



Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет

4478 Методичні вказівки
до виконання лабораторної роботи
**«Розроблення операції для нарізання зубців циліндричних
коліс на зубофрезерному верстаті»**
з дисципліни
«Технологія обробки типових деталей та складання машин»
для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка»
(спеціалізація «Технології машинобудування»)
освітнього рівня «бакалавр»
усіх форм навчання



Суми
Сумський державний університет
2018

Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи
«Розроблення операції для нарізання зубців циліндричних коліс
на зубофрезерному верстаті» з дисципліни «Технологія обробки
типових деталей та складання машин» / укладачі: В. І. Савчук,
А. В. Євтухов. – Суми : Сумський державний університет,
2018. – 23 с.

Кафедра технології машинобудування, верстатів та
інструментів

1 Мета роботи

Навчитися розробляти операцію для нарізання зубців циліндричного колеса та налагоджувати зубофрезерний верстат на виготовлення цих деталей.

2 Зразок виконання лабораторної роботи

Лабораторна робота складається з двох частин. У першій частині необхідно навчитися розробляти структуру операції для нарізання зубців циліндричного колеса. У другій частині потрібно опанувати налагодження зубофрезерного верстата на виготовлення цих деталей.

Частина перша. Розроблення операції для нарізання зубців циліндричного колеса починається з установа її структури. Структура операції складається з одного установа, одного технологічного та одного допоміжного переходів. Для встановлення складу операції необхідно вирішити такі питання.

2.1 Службове призначення зубчастого циліндричного колеса

Вихідними даними для розроблення операції є креслення деталі, де конструкцією передбачені зубці з прямим зубом (рис. А.1). Зубофрезерна операція передбачає чорновий режим оброблення зубців на наступну операцію шевінгування [1].

Основні параметри циліндричного зубчастого колеса із зовнішніми прямими зубцями: $D_k = 96$ мм, $l = 35$ мм, модуль $m_N = 2,0$ мм, кількість зубців $Z = 46$, кут нахилу зубців колеса $\beta = 0^\circ$, коефіцієнт зміщення $X = 0$, ступінь точності 8В згідно з ДСТУ 1643–81, матеріал – сталь 45 ГОСТ 1050–88, твердість HB 170–207, маса деталі – 1,47 кг.

Вихідною заготовкою є сталевий гарячекатаний круглий прокат діаметром 100 (+0,6; –1,7) мм згідно з ГОСТ 2590–71 звичайної (В) точності, порізаний на штучні заготовки. Заготовка до нарізання зубців оброблена на механічних операціях, де вона набрала форми і набула розмірів деталі без зубців (табл. Г.1 «Ескіз заготовки»).

Державних норм точності на елементи заготовок для зубчастих коліс немає, тому що вимоги до їх точності залежать від прийнятого технологічного процесу механічного оброблення зубців, способів їх вимірювання, технологічних та вимірювальних баз (отвір, торець зубчастого колеса, а для контрольних вимірювань – зовнішній циліндр зубчастого колеса). Для 8-го ступеня точності діаметр отвору повинен бути з допуском $H7$, діаметр зовнішньої поверхні – $h8$, а якщо ця поверхня є вимірювальною базою для контролю зубців, то радіальне биття T_6 зовнішньої поверхні діаметром 96 мм визначається за формулою [2]:

$$T_6 = 0,025d + 15 \text{ мкм} = 0,025 \cdot 96 + 15 = 17,4 = 17 \text{ мкм},$$

де $d = 96$ мм – зовнішній діаметр деталі.

Під час технологічного аналізу зубців колеса за ступенем точності 8В встановлено, що за даними кінематичної точності, плавності роботи та контакту зубців вони відповідають 8-му ступеню (середня точність), а вид допуску бокового зазору та вид з'єднання – «В». Восьмий ступінь точності застосовують для коліс із прямими зубцями, що працюють зі швидкостями до 6 м/с, ККД таких передач – не нижчий за 0,965. Зубчасті колеса такої точності нарізають методом обкочування, оздоблювальне оброблення зубців шліфування не потребує. Але замість операції шліфування зубці можна обробляти шевінгуванням або притиранням.

Шорсткість робочої поверхні зубців $R_a = 5$ мкм ($R_z = 20$ мкм). Колеса з наведеними конструктивними даними застосовують у невідповідальних передачах автомобілів, редукторів, механізмах кранів та сільськогосподарських машинах [2].

Контроль застосованих методів нарізання зубців на виробництві у багатьох випадках відбувається вимірюванням розмірів зубця. Одним із поширених методів контролю зміщення вихідного контура є контроль товщини зубця S_c за постійною хордою h_c . [3]. Якщо кут зачеплення $\alpha_{зач} = 20^\circ$, коефіцієнт зміщення $x = 0$, модуль $m = 2$ мм, то для некоригованих коліс товщина зубця $S_c = 2,774$ мм, а висота

постійної хорди $h_c = 1,495$ мм. За наведеними даними виконують налагодження контрольного інструмента – штангензубоміра (кромкового зубоміра).

Матеріал деталі – сталь 45 ГОСТ 1050–88 – добре обробляється різальним інструментом із лезами і під час нарізання зубців ускладнень не відбувається. Твердість матеріалу HB < 225 допускає оброблення всіма інструментами з лезами [1, 2].

2.2 Вибір зубофрезерного верстата для оброблення зубців циліндричних коліс

Для оброблення зубців циліндричного колеса запропонований зубофрезерний верстат моделі 5B312. Верстат широко використовують для нарізання циліндричних зубчастих коліс із прямими або косими зубцями за методом обкочування в умовах дрібносерійного, серійного та великосерійного виробництва [4]. Паспортні дані верстата наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Технічна характеристика верстата моделі 5B312

Найменування технічної характеристики	Числові дані
Найбільший діаметр оброблених зубчастих коліс із прямим зубцем, мм	320
Найбільший модуль зубця колеса, мм	6
Ширина обробленого колеса, мм	160
Найбільший розмір черв'ячної фрези, мм: діаметр	160
довжина	145
Конус Морзе шпинделя фрези	№ 5
Кількість швидкостей шпинделя фрези	8
Частота обертання шпинделя фрези, об/хв	100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500
Подача стола (вертикальна), мм/хв	2,5; 3,3; 4,5; 6,5; 8; 10; 13; 15; 20; 25; 32; 40; 50; 63; 80; 100
Потужність електродвигуна привода черв'ячної фрези, кВт	7,5

На верстатах зазначеної моделі обробляють зубчасті колеса з економічним ступенем точності в межах 8–10-го ступені згідно з ДСТУ 1643–81 і шорсткістю бокових поверхонь зубців у межах 6,3–2,5 мкм за критерієм R_a згідно з ГОСТ 25142–82 [1, 2]. Можливі схеми нарізання зубців зубчастого колеса, що можна реалізувати на верстаті, наведені на рисунку 2.1.

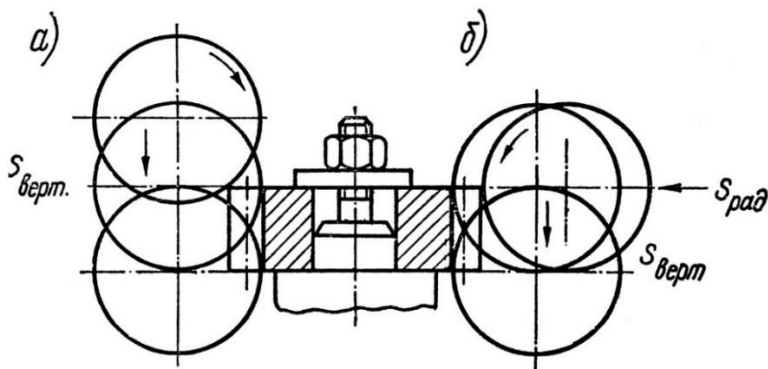


Рисунок 2.1 – Схема нарізання зубців черв'ячною фрезою: а) з вертикальною $S_{\text{верт}}$ (осьовою) подачею; б) з радіальною $S_{\text{рад}}$ подачею

2.3 Вибір різального та вимірювального інструментів

Для оброблення зубців наданої конструкції різальним інструментом вибрана однозахідна черв'ячна модульна фреза. Модуль фрези $m = 2$ мм; діаметр $D_{\text{ф}} = 63$ мм; довжина (коротка) $L = 50$ мм, кількість канавок для стружки $Z_0 = 12$, кут нахилу зубців фрези $\alpha = 0^\circ$; клас точності – В, матеріал фрези – швидкорізальна сталь марки Р6М5 ГОСТ 19265–73 [5].

Як допоміжний інструмент для встановлення і закріплення черв'ячної модульної фрези застосовують оправку, яку потім установлюють у шпиндель верстата [4].

Для встановлення і закріплення однієї заготовки використовують спеціальний допоміжний пристрій, в якому застосовують оправку з хвостовиком у вигляді конуса. Закріплюють заготовку на оправці за допомогою гайки.

2.3 Визначення режиму різання

Режим різання розраховують за методикою, наведеною в загальномашинобудівних нормативах режимів різання на зуборізних верстатах [5].

Визначення групи верстата. Група верстата залежить від потужності електродвигуна привода верстата. За вихідними даними верстата його потужність становить 7,5 кВт і він віднесений до III групи [5, с. 25, карта 1].

Вибір подачі. Величина подачі при чорновому режимі фрезерування сталі 45 із твердістю HB 170–207 (III група верстатів), $m_N = 2$ мм, $Z = 46$, визначається за табличними даними карти 2 [5, с. 26, карта 2]. Таблична подача $S_0 = 2,4 - 2,8$ мм/об. Якщо кількість зубців колеса понад 25, то беремо більше значення подачі: $S_0 = 2,8$ мм/об. За цією картою визначають поправкові коефіцієнти, що залежать від умов роботи. Поправковий коефіцієнт $K_{ms} = 1,0$ і залежить від марки сталі й твердості поверхні деталі. Поправочний коефіцієнт $K_{\beta s} = 1,0$ і залежить від кута нахилу зубця. Остаточна таблична подача $S_0 = 2,8 \cdot 1 \cdot 1 = 2,8$ мм/об.

Визначення швидкості різання. Швидкість різання визначають за даними карти 4 [5, с. 28–29, карта 4]. При $m_N = 2$ мм, $S_0 = 2,8$ мм/об нормативна швидкість різання $V_H = 30,5$ м/хв.

За даними карти 11 [5, с. 36–37, карта 11] визначають граничну нормативну кількість осьових переміщень фрези ω_H за час її роботи до переточування. Під час оброблення зубчастого колеса $m_N = 2$ мм, $Z = 46$, $S_0 = 2,8$ мм/об гранична кількість осьових переміщень $\omega_H = 4$. За цією картою осьові переміщення коригують поправковими коефіцієнтами: $K_1 = 0,85$ (для коліс із прямими зубцями), $K_2 = 1,0$ (для глибини різання $t = 2,2m_N$ із модулем до 2,5 мм та нарізанням зубців за один робочий хід). Остаточна кількість переміщень визначають за формулою

$$\omega = \omega_H \cdot K_1 \cdot K_2 = 4 \cdot 0,85 \cdot 1,0 = 3,4.$$

Швидкість різання обчислюють за формулою

$$V = V_H \cdot K_{mv} \cdot K_{\beta v} \cdot K_{\omega v} \cdot K_v \cdot \Delta_v, \quad (2.1)$$

де $K_{mv} = 1,0$ – коефіцієнт, що визначає вплив механічних характеристик матеріалу заготовки;

$K_{\beta v} = 1,0$ – коефіцієнт, що визначає вплив кута нахилу зубців колеса;

$K_{\omega v} = 1,3$ – коефіцієнт, що визначає вплив кількості переміщень черв'ячної фрези;

$K_v = 1,0$ – коефіцієнт, що визначає вплив кількості ходів фрези під час оброблення зубців;

$\Delta_v = 1,0$ – коефіцієнт, що визначає вплив класу точності черв'ячної фрези (клас точності – В).

$$V = 30,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,3 \cdot 1 \cdot 1 = 39,65 \text{ м/хв.}$$

Визначення кількості обертів фрези. Кількість обертів фрези визначають за формулою

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi D_k} = \frac{1000 \cdot 39,65}{3,14 \cdot 96} = 131,6 \text{ об/хв.} \quad (2.2)$$

Для роботи беремо найближче паспортне значення кількості обертів фрези $n_{\pi} = 125$ об/хв (табл. 2.1). Тоді фактичну швидкість різання визначаємо за формулою

$$V_{\phi} = \frac{\pi D_k n_{\pi}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 96 \cdot 125}{1000} = 37,7 \text{ м/хв.} \quad (2.3)$$

Визначення потужності різання. Потужність різання визначають за даними карти 4 [5, с. 28–29, карта 4]. При $S_0 = 2,8$ мм/об і $m_N = 2$ мм нормативна потужність становить $N_{\pi} = 1,2$ кВт.

Потужність різання з урахуванням поправкових коефіцієнтів визначають за формулою

$$\begin{aligned} N &= N_{\pi} \cdot K_{mN} \cdot K_{\omega N} \cdot K_{\beta N} \cdot K_N = \\ &= 1,2 \cdot 1 \cdot 1,3 \cdot 1 \cdot 1 = 1,56 \text{ кВт,} \end{aligned} \quad (2.4)$$

де $K_{mN} = 1$ – коефіцієнт, що визначає вплив механічних характеристик матеріалу заготовки;

$$K_{\omega N} = K_{\omega v} = 1,3;$$

$$K_{\beta N} = K_{\beta v} = 1,0;$$

$K_N = 1,0$ – коефіцієнт, що визначає вплив кількості ходів фрези під час оброблення зубців.

Одержане значення потужності N порівнюють із потужністю електродвигуна N_d та урахуванням ККД верстата

$\eta = 0,5$. Таким чином, потужність на шпинделі верстата становить

$$N_{\text{ш}} = N_{\text{д}} \cdot \eta = 7,5 \cdot 0,5 = 3,75 \text{ кВт.}$$

Потужність на шпинделі верстата більша за потужність різання, і визначений режим різання зубців буде реалізований.

Визначення основного (технологічного) часу. Основний час визначають за формулою

$$T_0 = \frac{(l + l_1) \cdot Z}{n_{\text{п}} \cdot S_0 \cdot K} = \frac{(35 + 19,1) \cdot 46}{125 \cdot 2,8 \cdot 1} = 7,2 \text{ хв,} \quad (2.5)$$

де $l = 35$ мм – довжина зубця зубчастого колеса;

l_1 – величина врізання і проходження інструмента (визначають за табличними даними [5, с. 167, додаток 4, аркуш 7]);

$K = 1$ – кількість заходів фрези.

Також величину l_1 можна розрахувати за формулою

$$l_1 = \sqrt{h(D_{\text{фр}} - h)} + 3 = \sqrt{4,4(63 - 4,4)} + 3 = 19,1 \text{ мм,} \quad (2.6)$$

де $h = 2,2m_{\text{п}} = 2,2 \cdot 2 = 4,4$ мм – висота зубця.

Частина друга. Для налагодження кінематичних ланок верстата потрібно розрахувати змінні елементи кінематичних ланцюгів і встановити змінні діаметри шківів у гитарі швидкостей, змінні зубчасті колеса – в гітарах подач, ділення, диференціала. Потім визначити кут нахилу супорта інструмента та встановити упори для обмеження руху робочих частин верстата [4].

Для зубчастих коліс із косими зубцями налагоджують усі названі кінематичні ланки верстата. Не підлягає розрахунку й налагодженню ланка диференціала, якщо нарізається зубчасте колесо з прямими зубцями.

2.4 Розрахунок глибини різання

Глибину різання і кількість ходів під час чорнового нарізання зубців установлюють залежно від розмірів зубця колеса, характеру оброблення, потужності верстата та

жорсткості технологічної системи. Оброблення необхідно виконувати за один хід інструмента. Винятком є випадки, коли потужність верстата або жорсткість технологічної системи буде недостатньою для нарізання зубців за один хід інструмента. У цьому разі нарізання зубців виконують за два ходи інструмента. Під час чорнового нарізання зубців за два ходи перший хід виконують із глибиною різання $1,4t$, а другий хід з глибиною різання $0,8t$.

Чистове нарізання зубців коліс виконується за один хід інструмента.

2.5 Розрахунок змінних шківів гітари швидкостей

Змінні шківів гітари швидкостей визначають за умовою (2.7) і даними таблиці 2.2.

$$\frac{A}{B} = \frac{n_{\pi}}{362} \quad (2.7)$$

При налагодженні гітари швидкостей (за умовою паспортних даних верстата) потрібно, щоб кількість обертів шпинделя зубчастого колеса не перевищувала 26 об/хв. У нашому прикладі умова 2.7, за даними таблиці 2.2, буде реалізована змінними діаметрами шківів $A = 112$ мм та $B = 325$ мм:

$$\frac{112}{325} = \frac{125}{362} \cdot$$

Таблиця 2.2 – Визначення розмірів шківів

Номер ступеня	Частота обертання фрези n_{π} , об/хв	Діаметр шківів, мм	
		А	Б
1	100	90	325
2	125	112	325
3	160	143	325
4	200	143	255
5	250	180	255
6	315	226	255
7	400	255	226
8	500	255	180

2.6 Розрахунок змінних коліс гітари подач

Ланка гітари подач забезпечує осьове переміщення заготовки відносно фрези для оброблення довжини зубця і налагоджується за умовою (2.8):

$$\frac{a_1}{b_1} \cdot \frac{c_1}{d_1} = \frac{S_{\text{хв}}}{28}, \quad (2.8)$$

де $S_{\text{хв}}$ — хвилинна подача, мм/хв.

Хвилинну подачу визначають за формулою

$$S_{\text{хв}} = \frac{S_0 \cdot n_{\text{фр}} \cdot K}{Z} = \frac{2,8 \cdot 125 \cdot 1}{46} = 7,6 \text{ мм/хв.} \quad (2.9)$$

Згідно з визначеною хвилинною подачею вибирають змінні колеса гітари подач (додаток Б). У нашому прикладі, за даними таблиці Б.1 ланка гітари подач становить

$$\frac{33}{63} \cdot \frac{41}{79} = \frac{7,6}{28}.$$

Схема встановлення змінних коліс гітари подач наведена в паспорті верстата.

2.7 Розрахунок змінних коліс гітари ділення

Ланка гітари ділення забезпечує потрібне співвідношення обертів фрези та заготовки. Ланку гітари ділення налагоджують з урахуванням кількості зубців Z зубчастого колеса і кількості заходів фрези K та виконанням умови (2.10):

$$\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{24K}{Z}, \quad \frac{32}{64} \cdot \frac{72}{69} = \frac{24 \cdot 1}{46}. \quad (2.10)$$

Змінні зубчасті колеса визначають за даними таблиці В.1. Можливі дві схеми встановлення зубчастих коліс на гітарі ділення наведені в паспорті верстата.

2.8 Розрахунок змінних коліс гітари диференціала

Ланку гітари диференціала налагоджують у разі нарізання зубчастих коліс із косими зубцями. Ланку гітари диференціала налагоджують за умовою (2.11):

$$\frac{6 \sin \beta}{m_N \cdot K} = \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d}. \quad (2.11)$$

Схема встановлення змінних коліс гітари диференціала наведена в паспорті верстата.

2.9 Установлення кута нахилу черв'ячної фрези

Кут нахилу осі фрези β' залежить від кута підйому спіралі фрези α , кута нахилу зубців зубчастого колеса β , а також від напрямку цих кутів (правого й лівого). Визначення кутів установлення фрези наведено на рисунку 2.2.

Фрезу закріплюють у супорті, який необхідно повернути таким чином, щоб вісь фрези була нахилена під кутом α (підйому гвинтової лінії витків фрези). Зубчасте колесо установлюють на столі верстата. Стіл із заготовкою може переміщуватися по станині для установлення фрези на глибину зубця, а також обертатися, що забезпечує обточування зубчастого колеса відносно фрези. Супорт із фрезою також рухаються вздовж осі зубчастого колеса (осьова подача).

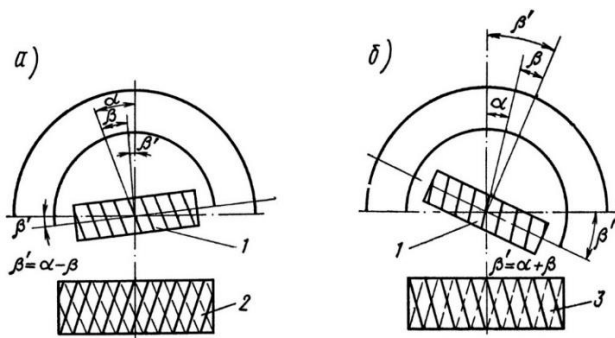


Рисунок 2.2 – Установлення кута нахилу фрези під час нарізання циліндричних зубчастих коліс із косими зубцями: 1 – черв'ячна фреза з правим нахилом гвинтової лінії; 2 – зубчасте колесо з правим нахилом зубців; 3 – зубчасте колесо з лівим нахилом зубців

Під час фрезерування зубчастих коліс із косими зубцями фрезу потрібно установлювати під кутом β' , що враховує кут нахилу гвинтової лінії витків фрези та кут спіралі зубців зубчастого колеса. Якщо напрямки нахилу гвинтової лінії фрези і зубців колеса збігаються (рис. 2.2 а), то кут установлення фрези розраховують за формулою (2.12):

$$\beta' = \alpha - \beta. \quad (2.12)$$

Якщо напрямки нахилу гвинтової лінії фрези і зубців колеса не збігаються (рис. 2.2 б), то кут установлення фрези розраховують за формулою (3.13):

$$\beta' = \alpha + \beta. \quad (2.13)$$

Під час оброблення зубчастих коліс із прямими зубцями кут повороту фрези дорівнює куту підйому її спіралі, зазначеному на торці інструмента. Для правих фрез поворот виконують за годинниковою стрілкою, а для лівих фрез – проти годинникової стрілки.

3 Обладнання, прилади, матеріали

3.1 Зубофрезерний верстат моделі 5В312.

3.2 Черв'ячна модульна фреза $m = 3$ мм, $\alpha = 20^\circ$, однозахідна права, діаметр фрези $D_f = 100$ мм, довжина $L = 150$ мм.

3.3 Оправки для встановлення фрези та заготовки.

3.4 Заготовка для нарізання зубців зубчастого колеса (матеріал – сталь 45 ГОСТ 1050–88).

3.5 Стояк з індикатором для перевірки биття фрези.

3.6 Штангензубомір (кромковий зубомір).

3.7 Мікрометр 75–100 ГОСТ 6507–90.

4 Послідовність виконання роботи

4.1 Взяти у викладача індивідуальне завдання (табл. Г.1).

4.2 Виконати розрахунки згідно з методичними вимогами розділу 2.

4.3 Налагодити верстат за виконаними розрахунками одного з варіантів індивідуального завдання.

4.4 Обробити зубці зубчастого колеса.

4.5 Виконати контрольні вимірювання зубця зубчастого колеса.

4.6 Оформити звіт виконаної роботи.

5 Техніка безпеки

5.1 Верстат повинен бути надійно заземленим.

5.2 Студенти, які не прослухали інструктаж з техніки безпеки, до виконання лабораторної роботи не допускаються.

5.3 Забороняється виконувати роботу без перевірки справності верстата, заземлення, екранів для захисту робітника від стружки.

5.4 Налагодження верстата виконують із дозволу викладача у присутності майстра.

5.5 Працювати в лабораторії дозволяється лише в спецодязі (халат, берет) і захисних окулярах.

5.6 У разі невиконання техніки безпеки студентів відсторонюють від виконання лабораторної роботи.

6 Зміст звіту

6.1 Назва роботи.

6.2 Мета роботи.

6.3 Умови виконання роботи: модель верстата, різальний інструмент (черв'ячна фреза для нарізання зубців), контрольно-вимірювальний інструмент (штангензубомір), ескізи зубчастого колеса та його заготовки з вихідними даними.

6.4 Розраховані режими різання, налагоджувальні параметри кінематичних ланок верстата (діаметри змінних шківів для ланки швидкості головного руху; діаметри змінних зубчастих коліс для гітар подач, ділення, диференціала) для наданого зубчастого колеса.

6.5 Розрахунок установа кута нахилу черв'ячної фрези.

6.6 Розрахунок основного часу нарізання зубчастого колеса.

6.7 Висновки.

7 Тести для самоперевірки

7.1 За якою умовою визначають діаметри змінних шківів для налагодження гітари швидкостей?

Відповіді:

$$\text{А} \quad \frac{A}{B} = \frac{n_{\Pi}}{368} \quad \text{Б} \quad \frac{A}{B} = \frac{n_{\Pi}}{326} \quad \text{В} \quad \frac{A}{B} = \frac{n_{\Pi}}{362} \quad \text{Г} \quad \frac{A}{B} = \frac{n_{\Pi}}{363}$$

7.2 За якою умовою визначають діаметри змінних зубчастих коліс для налагодження гітари подачі?

Відповіді:

$$\begin{array}{ll} \text{А} \quad \frac{a_1}{b_1} \cdot \frac{c_1}{d_1} = \frac{S_{XB}}{26} & \text{Б} \quad \frac{a_1}{d_1} \cdot \frac{c_1}{b_1} = \frac{S_{XB}}{28} \\ \text{В} \quad \frac{a_1}{c_1} \cdot \frac{b_1}{d_1} = \frac{S_{XB}}{28} & \text{Г} \quad \frac{a_1}{b_1} \cdot \frac{c_1}{d_1} = \frac{S_{XB}}{28} \end{array}$$

7.3 За якою умовою визначають діаметри змінних зубчастих коліс для налагодження гітари ділення?

Відповіді:

$$\begin{array}{ll} \text{А} \quad \frac{a}{d} \cdot \frac{c}{b} = \frac{24K}{Z} & \text{Б} \quad \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{26K}{Z} \\ \text{В} \quad \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{24K}{Z} & \text{Г} \quad \frac{a}{c} \cdot \frac{b}{d} = \frac{26K}{Z} \end{array}$$

7.4 За якою формулою розраховують основний час нарізання зубців зубчастого колеса?

Відповіді:

$$\begin{array}{ll} \text{А} \quad T_0 = \frac{(l+l_1) \cdot K}{n_{\Pi} \cdot S_0 \cdot Z} & \text{Б} \quad T_0 = \frac{(l+l_1) \cdot Z}{n_{\Pi} \cdot S_0 \cdot K} \\ \text{В} \quad T_0 = \frac{(l+l_1) \cdot Z}{n_{\Pi} \cdot S_{XB} \cdot K} & \text{Г} \quad T_0 = \frac{(l+l_1) \cdot Z}{n_{\Pi} \cdot S_{XB} \cdot K} \end{array}$$

7.5 За якою формулою визначають кут установлення черв'ячної фрези з правим нахилом гвинтової лінії зубців для оброблення зубчастих коліс із лівим нахилом зубців?

Відповіді:

$$\begin{array}{ll} \text{А} \quad \beta' = \alpha + \beta & \text{Б} \quad \beta' = \alpha - \beta \\ \text{В} \quad \beta' = \beta - \alpha & \text{Г} \quad \text{Правильної відповіді немає.} \end{array}$$

7.6 За якою формулою розраховують фактичну швидкість різання при нарізанні зубців черв'ячною фрезою?

Відповіді:

$$\text{А} \quad V_{\Phi} = \frac{\pi D_{\Phi} n_{\Phi}}{1000} \quad \text{Б} \quad V_{\Phi} = \frac{\pi D_K n_{\Phi}}{1000}$$

$$\text{В} \quad V_{\phi} = \frac{\pi D_{\kappa} n_{\pi}}{1000}.$$

$$\text{Г} \quad V_{\phi} = \frac{\pi D_{\phi} n_{\pi}}{1000}.$$

7.7 Для нарізання зубців зубчастих коліс методом обкочування застосовують...

Відповіді:

- А Черв'ячну фрезу з правим нахилом зубців.
- Б Черв'ячну фрезу з лівим нахилом зубців.
- В Черв'ячну модульну фрезу.
- Г Черв'ячну фрезу без нахилу зубців.

7.8 Оброблення при чорновому нарізанні зубців зубчастого колеса з визначеною глибиною різання виконують за...

Відповіді:

- А Один хід інструмента.
- Б Два ходи інструмента.
- В Три ходи інструмента.
- Г Правильної відповіді немає.

7.9 За стандартом ДСТУ 1643–81 встановлено...

Відповіді:

- А 10 ступенів точності зубчастих передач.
- Б 12 ступенів точності зубчастих передач.
- В 8 ступенів точності зубчастих передач.
- Г 9 ступенів точності зубчастих передач.

7.10 Ступень точності зубчастого колеса визначають...

Відповіді:

- А Кінематичною точністю зубців колеса.
- Б Плавністю роботи зубців колеса.
- В Видом контакту зубців колеса.
- Г Даними переліченими у варіантах А, Б, В.

7.11 Верстат моделі 5В312 призначений для оброблення зубчастих коліс із...

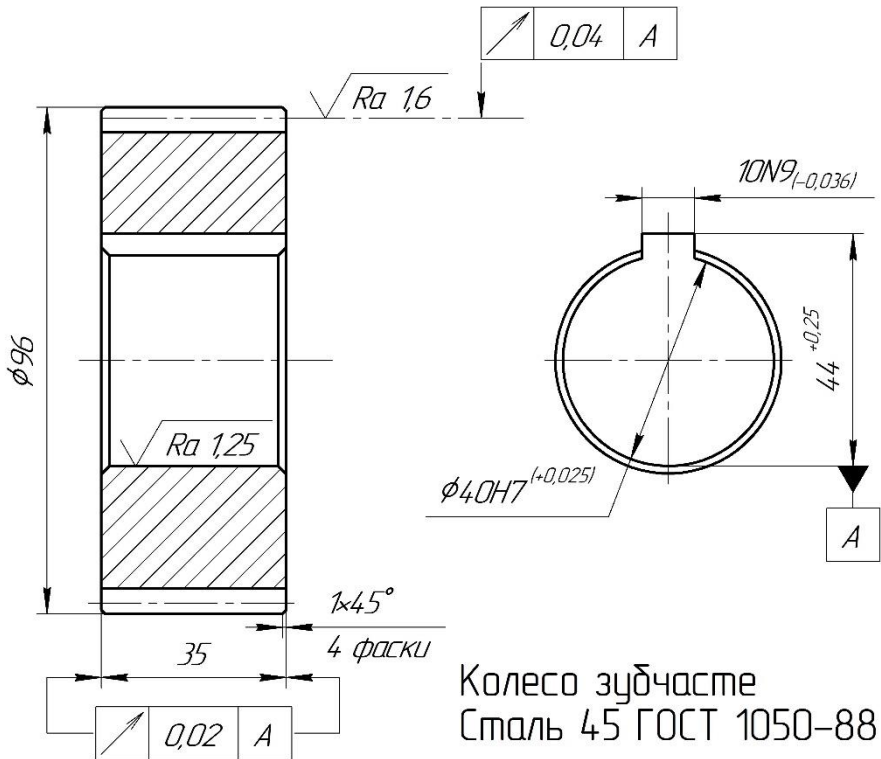
Відповіді:

- А 10 – 12–м економічним ступенем точності.
- Б 8 – 10–м економічним ступенем точності.
- В 7 – 9–м економічним ступенем точності.
- Г Правильної відповіді немає.

Список літератури

- 1 Технология машиностроения : учебник для вузов / Л. В. Лебедев, В. У. Мнакацян, А. А. Погонин и др. – Москва : Академия, 2006. – 528 с.
2. Скворцов В. Ф. Основы технологии машиностроения / В. Ф. Скворцов. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 352 с.
- 3 Данилевский В. В. Лабораторные работы и практические занятия по технологии машиностроения : учеб. пособие для машиностр. спец. техникумов / В. В. Данилевский, Ю. И. Гельфгат. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Высш. школа, 1988. – 222 с.
- 4 Полуавтомат зубофрезерный 5В312. Руководство по эксплуатации 5В312.00.000РЭ / Витебский станкостроительный завод имени Коминтерна, 1975. – 186 с.
- 5 Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. Часть 2. Зуборезные, горизонтально-расточные, резьбонакатные и отрезные станки. – 2-е изд. – Москва : Машиностроение, 1974. – 200 с.

Додаток А
(довідковий)



Колесо зубчасте
Сталь 45 ГОСТ 1050-88

Модуль, мм	m	2,0
Кількість зубців	z	46
Кут нахилу зубців, град.	β	0
Нормальний вихідний контур	–	ГОСТ 13755-81
Коефіцієнт зміщення	X	0
Ступінь точності за ДСТУ 1643-81	–	8B
Ділильний діаметр, мм	d	91,85
Маса деталі, кг	q	1,47
Твердість поверхні	HВ	170-207

Рисунок А.1 – Креслення зубчастого колеса

Додаток Б
(довідковий)

Таблиця Б.1 – Підбір коліс для ланки гітари подач (фрагмент із паспорта верстата)

Величини подач, установлюваних гітарою подач, мм/хв									
$\frac{a_1}{b_1}$	c_1/d_1								
	$\frac{25}{95}$	$\frac{33}{87}$	$\frac{34}{86}$	$\frac{35}{85}$	$\frac{41}{79}$	$\frac{45}{75}$	$\frac{49}{71}$	$\frac{53}{67}$	$\frac{56}{64}$
24/72	2,45	3,52	3,7	3,84	4,85	5,6	6,45	7,4	8,12
25/71	2,6	3,62	3,9	4,05	5,1	5,9	6,8	7,8	8,7
27/69	2,9	4,15	4,34	4,5	5,7	6,6	7,6	8,7	9,7
32/64	3,68	5,3	5,5	5,75	7,25	8,4	9,65	11,1	12,2
33/63	3,86	5,55	5,8	6,05	7,6	8,8	10,1	11,6	12,8
34/62	4,0	5,8	6,05	6,3	8	9,2	10,8	12,4	13,7
35/61	4,25	6,1	6,35	6,6	8,35	9,65	11,1	12,8	14,1
37/59	4,6	6,5	6,9	7,2	9,1	10,5	12,1	13,9	15,3
40/56	5,3	7,6	7,9	8,2	10,4	12	13,8	15,9	17,5
41/55	5,5	8	8,3	8,6	10,9	12,6	14,5	16,6	18,3
43/53	6	8,6	9	9,4	11,8	13,7	15,7	18	20
47/49	7,1	10,2	10,6	11	13,9	16,1	18,5	21,2	23,5
48/48	7,4	10,6	11,1	11,7	14,5	16,8	19,3	22	24,5
49/47	7,8	11	11,5	12	15,1	17,5	20	23	25,5
53/43	9,1	13	13,6	14,2	17,9	20,7	23,8	27,3	30,2
55/41	9,9	14,4	14,8	15,5	19,5	22,5	26	29,7	32,8
56/40	10,2	14,8	15,4	16	20,2	23,4	27	30,4	34
59/37	11,8	17	17,7	18,5	23,3	27	31	35,6	39,2
61/35	12,8	18,5	19,3	20,2	25,3	29,2	33,7	38,6	42,6
62/34	13,5	19,4	20,2	21	26,6	31,7	35,2	40,5	45
63/33	14	20,2	21	22	27,6	32	37	42	46,6
64/32	14,7	21,2	22	23	29	33,4	38,6	44,5	49
69/27	18,8	27	28,2	29,4	37	43	49,3	56,6	62,5
71/25	21	30	31,4	32,6	41	47,5	55	63	70
72/24	22	32	33	34,5	43,5	50	58	66,5	73,5

Додаток В (довідковий)

Таблиця В.1 – Підбір коліс для ланки гітари ділення
(однозахідна фреза, фрагмент із паспорта верстата)

Кількість зубців зубчастого колеса, Z	Змінні зубчасті колеса			
	на ведучому валу	на пальці		на валу ділення
	a	b	c	d
1	2	3	4	5
35	48	48	48	70
36	48	48	50	75
37	48	48	48	74
38	48	48	60	95
39	48	48	40	65
40	48	48	45	75
41	24	72	72	41
42	48	48	40	70
43	24	72	72	43
44	32	64	60	55
45	48	48	40	75
46	32	64	72	69
47	24	72	72	47
48	48	48	35	70
49	24	72	72	49
50	24	72	72	50
51	48	48	40	85
52	32	64	60	65
53	24	72	72	53
54	24	72	72	54
55	24	72	72	55
56	32	64	60	70
57	48	48	40	95
58	32	64	48	58
59	32	64	48	59

Продовження таблиці В.1

1	2	3	4	5
60	32	64	48	60
61	32	64	48	61
62	32	64	48	62
63	32	64	48	63
64	32	64	45	60
65	32	64	48	65
66	24	72	60	55
67	32	64	48	67
68	32	64	60	85
69	24	72	72	69
70	32	64	48	70
71	32	64	48	71
72	32	64	50	75
73	32	64	48	73
74	32	64	48	74
75	32	64	48	75
76	32	64	60	95
77	32	64	48	77
78	32	64	40	65
79	32	64	48	79
80	24	72	63	70
81	24	72	56	63
82	24	72	72	82
83	24	72	72	83
84	32	64	40	70
85	32	64	48	85
86	32	64	48	86
87	24	72	48	58
88	24	72	63	77
89	24	72	72	89
90	24	72	60	75

Додаток Г
(обов'язковий)

Таблиця Г.1 – Варіанти індивідуальних завдань

Номер варіанта	Розмір і параметр зубчастого колеса				Ескіз заготовки
	Z	m, мм	l, мм	матеріал	
1	60	1,5	20	Сталь 45 HB170-207	$d_{\text{заг}} = m(Z + 2)$ $\phi 40H7 (+0,025)$ $Ra\ 1,25$ $1 \times 45^\circ$ 4 фаски l Кут нахилу зубців $\beta = 0^\circ$
2	62				
3	65				
4	70				
5	72				
6	42	2,0	20		
7	45				
8	48				
9	52				
10	55				
11	62	2,5	30	Сталь 40X HB157-207	
12	65				
13	68				
14	72				
15	76				
16	36	3,0	20		
17	40				
18	44				
19	48				
20	52				
21	60	2,5	30	Чавун СЧ21 HB170-210	
22	65				
23	70				
24	75				
25	80				
26	50	3,0	30		
27	55				
28	60				
29	65				
30	70				

Навчальне видання

Методичні вказівки
до виконання лабораторної роботи
**«Розроблення операції для нарізання зубців циліндричних
коліс на зубофрезерному верстаті»**
з дисципліни
«Технологія обробки типових деталей та складання машин»
для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка»
(спеціалізація «Технології машинобудування»)
освітнього рівня «бакалавр»
усіх форм навчання

Відповідальний за випуск В. О. Залога
Редактор С. М. Симоненко
Комп'ютерне верстання В. І. Савчука

Підписано до друку 19.11.2018, поз. 142.
Формат 60×84/16. Ум. друк. арк. 1,40. Обл. вид. арк. 1,38. Тираж 5 пр. Зам. № .
Собівартість видання грн к.

Видавець і виготовлювач
Сумський державний університет,
вул. Римського-Корсакова, 2, м. Суми, 40007
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 3062 від 17.12.2007.