

Методичні вказівки до лабораторної роботи № 3

ГРУПА ФРЕЗЕРНИХ ВЕРСТАТІВ

МЕТА РОБОТИ. Набуття практичних навичок із оброблення матеріалів на фрезерних верстатах, ознайомлення з будовою та класифікацією фрез та методикою призначення режимів різання.

1 ВКАЗІВКИ З САМОПІДГОТОВКИ

1.1 Завдання для самостійної підготовки

Ознайомитись:

– з принциповою будовою фрезерних верстатів та роботами, що виконуються на них.

Вивчити:

- фрези, їх класифікація та геометрія;
- особливості та види фрезерування.

Скласти звіт по роботі: звіт по роботі повинен мати: номер, назву та мету роботи; короткі теоретичні відомості, кресленик схеми різання, призначення різального інструменту

1.2 Питання для самопідготовки

1.2.1. Операції, що виконуються на фрезерних верстатах.

1.2.2. Ознаки класифікації фрез.

1.2.3 Які фрези використовуються в залежності від форми оброблюваних поверхонь?

1.2.4. Поняття зустрічного та попутного фрезерування

1.3 Рекомендована література

1. Технология конструкционных материалов /А.М. Дальский и др. – М.: Машиностроение, 2005. – 592 с.

2. Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів: навч. посібник / Хільчевський В. В., Кондратюк С. Є., Степаненко В. О., Лопатько К. Г. – К.: Либідь, 2002. – 328 с.

3.

2 ВКАЗІВКИ ДЛЯ ВИКОНАННЯ РОБОТИ

2.1 Програма робіт

2.1.1 Пояснення викладачем основних положень оброблення матеріалів на фрезерних верстатах.

2.1.2 Вивчити класифікацію фрез за: видом оброблюваної поверхні, способом закріплення, конструкцією, матеріалом робочої частини.

2.1.3 Ознайомитись з методикою призначення інструменту та режимів різання.

2.3.4 Скласти та захистити звіт про роботу.

2.2 Оснащення робочого місця

2.2.1 Методичні вказівки

2.2.2 Фрезерний верстат, набір фрез.

2.2.3 Індивідуальні завдання (схеми різання).

3 ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Оброблення площин, криволінійних і складних за формою поверхонь на верстатах фрезерної групи багатолезовим інструментом (фрезею) 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) копіювально-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. 3.1).

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 зі швидкорізальних сталей марок P18 та P9 або оснащують пластинками металокерамічних і мінералокерамічних сплавів.

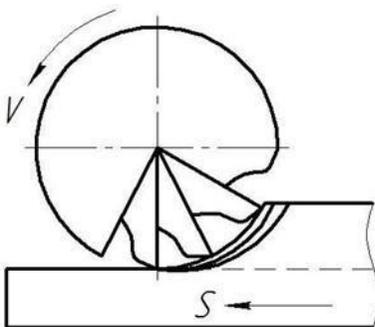


Рис. 3.1. Схема фрезерування

Класифікація фрез. За видом оброблюваних поверхонь фрези поділяються на: циліндричні і торцеві – для обробки площин; дискові й пальцеві – для обробки різних видів пазів; пилки – для розрізання металів; фасонні – для обробки фасонних поверхонь; зуборізні – для нарізання зубів зубчастих коліс; різьбові – для нарізування різьб та інші. На рис. 3.2 показані основні типи фрез.

На рисунку 3.2: 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*); однокутова фреза для обробки канавок (*є*); двокутова фреза (*ж*);

фреза-пилка для прорізання шліців (з); модульнадискова фреза для обробки зубів зубчастих коліс (и); фасонна фреза для обробки напівкруглих канавок (і); гребінчаста фреза для нарізання різьби (к). Існує багато інших типів фрез для виконання спеціальних робіт.

Фреза є тілом обертання з багатьма ріжучими зубцями. Залежно від геометричної форми та призначення фрези поділяють на циліндричні, торцеві, дискові, кінцеві, фасонні та інші.

Циліндричні фрези служать для обробки плоских поверхонь. Конструктивною особливістю цих фрез є розташування ріжучих кромek їх зубців на циліндричній зовнішній поверхні.

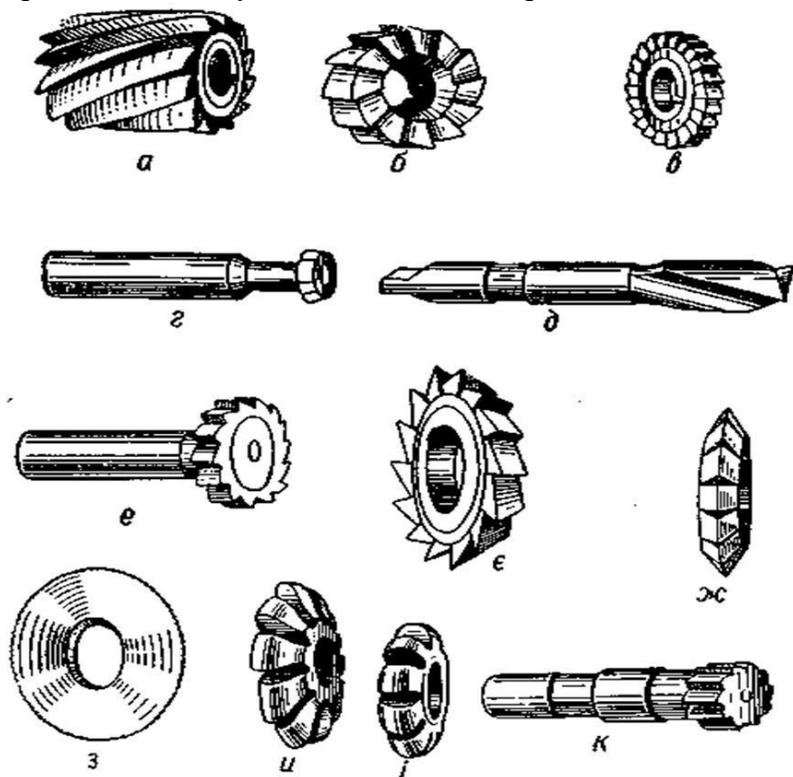


Рис. 3.2. Типи фрез

Розрізняють фрези з великими зубцями для чорнової обробки та з дрібними зубцями для чистової обробки. Зубці фрез є

гвинторізними й рідше – прямими.

Торцеві фрези застосовують для обробки плоских поверхонь. Вони мають головні ріжучі кромки на циліндричній або на конічній поверхні та допоміжні ріжучі кромки на торці. Головними перевагами торцевих фрез порівняно з циліндричними є можливість використання жорсткіших оправок й спокійніша робота завдяки більшій кількості зубців, що одночасно ріжуть.

Дискові фрези призначені для обробки пазів і вузьких плоских поверхонь. Від циліндричних фрез вони відрізняються невеликою шириною. Дискові фрези мають головні ріжучі кромки лише на циліндричній поверхні та допоміжні ріжучі кромки на одній чи на двох торцевих поверхнях.

Тонкі ріжучі фрези з ріжучими кромками лише на циліндричній поверхні називають прорізними й відрізними. Їх використовують, щоб отримувати вузькі пази.

Кінцеві фрези служать для обробки пазів, плоских і фасонних поверхонь. Фреза складається з робочої частини й циліндричного або конічного хвостовика. Різновидом кінцевих фрез є шпонкові двозубі фрези діаметром 2...25 мм.

Фасонні фрези застосовують для обробки поверхонь складного профілю. Контур ріжучої кромки зубця фрези відповідає профілю обробленої поверхні. До фасонних фрез належать напівкруглі ввігнуті або випуклі фрези, фрези для обробки рівчаків ріжучих інструментів.

Для отримання зубців шестерень та зубчатих коліс використовують модульні фрези, для кутових поверхонь – кутові фрези.

За конструкцією фрези розрізняють на суцільні та зі вставними ножами. Суцільні фрези виготовляють повністю з інструментальних сталей. У збірних фрез корпуси виготовлені із конструкційних сталей, а зубці (ножі) – зі швидкорізальних сталей, або ж ріжучі пластини, що виготовлені із твердих сплавів закріплюють в корпусі фрези різними механічними способами.

Ріжучі кромки фрез можуть бути прямими, або гвинтовими. Фрези можуть мати гострокінцеву або затиловану форму зуба. У фрез гострокінцевими зубами передня та задня поверхні плоскі, а у фрезі затилованою формою зуба профіль задньої поверхні виконаний за спіраллю Архімеда, тому при переточуванні по передній поверхні

профіль зуба фрези зберігається.

Для закріплення заготовок на фрезерних верстатах застосовують універсальні та спеціальні пристрої. До універсальних пристроїв відносять прихоплювачі, кутики, призми, машинні лещата з механічним, гідравлічним або пневматичним приводом. При обробці значної кількості однакових заготовок виготовляють спеціальні пристрої, що придатні лише для установки та закріплення заготовок даного виду на верстаті.

Для обробки площин, розташованих під різними кутами, квадратних, шестигранних профілів і подібних гвинтових поверхонь та зубчастих коліс, широко використовують універсальні ділильні головки. В якості допоміжного інструмента використовують фрезерні оправки, що необхідні як для закріплення фрез так і для передачі крутного моменту від шпинделя верстата до фрези. Базою для кріплення фрези може бути її центрувальний отвір або хвостовик (конічної чи циліндричної форми). За способом кріплення в першому випадку фрези називають насадні, а в другому випадку – хвостові. Фрезерування торцевими фрезами поверхонь більш продуктивне, ніж циліндричними.

Чорнове фрезерування забезпечує точність за 12-м квалітетом, з чистотою поверхні $R_a = 6,3$; чистове – відповідно 11 квалітет точності, $R_a = 3,2$, а тонке – 8,9 квалітет точності, з чистотою поверхні $R_a = 1,6$.

Схеми фрезерування поверхонь на горизонтально- і вертикально-фрезерних верстатах зображено на рис. 3.3.

Горизонтальні площини фрезерують на горизонтально-фрезерних верстатах циліндричними фрезами (рис. 3.3, *а*) і на вертикально-фрезерних торцевими фрезами (рис. 3.3, *б*). За допомогою циліндричних фрез доцільно обробляти горизонтальні площини шириною до 120 мм, причому довжина фрези має бути набагато більшою за ширину заготовки, що обробляється.

В більшості випадків такі площини доцільніше обробляти торцевими фрезами, так як збільшена жорсткість їх кріплення в шпинделі забезпечує покращені умови обробки (кількість одночасно працюючих зубців торцевої фрези перевищує кількість одночасно працюючих зубців циліндричної фрези).

Вертикальні площини фрезерують на горизонтально-фрезерних

верстатах торцевими фрезами (рис. 3.3, *в*) і торцевими фрезерними головками, а на вертикально-фрезерних верстатах – кінцевими фрезами (рис. 3.3, *з*)

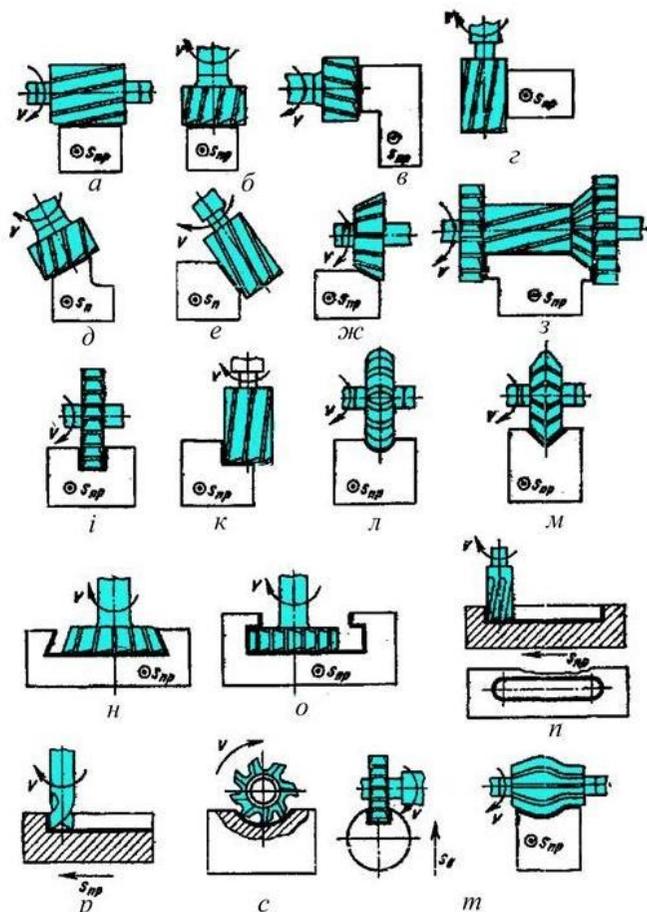


Рис. 3.3. Схеми обробки поверхонь заготовок на горизонтально- та вертикально-фрезерних верстатах

Похилі площини фрезерують торцевими (рис. 3.3, *д*) і кінцевими (рис. 3.3, *е*) фрезами на вертикально-фрезерних верстатах, що мають можливість повороту фрезерної головки разом із шпинделем у вертикальній площині. Фаски фрезерують на горизонтально-

фрезерному верстаті однокутовою фрезою (рис. 3.3, *ж*).

Комбіновані поверхні фрезерують за допомогою набору фрез (рис. 3.3, *з*) на горизонтально-фрезерних верстатах. Точність взаємного розташування оброблених поверхонь залежить від жорсткості кріплення фрез (довжини оправки). З цією метою застосовують додаткові опори (підвіски), уникають використання неспіврозмірних за діаметром фрез (рекомендоване відношення діаметрів фрез не більше 1,5).

Уступи і прямокутні пази фрезерують дисковими (рис. 3.3, *і*) й кінцевими (рис. 3.3, *к*) фрезами на горизонтально- і вертикально-фрезерних верстатах. Уступи і пази доцільно фрезерувати за допомогою дискових фрез, так як вони мають більшу кількість зубів і забезпечують обробку зі збільшеними швидкостями різання.

Фасонні пази фрезерують фасонною дисковою фрезою (рис.3.3, *л*), кутові пази – за допомогою однокутових і двокутових фрез (рис. 3.3, *м*) на горизонтально-фрезерних верстатах. Пази типу «ластівчин хвіст» фрезерують на вертикально-фрезерному верстаті за два технологічних проходи: прямокутний паз отримують за допомогою кінцевої фрези; скоси паза обробляють кінцевою однокутовою фрезою (рис. 3.3, *н*). Т-подібні пази (рис. 3.3, *о*), що широко застосовують в машинобудуванні в якості кріпильних пазів (наприклад, в столах фрезерних верстатів) фрезерують, як правило, за два технологічних проходи: спочатку обробляють вузьку прямокутну частину паза за допомогою кінцевої фрези, а потім спеціальною фрезою для обробки Т-подібних пазів формують розширену нижню частину паза.

Закриті шпонкові пази фрезерують за допомогою кінцевих фрез (рис. 3.3, *п*), а відкриті - кінцевих або шпонкових (рис. 3.3, *р*) на вертикально-фрезерних верстатах. Точність обробленого шпонкового паза є важливою умовою при фрезеруванні, так як від неї залежить характер посадки на шпонку сполучних з валом деталей. Фрезерування шпонковою фрезою забезпечує підвищену точність шпонкового паза, так як при переточуванні по торцевих зубах діаметр шпоночної фрези практично не змінюється.

Пази під сегментні шпонки фрезерують на горизонтально-фрезерних верстатах дисковими фрезами (рис. 3.3, *с*). Заготовці при цьому надають вертикальну подачу. Фасонні поверхні незамкненого

контур з криволінійною твірною і прямолінійною направляючою фрезерують на горизонтально- і вертикально-фрезерних верстатах фасонними фрезами відповідного профілю (рис. 3.3, *т*). Застосування фасонних фрез є ефективним при умові обробки вузьких та довгих фасонних поверхонь. В інших випадках застосовують набори фасонних фрез.

На рис. 3.4 (*а*) зображена оправка 2 для кріплення циліндричних і дискових фрез.

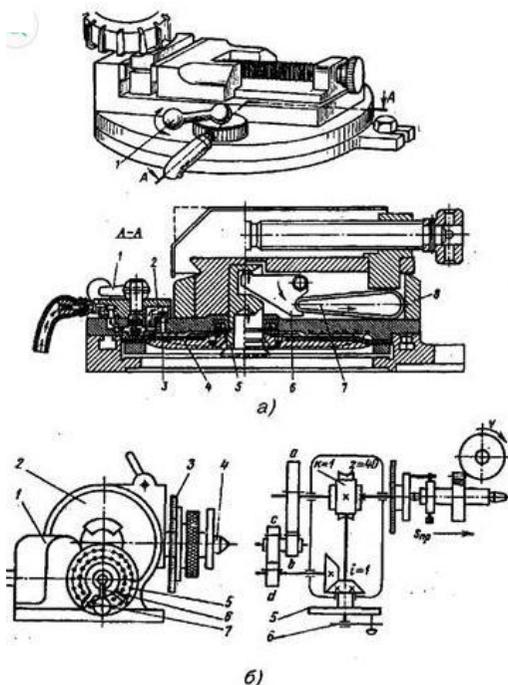


Рис. 3.4. Пристрої для закріплення заготовок на фрезерних верстатах:
а – лещата з пневматичним приводом; *б* – загальний вид і схема універсальної ділильної головки, налаштованої на диференційне ділення

Фрезу 3 насаджують на оправку і з'єднують з нею за допомогою шпонки 4. Необхідне положення фрези на оправці забезпечується за допомогою встановлювальних кілець 7. Оправку 2 встановлюють кінцевим хвостовиком в кінцевий отвір шпинделя, 1 і закріплюють за

допомогою затяжного болта 9. Сухарі 8, що розміщені в пазах фланців шпинделя і оправки, утримують оправку від провертання. Інший кінець оправки входить в підшипник 6, який закріплюється у вусі 5.

Короткі кінцеві оправки (рис. 3.4, б) використовуються для закріплення торцевих і дискових фрез.

Один кінець оправки 1 закріплюють за допомогою конічного хвостовика 10, а на другому кінці закріплюють насадну фрезу 11 за допомогою шпонки 12 і гвинта 14. Фрези з конічним хвостовиком 15 закріплюють в конічному отворі шпинделя 1 безпосередньо або за допомогою перехідних втулок 14 (рис. 3.4, б, в). Фрези з циліндричним хвостовиком закріплюють також і за допомогою цангового патрона, конічний хвостовик якого встановлюють в шпиндель верстата і закріплюють за допомогою болта.

Для фрезерування заготовку встановлюють і закріплюють на столі верстата. В одиничному та дрібносерійному виробництві для цього застосовують універсальні пристрої (машинні тиски, притискні планки тощо), а в серійному та масовому – спеціальні пристрої. На рис. 3.5 показано схеми фрезерування поверхонь на універсальних фрезерних верстатах.

При фрезеруванні на горизонтально-фрезерних верстатах, як правило, використовують поздовжню $S_{\text{позд}}$ і рідше – поперечну $S_{\text{п}}$ і вертикальну $S_{\text{в}}$ подачі.

На вертикально-фрезерних верстатах використовують поздовжню та поперечну подачі в залежності від просторового розташування оброблюваної поверхні, а вертикальну подачу практично не використовують. Вертикальні поверхні нагоризонтально-фрезерних верстатах (рис. 3.5, а) оброблюють торцевими насадними фрезами або фрезерними головками, а на вертикально-фрезерних (рис. 3.5, з) – кінцевими фрезами.

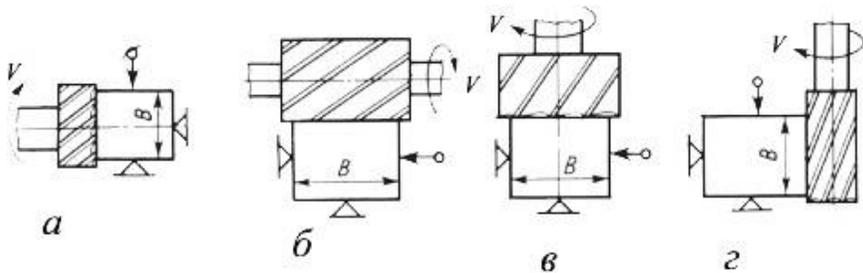


Рис. 3.5. Схеми фрезерування поверхонь:

- a* – фрезерування вертикальних поверхонь на горизонтально-фрезерних верстатах;
- б* – фрезерування горизонтальних поверхонь на горизонтально-фрезерних верстатах;
- в* – фрезерування горизонтальних поверхонь на вертикально-фрезерних верстатах;
- г* – фрезерування вертикальних поверхонь на вертикально-фрезерних верстатах

Горизонтальні поверхні обробляють циліндричними фрезами на горизонтально-фрезерних верстатах (рис. 3.5, б) і торцевими насадними фрезами на вертикально-фрезерних верстатах (рис. 3.5, в).

При фрезеруванні циліндричними та дисковими фрезами розрізняють зустрічне (проти руху подачі) та попутне (за рухом подачі) фрезерування. Зустрічним називається фрезерування, що здійснюється при протилежних напрямках руху фрези й оброблюваної заготовки в місці їх контакту (рис. 3.6, а, б). Попутне фрезерування здійснюється при співпадаючих напрямках обертання фрези та руху оброблюваної заготовки в місці їх контакту (рис. 3.6, в, г).

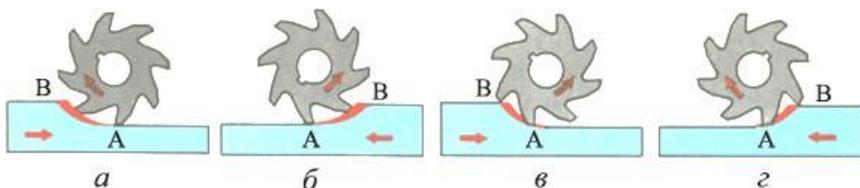


Рис. 3.6. Схеми обробки поверхонь заготовок на горизонтально- та вертикально-фрезерних верстатах

При зустрічному фрезеруванні товщина зрізу змінюється від нуля при вході зуба в точці А до максимального значення при виході зуба з контакту з оброблюваною заготовкою в точці В. При попутному фрезеруванні товщина зрізу змінюється від максимальної величини в момент входження зуба в контакт з оброблюваною заготовкою в точці В до нуля при виході в точці А.

При зустрічному фрезеруванні процес різання відбувається спокійніше, оскільки товщина зрізу зростає плавно й навантаження на верстат також зростає поступово. При попутному фрезеруванні в момент входу зуба в контакт з оброблюваною заготовкою позначається удар, оскільки саме в цей момент буде максимальна товщина зрізу. Тому попутне фрезерування можна здійснювати на верстатах з достатньою жорсткістю та вібростійкістю, і головним чином за відсутності зазору в поєднанні ходовий гвинт-маточна гайка поздовжньої подачі столу.

Окрім того, при попутному фрезеруванні заготовка притискається до столу, а стіл – до напрямних, що забезпечує кращу якість поверхні.

При попутному фрезеруванні значення кута нахилу головної різальної кромки буде додатним, при зустрічному – від’ємним (незалежно від напрямку підйому гвинтової канавки).

За інших рівних умов стійкість фрези при попутному фрезеруванні вища, ніж при зустрічному, крім випадків роботи по твердій кірці. Недоліком зустрічного фрезерування є також прагнення фрези відірвати заготовку від поверхні столу.

4 РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ ТА ОФОРМЛЕННЯ ЗВІТУ

4.1 Вивчити будову та класифікацією фрез, ознайомитись з методикою призначення різального інструменту та режимів різання.

4.2 Скласти звіт по роботі

5 КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

5.1 Що таке фрезерування?

5.2 Які поверхні можна обробляти фрезеруванням?

5.3 Який рух в процесі фрезерування є рухом подачі?

5.4 Чи можна нарізати різь фрезою на фрезерному верстаті?

5.5 Як поділяються фрези за видом оброблюваних поверхонь?