

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний
університет імені Івана Пулюя

Кафедра автомобілів

М.Г. Левкович, О.М. Лясота, П.В. Босюк

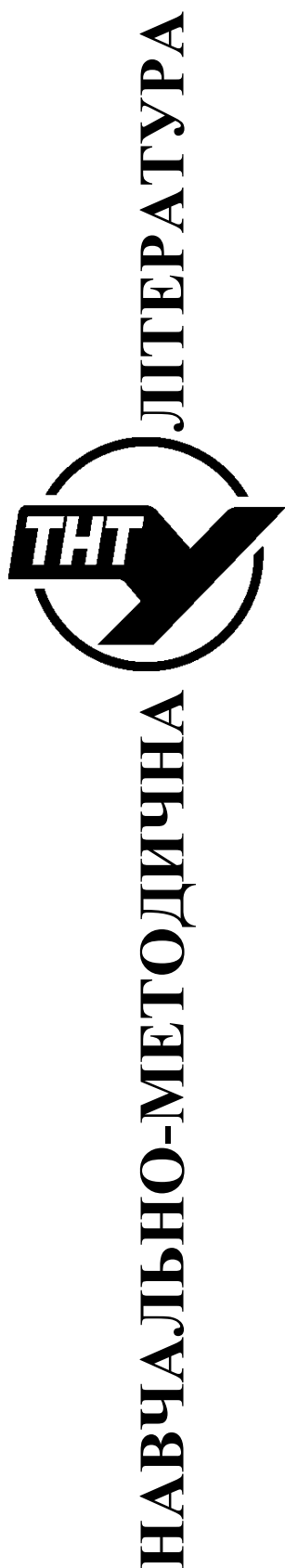
МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторних занять студентів всіх форм навчання

**«Оброблення деталей на фрезерних
верстатах»**

з дисципліни
«Відновлення деталей»

Тернопіль
2014



Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя

Кафедра автомобілів

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних робіт з дисципліни
«Відновлення деталей»
для студентів напряму підготовки 6.070106 «Автомобільний
транспорт» усіх форм навчання

Тернопіль
2014

Методичні вказівки розроблено відповідно до навчального плану підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» напрямку підготовки 6.070106 «Автомобільний транспорт».

Укладачі: к.т.н., доц. Левкович М.Г.;
к.т.н., доц. Лясота О.М.
асистент Босюк П.В.

Рецензент: д.т.н., проф. Пилипець М.І.

Відповідальний за випуск: к.т.н., доц. Левкович М.Г.

Розглянуто та схвалено на методичному семінарі кафедри автомобілів, протокол №1 від 27 серпня 2014 р.

Рекомендовано до друку методичною комісією механіко-технологічного факультету, протокол № 1 від 29.08.2014 р.

ЗМІСТ

1. Теоретичні відомості	4
1.1 Характеристика процесу фрезерування	4
2. Практична частина	6
2.1 Призначення різального інструменту	6
2.2 Призначення режимів фрезерування	8
2.3 Призначення глибини різання	8
2.4 Призначення подач	8
3 Структура звіту	9
4 Контрольні запитання	9
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	10
Додаток А	11
Додаток Б	13
Додаток В	14
Додаток Г	19

Тема. Оброблення матеріалів на фрезерних верстатах

Мета роботи:*Набуття практичних навичок із оброблення матеріалів на фрезерних верстатах, ознайомлення з будовою та класифікацією фрез та методикою призначення режимів різання.*

1. Теоретичні відомості

1.1 Характеристика процесу фрезерування

Оброблення площин, криволінійних і складних за формою поверхонь на верстатах фрезерної групи багатолезовим інструментом (фрезою) називається *фрезеруванням*.

Фрезеруванням можна із заданою точністю обробити майже всі види поверхонь. Для цього існують різні види фрезерних верстатів, їх поділяють на такі основні групи:

- 1) прості горизонтально-фрезерні верстати;
- 2) універсальні горизонтально-фрезерні верстати;
- 3) вертикально-фрезерні верстати;
- 4) поздовжньо-фрезерні верстати;
- 5) шпонково-фрезерні верстати;
- 6) барабанно-фрезерні верстати;
- 7) копювально-фрезерні верстати;
- 8) різьбофрезерні верстати;
- 9) спеціалізовані фрезерні верстати.

Для прикладу розглянемо оброблення на універсальному горизонтально-фрезерному верстаті, у якого робочий стіл крім трьох рухів подачі, може ще повертатися в горизонтальній площині на кут $45 - 50^\circ$, що розширює коло робіт, які виконуються на горизонтально-фрезерних верстатах.

При фрезеруванні стружку знімає не один різець, а багатолезовий інструмент – фреза. Подача здійснюється переміщенням стола в поздовжньому і поперечному напрямках. Фреза обертається від шпинделя верстата. Обертальний рух фрези є головним, а переміщення стола верстата з закріпленою на ньому деталлю - рухом подачі (рис. 1).

Всі фрези являють собою різної форми тіла обертання, що мають на своїх поверхнях прямі або гвинтові канавки, які утворюють зубці з різальними лезами.

Фрези можуть бути суцільними, складеними і збірними. Їх виготовляють з швидкорізальних сталей марок Р18 та Р9 або оснащують пластинками металокерамічних і мінералокерамічних сплавів.

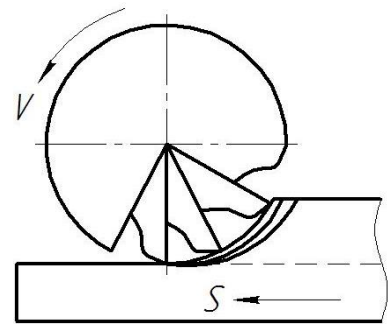


Рисунок 1 – Схема фрезерування

Класифікація фрез. За видом оброблюваних поверхонь фрези поділяються на: циліндричні і торцеві - для обробки площин; дискові і пальцеві - для обробки різних видів пазів; пилки - для розрізування металів; фасонні - для обробки фасонних поверхонь; зуборізні - для нарізування зубів зубчастих коліс; різьбові - для нарізування різі та інші.

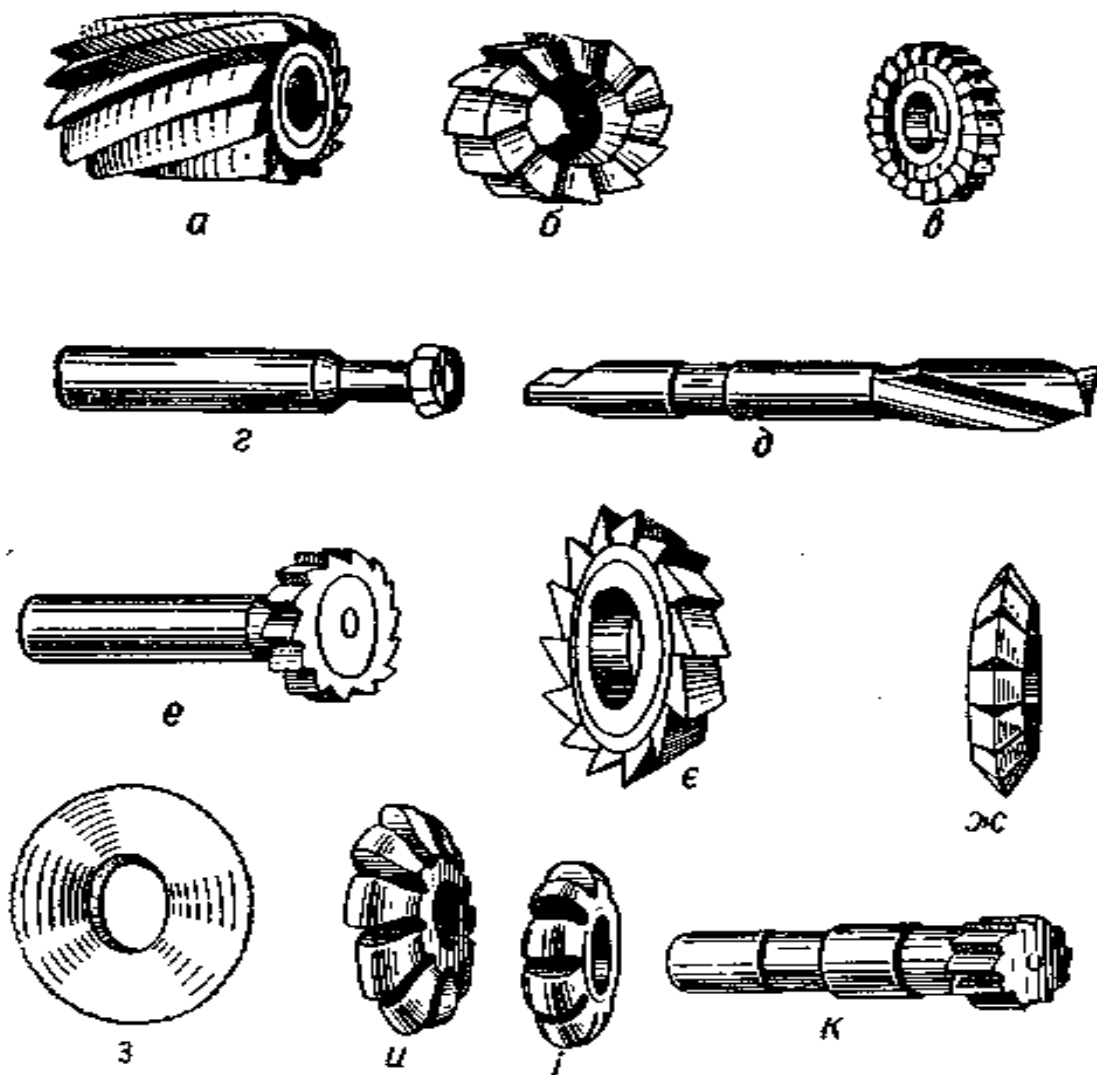


Рисунок 2 – Типи фрез

На рис. 2 показані основні типи фрез. Для обробки площин циліндрична фреза (а); торцева фреза (б) для обробки пазів - дискова фреза (в); для обробки Т-подібних пазів пальцева фреза (г); для обробки звичайних шпонкових пазів

пальцева фреза (*д*); для обробки пазів сегментних шпонок фреза (*е*); одно кутова фреза для обробки канавок (*є*); двокутова фреза (*ж*); фреза - пилка для прорізування шліців (*з*); модульна дискова фреза для обробки зубів зубчастих коліс (*и*); фасонна фреза для обробки напівкруглих канавок (*і*); гребінчаста фреза для нарізування різі (*к*). Існує багато інших типів фрез для виконання спеціальних робіт.

Фрезерування торцевими фрезами поверхонь більш продуктивне ніж циліндричними.

Чорнове фрезерування забезпечує точність за 12÷14 квалітетом, з чистотою поверхні Ra 6,3÷12,5; чистове відповідно 11 квалітет точності, Ra 3,2÷6,3 а тонке 8,9 квалітет точності, з чистотою поверхні Ra 1,6.

2. Практична частина

2.1 Призначення різального інструменту

Для фрезерування поверхні заготовки важливе значення має правильний вибір фрези. Необхідно проаналізувати всі можливі варіанти обробки і вибрати найбільш оптимальний, при якому найбільш повно використовуються можливості верстата і фрези, забезпечується необхідна якість обробки та досягається найвища продуктивність праці.

Для виконання лабораторної роботи варіант завдання вибрати в додатках А за вказівкою викладача.

З метою спрощення роботи над вибором типу і розмірів фрези, а також ширини фрезерування та глибини різання, слід накреслити схему різання. Типові схеми різання наведені на рис. 3.

В залежності від форми оброблюваної поверхні необхідно вказати тип фрези, її конструкційні особливості (суцільна, збірна, спосіб кріплення зубів), розміри фрези, число зубів і геометричні параметри. Розміри фрези вибираються виходячи з розмірів оброблюваної поверхні. Так при обробці площин та уступів діаметр торцевої або пальцевої фрези, ширина дискової або циліндричної фрези мають бути на 10 - 20% більшими за ширину оброблюваної поверхні.

Найбільшу продуктивність при обробці горизонтальної площини на вертикально-фрезерному верстаті або вертикальної площини на горизонтально-фрезерному верстаті можна досягти, використовуючи торцеві фрези (рис. 3 а). Якщо горизонтальна площина деталі оброблюється на горизонтально-фрезерному верстаті, то використовуються циліндричні фрези (рис. 3 б). Неширокі площини та пази оброблюються торцевими фрезами малих розмірів, пальцевими або дисковими фрезами (рис. 3.3 в, г, д, ж, з). Складні фасонні

поверхні оброблюють дисковими фрезами відповідного профілю (рис. 3 і). Для обробки шпонкових канавок під призматичні шпонки призначаються пальцеві шпонкові фрези (рис.3 и).

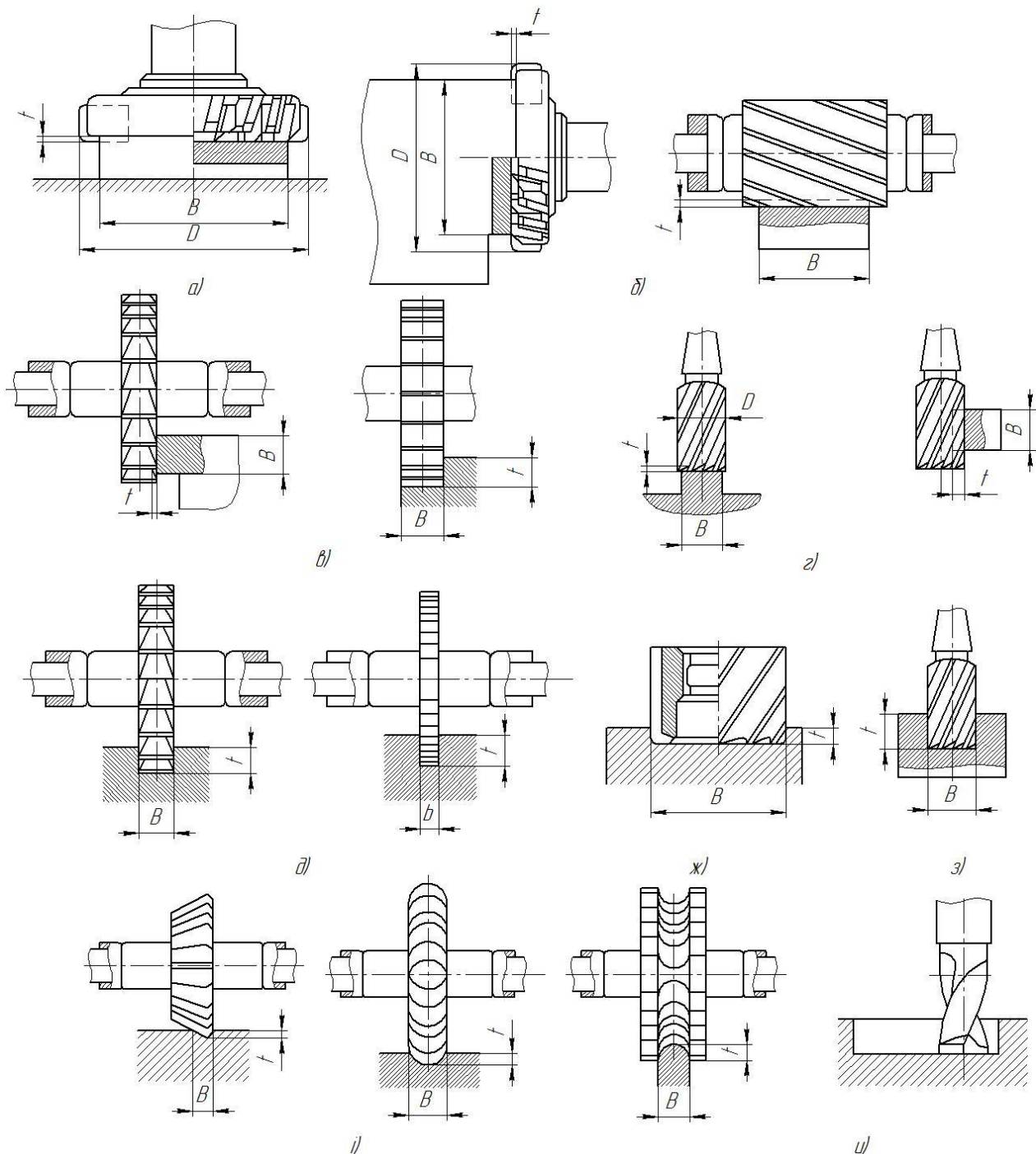


Рисунок 3 – Схеми різання при фрезеруванні

Визначаючи діаметр фрези, можна використати рекомендації приведені у додатку Б. Потрібно також вказати число зубів фрези. Для чистової обробки слід призначати фрези з більшою кількістю зубів, а для чорнової обробки з меншим числом зубців. Визначаючи параметри фрези, слід звернути увагу на

можливість кріплення фрези на верстаті. Особливо це стосується дискових і циліндричних фрез, які потрібно насаджувати на оправку. Параметри фрези можна вибрати з таблиць 65-100 (стор. 174-189) [9] або з додатку Б. Потрібно вказати також конструкційні особливості фрези і матеріал зубів фрези.

2.2 Призначення режимів фрезерування

Знаючи, що головний рух при фрезеруванні - обертання фрези, визначаємо швидкість різання за формулою

$$v = \frac{\pi D n}{1000} \quad (1)$$

де D - зовнішній діаметр фрези, в мм;

n - число обертів фрези (або шпинделя верстата) за хвилину.

2.3 Призначення глибини різання

Глибину різання при фрезеруванні призначають в залежності від припуску на обробку, якості обробленої поверхні, потужності верстата, конструкції інструменту та жорсткості системи ВПД. При чорновій обробці для підвищення продуктивності бажано весь припуск зрізати за один прохід. Практично в більшості випадків чорнове фрезерування з точністю за 12-14 квалітетами та якістю поверхні до $Ra = 6,3 \div 12,5$ мкм, або до $Rz = 25 \div 50$ мкм проводиться з глибиною різання 3 – 5 мм, а для торцевих фрез глибина різання досягає 12 – 15 мм.

Для досягнення високої якості обробки після чорнової обробки проводиться чистова з точністю за 8-11 квалітетом та якістю поверхні до $Ra = 1,25 \div 3,2$ мкм, або до $Rz = 5 \div 12,5$ мкм з глибиною різання 0,5 – 1,5 мм.

Для багатоінструментальної обробки глибина різання визначається для кожної фрези.

2.4 Призначення подач

Для чорнового фрезерування визначається подача на один зуб фрези, S_z , з додатку В (таблиць В2 – В6), з таблиць 33, 34, 35, 36, 38 (стор. 283 - 286) [10], з карт 108-199 (стор. 209 - 343) [5] або з карт Ф-2 (стор. 83 - 84) [8].

Для чистового фрезерування визначається подача за один оберт фрези, S з додатку В (таблиць В7, В8), з таблиці 37 (стор. 285) [9], з карт 108-199 (стор. 209-343) [5].

Якщо на одній оправці закріплено кілька фрез, то спочатку подача S_z визначається для кожної фрези. Потім для кожної фрези визначається подача на один оберт шпинделя.

$$S = S_z \cdot Z \text{ (мм/об)} \quad (2)$$

де z – число зубців фрези.

За розрахункову подачу на один оберт приймається менше із одержаних значень і визначається розрахункова подача на один зуб фрези для кожного інструменту.

$$S_z = \frac{S}{Z} \text{ (мм/зуб)} \quad (3)$$

3 Структура звіту

- 1 Мета роботи;
- 2 Короткі теоретичні відомості;
- 3 Креслення схеми різання;
- 4 Призначення різального інструменту;
- 5 Визначення глибини різання і подачі;
- 6 Висновок;
- 7 Список літератури.

4 Контрольні запитання

1. Що таке фрезерування?
2. Які поверхні можна обробляти фрезеруванням?
3. Який рух в процесі фрезерування є рухом подачі?
4. Як поділяються фрези за видом оброблюваних поверхонь?
5. Чи можна нарізати різь фрезою на фрезерному верстаті?
6. Які фрези використовують для обробки різних видів пазів?
7. Які фрези використовують для обробки площин?
8. Які фрези використовують для нарізування зубів зубчастих коліс?
9. Яку точність і чистоту поверхні забезпечує чистове фрезерування?
10. Яку точність і чистоту поверхні забезпечує тонке фрезерування?
11. За якою формулою визначають швидкість різання в процесі фрезерування?
12. В залежності від чого призначають глибину різання при фрезеруванні?
13. Як визначається подача для чорнового фрезерування?
14. Як визначається подача для чистового фрезерування?

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Аршинов В.А. Резаниеметаллов и режущийинструмент [Текст] / В.А. Аршинов, Г.А. Алексеев. - М.: Машиностроение, 1975. – 440 с.
2. Грановский Г.И. Резаниеметаллов [Текст] / Г.И. Грановский, В.Г. Грановский. - М.: Высшая школа, 1985. – 304 с.
3. Кирилович В.А. Нормування часу та режимів різання для токарних верстатів з ЧПК [Текст] / В.А. Кирилович, П.П. Мельничук, В.А. Яновський. - Житомир: ЖІТГ, 2001.
4. Нефёдов Н.А. Сборник задач по резаниюметаллов и режущемуинструменту [Текст] / Н.А. Нефёдов, К.А. Осипов. - М.: Машиностроение, 1990. – 444 с.
5. Общемашиностроительныенормативырежимоврезания для техническогонормированияработ на металлорежущих станках [Текст] / М.: Машиностроение, 1974. -Часть 1.
6. Общемашиностроительныенормативырежимоврезания для техническогонормированияработ на металлорежущих станках. Часть 2. М. Машиностроение, 1974.
7. Общемашиностроительныенормативырежимоврезания для техническогонормированияработ на металлорежущих станках. Часть 3. М. Машиностроение, 1974.
8. Режимырезанияметаллов. Справочник [Текст] / под ред. Б.В. Барановского. - М.: Машиностроение, 1972. – 515 с.
9. Справочниктехнолога-машиностроителя [Текст] / под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. - М.: Машиностроение, 1986. - Т.2. – 656 с.
- 10.Справочниктехнолога-машиностроителя [Текст] / под ред. А.Н. Малова. - М.: Машиностроение, 1972. - Т.2. – 408 с.
- 11.Справочникметаллиста. Т. 5, под ред. Б.А.Богуславского. М. Машиностроение, 1978.
- 12.Прогрессивныережущиеинструменты и режимырезанияметаллов. Справочникметаллиста [Текст] / під ред. В.И. Баранчикова. - М.: Машиностроение, 1990. - Т.5. – 150с.
13. Сердюк В.С. Основи оброблення матеріалів різанням та інструмент. Навчальний посібник для студентів спеціальності «Технічне обслуговування і ремонт устаткування підприємств машинобудування» [Текст] / В.С. Сердюк. – К.: Освіта України, 2006. –186 с.

Додаток А

Призначити фрезу (тип, розміри фрези, матеріал і число зубів, конструкційні особливості), визначити ширину і глибину фрезерування, вибрати подачу для обробки поверхні заготовки (рис. А1, таблиця А1), якщо припуск на обробку h .

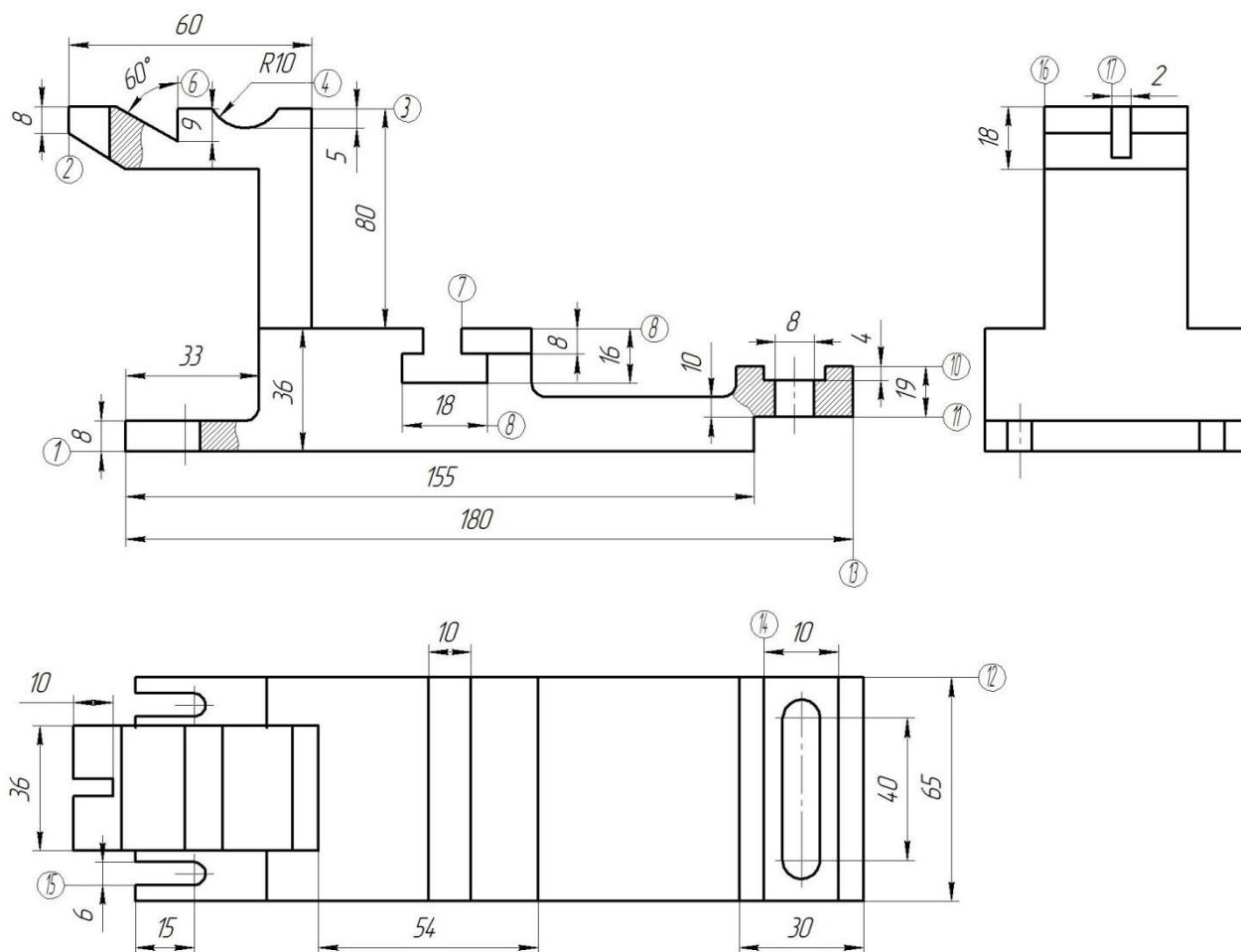


Рисунок А1 – Заготовка для фрезерування

Таблиця А1 – Дані до виконання лабораторної роботи

№ п/п	Матеріал заготовки		Якість обробки	Номери поверхні	Припуск h, мм
Обробка на вертикально-фрезерному верстаті					
1.	Сталь Ст.3	HB 110	Rz 80	1	4,0
2.	Сталь Ст.3	HB 118	Rz 40	2	2,5
3.	СЧ 18	HB 210	Rz 40	3	3,0
4.	СЧ 18	HB 210	Rz 40	8	-
5.	СЧ 18	HB 210	Rz 40	7	—
6.	Сталь 45	HB 229	Ra 2,5	6	1,5

Продовження таблиці А1

7.	Сталь 45	HB 229	Rz 80	9	-
8.	Сталь 45	HB 229	Ra 2,5	10	1,0
9.	СЧ30	HB 255	Rz 80	11	4,0
10.	СЧ 30	HB 255	Rz 40	12	3,5
11.	СЧ30	HB 255	Rz 80	13	3,2
12.	Бронза	HB 120	Rz 40	14	-
13.	Сталь 40	HB 170	Rz 80	15	-
14.	Сталь 40	HB 170	Ra 2,5	16	1,2
15.	Сілумін	HB110	Rz 40	3	2,5
Обробка на горизонтально-фрезерному верстаті					
16.	СЧ 40	HB 280	Rz 40	3	-
17.	Сталь Ст.3	HB 118	Rz 80	4	R= 10 _{мм}
18.	Сталь Ст.3	HB 118	Ra 2,5	2	0,8
19.	СЧ 18	HB 210	Ra 6,3	3	0,9
20.	СЧ 18	HB210	Rz 80	7	-
21.	СЧ 18	HB 210	Rz40	6	4,5
22.	Бронза	HB 150	Ra 6,3	10	1,0
23.	Сталь 40	HB 170	Rz 80	11	2,6
24.	Сталь 40	HB 170	Ra 2,5	12	0,8
25.	СЧ 30	HB 250	Rz 80	13	2,8
26.	СЧ30	HB 250	Rz 40	14	-
27.	Сталь Ст.3	HB 123	Rz 40	16	3,4
28.	Сталь 15Х	HB 179	Rz 80	17	-
29.	Дюралюміній		Ra 6,3	2	1,8
30.	Сілумін		Ra 6,3	3	0,9

Рекомендації щодо вибору інструментів

Таблиця Б1 – Призначення марок твердого сплаву при фрезеруванні

Оброблюваний матеріал	Характер фрезерування		
	чорнове	напівчистове	чистове
Сталь вуглецева; легована; чавунковий Чавун відбілений, кольорові метали і сплави	ТТ7К12Б, Т5К12Б, ТТ10К8Б, ВК15, ВК10, ВК8	Т14К8, Т15К6 ВК8, ВК6, ВК6М	Т15К6, Т30К4 ВК4, ВК3, ВК3М, ВК2

Таблиця Б2 – Рекомендовані діаметри фрез

Фреза	Глибина різання, мм	Ширина фрезерування В, мм	Діаметр фрези D, мм
Торцева	4	40	50-63
	4	60	80-100
	5	90	125
	5	120	160
	6	180	200-250
	8	250	320
	10	350	400-630
Прорізна	5	4	40-63
	10	4	63-80
	12	5	80
	25	5	100

Рекомендації щодо вибору подач для фрезерування

Таблиця В1 – Подачі на зуб фрези S_z для чорнової обробки площин та уступів

Твердість заготовки НВ	Сталь			Чавун і міднісплави		Алюмін. сплави
	Глибинарізання t в мм					
	до 3	до 5	>5	до 3	>3	
Торцевіфрезиізшвидкорізальноїсталі						
<229	0,2-0,3	0,15-0,25	0,12-0,2	0,4-0,6	0,2-0,35	0,25-0,3
230-287	0,15-0,25	0,12-0,2	0,1-0,15	0,3-0,5	0,15-0,25	
>287	0,12-0,2	0,1-0,15	0,07-0,1	0,2-0,3	0,08-0,15	
Торцевіфрезиоснащені твердим сплавом						
<229	0,15-0,2	0,1-0,18	0,1-0,15	0,2-0,35	0,1-0,25	0,2-0,3
230-287	0,1-0,15	0,08-0,1	0,06-0,1	0,15-0,25	0,1-0,2	
>287	0,08-0,1	0,06-0,08	0,05-0,07	0,1-0,15	0,06-0,1	
Дисковіфрезиізшвидкоїрізальноїсталі						
<229	0,15-0,2	0,12-0,2	0,1-0,15	0,3-0,5	0,15-0,3	0,1-0,15
230-287	0,12-0,2	0,1-0,15	0,08-0,12	0,2-0,3	0,1-0,25	
>287	0,1-0,15	0,08-0,1	0,06-0,1	0,15-0,25	0,08-0,15	
Дисковіфрезиоснащені твердим сплавом						
<229	0,1-0,12	0,08-0,1	0,07-0,1	0,15-0,25	0,1-0,2	0,15-0,2
230-287	0,08-0,1	0,06-0,08	0,05-0,07	0,12-0,2	0,08-0,15	
>281	0,06-0,08	0,05-0,07	0,04-0,06	0,08-0,15	0,05-0,1	

Більші значення приймати для жорстких систем ВПД

Таблиця В2 – Подачі на зуб фрезис_z для обробки канавок дисковими фрезами

Твердість заготовки HB	Сталь			Чавун і міднісплави		Алюмін. сплави
	Глибинарізання t в мм					
	до3	до 5	>5	до 3	>3	
<229	0,06-0,12			0,07-0,12		0,1-0,18
230-287	0,05-0,1			0,06-0,1		
>287	0,03-0,06			0,04-0,08		
B, мм	Прорізні фрези із швидкорізальної сталі _					
2	0,03-0,05	0,02-0,04	0,01-0,02	0,04-0,06	0,02-0,04	0,04-0,06
3	0,02-0,04	0,01-0,02		0,03-0,05	0,01-0,03	
6	0,01-0,02	<0,01		0,02-0,04	<0.01	

Меншізначенняприймає для t > 2B. де B – ширина канавки

Таблиця В3 – Подачі на зуб фрезис_z для фасонних та кутових фрез

Сталь			Чавун,мідні та алюмінієві сплави		
Подача S _z , при глибині різання t в мм					
до 3	до 5	>5	до 3	до 5	>5
0.04-0,06	0,03 - 0,05	0,02 - 0,04	0,06 - 0,08	0,04 - 0,06	0,03 - 0,05

Таблиця В3.4 – Подачі на зуб фрези S_z для чорнової обробки сталейних заготовок кінцевими фрезами

Діаметр фрези до	Швидкорізальні фрези			Твердосплавні фрези		
	Глибина різання t в мм до					
	3	5	8	3	5	8
16	0,05-0,08	0,03-0,06		0,02-0,06	0,02-0,04	
20	0,06-0,10	0,04-0,07		0,06-0,10	0,05-0,08	0,03-0,05
25	0,07-0,12	0,05-0,09	0,03-0,06	0,08-0,12	0,06-0,10	0,05-0,10
30	0,10-0,16	0,07-0,12	0,04-0,07	0,10-0,15	0,08-0,12	0,06-0,10
40	0,12-0,20	0,08-0,14	0,05-0,08	0,10-0,18	0,08-0,13	0,06-0,11
50	0,15-0,25	0,10-0,15	0,07-0,10	0,10-0,20	0,10-0,15	0,08-0,12

Примітка: 1. Більшізначенняприймає для жорстких систем верстат - пристосування - інструмент - деталь.

2. Для обробки чавунів подачі збільшувати в 1,3 рази; для обробки мідних та алюмінієвих сплавів подачі збільшувати в 1,4 рази

Таблиця В5 – Подачі на зуб фрези S_z для обробки шпонкових канавок

Напрямок подачі	Діаметр фрези								
	6	8	10	12	16	20	24	32	40
Осьова	0,006	0,007	0,008	0,009	0,01	0,011	0,012	0,015	0,016
Поздовжня	0,02	0,022	0,024	0,026	0,028	0,032	0,036	0,037	0,038

Подачі приведені для конструкційних сталей з $\sigma_B < 750 \text{ МПа}$; при обробці сталей більшої міцності вводити додатковий коефіцієнт 0,6 – 0,8

Таблиця В6 – Подачі S в мм/об для чистової обробки площин та уступів торцевими і дисковими фрезами

Матеріал інструменту	Подачі s в мм/об при шорсткості поверхні R_a , мкм				
	6,3	3,2	1,6	0,8	0,4
Р6М5	1,2-2,7	0,5-1,2	0,23 - 0,5	-	-
Твердий сплав	-	0,5-1,0	0,4 - 0,6	0,2-0,3	0,15

Таблиця В7 – Подачі S в мм/об для чистової обробки кінцевими фрезами

Діаметр фрези D в мм	10-16	20-22	25-35	40-50
Подача s в мм/об	0,02 - 0,06	0,06-0,12	0,12-0,24	0,3 - 0,6

Таблиця В8 – Подачі при чорновому фрезеруванні торцевими, циліндричними та дисковими фрезами із швидкорізальної сталі

Потужність верстата, кВт	Фрези			
	Торцеві та дискові		Циліндричні	
	Подача на один зуб S_z , мм, при обробці			
	Сталь конструкційна	Чавун та міднісплави	Сталь конструкційна	Чавун та міднісплави
Фрези з крупним зубом та фрези із звичайними ножами				
до 5	0,06...0,07	0,15...0,30	0,08...0,12	0,10...0,18
від 5 до 10	0,08...0,15	0,20...0,40	0,12...0,20	0,20...0,30
від 10	0,15...0,25	0,30...0,50	0,30...0,40	0,40...0,60
Фрези з дрібним зубом				
до 5	0,04...0,06	0,12...0,20	0,05...0,08	0,06...0,12
від 5 до 10	0,06...0,10	0,15...0,30	0,06...0,10	0,10...0,15

Таблиця В9 – Подачі при чорновомуфрезеруванніторцевими, циліндричними та дисковими фрезами з пластинами твердого сплаву

Потужністьверстата, кВт	Сталь конструкційна		Чавун та міднісплави	
	Подача на зуб фрези S_z , мм, при твердому сплаву			
	T15K6	T5K10	BK6	BK8
<i>Фрези з крупним зубом та фрези з вставними ножами</i>				
від 5 до 10	0,09...0,18	0,12...0,18	0,14...0,24	0,20...0,29
від 10	0,12...0,18	0,16...0,24	0,18...0,28	0,25...0,38

Примітки: 1. Наведенізначення подач для циліндричних фрез дійсні при шириніфрезерування $B \leq 30$ мм; при $B > 30$ табличнізначення подач слідзменшити на 30%.

2. Наведенізначення подач для дискових фрез дійсні при фрезеруванніплощин і уступів; при фрезеруванніпазівтабличнізначення подач слідзменшити в 2 рази.

3. При фрезеруванні з наведенимивтаблиці подачами досягається параметр шорсткостіповерхні $R_a = 0,8 \dots 1,6$ мкм.

Таблиця В10 – Подачі при фрезеруванністалевих заготовок шпонковими фрезами ізшвидкорізальноїсталі

Діаметрфрез и, мм	Фрезерування на шпонково- фрезернихверстатах з маятниковою подачею		Фрезерування на вертикально- фрезернихверстатах за один робочийхід	
			Осьовеверіання на глибинушпонково го пазу	Поздовжнєпереміщен ня
	Глибинафрезеруван ня, мм		Подача на один зуб, мм	
6	0,3	0,10	0,006	0,020
8		0,12	0,007	0,022
10		0,16	0,008	0,024
12		0,18	0,009	0,026
16	0,4	0,25	0,010	0,028
18		0,28	0,011	0,030
20		0,31	0,011	0,032
24		0,38	0,012	0,036
28	0,5	0,45	0,014	0,037
32		0,50	0,015	0,037
36		0,55	0,016	0,038
40		0,65	0,016	0,039

Примітка. Подачідані для конструкційноїсталі з $\sigma_s \leq 750$ МПа; при обробці сталей більшвисокоїміцностіподачізменшуються для 20-40%.

Таблиця В11 – Подача, мм/об, при чистовому фрезеруванні торцевими, дисковими і циліндричними фрезами

Параметр шорсткості поверхні R_a мкм	Торцеві та дискові фрези із ставними ножами із твердосплавних матеріалів		Циліндричні фрези із сталі					
			Сталь конструкційна			Чавун, кольорові сплави		
			Діаметр фрези, мм					
	ШР сталі	ТС	40...75	90...130	150...200	40...75	90...130	150...200
6,3	-	1,2...2,7	-	-	-	-	-	-
3,2	0,5...1,5	0,5...1,2	1,0...2,7	1,7...3,8	2,3...5,0	1,0...2,3	1,4...3,0	1,9...3,7
1,6	0,4...0,6	0,23...0,5	0,6...1,5	1,0...2,1	1,3...2,8	0,6...1,3	0,8...1,7	1,1...2,1
0,8	0,2...0,3	-	-	-	-	-	-	-
0,4	0,15	-	-	-	-	-	-	-

ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕТАЛОРІЗАЛЬНИХ ВЕРСТАТІВ

Таблиця Г1 – Вертикально-фрезерні верстати (в мм)

Параметри	Моделі верстатів				
	6P11	6P11МФ3-1	6P13РФ3-0	6550РФ3	6560МФ3
Розмір робочої поверхні стола	250...1000	250x1000	400x1600	500x1000	630x1600
Найбільше переміщення стола:					
поздовжнє	630	630	1000	800	1250
поперечне	200	300	400	500	630
вертикальне	350	350	380	-	-
Найбільше переміщення шпиндельної бабки	-	-	-	530	775
Частота обертання шпинделя, об/хв	50...1600	63...2500*	40...2000	40...2000	5,6...2000
Подача стола, мм/хв.:					
поздовжня і поперечна	35...1020	0,1...4800*	10...1200*	-	-
вертикальна	14...390	0,1...4800*	10...4800*	-	-
Подача, мм/хв. :					
стола	-	-	-	5...1200*	0,1...4800*
шпиндельної бабки	-	-	-	5...1200*	0,1...4800*
Швидкість прискорених переміщень стола, мм/хв.:					
поздовжнього і поперечного	2900	4800	2400	-	-
вертикального	1150	4800	2400	-	-
Швидкість прискорених переміщень, мм/хв.: стола	-	-	-	4800	9600
шпиндельної бабки	-	-	-	4800	9600
Потужність електродвигуна приводу руху, кВт	5,5	8	7,5	4,3	15
<i>Примітки:</i>* Безступінчасте регулювання 1. Верстат моделі 6P11Г з ручним управлінням, решта з ЧПУ. 2. Верстати моделей 6P11, 6P11МФ3, 6P13РФ3 консольні, а решта – з хрестовим столом. 3. Міскість інструментальних магазинів (револьверних головок) на верстатах моделі 6P11МФ3-1 – 8 інструментів; моделі 6P13РФ3 – 6 інструментів; моделі 6550РФ3 – 6 інструментів; моделі 6560МФ3 – 24 інструмента.					

Таблиця Г2 – Горизонтально-фрезерні консольні верстати (в мм)

Параметри	Моделі верстатів				
	6P80Ш	6P81Ш	6P80	6T82Г	6T83Г
Розмір робочої поверхні стола	200...8000	250x1000	200x800	320x1250	400x1600
Найбільше переміщення стола:					
по довжінє	500	630	500	800	1000
поперечне	1600	200	160	320	400
вертикальне	300	350	300	420	420
Відстані:					
від осі горизонтального шпинделя до поверхні стола	50...350	50...400	20...320	30...450	30...380
від торця вертикального шпинделя до поверхні стола	205 (найменше)	250...845	-	-	-
Найбільше переміщення гільзи вертикального шпинделя	60	80	-	-	-
Найбільший кут повороту, град	-	-	± 45	± 45	± 45
Частота обертання шпинделя, об/хв:					
горизонтального	50...2240	50...1600	50...2240	31,5...1600	31,5...1600
вертикального	56...2500	45...2000	-	-	-
Подача стола, мм/хв.:					
по довжінє	25...1120	35...1020	25...1120	12,5...1600	12,5...1600
поперечна	25...1120	28...790	25...1120	12,5...1600	12,5...1600
вертикальна	12,5...560	14...390	12,5...390	4,1...530	4,1...530
Швидкість прискорених переміщень стола, мм/хв:					
по довжіннього	2300	2900	2300	4000	4000
поперечного	2300	2300	2300	4000	4000
вертикального	1120	1150	1120	1330	1330
Потужність електродвигуна приводу головного руху, кВт	3	5,5	3	7,5	10
Примітка. Верстати моделей 6P80Ш і 6P81Ш широкоуніверсальні класу точності П.					