

Технічне нормування технологічних процесів

ЛЕКЦІЯ № 5-6

Тема лекції: РОЗРАХУНОК РЕЖИМІВ РІЗАННЯ

План лекції:

- 1 Методи призначення режимів різання.Послідовність вибору режимів різання.Коротка характеристика табличного, аналітичного, машинного і графоаналітичного методів призначення режимів різання.
- 2 Вихідні дані для вибору режимів різання.
- 3 Вибір параметрів режимів різання і параметрів різального Інструмента.

Контрольні питання до лекції № 5 -6

- 1 Методи призначення режимів різанняПослідовність вибору режимів різанняКоротка характеристика табличного, аналітичного, машинного і графоаналітичного методів призначення режимів різання.
- 2 Вихідні дані для вибору режимів різання.
- 3 Вибір параметрів режимів різання і параметрів різального Інструмента.

Існують кілька методів призначення режимів різання: табличний, аналітичний, машинний з використанням комп'ютерів та спеціальних програм розрахунку і графоаналітичний.

1 Табличний метод.

При табличному методі як правило використовують загальномашинобудівні нормативи режимів різання.

Для вибору режимів різання за табличним методом необхідно знати:

- фізико-механічні характеристики оброблюваного матеріалу;
- припуск на оброблення, марку матеріалу і геометрію різальної частини інструмента;
- розміри різального інструменту.

2 Послідовність вибору режимів різання

1. Виходячи із заданого припуску на оброблення, призначають глибину різання t . Якщо припуск на оброблення великий, призначають кілька проходів різального інструмента і відповідні глибини різання для кожного проходу.

2. Вибирають технологічно допустиму подачу S_0 (мм/об), враховуючи наступні обмеження:

- по шорсткості обробленої поверхні деталі Ra ;
- по жорсткості оброблюваної деталі, яка особливо важлива при обробленні деталей типу «вал» виходячи з відношенням довжини вала до діаметру.
- по міцності різального інструменту.

Найменша з трьох визначених подач S_{0min} є технологічно допустимою.

Вибране значення подачі уточнюють по паспорту верстату та остаточно визначається значення подачі.

3. За таблицями нормативів режимів різання, залежно від визначеного значення величини подачі S_0 і призначеної глибини різання t , встановлюють табличну швидкість різання V і частоту обертання заготовки або різального інструменту n .

4. За встановленим по паспорту верстата значенням частоти обертання n і подачі S_0 знаходять швидкість різання V і ефективну потужність N , затрачену на різання, за якою визначають потужність верстата.

Табличний метод рекомендується використовувати у виробничих умовах при відсутності обчислювальної техніки, в

проектних організаціях при проектуванні нових технологічних процесів, якщо до готової продукції не висуваються високі експлуатаційні вимоги.

2 Аналітичний метод. При аналітичному методі послідовність вибору режимів різання аналогічна табличному, проте необхідно відзначити наступні особливості.

Величина параметрів режимів різання визначається за емпіричними розрахунковими формулами, що наведені в довідниковій та навчальній літературі.

1. Розраховують подачу S_o , що забезпечує задану шорсткість обробленої деталі.
2. Розраховують подачу S_o , що допускається міцністю різального інструменту.
3. Розраховують подачу S_o , що допускається жорсткістю заготовки.
4. Швидкість різання V визначають за залежностями, які вказуються в нормативах режимів різання.

На підставі викладеного вище можна зробити наступний висновок: нормативи режимів різання повинні бути науково обґрунтовані, базуватися на аналізі фізико-механічних і теплофізичних явищ, які супроводжують процес різання, враховувати вплив змінних технологічних факторів на цей процес та забезпечувати оптимізацію процесу різання.

3 Машинний метод. Сутність машинного методу з використанням засобів комп'ютерної техніки та спеціальних програм, полягає у використанні теоретичних залежностей щодо визначення параметрів процесу різання, режимів оброблення, параметрів якості поверхневого шару та точності оброблення і в подальшому обчисленні на комп'ютері економічно обґрунтованих режимів оброблення.

4 Графоаналітичний метод. Графоаналітичний метод вибору режимів різання вимагає досить трудомістких обчислень для побудови «лінії верстата» і «лінії різця», тому його використання у виробничих умовах обмежене.

2.1 ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ РЕЖИМІВ РІЗАННЯ

Перш ніж приступити до розрахунку режимів різання, необхідно визначити розрахункові (технологічні) розміри оброблюваних поверхонь деталей, які потрібні для розрахунку швидкості різання і часу на оброблення.

Режими різання включають в себе такі основні елементи: глибину різання t ; подачу S_o , швидкість різання, частоту обертання шпинделя верстата та потужність різання.

Вихідні дані для вибору режимів різання необхідні такі:

1 – Вихідні дані про деталь: що оброблюється:

- - робоче креслення деталі і технічні умови на її виготовлення; вид та марка матеріалу і його фізико-механічні характеристики (марка, стан, механічні властивості);
- - геометрична форма деталі, розміри і допуски на оброблення; допустимі відхилення від геометричної форми (овальність, конічність, огранка, допустимі похибки взаємної координації окремих поверхонь тощо.);
- - необхідна шорсткість (мікрогеометрія) оброблюваної поверхні;
- - вимоги до стану поверхневого шару деталі (допустиме зміцнення).

2 – Вихідні відомості про заготовку:

- робоче креслення заготовки і технічні умови на її виготовлення;
- вид заготовки (форма та метод отримання);
- величина і характер розподілу припусків;
- стан поверхневого шару (наявність окалини, зміцнення, тощо).

3

4 Паспортні дані верстатів.

Складові параметрів режимів різання вибираються таким чином, щоб була досягнута найбільша продуктивність праці при найменшій собівартості даної технологічної операції та забезпечена задана точність виготовлення деталі.

Режими різання встановлюють, виходячи з особливостей оброблюваної деталі і характеристик різального інструменту та верстата.

ВИБІР ВЕЛИЧИН ПАРАМЕТРІВ ЕЛЕМЕНТІВ РЕЖИМІВ РІЗАННЯ І ПАРАМЕТРІВ РІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТА ПРОВОДИТЬСЯ В ТАКІЙ ПОСЛІДОВНОСТІ:

1 Визначається глибина різання, що встановлюється в залежності від припуску на оброблення і кількості проходів.

2 Припуск на оброблення розбивається на чорновий, чистовий і вікінчувальний. Величина припуску визначається залежно від отриманих на попередньому обробленні: величини дефектного шару (зміцнення, відпуску, припалів, тощо.); мікрогеометрії поверхні; похибок геометричної форми деталі; похибки встановлення деталі на даній операції; допуску на виконання попередньої операції.

3 При механічному обробленні деталі необхідно прагнути до зменшення кількості проходів.

4 Припуск під чорнове оброблення як правило знімається за 1 – 2 ходи.

5 Кількість чистових ходів вибирається залежно від необхідної точності оброблення, шорсткості поверхні і стану поверхневого шару деталі..

6 Вибирається різальний інструмент: встановлюються його тип, розмір, матеріал і найвигідніша геометрія.

7 Визначається подача.

8 Розраховується швидкість різання та частота обертів шпинделя верстата.

3 РАХУНОК РЕЖИМІВ РІЗАННЯ ДЛЯ ОСНОВНИХ МЕТОДІВ ОБРОБЛЕННЯ

3.1 Загальні рекомендації

При визначенні елементів режимів різання враховують характер обробки, тип і розміри інструмента, матеріал його різальної частини, марку матеріалу і стан поверхні заготовки, тип і вид

обладнання.

Елементи режиму різання встановлюються в такому порядку

1 Встановлюється глибина різання.

Глибину різання t при чорновому (попередньому) обробленні призначають можливо максимальною, рівну всьому припуску на оброблення або його більшій частині, а при чистовому (остаточному) обробленні – залежно від вимог точності розмірів і шорсткості обробленої поверхні.

2 Призначення подачі.

Подача S_0 при чорновому обробленні вибирається максимально можливою, виходячи з жорсткості і міцності технологічної системи, потужності приводу верстата, міцності твердосплавної пластинки та інших обмежуючих факторів.

Подача s_0 при чистовому обробленні – вибирається залежно від необхідної точності і параметрів, що характеризують якість поверхневого шару деталі..

3 Призначення швидкості різання.

Швидкість різання v розраховують за емпіричними формулами, встановленими для кожного виду оброблення, які мають загальний вигляд

$$v = \frac{C_v}{T m t^x s y}$$

Значення коефіцієнта C_v і показників степеня m , x , y , що містяться в цій формулі, так само як і період стійкості T інструменту, який застосовується для конкретного виду оброблення, наведені в довідникових таблицях.

За допомогою табличних даних швидкість різання $v_{таб}$ отримана при певному виді оброблення, конкретних матеріалах різальної кромки різця і заготовки, в певному діапазоні подач.

Тому для отримання дійсного значення швидкості різання V з урахуванням конкретних значень згаданих чинників вводиться поправковий коефіцієнт K_v . Тоді фактична швидкість різання:

$$v = v_{таб} K_v,$$

де K_v – ряд поправкових коефіцієнтів.

Найважливішими з них, для різних видів оброблення, є:

K_{mv} – коефіцієнт, що враховує якість оброблюваного матеріалу (табл. 11, 12, 13);

Таблиця 11.

Поправковий коефіцієнт K_{mv} для сталі і чавуну, що враховує вплив фізико-механічних властивостей оброблюваного матеріалу на швидкість різання

Оброблюваний матеріал	Розрахункова формула
Сталь	$K_{mv} = K_r \left \frac{750}{\sigma_s} \right ^{mv}$
Сірий чавун	$K_{mv} = K_r \left \frac{190}{HB} \right ^{mv}$

Ковкий чавун	$M_{mv} = K_G \left(\frac{150}{HB} \right)^{nv}$
Примітки. Наведені в таблиці 11 σ_B і HB -фактичні параметри, що характеризують оброблюваний матеріал, для якого розраховується швидкість різання.	

K_G – коефіцієнт, що характеризує групу сталі за оброблюваністю (див. табл. 12);

K_{nv} – коефіцієнт, що враховує вплив стану поверхні заготовки.

K_{iv} – коефіцієнт, що враховує якість матеріалу інструменту (табл.16).

T

Таблиця 12

Коефіцієнт K_G , що характеризує групу сталі за оброблюваністю і показник степеня n , у формулі для розрахунку коефіцієнта оброблюваності сталі K_{mv} , приведеного в табл. 11

Оброблювальний матеріал	Коефіцієнт K_G для матеріала інструменту		Показники степеня при обробленні						
			різцями			свердлами, зенкерами, розвертками		фрезами	
			Із швидкоріжучої сталі	Із твердого сплаву	Із швидкоріжучої сталі	Із твердого сплаву	Із швидкоріжучої сталі	Із твердого сплаву	Із твердого сплаву
Сталь: вуглецева ($C < 0,6\%$), σ_B МПа: < 450	1,0	1,0	-1,0	1,0	-	1,0	-0,9	1,0	
450-550	1,0	1,0	1,75		-		-0,9		
> 550	1,0	1,0	1,75		0,9		0,9		

Продовження табл. 12

підвищеної і високої оброблюваності різанням	1,2	1,1	1,75	1,0	1,05	1,0	—	1,0	
хромиста	0,85	0,95	1,75		1,05		1,45		
вуглецева ($C > 0,6\%$)	0,8	0,9	1,5		0,9		1,35		
хромонікелева, хромо-молібденованадієва, хромомарганцев, хромокремнієва, хромо-кремнемарганцева, хромонікельмолібденова, хромомолібденоалюмінієва	0,7	0,8	1,25		0,9		1,0		1,35
хромованадієва	0,85	0,8	1,25						
марганцева	0,75	0,9	1,5						
хромонікельвольфрамова	0,8	0,85	1,25						
хромомолібденова, хромоалюмінієва	0,75	0,8	1,25						
хромонікельванадієва	0,75	0,85	1,25						
швидкоріжуча	0,6	0,7	1,25						
Чавун:	-	—	1,7	1,25	1,3	1,3	0,95	1,25	
сірий	-	—	1,7						
ковкий	—	—	1,7	1,25	1,3	1,3	0,85	1,25	

Таблиця 13

Поправковий коефіцієнт K_{mv} , що враховує вплив фізико-механічних властивостей жаростійких і корозійностійких сталей на швидкість різання

Марка сталі чи сплаву	σ_B , МПа	Середнє значення коефіцієнта K_{mv}	Марка сталі чи сплаву	σ_B , МПа	Середнє значення коефіцієнта Z_v
12X18H9T	550	1,0	ХН60ВТ	750	0,48
13X11H2B2MФ	1100-1460	0,8 - 0,3	ХН77ТЮ	850-100	0,40
14X17H2	800-1300	1,0 - 0,75			
13X14H3B2ФР	700-1200	0,5 - 0,4	ХН77ТЮР	950	0,26
37X12H8Г8МФБ	-	0,95 - 0,72	ХН35ВТ	1000-1250	0,50
45X14H14B2М	700	1,06	ХН70ВМТЮ	1000-1250	0,25
10X11H20Т3Р	720-800	0,85	ХН55ВМТКЮ	900-1000	0,25
12X21H5Т	820-10000	0,65	ХН65ВМТЮ	900-950	0,20

20X23H18	600-620	0,80	XH35BTЮ BT3-1; BT3 BT5; BT4 BT6; BT8 BT14 12X13 30X13; 40X13	950-1200	0,22
31X19H9MBТ	730			750-950	0,40
15X18H12C4ТЮ	780	0,40		900-12	0,70
XH78T	-	0,50		900-1400	0,35
		0,75		600-1100	0,53 - 0,43
		0,53		850-1100	1,5 - 1,2
					1,3 - 0,9

Таблиця 14

Поправковий коефіцієнт K_{mv} , який враховує вплив фізико-механічних властивостей мідних та алюмінієвих сплавів на швидкість різання

Мідні сплави	K_{mv}	Алюмінієві сплави	K_{mv}
Гетерогенні: $HB > 140$ $100 - 140 HB$ Свинцеві при основній гетерогенній структурі	0,7 1,0 1,7 2,0	Силумін і ливарні сплави (гартування), $\sigma_B = 200 - 300$ МПа, $HB > 60$ Дюралюміній (гартований), $\sigma_B = 400 - 500$ МПа, $HB > 100$	0,8
Гомогенні Сплави з вмістом свинцю < 10 % при основній гомогенній структурі	4,0 8,0	Силумін і ливарні сплави, $\sigma_B = 100 - 200$ МПа, $HB < 65$. Дюралюміній, $\sigma_B = 300 - 400$ МПа, $HB < 100$	1,0
Мідь Сплави з вмістом свинцю > 15 %	12,0	Дюралюміній, $\sigma_B = 200 - 300$ МПа	1,2

Таблиця 15

Поправковий коефіцієнт K_{nv} , що враховує вплив стану поверхні заготовки на

швидкість різання

Швидкість різання					
Стан поверхні заготовки					
Без кірки	З кіркою				
	прокат	поковка	сталеві і чавунні виливки при кірці		мідні і алюмінієві сплави
			нормальній	забрудненій	
1,0	0,9	0,8	0,8 – 0,85	0,5 – 0,6	0,9

Таблиця 16

Поправочний коефіцієнт K_{iv} , що враховує вплив інструментального матеріалу на швидкість різання

Оброблювальний матеріал	Значення коефіцієнта K_{iv} залежно від марки інструментального матеріалу						
	Сталь конструкційна	T5K12B 0,35	T5K10 0,65	T14K8 0,8	T15K6 1,00	T15K6 1,15	T30K4 1,4
Корозійностійкі та жароміцні сплави	BK8 1,0	T5K10 1,4	T15K6 1,9	P18 0,3			
Сталь гартована	35-50 HRC				51-62 HRC		
	T15K6 1,0	T30K4 1,25	BK6 0,85	BK8 0,83	BK4 1,0	BK6 0,92	BK8 0,74
Сірий та ковкий чавун	BK8 0,83	BK6 1,0	BK4 1,1	BK3 1,15	BK3 1,25		
	P6M5 1,0	BK4 2,5	BK6 2,7	9XC 0,6	XBG 0,6	Y12A 0,5	

Стієність T – період роботи інструменту до затуплення, що наводиться для різних видів оброблення, відповідає умовам одноінструментального оброблення. При багатоінструментальному обробленню період стійкості T слід збільшувати. Він залежить, перш за все, від кількості одночасно працюючих інструментів, відношення часу різання до часу робочого ходу, матеріалу інструменту, виду обладнання.

Сила різання. Під силою різання, зазвичай, мають на увазі її головну складову P_z , визначальну при підрахунку потужності, що витрачається на різання N_e і крутний момент на шпинделі верстата.

Силіві залежності розраховують за емпіричними формулами, значення коефіцієнтів і показників степеня, в яких для різних видів оброблення, вказані у відповідній довідниковій літературі.

Розраховані з використанням табличних даних силові залежності враховують конкретні технологічні параметри (глибину різання, подачу, ширину фрезерування та ін.) і дійсні при певних значеннях ряду інших чинників. Їх значення, відповідні фактичним умовам різання, отримують множенням на загальний поправочний коефіцієнт, що враховує зміну в порівнянні з табличними умовами різання, що представляє собою добуток з ряду коефіцієнтів. Найважливішим із них є коефіцієнт, що враховує якість оброблюваного матеріалу.