



Міністерство освіти і науки України
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет мехатроніки та інжинірингу
Кафедра сервісної інженерії та технології та технології
матеріалів в машинобудуванні ім. О.І.Сідашенка

НАЛАГОДЖЕННЯ ГОРІЗОНТАЛЬНО-ФРЕЗЕРНОГО
ВЕРСТАТА МОДЕЛІ 6П80 НА ОБРОБКУ ПЛОЩИНИ
ЗА ЗАДАНИМИ ПАРАМЕТРАМИ

Методичні вказівки
для виконання лабораторних робіт з дисципліни «Технологічні основи
машинобудування» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня
вищої освіти денної форми навчання
зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»

Харків

2023

Міністерство освіти і науки України
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет мехатроніки та інжинірингу
Кафедра сервісної інженерії та технології та технології матеріалів в
машинобудуванні ім. О.І.Сідашенка

**НАЛАГОДЖЕННЯ ГОРІЗОНТАЛЬНО-ФРЕЗЕРНОГО
ВЕРСТАТА МОДЕЛІ 6П80 НА ОБРОБКУ ПЛОЩИНИ
ЗА ЗАДАНИМИ ПАРАМЕТРАМИ**

Методичні вказівки
для виконання лабораторних робіт з дисципліни «Технологічні основи
машинобудування» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої
освіти денної форми навчання
зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»

Затверджено
рішенням Науково-методичної комісії
факультету мехатроніки та інжинірингу
Протокол № 2
від 26 грудня 2023р.

Харків
2023

УДК 621.91
Н 32

Схвалено
на засіданні кафедри сервісної інженерії та технології та технології
матеріалів в машинобудуванні
Протокол №5 від 11 грудня 2023 р.

Рецензенти:

В. Я. Платков, д.ф.-м.н., проф., професор кафедри "Механізація сільського господарства" Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля

М. В. Марченко, канд. техн. наук, доц., завідувач кафедри "Надійності та міцності машин і споруд імені В.Я. Аніловича" Державного біотехнологічного університету

Н-32 Налагодження горизонтально-фрезерного верстату моделі 6П80 на обробку площини за заданими параметрами: метод. вказівки до виконання лабораторної роботи для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти ден. форми навчання зі спец. 133 «Галузеве машинобудування» / Держ. біотехнологічний ун-т; авт.-уклад.: О.І.Тришевський, О.Б.Калюжний – Харків : [б. в.], 2023. – 26 с.

Методичні вказівки розроблено відповідно до програми навчальної дисципліни «Технологічні основи машинобудування». Видання включає теоретичну частину, алгоритм виконання лабораторної роботи, контрольні запитання та перелік рекомендованої літератури.

Методичні вказівки призначені здобувачам першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної форми навчання зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»

УДК 621.91

Відповідальний за випуск : О. І.Тришевський, д-р техн. наук

© О.І.Тришевський,
О.Б.Калюжний,
2023
© ДБТУ, 2023

МЕТА РОБОТИ

- засвоїти методику вибору послідовності фрезерування з метою отримання заданих параметрів обробки (точності та шорсткості)
- засвоїти принципи вибору різального інструменту;
- засвоїти методику вибору елементів режимів різання;
- отримати практичні навички щодо налагодження горизонтально – фрезерного верстата.

Час виконання: - самостійна домашня робота - 2 годин; - робота в лабораторії - 2 години.

ЗАВДАННЯ СТУДЕНТУ

а) при *самостійній* домашній підготовці вивчити тему: "Обробка плоских поверхонь";

б) в *лабораторії*: - познайомитися з методичними вказівками по виконанню даної лабораторної роботи;

- провести наладку горизонтально – фрезерного верстата для обробки площини (корпус під кришку) з заданими параметрами: площина фрезерування 45 x 150 мм; шорсткість обробленої поверхні R_z 80; припуск 3 мм; матеріал заготовки - чавун СЧ 18; твердість матеріалу, що оброблюється, 210 НВ.

ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ ПРИ ВИКОНАННІ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

Перед виконанням лабораторної роботи кожен студент повинен пройти вступний інструктаж по техніці безпеки, а потім - інструктаж на робочому місці. Включати верстат можна тільки з дозволу майстра з виробничого навчання.

У процесі роботи слідкувати, щоб руки, одяг та волосся не потрапили в частини верстату, що обертаються. Заготовки та інструменти повинні бути надійно закріплені. Вимірювання проводити тільки при виключеному верстаті. Працювати в захисних окулярах. Після роботи верстат прибрати, змастити і здати майстру з виробничого навчання.

ОСНАЩЕННЯ РОБОЧОГО МІСЦЯ

Для виконання лабораторного заняття на робочому місці повинно бути:

- горизонтально-фрезерний верстат моделі 6П80- 1 шт.;
- циліндричні фрези різного діаметру - 15 шт.;
- штангенциркуль ШЦ – 1 -0 – 125 мм – 1 шт.;
- лещата верстатні - 1 шт.;
- лінійка - 1 шт.;
- методичні вказівки для роботи - 15 шт.

2. ОСНОВНІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Точність обробки – ступінь відповідності оброблюваної деталі вимогам креслення і технічних умов. Точність деталі складається з точності виконання розмірів, форми, відносного розташування поверхонь деталі і її шорсткості. Визначається квалітетом, призначеним на підставі графіків і таблиць, складених для груп металоріжучих верстатів.

Від точності обробки залежить працездатність спряжень (навантаження в контакт, умови утворення масляного шару, знос та інше). Економічна точність і шорсткість, отримані при різних операціях, приведені в таблиці 1[1].

Таблиця 1

Економічна точність і шорсткість поверхні при різних видах обробки

| Вид обробки | Квалітети точності обробки | Шорсткість поверхні, мкм |
|-----------------------------|----------------------------|--------------------------|
| Обточування: чорнове | 14 - 12 | $R_z = 160 - 80$ |
| напівчистове | 13 - 11 | $R_z = 80 - 20$ |
| чистове | 10 - 8 | $R_z = 40 - 10$ |
| тонке | 8 - 6 | $R_a = 1.25 - 0.63$ |
| Розточування: | | |
| чорнове | 13 - 11 | $R_z = 80 - 40$ |
| чистове | 10 - 8 | $R_z = 20 - 10$ |
| тонке | 8 - 6 | $R_a = 1,25 - 0,63$ |
| Фрезерування: | | |
| чорнове | 13 - 11 | $R_z = 80 - 40$ |
| чистове | 10 - 8 | $R_a = 1.25$ |
| Свердління | 13 - 11 | $R_z = 80 - 40$ |
| Зенкерування | 11 - 10 | $R_z = 40 - 20$ |
| Розвертання: | | |
| чорнове | 10 - 8 | $R_a = 2.5$ |
| чистове | 8 - 7 | $R_a = 1.25 - 0.63$ |
| Протягування: | | |
| чорнове | 11 - 10 | $R_a = 2.5$ |
| чистове | 9 - 7 | $R_a = 1.25 - 0.63$ |
| Шліфування: | | |
| чорнове | 10 - 8 | $R_a = 2.5 - 1.25$ |
| чистове | 8 - 6 | $R_a = 1.25 - 0.63$ |

| | | |
|---|-------|---------------------|
| Хонінгування чорнове чистове | 9 – 7 | $R_a = 2.5 - 0.63$ |
| | 7 – 6 | $R_a = 0.63 - 0.08$ |
| Суперфінішування | 6 - 5 | $R_a = 0.63 - 0.16$ |
| Притирання | 7 – 5 | $R_a = 0.63 - 0.04$ |
| Полірування | 7 – 5 | $R_a = 0.63 - 0.02$ |
| Обкатування, алмазне вигладжування | 9 - 6 | $R_a = 1.25 - 0.16$ |

Сутність процесу фрезерування. Фрезерування - один із високопродуктивних і розповсюджених методів обробки поверхонь заготовок багатолезовим різальним інструментом - фрезою. Фреза оснащена декількома зубцями кожен з яких можна розглядати як різець. Фрезеруванням здійснюють чорнову, напівчистому чи чистову обробку простих і фасонних поверхонь зі сталі, чавуну, кольорових металів та пластмас (рис.1). При цьому одержують поверхні правильної геометричної форми.

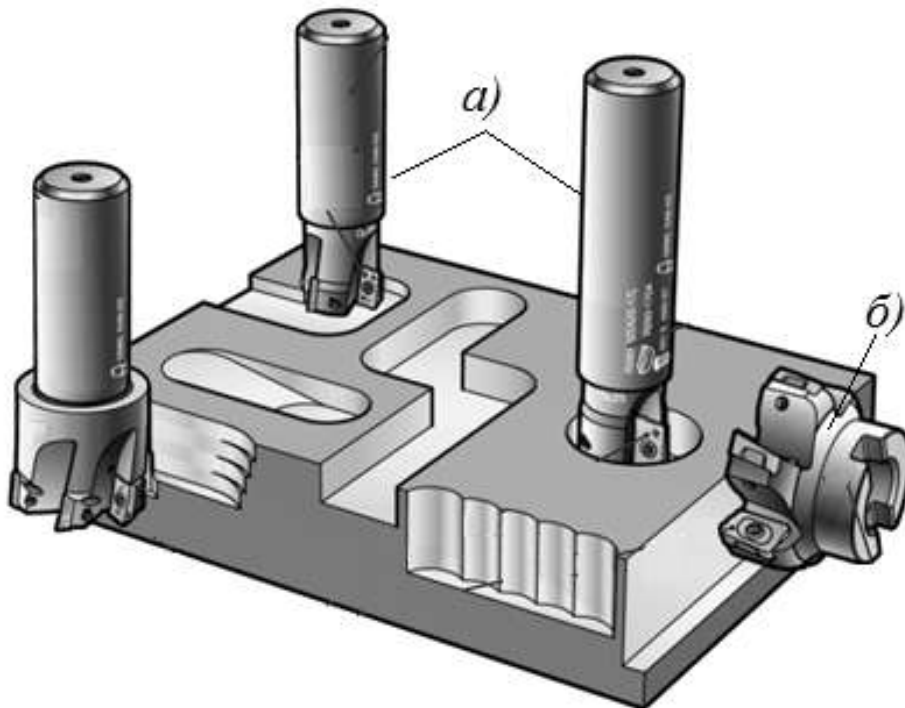


Рис.1. Обробка різних поверхонь циліндричними кінцевими (а) та торцевими (б) фрезами

На фрезерних верстатах обробляють горизонтальні, вертикальні та похилі площини, фасонні поверхні, уступи та пази різного профілю, розрізають матеріал.

Процес фрезеруванням має свої специфічні особливості. Найголовніше з них – переривчатість різання інструмента кожним зубом. Зуб фрези контактує із заготовкою тільки на деякій частині оберту, а потім рухається, не торкаючись заготовки, до наступного врізання в матеріал. Це, а також значна маса корпусу більшості фрез сприяє кращому тепловідводу від ріжучих лез.

Залежно від форми і призначення фрези поділяють на: циліндричні; торцеві; дискові; кінцеві; кутові; нарізні (різьбові); черв'ячні та інші.

Циліндричні фрези мають зуби тільки на циліндричній поверхні. Застосовуються вони для обробки відкритих площ паралельних осі фрези. Суцільні гвинтові зубчасті фрези виготовляють з великими і малими зубцями відповідно для чорнового і чистового фрезерування.

Торцеві фрези також застосовують для обробки відкритих площ (особливо довгих та широких), перпендикулярних осі фрези. Вони оснащені зубцями на торці й на боковій поверхні та можуть бути суцільними або із вставними ножами.

Кінцеві фрези застосовують для виготовлення прямолінійних пазів, канавок, криволінійних контурів, для обробки площ. Кінцеві фрези з нормальними зубцями призначені для обробки сталей різних марок і чавуну, а з крупними зубцями – в основному алюмінієвих і магнієвих сплавів, міді і інших кольорових сплавів.

Дискові фрези застосовують для фрезерування уступів, пазів, лисок, і інших площ.

Відрізні й шліцові фрези - це дискові фрези малої товщини. Вони призначені для розрізання металу і прорізування вузьких канавок (наприклад, на головках гвинтів).

ПРИЗНАЧЕННЯ І ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИК ГОРИЗОНТАЛЬНО-ФРЕЗЕРНОГО ВЕРСТАТА МОД. 6П80

На горизонтально-фрезерних верстатах обробляють горизонтальні, вертикальні і похилі площини, фасонні поверхні, фрезерують пази, шпонкові канавки, зубці прямозубих і косозубих циліндричних зубчастих коліс, нарізають різьбу.

Горизонтальні площини обробляють циліндричними фрезами, вертикальні – торцевими або дисковими, похилі – кутовими. Прямокутні пази фрезерують дисковими або кінцевими фрезами, шпонкові канавки – дисковими фрезами. Фасонні поверхні обробляють фасонними фрезами відповідного профілю.

Циліндричні і дискові фрези закріплюють на оправці, конічний хвостовик якої затягають в конусі шпінделя шомполом. В потрібному положенні вільно або на шпонці фрези закріплюють на оправці за допомогою настановних кілець, які затискають гайкою. Торцеві і шпонкові фрези, кінцеві фрези з конічними хвостовиками закріплюють шомполом або безпосередньо в конусі шпінделя. Фрези з циліндричним хвостовиком закріплюють за допомогою патронів. Для встановлення заготовок невеликих розмірів найчастіше використовують нерухомі, поворотні або універсальні лещата, які закріплюють на столі верстата.

Кріплення заготовок неправильної форми відтворюють з використанням фасонних губок замість плоско-паралельних. Крупні заготовки, які неможливо встановити в лещатах, закріплюють безпосередньо на столі верстата за допомогою нормальних закріплювальних елементів – прихватів підпорок, клинів, ступінчастих опор, закріплювальних болтів, тощо. В умовах крупносерійного і масового виробництва застосовують спеціальні пристрої з швидкодіючими приводами /пневматичним, електромеханічним тощо/.

До улаштувань, які розширюють можливості фрезерних верстатів, відносять ділильні головки, круглі поворотні столи, універсальні ділильні головки для фрезерування гвинтових канавок, довбальні головки.

Таблиця 2

Коротка технічна характеристика верстата моделі 6П80

| | |
|---|---------|
| Розмір робочої поверхні столу, мм x мм | 200x800 |
| Кількість частот обертання шпінделя | 12 |
| Найбільша частота обертання шпінделя за хвилину | 2240 |
| Найменша частота обертання шпінделя за хвилину | 50 |
| Потужність електродвигуна приводу шпінделя, кВт | 2,8 |
| Кількість величин подач | 12 |
| Найбільша величина повздовжніх подач, мм/хв | 1000 |
| Найменша величина повздовжніх подач, мм/хв | 22,4 |
| Найбільша величина поперечних подач, мм/хв | 710 |
| Найменша величина поперечних подач, мм/хв | 16 |
| Найбільша величина вертикальних подач, мм/хв | 355 |
| Найменша величина вертикальних подач, мм/хв | 8 |

| | | | | | | | | | | | |
|---|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|
| Значення прискореної повздовжньої подачі, мм/хв | | | | | | | | | | 2400 | |
| Частоти обертання шпинделя, об/хв | | | | | | | | | | | |
| 50 | 71 | 100 | 140 | 200 | 280 | 400 | 580 | 800 | 1120 | 1140 | 2240 |
| Повздовжні подачі, мм/хв | | | | | | | | | | | |
| 22,4 | 31,5 | 45 | 63 | 90 | 125 | 180 | 250 | 355 | 500 | 710 | 1000 |

ЗАГАЛЬНЕ УЛАШТУВАННЯ ВЕРСТАТА 6П80

Горизонтально-фрезерні верстати мають горизонтально розташований шпиндель (рис. 2) . Верстат моделі 6П80 відноситься до консольно-фрезерних верстатів, які мають консоль. Консоль може переміщуватись в вертикальному напрямі і таким чином стіл має рух у трьох взаємно перпендикулярних напрямках – горизонтальному /повздовжньому і поперечному/ і вертикальному. Крім того верстат являє собою універсальним горизонтально-фрезерним верстатом, тому що стіл може повертатись на деякий кут у горизонтальній площині.

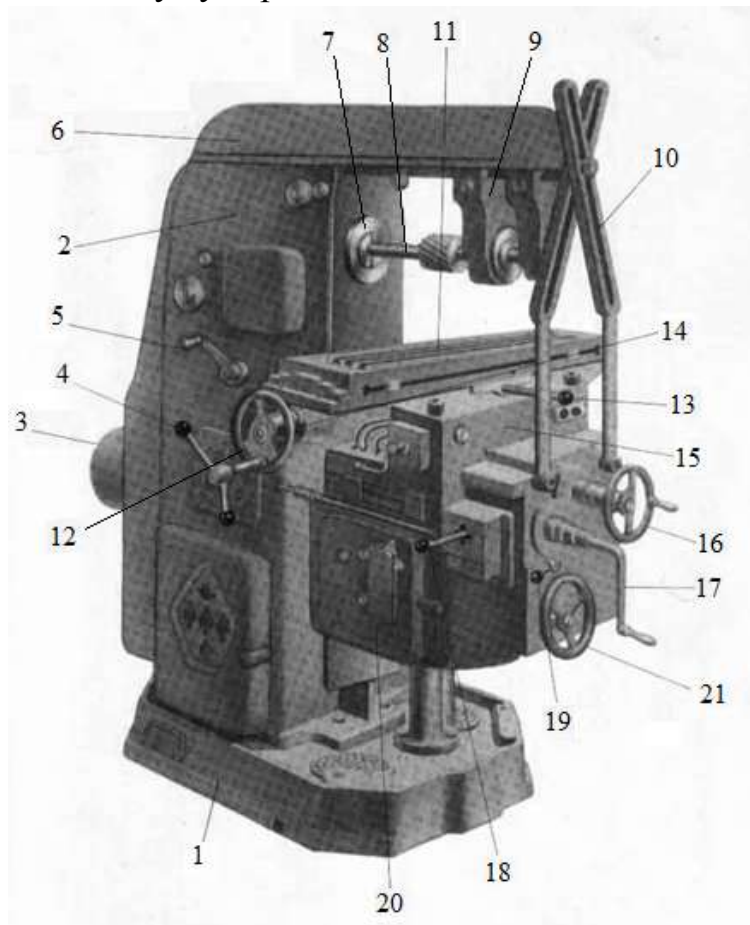


Рис.2 Загальний вид горизонтально-фрезерного верстату 6П80

На фундаментній плиті 1 встановлена станина 2, у середині якої розміщена коробка швидкостей і перебір з приводом від електродвигуна 3. Змінювання частоти обертання шпинделя 7 відтворюється за допомогою блоків зубчастих коліс коробки швидкостей і перебору, які переміщуються рукоятками 4 і 5. У верхній частині станини на напрямних встановлено хобот 6 з підвіскою /кронштейном/ 9 для підтримки кінця фрезерної оправки 8. Жорсткість консолі підвищується за допомогою підтримки 10.

На вертикальних напрямних станини змонтована консоль 20, яка може переміщуватись в вертикальному напрямі. На горизонтальних напрямних консолі встановлені поперечні полозки 15, на них поворотна плита 14, а на напрямних останньої повздовжній робочий стіл 11. Таким чином, оброблювана деталь встановлюється на столі, який може переміщуватись в повздовжньому, поперечному, а разом з консоллю – у вертикальному напрямках. Ручне повздовжнє переміщення столу і поперечних салазок відтворюється маховичками 12 і 16, вертикальне переміщення консолі – ручкою 17.

Змінення величини подачі відтворюється за допомогою коробки подач рукояткою 21. Повздовжня подача включається рукояткою 13, поперечна і вертикальна – рукояткою 18, яка має відповідні положення. Прискорений хід столу поперечних салазок і консолі включають рукояткою 19.

ЗАВДАННЯ ЩОДО НАЛАГОДЖЕННЯ ГОРИЗОНТАЛЬНО-ФРЕЗЕРНОГО ВЕРСТАТА МОДЕЛІ 6П80 НА ОБРОБКУ ПЛОЩИНИ ЗА ЗАДАНИМИ ПАРАМЕТРАМИ

Відповідно до завдання (див. стор.3), потрібно отримати шорсткість обробленої поверхні $Rz\ 80$. При обробці поверхні фрезеруванням таку шорсткість забезпечує чорнове фрезерування (див. таблицю. 1 стор.4 -5). Для обробки площини на горизонтально-фрезерному верстаті найраціональніше застосовувати циліндричну фрезу (див.рис.3).

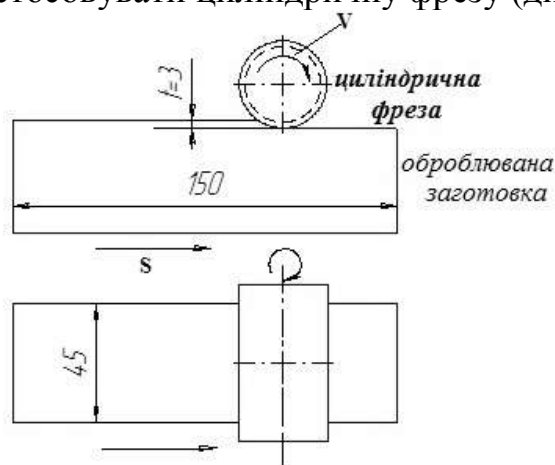


Рис. 3. Прийнята схема обробки

ПОСЛІДОВНІСТЬ ВИКОНАННЯ ЗАВДАННЯ

1. Вибір різального інструменту

1.2 Вибір типу фрези

Згідно додатку 1, для обробки відкритих площ застосовують циліндричні фрези. Застосовуємо фрезу з великим зубом (додаток 1, таблиця 1[2])

1.2 Вибір матеріалу різального інструменту (фрези)

Цільні циліндричні фрези найчастіше виготовляють зі швидкорізальних сталей P9, P18, P6M5.

1.3 Вибір діаметру фрези

З таблиці додатку 2 вибираємо діаметр фрези. При глибині фрезерування до 5 мм і ширині до 70 мм діаметр фрези $D_f=80$ мм

1.4 Визначення числа зубів фрези

Число зубів крупнозубої фрези рекомендується визначати по формулі:
 $z \leq 1,5\sqrt{D}$; $z=1,5 \sqrt{80} =13,4$ (зубів) Приймаємо $z=12$. (Див. табл. додатку 3 [2])

2. Вибір елементів режиму різання

2.1 Глибина різання

Глибина різання при фрезеруванні t , мм вимірюється в площині, перпендикулярній осі фрези (див. рис.3). Глибина задана $t=3$ мм

2.2. Визначення рекомендованої подачі на зуб

При фрезеруванні вибирається подача на 1 зуб - S_z , яка перераховується в оборотну (S_o , мм/об) або хвилинну (S_{xv} , мм/хв) подачі.

З таблиці (Додаток 4) вибираємо подачу на зуб $S_z=0,18$ мм/зуб (для обробки чавунів і мідних сплавів при потужності верстата до 5 квт та середній жорсткості системи верстат - пристрій) [2] .

2.3 Визначення швидкості різання V , м/хв

Швидкість різання (V)— окружна швидкість фрези, м/хв,

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^u z^p} K_v$$

Значення коефіцієнтів C_v і показників ступенів для фрезерування приведені в таблиці Додатку 5, а значення періоду стійкості T - в таблиці Додатку 6.

Загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання, що враховує фактичні умови різання

$$K_v = K_{mv} K_{nv} K_{uv}$$

де K_{mv} — коефіцієнт, який враховує якість матеріалу, що оброблюється (див. таблиці додатків 8,9); K_{nv} — коефіцієнт, що враховує стан поверхні заготовки (див. табл. Додатку 10); K_{uv} — коефіцієнт, що враховує матеріал інструменту (див. табл. додатку 11).

Для нашого випадку - фрезерування сірого чавуну СЧ 18 циліндричною фрезою з матеріалом різальної частини з швидкоріжучої сталі Р6М5 при подачі на зуб $S_z = 0,18$ мм/зуб ($>0,15$) значення величин, що входять у формулу швидкості різання, будуть: $C_v = 27$; $q = 0,7$; $x = 0,5$; $y = 0,6$; $u = 0,3$; $p = 0,3$; $m = 0,25$.

З таблиці Додатку 6 слідує, стійкість цілісних циліндричних фрез з великим зубом $\varnothing 90$ мм (найближчим до нашого випадку - $\varnothing 80$ мм) складає $T = 180$ хв.

З таблиці додатку 7 витікає, що у разі обробки сірого чавуну поправочний коефіцієнт, що враховує вплив фізико-механічних властивостей оброблюваного матеріалу на швидкість різання, визначається по формулі:

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{190}{HB} \right)^{n_v}$$

Значення, поправочного коефіцієнта K_c і показника ступеню n_v , що входять у формулу, визначаються з таблиці додатку 8. Для випадку обробки сірого чавуну фрезами з швидкорізальної сталі $K_c = 1$, $n_v = 0,95$.

З таблиці додатку 10 витікає, що поправочний коефіцієнт K_{mv} , який враховує вплив стану поверхні заготовки на швидкість різання для випадку обробки чавунного відливку при кінці з нормальною мірою забрудненості, буде: $K_{mv} = 0,8$.

З таблиці додатку 11 витікає, що поправочний коефіцієнт K_{uv} , який враховує вплив матеріалу інструменту на швидкість різання для випадку обробки чавуну фрезами зі швидкорізальної сталі (Р6М5) буде: $K_{uv} = 1,0$.

Таким чином, загальне вираження для визначення швидкості різання для нашого випадку буде:

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B u z^p} \times K_r \left(\frac{190}{HB} \right)^{n_v} \times K_{mv} \times K_{uv} = \frac{27 \times 80^{0,7}}{180^{0,25} 3^{0,5} 0,18^{0,6} 45^{0,3} 12^{0,3}} \times \left(\frac{190}{210} \right)^{0,95} \times 0,8 =$$

$$= \frac{27 \times 21,48}{3,66 \times 1,73 \times 0,35 \times 3,13 \times 2,10} \times 0,90 \times 0,80 = 28,66 \text{ м/хв}$$

2.4 Розрахунок частоти обертання шпинделя

$$V = \frac{\pi d n}{1000} \text{ м/хв.}, \text{ звідки} \quad n = \frac{1000 V}{\pi d} = \frac{1000 \times 28,66}{3,14 \times 80} = 114,09 \text{ м/хв}$$

2.5 Уточнення частоти обертання шпинделя по паспорту верстата

Найближчі менше паспортне значення частоти обертання шпинделя верстата 6П80 - 100 об/хв. (див. додаток 12), яку і приймаємо [3].

2.6 Розрахунок дійсної швидкості різання

$$V = \frac{\pi dn}{1000} = \frac{3,14 \times 80 \times 100}{1000} = 25,12 \text{ м/хв.}$$

2.7 Розрахунок хвилинної подачі по прийнятій частоті обертання шпинделя

Визначаємо подачу на 1 оборот шпинделя : $S_0 = S_z Z$,

де: z – число зубів фрези.

$$S_0 = 0,18 \times 12 = 2,16 \text{ мм/об.}$$

Хвилинна подача рівна: $S_m = S_0 n = 2,16 \times 100 = 216 \text{ мм/хв.}$

2.8 Уточнення розрахункової хвилинної подачі по паспорту верстата

Найближчі паспортні значення хвилинної подачі: менше – 180 мм/хв, більше - 250 мм/хв. В нашому випадку можна прийняти більше значення хвилинної подачі - 250 мм/хв. [3].

6. НАЛАДКА ВЕРСТАТА

1. Встановити фрезу.
2. Встановити і закріпити заготовку.
3. Встановити частоту обертання шпинделя і подачу.
4. Встановити глибину різання.
5. Обробити поверхню корпусу.
6. Зняти деталь.

7. КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Які поверхні обробляють на горизонтально-фрезерному верстаті?
2. Які повинні бути рухи при обробці шпонкового паза дисковою фрезою?
3. Як вибрати тип фрези?
4. Які повинні бути рухи, щоб отримати вертикальну площину?
5. З якого матеріалу виготовляють цільні фрези?
6. Можна обробляти шпонкові канавки?
7. В яких одиницях на верстаті встановлюється подача?
8. В залежності від чого обирається діаметр фрези?
9. Якими фрезами обробляють горизонтальні площини на горизонтально-фрезерному верстаті?
10. В яких одиницях вимірюється швидкість різання?
11. В якій послідовності вибирається подача?
12. Яким фрезами обробляють вертикальні площини?
13. Що являє собою рух заготовки на столі в напрямку праворуч від робітника?
14. В залежності від чого вибирається глибина фрезерування?

15. Якими фрезами обробляють шпонкові канавки?
16. Що являє собою рух заготовки на столі в напрямку від робітника?
17. В залежності від чого вибирається подача на зуб?
18. Якими фрезами обробляють похилі площини?
19. Що собою являє рух заготовки на столі у вертикальному напрямку?
20. Як вибрати число зубців фрези?
21. Як встановлюються циліндричні і дискові фрези?
22. В яких одиницях встановлюють подачу на верстаті
23. Як підрахувати обертову подачу?
24. Як встановлюють торцеві і кінцеві фрези?
25. В яких одиницях вимірюють швидкість різання?
26. Що являє собою головний рух при фрезеруванні?
27. Як підрахувати значення хвилинної подачі?
28. Як встановити подачу
29. З якого матеріалу торцевої фрези буде найбільш продуктивна обробка площини заготовки із чавуна Ст18?
30. На вибір подачі впливає стійкість інструмента?

ЛІТЕРАТУРА

1. Справочник технолога-машиностроителя под ред. А.Г.Косиловой и Р.К.Мещерякова. Том 1. «Машиностроение». М.1986.656 с.
2. Справочник технолога-машиностроителя под ред. А.Г.Косиловой и Р.К.Мещерякова. Том 2. «Машиностроение». М.1986.495 с.
3. Краснощок Ю.С., Большов В.О., Польотов В.А. Технологічні основи машинобудування. Методичні вказівки по проведенню лабораторних занять. Частина 1. Харків 2002 р. 88с.

**ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ ДО ЛАБОРАТОРНОЇ
РОБОТИ ЩОДО НАЛАГОДЖЕННЯ
ГОРИЗОНТАЛЬНО-ФРЕЗЕРНОГО ВЕРСТАТА 6П80**

| № | Фреза | b | t | Марка матеріалу | Потужність верстата | НВ | | | | |
|----|----------------------------------|-----|---|----------------------------|---------------------|-------|--------|--------|--------|-----|
| 1 | Крупнозуба | 80 | 3 | Сталь $\sigma_b = 400$ МПа | 5 | 150 | | | | |
| 2 | | 60 | 6 | Сталь $\sigma_b = 500$ МПа | | | | | | |
| 3 | Дрібнозуба | 120 | 3 | Сталь $\sigma_b = 500$ МПа | | 5 | 250 | | | |
| 4 | | 170 | 6 | Сталь $\sigma_b = 500$ МПа | | | | | | |
| 5 | Крупнозуба з вставн.ножами | 80 | 6 | Чавун | | | 5 | 150 | | |
| 6 | | 60 | 3 | | | | | | | |
| 7 | Дрібнозуба | 120 | 6 | | Чавун | | | 5 | 250 | |
| 8 | | 170 | 3 | | | | | | | |
| 9 | Крупнозуба | 80 | 3 | | | Сталь | | | 5 | 150 |
| 10 | | 60 | 6 | | | | | | | |
| 11 | Дрібнозуба | 120 | 3 | Сталь | | | 5 | | | 250 |
| 12 | | 170 | 6 | | | | | | | |
| 13 | Крупнозуба | 80 | 6 | | Чавун | | | Св. 10 | | 150 |
| 14 | | 60 | 3 | | | | | | | |
| 15 | Дрібнозуба | 120 | 6 | | | Чавун | | | Св. 10 | 250 |
| 16 | | 170 | 3 | | | | | | | |
| 17 | Крупнозуба | 80 | 3 | Сталь | | | Св. 10 | | | 150 |
| 18 | | 60 | 6 | | | | | | | |
| 19 | Дрібнозуба | 120 | 3 | | Сталь | | | Св. 10 | | 250 |
| 20 | | 170 | 6 | | | | | | | |
| 21 | Крупнозуба | 80 | 6 | | | Чавун | | | Св. 10 | 150 |
| 22 | | 60 | 3 | | | | | | | |
| 23 | Дрібнозуба | 120 | 6 | Чавун | | | Св. 10 | | | 250 |

Стандартні фрези

| Тип фрези | ГОСТ | Нормалі машино-будування | D, мм |
|--|----------|--------------------------|---|
| Циліндричні фрези | | | |
| Цільні з дрібними зубцями | 3752-59 | 402-65 | (40); 50; 63; 80; (100) |
| Цільні с крупними зубцями | 3752-59 | 401-65 | (50); 63; 80; 100 100; 125; 160; |
| Збірні одинарні з вставними ножами з швидкорізальної сталі | 9926-61 | 3387 – 62 | 200; 250 |
| Складені з вставними ножами з швидкорізальної сталі | 9926-61 | 3386 – 62 | 100; 125; 160; 200; 250 |
| С напаяними гвинтовими пластинками з твердого сплаву | 8721-69 | 985-60 | 63; 80; 100; 125 |
| Торцеві фрези | | | |
| Цільні з дрібними зубцями | 9304-69 | 5606-64 | 40; 50; 63; 80; 100 |
| Цільні с крупними зубцями | 9304-69 | 5607-64 | 63; 80; 100 |
| Цільні для легких сплавів | 16222-70 | — | 50; 63; 80 |
| С напаяними гвинтовими пластинками із твердого сплаву | — | 983-64 | 63; 80; 100; 125 |
| То же для обробки легких сплавів | — | — | 50; 63; 80; 100; |
| Збірні хвостові з вставними ножами із твердого сплаву | — | 1071-60 | 125 80; 100; |
| Збірні з вставними ножами із швидкорізальної сталі | — | 993-64 | |
| Збірні з вставними ножами із твердого сплаву | 1092-69 | 2066-61 | 80;100;125; 160; 200;250 100; 125; 160; |
| То же для обробки легких сплавів | 8529-69 | 987-60 | 200; 250; 320 |
| Збірні з вставними ножами із твердого сплаву (дрібнозубі) | — | 988-60 | 400; 500; 630 100; 125; 160; |
| | 16223-70 | — | 200; 250; 315 80; 100; 125; |
| | 9473-60 | 2093-61 | 160; |
| | | 2095-61 | 200; 250; 315 400; 500; 630 |

Додаток 2

Конструкція і розміри фрез

Діаметр и ширина фрез – нормалізовані в геометричний ряд з знаменником прогресії $\varphi = 1,26$. Діаметр фрези вибирають в основному в залежності від ширини фрезерування B и глибини різання t (для циліндричних фрез див. таблицю).

Таблиця

Рекомендовані діаметри циліндричних фрез. Розміри в мм.

| Ширина фрезерування до | Діаметр фрези при глибині різання до | | | |
|------------------------|--------------------------------------|-----|-----|-----|
| | 2 | 5 | 8 | 10 |
| 70 | 63 | 80 | 100 | 100 |
| 100 | 80 | 100 | 100 | 100 |
| 150* | 100 | 125 | 125 | 160 |
| 200* | 100 | 125 | 160 | 200 |
| 250* | 125 | 125 | 160 | 200 |
| 300* | 160 | 160 | 200 | 250 |

*Застосовувати збірні складені фрези по ГОСТУ 9926-61

Додаток 3

Число и шаг зубів

Число зубів встановлено стандартами для кожного типу фрези в залежності від її діаметру. Розрізняють фрези з дрібним зубом ($z > 1,5\sqrt{D}$) і крупним зубом ($z < 1,5\sqrt{D}$). Число зубів збірних фрез з вставними ножами: для обробки сталі $z = (0,04 - 0,06)D$; чавуну $z = (0,08 - 0,10)D$; кольорових металів и пластмас $z = (0,02 - 0,03)D$, де D в мм. Для зменшення вібрацій, що виникають при роботі, кутовий шаг зубів інколи роблять нерівномірним з розбиттям.

Розбиття окружного (кутового) шагу цільних фрез. Кути в град

| Число зубів z | φ_1 | φ_1 | φ_1 | φ_1 | φ_1 | φ_1 | φ_1 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 3 | 110 | 123 | 127 | — | — | — | — |
| 4 | 90 | 85 | 90 | 95 | — | — | — |
| 5 | 68 | 72 | 76 | 68 | 76 | — | — |
| 6 | 57 | 63 | 57 | 63 | 57 | 63 | — |
| 8 | 42 | 48 | 42 | 48 | 42 | 48 | 42 |
| 10 | 33 | 39 | 33 | 39 | 39 | 39 | 33 |
| 12 | 27 | 33 | 27 | 33 | 27 | 33 | 27 |

Додаток 4

Подачі при чорновому фрезеруванні циліндричними, торцевими і дисковими фрезами із швидкорізальної сталі

| Потужність верстату або фрезерної головки, кВт | Жорсткість системи заготовка-пристосування | Фрези | | | |
|---|--|--|-------------------------|----------------------|-------------------------|
| | | Торцеві і дискові | | циліндричні | |
| | | Подача на один зуб S_z мм, при обробці | | | |
| | | конструкційної сталі | чавуну і мідних сплавів | конструкційній сталі | чавуну і мідних сплавів |
| Фрези з крупним зубом и фрези з вставними ножами | | | | | |
| Св.10 | Підвищ. | 0,20-0,30 | 0,40-0,60 | 0,40-0,60 | 0,60-0,80 |
| | Середня | 0,15-0,25 | 0,30-0,50 | 0,30-0,40 | 0,40-0,60 |
| | Знижена | 0,10-0,15 | 0,20-0,30 | 0,20-0,30 | 0,25-0,40 |
| 5-10 | Підвищ. | 0,12-0,20 | 0,30-0,50 | 0,25-0,40 | 0,30-0,50 |
| | Середня | 0,08-0,15 | 0,20-0,40 | 0,12-0,20 | 0,20-0,30 |
| | Знижена | 0,06-0,10 | 0,15-0,25 | 0,10-0,15 | 0,12-0,20 |
| До 5 | Середня | 0,06-0,07 | 0,15-0,30 | 0,08-0,12 | 0,10-0,18 |
| | Знижена | 0,04-0,06 | 0,10-0,20 | 0,06-0,10 | 0,08-0,15 |
| Фрези з дрібним зубом | | | | | |
| 5-10 | Підвищ. | 0,08-0,12 | 0,20-0,35 | 0,10-0,15 | 0,12-0,20 |
| | Середня | 0,06-0,10 | 0,15-0,30 | 0,06-0,10 | 0,10-0,15 |
| | Знижена | 0,04-0,08 | 0,10-0,20 | 0,06-0,08 | 0,08-0,12 |
| До 5 | Середня | 0,04-0,06 | 0,12-0,20 | 0,05-0,08 | 0,06-0,12 |
| | Знижена | 0,03-0,05 | 0,08-0,15 | 0,03-0,06 | 0,05-0,10 |

Додаток 5

Значення коефіцієнту C_v , і показників ступеню в формулі швидкості різання при фрезеруванні

| Фрези | Матеріал ріжучої частини | Операція | Коефіцієнт і показники ступеню в формулі швидкості різання | | | | | | |
|---|--------------------------|----------|--|------|-----|-----|------|-----|-----|
| | | | C_v | q | x | y | u | p | t |
| <i>Обробка конструкційної вуглецевої сталі, $\sigma_B = 750$ МПа</i> | | | | | | | | | |
| Торцеві | T15K6 | | 332 | 0,2 | 0,1 | 0,4 | 0,2 | 0 | 0,2 |
| | P6M5 | | 64,7* ¹ | 0,25 | 0,1 | 0,2 | 0,15 | 0 | 0,2 |

| | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|--------------------|--------------------------------------|---------------------|------|------|------|-------|------|------|
| | | Фрезерування площини | 41* ² | | | 0,4 | | | |
| Циліндричні | Т15К6 | | 390* ³ | | 0,19 | | | | |
| | | | 443* ⁴ | 0,17 | 0,38 | 0,28 | -0,05 | 0,1 | 0,33 |
| | | | 616* ⁵ | | 0,19 | | 0,08 | 0,1 | 0,33 |
| | | | 700* ⁶ | 0,17 | 0,38 | 0,28 | | | |
| | Р6М5 | | 55* ¹ | | | 0,2 | | | |
| | | | 35,4* ² | 0,45 | 0,3 | 0,4 | 0,1 | 0,1 | 0,33 |
| Дискові з вставними ножами | Т15К6 | Фрезерування площин і уступів | 1340* ⁷ | 0,2 | 0,4 | 0,12 | 0 | 0 | 0,35 |
| | | | 740* ⁸ | | | 0,4 | | | |
| | Фрезерування пазів | 1825* ⁹ | 0,2 | 0,3 | 0,12 | 0,1 | 0 | 0,35 | |
| | | 690* ¹⁰ | | | 0,4 | | | | |
| <i>Обробка сірого чавуну, НВ 190</i> | | | | | | | | | |
| Торцеві | ВК6 | Фрезерування площини | 445 | 0,2 | 0,15 | 0,35 | 0,2 | 0 | 0,32 |
| | Р6М5 | | 42 | 0,2 | 0,1 | 0,4 | 0,1 | 0,1 | 0,15 |
| Циліндричні | ВК6 | | 923* ¹¹ | 0,37 | 0,13 | 0,19 | 0,23 | 0,14 | 0,42 |
| | | | 588* ¹² | | | 0,47 | | | |
| | | | 1180* ¹³ | 0,37 | 0,4 | 0,19 | 0,23 | 0,14 | 0,42 |
| | | | 750* ¹⁴ | | | 0,47 | | | |
| | Р6М5 | | 57,6* ¹⁵ | 0,7 | 0,5 | 0,2 | 0,3 | 0,3 | 0,25 |
| | | | 27* ¹⁶ | | | 0,6 | | | |
| Дискові з вставними ножами | Р6М5 | Фрезерування площин, уступів і пазів | 85 | 0,2 | 0,5 | 0,4 | 0,1 | 0,1 | 0,15 |
| Дискові з вставними ножами | Р6М5 | | 72 | 0,7 | 0,5 | 0,4 | 0,1 | 0,1 | 0,15 |

| | | | | | | | | | |
|--|------|---|---------------------|------|------|------|------|-----|------|
| Ві цільні | | | | | | | | | |
| <i>Обробка ковкого чавуну, HB 150</i> | | | | | | | | | |
| Торце ві | ВК6 | Фрезерув ання площини | 994* ¹⁷ | 0,22 | 0,17 | 0,1 | 0,22 | 0 | 0,33 |
| | | | 695* ¹⁸ | | | 0,32 | | | |
| | Р6М5 | | 90,5* ¹ | 0,25 | 0,1 | 0,2 | 0,15 | 0,1 | 0,2 |
| Цилін дрич ні | Р6М5 | | 57,4* ² | | | 0,4 | | | |
| | | | 77* ¹ | 0,45 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,33 |
| | | | 49,5* ² | | | 0,4 | | | |
| Диск ові з встав ними ножа ми | Р6М5 | Фрезерув ання пло- щин, уступів і пазів | 105,8* ¹ | 0,25 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,2 |
| | | | 68* ² | | | 0,4 | | | |
| Диск ові ціль ні | Р6М5 | | 95,8 | 0,45 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,33 |
| <i>Обробка мідних сплавів середньої твердості HB 100 – 140</i> | | | | | | | | | |
| Торц еві | Р6М5 | Фрезерув ання площини | 136* ¹ | 0,25 | 0,1 | 0,2 | 0,15 | 0,1 | 0,2 |
| | | | 86,2* ¹ | | | 0,4 | | | |
| Цилі ндри чні | Р6М5 | | 115,5* ¹ | 0,45 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,33 |
| | | | 74,3* ¹ | | | 0,4 | | | |
| Диск ові ціль ні | Р6М5 | Фрезерув ання пло- щин, уступів і пазів | 144 | 0,25 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,2 |
| Конц | Р6М5 | Фрезерув | 103 | 0,45 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,33 |

| | | | | | | | | | |
|---|------|--------------------------------------|--|------|-----|------------|------|-----|------|
| еві | | ання площин, уступів | | | | | | | |
| <i>Обробка силуміну і алюмінієвих сплавів, $\sigma_B = 100-200$ МПа $HB < 65$</i> <i>та дюралюмінію, $\sigma_B = 300-400$ МПа $HB < 100$</i> | | | | | | | | | |
| Торцеві | Р6М5 | Фрезерування площини | 245* ¹ 155* ² | 0,25 | 0,1 | 0,2 0,4 | 0,15 | 0,1 | 0,2 |
| Циліндричні | Р6М5 | | 208* ¹ 133,5* ² | 0,45 | 0,3 | 0,2 0,4 | 0,1 | 0,1 | 0,33 |
| Дискові цільні | Р6М5 | Фрезерування площин, уступів і пазів | 259 | 0,25 | 0,3 | 0,2 0,4 | 0,1 | 0,1 | 0,2 |
| Концеві | Р6М5 | Фрезерування площин, уступів | 185,5 | 0,45 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,33 |

Примітка:

| | |
|--|--|
| * ¹) при $s_z \leq 0,1$ мм/зуб; * ²) при $s_z > 0,1$ мм/зуб; * ³) при $B \leq 35$; і $t \leq 2$ мм; * ⁴) при $B \leq 35$; і $t > 2$ мм; * ⁵) при $B > 35$; і $t \leq 2$ мм; * ⁶) при $B > 35$; і $t > 2$ мм; * ⁷) при $s_z > 0,12$ мм/зуб; * ⁸) при $s_z \leq 0,12$ мм/зуб; * ⁹) при $s_z \leq 0,06$ мм/зуб; * ¹⁰) при $s_z > 0,06$ мм/зуб; | * ¹¹) при $t \leq 2,5$ мм; $s_z \leq 0,2$ мм/зуб; * ¹²) при $t > 2,5$ мм; $s_z > 0,2$ мм/зуб; * ¹³) при $t \leq 2,5$ мм; $s_z \leq 0,2$ мм/зуб; * ¹⁴) при $t > 2,5$ мм; $s_z > 0,2$ мм/зуб; * ¹⁵) при $s_z \leq 0,15$ мм/зуб; * ¹⁶) при $s_z > 0,15$ мм/зуб; * ¹⁷) при $s_z \leq 0,18$ мм/зуб; * ¹⁸) при $s_z > 0,18$ мм/зуб; |
|--|--|

Додаток 6

Середні значення періоду стійкості фрез

| Фрези | Стійкість T , хв., при діаметрі фрези, мм | | | | | | | | | | | |
|--|---|----|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 20 | 25 | 40 | 60 | 75 | 90 | 110 | 150 | 200 | 250 | 300 | 400 |
| Торцеві | – | | 120 | 180 | | | | 240 | | 300 | 400 | |
| Циліндричні зі вставними ножами та щільним крупним зубом | – | | | 180 | | | 240 | – | | | | |
| Циліндричні цільні з дрібним зубом | – | | 120 | 180 | | – | | | | | | |
| Дискові | | | | 120 | | 150 | 180 | 240 | – | | | |
| Кінцеві | 80 | 90 | 120 | 180 | | | | | | | | |

Додаток 7

Поправочний коефіцієнт K_{mv} , враховуючий вплив фізико-механічних властивостей оброблюваного матеріалу на швидкість різання

| Оброблюваний матеріал | Розрахункова формула |
|-----------------------|---|
| Сталь | $K_{mv} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}$ |
| Сірий чавун | $K_{mv} = K_{\Gamma} \left(\frac{190}{HB} \right)^{n_v}$ |
| Ковкий чавун | $K_{mv} = K_{\Gamma} \left(\frac{150}{HB} \right)^{n_v}$ |

Примітка: 1. Коефіцієнт K_{Γ} , n_v і показник ступеню n_v , див. в додатку 8

Додаток 8

Значення коефіцієнта K_r і показника ступеню n_v в формулі для розрахунку коефіцієнту оброблюваності сталі K_{Mv}

| Матеріал, що оброблюється | Коеф. K_r для матеріалу інструменту | | Показники ступеню n_v при обробці | | | | | |
|--|---------------------------------------|-------------------|-------------------------------------|-------------------|-----------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | | | різцями | | Свердлами, зенкерами, розгортками | | фрезами | |
| | з швидкоріз стал | з твердого сплаву | з швидкоріз сталі | з твердого сплаву | з швидкоріз сталі | з твердого сплаву | з швидкоріз сталі | з твердого сплаву |
| Сталь вуглецева з σ_B | | | | | | | | |
| <45 кгс/мм ² (450 МПа) | 1,0 | 1,0 | -1,0 | 1,0 | -0,9 | 1,0 | -0,9 | 1,0 |
| 450-550 МПа | 1,0 | 1,0 | 1,75 | 1,0 | -0,9 | 1,0 | -0,9 | 1,0 |
| > 550 МПа | 1,0 | 1,0 | 1,75 | 1,0 | 0,9 | 1,0 | 0,9 | 1,0 |
| Чавун | | | | | | | | |
| сірий | 1,0 | 1,0 | 1,7 | 1,25 | 1,3 | 1,3 | 0,95 | 1,25 |
| ковкий | 1,0 | 1,0 | 1,7 | 1,25 | 1,3 | 1,3 | 0,85 | 1,25 |

Додаток 9

Поправочний коефіцієнт K_{mv} , враховуючий вплив фізико-механічних властивостей мідних та алюмінієвих сплавів на швидкість різання

| Мідні сплави | K_{mv} | Алюмінієві сплави | K_{mv} |
|--------------------------|----------|---|----------|
| Гетерогенні $HB > 140$ | 0,7 | Силумін $\sigma_B=200-300$ МПа, $HB > 60$ | 0,8 |
| Гетерогенні $HB 100-140$ | 1,0 | Дюралюміній $\sigma_B=400-500$ МПа $HB 100$ | |
| Гомогенні | 2,0 | Силумін $\sigma_B=100-200$ МПа, $HB < 65$ | 1,0 |

| | | | | |
|------|-----|--------------------|--------------------|-----|
| Мідь | 8,0 | Дюралюміній МПа | $\sigma_B=200-300$ | 1,2 |
|------|-----|--------------------|--------------------|-----|

Додаток 10

**Поправочний коефіцієнт K_{lv} , що враховує вплив стану поверхні
заготовки на швидкість різання**

| Стан поверхні заготовки | | | | | |
|-------------------------|----------|---------|---|-----------------------|-------------------------------|
| Без кірки | З кіркою | | | | |
| | Прокат | Поковка | Стальні і чавунні заготовки з кіркою | | Мідні та алюмінієві сплави |
| | | | нормальною | сильно забрудненою | |
| 1,0 | 0,9 | 0,8 | 0,8-0,85 | 0,5-0,6 | 0,9 |

Додаток 11

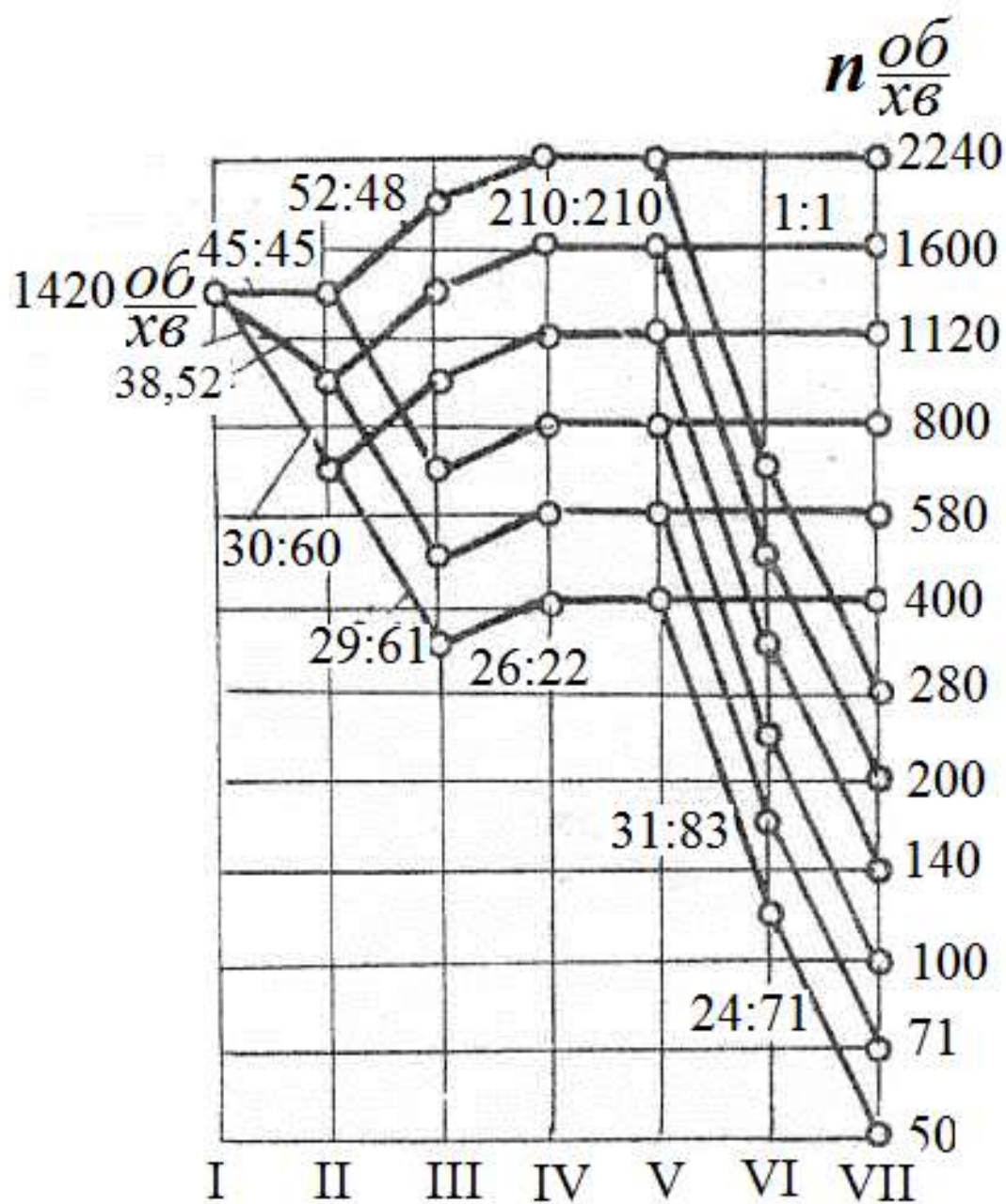
**Поправочний коефіцієнт K_{lv} , що враховує вплив
інструментального матеріалу на швидкість різання**

| Матеріал, що оброблюється | Значення коефіцієнта K_{lv} в залежності від марки інструментального матеріалу | | | | | | |
|-------------------------------------|--|-------------------|--------------|---------------|------------------|--------------|------------|
| | T5K12B 0,35 | T5K10 0,65 | T14K8 0,8 | T15K6 1,00 | T15K6 1,15 | T30K4 1,4 | BK8 0,4 |
| Корозійно-стійкі та жароміцні сталі | BK8 1,0 | T5K10 1,4 | T15K6 1,9 | P18 0,3 | — | | |
| Сталь загартована | HRC 35-50 | | | | HRC 51-62 | | |
| | T15K6 1,00 | T30K 4 1,25 | BK6 0,85 | BK8 0,83 | BK4 1,0 | BK6 0,92 | BK80,74 |
| Сірий і ковкий чавун | BK8 0,83 | BK6 1,0 | BK4 1,1 | BK3 1,15 | BK3 1,25 | — | |

| | | | | | | | |
|--|------|-----|-----|-----|-----|------|---|
| Сталь, чавун, мідні та алюмін їєві сплави | P6M5 | BK4 | BK6 | 9XC | XBG | Y12A | — |
| | 1,0 | 2,5 | 2,7 | 0,6 | 0,6 | 0,5 | |

Додаток 12

Графік частот обертання шпинделя верстата 6П80



Навчальне видання

НАЛАГОДЖЕННЯ ЗУБОФРЕЗЕРНОГО
НАПІВАВТОМАТА МОДЕЛІ 5Д32

Методичні вказівки
до виконання лабораторної роботи

Автори-укладачі:

ТРИШЕВСЬКИЙ Олег Ігорович
КАЛЮЖНИЙ Олексій Борисович

Формат 60x84/16. Гарнітура Times New Roman
Папір для цифрового друку. Друк ризографічний.

Ум. друк. арк. _.

Наклад ___ пр.

Державний біотехнологічний університет
61002, м. Харків, вул. Алчевських, 44