

Универзитет у Крагујевцу
Факултет инжењерских наука



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Основне академске студије

Модул: Производно машинство

Предмет: Машине алатке

Број индекса: 727/2014

Зоран М. Рајичић

**СИСТЕМИ УПРАВЉАЊА МАШИНАМА АЛАТКАМА-МЕХАНИЧКИ
СИСТЕМИ УПРАВЉАЊА**

завршни рад

Комисија за преглед и одбрану:

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

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру завршног рада потребно је прикупити и систематизовати податке о системима управљања код машина алатки, описати ручни и аутоматски системи управљања машинама алаткама, њихове предности и недостатке. Описати систем аутоматског управљања машинама алаткама, начине управљања машинама са механичким носиоцима програма, којима припадају: системи са управљачким вратилом, циклични системи управљања и копирни системи, системе за промену степена преноса и системе за ограничење хода. Приказати пример система за ограничење кретања предмета обраде.

У посебном делу рада описати пример једног система за управљање машином алатком са механичким граничењем.

Препоручена литература:

1. С. Захар, Машине алатке 1, Југословенско друштво за трибологију, Крагујевац, 1993.
2. С. Захар, Машине алатке 2, Југословенско друштво за трибологију, Крагујевац, 1997.
3. Р. Славковић, Програмско управљање машинама алаткама“, Технички факултет, Чачак, 2004.

У Крагујевцу,
март, 2016.

Проф. др Богдан Недић

Резиме

У завршном раду су описани системи управљања машинама алаткама: ручни и аутоматски системи управљања машинама алаткама и њихове предности и недостаци. Објашњен је појам аутоматизације и система аутоматског управљања машинама алаткама, начини управљања машинама са механичким носиоцима програма, којима припадају: системи са управљачким вратилом, циклични системи управљања и копирни системи. Појашњени су захтеви који се постављају пред систем управљања машином везани за: безбедност, удобност, брзину и тачност система управљања. Приказана је подела система за промену степена преноса на појединачне и централизоване.

У посебном делу рада су описани системом за ограничавање кретања предмета обраде код механичких маказа „Јелшиград“, које се користе за сечење лима и њихов систем управљања. Ове маказе су узете за пример из разлога што радим у погону где се оне налазе и део су мог посла.

Кључне речи: машине алатке, управљање, граничници, предмет обраде.

Summary

In the final paper describes systems management tool machines: manual and automatic systems management machine tools and their advantages and disadvantages. Explained the concept of automation and control systems machine tools, management practices machines with mechanical carriers of the program, which include: systems with control shaft, linear systems management and copier systems. Clarified the requirements placed before the machine control system related to: security, comfort, speed and accuracy of the management system. It shows the distribution of the system for changing gear to individual and centralized.

In a separate part of the paper describes a system for restricting the movement of the workpiece in mechanical scissors "Jelšingrad", which are used for cutting sheet and its management system, These shears are taken for example because the work at the facility where they are part of my job.

Key words: machine tools, management stops, the workpiece.

Садржај:

1.УВОД	2
2. МЕТОДЕ УПРАВЉАЊА МАШИНАМА АЛАТКАМА	4
3.СИСТЕМИ АУТОМАТСКОГ УПРАВЉАЊА.....	6
4.СИСТЕМИ ПРОГРАМСКОГ УПРАВЉАЊА СА МЕХАНИЧКИМ НОСИОЦИМА ПРОГРАМА.....	12
4.1 МЕХАНИЧКИ СИСТЕМИ СА УПРАВЉАЧКИМ ВРАТИЛОМ.....	12
4.1.1 МЕХАНИЧКИ СИСТЕМИ СА УПРАВЉАЧКИМ ВРАТИЛОМ КОНСТАНТНЕ БРЗИНЕ.....	12
4.1.2 МЕХАНИЧКИ СИСТЕМИ СА УПРАВЉАЧКИМ ВРАТИЛОМ ПРОМЕНЉИВЕ БРЗИНЕ	13
4.1.3 МЕХАНИЧКИ СИСТЕМИ СА ПОМОЋНИМ ВРАТИЛОМ.....	14
4.2 СИСТЕМИ ЦИКЛИЧНОГ УПРАВЉАЊА	16
4.3 СИСТЕМИ КОПИРНОГ УПРАВЉАЊА	19
5. ФУНКЦИЈА И ИЗБОР СИСТЕМА УПРАВЉАЊА	23
5.1 СИСТЕМИ ЗА ПРОМЕНУ СТЕПЕНА ПРЕНОСА.....	25
5.1.1 ПОЈЕДИНАЧНИ СИСТЕМИ РУЧНОГ УПРАВЉАЊА	26
5.1.2.ЦЕНТРАЛИЗОВАНИ СИСТЕМИ УПРАВЉАЊА	30
5.2 СИСТЕМИ ЗА ОГРАНИЧАВАЊЕ ХОДА.....	30
6. СИСТЕМИ ЗА ОГРАНИЧАВАЊЕ КРЕТАЊА ПРЕДМЕТА ОБРАДЕ	36
6.1 ГРАНИЧНИЦИ КОД РУЧНОГ ПОМЕРАЊА	36
6.2 МЕХАНИЗМИ ЗА АУТОМАТСКО ПОМЕРАЊЕ ТРАКЕ	38
7. МЕХАНИЧКЕ МАКАЗЕ NG-5.....	40
8.ЗАКЉУЧАК	46

1. УВОД

Људи су од самог свог настанка еволуирали у правцу свесних, мисаоних бића, која користе разна оруђа како би лакше задовољила неку животну потребу. Почевши од штапа којим се лакше дохватало воће и камена којим се ловило, преко настанка првих вишеделних оруђа, наши преци су прешли веома дуг пут до данашњих савремених машина и алата.

Потреба да се неким средством олакша живот довела је до низа фундаменталних открића: точка, косе равни, хидрауличних склопова, електронских компоненти итд., што је омогућило огроман напредак у развоју комплексних машина.

Прве машине су настале усложњавањем ручних алата, па је управљање њима био више физички него интелектуални посао. Како су се машине развијале, тако се и начин управљања мењао. Израз “машина алатка”, који генерално означава машине које обрађују неки материјал замењујући ручни алат, долази управо из описа намене тих машина.

Са почетком употребе уређаја за аутоматско управљање машинама алаткама, многе машине добијају нове могућности, нови изглед и производне особине. Смањује се физичко учешће човека у производњи инегативни утицаји људског фактора на управљање машинама, а повећава производност, репетитивности, економичност. Употребом разноврсних медија, којима се саопштава одређени програм уређајима за аутоматско управљање машином алатком постиже се већа тачност израде, уједначеност израђених комада, док се трошкови производње по јединици производа смањују.

У последњих тридесет година дошло је до значајних промена како у машиноградњи, тако и у управљању машинама. Увођењем рачунара у управљачке процесе добијена је нова врста супер продуктивних машина, тзв. CNC (*Computer Numerical Control*) односно машина са компјутерским нумеричким управљањем.

CNC машине контролише рачунар, на основу програма који задаје човек одговарајућим програмима или командама. Карактеришу се великом производношћу, прецизним радом, великим бројем радних функција и добрим репетитивним особинама.

У овом раду биће изложене разне методе управљања машинама алаткама и пример једног управљања код маказа за сечење лима.

У другом поглављу су описане основе система ручног и аутоматског управљања машинама алаткама.

У трећем поглављу се говори о аутоматизацији машина алатки, као и о њеној подели на чврсту и флексибилну. Наведене су и објашњене поделе система аутоматског управљања: према степену централизације, према типу носиоца програма, према начину протока информација и према улазним информацијама.

У поглављу четири су описани системи програмског управљања са механичким носиоцима програма (кривуље, добоши, и сл.), као што су системи управљања са управљачким вратилом (константне и променљиве брзине) и са помоћним вратилом. Описани су начини управљања цикличним системима преко плоче са шинским везама и плоче са функционалним програмским пољима. Поред тога је описан основни принцип копирних система са освртом на директно и индиректно копирно управљање.

У поглављу пет се говори о захтевима који се постављају пред машине алатке као што су: безбедност, лакоћа, удобност, брзина и тачност система управљања као и о начину промене степена преноса помоћу група зупчаника и спојница. Описани су ручни системи за управљање преносницима, као и њихова подела на појединачне и централизоване.

У шестом поглављу се говори о граничницима код обраде лима како код аутоматског

померања траке, тако и код ручног, са примером код машине за пробијање и просецање.

На крају рада су дати закључак и списак коришћене литературе.

2. МЕТОДЕ УПРАВЉАЊА МАШИНАМА АЛАТКАМА

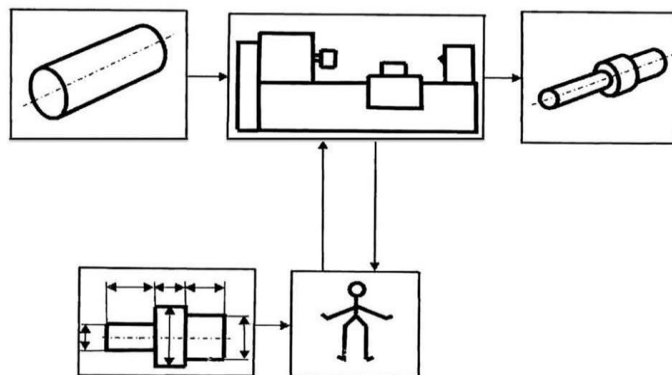
Управљање машинама алаткама може бити:

- Ручно и
- Аутоматско.

Ручно управљање машинама алаткама генерално гледано подразумева управљање машином које остварује радник физичким деловањем на управљачке делове машине. Радник најчешће рукама помера одређене елементе машине у току рада, па је тако и настао израз “ручно управљање” [1].

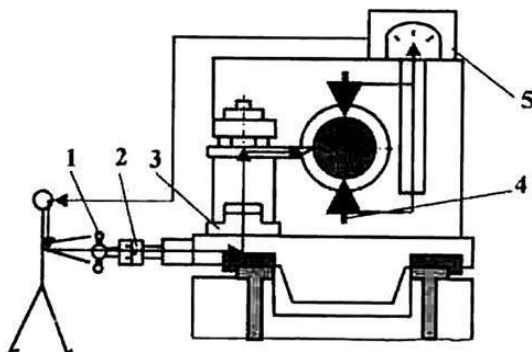
При оваквом управљању, неопходна је стручна оспособљеност радника за рад на одређеној машини, познавање технолошких процеса обраде, као и опште техничко знање у смислу правилног коришћења производне документације (радионичких цртежа, израдних листи итд.). Пратећи технички цртеж, радник управља машином, мења алате и начин стегања обрадка у циљу добијања израдка прописаних димензија и квалитета.

На слици 1 приказана је шема ручног управљања. Машина и радник представљају централне карике процеса. На улаз у машине (лево) приказан је припремак, а на излазу (десно) завршен израдак, док се поред радника налази симбол радионичког цртежа који радник прати при раду [1].



Слика 1-Шема ручног управљања [1]

Слика 2 приказује пример ручног управљања у пракси. Радник помоћу ручице 1 и нонијуса 2 бира положај алата на основу очитавања пречника израдка са скале 5, измереног мерним уређајем 4.



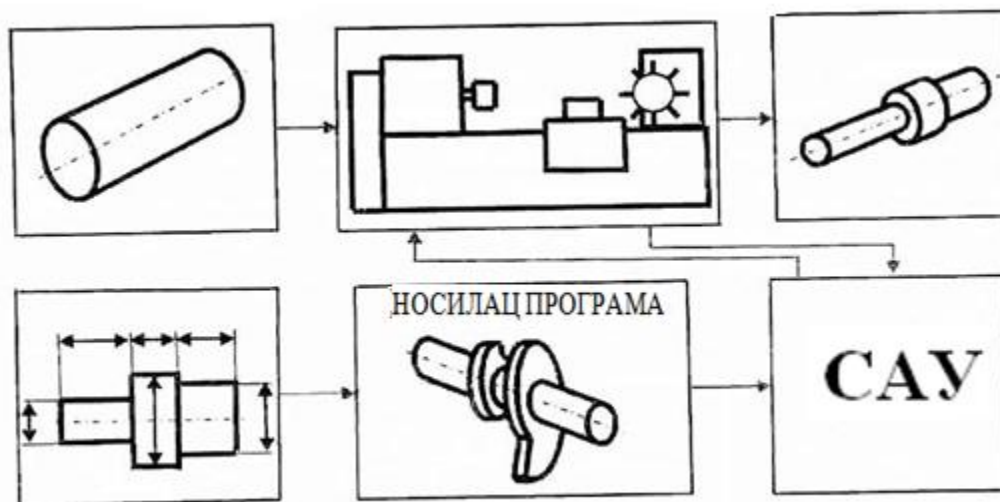
Слика 2-Ручно управљање у пракси [1]

Главна предност ручног управљања је велика флексибилност система, односно брз и лак прелаз на производњу другог производа на истој машини са истим или другим радником. Користећи техничку документацију новог производа, радник мења подешавања машине и прилагођава је за израду истог у кратком временском року. Са друге стране, главна мана ручног управљања је људски фактор, који доноси одређени број ненамерних грешака у изради и варијабилну производност. У односу на остале системе управљања, троши се мање времена за припрему производње, али сама производња иде спорије него код осталих система и теже се постиже задовољавајући квалитет, па је производност мања [1].

Аутоматско управљање машинама алаткама врши се помоћу **САУ** – Система Аутоматског Управљања–на основу претходно припремљеног програма управљања. Систем аутоматског управљања се састоји од разних уређаја који су повезани са главним, помоћним и извршним деловима машине у циљу обезбеђења координиране машинске акције диктиране задатим програмом управљања.

Програм управљања се пројектује у фази припреме производње у складу са потребама жељеног технолошког процеса. Када је једном сачињен, квалитетан програм управљања за одређени производ се задржава у употреби докле год постоји потреба за датим производом или док не дође до унапређења производног процеса. Програм управљања се реализује преко тзв. носиоца програма – механизма или медијума који активира одређене функције САУ чиме се програм преноси на машину.

Основна шема аутоматског управљања машином алатком представљена је на слици 3.



Слика 3-Основна шема аутоматског управљања [1]

Централна карика процеса је у овом случају САУ, који представља везу између машине алатке и носиоца програма, док су лево и десно од машине приказани припремак и израдак [1].

3. СИСТЕМИ АУТОМАТСКОГ УПРАВЉАЊА

Под аутоматизацијом се подразумевају све економски и технички оправдане мере чији је циљ остваривање технолошких процеса и ангажовање технолошке опреме и средстава високе производности без непосредног учешћа човека. Аутоматизација рада машина алатки подразумева да се поједине функције (или све) одређене машине алатке или уређаји обављају на аутоматизовани начин, без директног учешћа послужоца у њиховом извршавању. Овде се елиминише не само физичко учешће човека као радног органа већ и као оператора, са свим његовим умним дејством. Функцију управљања начином и редоследом извршавања одређених радњи машине преузимају одговарајући уређаји који омогућују аутоматски рад у одређеном временском периоду [6].

Ако се зна број аутоматизованих функција машине и укупан број функција машине, њихов однос одређује степен аутоматизованости машине. Према томе, врши се груба подела аутоматизованости машине на даље исказан начин:

- Основни или први ниво аутоматизованости машине је извршавање задатих информација (механички аутомати, машине са контактним убадањем као и машине са копирним системом управљања);
- Средњи или други ниво је преношење и извршавање задатих информација (нумерички управљане машине које поред извршавања и преносе одређене информације);
- Виши или трећи ниво је стварање, преношење и извршавање информација (нумерички управљане машине које имају потпуно или делимично управљање у спрези са рачунаром).
- Управљање машном алатком помоћу унапред припремљеног програма познато је као нумеричко управљање или NC (Numerical Control).

Саму аутоматизацију машина алатки је могуће поделити на чврсту и флексибилну.

Код чврсте аутоматизације рада машина алатки аутоматизовано и програмирано кретање извршних органа машине постиже се тзв. чврстим носиоцима програма. Програм се задаје најчешће помоћу кулиса, брегастих механизма или шаблона, а команде се даље преносе до радних органа механичким везама. Управљачко коло је у овом случају отворено (отворени систем аутоматског управљања), јер командни сигнали иду само у једном правцу, и то ка извршним органима машине и циклуси се извршавају независно од тога да ли је на обрадку који се обрађује постигнут жељени квалитет. Овакве машине се најчешће зову аутоматске машина или аутомати и не морају сва кретања да се обављају аутоматски. Приликом промене облика обрадка потребно је да се физички промени или модификује носилац информације о карактеристикама дела (шаблон, брег) [6].

Код флексибилног вида аутоматизације рада машина алатки аутоматизовано и програмирано кретање извршних органа машине постиже се тзв. флексибилним носиоцима програма. Програм се задаје најчешће у нумеричком облику на адекватном носиоцу информација. Програм се учитава у управљачку јединицу где се меморише. Управљачка јединица чита инструкције из програма и претвара их у управљачке сигнале (најчешће електричне) који се шаљу до извршних органа. Адекватном комбинацијом кретања извршних органа машине постиже се жељени облик израдка. Управљачко коло у овом случају може да буде отворено, затворено или комбиновано. Овакве машине алатке зову се нумерички

управљане машине алатке [6].

Системе аутоматског управљања могуће је поделити на више начина – према типу носиоца програма, степену централизације, броју оса управљања, улазним информацијама, принципу синхронизације дејства или начину дејства, постојању повратне спреге, технолошкој намени итд. Према степену централизације разликујемо централизоване, децентрализоване и комбиноване САУ.

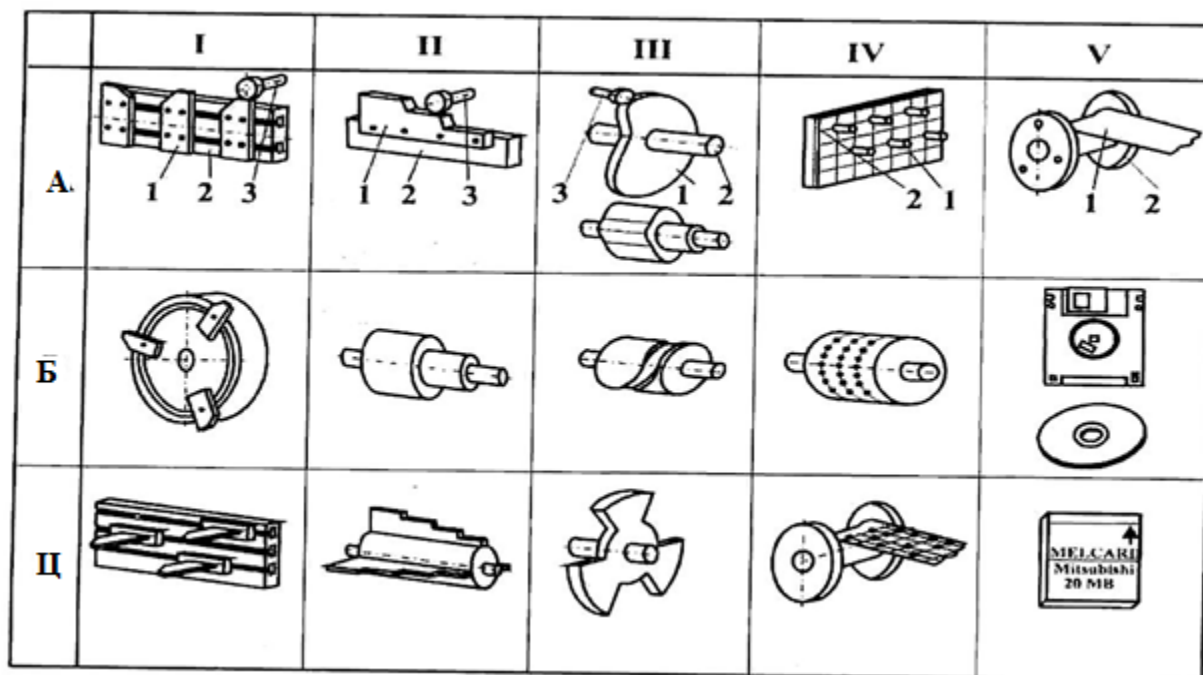
Централизовани САУ се одликују обједињеним управљањем свим функцијама машине са једног места (центра управљања) помоћу управљачког уређаја – компјутера, командног пулта, управљачког вратила, шаблона итд. Извршни органи машине при том могу да буду распоређени независно од центра управљања, у зависности од потреба, а пренос управљачких сигнала из центра и синхронизацију рада машине омогућавају допунски уређаји за везу. Трајање радног циклуса сваког извршног органа је константно, велика је сигурност у раду, а опслуживање машине једноставно и лако. Мана ових система је неопходност присуства уређаја за везу, који преносе комадне сигнале до извршних органа и враћају информације о њиховом положају у управљачки центар.

Децентрализовани САУ подразумева управљање на бази сензора или давача. Одређена акција неког извршног органа активира давач, који на основу тога укључује следећу акцију истог или другог извршног органа машине. Радни циклус се одвија корак по корак, а сва кретања извршних органа узајамно су зависна и повезана. Ако се дефинисани покрет неког извршног органа из неког разлога не би догодио или ако давач не би због кvara дао сигнал за укључење наредног извршног органа, цео процес би стао. Назив децентрализовани потиче од управљања иницираног са више места, у зависности од положаја давача. Слаба тачка децентрализовани САУ су управо давачи, подложни кваровима услед присуства нечистоћа из радног окружења и слабљења електричних контаката [1].

Комбиновани САУ комбинују централизовани и децентрализовани начин управљања, тако што се процесом углавном управља централизовано, али се у одређеним деловима циклуса користе давачи за покретање неке радње, тј. децентрализован начин управљања. Примера ради, ако се на процес бушења на вертикалној бушилици примени комбиновани САУ, радом мотора бушилице и кретањем алата или радног стола у хоризонталној равни може да се управља главним компјутером, док кретање у правцу осе алата могу да иницирају давачи – детектор положаја обрадка за почетак бушења и давач који при одређеној дубини бушења укључује повратни ход алата, за крај бушења.

Веома битан део управљања применом САУ јесте само задавање програма – пројектовање одговарајућег носача програма и пренос програма са носача на машину ради реализације. Квалитет носиоца програма се процењује на основу разних критеријума, нпр. Начин држања програма, постојаност и количина записаних информација, брзина читавања програма са носиоца, номинални радни век и лакоћа замене носиоца у случају потребе [1].

Носиоци програма САУ веома су разноврсни и могу се према типу раздвојити у следеће групе: граничници, шаблони, кривуље, бушени носачи програма, магнетно-оптички носачи (FD дискови и меморијске картице, CD и DVD дискови) и USB носачи (флеш) програма. На слици 4 приказане су скице карактеристичних носилаца програма – представника група.



I граничници : А-праволинијски распоред, Б-кружни распоред, Ц-за вишеструко управљање;

II шаблони: А-плочасти, Б-цилиндрични, Ц-за вишеструко управљање;

III кривуље: А-брегасте плоче, Б-ожлебљени добоши, Ц-за вишеструко управљање;

IV бушени носачи програма: А-на плочи, Б-на добошу, Ц-бушена трака;

V магнетни носачи програма: А-магнетне траке, Б-FD и CD дискови, Ц-меморијске картице

1 – носач програма, 2 – елемент за увођење програма, 3 – читач програма;

Слика 4-Скице карактеристичних носилаца програма [1]

У зависности од типа носиоца програма који се користи, системе аутоматског управљања можемо поделити на САУ са граничницима, САУ са шаблонима, САУ са кривуљама, САУ са перфорираним носачима и САУ са магнетно-оптичким носачима.

САУ са граничницима се одликују лаким задавањем и поузданим читавањем програма, али нису погодни за процесе у којима се синхронизује рад више извршних органа, јер је код ових САУ праћење положаја извршних органа отежано.

САУ са шаблонима могу да управљају израдом врло сложених и разноврсних површина, јер се шаблони једноставно смењују и садрже доста детаља. Сложена и спора израда квалитетних шаблона представља главни недостатак ових система [1].

САУ са кривуљама су веома погодни за процесе који захтевају прецизну синхронизацију више извршних органа. Користе се за централизовано управљање, а мана им је комплексност израде кривуља.

САУ са перфорираним носачима програма се израђују у варијанти бушених картица причвршћених на плочу или добош и варијанти бушене траке. Код варијанти са бушеним картицама, програм се наноси на картицу постављањем чепова у отворе (перфорацију) у складу са жељеним технолошким процесом обраде. Варијанте са бушеном траком користе ролну са траком која је избушена према шеми за одговарајући процес и читава се посебним читачем. Велики број отвора омогућава дефинисање великог броја програмских функција и различите

комбинације оперативних захвата. Бушени носачи су релативно јефтин и ефикасан медијум за пренос информација, код којих су читачи најсложенији део [1].

САУ са магнетно-оптичким носачима програма могу да пренесу највећу количину информација у управљачком програму. Типични магнетно-оптички носачи су флопи дискови (FD), као и разне меморијске картице, CD и DVD дискови (примењују се код CNC машина). Очитавање програма са носача се врши магнетним или ласерским читачима. Сами носачи су осетљиви на електромагнетне утицаје из околине и микрооштећења радне површине носача, па то треба имати у виду при инсталирању система [1].

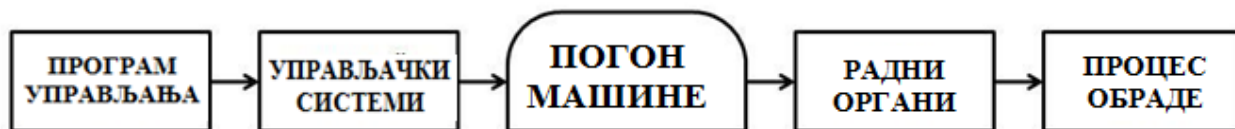
На слици 5 је приказан CNC струг, код кога се користе магнетно-оптички носачи програма.



Слика 5-CNC струг ST-35 фирме “HAAS” [ц]

Једна од главних подела САУ врши се на основу начина протока информација у процесу.

Најједноставнији модел САУ по тој подели је тзв. отворени САУ (слика 6).



Слика 6-Отворени САУ [1]

Отворени САУ једноставно спроводи програм управљања од улаза ка излазу, тј. са носача програма, преко управљачког система, на машину и њене извршне органе који врше обраду. САУ у том случају нема контролу над извршењем програма (не прати ток реализације), односно не постоји никаква повратна информација у систему [1].

Затворени САУ је нешто сложенија варијанта. Осим елемената садржаних у отвореном систему, затворени САУ поседује и **повратну спрегу**. Повратна спрега представља везу остварену преко давача повратне спреге којом се у управљачки систем враћају информације о оствареним положајима извршних органа. У управљачком систему се упоређују задати и остварени положаји радних органа, након чега се при појави одступања врши корекција. Корекција се постиже сигналом управљачког система који делује на радне органе машине. Шема затвореног САУ приказана је на слици 7.



Слика 7-Затворени САУ [1]

Осим поменутих, постоји још сложенија врста САУ – адаптивни САУ (слика 8). То су системи са две повратне везе, једном која садржи давач и пренос информације о положају радних органа и друге која садржи адаптивни блок и преноси информације о самом процесу обраде. Адаптивни блок представља скуп узајамно повезаних логичких елемената за компарацију долазних сигнала. На основу података добијених из процеса обраде, логички елементи адаптивног блока шаљу сигнал одређених карактеристика у управљачки блок и тако омогућују аутокорекцију параметара везаних за режим обраде [1].



Слика 8-Адаптивни САУ [1]

Адаптивно управљани обрадни системи су у својој структури нумерички управљани системи којима су придодати елементи којима се омогућава промена режима резања у време одвијања обрадног процеса, а у циљу постизања максималних техно–економских ефеката. Обрадни систем са адаптивним управљањем је дакле систем у којем је основном управљачком систему придодат систем адаптивног управљања.

Системи адаптивног управљања деле се у две групе:

- Обрадни системи са граничним управљањем и
- Обрадни системи са оптимизирајућим управљањем.

У односу на улазне информације система, САУ се деле у две групе – системе програмског управљања (**СПУ**) и системе са елементима самоподешавања – адаптивне САУ.

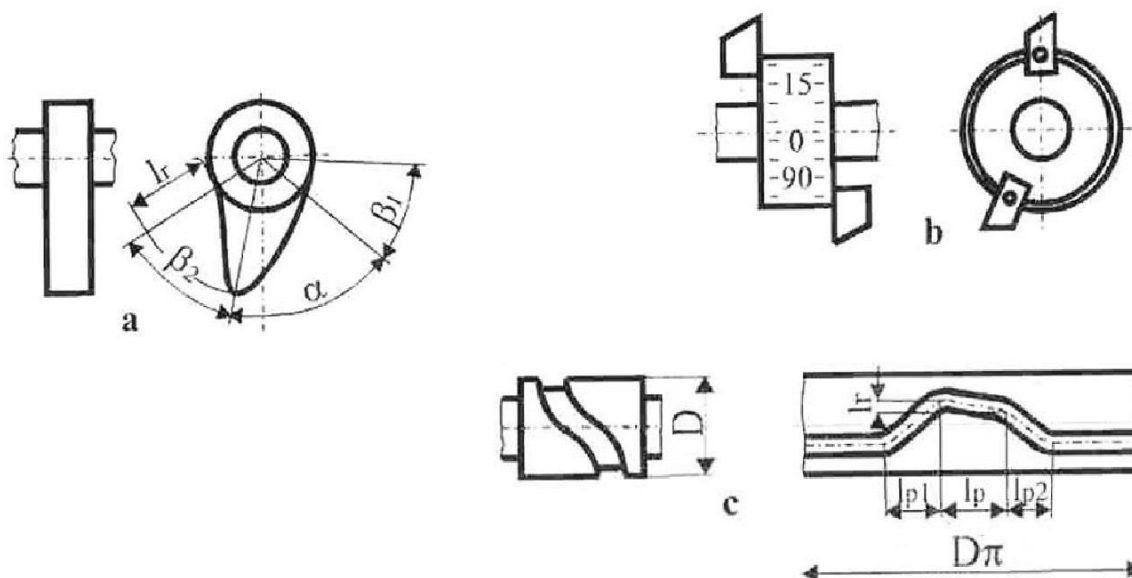
Системи програмског управљања имају на улазу потпуно дефинисан програм који се извршава без корекције у односу на ток процеса обраде. Ову групу чине САУ са управљачким вратилом (**УВ**), системи копирног управљања (**СКУ**), системи цикличног управљања (**СЦУ**) и системи нумеричког управљања (**NU / NC**) [1].

Адаптивни САУ добија непотпуне улазне информације, које се допуњују информацијама о процесу обраде добијеним преко адаптивног блока из разних давача и адаптирају управљачке сигнале.

4. СИСТЕМИ ПРОГРАМСКОГ УПРАВЉАЊА СА МЕХАНИЧКИМ НОСИОЦИМА ПРОГРАМА

4.1 МЕХАНИЧКИ СИСТЕМИ СА УПРАВЉАЧКИМ ВРАТИЛОМ

Носиоци програма код система са управљачким вратилом (УВ) су углавном разни облици кривуља и добоша, са граничницима који служе као командни елементи. Један обртај управљачког вратила дефинише један циклус задаваног технолошког процеса, у трајању: $T = t_r + t_p$ (t_r – време радног хода, t_p – време празног хода). Редослед и трајање ходова, како радних тако и празних, одређује УВ помоћу својих командних елемената. Слика 9 приказује типичне носиоце програма код механичких система са УВ [1].

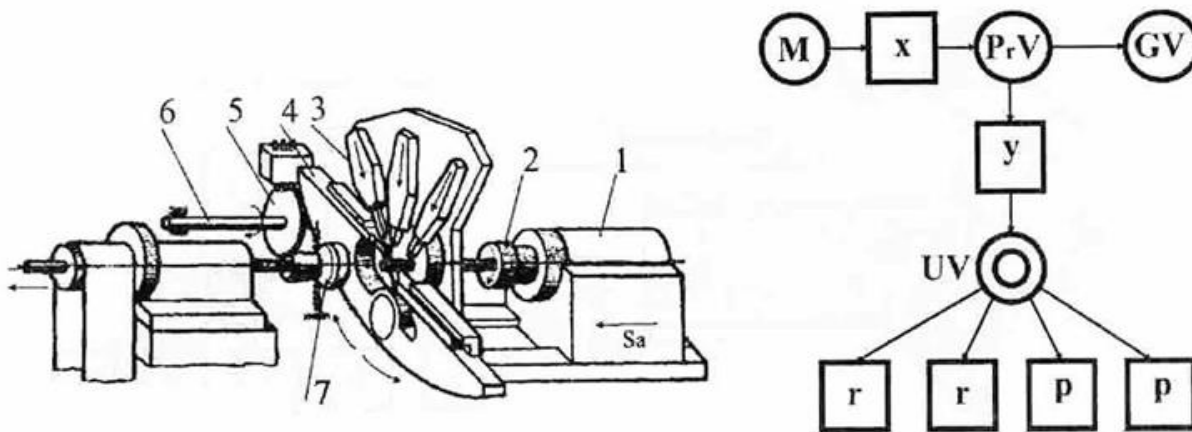


l_r, l_p – померање радних органа; β_1, l_{p1} – празан ход при довођењу радног органа; β_2, l_{p2} – празан ход при одвођењу радног органа;

Слика 9-Носиоци програма код механичких САУ [1]

4.1.1 МЕХАНИЧКИ СИСТЕМИ СА УПРАВЉАЧКИМ ВРАТИЛОМ КОНСТАНТНЕ БРЗИНЕ

Основна особина система са управљачким вратилом константне брзине је као што назив каже, константна брзина обртања управљачког вратила у току производног циклуса. Због тога се при промени времена радних ходова мења и време празних ходова у пропорционалном износу. Системи са УВ константне брзине се користе првенствено у масовној производњи израдака малих димензија – разних завртњева, елемената за спајање итд. Функционална и структурна шема механичког система са управљачким вратилом изложене су на слици 10 [1].



Слика 10-Функционална и структурна шема система са УВ [1]

На слици 10 видимо систем са УВ константне брзине – аутоматски струг, намењен нарезивању навоја на мање завртње. Систем садржи управљачко вратило (6), које преко система кривуља (5) остварује управљање процесом нарезивања навоја. Припремак се уводи кроз вретено (2) и аксијалним кретањем кућишта (1) се помера према алату у току процеса, према потреби. Управљачко вратило дефинише кретање кућишта, попречно кретање алата (3), обртно и уздужно кретање алата (7) и осцилаторно кретање носача алата (4), а обртање обрадка се изводи вретеном (2) које путем кинематске спреге добија погон са мотора М.

На десном делу слике 10 приказана је структура овог система. Мотор М преко подесиве кинематске везе x преноси кретање до главног вретена GV , истовремено дајући погон преносном вратилу PrV , које доводи погон управљачком вратилу UV кроз подесиву кинематску везу y . Подешавањем кинематске везе y одређује се период трајања обрадног циклуса, док подешавање везе x доводи до промене параметара преноса на GV . Може се приметити да једно управљачко вратило управља свим радним (r) и помоћним (p) ходовима у процесу [1].

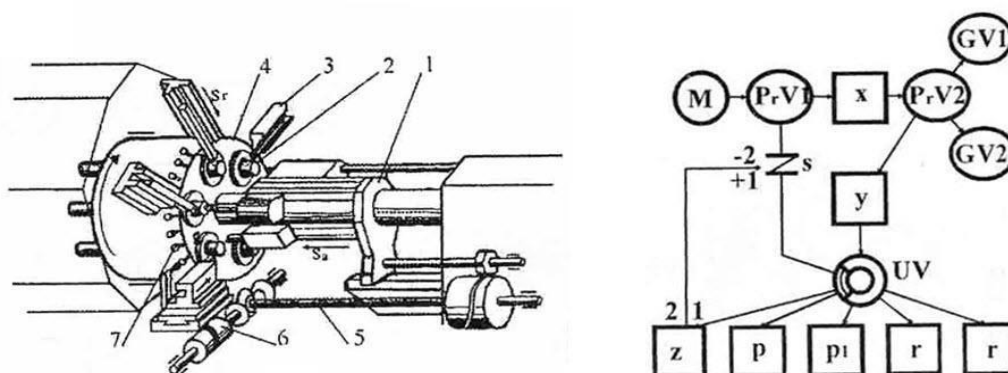
4.1.2 МЕХАНИЧКИ СИСТЕМИ СА УПРАВЉАЧКИМ ВРАТИЛОМ ПРОМЕНЉИВЕ БРЗИНЕ

Системи са УВ променљиве брзине обично имају две устаљене брзине обртања управљачког вратила – нижу брзину предвиђену за радне ходове и вишу предвиђену за празне ходове у току обрадног процеса. УВ променљиве брзине као управљачки елемент користе скоро сви вишевретени аутомати и полуаутомати, као и неки једновретени аутомати.

Функционална и структурна шема управљачких система са УВ променљиве брзине на примеру вишевретеног аутоматског струга приказане су сликом 11. Припремци (2) се постављају у вретена распоређена у добошастом носачу (4) помоћу којих се обрћу. Током процеса носач вретена врши позиционо обртање припремака (revolving), чиме се одређени припремак доводи до потребне обрадне позиције. Тачну радну позицију обрадка осигуравају

елементи на бази ускочника (7). Алати смештени на аксијалном супорту (1) врше уздужно кретање s_a , а радијално распоређени алати (3) попречно - s_r .

Управљачко вратило (6) помоћу кривуља (5) управља радним и помоћним ходовима обраде.



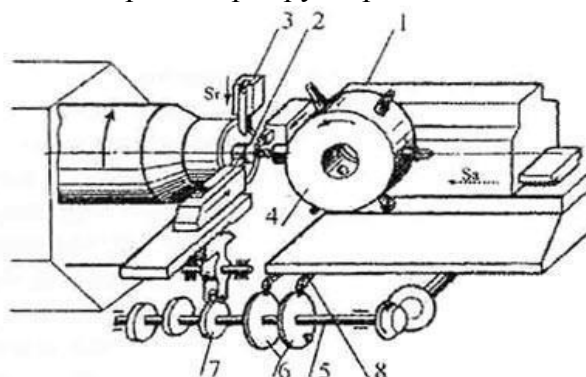
Слика 11-Функционална и структурна шема управљачких система са УВ променљиве брзине [1]

Структурна шема приказана на десном делу слике 11 показује распоред погонских и управљачких веза у датом систему. Преклопни механизам z укључује спојницу са тиме даје погон UV преко преносног вратила PrV1, чиме обезбеђује брже обртање UV за време полазног празног хода. Када се заврши кретање у празном ходу, механизам z искључује спојницу s , након чега се путем преносног вратила PrV2 и кинематске везе у управљачко вратило обрће нижом брзином, у радном ходу. Неки празни ходови који се због потребе врше нижом брзином UV, представљени су са $p1$.

Генерално гледано, управљачко вратило код ових система омогућава бржи завршетак празних ходова у односу на системе са УВ константне брзине, што скраћује укупно трајање обрадног процеса. Скраћењем трајања циклуса обраде постиже се већа производност и економичност [1].

4.1.3 МЕХАНИЧКИ СИСТЕМИ СА ПОМОЋНИМ ВРАТИЛОМ

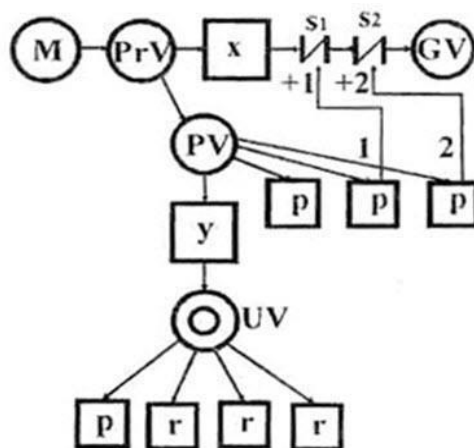
Механички системи са помоћним вратилом (ПВ) су настали комбинацијом система са константном и система са варијабилном брзином UV. Управљачко вратило се обрће константном брзином задајући све радне и неке празне ходове у процесу, а преостали празни ходови се укључују путем помоћног вратила. ПВ се обично окреће такође константном брзином, различитом од брзине управљачког вратила. Као пример механичког система са помоћним вратилом може да послужи аутоматски револвер струг, приказан на слици 12.



Слика 12-Функционална шема са ПВ [1]

Код приказаног струга управљачко вратило (5) се обрће константном брзином и кривуљама (7) диктира програм свих радних и дела празних ходова. Командни добоши (6) у комбинацији са другим механизмима и помоћним вратилом, путем спојница иницирају остале празне ходове. Помоћно вратило се обрће константном брзином већом од брзине обртања UV, па се празни ходови укључени њиме одвијају брже и тако скраћују укупно време обраде. Револверска стезна глава (4) носи алате за уздужну обраду и помоћу клизача (1) остварује аксијално кретање према припремку (2) који обртно кретање преузима са главног вретена. Алати за попречну обраду (3) радијално су распоређени око припремка. Прилазним и повратним кретањима алата управља UV, а корацима као што су стезање и позиционирање материјала, обртање револвер главе ради употребе наредног алата и слично управља PV [1].

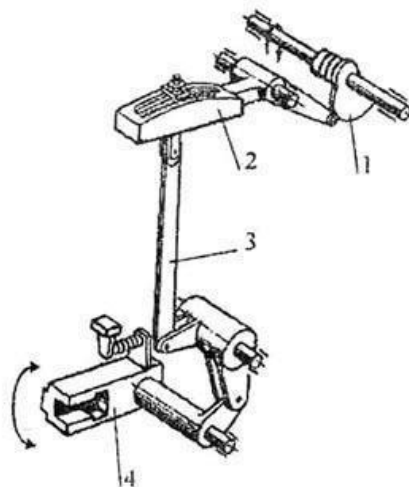
На слици 13 изложена је структурна шема описаног струга.



Слика 13-Структурна шема са ПВ [1]

Кинематски ланац у служи за подешавање брзине UV, која ће се користити у току процеса. Помоћно вратило преко спојница s_1 и s_2 остварује везу са главним вратеном, чиме је омогућена промена смера и брзине обртања главног вретена. Погон главног вретена долази са мотора М преко кинематског ланца х, а преносно вратило PrV одводи погон на помоћно и управљачко вратило.

Битан недостатак механичких система са помоћним вратилом је велико предпроцесно време подешавања, због усаглашавања мноштва управљачких функција. Системи са ПВ су зато погодни за масовну и великосеријску производњу, где се подешавања врше доста ретко. Како би се олакшало подешавање одређених помоћних кретања, често се користе специјални подесиви механизми. Слика 14 приказује механизам за померање супорта (4) диктираним кривуљом (1), преко подесиве полуге (2) и спојне полуге (3) [1].



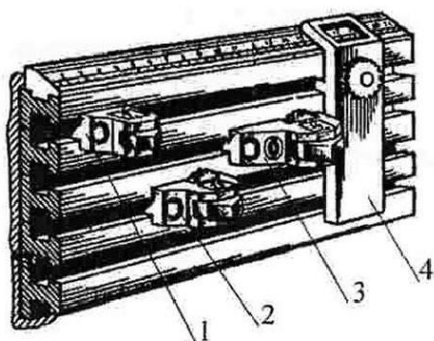
Слика 14-Механизам за померање супорта [1]

4.2 СИСТЕМИ ЦИКЛИЧНОГ УПРАВЉАЊА

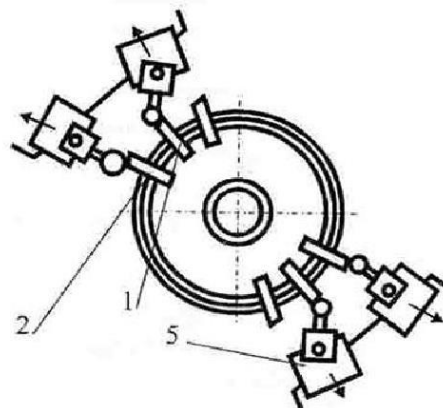
Системи цикличног управљања (СЦУ) настали су као резултат развоја механичких система са управљачким вратилом. Информације о режиму обраде, као што су редослед и трајање одређених операција, се код СЦУ задају тастерима на управљачком пулту или постављањем чепова у одговарајуће отворе командне табле. Величина померања радних органа се дефинише постављањем линијских граничника на специјалне плоче или добоше. На крају кретања сваки извршни орган додирне одређени граничник, који затим активира неки давач – крајњи прекидач, линијску склопку итд. и тако иницира наредно предвиђено кретање у процесу. При том је сваки граничник везан за једну координату кретања извршних органа, па се такав начин управљања зове гранично или контактено управљање. Како су кретања извршних органа узајамно условљена, очигледно је да се ради о децентрализованом систему управљања [1].

Граничници се распоређују најчешће у линијском или кружном распореду, налик шемама на слици 15.

линијски распоред



кружни распоред



1-претходни граничник; 2-граничник за тачно позиционирање; 3-подесиви граничник; 4-летва за подешавање граничника; 5-управљачки прекидачи

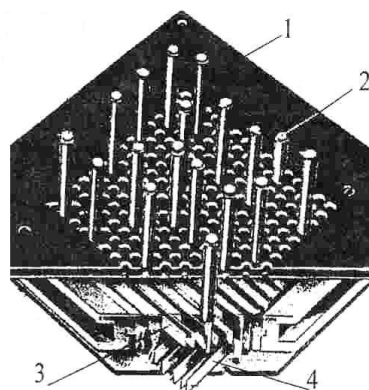
Слика 15-Распоред граничника код цикличног управљања [1]

Систем цикличног управљања се састоји од три основна модула – модула који обухвата задавање и увођење програма, модула за пренос и појачање улазних сигнала и модула извршних органа и компоненти за контролу фазног извршења програма.

Модул за задавање и увођење програма садржи командне плоче са контактима, тастерима или прекидачима и елементе за фазно вођење програма – корачне бираче или релејне везе. На командним плочама се поставља управљачки програм, који се елементима за фазно вођење уводи у систем. Командне или разводне плоче могу бити у облику унакрсних лежишта или функционалних програмских поља. Облик унакрсних лежишта подразумева систем састављен од вертикалних и хоризонталних шина, којима се одређују програмски параметри технолошког процеса (хоризонталне шине) и фазе програма (вертикалне шине). Уметањем чепова у отворе на раскршћима хоризонталних и вертикалних шина, дефинише се жељени

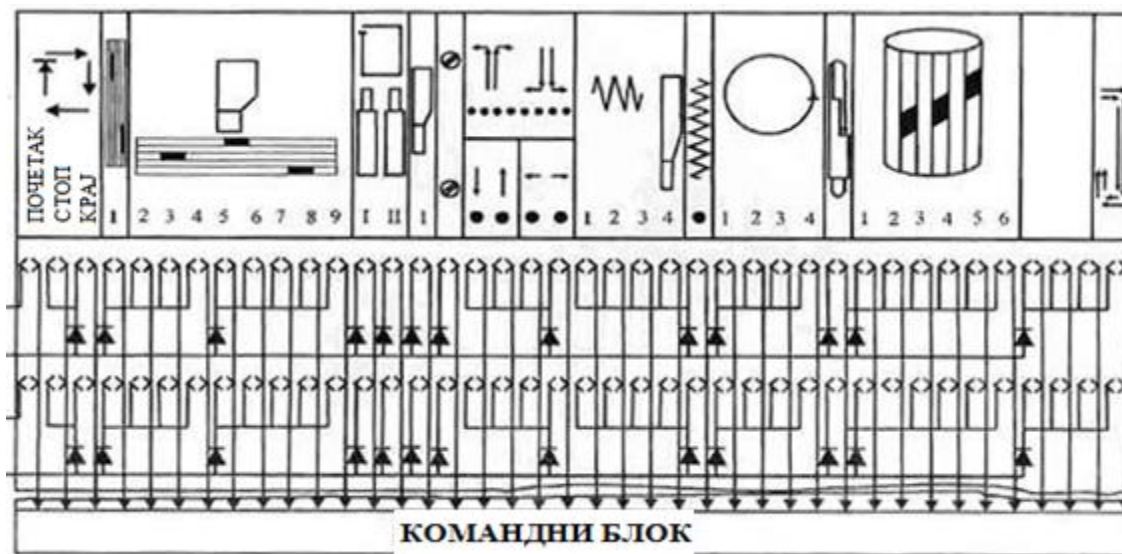
програм обраде. Типична командна плоча са шинским везама приказана је на слици 16 [1].

- 1 – плоча са контактима ;
- 2 – чепови за спајање контаката ;
- 3 – хоризонталне шине ;
- 4 – вертикалне шине ;



Слика 16-Плоча са шинским везама [1]

Други облик командне плоче је плоча са функционалним програмским пољима. Она се састоји од функционалних целина са гнездима чијим се повезивањем врши програмирање обрадног процеса. Начин повезивања гнезда плоче са функционалним целинама на примеру струга са хидрауличним управљањем представљен је на слици 17.



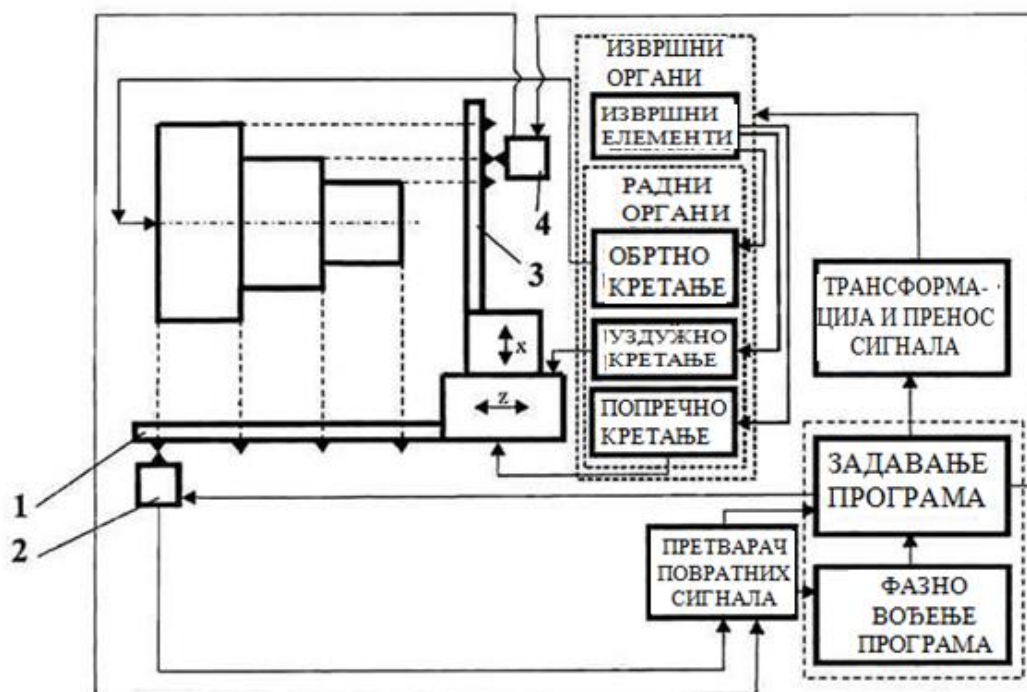
Слика 17-Плоча са функционалним програмским пољима [1]

Модул за пренос, конверзију и појачање улазних сигнала путем остварења низа логичких функција трансформише улазне информације у облик употребљив у систему, појачава јачину сигнала и преноси га до извршних органа машине алатке. На тај начин модул саопштава систему скуп операција предвиђених програмом задатим у претходном модулу [1].

Модул извршних органа и компоненти за контролу фазног извршења програма директно реализује команде добијене из модула за пренос. Састоји се од извршних органа машине и разних извршних елемената – спојница, разводника итд. који омогућавају активацију извршних органа машине по програмираном редоследу. Као компоненте за контролу фазног извршења програма најчешће се користе линијски прекидачи и разни релеји (временски, струјни, притисни

итд.). За контролу кретања извршних органа се углавном користе линијски прекидачи, а неретко и притисни релеји.

Општа блок шема система са цикличним управљањем дата је на слици 18.



Слика 18-Циклично управљање шема [1]

Жељени режими обраде се уносе путем командне табле са чеповима (најчешће) или системом обртних добоша (ређе). Електронска и релејна кола омогућавају фазно вођење програма, који даље води до блока за пренос и трансформацију сигнала. Преносници главних и помоћних кретања се активирају електромагнетним спојницама у ритму функција потребних за остварење задатог програма. Кретања у правцу z осе се ограничавају граничником (1), а у правцу осе x граничником (3), док се генерација повратних сигнала о степену реализације процеса врши активирањем прекидача (2) и (4) преласком уздужног односно попречног супорта преко неког од њих [1].

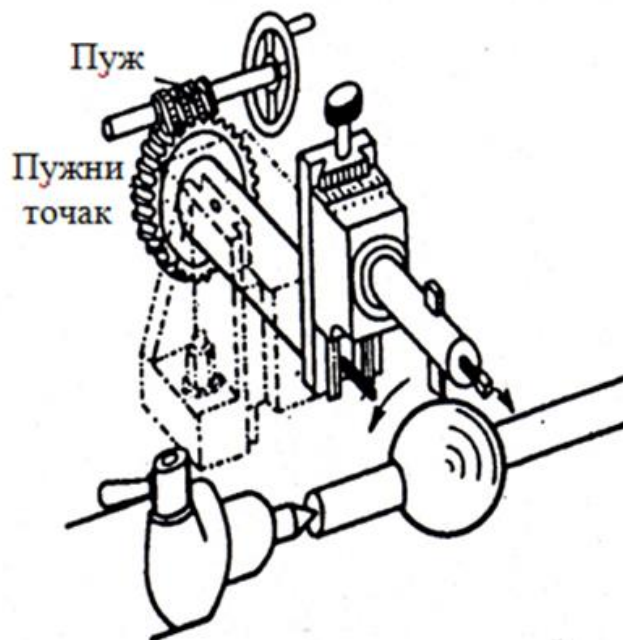
Повратни сигнали се помоћу претварача преводе у облик који елементи за фазно вођење програма могу да препознају, како би се извршила компарација жељених и остварених кретања, на основу чега се у тренутку испуњавања дефинисаних услова за почетак одређене операције (долазак неког елемента у прописани положај) операција стартује.

Предност система цикличног управљања је могућност постављања већег броја функција у управљачком програму, што уз континуално праћење тока задатих процеса даје већу самосталност у раду, а могућа мана је комплексност система за праћење и контролу извршења програма [1].

4.3 СИСТЕМИ КОПИРНОГ УПРАВЉАЊА

Формирање облика обрадом скидања струготине је омогућено релативним кретањем алата у односу на предмет обраде. Код једноставних довољно је да машина обезбеди главно и једно помоћно кретање, док се за сложеније облике захтева више помоћних кретања, зависно како од главног, тако и једно од другог. На овај начин се посложава кинематика машине, а тиме и њена цена, што има оправдање само код специјалних машина намењених високосеријској и масовној обради. Код машина веће универзалности, сложенији облици предмета се могу обрађивати било специјалним алатима, код којих је захтевани облик изводнице предмета „пресликан“ на алат (профилисани ножеви, профилисана вретенаста и цилиндрична глодала, модулна глодала за израду зупчаника и сл.), било специјалним приборима и уређајима, који уместо кинематског система машине обезбеђују потребна релативна кретања [2].

Код неких сложенијих контура (посебно у случају математичко дефинисаних: лопта, конус, торус, и сл.) предмет је могуће обработити са приборима, који ће омогућити кретање алата по жељеној путањи. При томе се то допунско кретање може изводити било ручно, код једноставнијих прибора за појединачну производњу, било посебним мотором. На слици 19. је приказан један такав прибор, намењен за израду лоптастих профила различитих пречника. Прибор се поставља на супорт универзалног струга, уместо носача ножа. Главо кретање се изводи као и код нормалног стругања предмет, док се помоћно кретање предаје ножу стегнутом у ексцентрично постављеном носачу. Преко кружног преносника се окреће носач алата, тако да врх ножа описује кружну путању чији полупречник зависи од величине ексцентритета. Кинематски системи машине за остваривање помоћног кретања, како уздужног, тако и попречног, у овом случају служи само да се прибор доведе у тачан почетни положај у односу на предмет [2].



Слика 19-Прибор за израду кугле са стругањем [2]

Мада постоје више конструкција оваквих мање или више сличних прибора, много су распрострањенији уређаји или системи који на бази меморисаног облика предмета, изводе сва потребна кретања, тако да се такав облик пренесе и на предмет обраде. То су копирни системи или копирни уређаји који, како по свом принципу дејства, тако и према својој конструкцији и сложености могу бити веома различити. Међутим, ма о ком се принципу и ма о којој конструкцији се радило, код свих копирних система је заједничко то, да се облик предмета добија тако што се информације о облику и димензијама предмета меморишу у одговарајуће меморије, прерађују у погодан облик и преносе до извршних органа машине, који обезбеђују потребна кретања алата и предмета.

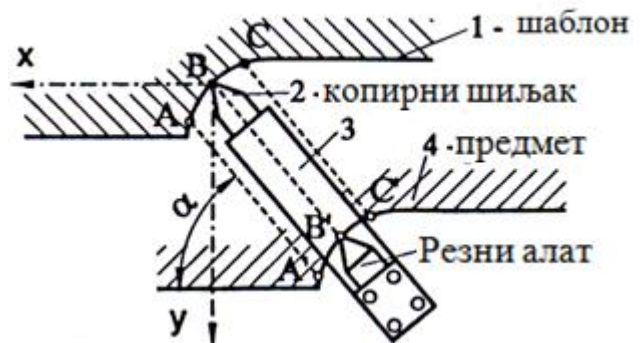
Меморисање података који једнозначно одређују облик и димензије предмета може се извести на различите начине (механички, оптички односно фотоелектрично, електрични или електромагнетски). Овако формирана банка податка у меморији се условно може назвати шаблон, мада се тај назив користи углавном за механичке меморије (разне врсте кривуља, плочасти или цилиндрични модели и сл.). Податак (*tastisignal*), који копирни систем узима из меморије помоћу посебног копирног пипка (шиљка), преноси се директно или индиректно, најчешће појачан или повећан на механичке, електричне или хидрауличне системе за покретање извршних органа машине. При томе треба разликовати принцип меморисања, узимања трансигнала, његов пренос и прераду, од принципа остваривања потребних кретања [2].

Основни део сваког система копирног управљања је шаблон. Шаблон је елемент који садржи профилисану површину – узор програма, чијим се праћењем обезбеђује израда дела са идентичном или врло сличном површином. Најпростији СКУ (Систем Копирног Управљања) садрже само један шаблон и користе се за копирање контура у једној равни, а копирање сложених површина у простору се врши употребом више шаблона, који могу да се користе канонички (један након другог до добијања коначне површине) или симултано (нпр. алат се води истовремено по шаблону који одређује контуру и шаблону који одређује дубину продирања алата).

Тачност облика и димензија добијеног предмета обраде зависи како од тачности дво- или тродимензионалне меморије (шаблона) тако и од стистичке и динамичке крутости целог обрадног система. Основни принцип копирања се може упрошћено представити и шемом приказаној на слици 20. По изводници шаблона 1 се креће, паралелно оси радног предмета, копирни шиљак 2 узимајући информацију о тренутним координатама тачке додира. Ова се информација путем система за пренос информација (полуга 3) преноси до стругарског ножа стегнутог у носач алата који се креће заједно са носачем копирног шиљка. На овај начин, врх ножа у идеалном случају, описује исту путању коју описује и врх копирног шиљка. Да би се облик који је меморисан на шаблону 1 верно пренео на предмет обраде 4, мора у сваком тренутку и за сваку тачку на шаблону (А,В,С) да важи услов:

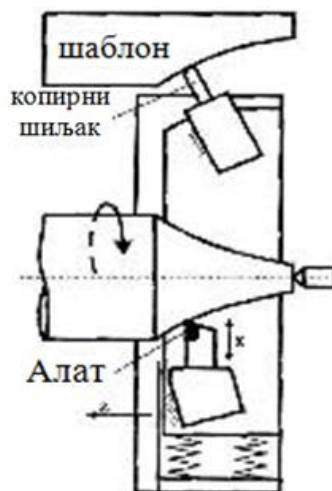
$$AA'=BB'=CC'=...$$

Слика 20-Основни принцип копирања [2]



Системи копирног управљања спадају у домен високо мобилне технологије, јер се програм врло лако и брзо мења – заменом шаблона се обезбеђује нови програм у врло кратком временском року. Постоје две основне групе ових система. Првој групи припадају СКУ код којих шаблон врши функцију преносног механизма и директно управља радним органима машине-директно управљање (слика 22). Другу групу чине СКУ код којих шаблон служи за дефиницију кретања радних органа, али нема преносну улогу, па је управљање индиректно.

СКУ са директним управљањем су обично једноставни и изводе се крутом везом алата и шаблона при чему шаблони контролни пипак трпе велико површинско оптерећење – слика 21.



Слика 21-Крута веза алата и шаблона [2]

Велика оптерећеност узрокује повећано хабање контактних површина шаблона и копирног пипка, услед чега временом долази до појаве одступања и нетачног копирања. Друга група СКУ је заправо и настала у жељи да се избегне проблем израженог хабања шаблона [2].



Слика 22-Крута веза алата и шаблона код копирне обраде дрвета [6]

Код СКУ са индиректним управљањем је површинско оптерећење далеко мање, па је копирање много тачније, а шаблони доста трајнији. У ту групу спадају и безконтактни (индуктивни) СКУ, код којих уопште не долази до додира шаблона и копирног пипка, па је хабање шаблона просто немогуће.

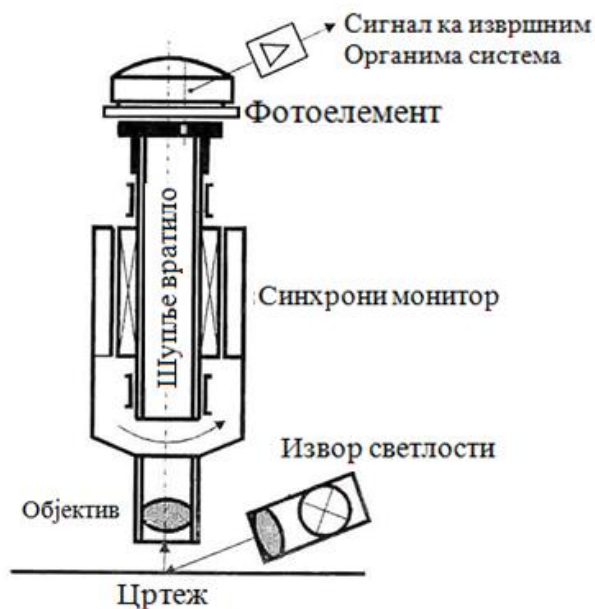
Шаблон индиректних СКУ је повезан са алатом путем еластичне везе, која редукује површинско оптерећење и амортизује вибрације и ситне ударе у преносу, али изазива мало кашњење одзивног сигнала. То практично значи да ће алат мало каснити са праћењем шаблона – када контролни пипак буде на следећој, веома блиској тачки, алат ће на обрадку бити на првој претходној тачки путање [2].

Слика 23-СКУ са индиректним управљањем са појачивачима [2]



СКУ са индиректним управљањем садрже појачиваче (слика 23), који појачавају импулс добијен са копирног пипка и на тај начин дефинишу енергију коју треба саопштити извршном органу приликом копирања сваке тачке са шаблона. Индиректни системи копирног управљања могу бити механички, хидраулични, пнеумо-хидраулични, електро-хидраулични, електро-механички итд. Најновије достигнуће представљају фотоелектрични СКУ, код којих је могуће да се као непосредни носилац програма употреби цртеж (слика 24) [2].

Слика 24-Фотоелектрични СКУ [2]



5. ФУНКЦИЈА И ИЗБОР СИСТЕМА УПРАВЉАЊА

Експлоатациони квалитет машине, а донекле и њена производност, удобност и једноставност њеним руковањем, као и поузданост у раду, у великој мери зависе од тога, на који је начин изведен њен систем управљања. Према врсти машине и карактеру процеса обраде који се на њој изводи, систем управљања се састоји од више подсистема-делова, који могу бити потпуно независни једни од других, али и у строгој међусобној зависности.

Не ретко, систем управљања машином представља скуп више механичких, електричних и електронских, хидрауличних и пнеуматских склопова (уређаја-механизма), а у неким случајевима се у једној машини могу срести сви набројани типови склопова [2].

Степен аутоматизације система управљања код савремених машина се креће, од потпуно ручног до потпуно аутоматизованог, када машина, после активирања процеса рада, без икаквог учешћа радника-опслужача извршава свој радни циклус. Основна тенденција савремене машиноградње је да се при пројектовању нових машина, али и при ревитализацији постојећих, примени што већи број аутоматизованих операција управљања, а да се остале (које се и даље изводе ручно) максимално упросте.

Број машина са програмским управљањем као једним од најсавременијих система управљања, све више расте. При томе се под програмским управљањем подразумева управљање, којим се остварује принудни аутоматизовани радни циклус, унапред дефинисан и задан машини на различите начине и помоћу различитих елемената. У ту сврху може бити примењен, на пример, добош у комбинацији са групом граничних прекидача. На површину добоша причвршћени су померљиви брегови, од којих сваки, при обртању добоша, у датом тренутку активира свој гранични прекидач, затварајући одговарајуће електродно коло које извршава одређену функцију управљања. Уместо таквог управљања, може се применити перфорирана (бушена) трака или картица, магнетна трака (филм) са оптичким записом и др., у комбинацији са одговарајућим читачем и декодером [2].

Велика важност се придаје задатку аутоматизације управљања при пројектовању нових модела алатних машина, посебно у вези са тенденцијом повећања брзине резања уз оштрије режиме, што омогућава мала главна времена израде. Задржавање система управљања на ранијем нивоу помоћна и допунска времена, која су последица управљања, у великој би мери, а понекад и потпуно, умањила ефекат технолошке производности.

Пред систем управљања алатном машином се постављају бројни захтеви, од којих су свакако најважнији:

Безбедност (безопасност) управљања. У циљу обезбеђења безбедности и очувања здравља радника, радни органи управљања требају бити концентрисани и распоређени у зонама које су погодне за руковање и, ако је потребно, дуплирани, да се радник не би много шетао око, или дуж, машине. Неопходно је избегавати такве конструкције управљања, при којима се неки од органа управљања обрћу током рада машине. Електрични прекидачи и тастери требају бити постављени на удубљеним местима кућишта, заштићени зидовима, стубовима и сл. Ово се наравно не односи на тастере за заустављање машине (СТОП- тастери), а посебно тастере за прекид рада у случају неправилног рада или хаварије.

Лакоћу и удобност манипулисања ручним органима управљања при одређивању места управљања и размештаја точкова, полуга, ручица, обртних ручица, дугмади и других органа управљања, неопходно је узети у обзир физиолошке карактеристике човека. Потребна сила за управљање на механизмима преноса помоћу ручица и замајца,

не треба да буде већа од 80 N, а код могућности остваривања ове силе механичким путем, од 160 N. Уколико је то могуће, ове силе треба ограничити на 60-65 N, а код чешћег понављања операција на 40-45 N [2].

Важне чиниоце удобности и лакоће управљања представљају димензије и распоред оних делова органа управљања, које радник додирује рукама, као и зона у којој су распоређени органи управљања машином.

Ако орган управљања, при његовом померању заједно са извршним органом машине на који је постављен, излази из зоне дохвата, односно зоне удобне за управљање, потребно је предвидети дупле команде, посебно за оне важније органе управљања. Овај задатак се успешно решава применом висеће командне табле која се може померати и заокретати према потреби.

Брзина управљања. Време утрошено на операацију управљања машином треба да буде утолико мање, уколико је главно време израде предмета обраде мање, односно уколико је машина производнија.

Тачност система управљања. Тачност померања, остварена различитим органима управљања, може бити веома различита. У неким случајевима је довољна тачност мерена у милиметрима (на пример, код дефинисања почетног положаја радног стола или носача алата код дугоходних рендисаљки), а у неким неопходна тачност померања мерена у микрометрима (на пример, код координантних бушилица). У сваком конкретном случају потребна тачност рада система за управљање машином треба одредити на основу захтева који се пред ту машину постављају.

Систем управљања је састављен из већег броја међусобно независних или зависних подсистема. Сваки од ових подсистема извршава у машини одређену функцију која се састоји из: *А) управљачких органа, који у одговарајућем тренутку циклуса добијају команду од давача; Б) елемената и преносника, помоћу којих се преноси команда, добијена од давача, извршном органу, производећи неопходно управљачко кретање; овај пренос треба да обезбеди сагласност пренешеног померања управљачког органа по величини и правцу, али и по сили, која на тај орган делује; Ц) извршног органа.*

Давач команде може бити рука или нога радника, опслужеоца машине; граничник или брег који се помера заједно са столом, супортом, клизачем и сл.; брегаста плоча на разводном вратилу аутомата; копиру облику модела, еталон или графички шаблон; бушена картица, бушена трака, магнетна трака, итд.

За пренос команде извршном органу управљачког ланца користе се механички елементи и преносници, електричне, електронске, хидрауличне и пнеуматске инсталације, самостално или у различитим комбинацијама, једни са другим [2].

Извршни органи управљачког ланца, који остварују потребно кретање одговарајућег дела машине, у већини случајева имају облик механичког елемента (полуге, летве, клизача). Понекад његову функцију испуњава, уље под притиском или компресовани ваздух, непосредно делујући на покретни део машине.

Ако је пројектована машина намењена за масовну и високосеријску производњу, управљање треба бити, по правилу, скоро или потпуно аутоматизовано, машина треба бити конструисана као аутомат или полуаутомат. Примена различитих типова аутоматизованих елемената и прибора, понекад једноставних, понекад веома сложених, може смањити број операција управљања, оствариваних ручно, до минимума, а понекад и прелаз са не аутоматске машине на полуаутомат или аутомат.

Одређени проблем, при пројектовању машине, представља и избор најрационалније конструкције система управљања. Може се, на пример, пројектовати потпуно аутоматизовани систем управљања, користећи само механичке елементе и преноснике, како је то урађено у многим савременим аутоматским револвер струговима [2].

Хидраулични системи управљања имају предност над осталим системима у случају кад машина већ има уграђен хидраулични погон, било за помоћно или главно кретање, јер ту већ постоји одређена хидраулична инсталација, која се може делимично искористити за системе управљања. Електрични, хидраулични, електрохидраулични и електропнеуматски системи управљања су веома погодни за даљинско управљање машином.

Код машина са више погонских електромотора најпогодније је, обично, електрично управљање. Његове могућности су веома велике и разноврсне, стално се повећавају са развојем технологије. У садашње време је могуће, на пример, синхронизовати управљање две полуаутоматске копирне глодалице тако да, на истом копиру, једна од њих уради горњи, а друга доњи калуп пресерског алата.

Примена пнеуматике у систему управљања је ограничена, пре свега, због потребе да су места, на којима машина треба бити постављена, снабдевана пнеуматском инсталацијом. Израда компресорске станице са одговарајућом инсталацијом, само за ту машину (као што се понекад ради са хидрауличном инсталацијом) је скоро потпуно неадекватна [2].

5.1 СИСТЕМИ ЗА ПРОМЕНУ СТЕПЕНА ПРЕНОСА

Промена степена преноса код ступњевитих преносника за главно или помоћно кретање алатних машина, изводи се углавном на два начина:

- Две или више група зупчаника се померају по својим вратилима, остварујући спрегу одговарајућих зупчастих парова који, са различитим преносним односима, преносе кретање са једног вратила на друго.
- Укључивањем одговарајућих спојница, повезују се појединачни зупчаници са својим вратилима, остварујући на тај начин жељени пренос.

Како се код механички управљаних спојница њихово укључивање остварује померањем једног њиховог дела, то је очигледно да се под управљањем који обезбеђују одговарајуће степене преноса, подразумева остваривање тих преноса по унапред предвиђеном распореду и одговарајућем тренутку обраде. Ступњевити механички преносници који се срећу код машина алатки треба да обезбеде већи број степена преноса, како за главно тако и за помоћно кретање, па је од тога завистан и број померљивих група зупчаника или број спојница у њима. Пошто се ове групе зупчаника као и спојнице у њима налазе у одговарајућим затвореним кућиштима, а управљачки органи, којима се управља, се морају налазити на дохват руке радника, јасно је да се за ово управљање морају применити одговарајући механизми.

Код алатних машина се примењују веома различити типови органа ручног управљања, али су највише у употреби различити типови органа ручног управљања, точкови са паоцима и без њих, заокренуте полуге, окретна дугмад и сл.

Ножно управљање се код машина алатки много ређе примењује него ручно. Уколико је ножно управљање присутно код система управљања, оно се пре свега односи на активирање и деактивирање система за механизовано стезање предмета обраде, јер су при замени или намештању обрадка обично обе руке радника заузете [2].

У зависности од начина на који се остварују потребна померања извршних органа у преноснику, механизми за управљање преносницима се могу поделити на две групе:

- Ручни системи управљања, код којих сва померања непосредно извршава радник машине;
- Даљински системи управљања код којих се управљање изводи посредно, или системима који, без директне механичке везе са извршним органима, остварују њихова померања.

Управљање деловима једног истог склопа се може изводити независно једно од другога, тако да су механизми који та управљања омогућавају међусобно независни. Овакви системи су обично снабдевени са више ручица, којима се померају појединачне групе зупчаника или спојнице, што чине да су они, и поред своје једноставности у конструкцији и изради, непогодни за примену услед своје неудобности у руковању, великог и утрошка времена за промену жељених радних услова машине и замора радника.

Централизовани системи си знатно удобнији за примену системи са једном ручицом, код њих се управљање сваког склопа врши помоћу једног или два ручна управљачка органа. Такви систем и престављају једну од карактеристичних тенденција у машиноградњи код којих ручно управљање игра велику улогу. Ови механизми су често веома сложени и скупи, тако да је при пројектовању машине потребно анализирати оба система, па из њихових предности и недостатака одредити који је у конкретном случају бољи [2].

Према томе, управљање ручним системима управљања се може вршити на два начина:

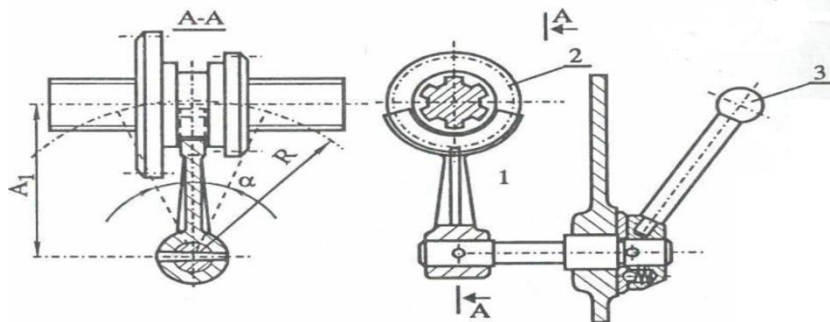
- Појединачно, при чему се за сваку померљиву групу или спојницу користе посебни управљачки органи.
- Централизовано, када се са једног места, помоћу само једног управљачког органа може остварити било који степен преноса у преноснику [2].

5.1.1 ПОЈЕДИНАЧНИ СИСТЕМИ РУЧНОГ УПРАВЉАЊА

Полазно (изворно) кретање управљачког органа је, у већини случајева, обрнуто (заокретање точкава, полуга, ручица и сл.), док је кретање управљаног елемента (померљиве групе, дела спојнице и др.) обично праволинијско. Зато се у управљачком ланцу могу применити сви механички преносници који обртно кретање, ређе праволинијско, претварају у друго праволинијско или обрнуто [2].

Механизми за померање померљивих група зупчаника или покретних делова спојница у преносницима за главно или помоћна кретања, било да се ради о појединачним или централизованим системима, пројектују се према два принципским шемама: *заокренутим полугама и аксијално покретним виљушкама*.

По првој шеми (слика 25) се зупчасти блок 2 (или део спојнице) директно помера полугом 1, која се закреће помоћу ручице за управљање 3, постављене ван кућишта преносника. На слободном крају заокренуте полуге се налази виљушка која улази у канал на зупчастом блоку, специјално израђеним за ту намену. Ова шема је најједноставнија али има недостатак, да се може применити само у случајевима где је угао заокретања полуге мали. Да би се виљушка полуге могла сместити у канал, канал мора бити доста шири од дебљине виљушке што, у случају да померљива група има средњи положај, не обезбеђује њено поуздано фиксирање у том положају.



Слика 25-Померање зупчастог блока помоћу заокренуте полуге [2]

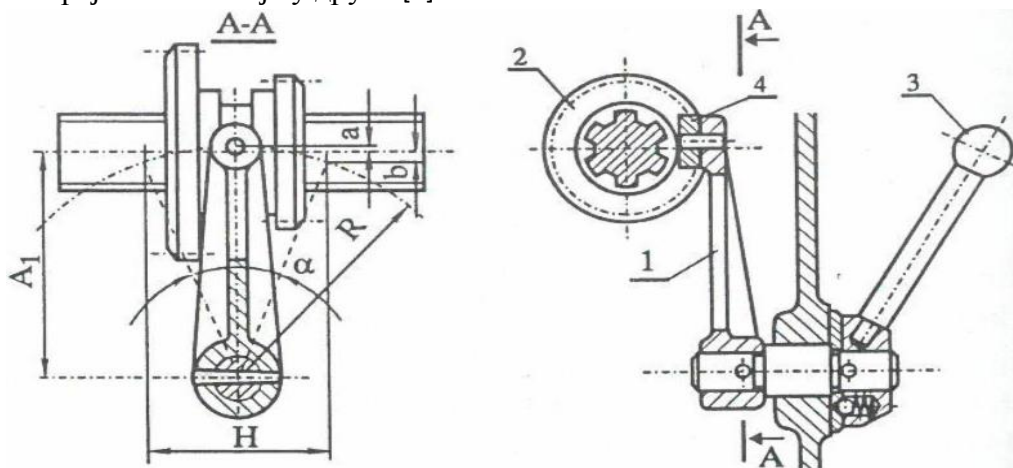
Наведени недостатак се елиминише уколико се, уместо директног контакта слободног краја виљушке са зидовима канала, померање групе изводи помоћу призматичног уметка 4, постављеног на крај полуге 1 и заокренутог око своје осе (слика 26). Међутим и овде постоје ограничења у величини померања групе, јер при заокретању полуге за већи угао, призматични уметак 4 који је у захвату са блоком, може испасти из тог захвата. Да би се смањио ризик овог испадања, ручица треба да има дужину једнаку:

$$R=A_1+a,$$

Где је:

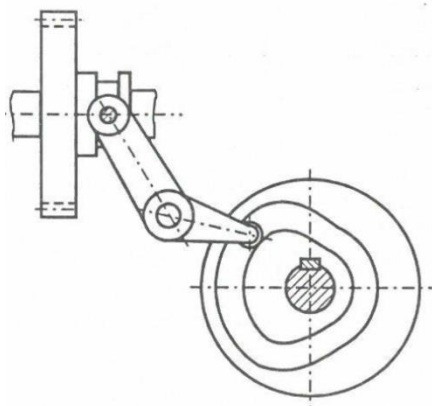
A_1 -растојање од осе вратила на коме се налази зупчасти блок до осе окретања полуге,

a -половина висине дуге, коју описује оса уметка при померању зупчаника из једног крајњег положаја у други [2].



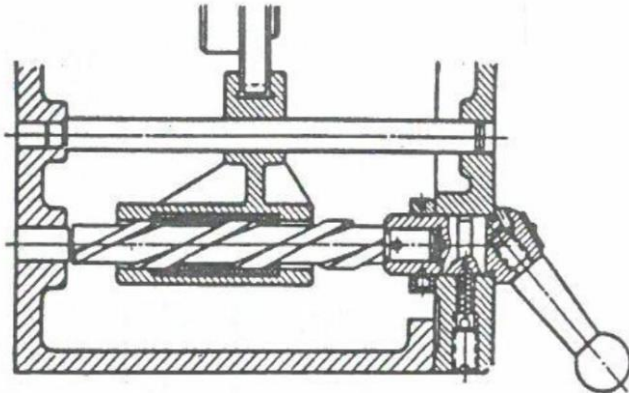
Слика 26-Померање групе зупчаника помоћу призматичног уметка [2]

Уместо да се заокретање полуге врши директно ручицом, могућа је и варијанта где се ово померање изводи неким посебним механизмом, на пример брегастим или кривајним, на слици 27. је приказан један такав начин, где се користи двокрака заокренута полуга, на чијем се једном крају налази обрнути призматични уметак, а на другом рукавац, који улази у кривуљни канал на чеоној страни диска. Окретањем диска помера се и рукавац полуге, а са њом и померљиви зупчаник.



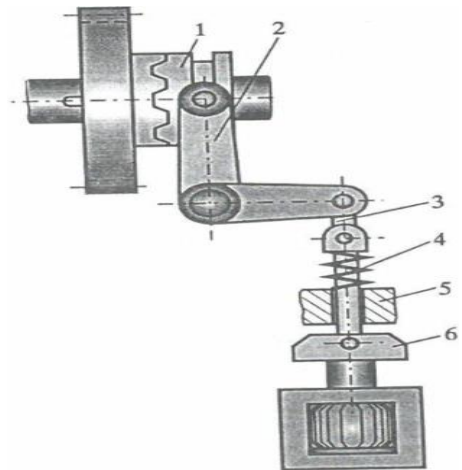
Слика 27-Померање полуге кривајним механизмом [2]

Переносник у облику завојног пара је веома погодан када се захтевају тачна померања управљаних елемената. Комбинујући ове преноснике са редукторима великих преносних односа, може се ручно остварити веома мала померања, мерена микрометрима, потребна, на пример за остваривање дубине резања или радијалног корака при брушењу. Добра страна ових преносника лежи у томе, што се могу остварити велике силе, неопходне, на пример за померање тешких делова машине, без укључивања преносника намењених за ту сврху. Понекад је мана ових преносника што се, у поређењу са преносником са зупчастом летвом, померање врши доста спорије, али се то може ублажити применом завојнице већег корака, као што је приказано на слици 28.



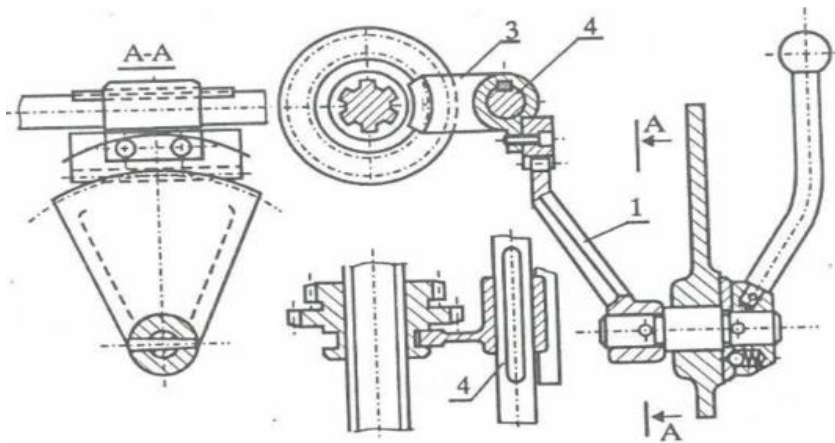
Слика 28-Померање померљиве групе зупчаника помоћу завојног пара са већим кораком завојнице [2]

Код малих ходава, може се користити и механизам приказан на слици 29, где као погон служи електромагнет са котвом 6, која преко полуа 5 и 3, закреће двокраку полуа 2, са уметком на крају, који улази у канал аксијално покретног дела кандасте спојнице 1. Опруга 4 делује на механизам тако да је спојница укључена све дотле, док се на електромагнет не доведе напон [2].



Слика 29-Механизми за померање блока помоћу електромагнета [2]

Ако су потребна померања група зупчаника толика да се не могу остварити напред поменути односи, потребно је применити механизме, пројектоване по другој доста сложенијој шеми (слика 30). У овом случају зупчасти блок се помера виљушком 3, чврсто везаној са чауром, аксијално вођеној по својој цилиндричној вођици 4. На истој чаури је постављена зупчата полуа, која је у спреси са зупчастим сегментом 1, окренутог око своје осовине. Заокретање сегмента се, као и у претходном случају изводи управљачким органом (ручицом) која се налази изван преносника. Уместо зупчастог пара, за померање виљушке 3 се може користити и заокренута полуа [2].



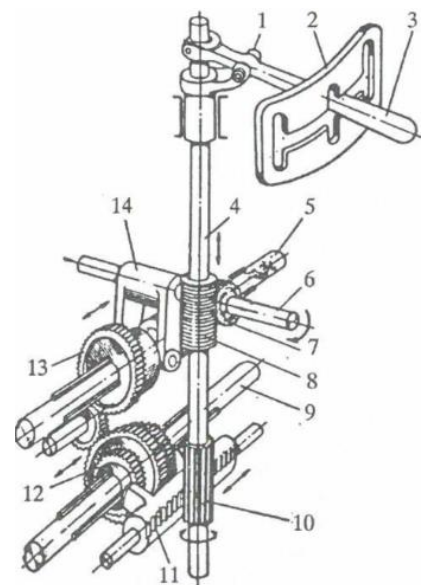
Слика 30-Механизам за померање блока помоћу аксијално вођене виљушке [2]

Једна од предности преноса помоћу зупчaste летве је и могућност произвољног положаја летве у равни зупчастог сегмента или зупчаника, спрегнутог са летвом, што дозвољава померање дела, везаног за летву, у било којој равни. Одговарајућом конструкцијом се може постићи да се један исти зупчаник (или зупчasti сегмент) може спрегнути са више зупчastих полуга, што упрошћава сам систем управљања [2].

У конструкцији приказаном на слици 31, једном се ручицом могу померати два зупчаста блока. Уколико се ради о једноставнијем преноснику, где укупно има две померљиве групе, овај систем би се могао сврстати у централизоване. Како су обично преносници алатних машина са већим бројем степена преноса, а са тим и већи бројем покретних група, то ће ово бити један од сложенијих појединачних система. Ручица 3, којом се врши управљање овим двема групама, се може заокренути како у хоризонталној равни заједно са вратилом 4, тако и вертикалној, око свој осовине 1. При њеном окретању у хоризонталној равни окреће се и широки зупчаник 10, израђен изједна са вратилом 4 и спрегнут са зупчастом летвом 11, тако да ће се ова летва аксијално померати по својој цилиндричној вођици (осовини). Зупчаста летва носи на себи виљушку, која помера померљиву групу зупчаника 12 дуж ожљебљеног вратила 9, у једну или другу стану. Ако се ручица 3 заокреће у вертикалној равни, вратило 4 се, заједно са својом цилиндричном зупчастом летвом 8 и зупчаником 10, помера дуж своје осе (горе или доле). Како је зупчаста летва 9 спегнута зупчаником 7, то ће њено аксијално померање довести до окретања овог зупчаника, заједно са његовом освином 6, за коју је чврсто причвршћена виљушка 14.

Заокретање ове виљушке, у једном или другом смеру, доводи до аксијалног померања зупчастог блока 13 (померљиве групе) дуж његовог вратила 5. Шест изреза на заклону (селектору) 2 одговарају истом броју степена преносника, који се добија за све могуће комбинације радних положаја троструког блока 12 и двоструког блока 13. Када се ручица налази ван ових изреза, обе померљиве групе зупчаника заузимају неутралан положај.

За даљинско управљање, које је посебно погодно у случајевима када се преносник, у коме се налазе покретни зупчasti блокови или спојнице, налази ван дохвата руке радника (код радијалних бушилица и сл.), могуће је користити електромоторни, хидраулички или пнеуматски погон [2].



Слика 31-Пример система управљања са једном ручицом [2]

5.1.2. ЦЕНТРАЛИЗОВАНИ СИСТЕМИ УПРАВЉАЊА

Централизован систем управљања може бити изведен тако да се, при прелазу са једног броја обртаја (или корака) на било који други, морају прећи сви степени преноса између њих. Недостатак таквих система који врше „редоследни“ избор степена преноса је већи утрошак времена на промену режима рада машине и веће хабање зуба зупчаника, код преносника са померљивим групама зупчаника, или радних површина спојница, код преносника који су изведени са спојницама.

Ових недостатака нема код система са избором или, како се још називају, селективних система, који омогућују непосредан прелаз са једног броја обртаја на било који други, без потребе да се укључују и искључују степени преноса између њих.

Избор типа система управљања зависи од тога, колико се често врши промена степена преноса, а увезиса тим, и колико та опреација замара радника и колики је удео помоћног времена, потребног за промену степена преноса, у укупном времену израде комада [2].

Најчешће примењивани системи управљања могу се сврстати у две основне групе:

- Централизован системи управљања са сталном везом између органа управљања и управљаног елемента, код којих сва померања овог задњег зависе од изабране структуре и конструкције управљачког ланца. Код ових система се широко примењују ваљчасти, плочасти, брегасти механизми, кулисни механизми, малтешки крст, а такође и хидраулични, пнеуматски, електрохидраулични и други системи.
- Централизован системи управљања код којих се један исти управљачки елемент може повезати са неколико различитих управљачких ланаца. Управљачки орган прима, у таквом случају, облик ручице или точка који се помера (транспортује) дуж свог вратила, облик сферне ручице са константним центром обртања и сл [2].

5.2 СИСТЕМИ ЗА ОГРАНИЧАВАЊЕ ХОДА

Избор шеме и конструкције система за аутоматско ограничавање хода зависи од функције овог система (да ли се ради о граничном или подешљивом) и од захтеване тачности ограничења хода покретног органа машине.

Крајњи (гранични) ограничавачи хода подешавају се обично тако, да се прекида кретање извршног органа машине на растојању 3-4 mm од достизања његовог критичног (опасног) положаја. Према томе, за ове системе се не захтева нека посебна тачност, тако да се користе сви системи који могу зауставити на путу од 0,5-1 mm.

Технолошки (подешљиви) ограничавачи хода треба, по правилу, знатно прецизније да ограниче ходи извршног органа машине, него гранични, јер од њихове тачности зависи и тачност обрађиваног предмета обраде. Тачност ограничавања хода зависи и од тога да ли треба да се извршни орган врати у почетни положај (реверзибилно кретање) или не. У првом случају тачност ограничавања, која се обично изводи граничним прекидачима, је већа, јер мотор (или фриксиона спојница, уколико се промена смера врши у преноснику механичким путем), у процесу промене смера обртања, врши кочење покретног елемента [2].

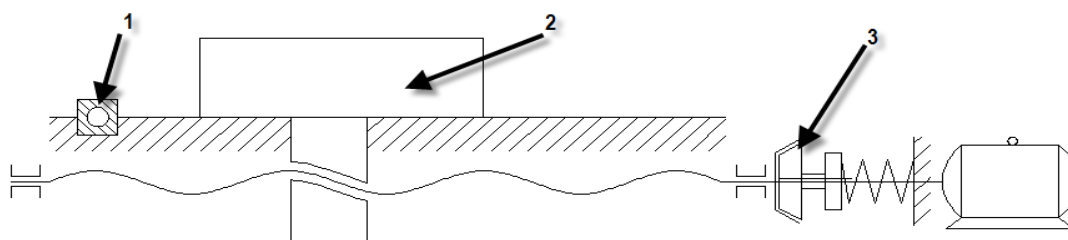
Ако се погон за кретање извршног органа, чије кретање се жели ограничити, добија од посебног електромотора, то је ограничавање његовог хода у крајним положајима најједноставније вршити помоћу граничних прекидача (микропрекидача), који се поставља на растојању од 2-4 mm од крајних положаја. Тачност заустављања покретног извршног органа, применом овог начина, креће се у границама од 0,05 до 1 mm, зависно од масе и брзине кретања тог органа у тренутку искључења, као и отпора на путу заустављања.

Помоћу граничних прекидача може се остварити тачност управљања реда 0,02-0,03 mm.

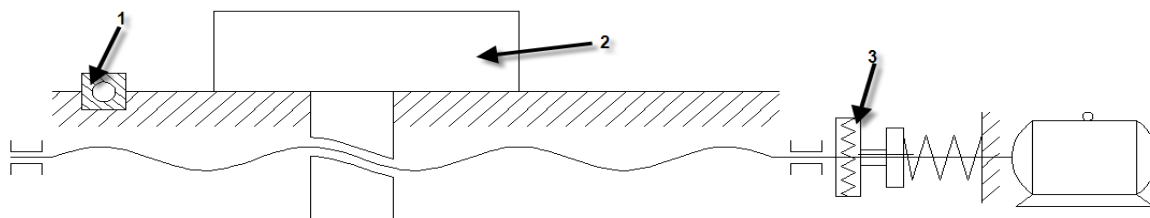
За многе случајеве обраде, оваква тачност је сасвим довољна. Уколико је потребна већа прецизност у заустављању извршног органа машине, морају се користити електромеханички или електрохидромеханички уређаји.

Ако покретни орган машине, који треба зауставити пре његовог достизања критичног положаја, не поседује потребан погонски агрегат, то се његово заустављање у крајним положајима остварује прекидањем кинематског ланца преноса кретања заједничког мотора до претварача кретања.

У основи функционисање механичких система тачног ограничавања хода лежи следећи принцип: покретни елемент машине, који треба зауставити на тачно одређеном месту, при свом кретању удара у крути ослонац, постављен на непокретном делу машине (постољу) на месту где се жели зауставити извршни орган машине. Отпор даљем кретању расте све дотле док се не растави кинематски ланац преноса. Ово може бити остварено на различите начине, а најраспрострањенији су шематски приказани на сликама (слика 32-под а. и б.). На слици су приказана два система за принудно искључење погона завојног вретена, у којима као веза између погонског агрегата и завојног вретена, примењена спојница. У првом примеру је то фриксиона, а у другом канцаста са троугластим профилем канци. У тренутку када радни сто 2, који за своје кретање добија погон од претварача кретања у виду завојног пара, додирне чврсто постављени граничник 1 на постољу машине, доћи ће до његовог заустављања. Како погонски агрегат, за помоћно кретање и даље даје погон погонском вретену, иако је навртка заустављена, то ће на завојном вретену јавити велики отпор, па ће и обртни момент на њему бити већи од момента који спојница може да пренесе. Због тога долази до проклизавања на контактним површинама фриксионе спојнице, односно до прескакања зубаца (канци) канцасте спојнице [2].



а) фриксиона



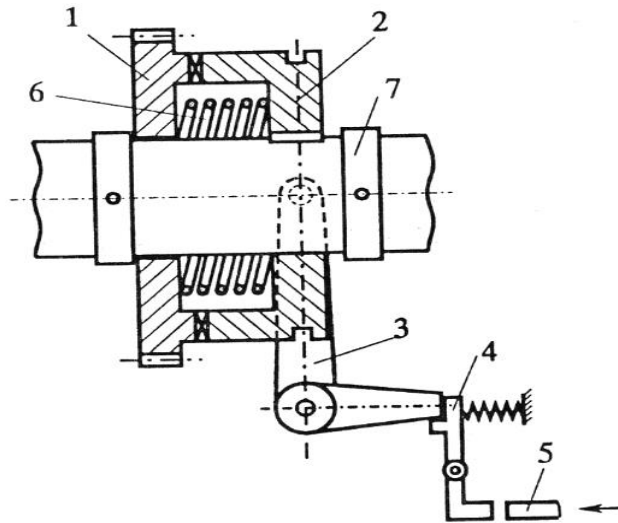
б) канцаста

Слика 32-Шема рада система за ограничавање хода са спојницама [2]

Канцаста спојница се користи и у примеру ограничавање хода алата једног универзалног струга, приказаног на слици 33. За разлику од претходних случајева, где је постојао чврсти

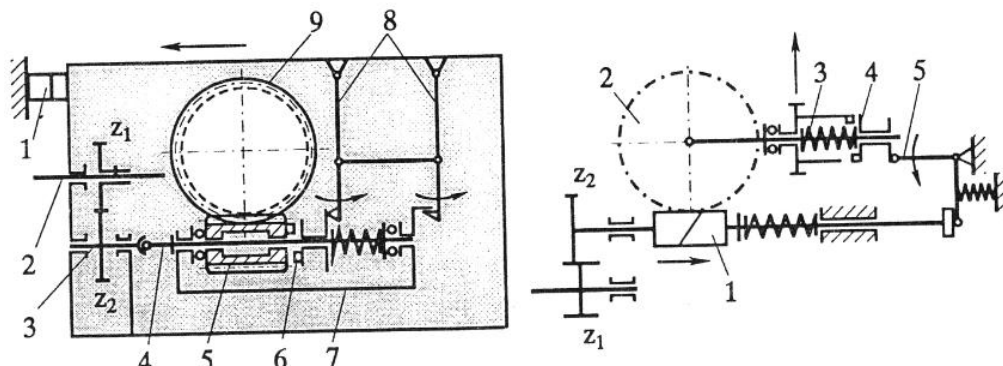
граничник, овде се за активирање система користи полуа 5 са подешљивом дужином, која се креће заједно са супортом. Уређај се састоји од кандасте спојнице, чији је један део везан за слободноокретни зупчаник 1 којим се доводи погон, а други је аксијално покретан по вратилу 7, коме се предаје кретање, опруге 6, која тежи да растави делове спојнице, као и две угаоне двокраке полуа 3 и 4 [2].

Када полуа 5, на крају свог подешеног хода, удари у доњи крај угаоне двокраке полуа 4, ова се заокреће у смеру казальке на сату, и тиме ослобађа двокраку полуау са виљушком 3. Пошто више не делује никаква сила на десни део кандасте спојнице 2 то, услед дејства опруге 6, долази до растављања спојнице и прекида обртања вратила 7.



Слика 33-Систем за ограничавање хода универзалног струга [2]

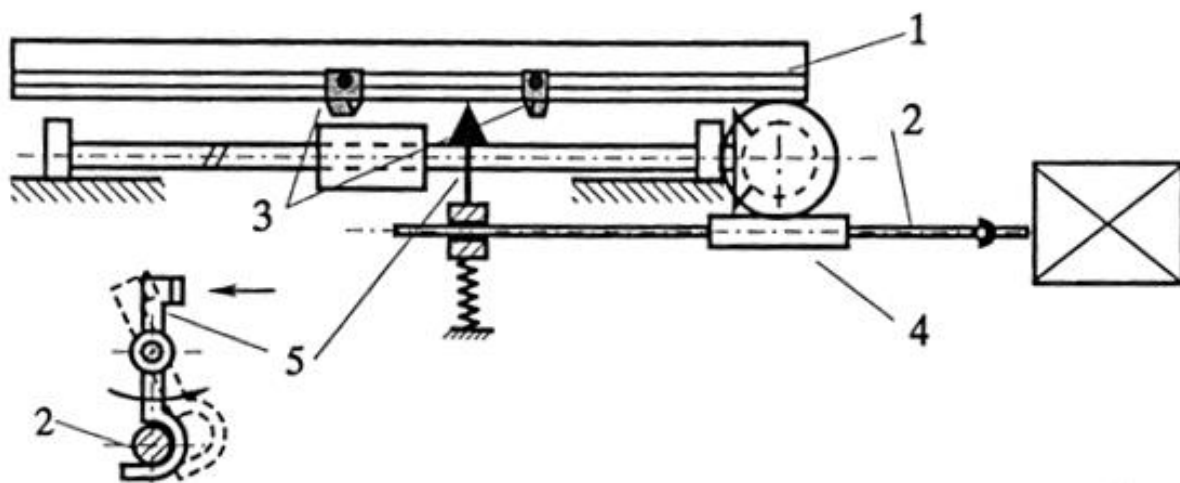
На слици 34. су такође приказана два примера. Први је познат као систем падајућег пужа, који се среће у више варијанти. Код варијанте, приказане на слици а), погон за радни сто се предаје са вратила 2, преко пара зупчаника на вратило 3, а одатле, карданском спојницом на вратило 4, на коме је, помоћу сигурносне спојнице 6, постављен пуж 5. У спреси са пужом се налази пужни точак 9, који је постављен на завојном вратену, као елемент претварача кретања. Када непокретни ослонац 1 прекине кретање радног стола, прекида се обртање пужног преноса (пужа и његовог точка), обртни момент на вратилу 4 расте и долази до искључивања сигурносне спојнице. Покретни део ове спојнице, померајући се удесно, удара у спојене полуа 8 и заокреће их у смеру стрелица, тако да се колевка 7 ослобађа клина који ју је држао у подигнутом положају и она, заједно са пужом, пада доле под дејством сила теже, чиме се потпуно раставља веза између пужа и пужног точка [2].



Слика 34-Шеме рада система са падајућим и померљивим пужом [2]

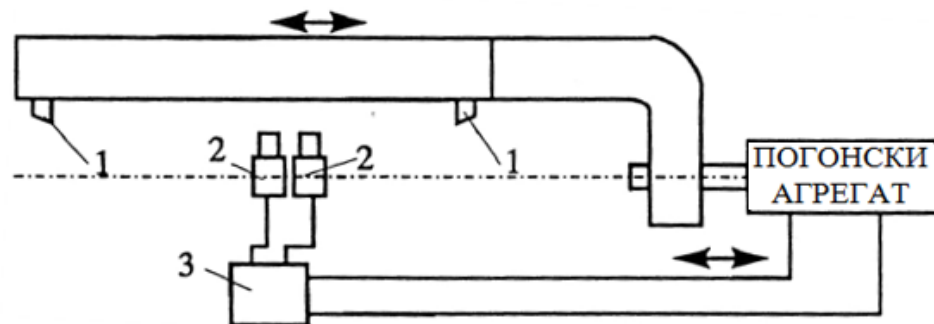
Код друге варијанте се, при заустављању пужног точка услед контакта радног стола са непокретним граничником, на пужу 1, који се и даље окреће, јавља аксијална сила. Ова сила помера удесно вратило на коме се зупчаник z_2 и пуж тако да диск, који се налази на десном крају вратила, заокреће полужни систем 5, под дејством опруге 3, настаје тренутно искључење спојнице 4, преко које се преносило кретање од пужног точка ка завојном вретену за погон стола (који је на слици приказан).

Принцип падајућег пужа примењена је и у систему за ограничавање хода променљиве дужине (подешљиви), примењен код помоћног кретања глодалице (слика 35). Радни сто глодалице добија погон од преносника за помоћно кретање, преко пужног преносника, пара коничних зупчаника и завојног пара, као претварача кретања. Пуж 4 се налази на вратилу 2, које је на једном крају везано карданским зглобом за излазно вратило преносника, а на другом ослоњено на посебно обликован држач 5. Овај држач је изведен као двокрака полука, заокренут око своје осовине. На радном столу се према жељеној дужини хода постављају граничници 3, који при свом кретању (у једну или другу страну) ударају у горњи крај држача, заокрећу га и на тај начин се ослобађа леви крај вратила пужа. Услед сопствене тежине вратила и пужа, вратило се заокреће око карданског зглоба („пада“). Тиме се раздваја веза са пужним точком [2].



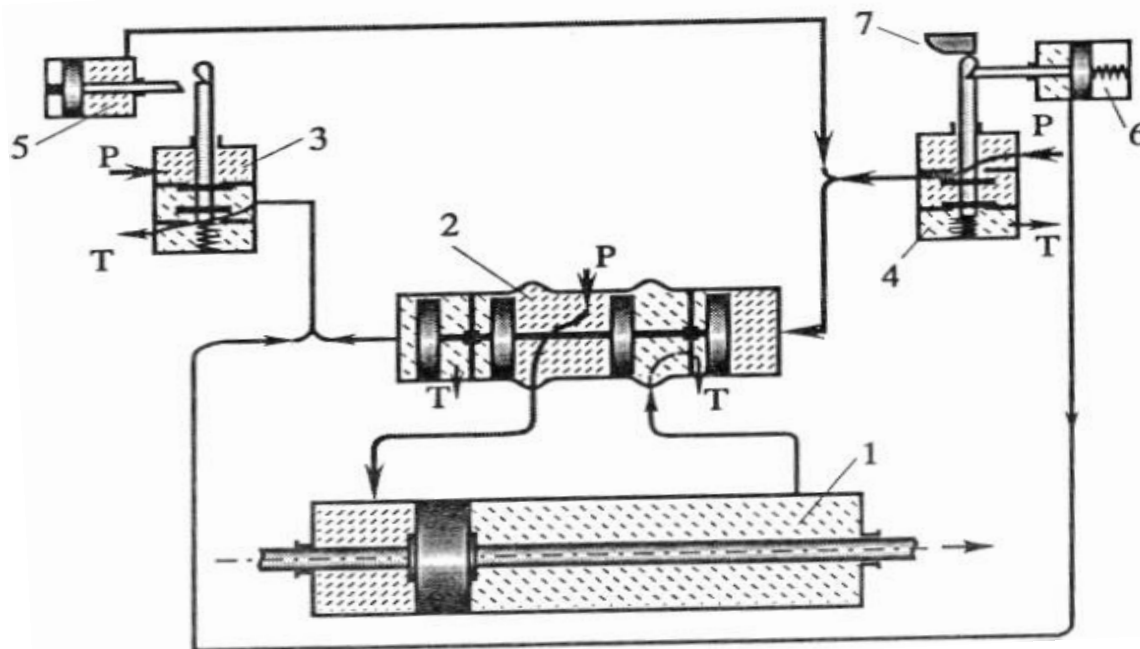
Слика 35-Принцип падајућег пужа примењеног код ограничавања подешљивог хода [2]

Електромеханички системи за ограничавање, како граничног, тако и подешљивог хода, је веома погодан, јер не захтева неке посебне механизме (слика 36). Основу система чине граничници 1, гранични прекидачи (микропрекидачи) 2 (може их бити и више пари, за разне функције), серво уређај 3 и погонски агрегат, који може бити преносник за помоћно кретање или неки посебан електромотор. Прекидање кретања извршног органа настаје када један од граничника активира свој микропрекидач, чиме се даје команда серво уређају да се изврши следећа операција. То може бити само заустављање машине, прекидом кинематског ланца у преноснику за помоћно кретање (прекине се напајање мотора, искључи нека спојница и сл.), али и команда за брзи ход напред или назад у почетни положај [2].



Слика 36-Електромеханички систем за ограничавање хода [2]

Једна шема за ограничавање хода код машина са хидрауличним погоном за помоћно кретање (на пример брусилца за равно или округло брушење), приказана је на слици 37. Радни сто (или супорт) добија погон од радног хидроцилиндра 1, у који се доводи уље преко аксијалног, хидраулички управљаног, клипног разводника 2. Померање клипа разводника у једну или другу страну се врши уљем под притиском, које се добија из хидроцилиндричних микропрекидача 3 и 4, посебне конструкције. Опруга испод клипа ових микропрекидача, тежи да помери клип са клипном полугом у вис. У систему се још налазе и два мала диференцијална хидроцилиндра једносмерног дејства 5 и 6, који имају задатак да блокирају клипну полугу једног микропрекидача у доњем положају, све док се не активира други микропрекидач [2].



Слика 37.-Хидраулички системи за ограничавање хода [2]

Принцип рада (за постављени сто улево) је следећи: када подешљиви граничник 7, који се креће заједно са столом, дође до микро прекидача 3, притисне његову клипну полугу са клипом на доле, чиме се отвара веза горње коморе (везане за прикључак Р- уље под притиском) са левом страном разводника 2. Уље под притиском помера клип разводника у десно, чиме се мења и смер уља у радном цилиндру, а тиме и смер кретања његовог клипа и радног стола.

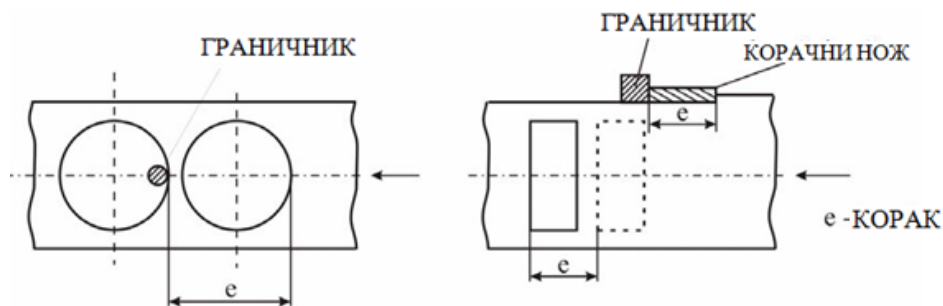
Истовремено уље под притиском долази у хидроцилиндар 6, сабијајући опругу испод његовог клипа, чиме се ослобађа клип на полуга микропрекидача 4, и ова се помера навише, затварајући везу горње коморе са разводником, односно спајајући десну страну са прикључком Т (резервоар). Преко ове везе се спаја и хидроцилиндар 5 са резервоаром, тако да опруга растерђује, избацујући клипну полугу напоље и блокирајући клипну полугу микропрекидача 3 у доњем положају. На овај начин ће ово стање бити задржано и када се граничник 7, при кретању стола назад, одвоји од микропрекидача [2].

6. СИСТЕМИ ЗА ОГРАНИЧАВАЊЕ КРЕТАЊА ПРЕДМЕТА ОБРАДЕ

6.1 ГРАНИЧНИЦИ КОД РУЧНОГ ПОМЕРАЊА

Пример система за ограничавање кретања предмета обраде се срећу код преса за пробијање и прсоцање, маказа за лим, итд. После сваког радног хода притискивача пресе трака треба да заузме правилан положај у односу на отвор за прсоцање (пробијање). Зато се у алату уграђују посебни елементи за ограничавање величине померања траке. Ти елементи су граничници. Према томе, функција граничника се своди на то да они осигурају прописано константно померање траке лима, слика 38 [3].

Најједноставнији граничник је округла плоча која је завртњем причвршћена уз прстен за прсоцање. У повратном ходу притискивача пресе (након завршене радне операције), трака се ручно издиже изнад граничника и помера напред за величину померања e . Затим се спушта и повуче уназад док мост траке не налегне на ивицу граничника.

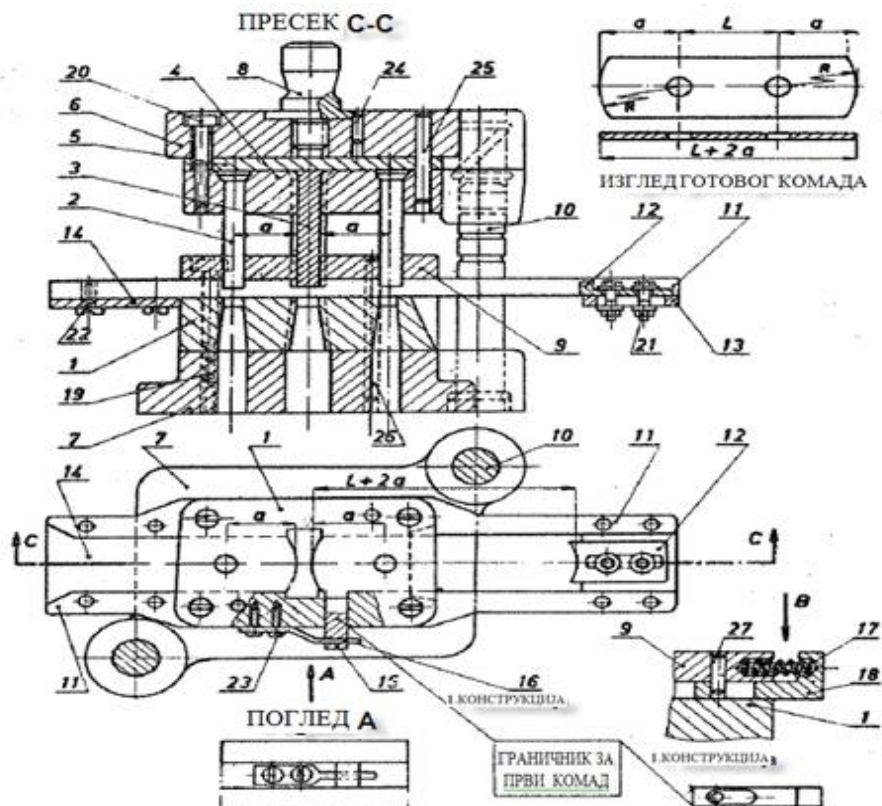


Слика 38-Приказ простих граничника [3]

Код других конструкција (слика 39) трака се помера напред до граничника (14), и према овој конструкцији није потребно повлачење траке уназад, тако да је рад бржи. Граничник је изведен под углом, да би отвор за исти био што даље од резне ивице прстена за прсоцање [3].

Посебна конструкција граничника је приказа на на комбинованом алату за пробијање отвора и истовремено прсоцање дугих комада. Ова конструкција омогућава да се релативно кратким алатом прсоцају доста дуги комади. Пробојци 2 за пробијање два отвора су смештени у држачу пробојца 4, на удаљености од ножа 3 за раздвајање комада. Из тога се може закључити да дужина алата не зависи од растојања L . У првом радном ходу притискивача пресе пробија се леви отвор, а нож за раздвајање пресеца десну ивицу комада (под радијусом R).

Први комад се ограничава граничником 15, на тај начин што се притиском руке савладава лисната опруга 16 и граничник помера у каналу вођице 11, након ограничавања првог комада, опруга 16 враћа граничник у почетни положај и он је код серијског рада искључен из погона. Слична је и друга конструкција граничника за први комад, стом разликом што се граничник искључује из рада завојном опругом 18, а његово испадање из алата се спречава цилиндричним чивијама 27. Део траке, у дужини од леве ивице ножа за раздвајање до граничника за први комад, представља губитак пре почетка рада. Друга и следећа померања траке се ограничавају граничником 12 за серијски рад, а његов положај се може подешавати зависно од дужине комада $(L+2a)$. Плоча за прсоцање и пробијање 1 је са десне стране закошена ради лакшег пропадања готовог комада [3].



- | | |
|----------------------------------|-------------------------------|
| 1.Плоча за пробијање и просецање | 11.Вођица траке |
| 2.Пробојци | 12. Граничник за серијски рад |
| 3.Нож за раздвајање | 13-14. Лимена подлога |
| 4.Држач пробојца | 15. Граничник за први комад |
| 5.Међуплоча | 16. Лисната опруга |
| 6.Горњи носач алата | 17. Завојна опруга |
| 7.Доњи носач алата | 18. Граничник за први комад |
| 8.Цилиндрични рукавац | 19.-23. Завртњи за спајање |
| 9.Скидач | 24-27. Цилиндрични клинови |
| 10.Стубна вођица | |

Слика 39-Комбиновани алат за пробијање отвора и истовремено одсецање дугих комада [3]

Код комбинованих алата се граничник често налази у скидачу траке. Граничник (9) се слободно креће у каналу скидача (3). Он се налази под притиском лиснате опруге (10), која је завртњем везана за скидач. У току радног процеса плоча за просецање (1) прво савалада силу лиснате опруге (10), и потискује прво граничник, а затим и скидач вертикално наниже. Код повратног хода притискивача, скидач скида траку, а граничник се под дејством силе лиснате опруге враћа у почетни положај.

Подизање траке код померања до граничника смањује производност рада и успорава процес. Овај недостатак се избегава еластичним граничницима уграђеним у плочи за вођење. Након завршеног просецања трака се потискује унапред (без подизања), а граничник клизи по њој. Код следећег отвора, граничник под дејством лиснате опруге упада у просечени отвор, граничећи траку по мосту. При томе се трака само мало повлачи уназад, да би се проверило да ли је добро насела на граничник [3].

Код комбинованих алата за узастопно просецање и пробијање, где се захтева већа тачност померања траке, као и код израде компликованих делова не симетричних облика (где је друга врста тачног ограничавања тешко изводива) употребљава се гранични пробојац. Трака се наслања на вођицу материјала који има степенести наслон. Дужина граничног пробојца одговара величини померања траке. Код ширих алата ради сигурнијег ограничавања поставља се (упоредо или дијагонално) два гранична пробојца. Главни недостатак овог најсигурнијег начина вођења је тај што се ширина траке повећава у односу на остале врсте граничника.

У великосеријској производњи се за брзо померање траке употребљава граничник комбинован са ножем за просецање моста траке. Истовремено са просецањем комада врши и просецање моста траке ножем. Код следећег комада се трака само помера до граничника [3].

6.2 МЕХАНИЗМИ ЗА АУТОМАТСКО ПОМЕРАЊЕ ТРАКЕ

Аутоматизација радног циклуса код технологије прераде пластичном деформацијом, постиже се у знатној мери правилним решавањем процеса транспортних померања. Под транспортним померањем се подразумевају операције: померања траке, или довођења комада у радну зону алата, скидање и транспорт отпадака, те избацивање готових комада из радне зоне алата.

Резултати мерења и испитивања показују да се број могућих двојних ходава преса (радних и повратних) користи просечно код ручног:

Померања траке	25-30 %
----------------	---------

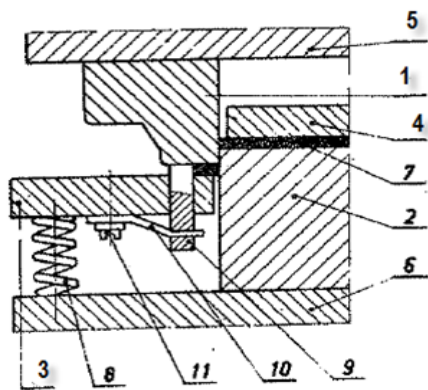
Довођења комада у радну зону	15-20 %
------------------------------	---------

Док се аутоматизацијом померања ове вредности повећавају код:

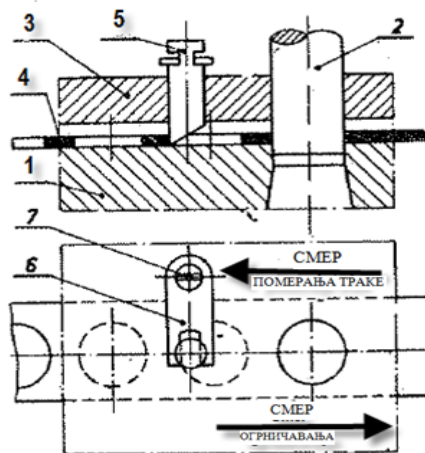
Аутоматског померања траке	60-75 %
----------------------------	---------

Аутоматског довођења комада	50-65%
-----------------------------	--------

На слици 40 су приказани граничници:



а) Граничник уграђен у скидачу траке

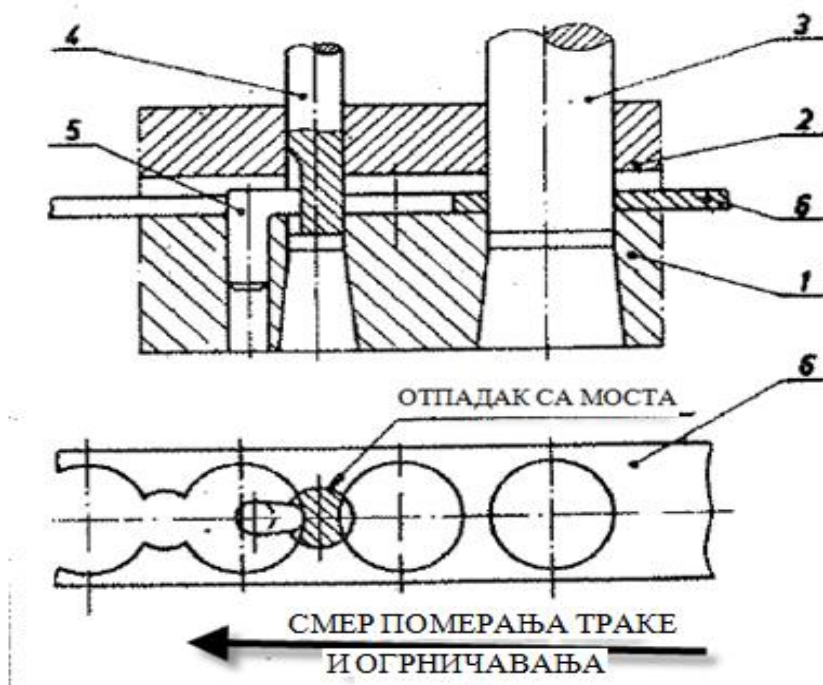


б) Граничник у плочи за вођење

Под а): 1.Плоча за просецање, 2.Пресекач, 3.Скидач траке, 4.Избацивач предмета, 5. Горња плоча, 6.Доња плоча, 7.Трака, 8.Завојна опруга скидача, 9.Лисната опруга скидача, 10. Завртањ

Под б): 1.Плоча за просецање, 2.Пресекач, 3.Плоча за вођење алата, 4.Трака, 5. Граничник, 6.Опруга граничника, 7.Завртањ

Слика 40.-Граничници [3]



Слика 41-Граничник за брзо померање траке: 1.Плоча за просецање, 2.Плоча за вођење алата. 3.Просекач, 4.Нож за просецање моста, 5.Граничник, 6.Трака [3]

Данас се у металној индустрији око 35-50 посто делова прерађују непосредно из траке , а 1-3 % отпадака, док на прераду из појединачних комада отпада 45-65 %. С обзиром на релативно ниско процентуално учешће у преради из производних отпадака, код овог начина прераде не долазиу обзир примена аутоматизације. Механизми за аутоматски дотур појединачних комада су веома сложени, тако да се аутоматизација овог процеса претежно решава конструкцијом комбинованих алата са елементима за дотур [4].

Аутоматизација транспортних померања на универзалним пресама се решава у три правца, и то:

1. Коришћењем механизма за аутоматско померање траке, који се као додатни уређаји придружују пресама и представљају у ствари радне органе пресе.
2. Коришћењем аутоматских уређаја монтираних у алатима. То су, у ствари, комбиновани алати са уграђеним механизмима за аутоматско померање траке. Ови механизми добијају погон од горњег покретног дела алата, или непосредно од притискивача пресе.
3. Коришћењем механизма за аутоматско померање траке, који се као не зависни агрегати монтирају на столу пресе, а погоне се помоћу горњег покретног дела алата. Конструктивна решења аутоматизације померања траке има много, тако да не постоји строга класификација ових механизма на основу њихове конструкције. Због тога се класификација врши на основу конструкције радног органа, који непосредно контактира са траком и који повлачи исту. Постоје три основна типа механизма за аутоматско померање траке , који као радни орган користе :

- Куку за повлачење
- Захватне стеге
- Ваљке [3].

7. МЕХАНИЧКЕ МАКАЗЕ NG-5

У наредном поглављу су описане механичке маказе фирме “Jelšingrad“, које се налазе у фирми „Dak Comerc“ Горњи Милановац (бивши Metal Seco), на којима се тренутно секу тањи лимови за потребе даље производње делова.

Маказе тип NG-5 (слика 42) служе за резање лима до 2,5 mm дебљине и затезне чврстоће 50 kр/mm². Машина се примењује у индустријским погонима, радионицама за поправку, складиштима итд. Горњи нож причвршћен у носач ножа нагнут је за угао од 3° од вертикале и води се у константном уздужном углу резања 1° и 30'. Нагиб носача ножа омогућује искоришћење четири резне ивице ножа, насупрот тога омогућава константни угао резања, постепени ток реза, што даје чисти и праволинијски рез.

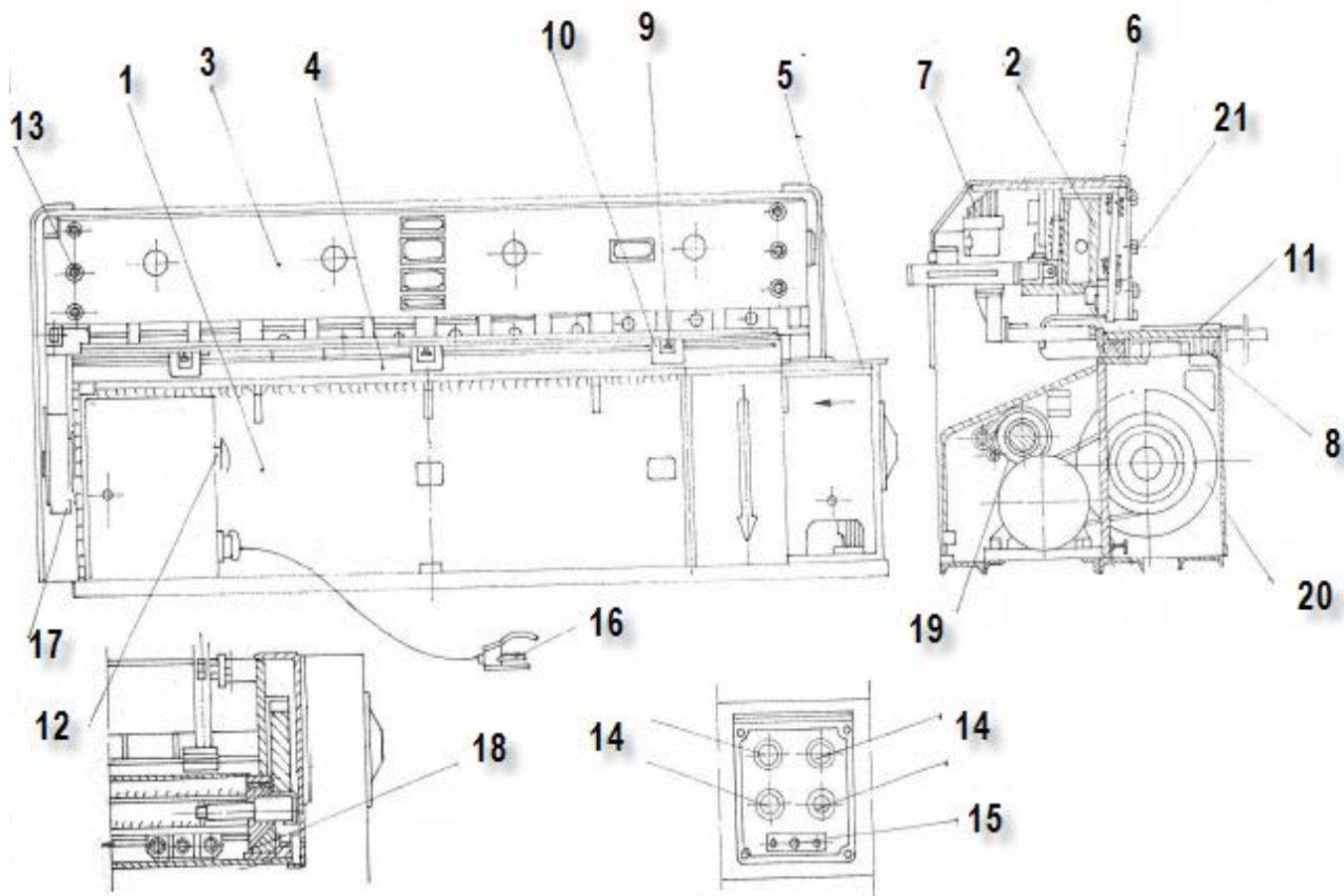
На маказама NG-5 могу се резати само лимови до 2500 mm дужине реза. Дуже траке од 2500 mm могу се резати само до 200 mm ширине. Уређај за управљање омогућава резање лимених трака истих ширина, а подешљиви угломер причвршћен на столу дозвољава резање лима у таблама са било којим углом између страница.



Слика 42-Маказе “Jelšingrad” тип NG-5

Подешавање граничника изводи се помоћу притисних тастера и стварно стање читава се на скали причвршћеној на конзоли граничника. Цело кућиште састоји се из завареног постоља са осталим саставним елементима фиксираним на њему помоћу ваљка.

Погон маказа иде од електромотора преко ременског и зупчастог преносника на главно вратило на коме су причвршћени ексцентри који се покрећу помоћу вучних полуга носача ножа. Склопка погона маказа је механичка помоћу обртног клина, управљање електрично и механичко. Бубањ појасне кочнице је причвршћен на главно вратило, а кочница се активира аутоматски преко једног гребена.



1. Кућиште машине; 2. Носач ножа; 3. Предњи везач; 4. Сто ; 5. Поклопац редуктора; 6.Притискивач; 7. Електромотор за покретање граничника; 8. Завртањ; 9. Конзола; 10. Скала; 11. Угаоник; 12. Главни прекидач; 13. Завртањ; 14. Тастери за управљање; 15. Кућиште даљинског; 16. Ножни прекидач; 17. Ремен; 18. Клизна вођица; 19. Главни електромотор; 20. Замајац; 21. Завртањ.

Слика 43-Маказе „Јелшњград“ тип NG-5 (шема) [5]

Техничке карактеристике механичких маказа су:

1. Номинална дебљина резаног лима код затезне чврстоће 50 kp/mm ²	2,5 mm
2. Номинална дужина линије реза	2500 mm
3. Максимална ширина реза	200 mm
4. Угао реза	1°30"
5. Број ходова	50 l/min
6. Снага главног мотора	7,5 KW
7. Број обртаја главног мотора	1420 obrt./min
8. Снага мотора граничника	0,4 KW
9. Број обртаја мотора граничника	1400 obrt./min
10. Тежина машине	4350 kg
11. Димензије:	

- Дужина: 3200 mm
- Ширина: 2070 mm
- Висина: 1370 mm [a].

Тело машине се састоји од:

- Завареног постоља
- Носача ножа
- Чеоне плоче
- Сто машине
- Поклопа редуктора
- Притискивача и
- Граничника.

Заварено постоље – је заварено из челичног лима ојачаног ребрима. У горњем предњем делу наварене су вођице носача ножа које за 3° нагнут од вертикале. У бочним зидовима налазе се лежишта главног вратила. На десној страни постоља налази се кућиште редуктора са одговарајућим отворима у зидовима за лежајеве вратила, редуктора као и за главно радно вратило.

Носач горњег ножа – заварен је из челичних плоча. Доњи део носача је закошен под углом од 1° и $30'$ у односу на сто. У правоуглом каналу изведеном уз дуж доњег руба носача причвршћени су сегменти ножа, који имају четири резне ивице.

Чеона плоча – заварена је из челичних лимова. Она је причвршћена на постоље и завртњевима и упресована у одговарајуће отворе на постољу [5].

Сто машине (слика 44) – заварен је из челичних плоча и причвршћен је завртњевима на постоље. На предњој страни стола причвршћене су конзоле које образују проширење стола. У горњој површини стола и конзоле изведени су Т-жљебови, да би се у њих могла ставити равналица са скелом и угломером који омогућавају резање лима под различитим угловима. У полеђини стола остављен је један уздужни канал да би се сегменти ножа могли причврстити. Сто се заједно са сегментима ножа може померати помоћу завртњева. На тај начин се омогућава регулација зазора између горњег и доњег ножа.



Слика 44- Радни сто машине

Поклопац редуктора – Израђен је из заварених појединачних делова, затвара кућиште редуктора довољно непропусно и дозвољава слободно покретање вучне полуге.

Притискивач– опружни притискивач са индивидуалним батовима осигурава

добро налегање лима на сто и омогућава резање и неравних лимова. Батови притискивача су уграђени у самоподмазујуће чауре. Да би се резале траке до 200 mm начињен је на десној страни носача ножа специјални притискивач са проширеном стопом.

Граничник (слика 45) – служи за регулацију растојања граничне греде од резног руба ножа, што зависи од жељене ширине резне траке.



Слика 45-Граничник

Граничник омогућава равномерно резање траке по целој резној дужини. Граничник се састоји из две цевне вођице које су на постољу причвршћене преко траверзе, завртња, навртке са траверзама, граничне греде, погонског вратила и једне шине која је повезана са носачем ножа преко уређаја за заостајање. Погон се преноси од електромотора преко пужног механизма, чељусне спојнице на погонско вратило и онда кроз конусно зупчасту спојницу на вретену. Вретена се окрећу и померају матице са конзолама и граничном гредом. Гранична греда може се и руком померати окретањем завртња након искључења спојнице. Положај граничне греде може се очитати на скали која је причвршћена на вођици- слика 46.



Слика 46-Скала за очитавање

Применом уређаја за успоравање којим успорава покретање граничника у односу на покретање носача ножа елеминисана је могућност ранијег отклона граничника, пре него што притискивачи ступе у дејство и притисну лим на сто машине.

Погон граничника врши се посебним електро-мотором, приказаном на слици 47, са затвореним кућиштем. Мотор је повезан преко две склопке са мрежом. Омогућена је промена смера обртања електромотора, што омогућава приближавање или одмицање

греде граничника од резне ивице ножа. Склопкама се управља помоћу притисних тастера који су смештени на управљачкој табли заједно са притисним тастерима погонског мотора маказа. Притисни тастери удвостручени су додатним паром притисних тастера, који се налазе на задњем делу машине у близини мотора граничника (слика 48). Мотор ради само ако су притисни тастери притиснути. Граничник се сме ставити у погон само када је спојка маказа искључена. Зато један контакт спојке прекида електрични круг мотора граничника и омогућава активирање граничника код укључне спојке.

Подешавање задњег граничника са електромотором врши се активирањем управљачких тастера одмакнути и примакнути. Треба пазити на дотадашњу измену положаја задњег граничника. Ручно подешавање врши се искључивањем спојке. Тада се окреће један од завртњева при истовременом посматрању казаљке за положај на мерној скали.



Слика 47- Електромотор за погон граничника

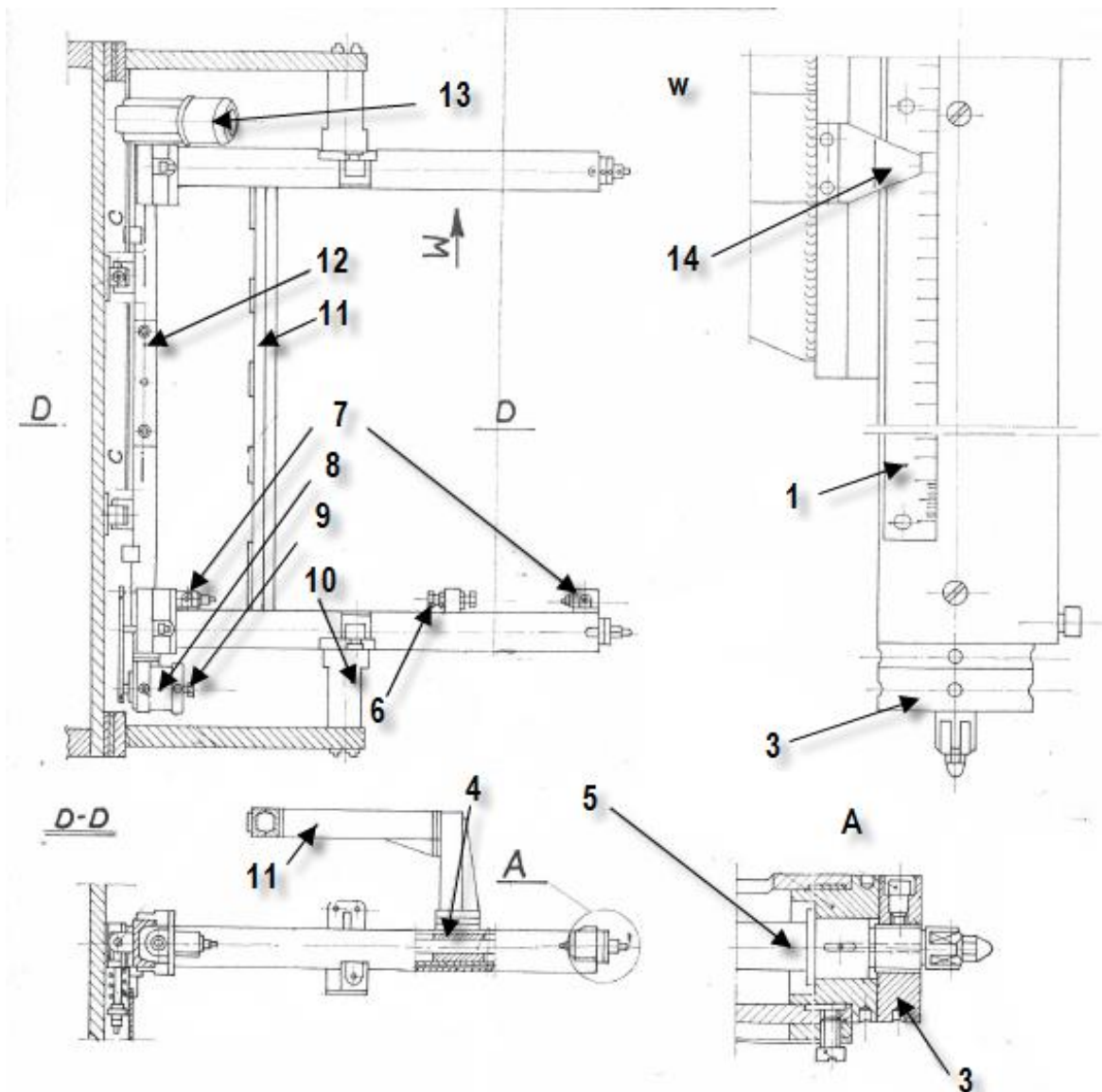
У подручију 10 mm пре граничног положаја граничника, граничник треба да буде импулсивно активиран јер машина није опремљена граничним прекидачем.



Слика 48-Тастери за управљање граничником

Уколико се код употребе задњег граничника требају резати плоче лима преко 600 mm дужине онда се место отпора граничника може повећати за 300 mm пошто се острани траверзе, а гранична гредa се заврне непосредно на вертикалној конзоли.

На слици 49 је дат шематски приказ задњег граничника.



1. Скала; 3. Навртка за ручно подешавање граничника; 4. Клизна чаура; 5. Клизна осовина; 6.Одстојник; 7. Ограничивачи максималног кретања граничника; 8. Ручна пумпа за подмазивање; 9. Ручица за покретање пумпе; 10. Носач конзола; 11. Граничник; 12.Носач граничника; 13. Електромотор за покретање граничника; 14. Казаљка на скали.

Слика 49-Шематски приказ задњег граничника [5]

8.ЗАКЉУЧАК

Најранији начин управљања машинама алаткама је ручно управљање, где је, као што и име каже, управљање машином вршио радник физичким деловањем на управљачке делове машине. При оваквом управљању, неопходна је стручност радника за рад на одређеној машини, као и познавање процеса обраде и поседовања опште техничког знања. Управо због тога главни недостаци овог управљања машинама алаткама су грешке које прави радник приликом процеса обраде. Али предности овог система је велика флексибилност, односно брз прелазакса производње једног дела на други.

После ручног система управљања машинама алаткама појављују се аутоматски системи управљања, који раде на основу раније припремљеног програма управљања. Када је сачињен програм управљања се за одређени производ се задржава у употреби до тренутка до кад постоји потреба за датим производом или до тренутка унапређења производног процеса. Како је програм основа система аутоматског управљања према њему се системи аутоматског управљања деле на: системе програмског управљања и системе са елементима за самоподешавања-адаптивни САУ.

Код система програмског управљања разликујемо: систем са управљачким вратилом (механички), системе цикличног управљања и системе копирног управљања. Системи са управљачким вратилом су механички, код којих су носиоци програма разни облици кривуља и добоша, са граничници ма који представљају командне елементе. Код њих један окрет управљачког вратила дефинише један циклус технолошког процеса. Они могу бити са управљачким вратилом константне брзине (код којих време радних ходова утиче на промену времена празних ходова у пропорционалном односу), механички системи са управљачким вратилом променљиве брзине (који имају две устале брзине кретања: за радне ходове и за празне ходове), механичке системе помоћним вратилом (настали комбинацијом система са константном брзином и система са управљачким вратилом променљиве брзине, код којих брзине радних кретања и појединих празних ходова контролише вратило са константном брзином, а преостали празни ходови се укључују путем помоћног вратила). Системи цикличног управљања настали су као резултат развоја механичких система са управљачким вратилом. Код овог система информације о режиму обраде се задају тастерима на управљачком плуту или постављањем чепова у одговарајуће отворе командне табле. Пошто на крају сваког кретања извршни орган додирне одређени граничник, који затим активира неки давач (крајњи прекидач, линијску склопку итд.), иницирајући наредно кретање у току рада- па се због тога овакав начин управљања назива још и гранично или контактено управљање. Кретања извршних органа су међусобно условљена па овај систем спада у децентрализоване системе управљања.

Експлатациони квалитет машине зависе од тога на који начин је изведен систем управљања. Систем управљања се састоји од више подсистема-делова који могу бити независни једни од других или међусобно зависни. Основна тежња машиноградње при изради нових машина, али и ревизији постојећих примени што већи број аутоматизованих операција управљања, а да се остале максимално упросте. При томе велика важност се придаје задатку аутоматизације управљања посебно у вези са тенденцијом повећања брзине уз оштрије режиме, што омогућава мала главна времена израде. По правилу, ако је машина намењена за масовну и великосеријску производњу, машина треба бити конструисана као аутомат или полуаутомат. Тако да се пред савремену машиноградњу постављају бројни захтеви од којих су најважнији: безбедност управљања, лакоћа и удобност манипулисања, брзина управљања, тачност система управљања. Проблем који се

јавља при пројектовању машина, представља и избор најрационалније конструкције система управљања. При томе управљање машинама може бити: хидрауличко, механичко, електрично и пнеуматско. Хидраулички, електрични, електрохидраулични и електропнеуматски системи управљања су погодни за даљинско управљање машином. Пнеуматски системи управљања се не користе често, зато што је неопходно да места на којима машина ради буду снабдевени одговарајућом пнеуматском инсталацијом.

Системи за ограничавање хода машине могу бити гранични или подешљиви, односно, механички, електро-механички и хидраулички. Гранични системи подешени су тако да се прекида кретање извршних органа машине на 3-4 mm до критичног положаја, за њих се не захтева се нека посебна тачност. Подешљиви ограничивачи хода су по правилу знатно прецизнији, јер од њихове тачности директно зависи и тачност обрађиваног дела. Основ функционисања механичких система за ограничавање хода је у принципу да се покретни део машине, који треба да се зауставина одређеном месту, удара у крути граничник постављен на непокретном делу машине, при чему расте отпор даљем кретању све до тренутка док се не прекине кинематски ланац преноса. При томе ови системи могу бити изведени преко спојница (канцаста, фриксиона) или пужних преносника. Електромеханички системи за ограничавање хода, исто као и хидраулички, могу бити гранични или подешљивог хода. Имају једноставан систем управљања, а њихову основу чине микропрекидачи, серво урађај и погонски агрегат.

У савременој машиноградњи, један од кључних проблема са којим се сусрећу конструктори, представља избор система управљања машином алатком. Систем управљања машином мора да испуни многобројне захтеве, како у погледу задовољења тражених преформанси машине тако и у погледу технологичности, економичности, безбедности, итд. Производност машине у многоме зависи и од система управљања том машином, где се тежи да ходови које врше покретни делови машине буду што бржи, како би се смањило укупно време производње. Поред тога систем управљања машином има и велики утицај на квалитет производа, односно на тачност израде, јер тачност ходова, које врши извршни орган машине, утиче директно и на тачност самог производа. Поред ових постоје и многи други захтеви који су директно или индиректно везани за систем управљања машином. Управо због тога се са развојем и унапређењем машина алатки, развијају и системи за управљање машином као један од најутицајнији склопова на преформансе саме машине, да бисе задовољили захтеви тржишта.

На примеру граничника код механичких маказама „Јелшград“ тип NG-5, за сечење лима, граничник обезбеђује равномерно резање лима (ширине до 200 mm) по целој дужини. Граничник се састоји од две цевне вођице које су причвршћене за постоље маказа, навртке са траверзама, граничне греде, погонског вратила и једне шине која је повезана са носачем ножа. Подешавање граничника може да буде и механички и преко посебног електромотора, а положај граничника се читава на скали причвршћеној на вођици. Како се гранична греда креће заједно са носачем ножа, примењује се посебан уређај за успоравање покретања граничника у односу на носач ножа, чиме се спречава ранији отклон граничника пре него што притискивачи притисну лим на сто машине. Мада постоји овај систем за успоравање, прецизност маказа није велика, дозвољена толеранција је ± 5 mm. Због тога се ове маказе ретко користе за готове производе, а много чешће за потребе даље производње, али се одликују великом поузданошћу.

ЛИТЕРАТУРА:

[1] Радомир В. Славковић – „ПРОГРАМСКО УПРАВЉАЊЕ МАШИНАМА АЛАТКАМА“, Технички факултет Чачак, 2004.

[2] Светислав Захар – „МАШИНЕ АЛАТКЕ 2“ , Машински факултет Крагујевац, 1997.

[3] Бинко Мусафија,-„ОБРАДА МЕТАЛА ПЛАСТИЧНОМ ДЕФОРМАЦИЈОМ“, Сарајево 1979.

[4] Девеџић Бранислав – „ПЛАСТИЧНОСТ И ОБРАДА МЕТАЛА ДЕФОРМИСАЊЕМ“ Београд, 1992.

[5] Каталог Фирме „Јелшинград“-Бања Лука

[6] Стјепан Панић – „НУМЕРИЧКИ УПРАВЉАЊЕ МАШИНЕ“ - писана предавања , Виша Пословно Техничка Школа Ужице, 2009.

Сајтови:

[a] <http://jelšingrad.makaze.com> (25.11.2015)

[б] <http://masinskoprojektovanje.com> (27.04.2016.)

[ц] <http://www.haas.co.uk> (27.04.2016.)