



ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА
Депарتمان за производно машинство
Пројектовање технолошких процеса



Тема:

ТАЧНОСТ ИЗРАДЕ ПРОИЗВОДА

Др Мијодраг Милошевић

Тачност израде производа

При разматрању **технологичности конструкције** производа истакнут је њен значај, како у погледу функционалних захтева и захтева експлоатације и одржавања, тако и у погледу погодности за технологију, односно, ефикасности производног процеса.

У реалним технолошким, односно, производним условима, треба **избором садржаја технолошког процеса и решењима појединих операција** израде обезбедити израду производа у складу са захтевима који су дефинисани цртежом, уз потребне производне ефекте. Комплекс проблема везан за технолошки процес израде производа, у које спада:

- одређивање међуоперацијских димензија обраде,
- одређивање додатака за обраду,
- одређивање основних технолошких мера у случају одступања технолошких од конструкционих база,
- регулисање елемената обрадног система и
- одређивање укупних грешака,

предмет су изучавања **тачности**, односно **квалитета** израде производа.

Тачност израде одређеног производа одређује **степен његове подударности** са производом који је дефинисан цртежом.

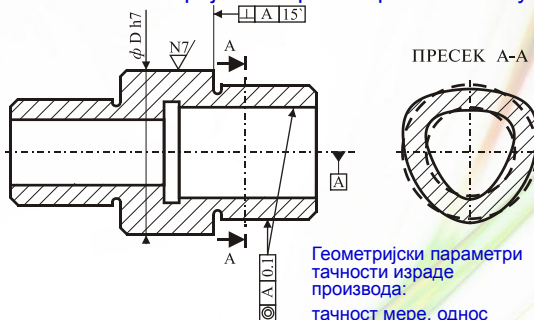
Тачност израде производа

Упоређивање реалног и производа, који је дефинисан одговарајућим цртежом врши се утврђивањем тачности геометријских параметара као што су:

- Облик
- Мере
- Однос површина
- Квалитет површина

Најпознатији елементи грешке облика и односа површина обрадка су:

- Паралелност
- Управност
- Симетричност
- Кружност
- Облик линије
- Облик површине
- Равност
- Правост



Геометријски параметри тачности израде производа:

тачност мере, однос површина, тачност облика, квалитет површине

Решавање задатака везаних за постизање усвојене тачности облика, мера, односа површина и квалитета обрађених површина производа, кроз прорачун димензија и додатака за обраду на појединим операцијама, регулисање обрадног система и израчунавање укупних грешака израде изводи се помоћу **технолошких мерних ланаца**.

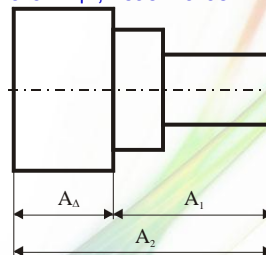
Мерни ланци

Анализом цртежа одређеног производа могу се уочити низови, односно, ланци мера, у којима се мере непрекидно нижу по одређеном редоследу. Такви низови, односно ланци мера, присутни су и на **скицама операција обраде**.

Многе мере које чине ланце мера међусобно су **зависне**, што значи да се променом мера једне од њих мењају мере једне или више других мера ланца. Тако, на пример, променом вредности мера A_1 и A_2 на слици, изазива се промена и мере A_Δ .

Мерни ланци се могу делити на различите начине. Овде је од посебног интереса усвојена подела према области примене, према којој мерни ланци могу бити:

- Конструкциони
- Технолошки
- Монтажни
- Контролни



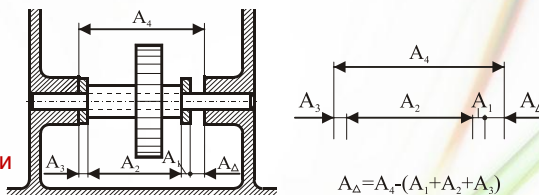
Конструкционим мерним ланцима одређује се међусобни положај и допуштена одступања површина делова и склопова унутар функционалне структуре производа приликом његовог пројектовања.

Монтажним и контролним мерним ланцима анализирају се и решавају задаци везани за постизање захтеване тачности монтаже и мерења и контроле у току технолошког процеса израде производа.

Мерни ланци

При анализи и решавању мерних ланаца може се користити **неколико метода**, којима се решава начин постизања одговарајуће тачности завршног члана A_{Δ} , као што су:

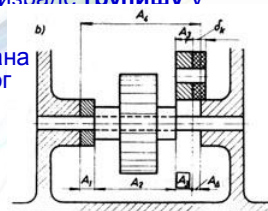
- Метода групне заменљивости
- Метода подешавања
- Метода регулисања
- Метода потпуне заменљивости
- Метода непотпуне заменљивости



Методом групне заменљивости постиже се висока тачност завршног члана мерног ланца без обзира што тачност саставних елемената може бити врло мала и што је остварена у економичним толеранцијама обраде.

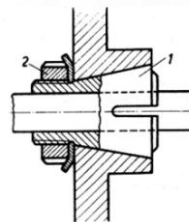
Остваривање овако високе прописане тачности завршног члана A_{Δ} при ширим, економичним толеранцијама мера саставних делова методом групне заменљивости, могуће је ако се саставни делови, након израде **говпишв v** одређени број група према оствареним димензијама.

Методом подешавања прописана тачност завршног члана мерног ланца постиже се тако што се сви чланови мерног ланца, односно саставни делови производа, израђују у економичним толеранцијама израде, а један изабрани саставни део **обрађује накнадно** како би се добила прописана тачност завршног члана мерног ланца A_{Δ} . Изабрани саставни члан, односно, део са накнадном обрадом назива се **технолошки компензациони члан**.



Мерни ланци

Методом регулисања прописана тачност завршног члана мерног ланца постиже се регулисањем величине једног претходно изабраног елемента, који се назива **монтажни компензациони члан**. На овако изабраном делу врши се подешавање економичних толеранција израде осталих делова склопа тако што ће се на њему извршити корекција толеранције израде.



Покретни конусни компензатор са периодичним регулисањем

Метода потпуне (апсолутне) заменљивости подразумева да је тачност израде делова таква да је монтажа увек могућа без икаквог претходног подешавања или избора делова. Према томе, решавање мерних ланаца, односно прорачун грешака или толеранција израде помоћу ове методе економски је оправдано само код склопова са малим бројем делова, или код израде делова код којих се не захтева висока тачност.

Метода непотпуне заменљивости подразумева да се прописаном тачношћу завршног члана обезбеђује монтажа у једном претежно већем броју случајева, без претходног подешавања или избора делова склопа.

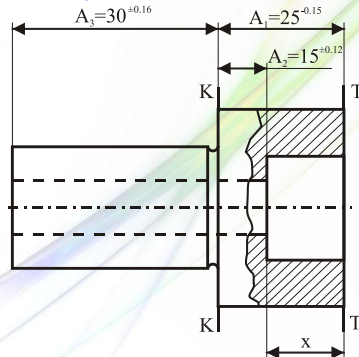
Технолошки ланац мера

Познато је да се у производној пракси при пројектовању технолошких процеса израде производа, због поједностављења процеса обраде и контроле, често усвајају технолошке и контролне базе које се **не поклапају** са конструкционим.

Технолошке мере и њихове толеранције које дефинишу положај усвојених технолошких база нису независне, већ су повезане са конструкционим мерама и њиховим толеранцијама. Утврђивање ових веза и прорачун технолошких мера и њихових толеранција, које треба да обезбеде захтевану тачност конструкционих мера, изводи се применом метода **апсолутне** и **непотпуне заменљивости**.

При коришћењу ових метода за решавање технолошких мерних ланаца треба истаћи да избор завршног члана зависи од структуре и поретка обраде посматраног дела, али је за дати редослед обрада завршни члан технолошких ланаца унапред дат. То је редовно једна од конструкционих мера са цртежа која у току обраде и контроле мора бити обезбеђена. Другачијим избором завршног члана могу наступити грубе грешке у процесу израде.

Да би се олакшао процес израде и контроле унутрашњег чела, које је у односу на конструкциону базу дефинисано мером $A_2=15^{+0,12}$, као технолошка база усваја се површина **T-T** у односу на коју треба одредити технолошку меру и њену толеранцију, које обезбеђују конструкционе мере.



Веза између конструкционих и технолошких мера

Технолошки ланац мера

За завршни члан узима се конструкциона мера A_2 :

$$A_2 = A_1 - x$$

а минимална вредност технолошке мере x биће:

$$x = A_1 - A_2 \quad x = 10\text{mm}$$

Доње гранично одступање мере x биће:

$$\varepsilon_{dx} = \varepsilon_{g_1} - \varepsilon_{g_2}$$

$$\varepsilon_{dx} = 0 - 0,12$$

$$\varepsilon_{dx} = -0,12$$

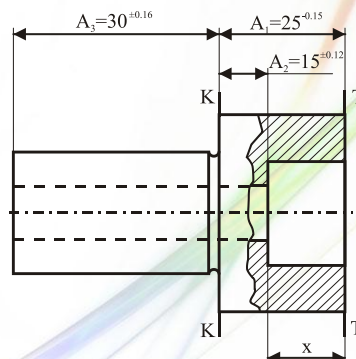
Горње гранично одступање мере x биће:

$$\varepsilon_{gx} = \varepsilon_{d_1} - \varepsilon_{d_2}$$

$$\varepsilon_{gx} = -0,15 - (-0,12)$$

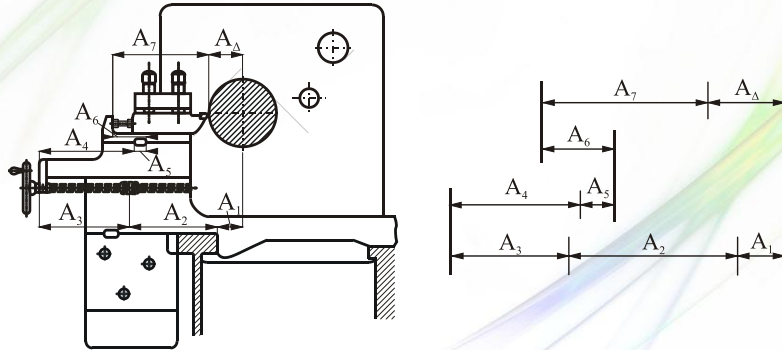
$$\varepsilon_{gx} = -0,03\text{mm}$$

Технолошка мера $x^{+0,03}_{-0,12}$ обезбеђује тачност израде у складу са конструкционим ланцем мера.



Технолошки ланац мера

Чланови технолошког мерног ланца обезбеђују, дакле, међуоперационе мере обрадкa, додатке за обраду, појединачне и укупне грешке обраде, као и дужинске и угловне мере елемената или склопова машина, алата и прибора, на којима се реализује посматрана операција обраде.
На слици је приказан технолошки мерни ланац полуаутоматског струга. Помоћу ланца мера постиже се захтевана тачност пречника обрадкa коришћењем метода **међусобне заменљивости**.



Захтевана тачност израде A_8 постиже се методом потпуне заменљивости радом на подешеним машинама, методом регулисања радом са пробним пролазима и методом компензатора радом на машинама са аутоматским регулисањем мере.

Елементи тачности обраде резањем

Мера обрадкa обезбеђује се положајем сечива алата у односу на елементе машине и обрадкa, и то на следеће начине:

- Пробним пролазима и мерењем, што је случај са појединачном производњом
- Аутоматски, претходно подешеним алатом
- Аутоматски, активном контролом мере и регулисањем алата

Облик површина обрадкa највише се обезбеђује потребном тачношћу машина, прибора и алата, као и крутошћу обрадног система.

Однос површина обезбеђују се елементима обрадног система, а посебно његовом геометријском тачношћу.

Квалитет површина одређују својства материјала обрадкa, режими обраде, геометрија алата, крутост обрадног система итд.

Систематизација грешака обраде резањем и методе за њихово одређивање

Према **врсти**, укупна грешка обраде обухвата **случајне** или **стохастичке** и **систематске** грешке.

Случајне грешке немају законитост у самом појављивању, али одређена законитост постоји у расподели мера или неког другог елемента тачности обраде.

Систематске или сталне грешке се појављују код свих обрадака и равномерно се мењају временом и дужином обраде. Пример ових грешака су грешке мере због хабања алата, температурских утицаја итд.

Према времену настанка грешке обраде могу бити:

- Грешке **пре обраде**, у које спадају методске, грешке позиционирања, стезања и регулисања
- Грешке **у току обраде**, у које спадају геометријске грешке обрадног система, еластичне и топлотне деформације обрадног система, хабање алата и унутрашњи напони
- Грешке **после обраде**, у које спадају грешке мерења.

За одређивање грешака обраде најчешће се користе три познате методе:

- Метода **непосредног мерења** на основу којег се утврђује економска тачност обраде, која приближно одговара средњој економској тачности
- **Статистичка метода**, која подразумева статистичку обраду резултата мерења
- **Рачунско аналитичка метода**, којом се одређеним прорачунима утврђују грешке, односно, тачност обраде.

Основни фактори који утичу на грешке обраде

Највећи утицај на грешке обраде има **обрадни систем** као целина, елементи обрадног система са појединачним утицајем, променљивост услова обраде, карактеристика припремка, мерење итд.

Обрадни систем **МПАО** (**М**ашина, **П**рибор, **А**лат, **О**брадак) утиче на грешке обраде због **геометријских** грешака, **еластичних** и **топлотних деформација** система као целине.

Уопште, на грешке обраде највише утичу:

Највећи утицај на грешке обраде има **обрадни систем** као целина, елементи обрадног система са појединачним утицајем, променљивост услова обраде, карактеристика припремка, мерење итд.

Обрадни систем **МПАО** (**М**ашина, **П**рибор, **А**лат, **О**брадак) утиче на грешке обраде због **геометријских** грешака, **еластичних** и **топлотних деформација** система као целине.

Уопште, на грешке обраде највише утичу:

- Тачност израде машина, прибора и алата
- Крутост обрадног система
- Температурне промене обрадног система
- Хабање алата
- Карактеристике припремка
- Тачност постављања и регулисања алата



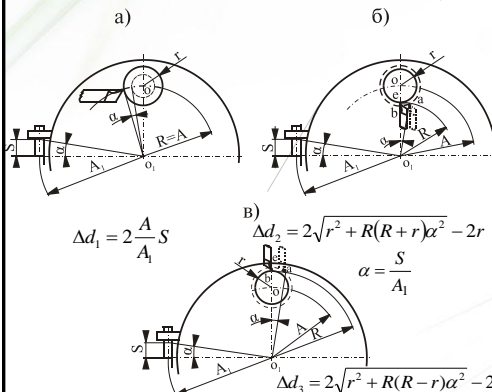
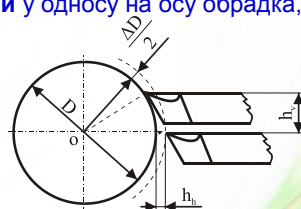
Тачност машине

Националним стандардом, или стандардом произвођача дефинисани су **услови и начин провере тачности машина**, која се манифестује најчешће као грешка облика и мере обрадка. Осим тога, грешке мере и облика обрадка зависе и од положаја алата у односу на обрадак. Тако, на пример, при обради на стругу, због грешке померања алата у **вертикалној равни** у односу на осу обрадка, грешка мере пречника D биће:

$$\Delta D = \frac{2h_v}{D}$$

а због померања у **хоризонталној равни** грешка мере пречника биће:

$$\Delta D = 2h_h$$



Код стругова са CNC управљањем са револверским носачем алата грешка мере пречника је различита за случај када се алат поставља у хоризонталну у односу када се алат поставља у вертикалну раван, испод или изнад обрадка.

Највећа грешка мере пречника обрадка биће, дакле, када се алат постави у хоризонталној равни.

Постављање алата у односу на обрадак при обради на CNC стругу

а) у хоризонталној равни, б) испод обрадка, в) изнад обрадка

Тачност машине

Тачност шиљака, односно њихово **бацање** и **саосност** има утицај највећим делом на однос површина обрадка, најчешће у виду **ексцентричности**. Бацање је веће код окретних него код чврстих шиљака, па се због тога код брусилница најчешће користе чврсти шиљци.

Овалност лежајева главног вретена утиче на грешке облика обрадка, као што су **овалност**, **неокруглост** и сл. Подразумева се да поједине врсте машина захтевају одговарајуће начине и садржаје испитивања њихове тачности и утицаја на грешке обраде. Начин и садржај ових испитивања дефинисан је одговарајућим прописима, односно, стандардима.

Тачност прибора и алата

Тачност израде прибора утиче на тачност, односно, грешке обраде. Обично се прибори израђују у повишеном квалитету, који захтева два до три пута уже толеранције израде него што су толеранције израде обрадка.

Познато је да се ефикасним и прецизним позиционирањем обрадка у односу на прибор и прибора у односу на машину највише решава питање утицаја тачности прибора на грешке обраде.

Алати утичу на тачност обраде у два случаја:

- Када алат **одређује мере обрађене површине** као што су примери обраде бушењем, проширивањем, развртањем, урезивање навоја урезником, провлачењем итд.
- Када алат **обезбеђује профил површине**, што је случај код обраде профилним ножевима, глодањем профилних површина итд.

Крутост обрадног система

Силе резања изазивају одређени степен деформација обрадног система у виду еластичних померања њихових елемената, односно, обрадног система као целине.

Еластична померања система изазива у процесу обраде пре свега сила продирања F_y , као једна од компонената силе резања. Ова померања одражавају се на померање врха сечива алата, односно, на промену његовог положаја у односу на обрадак.

Еластично померање врха сечива алата у одређује се из познатог израза за **крутост j** , односно:

$$j = \frac{F_y}{y} \quad \text{Следи да је еластично померање:} \quad y = \frac{F_y}{j}$$

а еластичност, односно, **попустљивост обрадног система** одређена је изразом:

$$W = \frac{1}{j}$$

Укупну еластичност обрадног система $1/j$ одређују еластичности његових елемената, односно, **еластичност машине $1/j_M$, прибора $1/j_P$, алата $1/j_A$ и еластичност обрадка $1/j_R$** , па је:

$$\frac{1}{j} = \frac{1}{j_M} + \frac{1}{j_P} + \frac{1}{j_A} + \frac{1}{j_R}$$

или:

$$W = W_M + W_P + W_A + W_R$$

Према томе, одређивањем крутости елемената обрадног система, може се одредити и његова крутост.

Крутост машине

Крутост машине, односно слику његовог **динамичког понашања**, најчешће **одређују произвођачи** машина експерименталним путем. У зависности од врсте машине одређује се и њена крутост. Тако, на пример, за стругове се најчешће крутост машине одређује преко крутости, односно еластичности **клизача, предњег и задњег шиљка** по следећем изразу:

где су:

$$W_M = W_K + \frac{1}{4}(W_P + W_Z)$$

W_M еластичност машине

W_K еластичност клизача

W_P еластичност предњег шиљка

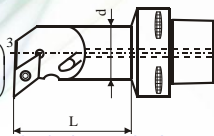
W_Z еластичност задњег шиљка

Крутост алата и прибора

У зависности од геометријских параметара дршке алата, начина и параметара стезања алата зависи и његова крутост, односно еластичност. Тако, на пример, за алат за фино бушење, еластичност је одређена изразом:

Према томе, за поједине облике и димензије дршки алата одређеног материјала и карактеристике стезања може се одредити еластичност, односно еластично померање алата коришћењем познатих израза из **отпорности материјала**.

Крутост прибора, односно еластичне деформације, зависе од конструкционог решења самог прибора, силе резања и силе стезања. Одређује се **експерименталним испитивањем**, а за стандардне приборе **произвођачи** ове карактеристике дају у одговарајућим картама, односно бази података.

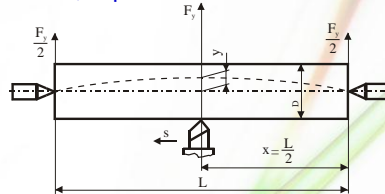
$$W_A = \frac{1}{3d} \left(\frac{L}{d} \right)^3$$


Крутост обрадка

Статичка крутост обрадка зависи од његових димензија и начина позиционирања и стезања у посматраној операцији обраде.

Тако, на пример, за стезање у **шиљке** према слици, еластичност обрадка W_R одређена је, за модул еластичности $E=200.000 \text{ N/mm}^2$, изразом:

$$W_R = \frac{1}{48D} \left(\frac{L}{D} \right)^3$$



При стезању у **самоцентрирајући стезач** и **шиљке** еластичност обрадка одређена је изразом:

$$W_R = \frac{1}{110D} \left(\frac{L}{D} \right)^3$$

При стезању у **самоцентрирајући стезач**, односно при **конзолном стезању**, еластичност обрадка одређена је изразом:

$$W_R = \frac{1}{3D} \left(\frac{L}{D} \right)^3$$

Утицај температуре на тачност обраде

У процесу обраде резањем настају температуре резања које, услед загревања, утичу на промене димензија елемената обрадног система.

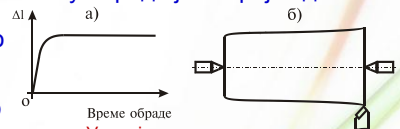
Алат се у процесу обраде загрева, што доводи до издужења дршке алата Δl , које је интензивније у почетку обраде. Издужење дршке алата изазива промене облика и мере обрадка. Хлађење алата по престанку обраде је спорије од загревања.

Код **серијске производње** алат се постепено наизменично загрева и хлади док не постигне **стационарну температуру**. То се у производној пракси утврђује експериментално у облику дијаграма.

Нека искуства из производне праксе показују да је време за постизање стационарне температуре алата и обрадка **десет до тридесет минута**, а за машину знатно дуже.

Машина се, такође, под утицајем температура резања у одређеној мери деформише, што изазива одређене грешке обраде. У анализи ових грешака обраде посебно су интересантне оне деформације машине које су у правцу нормале на обрађену површину и на место контакта алата и обрадка.

Обрадак се под утицајем температура резања може деформисати **равномерно**, на пример код обраде стругањем, и **неравномерно**, као што је случај код обраде глодањем и брушењем.



Утицај температуре резања:
а) на издужење дршке алата,
б) на мере и облик обрадка



Дијаграм за одређивање стационарног стања температуре дршке алата

Утицај хабања алата на тачност обраде

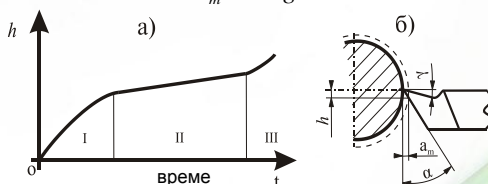
Познато је да хабање алата по леђној површини, односно у правцу нормале на обрађену површину, утиче на тачност обраде, пре свега на тачност мере и квалитет обрађене површине.

На основу **криве хабања** утврђује се дозвољена ширина хабања по леђној површини h , која настаје на крају зоне II.

На основу дозвољене ширине хабања h може се одредити одговарајућа вредност радијалног хабања a_m :

$$a_m = h \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

Хабање алата:
а) крива хабања,
б) утицај хабања алата на тачност мере обрадка



Очигледно је да се претходно регулисаним алатом може одржавати мера обрадка у границама које одређује радијално хабање a_m до потпуног затупљења, које одговара дозвољеној ширини хабања h .

У производној пракси, у случајевима када је то оправдано, на пример, при масовној производњи, радијално хабање се одређује у зависности од пута резања L , односно, $a_m = f(L)$ за одређене услове обраде. За овакав начин одређивања радијалног хабања неопходно је дефинисати одговарајуће дијаграме, уз коришћење неопходних експерименталних података из реалних производних услова.

Укупна грешка обраде

Одређивање укупне грешке обраде је комплексно питање, јер је у процесу израде производа присутан велики број разнородних грешака, како систематских тако и случајних. При томе, поједине грешке не подвргавају се увек истом закону расподеле, тако да су модели распореда често међусобно различити од једне до друге елементарне случајне грешке.

При одређивању укупне грешке обраде користе се **две методе**. Једна је заснована на методи **апсолутне заменљивости**, а друга на методи **непотпуне заменљивости**, које су развијене у теорији мерних ланаца.

Како између тачности или толеранције завршног члана мерног ланца и укупне грешке обраде Δ постоји одређена аналогија, укупна грешка обраде добија се као збир елементарних грешака Δ_i :

$$\Delta = \Delta_1 + \Delta_2 + \dots + \Delta_i + \dots + \Delta_n = \sum_{i=1}^n \Delta_i$$

Укупна грешка обраде одређена је по **методи апсолутне заменљивости**, без обзира на карактер елементарних грешака.

Укупна случајна грешка

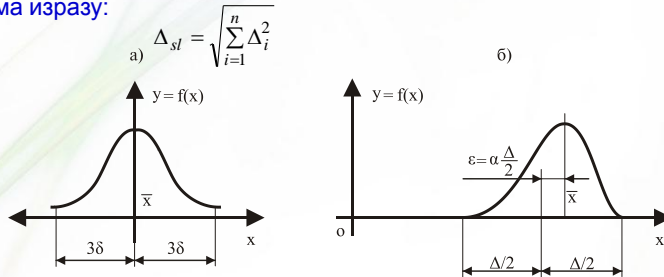
По другој методи, дакле, **методи непотпуне заменљивости**, израчуната укупна грешка у производној пракси има реалнију вредност.

израчунава се, уз претпоставку да се елементарне случајне грешке подвргавају симетричним моделима расподеле, према следећем изразу:

$$\Delta_{sl} = \frac{1}{k_{\Delta}} \sqrt{\sum_{i=1}^n k_i^2 \Delta_i^2}$$

Укупна случајна грешка

У случају када се елементарне случајне грешке подвргавају **нормалној расподели**, што се често узима у пракси, укупна случајна грешка одређује се према изразу:



Закони расподеле случајних грешака обраде:
а) нормална симетрична, б) асиметрична

Код **несиметричних закона расподеле** елементарних случајних грешака Δ_i , укупна случајна грешка одређује се из израза:

$$\Delta_{sl} = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \alpha_i \Delta_i + \frac{1}{k_{\Delta}} \sqrt{\sum_{i=1}^n k_i^2 \Delta_i^2}$$

Вредности коефицијената k_i , α_i узимају се из статистичких табела, с тим што се најчешће узима да је $k_{\Delta}=1$, јер се сматра да се завршни члан подвргава нормалној расподели.

Укупна систематска грешка

У реалном процесу обраде, као што је и познато, осим случајних присутне су и сталне грешке Δ_i , које могу бити сталне и променљиве. Ове грешке се сабирају алгебарски, па је укупна стална, односно систематска грешка одређена изразом:

$$\Delta_S = \sum_{i=1}^m \Delta_i$$

Код сабирања сталних грешака треба водити рачуна о међусобном утицају појединих елементарних грешака.

Сада се може одредити укупна грешка обраде Δ по методи непотпуне заменљивости:

$$\Delta = \sum_{i=1}^m \Delta_i + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \alpha_i \Delta_i + \frac{1}{k_{\Delta}} \sqrt{\sum_{i=1}^n k_i^2 \Delta_i^2}$$

односно:

$$\Delta = \Delta_S + \Delta_{sl}$$

У пракси се случајна грешка најчешће одређује према изразу:

$$\Delta_{sl} = \sqrt{\sum_{i=1}^n \Delta_i^2}$$

Дијаграм тачности обраде

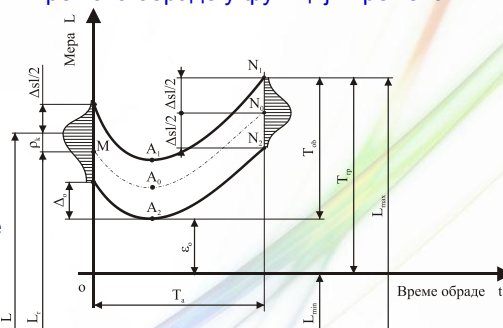
За мале и кратке делове, који се производе серијски, може се поставити дијаграм тачности обраде, који показује меру подешавања машине и постојаност алата у односу на задату толеранцију мере обрадка. Према томе, овим дијаграмом посматра се само **тачност мере обрадка**.

На дијаграму, крива A_0 представља теоријску законитост промене свих систематских равномерно променљивих грешака обраде у функцији времена обраде, односно:

$$\Delta_S = f(t)$$

Криве A_1 и A_2 , које се у односу на криву A_0 постављају изнад, односно испод за вредност $\Delta_{sl}/2$, представљају поље **расипања** случајних грешака у времену обраде.

Најнижа ордината линије A_2 представља доњу границу толеранције обраде. Када се овој тачки дода толеранција обраде T_{ob} добија се на кривој A_1 тачка N_1 , чија апсциса одређује време постојаности алата T_a .



Тачка M одређује **меру подешавања алата** у односу на доњу граничну меру обрадка L_{min} , па је мера подешавања одређена изразом:

$$L_r = L_{min} + \frac{\Delta_{sl}}{2}$$

Међутим, и та мера при подешавању на машини, врши се са грешкама ϵ_0 због којих се цео дијаграм подиже или спушта за вредност ϵ_0 .

Дијаграм тачности обраде

Због геометријских грешака припремка, ρ_K или геометријске грешке која се копира, средина расипања случајне грешке $\Delta_{sl}/2$ се помера из тачке M за вредност ρ_K .

Ако се грешка расипања за посматрану машину не зна, онда се један део ове грешке, који не зависи од оптерећења, узима из табела, а други, који зависи од оптерећења машине, израчунава из односа нетачности припремка Δ_{rpr} дела Δ_0 односно:

$$\Delta_{slopt} = \frac{\Delta_{rpr}}{\Delta_0}$$

Уз одређене апроксимације може се узети да су грешке ϵ_0 које утичу на меру подешавања машине одређене из односа:

$$\epsilon_0 = \frac{\text{тачност припремка}}{\text{тачност дела}}$$

На дијаграму обраде највећа димензија обрадка одређена је ординатом тачке N_1 , односно, минималном димензијом L_{min} и толеранцијом дела T_{rp} :

$$L_{max} = L_{min} + T_{rp}$$

Очигледно је да се толеранцијом обраде у посматраној операцији морају узети у обзир грешке ϵ_0 , како се не би прекорачила толеранција T_{rp} .

Изложена анализа у вези дијаграма тачности обраде, као и прикупљање неопходних података за ову анализу, исплатива је само у **великосеријској и масовној производњи**.