



Тема:

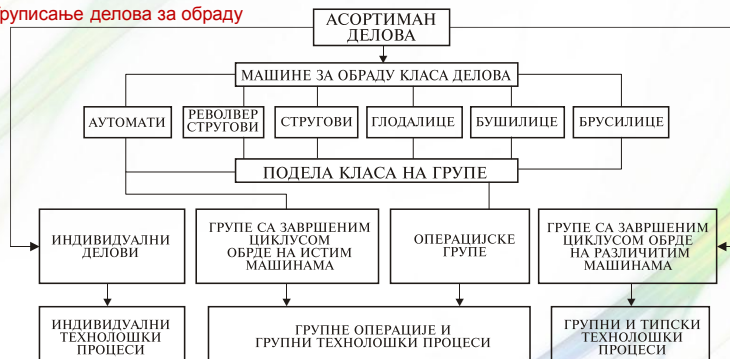
СИСТЕМИ ПРОЈЕКТОВАЊА ТЕХНОЛОШКИХ ПРОЦЕСА

Др Мијодраг Милошевић

Системи пројектовања технолошких процеса

Без обзира да ли се при пројектовању технолошких процеса користе конвенционални или аутоматизовани системи пројектовања, треба имати у виду могућности које у технолошкој припреми и реализацији технолошких процеса нуде концепти **индивидуалне, типске и групне** технологије.

Груписање делова за обраду



У посматраном укупном асортиману производа, односно делова за израду, одређени број увек ће бити без битне технолошке сличности са другима, дакле појединачно **потпуно специфичан** када је неопходно пројектовати и применити у производњи **индивидуалне технолошке процесе израде**. Истовремено, у посматраном асортиману делова могу се утврдити класе делова које се могу груписати у групе или типове за израду по групном или **типском концепту** технолошких процеса.

Системи пројектовања технолошких процеса

Значајан део асортимана делова представљају **класе** које се могу систематизовати у **групе** делова са међусобно високим степенима конструкционе и **технолошке сличности** за обраду на појединим врстама обрадних и технолошких система, у једној или више операција.

Посебне класе делова чине делови који се могу груписати у групе или типове за **целокупну израду** применом одговарајућих групних или типских операција.

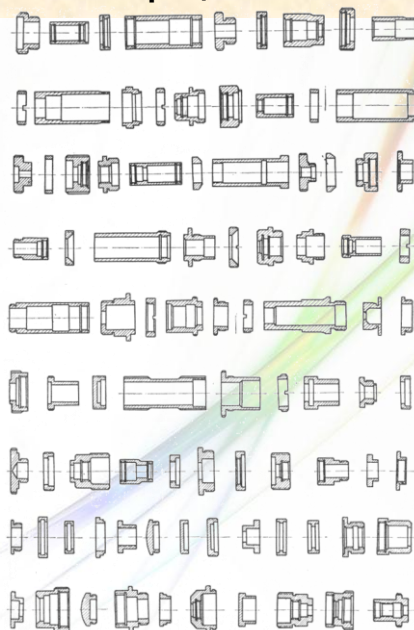
Ради бољег сагледавања и разумевања у касније приказаним примерима пројектовања технолошких процеса обраде на бази наведене систематизације делова и концепата технологије, биће укратко наглашене само неке од основних дефиниција и карактеристика појединих принципа технолошких процеса израде.

Узимајући као пример класу ротационих делова објасниће се основни принципи пројектовања и примене **индивидуалних, типских и групних технолошких процеса** и на тај начин утврдити и њихове основне међусобне принципијелне разлике.

Индивидуални технолошки процеси

Индивидуални технолошки процес је онај који се пројектује и примењује за израду **само једног** одређеног производа, односно дела, према његовом цртежу, обиму производње, односно величини серије, и производним условима, који су на располагању пројектантима у систему технолошке опреме. Пројектовање и примена таквог технолошког процеса узима у обзир **само његове конструкционо-технолошке карактеристике** у посматраним производним условима.

Ово практично значи да би за деведесет делова, колико садржи приказана технолошка група, требало, за поједине операције обраде, пројектовати деведесет одговарајућих управљачких програма за обраду на АФТС са CNC управљањем, било ручним програмирањем, или аутоматизовано применом одговарајућих CAD/CAM програмирских система.



Класа ротационих делова као технолошка група

Групни технолошки процеси

Групни технолошки процес, или **групна операција израде**, пројектује се и реализује у производњи за формирану технолошку групу сличних делова, односно операцијске групе.

У класи делова као једној технолошкој групи са деведесет различитих делова, али, ипак са одређеним степеном међусобне конструкционе и технолошке сличности, за ефикасну обраду стругањем на једном револвер стругу формирано је седам **операцијских група**.

Број операцијских група једне технолошке групе за обраду на појединим групним операцијама, односно на обрадним системима, у општем случају, **није исти**.

Концепт групне технологије, омогућава значајну рационализацију пројектовања технолошких процеса израде, односно одговарајућих операција. За **све делове** појединих операцијских група пројектује се само по једна стандардна, односно **групна операција** обраде, која на изабраном обрадном систему омогућава израду свих делова из одговарајуће операцијске групе у виду једне операције.



Операцијске групе за обраду на револвер стругу

Групни технолошки процеси

Групна операција пројектује се за тзв. **комплексни део операцијске групе**, који може бити **стваран** или **имагинаран**.

За претходни пример, требало би за операције обраде на револвер стругу пројектовати седам групних операција, на основу којих би се могли обрадити сви делови ове технолошке групе.

Уз претпоставку да се обрада стругањем ове технолошке групе реализује на одређеном стругу са CNC управљањем, такође у седам операцијских група, онда се применом концепта групне технологије може значајно рационализовати израда управљачких програма за обраду делова појединих групних операција.

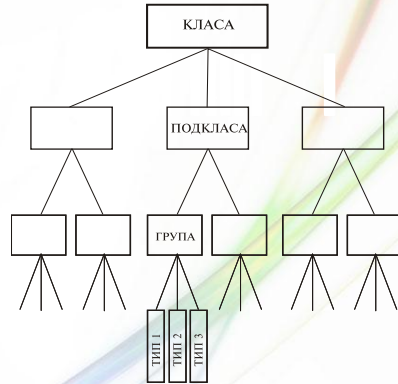
У стварању технолошких подлога за концепирање развоја нових и анализу ефеката примене реализованих АФТС са CNC управљањем, ефикасно се примењује концепт групне и типске технологије.

Концепт групне технологије развијен због **повећања серијности** израде широког асортимана делова у појединачној и малосеријској производњи на адаптираним конвенционалним обрадним и технолошким системима са ефектима серијске производње. Међутим, овај концепт се може применити како у пројектовању технолошких процеса обраде на савременим АФТС, тако и у рационализацији технолошких токова у производним системима.

Типски технолошки процеси

Типски технолошки процеси омогућавају сличне ефекте и циљеве као групни, али се пројектују за типове делова, међусобно битно веће сличности, дакле **јединствених конструкционих и технолошких карактеристика**. Приме томе, основна карактеристика типских технолошких процеса је јединство технолошког процеса при обради сваког конкретног дела истог типа. То захтева да се применом одговарајућег метода груписања, и допунских критеријума, као код групне технологије, до типова делова **долази даљим рашчлањивањем група**, при чему ће тип представљати делови који за израду захтевају **исте обраде и њихов редослед**, односно исте операције и захвате и њихов редослед.

Према томе, **тип чине делови истог облика у датом опсегу димензија**, а разлике међу њима су мале и односе се на димензије површина, тачност, материјал и слично. Отуда је идентичност технолошких процеса обраде за сваки део истог типа основна карактеристика типских технолошких процеса.



Типски технолошки процеси

Лако се може закључити да типске операције обраде одређеног типског технолошког процеса представљају **поједностављене примере групних операција**. Најчешће се сви делови истог типа на појединим типским операцијама обрађују у виду једне операције уколико је њена реализација могућа са једном припремом обрадног система.

При пројектовању типских операција обраде на АФТС са CNC управљањем може се значајно рационализовати израда управљачких програма за обраду појединих делова истог типа, применом технике параметарског програмирања.

Код пројектовања групних и типских операција, за комплексне, односно типске делове, примењују се иста правила пројектовања као и код било ког другог технолошког процеса.

Изложена кратка анализа основних карактеристика групне и типске технологије показује да су концепти ових технологија, засновани на **класификацији и груписању делова**.

Системи класификације и груписања

Груписање делова у одређене технолошке и операцијске групе врши се применом одговарајућих метода и критеријума као што су:

- Конструкционо технолошки класификатори
- Сличност индивидуалних технолошких процеса
- Визуелна класификација

При класификацији и груписању делова у одређене технолошке, а посебно операцијске групе, морају се **узети у обзир и серијност**, односно обим производње сваког појединачног дела.

На слици је приказан пример визуелног груписања делова једне технолошке групе у операцијске групе, уочавањем њихове геометријске и технолошке сличности, уз узимање у обзир и обима производње појединих делова.



При груписању делова у операцијске групе, потребно је постићи задовољавајућу сличност делова у погледу:

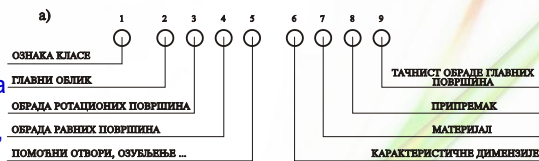
- Габаритних димензија
- Површина за обраду
- Припремака
- Конфигурације
- Тачности мера и квалитета површина.

Конструкционо технолошки класификатори

За класификацију делова развијени су бројни конструкционо технолошки класификатори, од којих ће се овде укратко приказати два карактеристична класификатора.

По броју класификационих показатеља, први класификатор спада у ред класификатора са **умереним** или **ограниченим бројем показатеља**. Може се рећи да су врста и важност појединих показатеља рационално одабрани осим показатеља за тачност обраде, на деветом кодно месту.

Бројним системом класификатора обухваћена је, пре свега, ознака класе. Она се означава кодом који се уписује на прво кодно место класификационог броја. Садржај, односно структура првог кодног места у овом класификатору приказана је на слици. Сви делови се, према томе могу поделити на укупно 10 класа које обухватају само делове који се обрађују у технолошким процесима обраде резањем.



б)

РОТАЦИОНИ ДЕЛОВИ					НЕРОТАЦИОНИ ДЕЛОВИ				
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$T_D \leq 0,5$	$0,5 < T_D \leq 3$	$T_D > 3$	$T_D \leq 2$	$T_D > 2$	Степени	$T_D \leq 3$	$T_D > 3$	$T_D \leq 3$	$T_D > 3$
$0,5 < T_D \leq 3$	$T_D > 3$	$T_D \leq 2$	$T_D > 2$	Степени	Степени	$T_D \leq 3$	$T_D > 3$	$T_D \leq 3$	$T_D > 3$
$T_D \leq 3$	$T_D > 3$	$T_D \leq 2$	$T_D > 2$	Степени	Степени	$T_D \leq 3$	$T_D > 3$	$T_D \leq 3$	$T_D > 3$
$T_D \leq 3$	$T_D > 3$	$T_D \leq 2$	$T_D > 2$	Степени	Степени	$T_D \leq 3$	$T_D > 3$	$T_D \leq 3$	$T_D > 3$

а) значење кодних места,
б) садржај првог кодног места

Овако постављен систем класификације делова пружа могућност да се са ограниченим бројем шифри прикаже знатан број веома важних технолошких карактеристика делова.

Конструкционо технолошки класификатори

За исправну примену овог система класификације делова, потребна је **деталнија шематска, текстуална и илустративна обрада** потребних прилога. Овим се стварају услови за **уједначавање критеријума** при класирању делова у случајевима када се она обавља од стране **више лица** која се могу налазити у разним предузећима, односно погонима.

Овакв систем класификације омогућава класирање - издвајање из једног широког асортимана делова који се обрађују у технолошким процесима скидањем струготине, свих оних који показују међусобну сличност. Дакле, овакви класификатори омогућују **формирање група сличних делова**.

Структура и приказ кодних места конструкционо технолошког класификатора за ротационе делове класе 2 дат је у наставку.

Анализом кодних места, која су релевантна за формирање операцијских група за ефикасну обраду на одговарајућим обрадним системима може се одредити опсег кодних места, као критеријум за формирање операцијских група, са високом технолошком подобношћу за обраду на одговарајућој групној операцији.

При избору класификатора за класификацију и груписање делова у одређеном производном систему треба изабрати класификатор који највише одговара производном програму, а по потреби извршити и одређену корекцију, односно **допуну изабраног** класификатора..

Конструкционо технолошки класификатори

ПОСЛОВАЈ ГРУПА КЛАСИФИКАЦИОНИХ КОДОВА У ШИРОКИ И ЊИХОВО ЗНАЧЕЊЕ

1	2	3	4	5	6	7	8						
0	1	2	3	4	5	6	7						
			ОСНИЦИ СТАЛНИХ РОТАЦИОНИХ ПОВРШИНА ОБЈЕКТИ ЗА ОБРАДУ		ОСНИЦИ ГЛАВНИХ УПРАВЉАЊИХ РОТАЦИОНИХ ПОВРШИНА ОБЈЕКТИ ГЛАВНИХ ОУГОРА И РУПА ЗА СВЕРЛА		ОСНИЦИ НЕРОТАЦИОНИХ ПОВРШИНА						
ПРЕМНИК D 0 $D \leq 60$ 1 $D > 60$ 2 $60 < D \leq 100$ 3 $100 < D \leq 200$ 4 $200 < D \leq 400$ 5 $400 < D \leq 700$ 6 $700 < D \leq 1000$ 7 $1000 < D$			МАТЕРИЈАЛ 0 Челик ≤ 850 N/mm ² 1 Челик за лобљивање 2 Легирани челици 3 Лаки метали 4 Објекти метали 5 Слив 6 Титанер 7 Челични лит 8 Пластичне масе и с.л. 9 Остали материјали			ОСНИЦИ СТАЛНИХ РОТАЦИОНИХ ПОВРШИНА ОБЈЕКТИ ЗА ОБРАДУ 0 Главни сталежни професи 1 Цилиндричне, нефиниране урети 2 Без финише урети 3 Као под 2, али навој 4 Као под 2 и 3, али: финише урети, конуси и фазе, површине 5 Без финише урети 6 Као под 5, али навој 7 Као под 5 и 6, али: финише урети, конуси и фазе, површине 8 Ручни навоји (навој дрвене прикљаче за објекти, дискови конуси и фазе, површине) 9 Специјални облици		ОСНИЦИ ГЛАВНИХ УПРАВЉАЊИХ РОТАЦИОНИХ ПОВРШИНА ОБЈЕКТИ ГЛАВНИХ ОУГОРА И РУПА ЗА СВЕРЛА 0 Без зглобних отвора 1 С једне или обе стране 2 Као под 1, али: навој и финише урети 3 Као под 2 и 3, али: финише урети, конуси и фазе, површине 4 Рупе са ексцентрис осом 5 Главни, без степенастих површина 6 Степенасте ф с једне или обе стране: финише урети, конуси 7 Као под 3 и 6, али: конуси и фазе, површине 8 Ултрани са ексцентрис осом 9 Специјални облици		ОСНИЦИ НЕРОТАЦИОНИХ ПОВРШИНА 0 Без перфорирањих површина 1 Паралелне и међусобно управљиве перфорирање 2 Рупе и отвори у радијалној осови паралелној прилици 3 Урети и прорези, сасисни 4 Углатаних зглобних 5 Сложених зглобних 6 Комбинације површина под 4 и 5. 7 Производно од зглобних (зглобне левце) 8 9 Специјални облици		ПОМОЋНИ ОУГОРИ И РУПА 0 Без отвора и рупа 1 Рупе и отвори у аксијалној осови паралелној прилици 2 Рупе и отвори у радијалној осови паралелној прилици 3 Комбинација отвора као под 1 и 2, али: произвољно прилици отвора и рупа. 4 Објекти цилиндричних површина 5 Објекти конусних и конусних површина 6 Комбинација под 4 и 5, зглобне. 7 8 9 Објекти цилиндричних површина	
ОСОБИНЕ D < 20; LD > 4 20 < D < 40; LD > 3 40 < D < 200; LD > 2 200 < D; LD > 1			ОБЈЕКТИ МАТЕРИЈАЛ 0 Ф профили 1 Ф профили објекти валови 2 Шипови, профилни прорези 3 Цели 4 Стандардни профилни L, L _T и с.л. 5 Траке, плоче и лимови 6 Опанци или одпанци 7 Разни заварени припреми 8 Материјал стандардни профилнашине облици 9 Објекти цилиндричних површина		ОБЈЕКТИ МАТЕРИЈАЛ 0 Ф профили 1 Ф профили објекти валови 2 Шипови, профилни прорези 3 Цели 4 Стандардни профилни L, L _T и с.л. 5 Траке, плоче и лимови 6 Опанци или одпанци 7 Разни заварени припреми 8 Материјал стандардни профилнашине облици 9 Објекти цилиндричних површина								

ОЗНАКА 221.6501.0

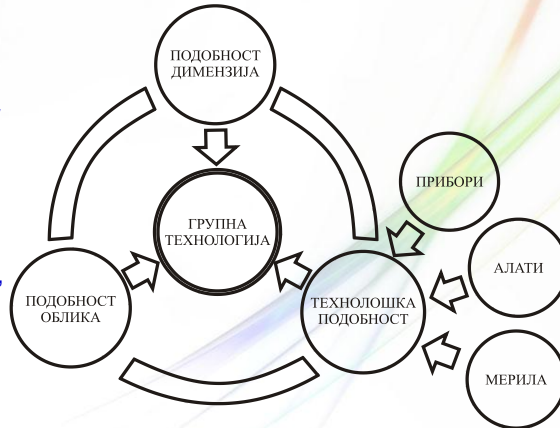
300

Слика 9.7 Класификатор за ротационе делове облика осовине [31]

Критеријуми за формирање операцијских група

Полазаћи од дефиниције операција, за операцијску групу делова за обраду по групном концепту на одређеном обрадном систему може се рећи да је чине они делови који се могу обрадити на посматраном обрадном систему у виду једне операције, дакле са једном припремом обрадног система. Ови захтеви обезбеђују се, дакле, **подобношћу операцијске групе**, коју чине **подобност димензија, облика и технолошка подобност**.

Технолошку подобност одређују прибори, алати и мерила. Ако је, на пример, операцијска група за обраду на одређеном обрадном систему формирана на основу неког класификатора, што се може приказати у виду одговарајуће **матрице класификационих бројева**, онда се њена подобност одређује утврђивањем **опсега појединих кодних места** која су релевантна за посматрани обрадни системи.



Елементи подобности операцијске групе за групну обраду

Критеријуми за формирање операцијских група

Ако је класификација делова у посматраном примеру извршена применом приказаног класификатора, онда се види да је избором кода на другом месту обезбеђена подобност групе у погледу пречника $D \leq 60$, дужина делова облика осовина, $300 < L \leq 500$, што је условљено технолошким могућностима изабраног обрадног система. Усвајањем опсега четвртог кодног места од 1 до 2 одређена је, подобност групе у погледу спољашњих површина за обраду, док је опсегом петог кодног места од 1 до 5 одређена подобност за обраду унутрашњих ротационих површина, односно отвора и рупа. Опсегом седмог кодног места од 0 до 1 одређена је подобност операцијске групе у погледу обраде помоћних рупа и отвора у аксијалном правцу произвољног положаја, јер изабрани струг са NC управљањем поседује могућност обраде гоњеним алатима. Опсегом осмог кодног места од 0 до 1 одређени су облици и врсте припремака за обраду делова ове операцијске групе.

		Редни број кодног места →							
Вредност кодног места ↓	0						0	0	0
	1		1		1	1		1	1
	2	2		2	2				
	3								
	4								
	5					5			
	6								
	7								
	8								
	9								

Матрица класификационих бројева једне операцијске групе за обраду на CNC стругу

Према томе, утврђивањем опсега кодних места, која су релевантна за ефикасну обраду свих делова одређене операцијске групе на изабраном обрадном систему, одређени су **додатни критеријуми за груписање делова**, који обезбеђују неопходну подобност за обраду те групе.

Технолошка подобност савремених обрадних система за примену концепта групне и типске технологије

Познато је да је у развоју и примени концепта групне и типске технологије на конвенционалним обрадним системима неопходна њихова адаптација и **подизања нивоа аутоматизације** у погледу позиционирања и стезања обрадка, ефикасне припреме неопходних алата за обраду свих делова који чине операцијску групу и аутоматизованог управљања циклусом обраде појединих делова.

Анализа ових захтева и реализованих бројних примера адаптације конвенционалних обрадних система, показује да савремени АФТС са CNC управљањем својим техничким и технолошким могућностима скоро у највећој мери обезбеђују захтеве технолошке подобности у погледу ефикасне припреме и управљања алатима за обраду и аутоматизације циклуса обраде на бази CNC управљања, укључујући и мерење као део обрадног циклуса. Исто тако, стандардни, односно универзални прибори на овим обрадним системима, су изведени са савременим аутоматизованим начином позиционирања, стезања и отпуштања обрадка.

Према томе, применом **групног прибора**, уз израду управљачких програма за обраду сваког дела из операцијске групе, створене су све неопходне претпоставке за ефикасну обраду свих делова одређене операцијске групе на изабраном обрадном систему са CNC управљањем.

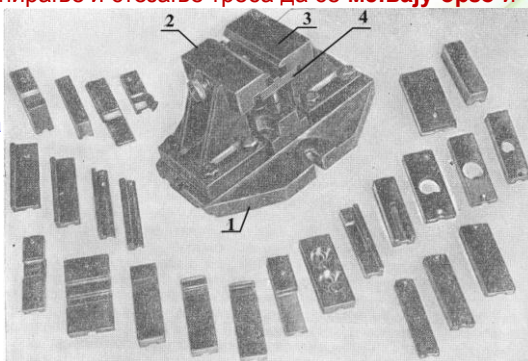
Ефекти примене групних прибора

Групни прибор се пројектује тако да омогући ефикасно позиционирање и стезање сваког дела из формиране операцијске групе за обраду на посматраном обрадном систему са NC управљањем.

При пројектовању и изради групног прибора треба обезбедити следеће захтеве:

- Групни прибор треба да има **једно тело** са што већим **степеном универзалности** примене
- Обезбедити такво решење групног прибора које има **што мањи број различитих елемената** за позиционирање и стезање свих делова операц.групе
- **Додатни елементи** за позиционирање и стезање треба да се **мењају брзо и ефикасно**.

Као илустрација, приказан је групни прибор за **глодање жљебова**, који се састоји од **тела 1, стубова 2 и 3 и стезача 4**, као основних делова. Регулисање висине стезача врши се помоћу вијка. Стезање је пнеуматско преко стезача 4, на који се постављају одговарајући **изменљиви елементи** за позиционирање појединих делова операцијске групе.



Групни прибор са изменљивим елементима за стезање делова једне операцијске групе при глодању жљебова

Ефекти примене групних прибора

Групни прибор ће бити скупљи од једног специјалног прибора пројектованог за обраду једног одређеног дела. Међутим, групни прибор се примењује за обраду свих делова једне операцијске групе, па се **економском анализом** утврђују услови његове примене.

Ако се са P_{a1} означи вредност годишњих трошкова за неки групни прибор, а за један део, односно производ годишњи обим производње са Q , онда се групни прибор примењује ако је испуњен услов:

$$P_{a1} \leq E \cdot Q$$

где је: E - економичност, дин/ком.

На основу овог израза и дијаграма на слици, види се да је:

$$Q_{\min} = \frac{P_{a1}}{E}$$

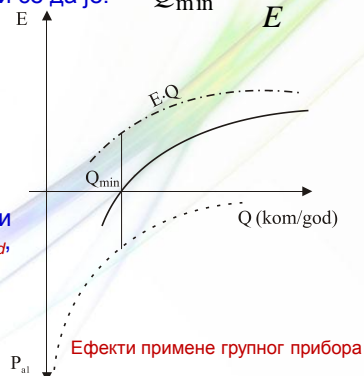
Основне **елементе трошкова** групног прибора чине трошкови:

- Пројектовања T_g
- Материјала за израду M_g
- Цене израде C_g

Трошкови пројектовања T_g одређују се на основу трошкова пројектовања **тела** групног прибора T_t и трошкова пројектовања **додатних елемената** T_d , односно:

$$T_g = T_t + \sum_{i=1}^m T_{d_i}$$

где је: m - број делова.



Ефекти примене групних прибора

Истовремено, трошкови пројектовања **специјалних** прибора за m делова биће:

$$T_s = \sum_{i=1}^m T_{s_i}$$

Трошкови **материјала** за групни прибор биће:

$$M_g = M_t + \sum_{i=1}^m M_{d_i}$$

а за **специјалне** приборе ови трошкови износе:

$$M_s = \sum_{i=1}^m M_{s_i}$$

Трошкови израде групног прибора и специјалних прибора за m различитих делова биће респективно:

$$I_g = I_t + \sum_{i=1}^m I_{d_i} \quad I_s = \sum_{i=1}^m I_{s_i}$$

Сабирањем три поменуте групе трошкова за групни и специјалне приборе могу се одредити **укупне цене** ових прибора, односно:

$$C_g = C_t + \sum_{i=1}^m C_{d_i} \quad C_s = \sum_{i=1}^m C_{s_i}$$

За **годишњи обим производње** свих делова, који износи:

$$Q = \sum_{i=1}^m Q_i$$

трошкови прибора **по једном обрадк**у биће, за групни и специјални прибор:

$$P_{1g} = \frac{C_t + \sum_{i=1}^m C_{d_i}}{\sum_{i=1}^m Q_i} \quad P_{1s} = \frac{\sum_{i=1}^m C_{s_i}}{\sum_{i=1}^m Q_i}$$

Пројектовање индивидуалних технолошких процеса

Индивидуални технолошки процеси у појединачној и малосеријској производњи, који се реализују на конвенционалним обрадним системима, пројектују се врло начелно, јер су послужиоци на овим обрадним системима по правилу **довољно стручни** за реализацију процеса израде и без детаљније технолошке припреме, која би, дакле, непотребно повећавала трошкове израде производа.

Технолошки процеси **серијске** и **масовне** производње који се реализују на одговарајућим конвенционалним обрадним и технолошким системима, као и технолошки процеси који се реализују на АФТС са CNC управљањем, пројектују се по индивидуалном концепту.

Пројектовање индивидуалних технолошких процеса обраде на конвенционалним обрадним и технолошким системима

Пројектовање индивидуалних технолошких процеса у серијској и масовној производњи, који се реализују на одговарајућим конвенционалним обрадним и технолошким системима, врши се врло детаљно, **разрадом садржаја технолошког процеса**, кроз прецизирање операција израде у виду тзв. цртане технологије.

Садржај технолошког процеса израде производа дефинише се на одговарајућем обрасцу. У овом основном технолошком документу, као што се види, уносе се основни подаци о производу, односно делу као што је **назив, обим производње и врста припремка**.

Другу групу података у садржају технолошког процеса чини **редослед и врста операција, са ознакама и називима машина**, као и **операцијска времена** са њиховим елементима, као што су припремнозавршно, основно и помоћно време.

Садржај ТП

Операцијска времена на појединим машинама, односно радним местима, уз годишњи обим производње за сваки производ, који се дају у садржају технолошког процеса, омогућавају, дакле, израчунавање потребних **капацитета** и проверу **степенa искоришћења ефективних капацитета** радних места.

Прецизирање појединих операција, које су дате у садржају технолошког процеса, врши се на одговарајућем обрасцу **Карте операције**.

FTN NOVI SAD DEPARTMAN ZA PROIZVODNO MASINSTVO		SADRŽAJ TEHNOLOŠKOG PROCESA			Proizvod				
					Obim proizvodnje (kom/god)				
					1200				
Naziv dela		BROJ dela		Identifikacioni klasifikacioni		Ide u proizvod		Komada	
Oznaka i stanje materijala		Vrsta i dimenzije pripreмка		Pogon		Odeljenje			
Oznaka #ABR10M14		Kod		Oznaka ODLIVAK		Kod			
Operaci.	NAZIV OPERACIJE	Mašina			Vreme (min)				
		Naziv	Oznaka	Priprem	Osnovno	Pomoćno	Pa kom.	Kom/šk	
10	SRTUGANJE I BUŠENJE	FTC	GU 600	20			1,9	252	
20	STRUGANJE I BUŠENJE	FTC	GU 600	20			1,7	282	
30	ZAVRŠNA KONTROLA	MERNI LABORATORIJA			10				
40	PAKOVANJE	RADNI STO			5				

Карта операције

У **Карти операције** садржани су подаци о **производу**, односно делу производа, који се односе на назив и број дела, број операције, обим производње и величину серије.

Другу групу података чине подаци о материјалу, врсти припремка, машини, прибору, мерилима и алатима, као и подаци о елементима времена операције, као и укупно време операције.

Трећу групу података чини скица и опис операције, односно подоперација са означеним површинама за ослањање, позиционирање и стезање, коришћењем следећих ознака:

- *Ослањање* ○
- *Позиционирање* —▷
- *Стезање* —▶

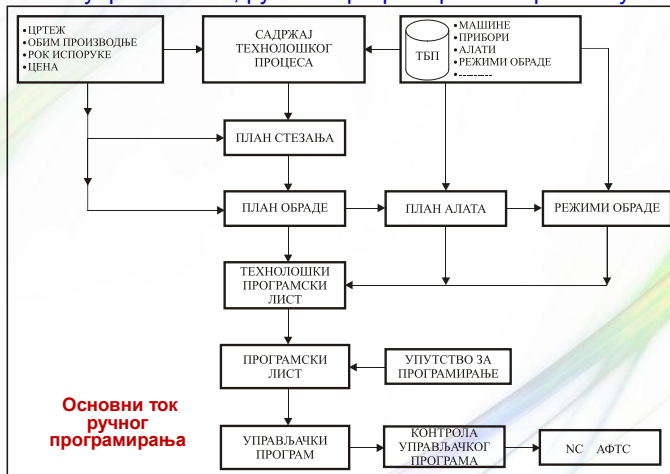
Опис операције, односно подоперације, дефинише се редоследом и врстом захвата обраде, који одређује садржај, односно структуру операције. За сваки захват уноси се назив и ознака алата, као и одговарајући режими обраде.

Површине које се обрађују означавају се задебљаним линијама, са димензијама, толеранцијама и квалитетом обраде.

ФТИ НОВИ САД ДЕПАРТАМАН ЗА ПРОИЗВОДНО МАШИНСТВО		КАРТА ОПЕРАЦИЈЕ				Производ		
						Обим производње (ком.тог)		
						1000		
Назив дела		Број дела	Идентификациони	АСИ 400 063		Величина серије		
Врстило са оубљењем			Класификациони			Број операција		
Ознака и стање материјала		Врста и димензије припремка		Време операције				
56-60 HRC		Шинка Ф 35x221		Процесно	Основно	Поводно	По поводу	
Потон		Назив и ознака	Ид. број	T _{пр}	t _р	t _п	t _п	
Одељење		машице	машице	15	3,5	1,5	5	
		NC брзица						
Назив операције		Средство за		Ознака		Обрад. са делом		
БРУШЕЊЕ		СПН02				Ком/8h		
Фила	ОПИС ОПЕРАЦИЈЕ	Режими обраде			Прибори, алати и мерила		Постојаност	Код
		п	з	δ	Назив	Ознака	алата	захвата
201	Брусина ф 18x5	450	0,002		Прибор са ваљалима, тоцило			
202	Брусина ф 20x5	450	0,002		Резач ф 18x5			
					Резач ф 20x5			

Пројектовање индивидуалних технолошких процеса обраде на АФТС ручним програмирањем

Пројектовање технолошких процеса, односно одговарајућих операција обраде на АФТС са CNC управљањем, ручним програмирањем врши се у складу са сликом.



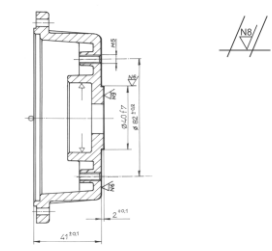
На почетку се, на основу улазних података и општих правила пројектовања, која су раније изложена, врши избор припремка и усвајање садржаја технолошког процеса израде производа, који подразумева и избор АФТС са CNC управљањем за поједине операције обраде.

План стезања

Планом стезања одређује се број и редослед подоперација, као и базе за ослањање, позиционирање и стезање у свакој подоперацији. На слици је приказан пример друге операције технолошког процеса израде *Носача лежаја*, са означеним базама за обраду.

Дефинисање плана стезања у карти операције

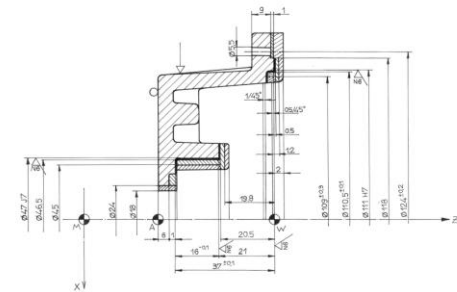
FTN NOVI SAD DEPARTMAN ZA PROIZVODNO MASINSTVO		KARTA OPERACIJE				Proizvod		
						Obim proizvodnje (kom god)		
						1200		
Naziv dela NOSAČ LEŽAJA		Broj dela	Identifikacioni Klasifikacioni		Velicina serije		120	
Oznaka i stanje materijala		Vrsta i dimenzije pripremkа		Vreme operacije				
56-60 HRc		P.AISI10Vg44		Priprema grubice		Osuvno	Pocetno	
Pogon	Odeljenje	Naziv i oznaka mašine	Ident. broj mašine	T_{pr}	t_1	t_2	Po komada	
		INDEX GU-600		20	8,5	1	1,70	
Naziv operacije		Sredstvo za bladenje	Oznaka	Obrad. sa delom		Kom-SH		
STRUGANJE		EMULZIJA						
Faza	OPIS OPERACIJE	Režim obrade			Pribori, alati i merila		Postojanost alata	Kod zavrta
		n	s	δ	Oznaka			
Specijalni pribor								
1	Strugati grubo na dužinu 43 ^{+0,1}	710	0.3	1	PTGNR TSMC	2020 K-16 160404 K-20	15	
2	Strugati stepenicu potu- završno ø11 na dužini 2 ^{+0,1}	800	0.2	1.15	R S71.5 KNUX	160405 R11 K-20	18	
3	Strugati stepenicu završno ø17 na dužini 2 ^{+0,1}				R S71.5 KNUX	160405 R11 K-20	10	
4	Zabušiti kvad. 5 na prečniku ø2 ^{+0,1}	5000	0.06		Zabušivač	JUS K. D3. 061	45	
5	Bušiti kvad. 2 na prečniku ø2 ^{+0,1}	3150	0.1		Spiralna burgija	JUS K. D3. 021	12	
6	Upraviti kvad. 4 ^{+0,1} na prečniku ø2 ^{+0,1}	2000	0.14		Komadni opuštac	JUS K. D3. 321	50	
7	Urezati navoj 4xM5 na prečniku ø2 ^{+0,1}	630	0.8		Maksimalni ureznak M5	DIN 376	12	



План обраде

Планом обраде прецизно се дефинишу **захвати** и **пролази** обраде појединих операција, односно подоперација, са димензијама, толеранцијама и квалитетом обрађене површине. Исто тако, у **Плану обраде** означавају се површине обрадкa за **ослањање**, **позиционирање** и **стезање**, као и нулта тачка програмирања W, нулта тачка обрадног система M и тачка ослањања обрадкa у односу на прибор A.

Очигледно је да се на *Карти операције*, осим броја подоперација, односно плана стезања може приказати и план обраде, дакле и без посебног технолошког документа.

FTN NOVI SAD DEPARTMAN ZA PROIZVODNO MASINSTVO		ПЛАН ОБРАДЕ		Радни предмет:		Машина:		Број операције:		Лист:	
				Носач лежаја		INDEX GU-600					
				Број цртежа: 614 B1 236		Број програма: 102		Израдио:		Датум:	
											

План алата

На основу усвојеног садржаја операције, односно плана обраде, из базе података за алате врши се избор алата за сваки захват, а потом и режими обраде из одговарајуће базе података.

Изабрани алати за поједине операције могу да се прикажу на посебном документу као што је **План алата**.

		ПЛАН АЛАТА		Назив дела:		
				Број дела:		
				Операција: СТРУГАЊЕ		
Број постоја	АЛАТ - НАЗИВ	Износ број	Адреса алата	Поз.	Резна плочица Материјал Релјеф	Мери постачања X Y
1	Нож за бочну обраду		T04	4	K20 0,4	-22 130
2	Копирни нож		T05	5	K20 0,5	-18 110
3	Забрушени φ2,5		T06	6	C.6880	0 130
4	Спирални бурџић φ4,2		T07	7	C.6880	0 140
5	Копирни уносач φ10		T08	8	C.6880	0 130
6	Машински уносач M5		T09	9	C.6880	0 135
Датум: _____ Издање: _____ Прегледао: _____ Број програма: _____ Место: _____						
Лист број: _____						

Карта алата

Подаци о алатима, као што су координате врха сечива у односу на референтну тачку држача E, подаци о држачу, дршци, резној плочици и резној геометрији, бирају се из базе података за алате и уносе се у **Карту алата**, у којој су унети подаци за нож за бочну обраду, односно T04, који се користи у поменутој операцији израде *Носача лежаја*.


Карте алата за бушење, глодање, рендисање, брушење итд. прилагођене су у погледу садржаја података, који захтевају ове врсте алата.

		КАРТА АЛАТА ЗА СТРУГАЊЕ		Назив дела:									
				Број дела:									
				Машина: G1 600									
Назив алата: НОЖ ЗА БОЧНУ ОБРАДУ													
ДРЖАЧ АЛАТА: Држач: _____ Величина: _____ Ознака: BN 698 Произвођач: INDEX			ДРШКА АЛАТА: Ознака: PTGSR 2020 K-16 Држина: _____ Угло грубе површине: _____ Произвођач: SANDVIK										
Напомене: <input type="checkbox"/> Смер обраде радног вртења <input checked="" type="checkbox"/> спољашња обрада <input checked="" type="checkbox"/> унутрашња обрада <input checked="" type="checkbox"/> десни <input type="checkbox"/> левни <input type="checkbox"/> леви <input type="checkbox"/> десни			Код алата: <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>X</td> <td>Z</td> <td>A</td> <td>B</td> </tr> <tr> <td>-22</td> <td>130</td> <td>2</td> <td>0,4</td> </tr> </table>			X	Z	A	B	-22	130	2	0,4
X	Z	A	B										
-22	130	2	0,4										
РЕЗНА ПЛОЧИЦА Ознака: _____		Материјал резне плочице: _____	Фазе: _____										
TNGM 16044		K20	90° -0° 12° 2° 0,4°										
Датум: _____ Издање: _____ Прегледао: _____ Број програма: _____ Место: _____													
Лист број: _____													

Технолошки програмски лист

Непосредна припрема за израду управљачког програма ручним програмирањем односи се на израду **Технолошког програмског листа**.

На основу Технолошког програмског листа и упутства за ручно програмирање врши се израда управљачког програма.

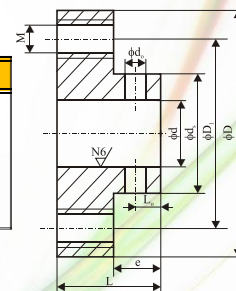
 ФТИ НОВИ САД ДЕПАРТАМАН ЗА ПРОИЗВОДНО МАШИНСТВО	ТЕХНОЛОШКИ ПРОГРАМСКИ ЛИСТ	Радни предмет:	Машина:	Број операције:	Лист:
		Број цртежа:	Број програма:	Израдио:	Датум:

Редни број	ЗАХВАТ	Димензије				Повлак		Брзина резања	Број обр.	Дубина резања	Гл. време	Коорд. крој. тачке			НАПОМЕНА
		D	L	s	V _c	V	n	δ	t _c	x	z				
		mm	mm	mm/o	mm/min	m/min	o/min	mm	min	mm	mm	mm	mm		
%102	Почетак (број програма)														
N5	Померање брзим ходом без померања нулте тачке													II степен преноса редуктора	
N10	Померање нулте тачке M у тачку W														
N15	Дефинисање алата				250	710								Укључивање радног вртена у десно	
N20	Примицање алата									120	45			Укључивање ср. за хлађење	
N25	Грубо стругање чели			0.3	213	250	710	1	0.46	20	43 ^{+0.2}				
N30	Повратни циклус														
N35	Окретање револвер главе (копирни нож)														

Пројектовање технолошких процеса применом концепта **типске технологије**

Као што је познато, типски цртежи приказују се са опсегом димензија у виду табела, квалитетом обраде и материјалом за израду. Пример типског цртежа типизираних делова облика прирубница, поклопаца и прстенова приказан је на слици.

Бр. цртежа	Назив	d ₁	D ₁	dh6	D	L	e	d ₂	L ₂	4xM	Матер.	Ком. /зод.
030.2501.000	поклопац	80	90	65	105	45	15	5	7	M6		110
030.2501.001	поклопац	80	95	68	115	55	15	5	7	M8		180
030.2501.002	прируб.	80	110	35	145	65	40	8	20	M10	Ч. 0540	210
030.2501.003	претен	80	90	72	105	15	8	3	7	M8		150
030.2501.004	прируб.	85	100	75	120	20	15	3	7	M8		200



Пројектовање технолошких процеса израде применом концепта типске технологије почиње анализом улазних података, дефинисаних типским цртежом, обимом производње и димензија појединих типских делова, рокова испоруке, уговорене цене и расположивих производних услова.

У другом кораку, полазећи од поменутих улазних података врши се избор **рационалног припрема** за израду појединих типизираних делова. За посматрани пример на слици, изабрана је топло ваљана шипка одговарајућих пречника, према пречнику ϕD , иако је могући предмет анализе могао бити и **групни отковак**, као варијанта припрема.

Садржај типског технолошког процеса

Полазећи од поменутих улазних података, усвојене врсте припремка и расположивих производних услова, дефинише се **Садржај типског технолошког процеса**.

РЕД. БРОЈ	НАЗИВ ОПЕРАЦИЈЕ	МАШИНА, УРЕЂАЈ
10	Одсецање	Тестера за одсецање
20	Стругање	NC струг
30	Контрола	Контролни сто
40	Брушење	NC бруслица
50	Завршна контрола	Одељење контроле

Пројектовање типских операција

Типске операције, које чине садржај одговарајућег технолошког процеса, пројектују се према свим правилима која су раније изложена, у погледу база за обраду, подоперација и њиховог садржаја, редоследа обрада итд. Димензије које се постижу у појединим захватима, односно пролазима, дају се у општим ознакама.

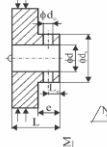
Операцијску групу делова, који се обрађују по концепту типске технологије у једној операцији, чине они делови који, пре свега у погледу димензија, обезбеђују потребну технолошку подобност, која је раније поменута и анализирана.

Типске операције, пројектују се на одговарајућој **Карти типске операције**.

Карта типске операције

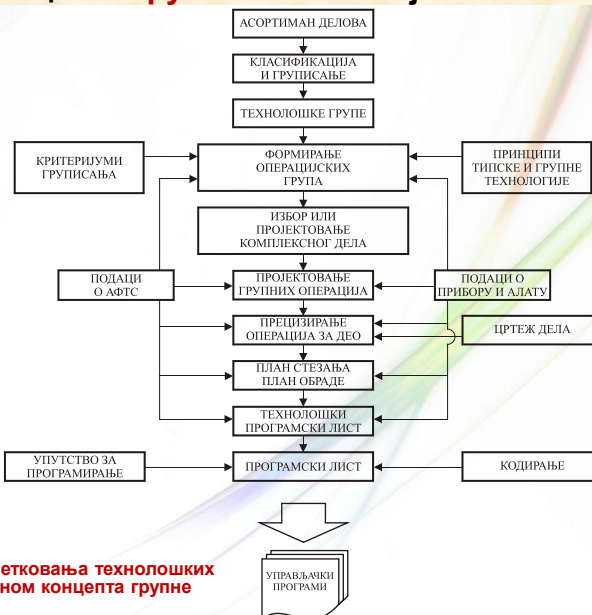
Опис типске операције, односно њен садржај, даје се у општим ознакама. Број и редослед подоперација, као и редослед обрада, усвајају се на бази општих правила пројектовања технолошких процеса, која су раније изложена. У погледу режима и елемената времена обраде у *Карти типске операције* уносе се **само заједнички подаци** који се користе при обради сваког дела истог типа.

Матрица класификационих бројева за посматрани пример типизираних делова одређена је применом класификатора.

ФТИ НОВИ САД ДЕПАРТАМАН ЗА ПРОИЗВОДНО МАШИНСТВО		КАРТА ТИПСКЕ ОПЕРАЦИЈЕ										Број операције Лист/листова													
												20 1/1													
Назив дела		Матрица класификационих бројева	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Идентификациони број дела	
Материјал	C. 0545		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Класификациони број дела		
Стање и димензије полуфабриката	Шипка фd		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	Ознака и назив мамене
Везична серија	40		43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	Идентификациони број дела
			65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	03025030.20.L42111
Фела	СКИЦА ОПЕРАЦИЈЕ	НАЗИВ И ОПИС ОПЕРАЦИЈЕ		ОЗНАКА				ВРЕМЕ(мин)				ПРИМЕ-ЛКА													
		Прибор	Алат	Мерил	v	s	δ	T _в	t _п	t _с	t _к		t _т												
20/1		Поравнати чело на L...	T.01	220	0.20																				
		Забušити фd...	T.02	20	0.08																				
		Прошарити фd...	T.03	25	0.12																				
		Стругати полузавршно фd...	T.04	25	0.15																				
		Стругати грубо фd...	T.05	250	0.25																				
		Стругати завршно фd...	T.06	220	0.20																				
		Поравнати чело с...	T.07	250	0.25																				
		Забušити фd...	T.08	220	0.20																				
		Брушити фd... на L...	T.09	20	0.08																				
		Стругати чело на L...	T.10	220	0.20																				
		Стругати грубо фd...	T.11	220	0.20																				
		Стругати завршно фd...	T.12	250	0.25																				
		Стругати полузавршно фd...	T.13	250	0.25																				
		Забušити 4xфd...	T.14	20	0.08																				
		Брушити 4xфd...	T.15	25	0.12																				
		Урезати 4xM ...	T.16	25	0.10																				
Издао:		Контролисао:																							

Пројектовање технолошких процеса применом концепта **групне** технологије

Одређена технолошка група делова, како је раније и истакнуто, за задате услове производње, који се односе на захтеве тачности израде, обим производње појединих делова и расположиву технолошко-производну опрему, дели се у операцијске групе за обраду на појединим групним операцијама. Наиме, након класификације и груписања делова одређеног производног асортимана, формирају се **технолошке**, а потом **операцијске групе**. Формиране операцијске групе за поједине операције обраде треба да имају захтевани ниво технолошке подобности у погледу ефикасности групне обраде, у складу са захтевима типске и групне технологије.



Општи ток пројектовања технолошких процеса применом концепта групне технологије

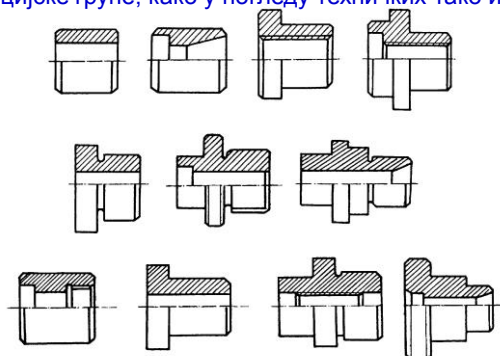
Пројектовање групних операција обраде

Усвајањем редоследа и врста групних операција за задате услове дефинише се **садржај групног технолошког процеса** израде свих делова посматране технолошке групе.

Пројектовање групног технолошког процеса израде посматране технолошке групе делова решава се, у суштини, пројектовањем усвојених групних операција за поједине операцијске групе, односно за одговарајуће **комплексне делове**.

Групне операције обраде пројектују се, за одговарајуће комплексне делове, који могу бити **стварни** или **имагинарни**. При томе, усвојено решење групне операције на изабраном обрадном систему, треба да омогући ефикасну обраду сваког дела из посматране операцијске групе, како у погледу техничких тако и у погледу економских захтева.

Комплексни део, стварни или имагинарни, мора поседовати све **појединачне или елементарне облике површина**, који чине унутрашњу и спољашњу контуру сваког дела операцијске групе, као и захтеве у погледу **тачности израде** према захтевима који се појављују код свих делова операцијске групе.



Операцијска група за обраду на стругу са CNC управљањем

Избор или пројектовање комплексног дела

Ако се као пример посматра једна операцијска група за обраду на стругу са CNC управљањем, онда је за ову операцијску групу пројектован имагинарни комплексни део.

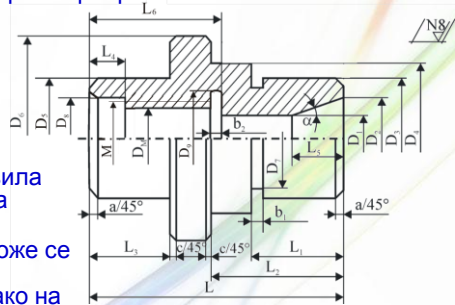
Комплексни део дефинише се у општим ознакама као и типски део. На основу анализе димензија, конфигурација облика и обима производње сваког дела из операцијске групе, за посматрани пример изабрана је ваљана шипка одговарајућих пречника, као рационална врста припремка.

За пројектовани комплексни део и усвојену врсту припремка пројектована је **групна операција обраде** на CNC стругу у две подоперације, које су приказане на **Карти групне операције**.

При пројектовању операција обраде за комплексни део примењују се општа правила пројектовања операција, која се односе на базе за обраду и редослед обрада.

Применом концепта групне технологије може се значајно рационализовати пројектовање технолошких процеса који се реализују, како на конвенционалним, тако и на АФТС са CNC управљањем.

Прецизирање операција обраде за поједине делове операцијске групе врши се на основу пројектоване групне операције и цртежа делова, тако што ће се узети димензије оних захвата које имају ти делови, а **изоставити непостојеће захвате на појединим деловима**.



Комплексни део за операцијску групу

Карта групне операције

ФТИ НОВИ САД ДЕПАРТАМАН ЗА ПРОИЗВОДНО МАШИНСТВО		КАРТА ГРУПНЕ ОПЕРАЦИЈЕ																				Број операције 20	
Назив дела																						Лист/листова 1/1	
Материјал		Матрица класификационих бројева																				Идентификациони број дела	
Стање и димензије полуфабриката		Матрица класификационих бројева																				Класификациони број дела	
Величина серије		Матрица класификационих бројева																				Оска и назив масине	
		Матрица класификационих бројева																				Интернална ознака	
Фаза	СКИЦА ОПЕРАЦИЈЕ	НАЗИВ И ОПИС ОПЕРАЦИЈЕ		ОЗНАКА			ВРЕМЕ (мин)					ПРИМ. ДА											
		Прибори	Алати	Мерила	v	s	δ	T _p	t ₁	t ₂	t ₃	t ₄											
20/1		Поравнати чело на L ⁶ ... Забрушити D ₁ ... Стругати грубо D ₂ ... L ₂ ... Стругати грубо D ₃ ... L ₃ ... Усећи жлеб b ₃ ... Бушити D ₄ ... L ₄ ... Проширити D ₅ ... L ₅ ... Стругати конус D ₆ ... α=... Стругати завршно по контури споља, оборити ивицу α/45°.../45°; D ₂ ... D ₃ ...		T.01 T.02 T.03 T.03 T.04 T.05 T.06 T.06 T.07	САМОЦЕНТРИРАЊУБИ СТЕЛАЧ ПОМИЧНО МЕРИЛО, ШАБЛОНИ ЗА НАВОЈ M				40														
20/2		Поравнати чело на L ⁶ ... Стругати грубо D ₁ ... L ₁ ... Стругати грубо D ₂ ... Стругати отвор за навој M ₁ , d ₂ ... Стругати отвор D ₃ ... L ₃ ... Усећи жлеб b ₃ ... L ₃ ... D ₃ ... Стругати завршно D ₄ ... Нарезати навој M... Стругати завршно по контури споља, оборити ивицу α/45°.../45°; D ₂ ... D ₃ ...		T.01 T.03 T.03 T.06 T.06 T.06 T.08 T.09 T.10 T.07	САМОЦЕНТРИРАЊУБИ СТЕЛАЧ ПОМИЧНО МЕРИЛО, ШАБЛОНИ ЗА НАВОЈ M																		

Пројектовање технолошких процеса обраде на АФТС ручним програмирањем применом концепта типске и групне технологије

Пројектовани типски технолошки процес израде, односно одговарајуће типске операције обраде на АФТС са CNC управљањем, омогућују значајну рационализацију израде управљачких програма за обраду појединих делова типске операцијске групе применом параметарског програмирања. При томе се има на уму да је решењем типске операциј, усвојен план стежања, план обраде, план алата и режими обраде за типски, па према томе и за сваки део типске операције.

Применом концепта групне технологије може се такође значајно рационализовати израда управљачких програма за обраду појединих делова одређене операцијске групе. Наиме, прецизирање операције за сваки део врши се на основу одговарајуће групне операције и цртежа дела, чиме се омогућава рационализација израде технолошког програмског листа за сваки део операцијске групе. План стежања дефинисан је планом стежања комплексног дела, а план обраде усвојеним планом обраде комплексног дела.

Одређивање циклусног времена обраде групне операције

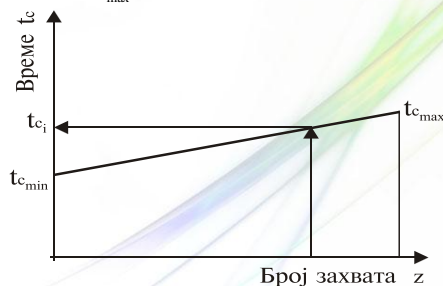
Полазећи од основних карактеристика типске и групне технологије, уочено је да се циклусно време обраде неке операцијске групе може одредити применом методе **сличности**.

Ако се у посматраној операцијској групи издвоји **најједноставнији** и **најсложенији** део, дакле делови са најмањим и највећим бројем захвата обраде у посматраној операцији, те за ове делове прецизно одреде одговарајућа циклусна времена t_c , онда се на основу дијаграма може одредити **укупно циклусно време** обраде за све делове операцијске групе T_K , односно:

$$T_K = t_{c_{\min}} \cdot n_1 + t_{c_2} \cdot n_2 + \dots + t_{c_i} \cdot n_i + \dots + t_{c_{\max}} \cdot n_k$$

$$T_K = \sum_{i=1}^k t_{c_i} n_i$$

где је: n_1, n_2, \dots, n_k број појединих делова операцијске групе.



Дијаграм за одређивање циклусног времена обраде групне операције

