

Міністерство освіти і науки України
Полтавський національний технічний університет
імені Юрія Кондратюка

Кафедра технології машинобудування

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до практичних занять із дисципліни
«Технологічні основи машинобудування»
для студентів спеціальностей:
7.090214, 7.090215 та 7.090217

Полтава 2007

Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Технологічні основи машинобудування» для студентів механічних спеціальностей 7.090214 “Підйомно-транспортні, будівельні, дорожні, меліоративні машини та обладнання”; 7.090215 “Автомобілі та автомобільне господарство”; 7.090217 “Обладнання нафтових і газових промислів”. - Полтава: ПолтНТУ, 2007 - 36 с.

Укладачі: С.І. Кравченко, кандидат технічних наук, доцент.

Відповідальний за випуск: завідувач кафедри технології машинобудування А.В. Васильєв, кандидат технічних наук, доцент

Рецензент: М.В. Галай, доктор технічних наук, професор.

Затверджено
науково-методичною радою університету
Протокол № від 2007 р.

Редактор Н. В. Жигилій

Мета цих методичних указівок – допомогти студентам в освоєнні курсу “Технологічні основи машинобудування”, виробленні навиків розв’язання практичних задач із вибору та розрахунку режимів різання при обробці деталей на металорізальних верстатах і налагодження верстатів для виконання різних робіт.

Практичне заняття 1

СПОСОБИ ОТРИМАННЯ ЗАГОТОВОК

При виборі методу виготовлення заготовки слід урахувати конструктивну форму, розміри й матеріал деталі, річну програму випуску, точність виготовлення заготовки. Вибраний метод повинен забезпечити найменшу собівартість деталі.

Заготовки виробляють відливанням, прокатуванням, протягуванням, штампуванням, куванням та ін. 50–85% більшості машин і верстатів становлять деталі, відлиті з чавуну, сталі або кольорових металів. Тому одним з основних процесів виготовлення заготовок є ливарний процес.

Ливарне виробництво. Процес виготовлення заготовок відливанням складається з трьох основних операцій: виготовлення форм, розплавлення металу й заливання цих форм рідким металом. Охолоджену заготовку виймають, очищають і передають для подальшої обробки. Є три способи заливання форм:

- а) коли розплавлений метал заповнює форму вільно під дією сили тяжіння;
- б) коли метал заливають в обертову форму, яку він заповнює під дією відцентрової сили (відцентровий спосіб);
- в) лиття під тиском із застосуванням спеціальних машин.

Форми для заливання металу бувають разові й постійні. Разові форми виготовляють зі спеціальної формувальної суміші та використовують для виготовлення тільки одного вилівка. Постійні форми, звичайно металеві, витримують багато заливок.

Лиття в металевих (чавунних або сталевих) формах (так зване кокільне лиття) застосовують в основному для бронзових, алюмінієвих та магнієвих сплавів. Рідше кокільне лиття використовують для чавуну й сталі. Кокільне лиття сплавів кольорових металів і чавуну доцільніше, бо, крім точності розмірів форми заготовки, метал має кращу структуру та кращі механічні властивості.

Якщо метал заливають у постійну сталеву форму, причому під тиском поршня або стиснутого повітря, то це буде лиття під тиском. Готові деталі в цьому разі мають чисту поверхню і точні (до 0,01 мм) розміри, тому їх подальша обробка дуже незначна або взагалі не потрібна. Лиття під тиском широко застосовують у масовому виробництві для виготовлення деталей малої ваги (2 - 5 кг) із сплавів кольорових металів.

Спосіб відцентрового лиття полягає в тому, що метал заливають у форму, яка обертається навколо горизонтальної або вертикальної осі. Внаслідок цього рідкий метал відтискується відцентровою силою до стінок, найбільш віддалених від центра. При цьому структура металу буде ущільненою, бо всі гази і неметалеві домішки витискаються на поверхню, яка лежить ближче до центра обертання. Відцентрове лиття застосовують для виготовлення виробів, що мають форму тіл обертання (втулки, шків, колеса тощо).

Точне лиття – лиття за виплавленими моделями – використовують переважно для виготовлення дрібних (до 10 кг) деталей із талі або інших важких сплавів із високою температурою плавлення. При цьому досягають великої точності розмірів і високої чистоти поверхні. При точному литті моделі виготовляють із плаву стеарину з парафіном та закладають у формувальну суміш. Форму ставлять у піч, підігрівають до 100-120 °С і виплавають модель. У порожнини, що залишилися, заливають рідкий метал. Цим способом виготовляють лопаті турбін, різальний інструмент (фрези, сверла), дрібні деталі автомобілів тощо.

Прокатування – це обтискування нагрітого або холодного (при малих перерізах) металу між обертовими валками на спеціальних машинах – прокатних станах. При цьому відбувається зміна форми зі зменшенням

поперечного перерізу заготовки й збільшенням її довжини. Прокатування застосовують для виготовлення таких виробів, як рейки, швелери, кутовий і тавровий профіль, труби або заготовки для подальшої обробки куванням, штампуванням, різанням.

Волочіння – це операція, подібна до прокатування. Волочіння полягає в протягуванні заготовки (в холодному стані) крізь отвір із меншим поперечним перерізом. Отвір, крізь який пропускають метал, називають *фільєром*. Фільєри виготовляють із твердих сплавів, а при малих діаметрах отвору (менше ніж 0,5 мм) – з алмазу. Застосовується переважно для виготовлення дроту малого діаметра (від 0,1 до 4 мм). Після волочіння вироби мають гладку поверхню і точні розміри.

Кування – це обробка нагрітого металу за допомогою ударів кувалди (ручне кування) або молотом (механічне кування). Виріб, виготовлений куванням, називається *поковкою*. Поковки бувають різної форми й важать від кількох грамів до кількох тонн. Великі поковки виготовляють безпосередньо зі зливків, а середніх і малих розмірів – із прокатних заготовок. Ковальські цехи сучасних заводів устатковані молотами для механічного кування, в яких верхній бойок важить 250 кг та робить до 500 ударів за хвилину. Кування може бути вільне і в штампах. Штампи (сталеві форми) мають порожнини, що відповідають виготовлюваній поковці. Для штампування заготовку нагрівають до температури кування й уміщують у нижню порожнину штампа. Під дією ударів верхньої частини штампа метал тече та заповнює форму. Болти, гайки, заклепки штампують на горизонтально-кувальних машинах, що відзначаються великою продуктивністю.

Холодним штампуванням у масовому виробництві виготовляють різноманітні вироби з листової сталі, алюмінію, міді тощо. Холодне штампування звичайно здійснюють за допомогою пресів, які розвивають тиск від 500 до 2000 тонн. Холодним штампуванням можна зробити вирізку з витягуванням – виготовити посудину з відкритим з одного боку отвором (каструлі, різні коробки, кришки).

Порошкова металургія. Це спосіб виготовлення виробів пресуванням із порошків металів та неметалів і наступним спіканням їх у печах. Основною перевагою цього способу є можливість виготовлення виробів із тугоплавких металів і сплавів (вольфраму, танталу), з металів, які не сполучаються в розплавленому стані (залізо–свинець), а також із металів та неметалів (мідь–графіт). Крім того, порошкова металургія дає можливість виготовляти вироби точних розмірів, які не потребують подальшої обробки. Цим способом виготовляють пористі підшипники, фрикційні диски для муфт зчеплення автомобілів, шестерні, кулачки й ін.

Зварювання. Зварюванням називається процес з'єднання в одне ціле металевих виробів із місцевим нагріванням їх до тістоподібного або розплавленого стану. Зварювання дає значну економію металу. Зварній конструкції надають складної форми, причому товщину стінок можна вибирати відповідно до потрібної міцності, що значно зменшує вагу.

Практичне заняття 2

ОБРОБКА МЕТАЛІВ РІЗАННЯМ

ЕЛЕМЕНТИ РЕЖИМУ РІЗАННЯ

Обробку металів різанням виконують на металорізальних верстатах. Основний інструмент – різець – діє за принципом клина, який урізується в метал, відокремлюючи від нього стружку.

При обробці на металорізальних верстатах здійснюються наступні відносні рухи заготовки та інструмента:

1. У верстатах токарної групи: обертовий рух заготовки та поступальний рух інструмента.

2. У верстатах свердлильної групи: обертовий і одночасно поступальний рух інструмента.

3. У верстатах шліфувальної групи: обертальний рух шліфувального круга, поступальний рух заготовки (на круглошліфувальному верстаті й обертовий рух заготовки).

4. У верстатах фрезерної групи: обертовий рух фрези і поступальний рух заготовки.

5. У верстатах стругальної групи: зворотно - поступальний рух заготовки або інструмента та періодичне пересування інструмента чи заготовки.

Рух, який визначає швидкість різання та виконується з великою швидкістю, має назву **головний рух**, а рух, за швидкістю якого визначається величина подачі – **рух подачі**.

Головний рух і рух подачі є робочими рухами. Крім цих рухів, є на верстаті допоміжні й устаткувальні рухи, призначені для підготовки верстата до роботи.

Продуктивність обробки металів різанням, стійкість різального інструменту, чистоту обробленої поверхні, силу та потужність різання значною мірою визначають режими різання.

Найбільш важливими показниками режимів різання є швидкість різання V , м/хв, глибина різання t , мм і подача S , мм/об.

За швидкість різання звичайно приймають швидкість головного руху точок на зовнішній поверхні заготовки (точіння) або різального інструмента (фрезерування, свердлення тощо). Глибина різання характеризує товщину припуску, який знімається за один прохід. Подача призначена для поширення процесу різання на всю оброблювану поверхню заготовки та означає переміщення різця в напрямку подачі за один оберт заготовки (точіння).

Мета заняття – навчитись визначати основні режимні параметри при різанні та машинний час при виконанні окремих переходів під час обробки різанням.

Задача 1.1. Визначити швидкість різання при обточуванні заготовки діаметром 100 мм на токарному верстаті з кількістю обертів шпинделя 600 хв^{-1} .

Р о з в ' я з а н н я. При точінні, розточуванні, свердленні, фрезеруванні тощо швидкість різання визначають за формулою

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}, \text{ м/хв}, \quad (1)$$

де D – найбільший діаметр оброблюваної поверхні заготовки, обробленої поверхні отвору, фрези, свердла, мм;

n – кількість обертів шпинделя верстата, хв^{-1} .

$$V = \frac{3,14 \cdot 100 \cdot 600}{1000} = 188,4 \text{ м/хв}.$$

За формулою (1) можна також визначити кількість обертів шпинделя, якщо відомі швидкість різання V та діаметр D .

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \text{ хв}^{-1}. \quad (2)$$

Задача 1.2. Визначити швидкість різання при струганні, якщо при довжині ходу 1200 мм і відношенні $V_p/V_x=0,5$ кількість подвійних ходів стола верстата дорівнює 30 хв^{-1} .

Р о з в ' я з а н н я. При струганні й довбанні швидкість різання визначають за формулою

$$V = L \cdot n \cdot (k + 1) \cdot 10^{-3}, \text{ м/хв}; \quad (3)$$

де L – довжина ходу, мм;

n – кількість подвійних ходів, хв^{-1} ;

$k = V_p/V_x$ – відношення швидкостей робочого та холостого ходів супорта або стола верстата.

$$V = 1200 \cdot 30 \cdot (0,5 + 1) \cdot 10^{-3} = 54 \text{ м/хв}.$$

Задача 1.3. Визначити хвилинну подачу, якщо при кількості обертів шпинделя 800 хв^{-1} заготовка довжиною 120 мм обточується за 500 обертів.

Р о з в ' я з а н н я. Для розв'язання S_{XB} спочатку треба визначити подачу на один оберт шпинделя:

$$S = \frac{L}{N}, \text{ мм/об,}$$

де L – довжина оброблюваної заготовки, мм (без урахування врізання різця та його перебігу);

N - кількість обертів шпинделя, необхідна для обробки заготовки на всю довжину.

$$S = \frac{120}{500} = 0,24 \text{ мм/об.}$$

Після визначення S можна розрахувати хвилинну подачу за формулою

$$S_{XB} = S \cdot n, \text{ мм/хв,} \quad (4)$$

де n – швидкість обертів шпинделя, хв^{-1} .

Таким чином, буде

$$S_{XB} = 0,24 \cdot 800 = 192 \text{ мм/хв.}$$

Задача 1.4. Визначити глибину різання при чорновому обточуванні заготовки, якщо її діаметр за обидва проходи (напівчистовий, глибиною різання 0,5 мм і чорновий) зменшився з 86 до 78 мм.

Р о з в ' я з а н н я. Оскільки глибина різання в напівчистовому проході дорівнює 0,5 мм, діаметр заготовки після чорнового проходу становитиме $78 + 2 \cdot 0,5 = 79$ мм. Отже, зменшення діаметра заготовки в чорновому проході дорівнює $86 - 79 = 7$ мм. Таким чином, глибина різання у чорновому проході дорівнює $7 : 2 = 3,5$ мм.

Задача 1.5. Визначити машинний час T_M при обточуванні вала з діаметра 80 до 74 мм на довжині 220 мм, якщо $n = 640 \text{ хв}^{-1}$, $S = 0,3 \text{ мм/об}$, кількість проходів $i = 1$, різець прохідний, $\varphi = 45^\circ$.

Р о з в ' я з а н н я. Машинний час при точінні визначають за формулою

$$T_M = \frac{L \cdot i}{n \cdot S}, \text{ хв.,} \quad (5)$$

де L – довжина проходу різця, $L=l+y+\Delta$, мм;

$y = t \cdot \operatorname{ctg} \varphi$ – величина врізання різця, мм;

Δ – перебіг різця, звичайно $\Delta=1\dots3$ мм;

i – кількість проходів різця;

n – кількість обертів шпинделя, хв^{-1} ;

S – подача різця, мм/об.

$$\text{При } i=1 \quad t = \frac{D-d}{2} = \frac{80-74}{2} = 3 \text{ мм.}$$

$$\text{Тоді } y = 3 \cdot \operatorname{ctg} 45^{\circ} = 3 \text{ мм.}$$

Приймаємо $\Delta = 2$ мм, тоді $L = 220 + 3 + 2 = 225$ мм.

$$\text{За формулою (5) } T_M = \frac{225 \cdot 1}{640 \cdot 0,3} = 1,17 \text{ хв.}$$

ВИЗНАЧЕННЯ ШВИДКОСТІ РІЗАННЯ

Найбільш важливим показником режимів різання є швидкість різання V , яку розраховують за емпіричною формулою окремо для кожного виду обробки. Для точіння, розточування швидкість різання визначається за формулою

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot R_v, \quad (6)$$

де C_v – коефіцієнт;

m , x , y – показники степеня при періоді стійкості T , глибині різання t і подачі S , які наводяться в довідниках для кожного виду обробки [9, с. 269];

R_v – поправковий коефіцієнт, який дорівнює добутку кількох коефіцієнтів, що враховують якість оброблюваного матеріалу, матеріал інструмента, вплив головного кута різця в плані тощо. Значення коефіцієнтів наводиться у довідниках [9, с. 263].

ВИЗНАЧЕННЯ СИЛИ РІЗАННЯ І ПОТУЖНОСТІ ПРИ ТОЧІННІ

При обробці заготовки різанням на елементи системи “верстат – пристосування – інструмент – деталь” (ВПД) діє сила різання P . Усі види розрахунків – силові, міцнісні, енергетичні – базуються на використанні реальної сили різання. Але в усі види розрахунків звичайно входить не рівнодіюча сила P , а її складові P_z , P_y , P_x . У довідковій літературі, наприклад [9], наводяться дані для розрахунку вказаних трьох складових сили різання залежно від зміни багаточисленних факторів різання.

При обточуванні прохідним різцем складові сил різання розраховують за формулою

$$P_{z,y,x} = 10 C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot k_p, \text{ Н}, \quad (7)$$

де C_p – постійна різання;

t , S , V – відповідно глибина, подача і швидкість різання;

x, y, n – показники степеню при t , S/V для певних умов різання;

k_p – поправковий коефіцієнт, який ураховує фактичні умови різання.

Співвідношення між складовими сили різання звичайно таке:

$$P_z : P_y : P_x = 1,0 : 0,4 : 0,25.$$

Наближене значення сили різання $P_z(\text{Н})$ визначають за формулою

$$P_z = k_p \cdot \sigma_B \cdot f, \text{ Н},$$

де f – перетин зрізаного шару в мм^2 ;

k_p – коефіцієнт різання (для цього матеріалу постійний). Для сталі 45 $k_p=2,5$.

Ефективну потужність різання визначають за формулою

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1000 \cdot 60}, \text{ кВт}, \quad (8)$$

де P_z – дотична складова сили різання, Н;

V – швидкість різання, м/хв.

Потужність електродвигуна головного привода розраховують за формулою

$$N_{ед} = \frac{N_e}{\eta}, \text{ кВт}, \quad (9)$$

де η – коефіцієнт корисної дії головного привода верстата, який звичайно дорівнює $0,75 \div 0,80$.

КЛАСИФІКАЦІЯ І СИСТЕМА ПОЗНАЧЕНЬ МОДЕЛЕЙ ВЕРСТАТІВ

Для позначення моделей верстатів прийнята система, яка базується на класифікації, розробленій в ЕНІМСі.

I. Згідно з цією класифікацією всі верстати, залежно від виду технологічних операцій, які на них виконуються, діляться на 9 груп:

1. Токарні.
2. Свердлильні й розточувальні.
3. Шліфувальні, полірувальні, доводочні та заточні.
4. Комбіновані, електроерозійні, ультразвукові.
5. Зубообробні й різьбообробні.
6. Фрезерні верстати.
7. Стругальні, довбальні та протяжні верстати.
8. Верстати для розрізання заготовок різноманітними інструментами.
9. Верстати різноманітного призначення, які не ввійшли у попередні групи (ділильні машини, балансувальні тощо).

Верстати кожної групи залежно від загальних технологічних прикмет і конструктивних особливостей ділять на 9 типів. Наприклад, у групу №1 – токарні верстати – входять наступні типи:

- 1.1 Автомати та напівавтомати одношпиндельні.
- 1.2 Автомати й напівавтомати багатошпиндельні.
- 1.3 Револьверні.
- 1.4 Свердлильно-відрізні.
- 1.5 Карусельні.

- 1.6 Токарні й лобові.
- 1.7 Багаторізцеві.
- 1.8 Спеціалізовані.
- 1.9 Різні верстати цієї групи.

Верстати кожного типу діляться на типорозміри. За кожним типорозміром закріплюється визначений діапазон виготовлення деталей. Цей діапазон характеризується основним розміром робочого простору верстата. Так, для токарних – це максимальний діаметр оброблюваної поверхні або висота центрів, для фрезерних – розмір столу, для свердлильних – найбільший діаметр просвердлюваного отвору.

II. За вагою верстати розділяють на легкі (вагою до 1 т), середні (вагою до 10 т), важкі (вага більше ніж 10 т) й унікальні (більше ніж 100 т).

III. Залежно від типу виробництва верстати розподіляють на універсальні, спеціалізовані та спеціальні.

IV. За класами точності: нормальної точності (Н), підвищеної (П), високої (В), дуже високої (А), дуже точні верстати (С). Верстати класів точності В, А і С забезпечують необхідну точність виготовлення тільки в цехах, у яких підтримуються постійні температура і вологість повітря.

Моделі всіх верстатів позначають за єдиною системою, зв'язаною з класифікацією ЕНІМСу. Перша цифра в позначенні вказує групу, друга - тип, наступна за першою або другою цифрами літера позначає рівень модернізації базової моделі верстата; далі йдуть цифри, які характеризують основні розміри робочого простору верстата. Наприклад токарно-гвинторізальний верстат 16К20П означає: 1 – група токарний; 6 – вид токарно-гвинторізальний; К – чергова модернізація; 20 – висота центрів – 200 мм; П – підвищеної точності.

Для верстатів із програмним керуванням у позначення додають літеру Ф із цифрою: Ф1 – із попереднім набором координат; Ф2 – із позиційною системою ЧПК; Ф3 – із контурною системою ЧПК та ін.

Позначення для спеціальних і спеціалізованих верстатів установлюють заводи-виробники, використовуючи літерні індекси, закріплені за кожним

заводом. Наприклад, ЕЗ-9 є спеціалізованим верстатом для нарізання зубчастих рейок Єгор'євського заводу зубообробних верстатів.

УМОВНЕ ПОЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ КІНЕМАТИЧНИХ ЛАНЦЮГІВ ЗА ГОСТ 3462-81

Рух робочих органів верстата передається по кінематичних ланцюгах. Кінематичний ланцюг верстата включає в себе різні передачі – пасові, зубчасті, черв'ячні, рейкові, гвинтові тощо, розташовані у визначеній послідовності.


Умовні позначення системи кінематичних ланцюгів верстата в одній площині – площині креслення – називаються **кінематичною схемою верстата**.

Усі елементи кінематичних ланцюгів на схемах зображують умовними графічними позначеннями. Умовні знаки викреслюють, не додержуючись масштабу зображення, але при повторенні їх роблять однаковими.






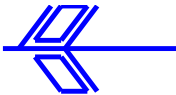

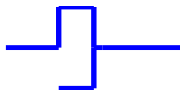
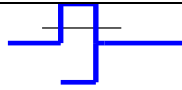
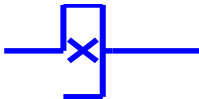
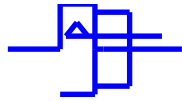
Вали, осі й стрижні зображують суцільними товстими лініями, рівними "S"; інші лінії – підшипники, зубчасті колеса, черв'яки, гальма тощо – товщиною лінії, рівною $S/2$.

У таблиці 1 наведені умовні позначення основних елементів кінематичних ланцюгів металорізальних верстатів.

Таблиця 1 – Умовні позначення основних елементів кінематичних ланцюгів металорізальних верстатів

| Назва | Умовне позначення |
|-----------------------------|---|
| Вал, вісь, стрижень, шатун | |
| Шарнірні з'єднання стрижнів |  |


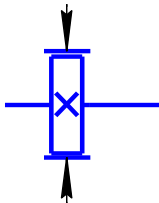
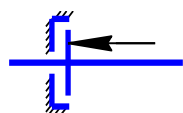
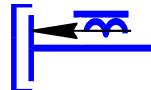

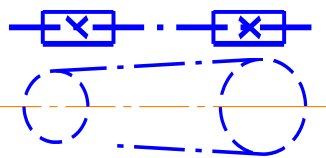
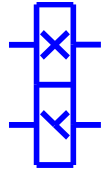
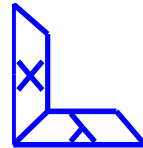
Продовження таблиці 1

| | |
|--|---|
| Підшипники ковзання і кочення (без уточнення типу) |  |
| Радіальний підшипник ковзання |  |
| Радіальний підшипник кочення |  |
| Радіальний роликівий підшипник |  |
| Радіально-упорний однобокий |  |
| Радіально-упорний роликівий |  |
| Радіально-упорний двобокий |  |
| З'єднання деталі з валом: | |
| а) вільне при обертанні |  |
| б) ковзаюче по валу на шпонці |  |
| в) встановлено жорстко на шпонці |  |
| г) закріплені на валу за допомогою витяжної колдонки |  |

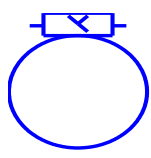
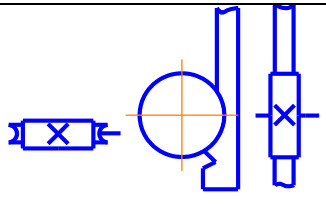
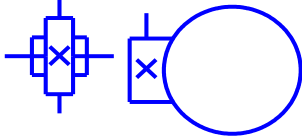
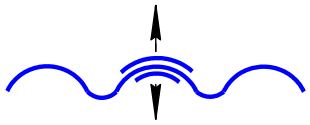

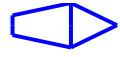
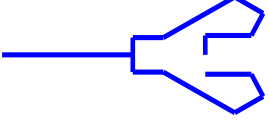
Продовження таблиці 1

| | |
|------------------------------------|---|
| З'єднання двох валів: | |
| а) глухі |  |
| б) еластичні |  |
| в) шарнірні |  |
| г) телескопічні |  |
| д) із запобіжною муфтою |  |
| Муфти зчеплення: | |
| а) кулачкова |  |
| б) фрикційна (загальне позначення) |  |
| в) фрикційна однобічна |  |
| г) однобічна електромагнітна |  |
| д) конусна однобічна |  |


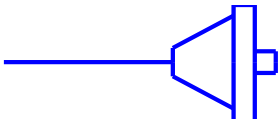
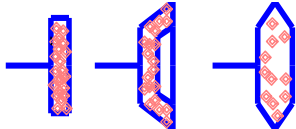
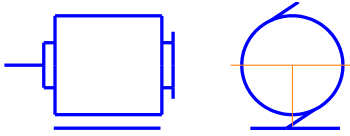
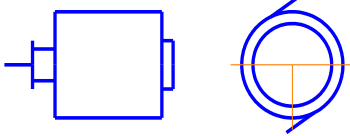
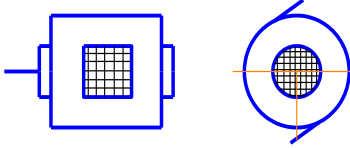
Продовження таблиці 1

| | |
|-------------------------------------|---|
| <p>е) дискова двобічна</p> |  |
| <p>Гальма:</p> | |
| <p>а) стрічковий</p> |  |
| <p>б) дисковий</p> |  |
| <p>в) дисковий електромагнітний</p> |  |
| <p>Клинопасова передача</p> |  |
| <p>Ланцюгова передача</p> |  |
| <p>Зубчаста циліндрична</p> |  |
| <p>Зубчаста конічна</p> |  |

Продовження таблиці 1

| | |
|--|---|
| Черв'ячна |  |
| Зубчаста рейкова |  |
| Гвинтова зубчаста |  |
| Передача ходовим гвинтом та гайкою: | |
| а) роз'ємна |  |
| б) нероз'ємна |  |
| Шпинделі металорізальних верстатів: | |
| а) кінець шпинделя для центрових робіт |  |
| б) кінець шпинделя для патронних робіт |  |
| в) для робіт із цанговим патроном |  |

Продовження таблиці 1

| | |
|---------------------------|---|
| г) для свердлильних робіт |  |
| д) для фрезерних робіт |  |
| е) шліфувальних |  |
| Електродвигуни | |
| а) на лапках |  |
| б) фланцеві |  |
| г) умонтовані |  |

ПЕРЕДАВАЛЬНІ ВІДНОШЕННЯ В КІНЕМАТИЧНИХ ЛАНЦЮГАХ ВЕРСТАТІВ

При налагодженні кінематичної схеми верстата необхідно скласти рівняння кінематичного балансу для ділянок ланцюга, які зв'язують джерело руху з виконавчим органом. Рух у кінематичних ланцюгах визначається передавальним відношенням кінематичних пар, що входять до кінематичного ланцюга. **Кінематична пара** – це сукупність двох ланок, котрі мають обмежені відносні рухи, наприклад, зубчаста передача, черв'ячна передача й ін.

Для можливості розрахунків на кінематичній схемі верстата додатково вказують: діаметри шківів, кількість зубців і модуль зубчастих та черв'ячних коліс, кількість заходів черв'яків, крок ходового гвинта, потужність і кількість обертів електродвигуна, опори важелів, порядкову нумерацію валів, рукоятки і маховички для ручного переміщення вузла тощо.

Для розв'язання задач із типових передач у верстатах необхідно знати наступні залежності:

для пасової передачі

$$i_{п.п.} = \frac{D_1}{D_2}; \quad n_2 = n_1 \cdot \frac{D_1}{D_2} \cdot 0,985 \text{ об/хв}; \quad (10)$$

$$n_1 = n_2 \cdot \frac{D_2}{D_1} \cdot \frac{1}{0,985} \text{ об/хв};$$

де $i_{п.п.}$ – передавальне відношення пасової передачі;

n_1 і n_2 – хвилинні числа обертів відповідних валів;

D_1 і D_2 – діаметри ведучого та веденого валів, мм;

0,985 – поправковий коефіцієнт, який ураховує ковзання ременів;

для ланцюгової передачі

$$i_{л.п.} = \frac{Z_1}{Z_2}; \quad n_2 = n_1 \cdot \frac{Z_1}{Z_2}, \quad (11)$$

де $i_{л.п.}$ – передавальне відношення ланцюгової передачі;

Z_1 і Z_2 – кількість зубців ведучої та веденої зірочок;

для зубчастих передач (циліндричної і конічної)

$$i_{з.п.} = \frac{Z_1}{Z_2}; \quad n_2 = n_1 \cdot \frac{Z_1}{Z_2}, \quad (12)$$

де $i_{з.п.}$ – передавальне відношення зубчастої передачі;

Z_1 і Z_2 – кількість зубців відповідних коліс;

для черв'ячної передачі

$$i_{ч.п.} = \frac{R}{Z_{ч.к.}}; \quad n_2 = n_1 \cdot \frac{R}{Z_{ч.к.}}; \quad (13)$$

де $i_{ч.п.}$ – передавальне відношення черв'ячної передачі;

$Z_{ч.к.}$ – кількість зубців черв'ячного колеса;

R – число заходів черв'яка;

для нормальної рейкової передачі

швидкість переміщення рейки або рейкового колеса

$$V_{р.к.} = V_{рейки} = \frac{\pi \cdot m \cdot Z_{р.к.} \cdot n}{1000} \text{ м/хв}, \quad (14)$$

де $Z_{р.к.}$ – число зубців рейкового колеса;

m – модуль, мм;

$t_n = \pi \cdot m$, мм – крок рейки;

n – кількість обертів рейкового колеса;

для передачі, яка складається з гвинта і гайки

швидкість осьового переміщення гайки або гвинта

$$V_{вісь. пер.} = \frac{t_p \cdot k \cdot n}{1000}, \text{ м/хв}; \quad (15)$$

де t_p – крок різьби гвинта;

k – кількість заходів гвинта;

для передачі дисковими кулачками

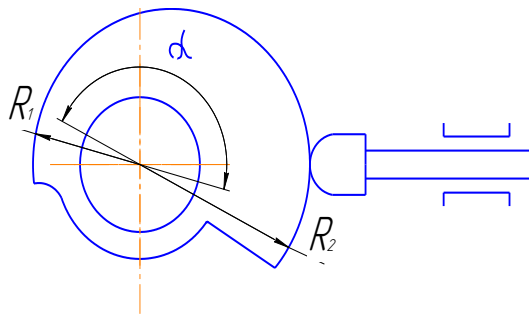
швидкість повзуна

$$V_{повз.} = \frac{R_2 - R_1}{\alpha^0} \cdot \frac{360^0}{1000} \cdot n_k, \text{ м/хв}, \quad (16)$$

де R_1 і R_2 – радіуси дуг кривих підйому кулачка;

α^0 – кут ділянки, яку охоплює крива;

n_k – кількість обертів кулачка за хвилину.



Задача 1. Шків коробки швидкостей токарно-гвинторізального верстата діаметром 260 мм отримує обертання за допомогою клинопасової передачі від шківа діаметром 145 мм, кількість обертів якого дорівнює $n_1=1450$ об/хв.

Визначити передавальне відношення пасової передачі і кількість обертів веденого шківа.

Р о з в ' я з а н н я. За формулою (10)

$$i_{\text{п.п.}} = \frac{D_1}{D_2} = \frac{145}{260} = 0,557.$$

Шукана кількість обертів буде

$$n_2 = n_1 \cdot i_{\text{п.п.}} \cdot 0,985 = 1450 \cdot 0,557 \cdot 0,985 = 795 \text{ об/хв.}$$

Задача 2. Шпиндель токарно-револьверного автомата мод. 1136 обертається за допомогою ланцюгової передачі. Ведуча зірочка $Z_1=27$, ведена $Z_2=24$ зубця.

Визначити кількість обертів веденої зірочки, якщо ведуча робить 520 об/хв., а також передавальне відношення.

Р о з в ' я з а н н я. За формулою (11) шукане число обертів веденої зірочки

$$n_2 = n_1 \cdot \frac{Z_1}{Z_2} = 520 \cdot \frac{27}{24} = 585 \text{ об/хв.}$$

Передавальне відношення ланцюгової передачі

$$i_{\text{л.п.}} = \frac{Z_1}{Z_2} = \frac{27}{24} = 1,125.$$

Задача 3. Визначити, яку кількість обертів повинно робити рейкове колесо поздовжньо-стругального верстата моделі 782, щоб надати столу

швидкість пересування, яка дорівнює 25 м/хв. Кількість зубців рейкового колеса $Z_{p.k.}=14$, модуль $m=9$ мм.

Р о з в ' я з а н н я. З формули (14) випливає, що кількість обертів рейкового колеса за хвилину

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot m \cdot Z_{p.k.}} = \frac{25 \cdot 1000}{3,14 \cdot 9 \cdot 14} = 63,2 \text{ об/хв.}$$

Задача 4. Поперечина карусельного верстата моделі 153 пересувається за допомогою ходового гвинта. Визначити число обертів гвинта, якщо швидкість пересування поперечини дорівнює $V= 0,425$ м /хв., крок різьби гвинта $t_p = 5$ мм, число заходів гвинта $k = 2$.

Р о з в ' я з а н н я. За формулою (15) визначаємо число обертів гвинта в хвилину.

$$n_{гв} = \frac{V \cdot 1000}{t_p \cdot k} = \frac{0,425 \cdot 1000}{5 \cdot 2} = 42,5 \text{ об/хв.}$$

Задача 5. Визначити шлях переміщення повзуна в межах кута 195^0 і число обертів кулачка, якщо швидкість повзуна дорівнює 100 мм/хв та радіус архімедової спіралі в межах того ж кута 195^0 змінюється з величини $R_1 = 85$ мм до величини $R_2 = 140$ мм.

Р о з в ' я з а н н я. За формулою 16 число обертів кулачка в хвилину

$$n_k = \frac{V_{повз} \cdot \alpha^0}{(R_2 - R_1) \cdot 360} = \frac{100 \cdot 195^0}{(140 - 85) \cdot 360^0} = 0,985 \text{ об/хв.}$$

Хід повзуна $h = R_2 - R_1 = 140 - 85 = 55$ мм.

НАЛАГОДЖЕННЯ ТОКАРНИХ ВЕРСТАТІВ ДЛЯ ВИКОНАННЯ РІЗНИХ РОБІТ

Налагодженням верстата називається підготовка його до виконання певної роботи з виготовлення деталі згідно з установленим технологічним процесом.

Налагодження передбачає встановлення та закріплення оброблювальної деталі (заготовки) та ріжучого інструмента безпосередньо на верстаті, а також виконання низки інших підготовчих операцій.

Найбільш поширеним і найбільш точним способом установаження оброблюваної деталі є встановлення її на центрах верстата, які в свою чергу встановлюються в конічних гніздах шпинделя передньої бабки й пінолі задньої бабки. Для передачі обертання від шпинделя оброблюваній деталі, встановленій на центрах, застосовують повідковий патрон та хомутик.

Налагодження верстата для отримання заданих діаметральних розмірів

Для здійснення швидкого встановлення різця на верстаті виготовляють еталон деталі та встановлюють його в центрах токарно-гвинторізного верстата. За цим еталоном встановлюється і закріплюється різець. Для встановлювання різця на діаметральний розмір необхідно враховувати зношення різця й деформацію технологічної системи “деталь – верстат – інструмент”.

Досвід роботи показує, що різець слід установажувати так, щоб він підходив до нижньої границі поля допуску оброблюваної деталі.

Застосовують також спеціальні взаємозамінні блоки, які закріплюють різці або інший інструмент за шаблоном. Установлення різця в блок можна виконати зовні верстата, а верстат зупиняють тільки на період заміни блока.

Обробка ексцентричних поверхонь –

виконується при обертанні оброблюваної деталі послідовно навколо кожної осі або різцями, які обертаються навколо кожної осі, на спеціальних токарних верстатах.

Перший метод застосовується при обробці порівняно невеликих деталей.

Ексцентричні поверхні можна обробляти в трьохкулачковому самоцентрувальному патроні за допомогою підкладки під один кулачок (рис. 1)

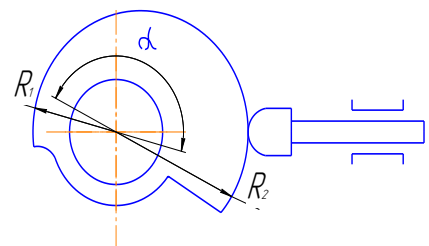


Рисунок 1. Схема обробки ексцентричної поверхні за допомогою підкладки

Товщина прокладки A визначається за формулою

$$A=1,5e(1+e/2d), \quad (21)$$

де e – величина ексцентриситета;

d – діаметр поверхні, по якій виконується затискання.

Обробка фасонних поверхонь

Складні фасонні поверхні складені з криволінійних сферичних поверхонь і їх сполучень.

Обробка фасонних поверхонь на токарно-гвинторізних верстатах може виконуватися декількома методами:

1. Обробка поверхні фасонними різцями. Стрижневі фасонні різці мають у довжину до 160 мм, а круглі й призматичні до 60 мм.

2. Обробка за допомогою обертових пристосувань простими різцями. Цей спосіб застосовується при обробці радіусних і сферичних поверхонь середніх розмірів. Пристосування бувають стаціонарні у вигляді обертальних столів та зйомні у вигляді оправок.

3. Обробка фасонних поверхонь за допомогою копіювальних пристроїв. Налаштування верстата таке ж, як і для обробки конічних поверхонь по копіру.

2 Налаштування токарних верстатів на обточування конічних поверхонь

Формоутворення конічних поверхонь на токарно-гвинторіжному верстаті виконується такими методами:

1. За допомогою широкого різця. Цей спосіб застосовується при обробці конічних поверхонь із довжиною утворюючої не більше ніж 15÷20 мм, при великих кутах нахилу і невисоких

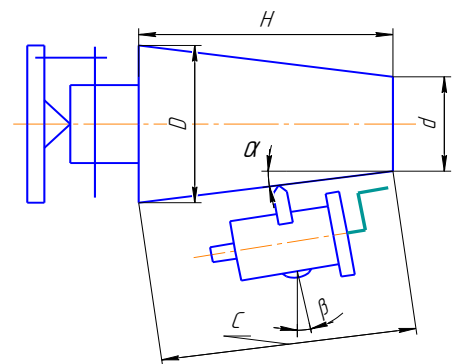


Рисунок 2. Метод повороту верхніх полозок супорта

вимогах до точності й шорсткості поверхонь. Ріжуча поверхня різця встановлюється під необхідним кутом. Подача різця може бути поперечна або поздовжня.

2. Поворотом верхніх полозок супорта. Різцеві полозки супорта встановлюються під кутом α до осьової лінії центрів верстата. Кут $\beta =$ куту α

$$C = \frac{H}{\cos \alpha}, \quad \operatorname{tg} \alpha = \frac{D-d}{H}. \quad (17)$$

Обробка конуса виконується при ручному переміщенні салазок. Цей метод дає можливість обробляти зовнішні та внутрішні конуси невеликої довжини з будь-якими кутами нахилів.

3. Поперечним зміщенням задньої бабки. Корпус задньої бабки зміщують за допомогою гвинта в поперечному напрямку відносно осі шпинделя верстата на величину h , щоб вісь заготовки становила кут α з віссю шпинделя.

$$h = L \cdot \sin \alpha,$$

$$\text{або } h = \frac{L}{H} \cdot \frac{D-d}{2} \cos \alpha. \quad (18)$$

Цей спосіб можна використовувати при обробці конічних поверхонь із невеликими кутами нахилів.

4. За допомогою копіювальної лінійки. Для налагодження верстата необхідно викрутити гвинт поперечної подачі й з'єднати поперечні полозки супорта з повзунком копіювальної лінійки. Кронштейни копіювальної лінійки закріплені на станині верстата.

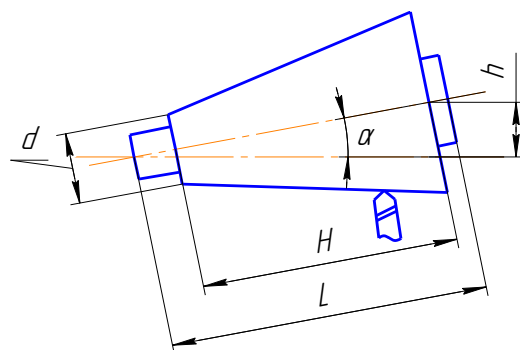


Рисунок 3. Метод зміщення задньої бабки

Цей спосіб дає змогу обробляти заготовки з кутом $\alpha = 0 \div 18^{\circ}$, причому довжина заготовки повинна бути не більша від довжини лінійки.

$$\alpha = \beta; m = A \cdot \operatorname{tg} \alpha; \quad (19)$$

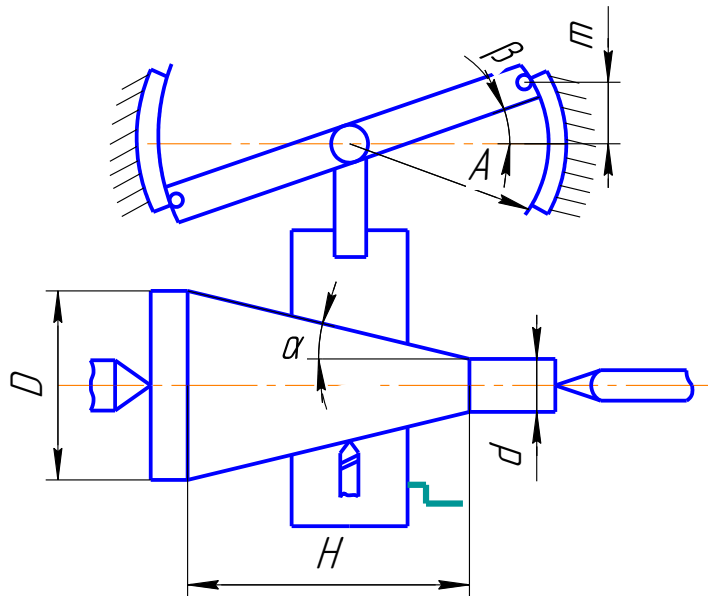


Рисунок 4. Метод копіювання

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{D-d}{H} = K.$$

$$i = 2K = \frac{D-d}{H},$$

де K – уклін конуса,

i – конусність.

5. За допомогою одночасного включення двох подач – верхньої різцевої каретки і поздовжньої подачі супорта. Результуюча подача різця

$S = S_{\text{п.с.}} + S_{\text{к.}}$. Кут подачі різцевої каретки визначається із рівняння

$$\beta = \alpha + \arcsin(A \cdot \sin \alpha), \text{ звідки } A = \frac{S_{\text{п.с.}}}{S_{\text{к}}} = \text{const}, \quad (20)$$

де φ – кут нахилу утворюючої конуса;

A – відношення поздовжньої подачі до подачі різцевої каретки.

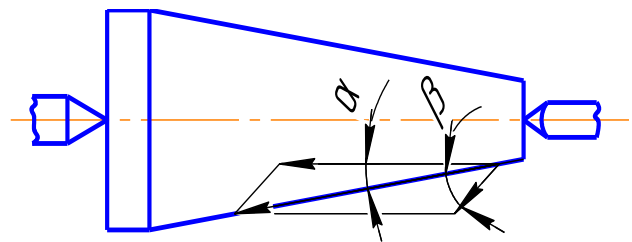


Рисунок 5. Метод одночасного включення двох подач

ЗАДАЧІ

Задача 1. Визначити можливість обробки конічної поверхні шляхом зміщення центра задньої бабки, знаючи, що остання може пересуватися в поперечному напрямку лише на 20 мм. Обробка задається довжиною оправки $L=250$ мм і кутом уклону конуса $\alpha=3^{\circ}40'$.

Р о з в ' я з о к. За формулою (18) величина зміщення центра

$$h = L \cdot \sin \alpha = 250 \cdot \sin 3^{\circ}40' = 250 \cdot 0,064 = 16 \text{ мм.}$$

Відповідь. Цілком можливо.

Задача 2. Визначити величину повороту конусної лінійки для обточування конічної поверхні за наступними даними: кут нахилу конуса $\alpha=7^{\circ}56'$, відстань від осі обертання до шкали $A=250$ мм.

Р о з в ' я з о к. За формулою (19)

$$m = A \cdot \operatorname{tg} \alpha = 250 \cdot \operatorname{tg} 7^{\circ}56' = 250 \cdot 0,139 = 34,8 \text{ мм.}$$

Задача 3. Визначити кут повороту різцевої каретки при обточуванні конічної поверхні за такими даними: $D=210$ мм; $d=170$ мм; $H=130$ мм.

Р о з в ' я з о к. За формулою (17)

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{D-d}{2H} = \frac{210-170}{2 \cdot 130} = 0,154,$$

тоді $\beta = \alpha = 8^{\circ}45'$.

НАРІЗУВАННЯ РІЗЬБИ НА ТОКАРНО - ГВИНТОРІЗАЛЬНОМУ ВЕРСТАТІ

Для нарізування різьб, не приведених у таблиці подач верстата, або на верстаті без коробки пода, необхідно підібрати змінні зубчасті колеса.

При нарізуванні різьби за один оберт деталі переміщення різця (подача) повинно відповідати кроку різьби, що нарізається.

Принципова схема ланцюга нарізування різьби наведена на рисунку. Рівняння балансу кінематичного ланцюга

$$1об. дет. \cdot i_{тр.} \cdot x \cdot t_{хв.} = T_{н.р.},$$

де $i_{тр.}$ - передавальне співвідношення трензеля;

x - передавальне відношення

змінних коліс гітари;

$t_{хв.}$ - крок ходового гвинта,

мм;

$T_{н.р.}$ - крок різьби, що

нарізається, мм.

У більшості випадків $i_{тр.} = 1$. Тоді

$$x = \frac{T_{н.р.}}{t_{х.в.}}$$

При настроюванні токарно-гвинторізальних верстатів можуть виникнути наступні випадки:

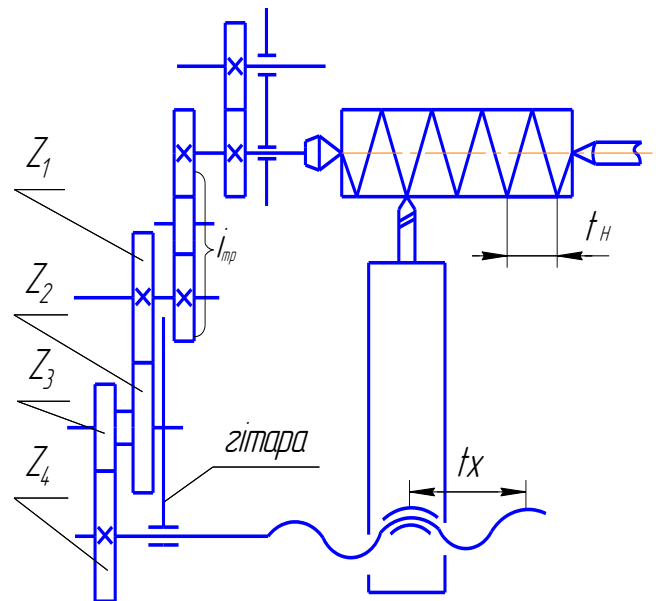


Рисунок 6. Принципова схема ланцюга нарізування різьби

1. Нарізування різьб на верстатах, у яких ходовий гвинт із метричною різьбою.

2. Нарізування різьб на верстатах, у яких ходовий гвинт із дюймовою різьбою.

Формули, які використовуються при розв'язанні задач

1. Для верстатів із метричним ходовим гвинтом

1.1. При нарізуванні метричної різьби $x = \frac{T_{н.р.}}{t_{х.в.}}$. (21)

1.2. При нарізуванні дюймової різьби $x = \frac{127}{5 \cdot U_{н.р.} \cdot t_{х.в.}}$, (22)

де $U_{н.р.}$ - кількість ниток на 1' нарізуваної різьби.

1.3. При нарізуванні модульної різьби $x = \frac{\pi \cdot m \cdot k}{t_{х.г.}}$, (23)

де m – модуль, мм;

k – кількість заходів гвинта або черв'яка.

2. Для верстатів з дюймовим ходовим гвинтом

2.1. При нарізуванні дюймової різьби $x = \frac{U_{x.в.}}{U_{н.р.}}$, (24)

де $U_{x.г.}$ – кількість ниток на $1'$ ходового гвинта.

2.2. При нарізуванні метричної різьби $x = \frac{5 \cdot U_{x.в.} \cdot T_{н.р.}}{127}$. (25)

2.3. При нарізуванні модульної різьби $x = \frac{5 \cdot U_{x.в.} \cdot \pi \cdot m \cdot k}{127}$. (26)

При розрахунках замість $1'$ підставляють його значення в мм.

$$1' = 25,4 \text{ мм} = \frac{254}{10} = \frac{127}{5}.$$

Застосовують два найбільш ходових набори змінних коліс:

1. П'ятковий набір: 20, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100, 105, 110, 115, 120;

Спеціальні колеса: 47, 97, 127, 157 (в обидва набори).

2. Парний набір: 20, 20, 24, 28, 32, 36, 40, 44, 48, 52, 56, 60, 64, 68, 72, 76, 80.

Для підбору змінних коліс за передавальним відношенням слід чисельник і знаменник дроби помножити на довільне число, щоб добуток був цілим числом та дорівнював числу зубців змінних коліс, які є в наборі. Інколи можна розбити дріб на добуток двох дробів, зберігаючи значення загального передавального відношення.

Умови зчеплення змінних коліс:

$$z_1 + z_2 - z_3 \geq 15$$

$$z_3 + z_4 - z_2 \geq 15.$$

Задача 1. Підрахувати колеса настройки для виготовлення дюймової різьби з $17\frac{1}{2}$ нитками на $1'$. Ходовий гвинт верстата має 4 нитки на $1'$.

Р о з в ' я з о к. За формулою (24)

$$x = \frac{U_{x.в.}}{U_{н.р.}} = \frac{4}{17\frac{1}{2}} = \frac{4}{\frac{35}{2}} = \frac{4 \cdot 2}{35} = \frac{4 \cdot 2}{7 \cdot 5} = \frac{40}{70} \cdot \frac{20}{50} = \frac{20}{70} \cdot \frac{40}{50},$$

(п'ятковий набір: $z_1 = 20, z_2 = 70, z_3 = 0, z_4 = 50$),

$$\text{або } x = \frac{8}{35} = \frac{4}{7} \cdot \frac{2}{5} = \frac{32}{56} \cdot \frac{24}{60} \text{ (парний набір).}$$

Задача 2. Підрахувати колеса настройки для виготовлення різьби з кроком $T_{н.р.} = 5,25$ мм при числі ниток $U_{x.в.} = 4$ на 1”.

Р о з в ' я з о к. За формулою (25)

$$x = \frac{5 \cdot U_{x.в.} \cdot T_{н.р.}}{127} = \frac{5 \cdot 4 \cdot 5,25}{127} = \frac{105}{127} = \frac{70}{40} \cdot \frac{60}{127}.$$

Задача 3. Підрахувати колеса настройки для виготовлення модульної різьби $m = 3$ мм при ходовому гвинті з 2 нитками на 1”.

Р о з в ' я з о к. За формулою (26)

$$x = \frac{5 \cdot U_{x.в.} \cdot \pi \cdot m \cdot k}{127} = \frac{5 \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 3 \cdot 1}{127} = \frac{15,7 \cdot 6}{127} = \frac{157}{127} \cdot \frac{6}{10} = \frac{157}{127} \cdot \frac{60}{100} = \frac{60}{127} \cdot \frac{157}{100}.$$

Задача 4. Підрахувати колеса настройки для виготовлення різьби з кроком $T_{н.р.} = 1,75$ мм при ходовому гвинті кроком $t_{x.в.} = 12$ мм.

Р о з в ' я з о к. За формулою (21)

$$x = \frac{T_{н.р.}}{t_{x.в.}} = \frac{1,75}{12} = \frac{175}{1200} = \frac{35 \cdot 5}{120 \cdot 10} = \frac{35}{120} \cdot \frac{50}{100}.$$

Задача 5. Підрахувати колеса настройки для виготовлення модульної однозахідної різьби модуля $m = 2,25$ мм на верстаті з ходовим гвинтом кроку $t_{x.г.} = 12$ мм.

Р о з в ' я з о к. За формулою (23)

$$x = \frac{\pi \cdot m \cdot k}{t_{x.г.}} = \frac{3,14 \cdot 2,25 \cdot 1}{12} = \frac{2,25 \cdot 22 \cdot 1 \cdot 20}{12 \cdot 7 \cdot 20} = \frac{45}{85} \cdot \frac{55}{50}.$$

НАЛАГОДЖЕННЯ ДІЛИЛЬНОЇ ГОЛОВКИ ДО ФРЕЗЕРНОГО ВЕРСТАТА

На універсально-фрезерних, горизонтально-фрезерних верстатах при виконванні різних фрезерних операцій, зв'язаних із періодичним обертанням деталі, застосовуються ділильні головки.

Ділильна головка разом із задньою бабкою встановлюється на столі фрезерного верстата. Заготовка встановлюється або в центрах головки і задньої бабки q обертається поводковим патрубком, або у кулачках самоцентруючого патрона, вкрученого на різьбу шпинделя, чи на оправку, закріплену в кінці шпинделя. Шпиндель обертають рукояткою. Величина оберту рукоятки відраховується за отворами лімба. Найбільш поширені лімби, які мають із кожного боку по одинадцять концентричних кругів із кількістю отворів:

з одного боку – 24, 25, 28, 30, 34, 37, 38, 39, 41, 42, 43;

з другого боку – 46, 47, 49, 51, 53, 54, 57, 58, 59, 62, 66.

Обертання від рукоятки передається шпинделю через черв'ячну передачу, яку можна вимкнути за допомогою ексцентрика. Кількість зубців черв'ячного колеса у більшості ділильних головок (УДГ-Д-160, УДГ-Д-200) $z_{ч.к.}=40$. Черв'як однозахідний.

Відношення $\frac{z_{ч.к.}}{k}$ називається *характеристикою* ділильної головки і позначається літерою N . $N = 40$ (при однозахідному черв'яку ($k=1$)) для повороту заготовки на один оберт, треба виконати 40 обертів рукоятки).

Залежно від числа частин z , на яке необхідно поділити коло, користуються одним із методів ділення: безпосереднім, простим і диференціальним.

Безпосереднє ділення: виконується поворотом заготовки на визначений кут у градусах по шкалі диска, який установлений на шпинделі. Черв'ячна передача вимикається.

Просте ділення. Черв'як уходить у зчеплення з черв'ячним колесом. Лімб закріплюється стопором. Для точного визначення величини повороту рукоятки при простому діленні користуються формулою

$$\frac{N}{z} = a + \frac{P}{q}, \quad (27)$$

де N – характеристика ділильної головки;

z – число ділень, на яке необхідно розділити коло заготовки;

a – число цілих обертів рукоятки;

q – число отворів у ряді лімбу з q діленнями;

P – число кроків між отворами у ряду з q діленнями.

Вибране число q знаходимо таким чином.

Перетворюючи дріб $\frac{N}{z}$, здобуваємо ціле число “ a ” й простий дріб $\frac{P}{q}$.

Підбирають довільне число, на яке треба помножити одночасно чисельник і знаменник дроби, щоб у знаменникові утворилося число, рівне одному з чисел отворів у колах лімба.

Сектор установлюють на число кроків у тому ж колі лімба.

Задача 1. Налаштувати ділильну головку на фрезерування 72 рівномірно розташованих на заготовці прямолінійних канавок.

Р о з в ' я з а н н я. За формулою (27)

$$n_{\text{об.рук}} = \frac{40}{z} = \frac{40}{72} = \frac{5}{9} = \frac{30}{54}.$$

Диск із числом отворів 54; поворот рукоятки на 30 кроків.

Задача 2. Налаштувати ділильну головку на фрезерування 27 прямолінійних канавок.

Р о з в ' я з а н н я. За формулою (27)

$$n_{\text{об.рук}} = \frac{40}{z} = \frac{40}{27} = 1 \frac{13}{27} = 1 \frac{26}{54}.$$

Диск із числом отворів 54; один повний оберт ручки і ще 26 кроків.

Диференціальне ділення

Застосовується у тих випадках, коли неможливо розділити коло методом простого ділення. Наприклад, числа 67, 79, 83, 97 та інші не мають множників, рівних або кратних кількості отворів у ділильному диску. Особливість диференціального ділення в тім, що необхідний поворот заготовки проходить у результаті одночасного обертання не тільки рукоятки, а й ділильного диска.

Для цього лімб звільняється від стопора, черв'як уходить у зчеплення, в кінцевий отвір заднього кінця шпинделя встановлюється оправка і за допомогою гітари змінних зубчастих коліс a , b , c , d зв'язують шпиндель із кінцевою зубчастою парою та в кінцевому рахунку з ділильним диском.

Тоді при обертанні рукоятки від шпинделя піде зворотний рух на лімб.

Налагодження головки зводиться до визначення числа обертів ручки (як у простому діленні) й кількості зубців змінних коліс. Число обертів ручки підраховується простим діленням, замінюючи число z , для якого не можна розділити методом простого ділення, числом z_1 , близьким до z , але для якого можливе просте ділення. Виникаюча похибка повинна компенсуватися поворотом ділильного диска в той чи інший бік.

Передавальне відношення змінних зубчастих коліс розраховується за формулою

$$i = \frac{N(z_1 - z_2)}{z_1}. \quad (28)$$

Якщо передавальне співвідношення додатне, то лімб повинен обертатися в бік обертання рукоятки, тобто за годинниковою стрілкою. Якщо передавальне співвідношення від'ємне, то лімб має обертатися проти годинникової стрілки. В цьому випадку в гітарі встановлюють додатково проміжне зубчасте колесо, щоб число зачеплень було непарним.

Для налагодження ділильних головок застосовують змінні колеса з числом зубців 20, 25, 30, 35, 40, 50, 55, 60, 70, 80, 90, 100.

Умови зчеплення змінних зубчастих коліс:

$$a + b - c \geq 15;$$

$$c + d - b \geq 15.$$

Задача 1. Необхідно нарізати зубчасте колесо з числом зубців $z=109$.
Характеристика ділильної головки $N=40$.

Р о з в ' я з а н н я. $\eta_{рук} = \frac{40}{z} = \frac{40}{109}$ (просте ділення неможливо застосувати).

$$\text{Задаємо } z_1 = 110. \eta_{рук} = \frac{40}{110} = \frac{4}{11} = \frac{12}{33}.$$

Беремо ряд із 33-ма отворами і встановлюємо сектор на 12 кроків.

Змінні колеса гітари підбираються за формулою (28)

$$x = \frac{40(z_1 - z)}{z_1} = \frac{40(110 - 109)}{110} = \frac{40}{110} = \frac{4}{11} = \frac{4 \cdot 1}{5,5 \cdot 2} = \frac{40}{55} \cdot \frac{25}{50} = \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d}.$$

Задача 2. Налагодити ділильну головку на нарізання зубчастого колеса з $z=83$ зубцями, якщо $N=40$.

Р о з в ' я з а н н я. Вибираємо приблизне число $z_1 = 80$.

$$\eta_{рук} = \frac{40}{z} = \frac{40}{80} = \frac{1}{2} = \frac{14}{28}.$$

Лімб із числом отворів 28, 14 проміжків між отворами.

Змінні зубчасті колеса визначаємо за формулою

$$x = \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{40(z_1 - z)}{z_1} = \frac{40(80 - 83)}{80} = -\frac{3}{2} = -\frac{30 \cdot 50}{40 \cdot 25},$$

звідки $a = 30$, $b = 40$, $c = 50$, $d = 25$.

Знак «мінус» показує, що обертання ручки і ділильного диска протилежні.

Задача 3. Необхідно профрезерувати 97 рівновіддалених одна від одної прямолінійних канавок.

Р о з в ' я з о к. Вибираємо приблизне число $z_1=100$.

$$\eta_{рук} = \frac{N}{z_1} = \frac{40}{100} = \frac{4}{10} = \frac{12}{30}.$$

Ділильний диск із числом отворів 30, кроків 12.

Змінні колеса гітари

$$\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{40(z_1 - z)}{z_1} = \frac{40(100 - 97)}{100} = \frac{120}{100} = \frac{4}{2} \cdot \frac{3}{5} = \frac{80 \cdot 30}{40 \cdot 50}.$$

Обертання диска і рукоятки за годинниковою стрілкою.

ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. Грановский Г.И., Грановский В.Г. Резание металлов.– М.: Высшая школа, 1985.
2. Филоненко С.Н. Резание металлов.– М.: Машгиз, 1975.
3. Гапонкин В.А. и др. Обработка резанием, металлорежущий инструмент и станки.– М.: Машиностроение, 1990.
4. Локтев Д.А. Металлорежущие станки.– М.: Машиностроение, 1968.

Додаткова

5. Вульф А.М. Резание металлов.– М.: Машгиз, 1973.
6. Справочник по обработке металлов резанием /Под ред. Ф.Н. Абрамова.– К: Техника, 1983.
7. Лисовой А.И. Устройство, наладка и эксплуатация металлообрабатывающих станков и автоматических линий.– М.: Машиностроение, 1971.
8. Данилевский В.В. Технология машиностроения.– М.: Высшая школа, 1977.
9. Справочник технолога-машиностроителя: В 2-х т. – Т 2/Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова.– 4-е изд.– М.: Машиностроение, 1985.