

Кинематика на процеса рязане

Производствена практика X а клас

Р. Събева

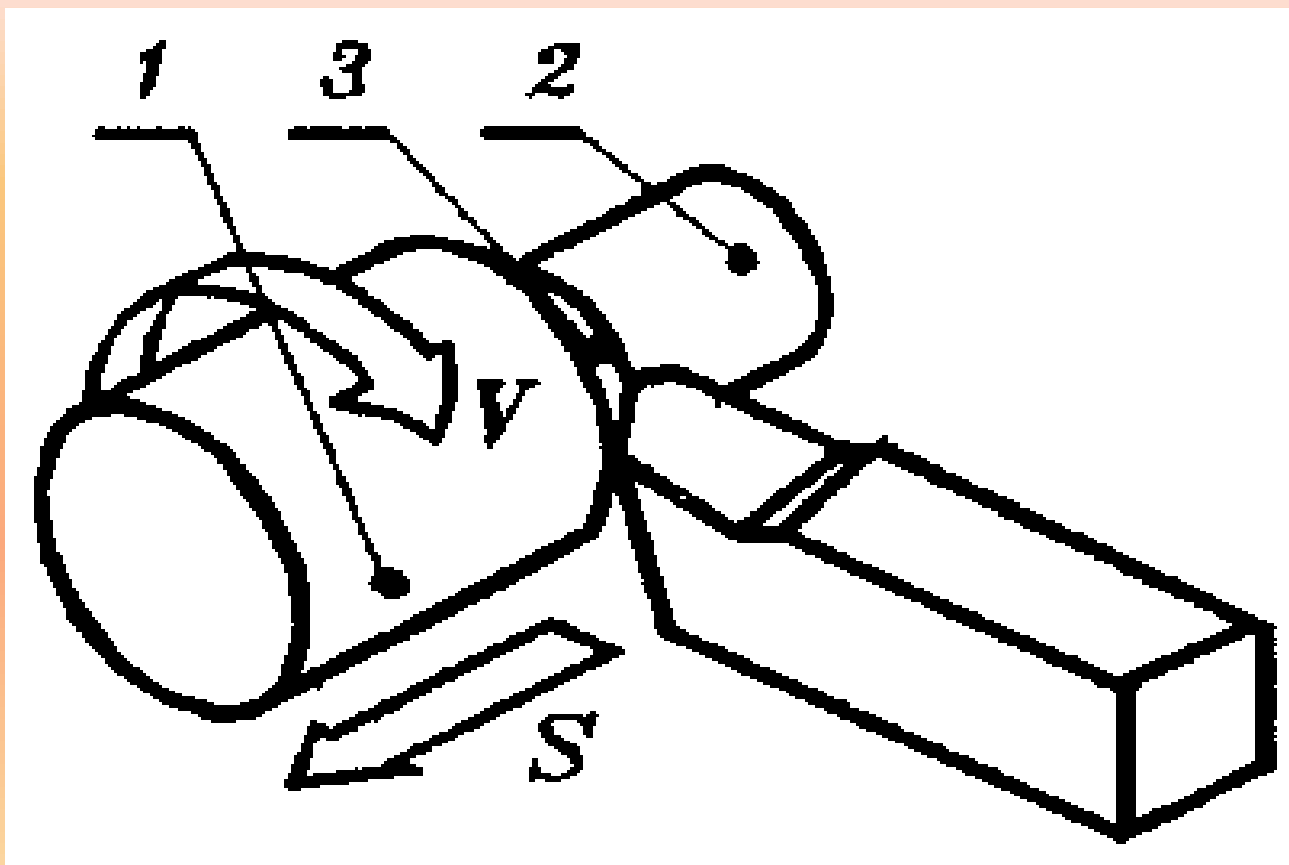
Кинематика на процеса рязане

- **Предпоставка за еднообразието на използваните определения и понятия в различните методи за механично обработване е подобие в координатно кинематичните им системи по отношение на относителното движение на инструмента и заготовката, определящо кинематиката на рязане.**
- **Процесът на рязане се разглежда в т.н. работна равнина, т.е. равнина в която се извършват всички движения свързани с отнемане на материал.**
- **От гледна точка на реализацията на процеса рязане е безразлично кой изпълнява движенията - заготовката или инструмента, но от гледна точка на по-лесното възприемане се приема, че инструмента се движи спрямо заготовката.**

Термини и определения

Движение на рязане е относителното движение на инструмента и заготовката, което без наличието на подавателно движение предизвиква еднократно отнемане на материал (стружка) за време, съответстващо на един работен оборот или ход. Посоката на движението на рязане, в разглежданият момент от време, се нарича посока на рязане.

Термини и определения



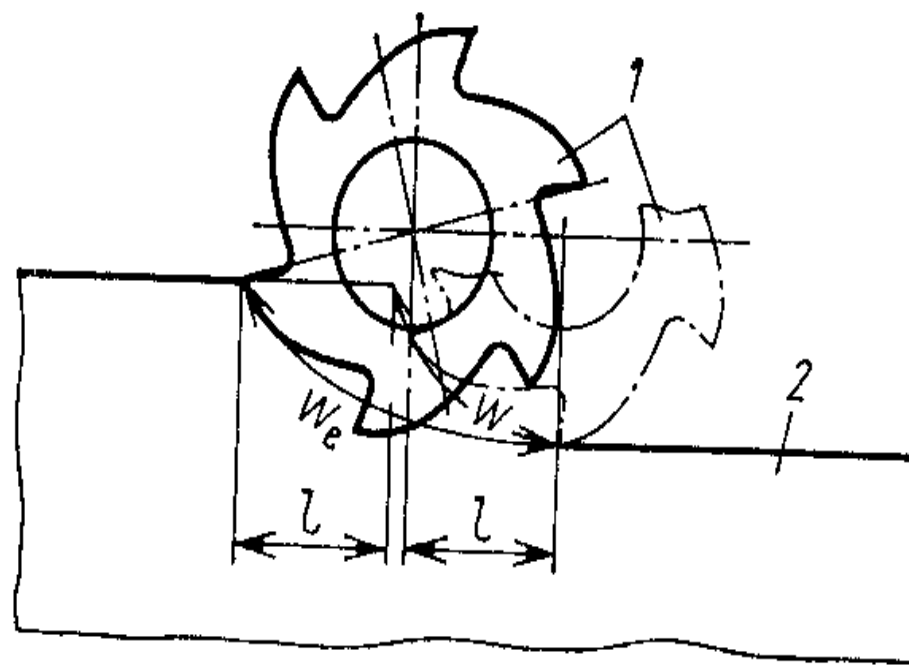
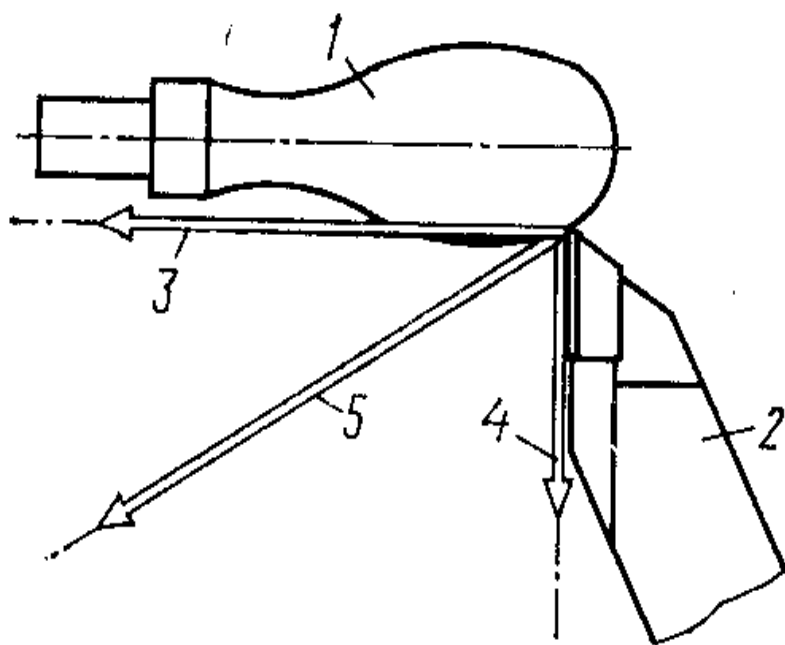
Термини и определения

- **Скорост на рязане V [m/min]** е моментната относителна скорост между заготовката и инструмента в дадена тяхна контактна точка в процеса на отнемане на стружка.
- **Път на рязане w [m]** е пътя, който изминава разглеждана точка от режещият ръб на инструмента по обработваната повърхнина на заготовката по посока на рязането.
- **Подавателно движение** е относително движение на заготовката и инструмента, което съвместно с движението на рязане осигурява непрекъснато отнемане на материал(стружка) за определен период от време. Подавателното движение може да бъде периодично (например напречното подаване при плоското шлифоване) или непрекъснато (при струговането на цилиндрични, челни, конусни повърхнини; свредловане и др.) и да се състои от една или няколко образуващи компоненти.
- **Посоката на подаване** е мигновеният вектор на подавателното движение.

Термини и определения

- **Скорост на подавателното движение s [mm/min, mm/об.] е мигновената скорост на инструмента спрямо заготовката по посока на подаването.**
- **Действително движение, това е движението в резултат на сумирането на движението на рязане и подавателното (или подавателните движения).**
- **Действителна посока е мигновеният вектор на действителното движение.**

Термины и определения

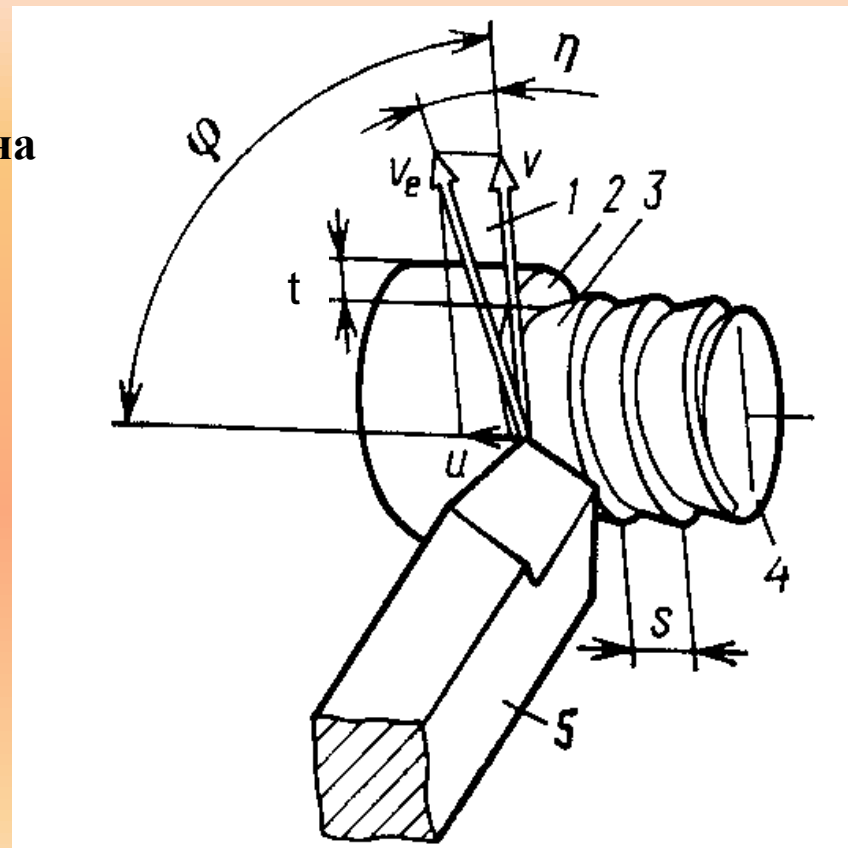


Термини и определения

- Действителна скорост V_e е мигновенният вектор на скоростта на разглежданата точка от режещия ръб по отношение на обработваната заготовка по посока на действителното движение.
- Действителен път W_e е пътят, който изминава разглежданата точка от режещият ръб на инструмента по обработваната повърхнина на заготовката в резултат на действителното движение.
- Ъгъл на посоката на подаване Φ е ъгълът между посоката на подаването и посоката на движението на рязане.
- Ъгъл на действителната посока η е ъгълът между действителната посока на рязане и посоката на рязане.

Термини и определения

- 1 – работна равнина;
- 2 – главна повърхнина на рязане;
- 3 – спомагателна повърхнина на рязане;
- 4 – заготовка;
- 5 – режещ нож;
- S – подаване;
- t – дълбочина на рязане]
- φ – ъгъл на посоката на подаване.



Допълнителни движения

Горе изложените движения са пряко свързани с процеса на стружкообразуване, но в процеса на механичната обработка съществуват и движения, които не участват пряко в процеса на рязане, но са необходими за протичане на процеса на механична обработка:

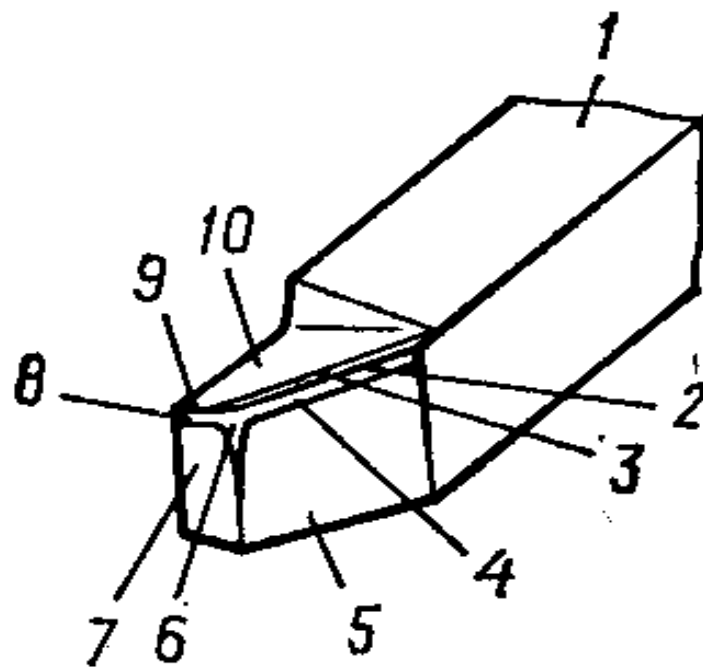
- движение за подвеждане на инструмента към обработваемата повърхнина на заготовката;
- настроечно движение - движение, чрез което се предопределя напречното сечение на снеманата стружка в периода преди самата обработка;
- поднастроечно движение - движение, чрез което се извършват корекции в настройката на инструмента в процеса на стружкоотнемане с цел компенсация на износване, намаляне на силите на рязане и др.

Параметри на процеса рязане(режимни параметри):

- **Подаването S** - пътът на подавателното движение за единица време, един оборот на заготовката или един нейн ход;
- **Подаване на зъб S_z** - пътът на подавателното движение между две съседни последователно образувачи повърхности на рязане при инструментите с множество режещи ръбове. За последните е валидна връзката $S = S_z \cdot z$, където z е броят на режещите зъби на инструмента;
- **Дебелина на сръза S_s** - разстоянието между две образувачи се непосредствено една след друга повърхнини на рязане, измерено в работната равнина в посока, перпендикулярно към посоката на рязане;
- **Действително подаване S_e** - разстоянието между две образувачи се непосредствено една след друга повърхнини на рязане, измерено в работната равнина в посока, перпендикулярно към действителната посока на рязане;
- **Ширина или дълбочина на рязане t** - ширина или дълбочина на врязване на основния режещ ръб, измерени в работната равнина, перпендикулярно към посоката на подаване.

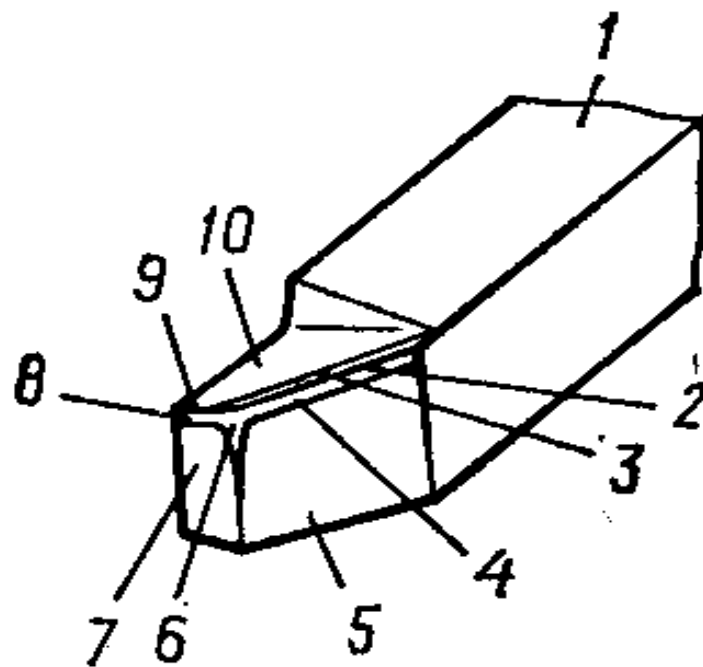
Геометрия на режещия клин

Режещият клин е част от режещият инструмент (нож), която в резултат на относителното движение на инструмента и заготовката осигурява отделяне на стружката. Линиите на пресичане на повърхнините, образуващи режещия клин, се наричат режещи ръбове.



Геометрия на режещия клин

- 1 – тяло;
- 2 – главен режещ ръб;
- 3 – фаска на предната повърхнина;
- 4 - фаска на задната повърхнина;
- 5 – главна задна повърхнина;
- 6 – връх на режещия клин;
- 7 – спомагателна задна повърхнина;
- 8 - фаска на спомагателната задна повърхнина;
- 9 – спомагателен режещ ръб;
- 10 – предна повърхнина.



Геометрия на режещия клин

- **Задни повърхнини на режещия клин** - повърхнини на режещия клин, които са обърнати към вече образуваната (обработена) повърхнина на заготовката. Различават се главна и спомагателна задни повърхнини. При наличие на преходна фаска между главната задна и спомагателната задни повърхнини, последната се нарича фаска на задните повърхнини.
- **Предна повърхнина** се нарича повърхнината на режещия клин, по която "изтича" образуващата се в процеса на рязане стружка. Ако предната повърхнина има преходна фаска към главната задна или спомагателната задна повърхнини, тези фаски се наричат съответно фаски на предната повърхнина към главния или спомагателния режещи ръбове.
- **Главен режещ ръб** - режещ ръб на режещият клин, който разгледан в работната равнина е обърнат в посока на подаването.
- **Режещ ръб** на режещият клин, който разгледан в работната равнина е обърнат в посока обратна на посоката на подаването е *спомагателен режещ ръб*.

Геометрия на режещия клин

- *Ъгъл при върха на режещия клин ξ_r* - това е ъгълът от пресичането на главния и спомагателния режещи ръбове, измерен по проекциите на същите в равнина успоредна на основното диаметрално сечение на заготовката.
- **Ъгълът при върха на режещия клин ξ_r се допълва до 180° от т.н. установъчни ъгли - χ_r - главен установъчен ъгъл и χ'_r - спомагателен установъчен ъгъл:**

$$\xi_r + \chi_r + \chi'_r = 180^\circ$$

Сили на рязане

Силовото натоварване в процеса на механична обработка се определя от:

- **характеристиките на режещият клин;**
- **механичните свойства на обработваемия материал;**
- **спецификата на метода на обработване;**
- **технологичните режимни параметри.**

Сили на рязане

Силовото натоварване на инструмента (респективно на заготовката) съответства на необходимото силово въздействие за осъществяване на трите процеса съпътстващи механичната обработка:

- **стружкоотнемане(рязане);**
- **деформиране (пластично и елестично);**
- **триене.**

Влияние на силовото натоварване

Силовото натоварване в процеса на рязане предопределя редица качествени и точностни характеристики на процеса на механична обработка свързани със стабилността на технологичната система.

Влияние на силовото натоварване

Почти цялата енергия изразходвана за стружкоотделянето се трансформира в топлина, която се топлоотвежда основно от стружката, инструмента и заготовката, излъчва се в околното пространство или се отвежда чрез смазочно-охлаждащата течност.

В резултат на това технологичната система се товари топлинно и деформира свободно по-малко или повече в пространството, което също дава отражение на качествените и точностни характеристики на механичанат обработка.

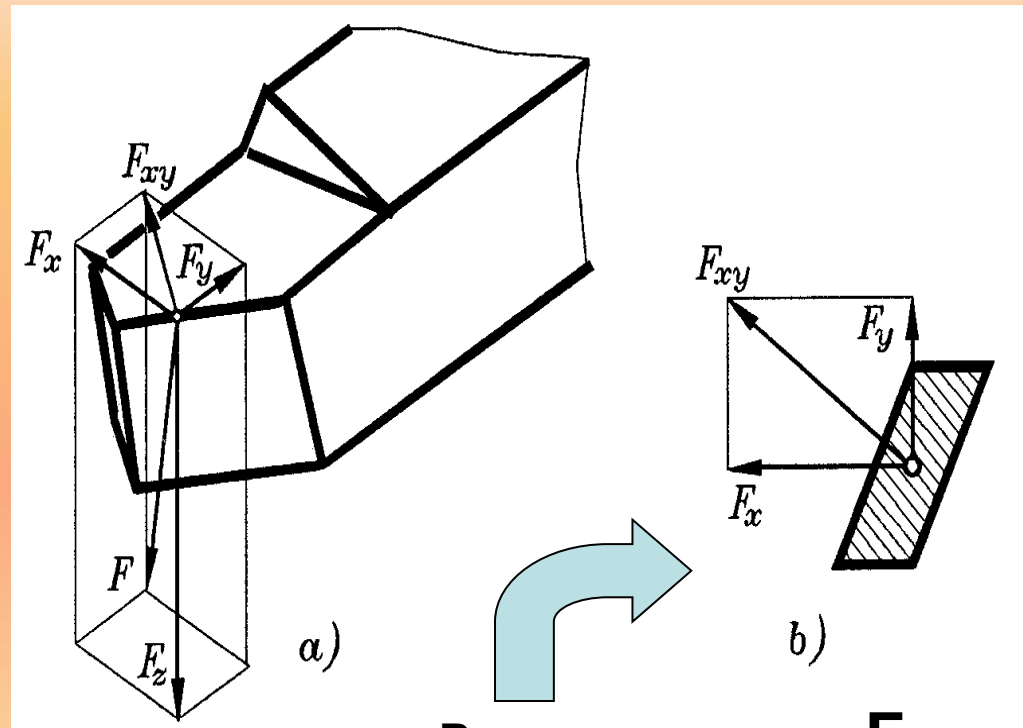
Сили на рязане

Силите действащи на предната и задната повърхнини на режещия клин на инструмента, се представят чрез силата на рязане F , която се приема, че действа съсредоточено на върха на ножа или в точка съвпадаща с центъра на тежестта на отделящата се стружка по предната повърхнина на инструмента.

Силата на рязане се разлага в пространствена или равнинна координатна система на своите съставляващи, наричани компоненти на силата на рязане. За краткост те са наречени "сили на рязане".

Сили на рязане

При струговане се приема, че координатната ос OZ съвпада с посоката на вектора на главното движение, поради което силата F_z се нарича главна сила на рязане. Координатната ос OY е нормална на обработената повърхнина, поради което силата F_y се нарича нормална или радиална компонента. Координатната ос Ox съвпада с посоката на вектора на подавателното движение, поради което F_x се нарича подавателна компонента на силата на рязане.



Разположение на F_x и F_y спрямо сечението на стружката.

Сили на рязане

Векторната сума на трите компоненти дава силата на рязане:

$$F = \sqrt{F_z^2 + F_y^2 + F_x^2}$$

При струговане се приема ориентировъчно, че:

$$F_x = (0.25 \div 0.5) \cdot F_z$$

$$F_y = (0.4 \div 0.5) \cdot F_z$$

$$F \approx (1.1 \div 1.15) \cdot F_z.$$

Сили на рязане

$$F = C_F \cdot s^{y_F} \cdot t^{x_F} \cdot v^{n_F}, \quad [N]$$

Където s , t , и v са режимните параметри.

Константата C_F и степенните показатели (x_F , y_F , n_F) зависят от механичните свойства на обработваемия материал, материала на инструмента и от характера и вида на механичната обработка. Те се определят опитно или се приемат стойности дадени в специализирани справочници.

$$F_z = C_{F_z} \cdot s^{y_{F_z}} \cdot t^{x_{F_z}} \cdot v^{n_{F_z}} \cdot k_{F_z} \quad F_y = C_{F_y} \cdot s^{y_{F_y}} \cdot t^{x_{F_y}} \cdot v^{n_{F_y}} \cdot k_{F_y}$$

$$F_x = C_{F_x} \cdot s^{y_{F_x}} \cdot t^{x_{F_x}} \cdot v^{n_{F_x}} \cdot k_{F_x}$$

За степенните показатели обикновено е вярно неравенството $x_F > y_F > n_F$.

Режими на рязане

Елементи на режима на рязане при струговане са:

- Скорост на рязане V , [m/min];
- Дълбочина на рязане t , [mm];
- Подаване s , [mm/об].

Прието е тези елементи да се избират в последователност:



Режими на рязане

Дълбочината на рязане t при грубо струговане се избира равна на прибавката за грубо обработване z . Когато прибавката е по-голяма от препоръчителната дълбочина за обработване за съответният инструмент и машина, обработването се извършва за i броя работни хода, така че $S \cdot i = z$.

Режими на рязане

Подаването S при грубо струговане се избира възможно най-голямо, за да се реализира висока производителност на процеса. Ограничителни условия в случая са мощността на машината и стабилността на технологичната система.

Режими на рязане

С определените стойности на t и s и приетата трайност T на инструмента се пресмята технологичната скорост на рязане V_T по формулата:

$$V_T = \frac{C_V \cdot K_V}{T^m \cdot s^{y_V} \cdot t^{x_V}}$$

Режими на рязане

Където:

- C_V е коефициент, зависещ от свойствата на обработвания метал и условията на процеса рязане;
- m , x_V и y_V са степенни показатели;
- K_V е поправъчен коефициент, равен на произведението от коефициентите, отчитащи влиянието на обработвания метал, състоянието на повърхностния слой на заготовката, материала на режещата част на ножа, формата на заточване, геометричните елементи на режещата част, напречното сечение на тялото на ножа и вида на обработването.

Режими на рязане

С изчислената скорост на рязане се пресмята необходимата честота на въртене на вретеното на машината:

$$n = \frac{1000 \cdot V_T}{\pi \cdot D}, [\text{min}^{-1}].$$

По получената стойност за честотата на въртене се избира най-близката по-ниска оборотна степен на машината.