ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №3

Тема: РОЗРАХУНОК РЕЖИМІВ РІЗАННЯ

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

1 Методи призначення режимів різання

2 Послідовність вибору режимів різання

3 Коротка характаристика табличного, аналітичного, машинного і графоаналітичного методів призначення режимів різання**.**

4 Вихідні дані для вибору режимів різання.

5 Вибір величин елементів режимів різання і параметрів різального Інструмента.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ ДО ПРАКТИЧНОГО ЗАНЯТТЯ №3

1 Методи призначення режимів різання

2 Послідовність вибору режимів різання

3 Коротка характаристика табличного, аналітичного, машинного і графоаналітичного методів призначення режимів різання**.**

4 Вихідні дані для вибору режимів різання.

5 Вибір величин елементів 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.***

При табличному методі зазвичай використовують нормативи режимів різання.

Для вибору режимів різання за табличним методом необхідно знати:

– фізико-механічні характеристики оброблюваного матеріалу;

– припуск на оброблення, матеріал і геометрію різальної частини інструмента;

– розміри ріжучого інструменту.

Послідовність вибору режимів різання

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

2. Вибирають ***технологічно допустиму подачу*** ***S***, враховуючи наступні обмеження:

– необхідну, у відповідності до креслення деталі, ***шорсткість обробленої поверхні деталі;***

– ***жорсткість оброблюваної деталі***, яка особливо важлива при обробленні деталей типу «вал» з відношенням довжини вала до діаметру більше 10;

– ***міцності ріжучого інструменту***.

Найменша з трьох подач є технологічно допустимою. Дане значення подачі уточнюють по верстату та остаточно визначається значення подачі.

3. **За таблицями нормативів режимів різання** , залежно від знайденого значення подачі ***S***, і призначеної глубини різання **t**, ***обирають швидкість різання v і частоту обертання заготовки чи інструменту n.***

4. За знайденим значенням частоти обертання ***n*** і подачі ***S*** 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.*

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

Величина режимів різання визначається за емпіричними формулами.

1. Розраховують подачу ***S***, що забезпечує задану шорсткість обробленої деталі.
2. Розраховують подачу ***S***, що допускається міцністю ріжучого інструменту.
3. Розраховують подачу ***S***, 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 обгрунтувані, базуватися на аналізі фізико-механічних і теплофізичних явищ, які супроводжують процес різання, враховувати вплив змінних технологічних факторів на цей процес, забезпечувати оптимізацію процесу різання.

Сутність машинного методу з використанням комп'ютерів і спеціальних програм роботи *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*.

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

2.1 ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ ВИБОРУ 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; швидкість різання v та частоти обертання шпинделя верстата n.

До інформації для вибору режимів різання необхідні такі вихідні дані:

1 – **Дані про оброблювану деталь:**

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

2 – **Відомості про заготовку**:

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

3 **– Паспортні дані верстатів**.

Складові режимів різання вибираються таким чином, щоб була досягнута найбільша продуктивність праці при найменшій собівартості даної технологічної операції.

Режими різання встановлюють, виходячи з особливостей оброблюваної деталі і характеристики ріжучого інструменту і верстата.

ВИБІР ВЕЛИЧИН ЕЛЕМЕНТІВ РЕЖИМІВ РІЗАННЯ І ПАРАМЕТРІВ РІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТА ВЕДЕТЬСЯ В ТАКОМУ ПОРЯДКУ.

1 ***Вибирається глибина різання, що встановлюється залежно від припуску на оброблення і кількості проходів***.

Припуск розбивається на чорновий, чистовий і викінчувальний. Величина припуску визначається залежно від отриманих при попередньому обробленні: *величини дефектного шару (зміцнення, відпуску, припалів і т.п.); мікрогеометрії поверхні; похибок форми деталі; похибки встановлення деталі для даної операції; допуску на виконання попередньої операції.*

Необхідно прагнути до зменшення кількості проходів.

Припуск під чорнове оброблення зазвичай знімається за 1 – 2 ходи.

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

2 ***Вибирається ріжучий інструмент: встановлюються його тип, розмір, матеріал і найвигідніша геометрія***

3 Визначається подача

4 Розраховується швидкість різання та кількість обертів шпинделя верстата.

3 РОЗРАХУНОК РЕЖИМІВ РІЗАННЯ ДЛЯ ОСНОВНИХ МЕТОДІВ ОБРОБЛЕННЯ

3.1 ЗАГАЛЬНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

При призначенні елементів режимів різання враховують характер обробки, тип і розміри інструмента, матеріал його ріжучої частини, матеріал і стан заготовки, тип і стан 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* *при чорновому обробленні* вибирається максимально можливою, виходячи з жорсткості і міцності технологічної системи, потужності приводу верстата, міцності твердосплавної пластинки та інших обмежуючих факторів.

При чистовому обробленні – залежно від необхідної точності і параметрів, що характеризують якість поверхневого шару.

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 $v_{тб}$ отримана при певному виді оброблення, конкретних матеріалах ріжучої кромки різця і заготовки, в певному діапазоні подач.

Тому для отримання дійсного значення швидкості різання V з урахуванням конкретних значень згаданих чинників вводиться **поправочний коефіцієнт** K_v**.** Тоді дійсна швидкість різання

$$v = v_{тб} K_V ,$$

де K_v – ряд поправочних коефіцієнтів.

Найважливішими з них, загальними для різних видів оброблення, є:

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

Таблиця 11 Поправочний коефіцієнт K_{mv} для сталі і чавуну, що враховує вплив фізико-механічних властивостей оброблюваного матеріалу на швидкість різання —

Оброблюваний матеріал	Розрахункова формула
Сталь	$K_{mv} = K_Г \left(\frac{750}{\sigma_в}\right)^{nv}$
Сірий чавун	$K_{mv} = K_Г \left(\frac{190}{HB}\right)^{nv}$
Ковкий чавун	$M_{mv} = K_Г \left(\frac{150}{HB}\right)^{nv}$
Примітки. Наведені в таблиців 11 $\sigma_в$ і HB — фактичні параметри, що характеризують оброблюваний матеріал, для якого розраховується швидкість різання.	

$K_Г$ – коефіцієнт, що характеризує групу сталі за оброблюваністю (табл. 12);

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

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

Таблиця 12

Коефіцієнт $K_Г$, що характеризує групу сталі за оброблюваністю і показник степеня n_v у формулі для розрахунку коефіцієнта оброблюваності сталі $K_{mv,}$

приведеного в табл. 11

Оброблювальний матеріал	Коефіцієнт $K_Г$ для матеріала інструменту		Показники степеня при обробленні					
			різцями		свердлами, зенкерами, розвертками		фрезами	
	Із швидкорізальної сталі	Із твердого сплаву	Із швидкорізальної сталі	Із твердого сплаву	Із швидкорізальної сталі	Із твердого сплаву	Із швидкорізальної сталі	Із твердого сплаву
Сталь: вуглецева (С < 0,6%), $\sigma_в$ МПа: < 450	1,0	1,0	-1,0	1,0	-0,9	1,0	-0,9	1,0
450-550	1,0	1,0	1,75		-0,9		-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		1,05		—	
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, хромомолібденованадієва хромомарганцева, хромокремнієва, хромокремнемарганцева, хромонікельмолібденова хромомолібденоалюмінієва	0,7	0,8	1,25	1,0	0,9	1,0	1,35	1,0
хромованадієва	0,85	0,8	1,25				1,0	
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					
сірий	—	—	1,7	1,25	1,3	1,3	0,95	1,25
ковкий				1,25	1,3	1,3	0,85	1,25

Таблиця 13 Поправочний коефіцієнт K_{mv}, що враховує вплив фізико-механічних властивостей жаростійких і корозійностійких сталей на швидкість різання

Марка сталі чи сплаву	$\sigma_в$, МПа	Середнє значення коефіцієнта K_{mv}	Марка сталі чи сплаву	$\sigma_в$, МПа	Середнє значення коефіцієнта z_v
12Х18Н9Т	550	1,0	ХН60ВТ	750	0,48
13Х11Н2В2МФ	1100-1460	0,8 - 0,3			
14Х17Н2	800-1300	1,0 - 0,75	ХН77ТЮ	850-100	0,40
13Х14Н3В2ФР	700-1200	0,5 - 0,4	ХН77ТЮР	950	0,26
37Х12Н8Г8МФБ	-	0,95 - 0,72	ХН35ВТ	1000-1250	0,50
45Х14Н14В2М	700	1,06	ХН70ВМТЮ	1000-1250	0,25
10Х11Н20Т3Р	720-800	0,85	ХН55ВМТКЮ	900-1000	0,25
12Х21Н5Т	820-10000	0,65	ХН65ВМТЮ	900-950	0,20

20Х23Н18	600-620	0,80	ХН35ВТЮ ВТ3-1; ВТ3 ВТ5; ВТ4 ВТ6; ВТ8 ВТ14	950-1200 750-950 900-12	0,22 0,40 0,70
31Х19Н9МВБТ	730				
15Х18Н12С4ТЮ	780	0,40	12Х13	900-1400	0,35
ХН78Т	-	0,50	30Х13; 40Х13	600-1100	0,53 - 0,43
ХН75МБТЮ	-	0,75		850-1100	1,5 - 1,2
		0,53			1,3 - 0,9

Таблиця 14

Поправочний 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: *НВ* > 140 100 – 140 *НВ* Свинцеві при основній гетерогенній структурі Гомогенні Сплави з вмістом свинцю < 10 % при основній гомоген-ній структурі Мідь Сплави з вмістом свинцю > 15 %	0,7 1,0 1,7 2,0 4,0 8,0 12,0	Силумін і ливарні сплави (гартування), $\sigma_в$ = 200 - 300 МПа, *НВ* >60 Дюралюміній (гартований), σ_B = 400 - 500 МПа, *НВ* > 100	0,8
		Силумін і ливарні сплави, σ_B = 100 - 200 МПа, *НВ* < 65. Дюралюміній, σ_B = 300 - 400 МПа, *НВ* < 100	1,0
		Дюралюміній, σ_B = 200 - 300 МПа	1,2

Таблиця 15

Поправочний коефіцієнт K_{nv}, що враховує вплив стану поверхні заготовки на 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 *Kiv*, що враховує вплив інструментального матеріалу на швидкість різання

Оброблювальний матеріал	Значення коефіцієнта $K_{пv}$ залежно від марки інструментального матеріалу						
Сталь конструкційна	Т5К12В	Т5К10	Т14К8	Т15К6	Т15К6	Т30К4	ВК8
	0,35	0,65	0,8	1,00	1,15	1,4	0,4
Корозійностійкі та жароміцні сплави	ВК8	Т5К10	Т15К6	Р18	-		
	1,0	1,4	1,9	0,3			
Сталь гартована	35-50 HRC				51-62 HRC		
	Т15К6	Т30К4	ВК6	ВК8	ВК4	ВК6	ВК8
	1,0	1,25	0,85	0,83	1,0	0,92	0,74
Сірий та ковкий чавун	ВК8	ВК6	ВК4	ВК3	ВК3	-	
	0,83	1,0	1,1	1,15	1,25		
Сталь, чавун, мідні та алюмінієві сплави	Р6М5	ВК4	ВК6	9ХС	ХВГ	У12А	-
	1,0	2,5	2,7	0,6	0,6	0,5	

Стійкість *T* – період роботи інструменту до затуплення, що наводиться для різних видів оброблення, відповідає умовам одноінструментного 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 ***Pz,*** визначальну при підрахунку потужності, що витрачається на різання ***Ne*** і крутний момент на шпинделі верстата. Силові залежності розраховують за емпіричними формулами, значення коефіцієнтів і показників степеня, в яких для разних 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 обраблюваного матеріалу.