчастих парова према облику зубаца риказа је на слици 2.7. Хиперболоидни зупчасти парови се разврстају у три групе: цилиндрични зупчаници са хеликоидним зупцима за мимоилазна вратила (вијчаници), хипоидни зупчасти парови и пужни парови, слика 2.8 [4].

При спрезању зупчастих парова остварује се крута кинематичка веза улазног и излазног вратила, тј. остварује се тачан кинематски преносни однос. То представља основну њихову предност. Поред тога, предности зупчастих парова су мале димензије, висок степен искоришћења (изузев хиперболоидних зупчастих парова), велика издржљивост и трајност у раду, примена у веома широком дијапазону снага, бројева обртаја, преносних односа и др [4].

Недостатак зупчастих преносника је потреба за великом тачношћу израде, хабање и трошење у раду, велика крутост у преносу снаге вибрације и бука и др. Због буке и вибрација погодно је на улазу зупчастих преносника, поставити еластичну спојницу [4].



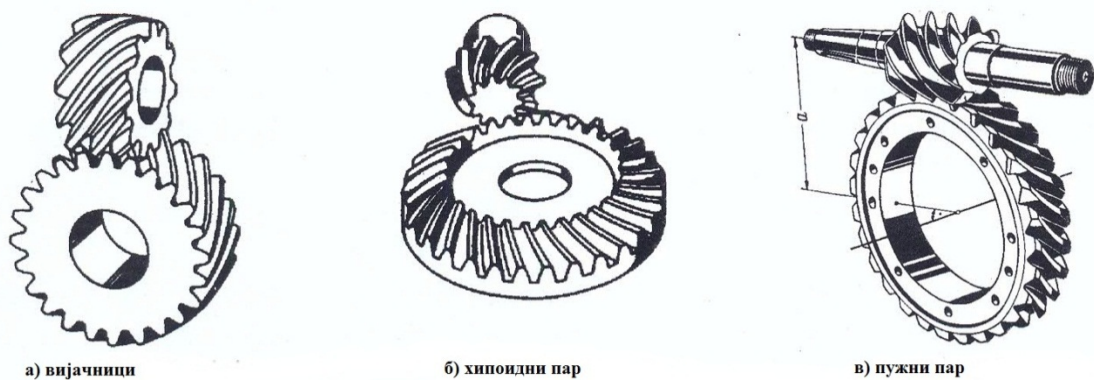
Слика 2.6 Цилиндрични зупчасти парови [4]



Слика 2.7 Конични зупчасти парови [4]

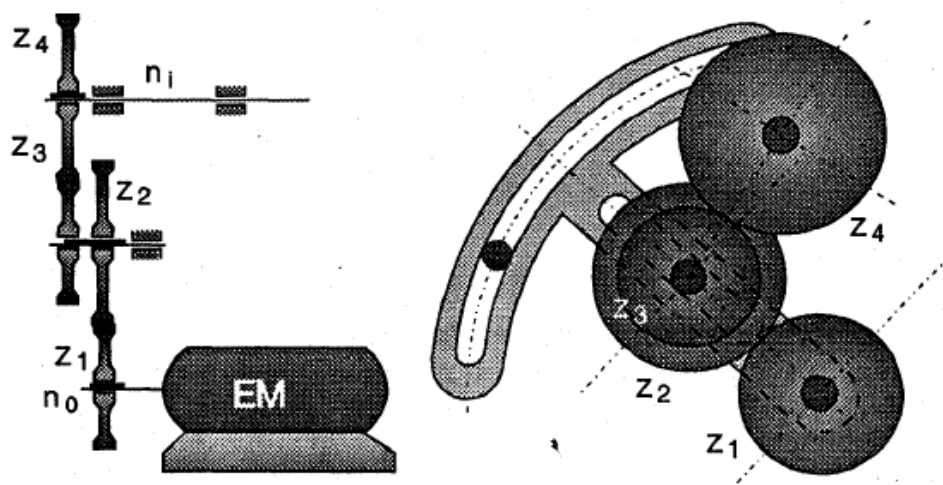
Зупчасти преносник може бити састављен само од два зупчаника тј. једног зупчастог пара (једноступени преносник). Комбинацијом више једноступених зупчастих парова различитих врста добија се вишеступени зупчасти преносник [4].

Област примене зупчастих преносника је веома широка, почев од прецизних апарата, као што су часовници, до огромних машина. Зато се зупчасти преносници по облику, конструкцији и изради значајно разликују [4].



Слика 2.8 Хиперболоидни зупчасти парови

Зупчасти преносници се састоје из одговарајућег броја вратила на којима су постављени чврсто везани, слободноокретни или аксијално покретни зупчаници, са или без додатних елемената. Промена излазног броја обртаја се врши спрезањем одговарајућих парова зупчаника између појединих – суседних вратила [1].



Слика 2.9 Преносник са променљивим зупчаницима

Код мањих машина, као и код машина алатки специјалне намене, код којих се промена режима рада релативно ретко врши, није економично да се користе универзални преносници – мењачи, који би поред повећања цене, допринели и повећању димензија

машине. Код таквих машина се обично користе тзв. “преносници са променљивим зупчаницима” (слика 2.9) са једним или два пара зупчаника, који се по потреби замењују на машини [1].

Бројеви зуба тих зупчаника се прорачунавају на основу потребног преносног односа, односно жељеног броја обртаја излазног вратила. Да би се при том могли користити зупчаници различитих пречника, уз константно растојање улазног и излазног вратила, осовина зупчаника 2 и се поставља на специјалне “маказе” (кулису) [1].

У зависности од начина на који се врши наведено спрезање, зупчасти преносници се деле на три групе:

- Преносници са променљивим групама зупчаника
- Преносници са спојницама
- Комбиновани преносници [1]

Преносници са променљивим групама зупчаника су једноставније конструкције, омогућавају пренос већих снага и имају висок степен искоришћења, али не дозвољавају промену параметара режима обраде у току рада. Основна им је одлика што се спрезање појединих парова зупчаника врши аксијалним померањем групе зупчаника на једним вратилу, док су одговарајући зупчаници на другом вратилу чврсто повезани са њим, Да би се остварио пренос обртног момента између променљивих група зупчаника и њихових вратила, примењују се било ожљебљена вратила, било вратила са довољно дугачким клином [1].

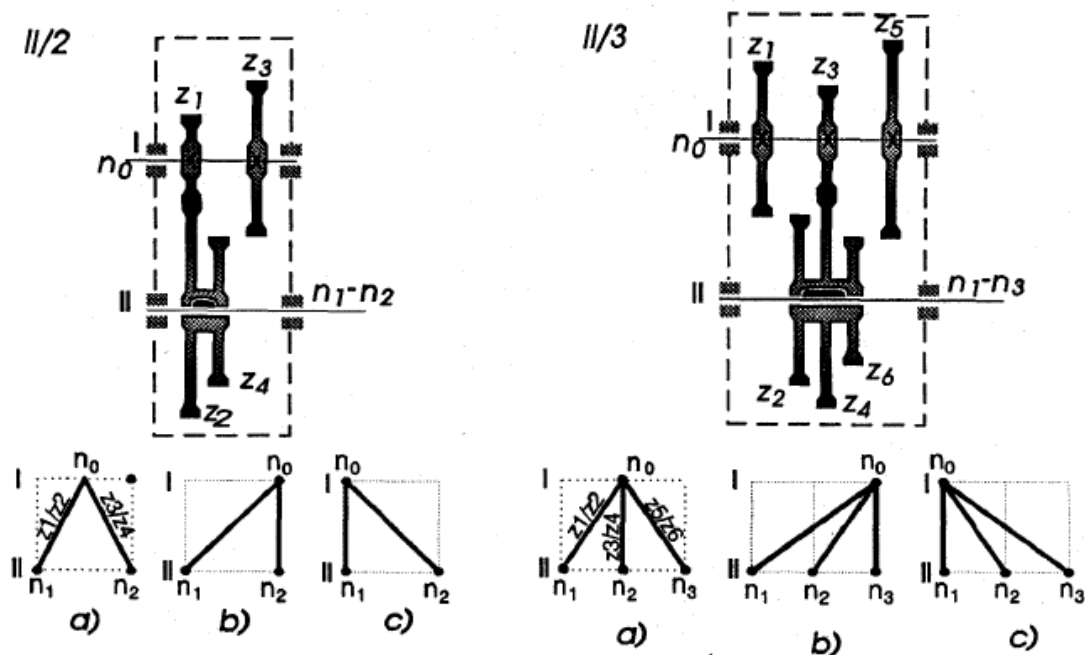
На слици 2.10 су приказана два најједноставнија преносника из ове групе која имају само по два вратила: улазно и излазно. Промена излазног броја обртаја се остварује померањем групе зупчаника(са два односно три зупчаника у групи) у одговарајући положај. Преносник на левом делу слике обезбеђује два различита броја обртаја [1]:

$$n_1 = n_0 * \frac{z_1}{z_2} \quad \text{и} \quad n_2 = n_0 * \frac{z_3}{z_4} [1]$$

док су код другог на располагању три броја обртаја:

$$n_1 = n_0 * \frac{z_1}{z_2}, \quad n_2 = n_0 * \frac{z_3}{z_4} \quad \text{и} \quad n_3 = n_0 * \frac{z_5}{z_6} [1]$$

Преносници се симболично означавају шифром која се састоји из једног римског и једног арапског броја, при чему римски број приказује број вратила у преноснику, а арапски број ступњева броја обртаја који преносник даје, тако да наведени примери имају ознаку II/2 односно II/3 [1].



Слика 2.10 Преносници са променљивим групама зупчаника II/2 и II/3 [1]

Структура преносника се графички приказује помоћу структурних дијаграма (а) и дијаграма (б и с) бројеваобртаја који се још назива Schlesinger-ов дијаграм. Основа оба дијаграма се заснива на логаритамској представи бројева обртаја (за геометријску промену која се скоро искључиво примењује код ових преносника), при чему су излазни бројеви обртаја $n_1, \dots, n_m$ нанети на најнижој линији која представља излазно вратило. Растојање између два суседна броја обртаја је константно и износи $\log \phi$. Основна мрежа се код оба дијаграма састоји од одговарајућег броја хоризонталних и вертикалних линија, при чему број хоризонталних линија одговара броју вратила, а број вертикалних линија је једнак броју ступњева [1].

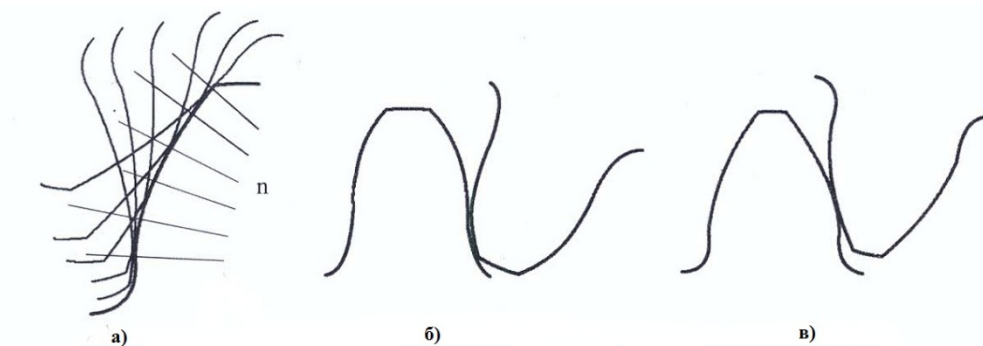
Структурни дијаграми су симетрични и представљају структуру преноса. Вертикалне или косе линије које спајају поједина вратила, одговарају појединим паровима зупчаника којима се остварују одговарајући бројеви обртаја. Према томе, структурни дијаграм, који је увек симетричан, поред опште слике преноса, почев од улазног па до излазног вратила, обухвата све бројеве обртаја, број вратила и број парова зупчаника и, као такав, представља основу за кинематско решење преносника [1].

За разлику од структурног дијаграма, дијаграм бројева обртаја поред наведених карактеристика из структурног дијаграма, даје и податке о преносним факторима појединих парова зупчаника. Како у овом случају спојне линије дефинишу преносне факторе зупчастих парова, то ови дијаграми у општем случају нису симетрични. При томе, вертикалне спојне линије представљају парове зупчаника са преносним односом 1, линије нагнуте у лево представљају представљају успорење, а нагнуте у десно убрзање [1].

Величина преносног фактора зависи од броја поља која спојна линија пресеца, а тај број је уствари изложилац геометријског фактора поделе ϕ . Код лево нагнутних линија овај број је негативан. Обзиром да се један преносник са константом структуром може решити са различитим преносним факторима зупчастих парова, то је очигледно да постоје различите могуће варијанте дијаграма бројева обртаја, што је и приказано на наведеним примерима. При томе се први, уоба случаја, поклапа са структурним дијаграмом [1].

Имају велику погонску сигурност и дуг век трајања уз могућност краткотрајног преоптерећења. Одржавање је релативно једноставно. Као предности им се може навести велика могућност преноса снаге по јединици запремине због тога имају висок степен искоришћења пренесене снаге. Главне мане су има релативно висока цена коштања, доста велика бука (са изузетком пужних преносника), због велика крутост преноса (због чега се најчешће уграђују еластичне мехаичке спојнице, хидрауличне спојнице или еластични степен преноса, на пример ременски). [1]

За профиле зубаца могу се уопштено употребити све криве линије које задовољавају основно правило (закон) спрезања. То значи, за познати профил зупца једног зупчаника, дато осно растојање и преносни однос, профил зупца другог спрегнутог зупчаника је једнозначно одређен; то је иста крива али са другим параметрима. Такође, на основног закона спрезања, профил зупца спрегнутог зупчаника одређен је као обвојница низа узастопних положаја профила зупца првог зупчаника, ако се исти пресликава на покретну раван другог зупчаника, слика 2.11 [4].



Слика 2.11 Профил зубаца, а) обвојница низа узастопних положаја профила зупца, б) спрега циклоидних зубаца, в) спрега зубаца еволвентних профила [4]

Криве линије које испуњавају ове услове познате су као рулете: еволвенте и циклоиде[4].

Зупчаници са еволвентним профилем су погоднији за израду резањем и више се примењују. При спрезању еволвентних профила одвија се додир две конвексне (испуљчене) површине па су велика контактна напрезања и хабање, слика 2.11 в [4].

Зупчаници са цикоидним имају повољне радне карактеристике у кинематичком и динамичком погледу; у току спрезања додирују се конкавна (подножна површина једног зупца) и конвексна површина (темена површина другог зупца), слика 2.11 б. Ова врста зупчаника је веома осетљива на промену осног растојања. Израда циклоидних бокова је тежа од израде еволвентних бокова. Због тога је, дуго времена, примена ових зупчаника била ограничена на област прецизне механике (на пример, индустрија сатова). Међутим, у новије време примена циклоидних зупчаника је у нагом порасту на пример у градњи циклоредуктора, пумпи, дизалица и др [4].

2.2 Претварачи кретања

Потреба за праволинијским кретањем извршних и других помоћних органа јавља се скоро код свих машина алатки. Код неких је то везано само за остваривање помоћних кретања резног алата или предмета обраде, код другихи за главно кретање и помоћно кретање, а код неких и за разна допунска кретања везана не само за основну функцију машине, већ и за системе аутоматизације. Да би се ова кретања могла остварити код машина код којих погонски агрегат даје обртно кретање (а то је скоро увек случај), морају постојати посебни механизми за претварање обртног у праволинијско кретање, или краће речено претварачи кретања. Обзиром да се и овде ради о преносу снаге и кретања, ови механизми – кинематски системи се понекад називају и преносницима за праволинијска кретања [1].

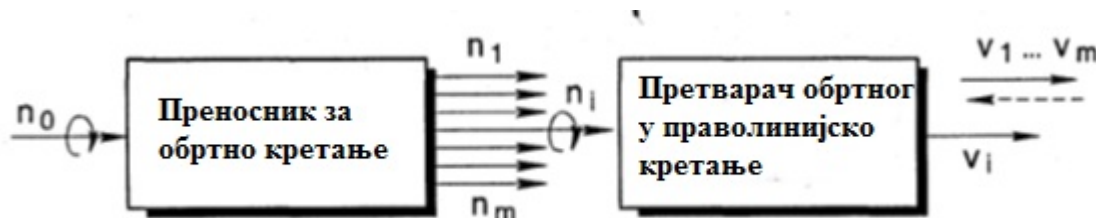
Претварачи кретања, који представљају последњу карику у кинематском ланцу реноса снаге и кретања од погонског агрегата до праволинијског вођених извршних органа, морају да задовоље бројне захтеве, међу којима су најважнији [1]:

- *Обезбеђење заданог закона измене брзине кретања или задатог пута померања, код неких машина се захтева константна брзина кретања;*
- *Висока осетљивост, тј. Способност остваривања померања на кратким путевима и са веома малим брзинама померања;*
- *Довољна крутост система која у великој мери утиче на статичке и динамичке грешке вођења извршног органа машине;*
- *Одсуство зазора у елементима система, посебно у случајевима када карактер кретања или дејство спољнег оптерећења може утицати на промену ових зазора.*

У зависности од захтеваних брзина кретања и дужина потребних хода извршних органа, постоје различите конструкције ових механизма, као и различите њихове поделе. Како се, међутим, неки од претварача кретања примењују и за мале и велике брзине,

односно за мале и веће ходове, можда је најадекватније да се изврши једна генерална подела на претвараче кретања код преносника за главна и претвараче кретања за помоћна кретања и остала кретања. У прву групу се условно сврставају разни механизми криваје, а у другу разни кинематски парови као што су завојно вретено-навртка, зупчаник-зупчаста летва, пуж-пужаста летва, брегасти и кривуљни механизми и др [1].

Мада се конструкцијом ових преносника и наравно, избором врсте, може уицати на брзину праволинијског кретања, потребна промена брзине у току рада се обично остварује посебним ступњевима или континуалним преносником, којим се на улазу претварачи кретања (погонско вратили претварача) доводи одговарајући број обртаја (слика 2.12).



Слика 2.12 Промена брзине праволинијског кретања [1]

2.2.1 Претварачи за главна кретања

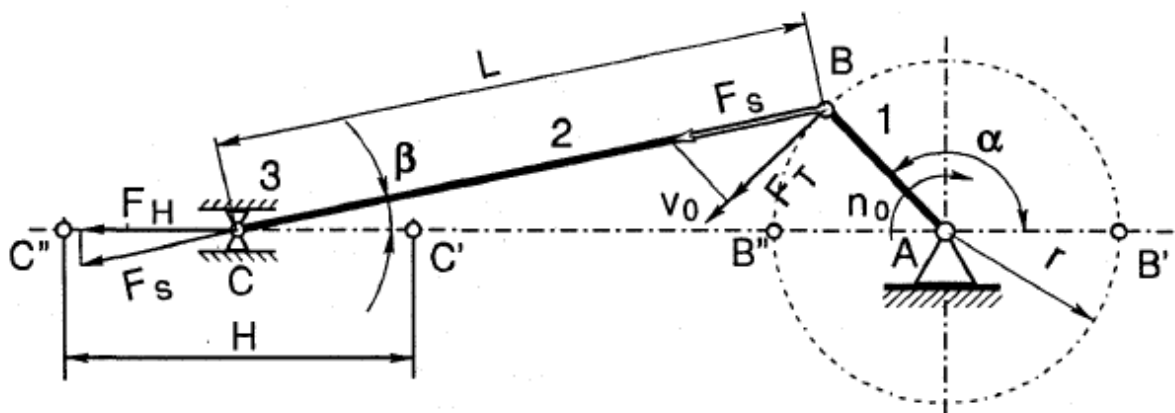
У зависности од потребних дужина ходова алата или предмета обраде, као и претварачи за главна кретања се примењују било разни кривајни механизми било зупчasti или пужаста кинематски парови. Први се примењују углавном код машина са краћим ходовима (400 – 800 mm, ређе од 1000mm), док дужи ходови захтевају другу врсту претварача, јер би при тим дужим ходовима (који могу бити и неколико метара) кривајни механизми имали неприхватљиво велике димензије [1].

Кривајни механизми

Основна заједничка одлика ових механизма је да се обртно кретање, које са константном угаоном брзином доводи до погонског вратила криваје, као основног елемената у систему, претвара на излазу у неједнако – реверзибилно кретање. Мада овај задњи израз “реверзибилно кретање” можда није најадекватније употребљен, под тим се подразумевају она кретања која се изводе циклично, са аутоматским променом смера. То значи да се код ових механизма у току једног обртаја криваје остварује један пун циклус кретања извршног органа: из једне крајне “мртве” тачке хода до друге, промена смера и повратак у почетну позицију и тако даље, све док се не заустави обртање криваје. При томе није потребан никакв посебан механизам или елемент за промену смера праволинијског кретања.

Прост механизам криваје, приказан на слици 2.13, представља најједноставнију варијанту ових механизма. Састоји се из криваје (1), кривајне полуге (2) и клизача (3) који се креће по својим вођицама. Из посебног преносника за обртно кретање, или директно са вратила мотора, предаје се криваји, која се окреће око тачке А, константан број обртаја, тако да други крај ове криваје (тачке В) има константну обимну брзину v_0 , која је једнака [1]:

$$v_0 = r \cdot \omega_0 = r \cdot \pi \cdot n_0$$



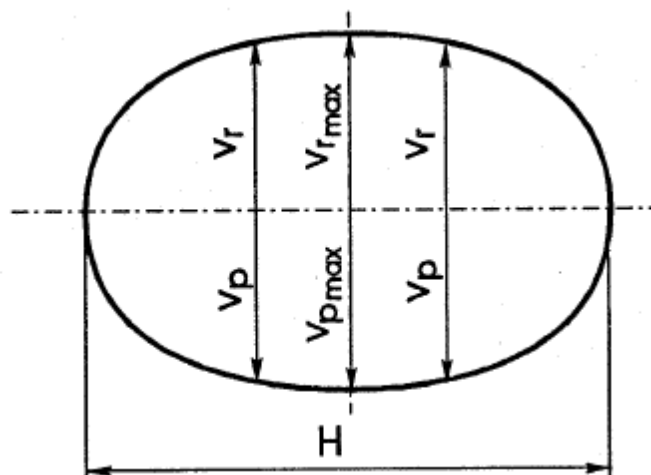
Слика 2.13 Прост механизам криваје [1]

У тачки В криваје, зглобно је везана кривајна полука, чији је други крај С, такође зглобно, везан за клизач. Како се клизач налази на вођицама које обезбеђује његово праволинијско кретање, јасно је да ће кривајна полука вршити једно раванско кретање. Како је радни ход дефинисам крањим положајима клизача, односно растојањем између “мртвих” тачака, очигледно је да ће он бити једнак двострукој вредности дужине криваје r , односно:

$$H = 2 \cdot r$$

и да се може мењати само променом дужине [1].

За одређени полупречник криваје r може се на основу нађене зависности за v , конструисати дијаграм брзине клизача, ако се за одговарајући положај клизача С (одређен углом α) нанесу вредности одговарајућих брзина (сл.2.14) [1].



Слика 2.14 Дијаграм брзине код простог механизма криваје [1]

Из овог дијаграма се види да су брзине у одређеним положајима клизача при кретању у једном смеру v_1 исте као и брзине v_2 клизача при кретању у другом смеру. Такође се уочава и велика неравномерност брзине током целог хода. Уколико се овај механизам користи за главно кретање машине алатке, ово представља велики недостатак, јер ће радна брзина бити једнака повратној, што доводи до губитка времена (повратна треба бити доста већа од радне брзине), а неједнакост радне брзине на недовољно искоришћење постојаности алата [1].

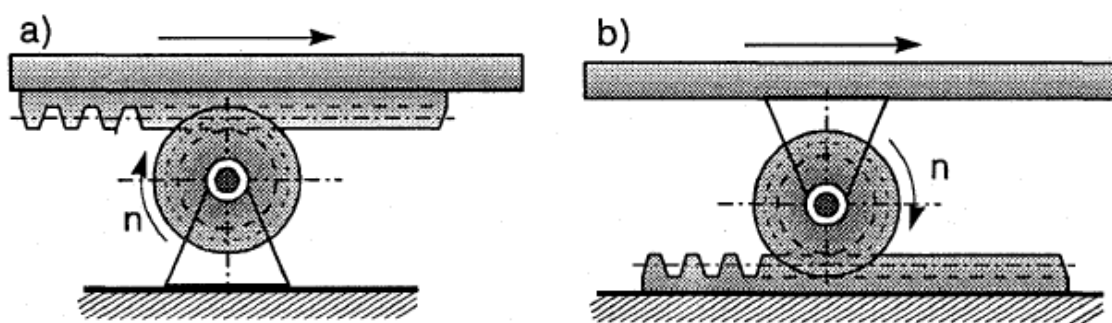
2.2.2 Зупчасти и пужни парови

Код машина са главним праволинијским кретањем, чији ходови прелазе величину од 1 метра, кривајни механизми, као што је већ напоменуто, не могу се применити услед веома великих димензија које би ови претварачи имали за овако велике ходове. Зато се код ових машина као претварачи кретања углавном користе кинематски парови зупчаник-зупчаста летва или пуж-пужаста летва. Како је код ових парова смер праволинијског кретања зависан од смера обртања зупчаника односно пужа, то је очигледно да за промену смера из радног у повратни ход мора у преноснику постојати посебан уређај за промену смера. Ако се узме у обзир да се за повратни ход мора обезбедити и већа брзина односно, као што ћемо касније видети, већи број обртаја погонског зупчаника или пужа, јасно је да су преносници код ових машина нешто сложенију у односу на краткоходне машине.

Зупчасти пар

Код претварања кретања помоћу кинематског пара зупчаник – зупчаста летва, зупчаста летва је причвршћена на радни сто са његове доње стране и то обично у оси симетрије овог стола, да би се смањило ексцентрично дејство погонске силе. Погонски зупчаник, који добива одговарајући број обртаја из преносника за главно кретање машине, спрегнут је са зупчастом летвом и улежиштен у самом постољу машине, на коме се налазе

и вођице радног стола. При томе се могу користити како зупчаници са правим зубима, тако и са завојним, при чему треба истаћи да су ови други знатно повољни. Зуби зупчасте летве могу имати исти угао као и зупчаник, али се може користити у оба случаја летва са правим зупцима. Очигледно је да се оваква летва једноставније израђује, али треба имати у виду да би у том случају зупчаник са косим зубима био косо постављен у односу на правац кретања стола, односно његова оса би са осом летве заклапала неки угао различит од правог. На слици 2.15 приказана су два примера уградње оваквих претварача, при чему леви део слике (а) одговара случају када је зупчаста летва чврсто везана за покретни извршни орган машине, а осовина погонског зупчаника за постоље (непокретна), док је код случаја (b) обрнути случај: зупчаста летва је непокретна (везана за постоље) а осовина погонског зупчаника је улежиштена у покретни склоп [1].



Слика 2.15 Претварач кретања зупчаник-зупчаста летва [1]

Брзина резања је овде функција како борја обртаја погонског зупчаника, тако и његових димензија, односно пречника, тј.:

$$v = \frac{D_0 * \pi * n}{1000} \text{ [m/min]}$$

где је:

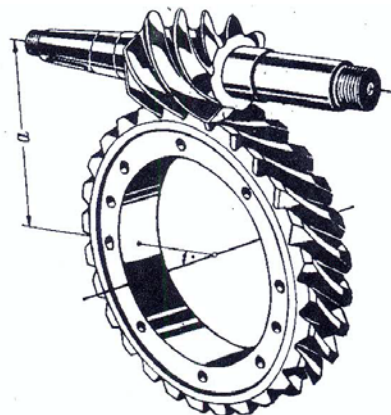
D_0 — подеони пречник погонског зупчаника [mm]

n — број обртаја зупчаника [o/min]

Пужасти пар

Пужни преносник или пужни пар састоји се од пужа и пужног кола (пужног зупчаника), слика 2.16. Представљају врсту зупчастих преносника (хиперболоидни зупчасти пар) чије се осе мимоилазе најчешће под углом од 90^0 . Међутим, овај угао може бити већи и мањи од 90^0 . Пуж је најчешће погонски део преносника и тада, при преносу кретања, врши се редукација броја обртаја. Погонски део преносника може бити и пужно

коло ако је потребна мултипликација броја обртаја. Пужни преносници се ретко примењују као мултипликатори јер су вредности степена искоришћења ниске (мање од 0,5) [4].



Слика 2.16 Пуж и пужни зупчаник [4]

Пуж је мањег пречника од пужног зупчаника има једну или више завојница (зуба) обавијених око цилиндричног или глобоидног језгра. Тако, пуж подсећа на завртањ или навојно вретено. Пуж са једним почетком је једноходни, са два почетка двоходни, итд. Угао успона завојнице пужа је мањи од 45° . Пужни преносник обухвата својим зупцима део језгра пужа. Пужни преносник личи на половину навртке која уместо да се креће транслаторно, ротира око осе пужног зупчаника. Зато спрега пужа и пужног зупчаника „личи“ на спрегу завртња и навртке [4].

Предности пужних преносника:

- Врло велики преносни однос ($u \leq 100$),
- Тихи рад и пригушивање динамичких удара и вибрација,
- Велика носивост,
- Дуг век трајања,
- Самокочивост (под одређеним условима),
- Мање димензије, лакши и једноставнији од других преносника,
- Добар степен искоришћења код вишеходних пужева (чак до 0,98).

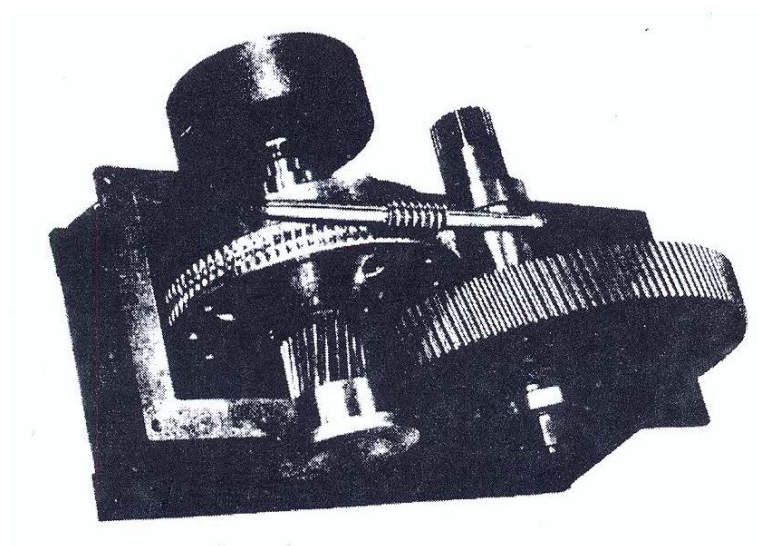
Недостаци пужних преносника:

- Релативно низак степен искоришћења код цилиндричних пужева и самокочивих пужних преносника,
- Релативно велико клизање, праћено отпором клизања, има за последицу стварања велике количине топлоте [4].

Према облику пужни преносници могу бити цилиндрични пужни преносници, глобоидни пужни преносници, и комбинација претходних (ткз. трећа врста).

Пужни преносници се најчешће примењују за пренос снага од 100 до 150 kW. Налазе примену код транспортера, лифтова, моторних дизалица, текстилних машина, бродских кормила, погона бубњева и др.

У новије време пужни преносници се примењују и за мање преносне односе (до 5) при чему се постиже пренос великих снага и високе вредности степена искоришћења. Овакви пужни преносници се уграђују иза или испред цилиндричних зупчастих преносника па се тако постиже већи укупни преносни однос, слика 2.17 [4].



Слика 2.17 Повезивање пужног преносника са цилиндричним зупчастим преносником [4]

2.2.3 Претварачи за помоћна и допунска кретања

У зависности од врсте машине, претварачи кретања који обезбеђују помоћно праволинијско кретање изводе се обично у виду зупчастог (зупчаник зупчаста летва) или у виду завојног пара (Завојно вретено навртка). Зупчасти пар се најчешће среће код разних врста стругова и бушилица, док се код стругова за резање навоја, глодалица и већине других машина као претварач обртног у помоћно праволинијско кретање користи завојни пар.

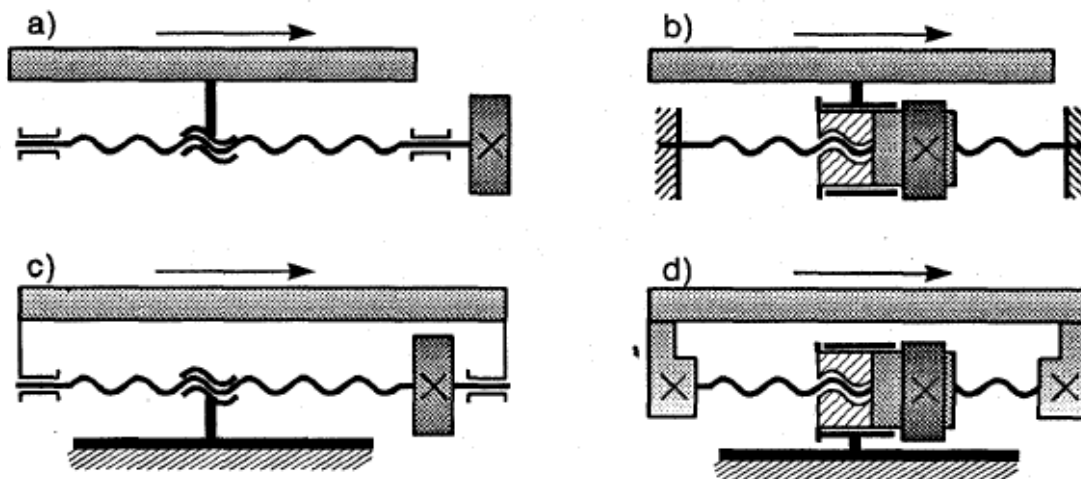
Завојни пар

Веома често применљиван претварач кретања код машина алатки је кинематски пар завојно вретено-навртка, посебно у случајевима где се захтева повишена тачност кретања и строга зависност од главног кретања. Његова примена код вертикално вођених органа машине је обавезна обзиром да овај завојни пар поседује особину самокочења. Мали

коэффициент искоришћења снаге условљава да се примењује углавном за пренос малих снага, што искључује (са малим изузецима) његову примену код главних кретања машина алатки [1].

Обзиром на начин остваривања контакта бокова зубаца вретена и навртке, односно од трења које се у том контакту јавља, постоје две врсте ових претварача: завојни пар на бази клизања и завојни пар на бази котрљања. У првом случају се користе завојно вретено и навртка са стандардним правоугаоним или трапезним профилем, корако 6 до 12 mm (код већих пречника вретена корак може да буде и већи), док се у другом случају између вретена и навртке постављају котрљајући елементи који у многоме смањују трење, а стим и губитак снаге при претварању кретања и дужи век трајања [1].

Без обзира који се завојни пар користи, заједничко им је то да се уградња може извршити на више начина (слика 2.18). У првом примеру на слици (а) навртка је причвршћена на покретни део (радни сто машине), док је завојно вретено улежиштено у постоље машине, а преко зупчаника добија потребан број обртаја из преносника за обртно (углавном помоћно) кретања [1].



Слика 2.18 Могући начини монтаже завојног пара [1]

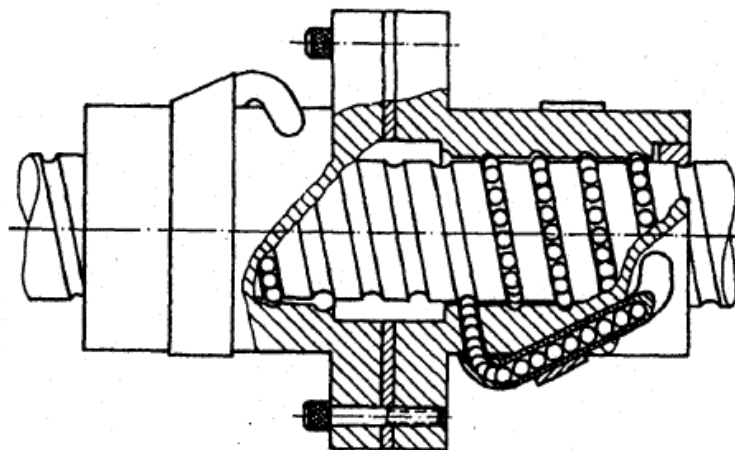
Обртање аксијално непокретног вретена доводи до аксијалног кретања навртке, која је у овом случају обезбеђена против окретања. У другом случају (б) је завојно вретено непокретно и чврсто везано за постоље машине, а навртка, која је сада улежиштена на покретном органу машине, добија обртно кретање из преносника. При обртању навртке долази до његовог померања дуж вретена а стим, пошто је она аксијално непокретна у односу на извршни орган, и до померања овог органа. Трећа могућност (ц) је да се навртка учврсти у постоље дакле нема ни обртно ни праволинијско померање, а да се завојно вретено улежишти на радном столу и заједно са њим аксијално помера, услед обртања које то вретено преко зупчаника добија. И најзад, четврти пример (д) показује случај када

је завојно вретено учвршћено на радном столу без икаквог померања аксијалног или обртног, а обртно кретање из преносника се предаје навртки, која је сада улежиштена у постољу [1].

Код завојног пара са клизним контактом као што је већ споменуто, јавља се велико трење између додирних површина што доводи и до хабања елемената. Да би се оно што је могуће више смањило, посебну пажњу треба посветити избору материјала од којих су елементи завојног пара начињени [1].

У циљу остваривања зазора између навртке и завојног вретена, који може бити последица нетачности израде, али и хабања елемената у току експлоатације, мора се при конструисању ових завојних парова предвидети могућност његовог регулисања. За ту сврху постоје више конструктивних решења, али се углавном сва свode на то да се навртка изради из два дела [1].

Далеко мање трење и већа прецизност итачност померања је присутно код завојних парова са котрљајућим елементима – куглицама (слика 2.19). Обзиром да куглице, које се налазе између вретена и навртке, морају да се крећу, то је неопходно да се у телу навртке изради канал – магацин у који куглице улазе после излаза из контакта са вретеном, односно из кога илазе на почетку контакта. Профил завојних канала на вретену у овом случају одговара облику котрљајућих елемената, има лучни профил [1].



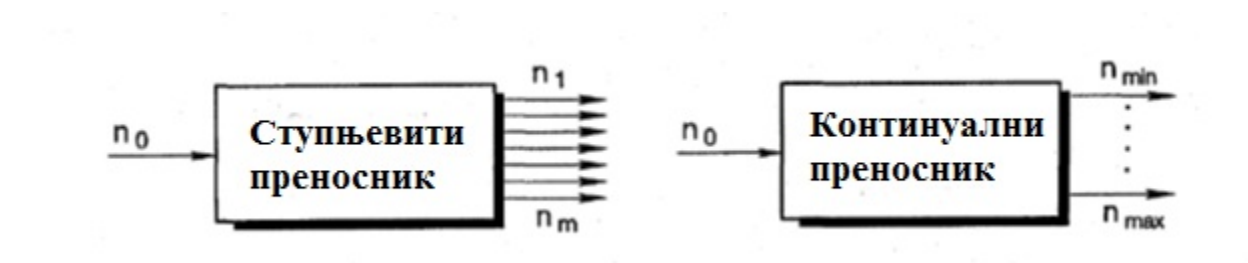
Слика 2.19 Завојни пар са котрљајућим елементима (рециркулационо вретено) [1]

2.3 Континуални механички преносници

За разлику од ступњевитих преносника, код којих је у области регулисања на располагању само одређен број ступњева бројева обртаја, континуални преносници омогућавају избор ма кога броја обртаја који се налази између минималног и максималног

броја обртаја, односно у области регулисања датог преносника. На тај начин ови преносници омогућавају избор економичне брзине резања, што утиче и на економичност резања [1].

Разлика између ступњевитих (било каишних или зупчастих) и континуалних преносника најбоље се може објаснити блок шемом на слици 2.20. Код првих се, као што је напред речено, при једном улазном броју обртаја може остварити само један од тунапред дефинисаних излазних бројева обртаја, што значи да и преносник омочућава само m преносних односа. У другом се случају одговарајућом конструкциом омогућава промена преносног односа од i_{max} (обично убрзање) до i_{min} (успорење) без ограничења у броју ступњева [1].



Слика 2.20 Разлика између ступњевитих и континуалних преносника [1]

Област регулисања дефинисана као однос максималног и минималног излазног броја обртаја који се може остварити:

$$R_n = \frac{n_{max}}{n_{min}}$$

а преносни однос као:

$$i_{min} = \frac{n_0}{n_{max}} \text{ и } i_{max} = \frac{n_0}{n_{min}}$$

одакле следи да је:

$$R_n = \frac{i_{max}}{i_{min}}$$

Ниво излазних бројева обртаја може се при томе мењати било променом вредности уграђених m преносних односа у самом преноснику било додавањем посебног преносника на улазу или излазу, односно избором погонског агрегата (електромотора) са другачијим бројем обртаја. Поред наведених предности, ови преносници имају извесне недостатке од којих су најважнији пренос ограничених снага, односно обртних момената, често недовољна област регулисања као и могућност проклизавања између преносних елемената, што онемогућава остваривање тачних зависности у преносу кретања. Док се

недостатак везан за уску област регулисања може отклонити комбиновањем ових преносника са ступњевитим, друга два се недостатка могу само ублажити посебним конструкцијама [1].

Континуални преносници се, према начину остваривања преноса, могу поделити у две групе и то :

- *Фрикциони континуални преносници*
- *Ланчasti континуални преносници*

Сам назив ових група дефинише и начин преноса: у првом случају се обртни момент преноси трећем између два или више преноса елемената, док је у другом пренос принудан и изводи се посредством ланаца специјаних конструкција [1].

2.3.1 Ланчasti континуални преносници

Ланчани парови спадају у групу посредних механичких преносника. Користе се за преношење обртног момента између вратила постављених и на релативно великом растојању као и тамо где се не може користити каишни пренос због лоших просторних и преносних услова или растојања оса. Пренос кретања и обртног момента остварује се помоћу везе обликом, слично као код преносника зупчастим ременом. Најједноставнији ланчани пар се састоји од два ланчаника и обвојног елемента – ланца. Зупци ланчаника захватају елементе ланца и присилно (принудно) га покрећу. С обзиром на начин преноса снаге и кретања, онемогућено је клизање и проклизавање које је присутно код каишних преносника. Тиме се постиже константан преносни однос [3].

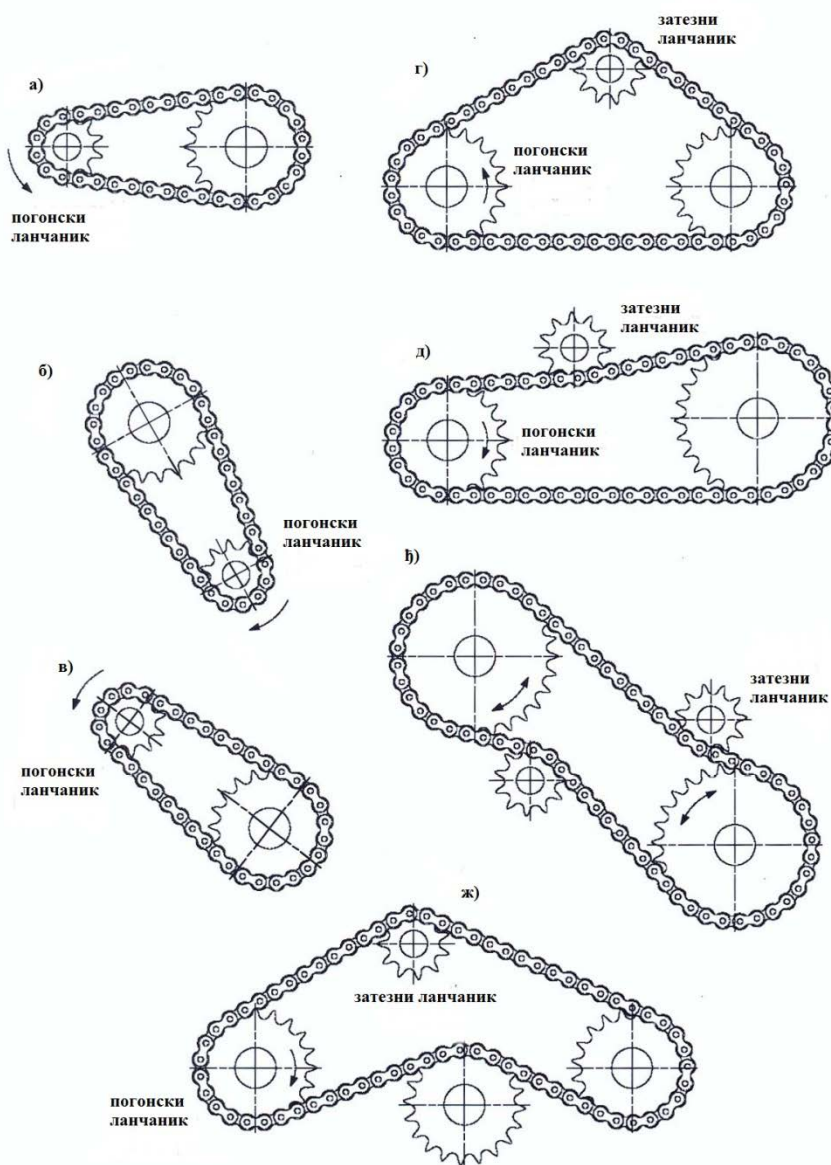
Добре особине ланчаног преноса су:

- *Једноставна конструкција*
- *Мали габарити у поређењу са каишним преносом*
- *Висок степен корисног дејства*
- *Константна вредност средњег преносног односа*
- *Могућност истовременог преноса снаге од једног извора на неколико вратила једном ланчаном контуром*
- *Висока поузданост*
- *Једноставна монтажа и*
- *Једностабно одржавање и надгледање*

Недостаци ланчаног преноса су:

- *Хабање ланаца и повећање корака*
- *Неравномерност брзине обртања горњег ланчаника, као и последица променљивог полупречника погонског ланчаника*

- Осетљивост у фази разграђивања (уходавања)
- Лом елемената ланца услед замора [3]



Слика 2.21 Ланчани парови а) хоризонтални, б) и в) нагнути, г), д), е) и ж) са затезним ланчаником [4]

Код ланчаних парова пожељно је да горњи крак буде вучни. У супротном је потребан затезни ланчаник. Начини повезивања ланчаника приказане су на слици 2.21.

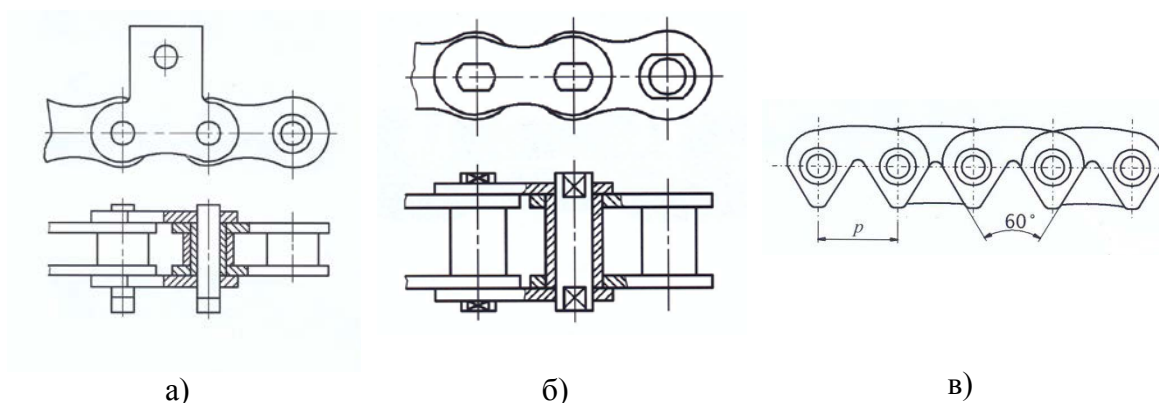
Подела ланаца

Данас се, у машинској техници, примењује велики број различитих ланаца. Према основним карактеристикама, које испољавају у експлоатацији, могуће их је поделити у три основне групе:

- *Погонски*
- *Теретни*
- *Вучни*

Погонски ланци су најраспрострањенији. Они, у већини случајева, преносе снагу и остварују кретање од извора енергије. Примењују се како при малим, тако и при већим брзинама (од 30-35 m/s). Један ланац може преносити снагу на више вратила истовремено, при различитим осним растојањима ланчаника. Степен корисног дејства ове групе ланаца углавном зависи од рада силе трења у зглобу и, при најбољим условима, достиже вредност 0.97-0.99. У групу погонског ланца спадају [3]:

- *Ваљкасти*
- *Чаурасти*
- *Зупчasti (слика 2.22)*



Слика 2.22 Врсте погонских ланаца а) ваљкасти, б) чаурасти, в) зупчasti [4]

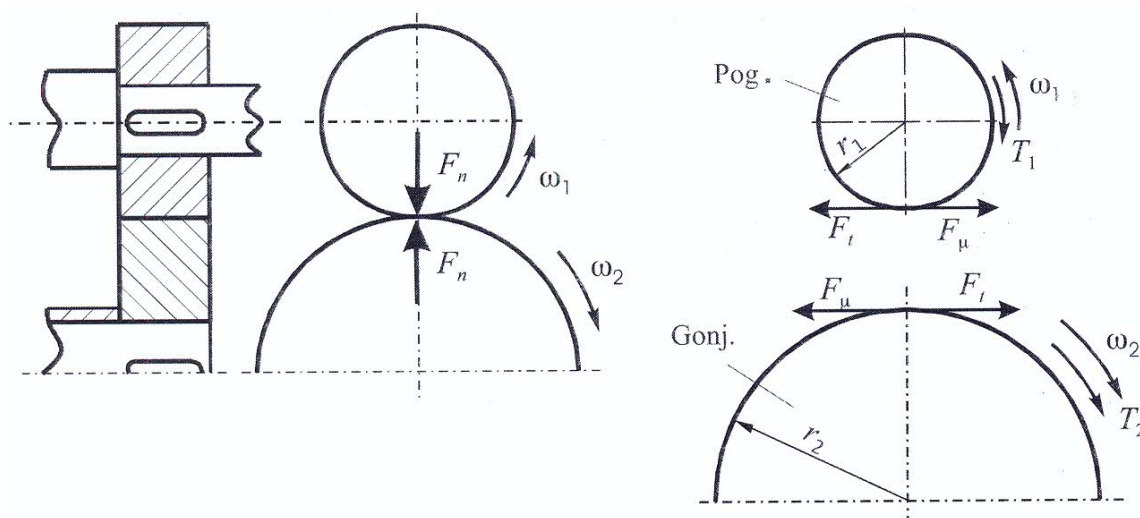
Теретни ланци служе за вешање, дизање и премештање терета код катурача, втла, дизаличних уређаја, хидротехничких објеката и других механизма периодичне примене. Раде у условима малих брзина, 0.25-0.5m/s. Веома им је ретка употреба код ланчаних преносника и ланчаних уређаја непрекидног дејства [3].

Вучни ланци служе за транспорт и премештање терета код транспортних машина: конвејера, дизалица ескилатора, елеватора и других ланчаних уређаја. Брзина кретања ове групе ланаца обично не прелази 2 m/s [3].

2.3.2 Фрикциони континуални преносници

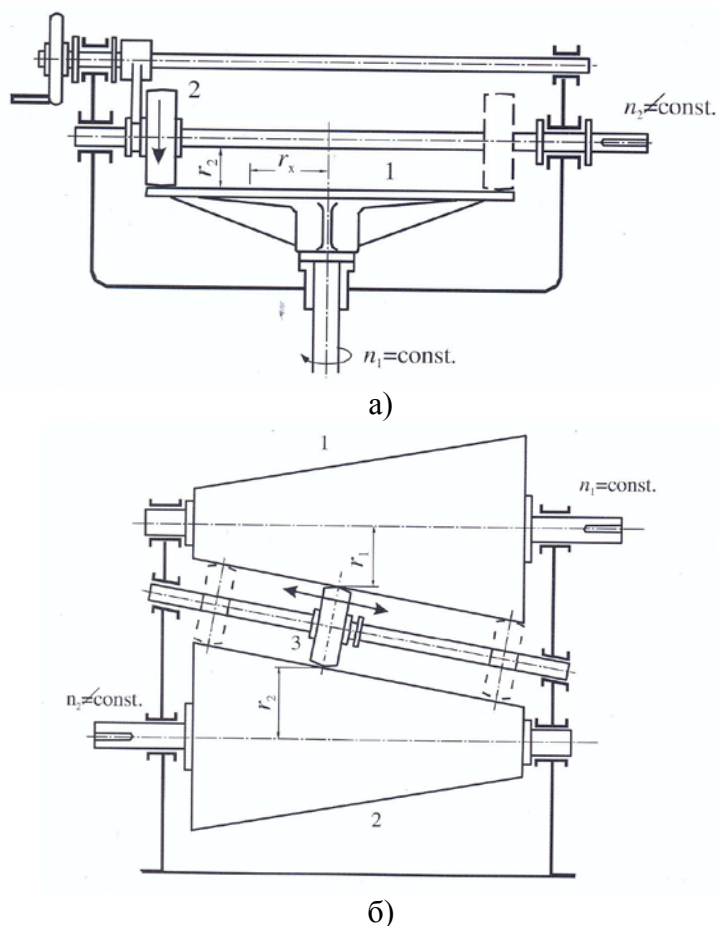
Фрикциони преносници спадају у механички преносника снаге. Пренос обртног момента и кретања остварује се непосредним додиром и трењем додирних површина погонског и гоњеног елемената. Због тога, код фрикционих преносника, може доћи до проклизавања и пузања. Фрикциони преносници су најједноставнији средство за преношење кретање и снаге [4].

Најједноставнији фрикциони преносник састоји се од два точка која су међусобно притиснута одређеном силом F_n , слика 2.23. Ако погонски точак 1 врши обртно кретање, на додирној површини фрикционих точкова јавља се сила трења μF_n , па долази до окретања и горњег точака 2. Силом трења $F_\mu = \mu F_n$ омогућено је и преношење обртног момента T_1 са точака 1 на точак 2. При томе се врши и његова трансформација у вредности T_2 , сразмерно номиналном радном преносном односу $i = \omega_1 / \omega_2 = n_1 / n_2$ [4].



Слика 2.23 Основни принципи рада фрикционих преносника [4]

Фрикциони преносници који омогућавају континуални промену преносног односа називају се варијатори. Варијатори су смештени у посебна кућишта. Принцип рада варијатора може се објаснити на два основна примера дата на слици 2.24 [4].



Слика 2.24 Пример варијатора, а) са цилиндричним, б) са коничним точковима [4]

2.4 Пнеуматски и хидраулични преносници

Пнеуматика и хидраулика спадају у флуидну науку. Флуидика се бави системима за пренос енергије или сигнала путем радног флуида. Задаци пнеуматског или хидрауличног система могу укључивати претварање, пренос и управљање енергијом [6].

Пнеуматика као радни флуид као радни медијум користи стишљив флуид – плин, најчешће ваздух. Док хидраулика као радни флуид користи нестишљив флуид – уље. Због тога се хидраулични системи понекад сусретне назив уљна техника. Поред уља користе се и тешко запаљиви и специјални флуиди [6].

Пнеуматика и хидраулика имају важну улогу у аутоматизацији, посебно када су у питању извршни елементи. Пнеуматски елементи су данас присутни у великом броју система, највише се користе унутар тзв. Мале аутоматизације. Пнеуматика је једноставнија, а решења су у већој мери универзална и користе стандардизоване елементе, док су код хидраулике решења у већој мери специфична, па захтевају више искуства и

знања. У ширем смислу хидраулика или техничка хидромеханика бави се техничком применом течности, што укључује проблеме наводњавања, снабдевања водом, бране итд.

Хидраулични системи имају најповољнији однос снаге по јединици масе. Такође су рани кораци високи тако да се хидраулични системи типично користе у случајевима када је потребна велика снага или велика сила. Нестисљив медијум хидрауличних система омогућава прецизно позиционирање извршних елемената, док код пнеуматских сушта то није случај. Велика предност пнеуматских система је незапаљивост радног медијума, па се често користе када је потребна сигурност погона [6].

Структура и функција хидрауличних преноса

У флуидним преносним системима повезани су генератори (пумпе или компресори), флуидни мотори и елементи у кружном току у којем радни флуид циркулише преносећи енергију (слика 2.25).



Слика 2.25 Структура флуидног преноса [6]

Задаци пнеуматског система могу укључивати претварање, пренос и управљање енергијом. Слика 2.26 шематски приказује принцип рада пнеуматског система. У горњем блоку приказано је претварање механичке енергије у енергију сабијеног ваздуха који се убацује у резервоар ваздуха. Кроз пнеуматску разводну инсталацију тај ваздух се доводи у доњи блок, у којем се врши обрнуто претварање енергије. Након јединице за припрему ваздуха (чишћење, сушење, заљивање), у пнеуматском систему енергија ваздуха претвара се у користан механички рад. Тај систем обухвата компоненте које врше претварање енергије. Осим претварања у механички рад, пнеуматски систем често обавља и улогу управљања одн. Регулације [6].



Слика 2.26 Принцип рада пнеуматског система [6]

Елементи пнеуматског система могу се према функцији у систему поделити на :

- Елементи за производњу
- Елементи за припрему ваздуха
- Извршни елементи
- Управљачки елементи
- Управљачко-сигнални елементи
- Помоћни елементи [6]

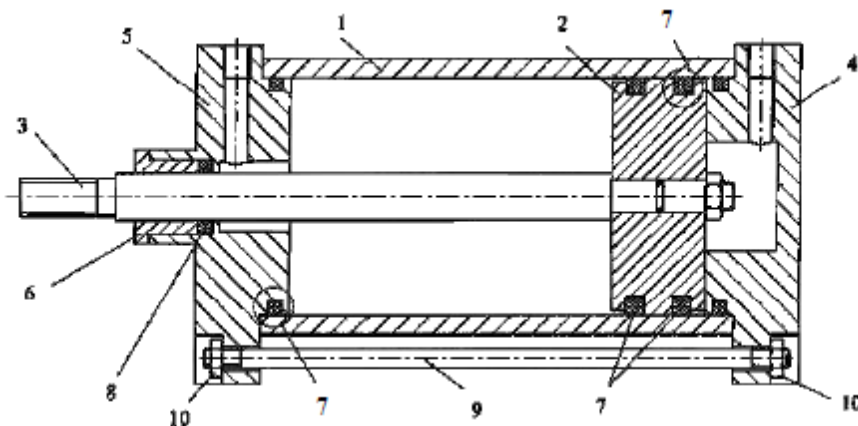
Цилиндри

У пнеуматски системима цилиндар је најчешће извршни елемент. У принципу кретање цилиндра је транслаторно, једино је код заокретних цилиндра ротацијско [6].

Подела цилиндра:

- Једноструког дејства
- Двоструког дејства
- Посебни случајеви:
 - Ударни
 - Вишеположајни
 - Без клипњаче [6]

На слици 2.27 приказани су основни делови пнеуматског цилиндра са једноструким дејством.



Слика 2.27 Клипни цилиндар једноструког дејства: 1-цилиндар, 2-клип, 3-клипњача, 4-задњи поклопац, 5-предњи поклопац, 6-стежни прстен, 7,8-заптивни прстенови, 9-шипка за спајање, 10-матича [6]

Цилиндри могу бити једнострани и двострани. Једноструког дејства цилиндри врше рад само у једном смеру, док двоструког дејства у оба смера – гурају и вуку. Двоструког дејства цилиндри понекад имају двострану клипњачу (пролазну) и једнаку корисну површину са обе стране клипа.

Према конструкцији:

- Клипни
- Мембрански [6]

2.5 Електрични преносници

Поред наведених преносника, код машина се у већој или мањој мери увек срећу електрични преносници. Под појмом електрични преносници се при томе подразумева читав низ међусобно повезаних и по дејству усклађених електричних и електронских елемената, било да служе за погон, пренос и претварање кретања или управљање самом машином. Веома често се ови електрични или електронски елементи комбинују са механичким или хидрауличким елементима било у циљу самог управљања овим преносницима (путем релеја, електромагнетних спојница, електричних и пропорционалних вентила и сл.) било у циљу проширења области регулисања и смањења механичких преносника, промене смера обртања, а у неким случајевима готово комплетна кинематика машине може бити изведена електричним преносницима са додатком механичких претварача. На слици 2.28 је приказан изглед електромотора [1].



Слика 2.28 Електромотор

Код електричних преносника се ради о мање или више сложеним инсталацијама, тако да је за сваку машину за њен правилан и поуздан рад, неопходно је пројектовати и одговарајућу шему електричне инсталације. Мада је пројектовање, израда и одржавање електричних елемената и инсталација делокруг рада електроинжењера, техничар и монтера, пројектант алатних машина мора у довољној мери познавати и ову област, да би могао правилно да дефинише концепцију саме машине [1].

У зависности од врсте и концепцијемашине, погон се може остварити или једним централним електромотором који служи за остваривање свих потребних кретања, или са више независних електромотора који ће обезбедити како главно, тако и помоћно (или помоћна), а у неким случајевима и допунска кретања. Поред основних електромотора који обезбеђују неопходну снагу за остваривање механичког рада, код машина су често потребни и додатни електромотори који за разне додатне функције машине (системи за подмазивање, управљање, аутоматизацију). Тако се могу јавити случајеви да се на једној машини користе и по неколико електромотора, различитих облика и снага [1].

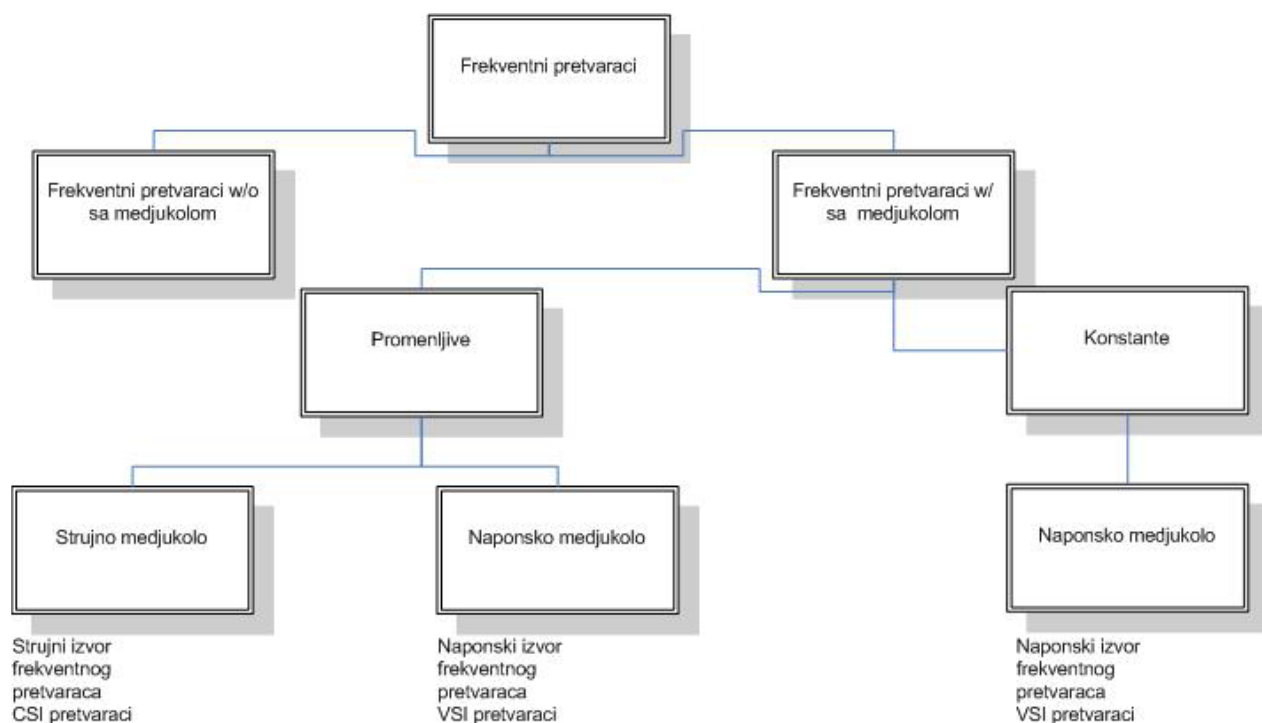
Величина и маса електромотора, која је често важан фактор при концепцији машине, дефинисана је углавном номиналним обртним моментом који мотор може да обезбеди. Велики обртни моменти при малим бројевима обртаја (константна снага) условљавају велике и тешке електромоторе, са ценом која је такође сразмерна њиховој маси. У таквим случајевима се треба анализирати економичност његове примене. Даби обрада на машинама била што економичнија, треба смањити све временске губитке, а то од електромотора захтева да омогуће како брзо достизање номиналног броја, тако и брзо кочење при највећим дозвољеним оптерећењима, као и вицок степен искоришћења и при мањим оптерећењима (код малих односа корисне и инсталисане снаге) [1].

Често се ради бољег контролисања и управљања, електрични преносници регулишу преко тзв. фрекветних регулатора.

Статички фреквентни претварачи су електронски уређаји који омогућавају управљање брзином трофазних мотора претварајући мрежни напон и фреквенцију, који су фиксиране вредности, у променљиве величине. Док су принципи остајали исти, много тога се променило од појаве првог фреквентног претварача, који се задржао у севи тиристоре, до појаве данашњег микропроцесорски управљаног претварача. Због све већег учешћа аутоматике у индустрији, постоји константна потреба за аутоматским управљањем, а непрекидно повећавање брзине производње и боље методе за побољшање степена корисности погона су развијане све време. Електромотори су данас важан стандард индустријски производ. Ови мотори су пројектовани да раде са константном брзином и током прошлих година радило се на оптимизацији контроле њихове брзине. Све док се нису појавили фреквентни претварачи није било могуће у потпуности управљати брзином трофазног наизменичног мотора. Већина статичких фреквентних претварача који се данас користе у индустрији за регулацију или управљање брзином трофазних мотора су прављени на основу два принципа (слика 2.29) [5]:

- Фреквентни претварачи без међукола (познати као директни претварачи);
- Фреквентни претварачи са променљивим или константним међуколом [5].

Фреквентни претварачи са међуколом имају или струјно међуколо, или напонско међуколо и они се називају струјни инвертори и напонски инвертори [5].



Слика 2.29 Врсте претварача [5]

Инвертори са међуколом имају одређене предности у односу на директне инверторе, као што су:

- Боље управљање струјом;
- Редукцију виших хармоника;
- Неограничену излазну фреквенцију (али ограничење постоји у управљању и коришћењу самих електронских компоненти) [5].

На слици 2.30 приказан је изглед фреквентног (претварача) регулатора.



Слика 2.30 Фреквентни регулатор

Предности пуне контроле брзине:

- Штедња енергије. Енергија се може уштедети ако брзина обртања мотора одговара захтевима при било ком моменту оптерећења. Ово се односи пре свега на погон пумпи и вентилатора где је утрошена енергија сразмерна квадрату брзине. Тако погон који ради са половином брзине узима само 12.5% од номиналне снаге.
- Оптимизација процеса. Подешавање брзине у процесу производње пружа бројне предности. То укључује повећање производње, док смањује трошкове одржавања и утрошак материјала и хабање.
- “Мекан” рад машине. Коришћењем софт-старт и софт-стоп рампи, напрезања и удари машине се могу избећи. Тако што се помоћу фреквентног регулатора не дозвољава да електромотор почне са највећом брзином већ постепено убрзава.
- Мањи трошкови одржавања. Фреквентни претварачи не захтевају одржавање. Када се користе за управљање моторима, радни век погона се повећава. На пример, у системима за наводњавање, где појава водених чекића који директно зависе од мотора пумпе нестаје тако да су избегнути кварови на вентилима.

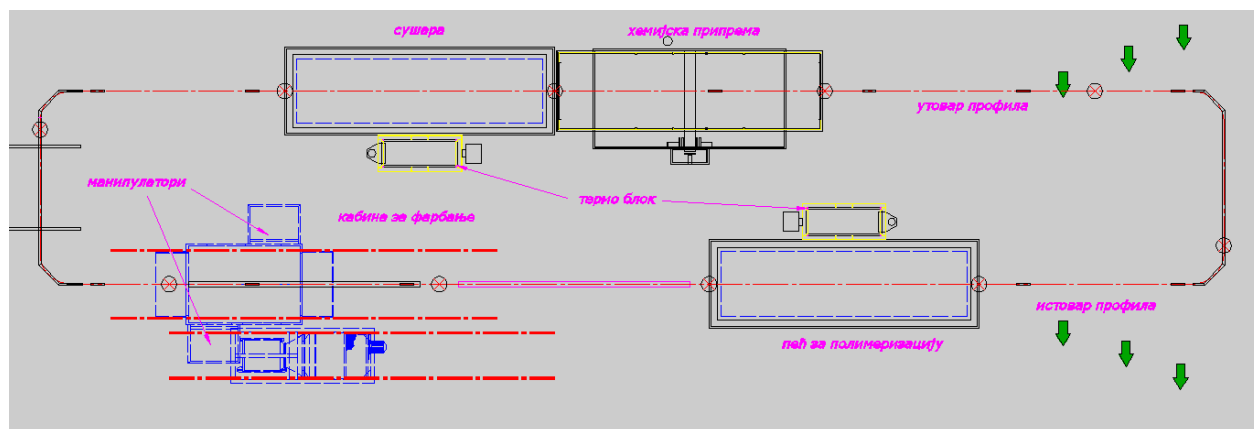
- Побољшано радно окружење. Брзина покретних трака може да се одеси на тачно захтевану радну брзину. На пример, флаше на покретној траци у линији за пуњење флаша праве много мање буке ако се брзинатраке може смањити у току пуњења [5].

Управљање или регулација?

Често се поистовећују термини ‘управљање’ и ‘регулација’. Ови термини имају своје тачне дефиниције – пре свега због развоја на пољу аутоматике. Термини ‘управљање’ и ‘регулација’ зависе од типа погона. Код ‘управљања’ брзином, мотору се шаље сигнал од кога се очекује да ће проузроковати одговарајућу брзину мотора. Код ‘регулације’ брзине из процеса се добија сигнал као повратна информација о брзини погона. Ако брзина не одговара захтевима, сигнал који се шаље мотору се генерише аутоматски све док брзина мотора не буде на задатој вредности [5].

3. Примена преносника код постројења за површинску заштиту

Постројење за површинску заштиту се увек састоји из пет целина хемијске припреме, сушаре, кабине за фарбање, пећи за полимеризацију и транспорта као што се може видети на слици 3.1. Као што су и целине набројане тако поступак фарбања тим редоследом почиње. Комади се постављају на транспорт, а затим улазе у хемијску припрему где се хемијски третирају и чисте од прљавштина. Након тога помоћу транспорта прелазе у сушару где се комади суше од хемиклија које су остале на комадима. Затим следи поступак фарбања (на слици 3.1 кабина за фарбање је покретна тако да док комади стоје она се помера и манипулатори фарбају). После нанетог заштитног слоја путем електростатичког фарбања комади прелазе у пећницу, где се на 200°C нанесен прах тј. заштитни слој полимеризује. Управљање целим постројењем се обавља из главног командног ормана, одакле се задају и читавају најважнији параметри на постројењу (температуре, брзине кретања транспорта, сигнализација за отварање и затварање врата итд...). Преносници који се користе у овом постројењу су каишни, пнеуматски, ланчasti, зупчasti итд.. Каишни преносници се налазе на термо блоковима код сушаре и пећи. Пнеуматски се налазе на свим вратима на постројењу и користе се код хемијске припреме за регулисање клапни на резервоарима. Зупчаста летва – зупчаник се користи за покретање кабине, док се ланчasti користе за транспорт и код манипулатора за фарбање који се налази на кабини за фарбање. Ови преносници у овом поглављу биће даље разматрани.



Слика 3.1 Основа постројења за површинску заштиту

Како се потражња за већим капацитетима производње повећава, а притом се захтева одређени квалитет производа, код многих постројења се уводи аутоматизација комплетног система, како би се постигли захтевани циљеви. Тако и код постројења за површинску заштиту, због самих потреба за повећање производње и уштеде енергије дошло је до аутоматизације целог система. У следећим примерима биће приказани неки примери преносника који су омогућили да се ти циљеви остваре.



Слика 3.2 Каишни преносник код удвне секције термо блока

На слици 3.2 приказан је каишни преносник, који омогућава да снагу и обртни момент електромотора преко ременица и клинастог каиша пренесе обртни момент на вратило. На другом крају вратила постављен је центрифугални вентилатор унутар термо блока. Сама улога овог преносника јесте да преношењем обртног момента на вратило покренемо вентилаторе и остваримо струјање ваздуха унутар термо блока. Тим струјањем ваздуха остварује се пренос топлоте преко ложишта унутар термо блока, на унутрашњи простор пећи. Вентилатори увлаче ваздух са горње стране термо блока и усмеравају кретање ваздуха преко ложишта, а потом се тај загрејан ваздух враћа у унутрашњост пећи са доње стране термо блока.



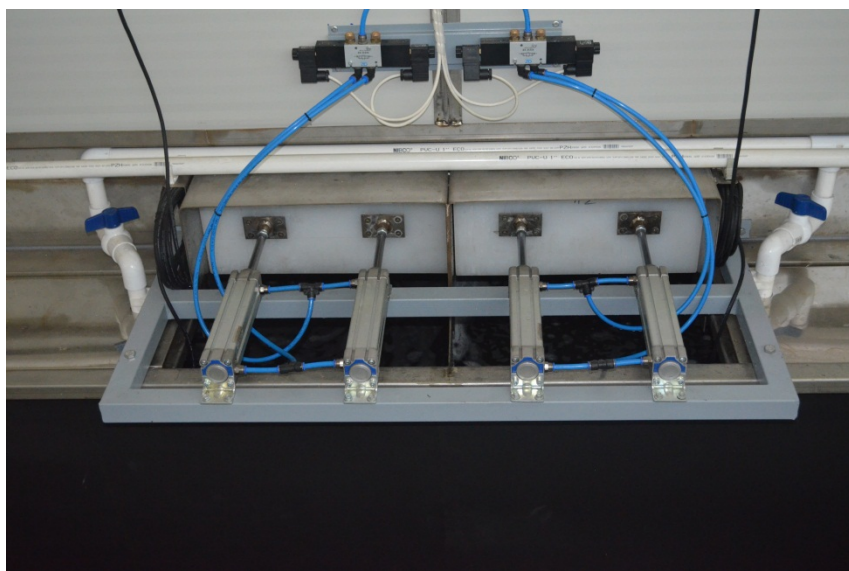
Слика 3.3 Комбиновани преносник (зупчаник-зупчаста летва која добија погон од електромотора преко пужног редуктора)

Кабина за фарбање код постројења за површинску заштиту приликом рада се транслаторно покреће како би за време једног такта или циклуса рада постројења стигли да се офарбају сви делови у једном такту. Тиме што се кабина помера долази до уштеде времена и повећањем производности, а умањује се губитак енергије код пећи. Померање кабине се остварује помоћу преносника приказаног на слици 3.3, где је цела кабина на платформи и ослања се на вођице (шине) које се налазе испод ње. А зупчаник-зупчаста летва има улогу да транслаторно помера кабину. Редуктор има циљ да смањи број обртаја, чиме се повећава обртни момент електромотора. Само кретање кабине је 1 до 3 m/s, јер технички није могуће брже фарбати, тј. наносити заштитни слој на жељени производ.

У процесним постројењима чест је случај да се јавља велики број преградних врата или клапни, који се углавном аутоматизују ради обављања основне функције отварања и затварања. Углавном се тај проблем решава пнеуматским цилиндрима, али има случаја када се користе и хидраулични цилиндри у случајевима када је потребна већа сила затварања. Пнеуматски цилиндри су знатно погоднија варијанта зато што су једноставније конструкције, а и сам систем повезивања је једноставнији, као што су и економске стране знатно боље. Сам одзив пнеуматских система бржи је него код хидрауличних. На слици 3.4 приказано је коришћење пнеуматског цилиндра за отварање и затварање врата на хемијској припреми. Ова једноставна функција веома је битна, јер је у трајању рада хемијске припреме битно да врата буду затворена, како се хемија (која се под великим притиском убризгава у унутрашњост припреме) не би расипала.



Слика 3.4 Пнеуматски цилиндар коришћен за врата хемијске припреме



Слика 3.5 Пнеуматски цилиндари коришћен на резервоарима хемијске припреме

За разлику од пнеуматског цилиндра приказаног на слици 3.4, на слици 3.5 пнеуматски систем је примењен за регулисања рецикулације хемије која се користи из резервоара (каде) хемијске припреме. Сам процес хемијске припреме функционише тако што у одређеном временском периоду комади, или делови унутар ње, хемијски третирају наизменично одређеном хемијом. Сам процес функционише циркулацијом течности које пумпе црпе из резервоара, а затим се убризгава преко дизни унутар хемијске припреме, и

преко сливне равни хемикалија се враћа натраг у резервоаре. Тиме је од велике важности контролисати пнеуматским системом клапне, тј. њихово отварање или затварање како се хемикалије не би мешале између резервоара.



Слика 3.6 Погонска група транспортног ланца (конвејера)

Углавном код свих постројења постоји неки вид транспорта (на слици 3.6 приказан је вид висећег континуалног транспортног ланца којег покреће погонска група). Он се састоји од електромотора који је повезан на пужни редуктор који затим покреће вучни ланац унутар погонске групе који покреће транспортни ланац.

Поред напоменутих преносника, онај који доприноси убрзању производње јесте манипулатор за транслаторно померање пиштоља за фарбање и он је један од важнијих преносника (слици 3.7). Сам манипулатор има улогу померања пиштоља за фарбање како би се остварило равномерно наношење фарбе или заштитног слоја. То се остварује путем електромотора који преко пужног редуктора преноси кретање на вучни ланац који је повезан на клизну групу. Та клизна група се креће по вођици која јој даје правац кретања унутар манипулатора. Манипулатор се поставља са обе стране кабине. На тај начин у току рада оба манипулатора равномерно наносе заштитни слој, односно фарбу на делове тј. компоненте.

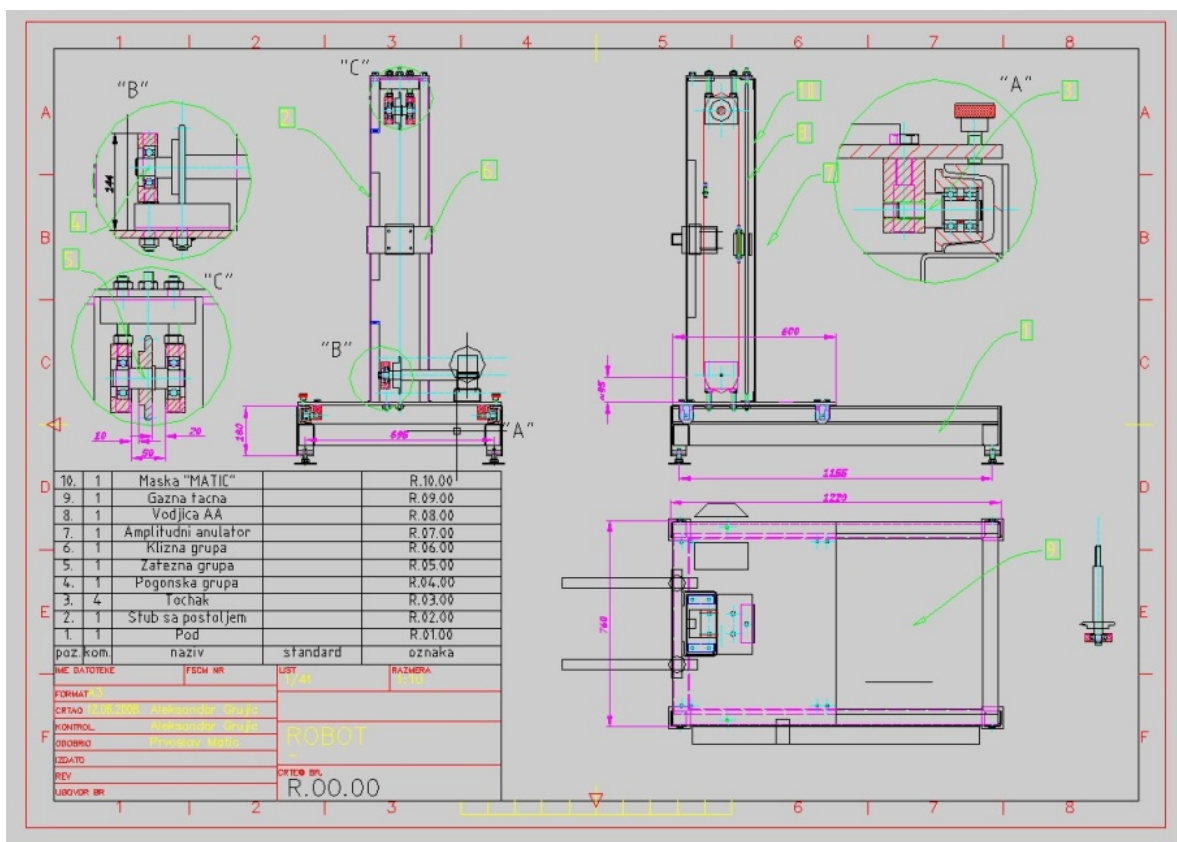
Даље разматрање овог преносника биће у следећем поглављу, чиме ће се показати карактеристике овог подсистема.



Слика 3.7 Манипулатор за транслаторно померање пиштоља за фарбање

4. Пример пројектовања манипулатора

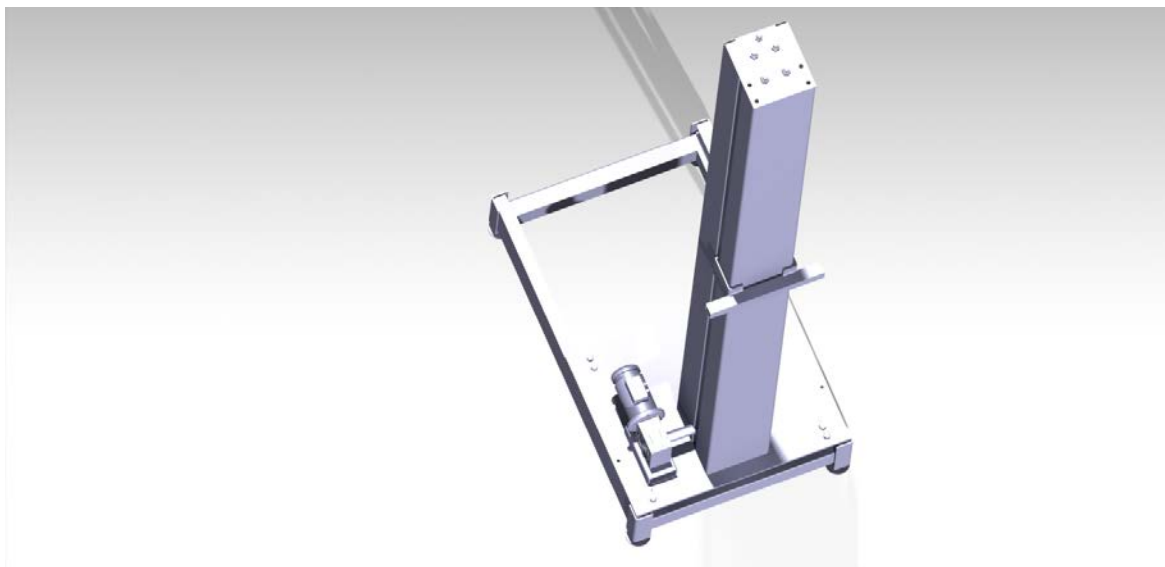
4.1 Моделирање манипулатора



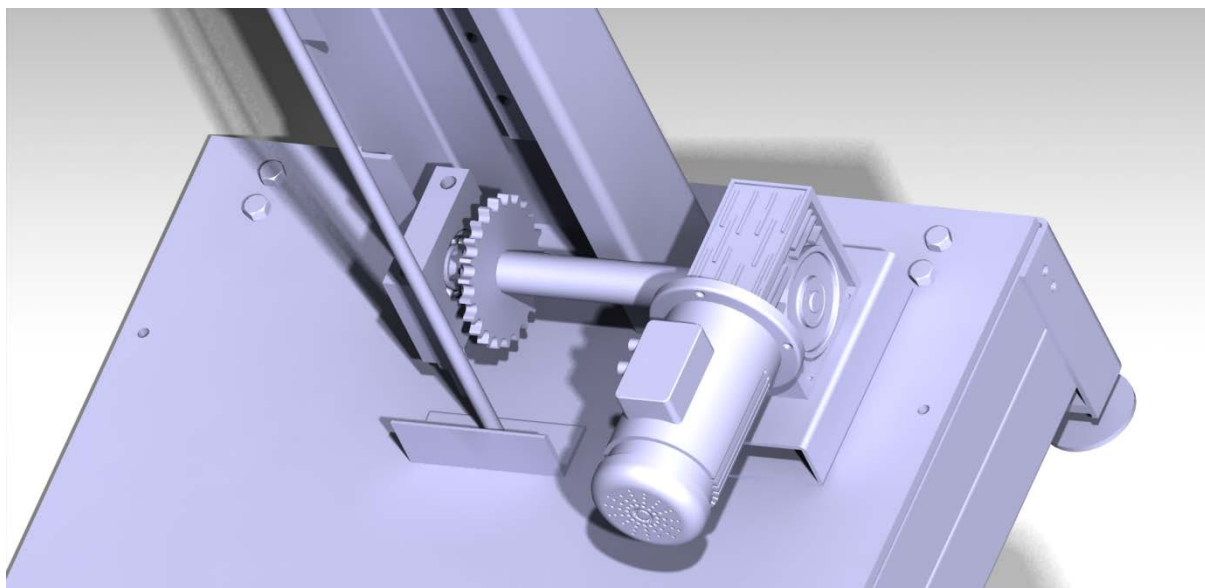
Слика 4.1 Склопни цртеж манипулатора

Коришћењем склопног цртежа приказаног на слици 4.1 извршено је моделирање манипулатора за фарбање. Сама компоненте манипулатора се наменски праве сем коришћења појединих стандардних елемената (завртњеве, лежајеви, вођице, клизачи).

На слици 4.2 приказан је склоп моделираног манипулатора, док се на слици 4.3 може уочити електромотор са пужним редуктором који преко вратила преноси кретање ланчанику.

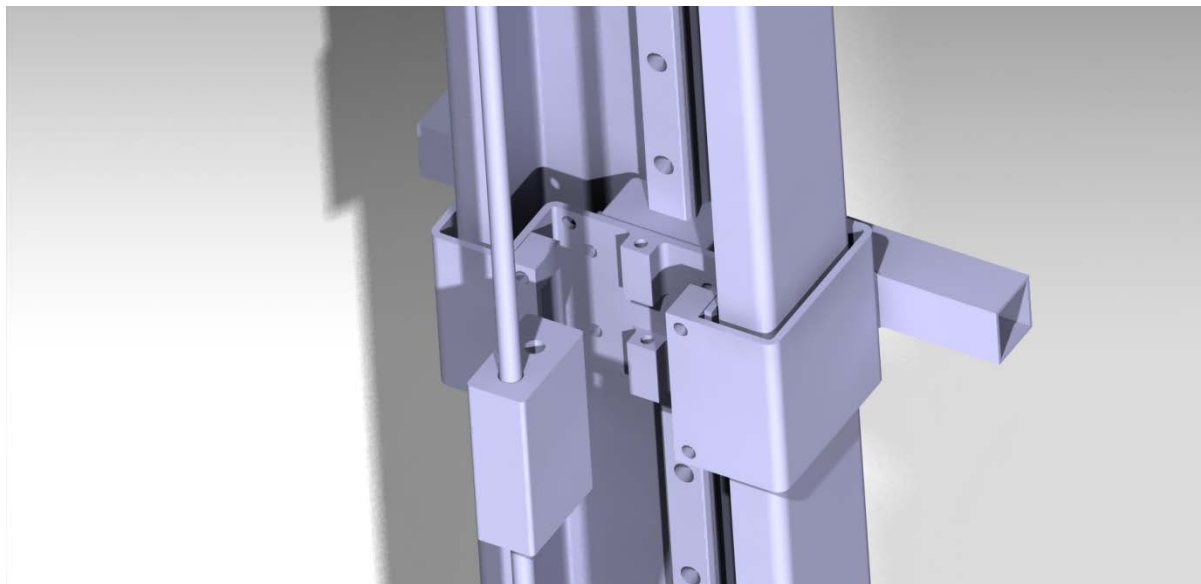


Слика 4.2 Склоп манипулатора



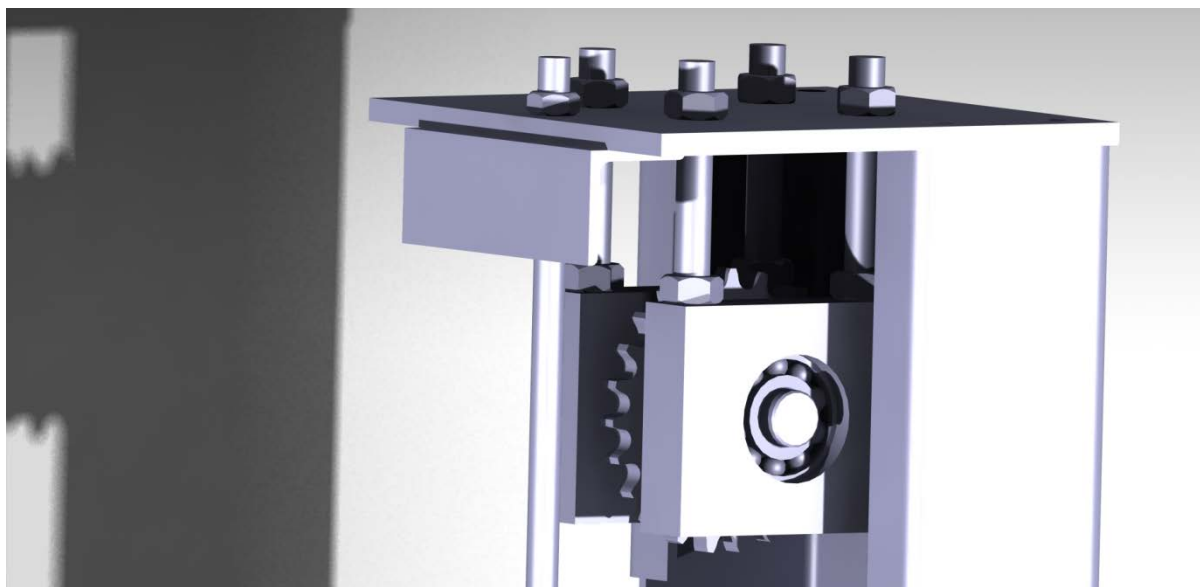
Слика 4.3 Електромотор са пужним редуктором који преноси кретање на ланчаник

Клизна група (слика 4.4) на коју се везују носачи пиштоља састоји се из више компоненти. На моделираном делу је приказана линеарна вођица по којој се креће клизач за који је повезана клизна група. Сама клизна група направљена је од два дела ради самог монтирања, а и каснијег сервисирања.



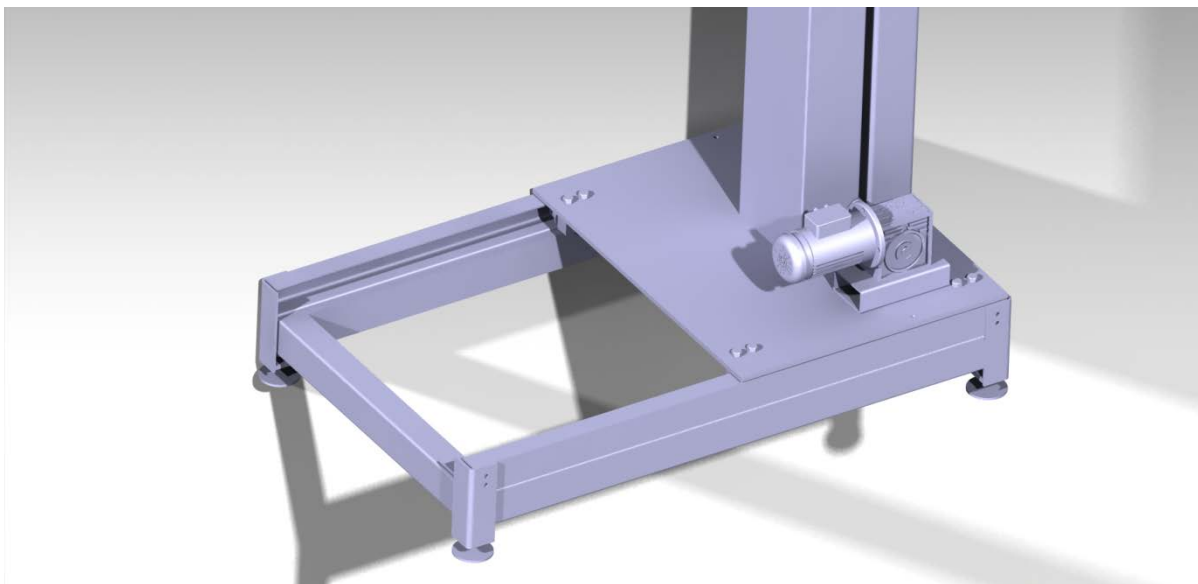
Слика 4.4 Клизна група на коју се постављају носачи пиштоља

На слици 4.5 приказан је моделиран горњи ланчаник са његовим улежиштењима који је постављен на врх главног стуба. Такође се могу уочити четири завртња који поред улоге причвршћивања имају и функцију да се са њима затегне ланац.



Слика 4.5 Горњи ланчаник са висинским подесивим улежиштењима

На слици 4.6 приказано је постоље манипулатора са четири висинске подесиве стопице, на коме се могу уочити и шине по којима се крећу точкови постоља главног стуба.

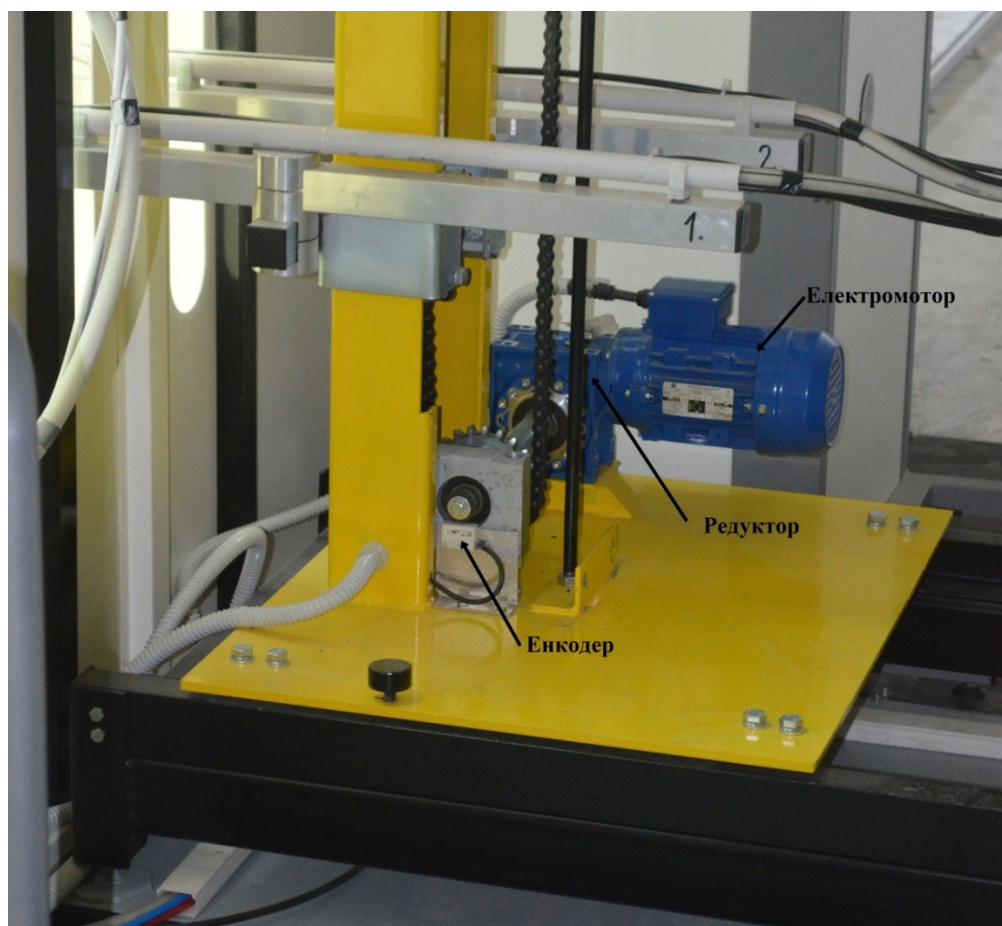


Слика 4.6 Постоље манипулатора и главни стуб са плочом

4.2 Опис манипулатора

Улога самог манипулатора јесте да транслаторно помера пиштоље за фарбање како би се равномерно наносио заштитни слој на жељени производ. При пројектовању оваквих машина се увек гледа да конструкција и дизајн испуне норме тако да функција система остане како је захтевана са рационалним трошковима.

Постоље манипулатора има четири висинске подесиве стопе, а на самом постољу су монтирана два „U” профила који имају улогу шина. По тим шинама се крећу четири независна точка који су са доње стране причвршћени за постоље главног стуба. Разлог због ког се стуб са постољем помера јесте да се пиштољи примичу и удаљавају унутар кабине у зависности од величине комада, тј. делова. Ово транслаторно померање може да се обавља ручно, а може бити аутоматизовано тако што се уграђује завојни пар који ће обављати то кретање. На врху и на дну стуба стоје ослонци за лежајеве на којим су постављени ланчаници ($z=23$, $t=5/8''$). На унутрашњој страни стуба је монтирана линеарна вођица (HGW35CC) која даје правац кретања клизној групи, а она је повезана са вучним ланцем.

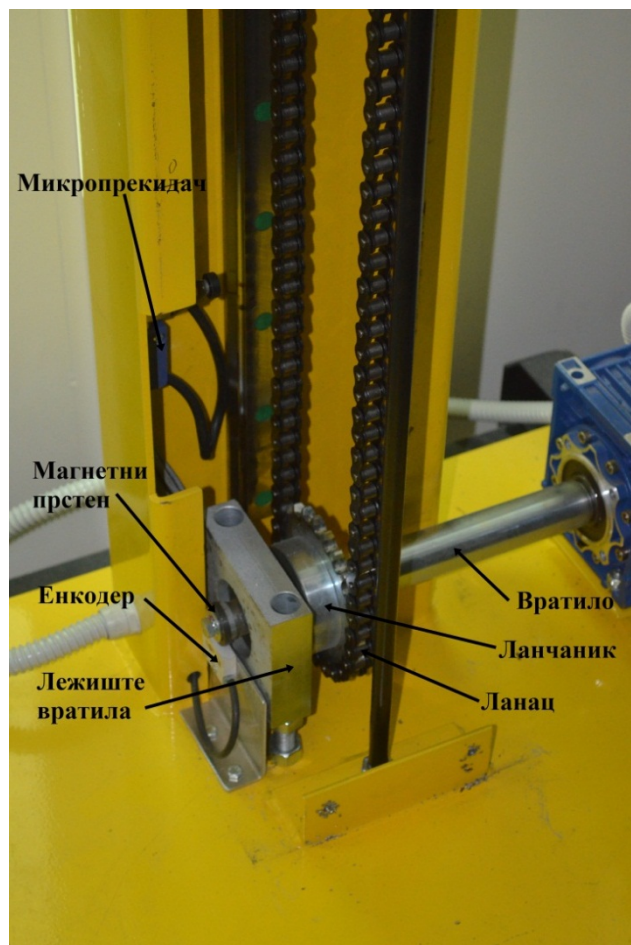


Слика 4.7 Електроmotor са редуктором преноси кретање преко вратила на ланчаник

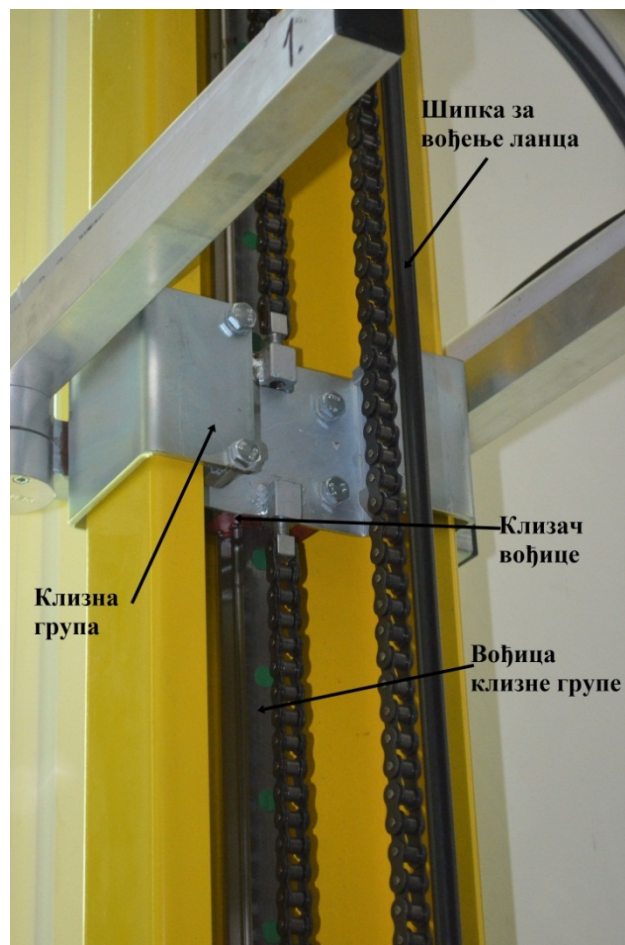
Сам манипулатор добија погон од електроmotора (снаге 1.1 kW и 1400o/min) који прикључен на пужни редуктор (1:30), а потом је преко вратила повезан са доњим ланчаником као на слици 4.7.

Ход и кретање носача пиштоља дефинисани су помоћу енкодера и микропрекидача који се може видети на слици 4.8. На почетку рада манипулатор региструје своју максималну доњу и горњу тачку кретања помоћу микропрекидача, чиме се иницијализује максималан ход манипулатора. При иницијализацији, енкодер региструје ход преко броја обртаја вратила где се у комадном орману ход представља у милиметрима. Са тим подацима у комадном орману могу се задавати одговарајући ходови манипулатора, где енкодер праћењем броја обртаја вратила контролише ново задато кретање.

На левом крају вратила постављен је магнетни прстен преко ког енкодер читава и броји обртаје вратила, а одатле се подаци враћају у комадни орман. У самом комадном орману се подешава горња и доња тачка кретања манипулатора.



Слика 4.8 Енкодер и микропрекидач унутар манипулатора

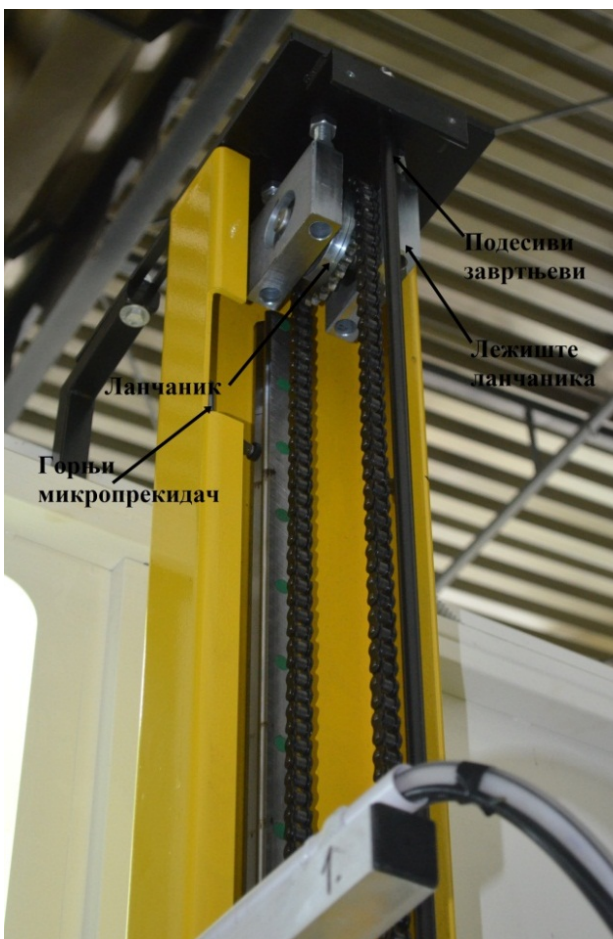


Слика 4.9 Вођица са клизачем повезана са носачем пиштоља

Ланац је једноредни 1/2" и сачињен је од два дела. Крајеви оба ланца са једне стране су причвршћени на клизну групу, док су другим крајем причвршћени на клизач који се креће по усмеравајућој шипци. На слици 4.9 се може видети главна вођица чији клизач је причвршћен за клизну групу са четири завртња. Клизна група која је повезана са клизачем шета се по профилисаној вођици.



Слика 4.10 Горња половина манипулатора
без заштитне маске



Слика 4.11 Улежиштења горњег
ланчаника

На слици 4.10 може се видети како је манипулатор позициониран у односу на кабину. Такође је приказан у отвореном стању, јер се у том тренутку вршио пробни рад и подешавање комплетног система. На врху манипулатора се виде улежиштења горњег лежаја, а на половини његове висине може се приметити клизач за вођење ланца који се креће по усмеравајућој шипци. Улежиштења вратила и ланчаника су причвршћена са завртњима тако да се њихова висина може подешавати и тиме се затеже ланац како не би био олабављен, слика 4.11.

5. Закључак

Како захтеви за већом, бржом производњом буду прогресивно расли тако ће и тенденција за унапређење и увођење нових технологија аутоматизације код процесних постројења бити већа. Узимајући у обзир потражњу за аутоматизованим постројењима која траже мултифункционалност, затим ефикаснији степен искоришћења, компакност, дизајн итд., само пројектовање преносника који се користе у таквим постројењима постаје сложеније.

У овом раду описане су различите врсте преносника код постројења за површинску заштиту, где је међусобна повезаност тих преносника, као и њихова улога на појединачном нивоу неопходна, како би постројење као целина функционисало. Код оваквих постројења углавном је све већи захтев за комплетном аутоматизацијом, а развитком нових технологија тај циљ ће напредовати и усавршавати се.

Од свих напоменутих преносника један од битнијих у постројењима за површинску заштиту је манипулатор за наношење површинског слоја који доприноси важну улогу у брзини производње. Наравно други преносници не губе своју улогу, јер су повезани и једним другима одређују карактеристике рада. Укупна производња постројења, дакле не зависи од једног преносника већ од рада свих преносника као целине. Због тога је у оквиру овог рада моделиран и практично примењен манипулатор код постројења за површинску заштиту у фирми „Matic engineering“. Из практичне употребе манипулатора утврђене су радне карактеристике које су такође описане у овом раду.

Може се уочити да је при пројектовању и изради манипулатора циљ да се оствари и примени технологија која би остварила његов сигуран и поуздан рад у оквиру постројења за површинску заштиту. У том смислу, аутоматизацијом поступка фарбања замењује се људски фактор, као и олакшава и убрзава процес наношења заштитног слоја.

6. Литература

- [1] С. Захар, *Машине алатке 1, Југословенско друштво за трибологију, Крагујевац, 1994.*
- [2] С. Захар, *Машине алатке 2, Југословенско друштво за трибологију, Крагујевац, 1997.*
- [3] С. Танасијевић, *Механички преносници, Југословенско друштво за трибологију, Крагујевац, 1994.*
- [4] В. Николић, *Машински елементи, Центар за испитивањем и прорачун машинских елемената и машињских система „CIPMES“*
- [5] <http://www.hidroelektrans.rs/Dokumenti/Frekventni%20regulatori.pdf>, 18.09. 2015.
- [6] [https://www.vuka.hr/fileadmin/user_upload/knjiznica/on_line_izdanja/Pneumatika i hidraulika - skripta.pdf](https://www.vuka.hr/fileadmin/user_upload/knjiznica/on_line_izdanja/Pneumatika_i_hidraulika_-_skripta.pdf), 18.09. 2015.
- [7] www.masfak.ni.ac.rs/uploads/articles/www2_kaini_prenosnici.pdf, 18.09. 2015.