

Глава 9

ОБРАБОТВАНЕ НА ДЕТАЙЛИТЕ ВЪРХУ ММ С ЦПУ

При използване на ММ с ЦПУ, за технологичната подготовка на производството (ТПП) освен основните етапи при проектиране на ТП за механично обработване (гл.1 до гл.8) е задължително разработването на **управляваща програма (УП)**. Условието за съставяне на **елементарна УП** за обработване на детайлите върху ММ с ЦПУ е предварително запознаване с основните понятия, терминологията и правилата при програмиране, за да се подготви нужната геометрична и технологична информация*.

9.1. Работна зона и координатни системи

Струговите ММ с ЦПУ (с 2 или 3 управлявани оси) имат цилиндрично работно пространство, което определя **работната зона**, в която инструментът и детайлът могат да си взаимодействат. При програмиране на стругови операции за машини с ЦПУ се използват следните **основни координатни системи (КС)**:

- **КС на машината $\Sigma_{мм}$** - началото ѝ се разполага най-често върху пресечната точка между оста на машината и базовото чело на вретеното (фиг.П2). Прието е оста $Z_{мм}$ на КС да съвпада винаги с оста на въртене на вретеното, а на останалите оси X и Y се определя по правилото на дясната ръка, съгласно *стандарта ISO*.

- **КС на детайла Σ_d** – „свързва се“ с детайла и спрямо нея се изчисляват координатните премествания при проектиране на движението на инструментите. Положението ѝ се определя така, че оста Z_d задължително съвпада с оста на симетрия на детайла, както и с оста на въртене на ММ. Най-често началото на КС се разполага върху пресечната точка между оста на симетрия и крайното дясно чело на детайла**.

- **КС на инструмента Σ_u** - служи за определяне на положението на върха на инструмента посредством *т.нар. инструментални репери (или координати)*, които се дават във фирмените каталози***.

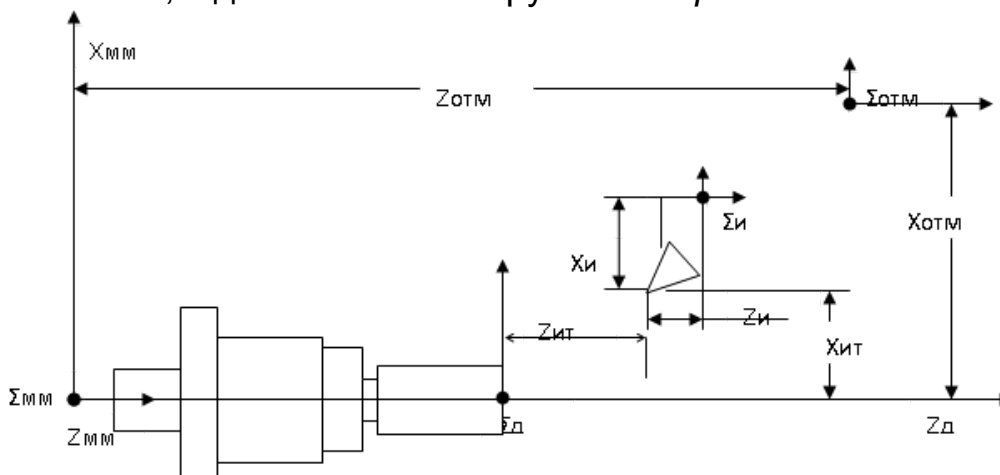
*В **геометричната информация** се съдържа данни, необходими за описване на траекторията на инструментите. Към **технологичната информация** се включват режимите на рязане, смяната на инструментите, включването и спирането на мажещо-охлаждаща течност и др. [7]

** Началото на КС на детайла Σ_d може да се разположи на произволно място по оста на симетрия на детайла, но това в повечето случаи създава неудобства, свързани с допълнителни размерни изчисления.

***Началото на КС се разполага върху базовото чело на револверния ножодържач на ММ с ЦПУ така, че оста Σ_u е успоредна на оста на въртене на вретеното на машината.

Между трите КС ($\Sigma_{\text{ММ}}$, $\Sigma_{\text{и}}$, $\Sigma_{\text{д}}$) и КС, свързана с т.нар. „**опорна точка на машината**“ $\Sigma_{\text{отм}}$, в рамките на работната зона на ММ с ЦПУ съществува размерна връзка [7,8] и чрез изчисления се определя положението на „**изходната точка**“ от една страна и от друга – на „**координатното начало**“ (вж. Пример 2).

Необходимо условие за **разработване на технологична схема****** е доброто познаване на работната зона и на КСистеми, свързани с ММ, с детайла и с инструмента - *фиг. П2.*



Фиг.П2.1. Технологична схема при използване на ММ с ЦПУ

9.2. Установяване на детайлите върху ММ с ЦПУ - извършва се в патронник, между центри, в патронник и център, в цангово устройство или в специални приспособления.

9.3. Избор на режещи инструменти и режими на рязане (определят се по същите методики, съгласно указанията в гл. и гл. като се отчитат съвременните тенденции). Стремешът при чистово обработване е използване на ножове с копирна геометрия и сменяеми твърдосплавни пластини, работещи чрез обхождане, и по възможност отказ от профилни инструменти с нестандартна геометрия.

9.4. Определяне на последователността на обработване -за осигуряване на точността се ползва табл.П2.1.

9.5. Разработване на управляваща програма

Действията, свързани с разработването на УП за ММ с ЦПУ се наричат **програмиране**. Най-същественото е, че движенията на изпълнителните органи на ММ с ЦПУ при програмиране се дефинират с координатите си спрямо една дясно ориентирана координатна система.

**** На технологичната схема трябва да се нанесат размерите на детайла, изходната заготовка и схемата на базиране, които не са показани, за да не се претрупва фиг.П2. Данни за работната зона ($X_{\text{отм}}$ и $Z_{\text{отм}}$) се дават в паспорта на машината.

Таблица П2.1. ТП за обработване на РСД върху ММ с ЦПУ

№	Технологичен преход
1.	Грубо обработване на основните повърхнини
2.	Получистово на основните повърхнини
3.	Грубо обработване на допълнителните повърхнини
4.	Получисто и чистово обработване на допълнителните повърхнини
5.	Чистово обработване на основни повърхнини
6.	Обработване на резби
7.	Фино обработване на основни повърхнини (при високи изисквания за точност)
<p>Забележка: Основни са повърхнините, съвкупността от които определят основния контур на детайла (това са цилиндрични, челни, конусни и с криволинейна образуваща повърхнини). Допълнителни повърхнини са равнинните, радиални отвори, шпонкови и челни канали, шлицы, резби и др., които се обработват с профилни или прорезни ножове, с ножове за резба и др. и/или и най-често се налага използване на ММ с ЦПУ с 3 управлявани оси.</p>	

В съвременните ММ с ЦПУ се използва *адресно програмиране със свободен формат на записа*, което означава използването на **думи**, подредени в **изречения** с определен формат*. (**Думата** е съставена от от адресна и числова част (или от команда и число), а **изречението** е съвкупност от думи, подредени хронологично и определящи последователността на изпълнение на отделните действия).

Командите, използвани в адресната част на думите, в зависимост от предназначението си се подразделят в следните няколко групи:

- **Подготвителни команди (или G кодове)** - служат за подготвяне на системата за ЦПУ за вида и начина на осъществяване на преместванията от изпълнителните органи на ММ. За съставяне на елементарна УП е достатъчно ползването на командите: **G00**-преместване с линейна интерполация на бърз ход за позициониране на инструмента; **G01**-преместване на инструмента с линейна интерполация на работен ход (с работно подаване); **G02**-преместване на инструмента с кръгова интерполация по посока на часовниковата стрелка и работно подаване; **G03** - преместване с кръгова интерполация по посока обратна на часовниковата стрелка и работно подаване, **G28**–преместване на инструмента на бърз ход до опорна точка на машината и **G50**- определяне на координатното начало.

Забележка: В Ръководството се разглежда една минимална част от командите. За повече информация трябва да се ползва специализирана литература [7]

- **Команди за движение** - определят преместването на изпълнителните органи спрямо координатната система на машината или на детайла и представляват адресната част на думите **X...,Y...,Z...,U...,W...,I...,K...,R...** и др.

Пример: дума X50 с адрес **X**, определя преместване по ос X на 50 mm спрямо началото на координатната система (т.е. напречното преместване при струговане). При струговане с т.нар. **диаметрално програмиране** числовата стойност "50" **изразява удвоената стойност на крайната точка на движението по оста** (т.е. диаметралния размер).

- **Команди за задаване на технологична информация** – с адресите: **T** се задава избор, смяна и зареждане на инструментите; с **S** - честотите на въртене на вретеното ; с **F** - работно подаване.

- **Спомагателни команди** (**M, H, P**)- задават се различни функции на ММ (спиране или пускане на охлаждане, спиране на програмен цикъл, край на програмата (**M30**), въртене на вретеното в определена посока, корекции на инструмента и др.).

В зависимост от начина на осъществяване, програмирането бива: **абсолютно програмиране** (задават се координатите на крайната точка по осите X,Z спрямо началото на координатна система) и **относително програмиране** (изразява посоката и големината на преместване по осите X,Z от една произволна точка до друга или промяната на координатите (**U, W**) по тези оси).

9.6. Управляваща програма - кодирана цифрова информация, изразена посредством набор от логически свързани изречения, подредени в последователност, съответстваща на последователността от действия на ММ с ЦПУ, необходими за обработване на детайла.

В структурно отношение **УП за ММ с ЦПУ** условно се разделя на 3 части:

► **Начало (глава) на програмата** – посредством нея се извършва условно

ориентиране на заготовката в работната зона на машината и на програмираната траектория на движение на инструмента. Това се осъществява чрез "извеждане" на супорта с инструмента в **опорна точка на машината (G28)** и след това придвижването му на бърз ход (**G00**) до избраната от програмиста **изходна точка**, като програмираните движения се определят чрез размерен анализ.

Определянето на т.нар. **координатно начало** (изразяващо положението на върха на инструмента спрямо началото на КС, свързана с детайла) се изразява посредством изречение с формат **G50 X ... Z....**

Забележка: За примерно определяне на координатното начало САМО при разработване на курсовата работа без извършване на размерен анализ може да се използват зависимостите::

$$X_{\text{кн}} = L_{\text{дет}} + (20-30\text{mm}); Z_{\text{кн}} = D_{\text{заг}} + (20 - 50 \text{ mm});$$

G50 X (X_{кн}) Z(Z_{кн})

► **Същинска част на програмата** - обхваща цялостното обработване на детайла за програмираната операция (и осъществява връзка с подпрограми или с макропрограми).

► **Край на програмата (M30)** – целта е да се затвори програмния цикъл, за да започне обработване на нов детайл. (Програмират се задължително и други действия - спиране на охлаждането; прекратяване на въртенето на вретеното; отвеждане в опорна точка на машината и др.).

Забележка:

На базата на минималния набор от команди, разгледани в Ръководството, е разработена **елементарна УП** за операция **3 - Струговане** на детайл Винт, като са ползвани резултатите нанесени в технологичната карта от решения пример (**т.1 до т.7**),