

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова

В. М. БЕРЖАК, А. В. БЕРЖАК

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
з курсу "Організація та нормування праці"
до виконання практичних задач з нормування робіт
на металоріжучих верстатах**

Рекомендовано Методичною радою НУК

Електронне видання комбінованого
використання на DVD-ROM



МИКОЛАЇВ • НУК • 2011

УДК 658.53 : 621 (076)

Рецензент канд. екон. наук, доц. К.В. Красночубенко

Електронний аналог друкованого видання:

Бержак В. М., Бержак, А. В. Методичні вказівки з курсу "Організація та нормування праці" до виконання практичних задач з нормування праці. – Миколаїв : Видавництво НУК, 2011. – 59 с.

Кафедра економіки й організації виробництва

Вміщено теоретичні та методичні основи курсу "Організація та нормування праці", основні положення методики щодо вирішення питань організації і нормування праці, а також задачі для самостійного розв'язання.

Призначені для студентів денної та заочної форм навчання інженерно-економічного факультету, а також для слухачів інституту післядипломної освіти.

УДК 658.53 : 621 (076)

Навчальне видання

**БЕРЖАК Віктор Михайлович
БЕРЖАК Аліна Вікторівна**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
з курсу "Організація та нормування праці"
до виконання практичних задач з нормування робіт
на металоріжучих верстатах**

Коректор *М.О. Паненко*
Комп'ютерне верстання *А.В. Платонова*

© Бержак В.М., Бержак А.В., 2011

© Видавництво НУК, 2011

Формат 60×84/16. Ум. друк. арк. 3,4. Обсяг даних 2579 кб.
Тираж 13. Вид. № 32. Зам. № 9.

Видавець і виготівник Національний університет кораблебудування,
54025, м. Миколаїв, просп. Героїв Сталінграда, 9
E-mail : publishing@nuos.edu.ua

Свідцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного
реєстру видавців, виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції
ДК № 2506 від 25.05.2006 р.

ВСТУП

У ринкових умовах економія робочого часу має велике значення, тому удосконалення господарського механізму залежить від раціонального використання трудових ресурсів. Вирішення цієї задачі органічно пов'язане з впровадженням наукової організації та нормуванням праці. У зв'язку із цим у підготовці економістів суттєве місце відводиться розвитку практичних навичок у рішенні питань з організації та нормування праці. Методичні вказівки повинні забезпечити закріплення теоретичних знань студентів, отриманих у процесі навчальних занять чи самостійного вивчення їх за підручником. Містять комплекс задач по розділах курсу, які формують практичну направленість знань й умінь фахівців у галузі організації та нормування праці. В основу змісту кожної задачі закладено мету досягнення економії робочого часу і підвищення ефективності праці методами і способами наукової організації праці. Тому зміст задач, методи їх рішення орієнтовані на вибір оптимальних режимів виконання технологічних процесів, на розробку та реалізацію організаційних і технічних заходів, які задовольняють підвищення ефективності трудових та матеріальних ресурсів.

1. МЕТОДИКА ВИБОРУ РАЦІОНАЛЬНОГО РЕЖИМУ ОБРОБКИ НА МЕТАЛОРІЗУЮЧИХ ВЕРСТАТАХ

Зниження витрат основного (машинного) часу на виконання верстатних операцій здійснюється в основному за рахунок правильного вибору режиму обробки. Причому необхідною умовою для встановлення раціонального режиму є розробка технологічного процесу по операціях і переходах, а також паспортних даних верстатів.

Основними параметрами режиму обробки на металорізальних верстатах є: глибина різання t , подача S , швидкість різання v , стійкість ріжучого інструменту T_1 , число оборотів шпинделя верстата (або число подвійних ходів) n , зусилля різання P і економічна потужність (потужність на шпинделі верстата) різання Ne .

Глибину різання встановлюють в міліметрах залежно від припуску під обробку. При збільшенні глибини різання зменшується число проходів (i), тобто число шарів металу, що знімається при обробці, що у свою чергу веде до скорочення витрат основного (машинного) і допоміжного часу. При можливості обробку слід вести в один прохід.

Якщо обробку ведуть в один прохід, то глибина різання дорівнює припуску під обробку, тобто

$$t = h,$$

де h – припуск під обробку, мм.

Величину припуску при поверхневому обточуванні і розточуванні отворів, а також при розсвердлюванні, зенкеруванні, розгортань, круглому зовнішньому і внутрішньому шліфуванні і іншій обробці визначають як різниця діаметрів оброблюваних поверхонь (отворів) до і після обробки, ділену на 2, тобто

$$h = \frac{D - d}{2},$$

де D, d – діаметри оброблюваної поверхні відповідно до обробки і після неї, мм.

При обточуванні зовнішніх або розточуванні внутрішніх поверхонь різцями (або при відповідному шліфуванні)

$$t = \frac{h}{i} = \frac{D - d}{2i}.$$

При розсвердлюванні, зенкеруванні, розгортанні обробку одним інструментом завжди ведуть в один прохід, і тому

$$t = h = \frac{D_i - D_o}{2}.$$

При свердленні отворів

$$t = h = \frac{D_i}{2},$$

де D_i – діаметр інструменту, яким ведеться обробка, мм; D_o – діаметр отвору до обробки, мм.

При обробці площин на стругальних, фрезерних і плоскошліфувальних верстатах глибину різання визначають як різниця розмірів деталі до і після проходу ріжучого інструменту (різця, фрези, абразивного круга). При обробці в декілька проходів глибину різання визначають шляхом ділення припуску під обробку на число проходів, якщо за кожен прохід знімається шар однакової товщини. Разом з тим обробку з числом проходів $i > 1$ слід допускати тільки у випадку, якщо це обумовлюється недоліком потужності верстата або необхідністю зняття підвищеного припуску.

Величину подачі встановлюють після визначення глибини різання. Вона залежить від прийнятої глибини різання, необхідної шорсткості поверхні, допустимого зусилля по найбільш слабкій ланці в системі верстат–приспосовування–інструмент–деталь (ВПІД). Залежно від виду устаткування, на якому ведеться обробка, і типа обробки розрізняють наступні види подач:

хвилинна подача S_{xb} – шлях, прохідний ріжучим інструментом (або деталлю) щодо оброблюваної поверхні (або ріжучого інструменту) у напрямі руху подачі (подовжньою, поперечною, вертикальною) за 1хв, мм;

подача на оборот (або подвійний хід) оброблюваної (або інструменту) s мм/об або s мм/дв. хід. Хвилинна подача і подача на оборот (подвійний хід) зв'язані між собою наступним відношенням:

$$S_{xb} = s_{мм/об} n,$$

звідки

$$s_{мм/об} = \frac{S_{xb}}{n},$$

де n – частота обертання, об/хв; подача на один зуб S_z мм/зуб – при обробці багатолезовими інструментами.

Величину цієї подачі визначають за наступними формулами:

$$s_{z\text{ мм/зуб}} = \frac{s_{\text{хв}}}{nz}, \quad \text{або} \quad s_{z\text{ мм/зуб}} = \frac{s_{\text{мм/об}}}{z}.$$

Звідки витікає, що

$$s_{\text{хв}} = s_{z\text{ мм/зуб}} zn$$

та

$$s_{\text{мм/об}} = s_{z\text{ мм/зуб}} z,$$

де z – число зубів ріжучого інструменту.

Величину подачі вибирають по нормативних таблицях, II розроблених на окремі види обробки (токарні, фрезерні, стругальні і інші роботи) з урахуванням їх специфіки, а також залежно від марки ріжучого інструменту і геометрії його ріжучої частини, оброблюваних матеріалів (сталь, чавун, кольорові сплави, неметалічні матеріали) і ін. Аналогічно складені таблиці для вибору хвилинної подачі або подачі на зуб.

Робота з максимальною глибиною різання і максимально можливою подачею забезпечує мінімум витрат машинного часу. Доведено, що економічно вигідно збільшувати подачу за рахунок зменшення швидкості різання, яку визначають відповідно до прийнятих глибиною різання і подачею по відповідних нормативах. Разом з тим при виборі подачі потрібно дотримувати і залежність величини її від шорсткості поверхні: чистова обробка звичайними прохідними і розточувальними різцями – $s \leq 0,6$ мм/об; чорнова обробка цими ж інструментами – $s > 0,6$ мм/об.

Швидкість різання – це шлях, прохідний ріжучою кромкою оброблювального інструменту щодо оброблюваної поверхні у напрямі руху різання (головного руху) за одиницю часу. Швидкість різання при обробці лезовими інструментами (різцями, фрезами, свердлами, довб'яками і т. д.) вимірюють в метрах за хвилину, а при обробці абразивними інструментами (шліфувальні круги і т. п.) – в метрах за секунду.

Для верстатів з обертальним головним рухом (токарні, фрезерні, круглошліфувальні, свердлильні) швидкість різання визначають за формулою

$$v = \frac{\pi Dn}{1000}, \text{ м/хв},$$

де D – діаметр оброблюваної поверхні деталі або інструменту, мм (для круглошліфувальних верстатів швидкість різання вимірюють в метрах за секунду).

Для верстатів з поступально-поворотним головним рухом (стругальні, довбальні, плоскошліфувальні та ін.) при рівності швидкостей прямого і зворотного ходів швидкість різання визначають за формулою

$$v = \frac{2Ln}{1000}, \text{ м/хв},$$

а при різній швидкості прямого і зворотного ходів

$$v = \frac{(Lv_{x.x} + Lv_{p.x})n_{д.х}}{1000v_{x.x}}, \text{ м/хв},$$

де L – довжина ходу столу верстата або інструменту, мм; $v_{x.x}$, $v_{p.x}$ – швидкість холостого (зворотного) і робочого (прямого) ходу відповідно, м/хв; $n_{д.х}$ – число подвійних ходів столу верстата або інструменту в 1 хв.

Окрім глибини різання і величини подачі, на швидкість різання впливає багато інших чинників, зокрема: стійкість інструменту T_i ; твердість оброблюваного матеріалу; міцність його на розрив σ_B ; стан поверхні оброблюваної заготовки (наявність або відсутність кірки, окалини); геометрія ріжучої частини інструменту; наявність і вид рідини, що охолоджує; число лез (зубів) ріжучого інструменту z ; діаметр (розмір) ріжучого інструменту D_i ; ширина оброблюваної поверхні B при фрезеруванні.

Величину впливу кожного з вказаних чинників на швидкість різання встановлюють експериментально в спеціальних лабораторіях, внаслідок чого виводять емпіричні формули для розрахунку швидкості обробки [14]:

– різцями:
$$v = \frac{C_v}{T_i t^x s^y} K, \text{ м/хв};$$

– свердлами:
$$v = \frac{C_v D^x}{T_i^m s^y} K, \text{ м/хв};$$

– фрезами:
$$v = \frac{C_v D}{T_i^m t^x s_z^y B^p} K, \text{ м/хв},$$

де C_v – показник, що характеризує механічні властивості оброблюваного матеріалу; t , x , y , p – показники ступеня при відповідних значеннях стійкості інструменту, глибини різання, подачі і ширини фрезерування; D – діаметр свердла, фрези, мм; K – поправковий коефіцієнт для обліку впливу чинників, що не увійшли до формул.

Для користування приведеними формулами необхідно мати отримані експериментальним шляхом значення C_v , m , x , y , p , зведені в нормативні таблиці.

Стійкість інструменту T_i – це період часу (у хвилинали) безперервної роботи інструменту до його затуплення. Стійкість інструменту є одним з найважливіших чинників, що визначають вартості обробки. Швидкість обробки і стійкість інструменту зв'язані зворотною залежністю: чим вище швидкість різання, тим менше стійкість і навпаки. Ця залежність може бути виражена відношенням

$$T_i^m = \frac{K_{ст}}{v} \text{ хв},$$

де $K_{ст}$ – коефіцієнт, що виражає залежність стійкості інструменту від властивостей матеріалу його ріжучої частини, оброблюваного матеріалу, охолодження і інших умов різання; m – показник ступеня, що виражає залежність стійкості інструменту від тих же чинників, що $K_{ст}$.

Нормативні значення T_i^m визначають для всіх видів інструментів експериментальним шляхом і використовують для розрахунку доцільної швидкості обробки.

Зусилля різання P – величина опору, дії ріжучого інструменту, що виникає в результаті, на оброблювальний матеріал. Зусилля різання є функцією багато змінних, основні з яких: перетин стружки, твердість оброблювального матеріалу, стійкість інструменту, розмір обробки (ширина, довжина), кількість лез інструменту (зубів) тощо. Зусилля різання розкладається на три взаємно перпендикулярні складові: P_x – осьове, у напрямі подачі різання;

P_y – радіальне, направлене по радіусу до оброблюваної деталі;

P_z – тангенціальне (вертикальне), направлене по дотичній до оброблюваної поверхні. Найбільшою з трьох складових є P_z . Осьове зусилля $P_x = 1/4 P_z$, а радіальне $P_y = 1/3 P_z$.

Рівнодіючу трьох зусиль визначають як середню геометричну з виразу

$$P = \sqrt{P_z^2 + P_y^2 + P_x^2}.$$

Користуючись встановленим співвідношенням цих величин, неважко визначити, що

$$P \approx 1,08 P_z.$$

Тому величину P_z в розрахунках прирівнює до загального зусилля різання.

Розрахунок величини P_z може бути здійснений по емпіричних формулах на токарних верстатах для сталі:

$$P_z = 170 \text{ ts } 0,75 = 92 \text{ t} - S \text{ } 0,75 \text{ кг.}$$

Зусилля різання P_z використовують також для розрахунку потужності, необхідної на різання по вибраному режиму обробки.

Потужність N_p , необхідну для різання, визначають за формулою

$$N_p = \frac{P_z v}{6120}, \text{ кВт.}$$

Після визначення по нормативах або розрахунку по приведених формулах кожен параметр режиму обробки (s , v , P_z , N_e) узгоджують з можливостями верстата. Величину подачі і швидкість різання беруть по верстату найближчими до розрахункових. Зусилля різання, крутячий момент і потужність, необхідна на різання, не повинні перевищувати відповідних величин, що є на верстаті.

Розглянута послідовність вибору параметрів режиму обробки і правила їх розрахунку відносяться в основному до одноінструментної обробки металів на металорізальних верстатах.

При багатоінструментній обробці вибір режиму різання здійснюється в тій же послідовності, що і при одноінструментній, проте при цьому виникають наступні особливості:

- довжину робочого ходу кожного супорта L_{px} приймають рівній найбільшій довжині прямого ходу його інструменту (одного з інструментів), тобто $L_{px} = L_{\max}$;

- максимально можливу подачу встановлюють для інструменту з найбільшим об'ємом обробки, тобто для $L_{\max}$;

- подачу визначають для кожного супорта окремо по нормативам з урахуванням твердості оброблюваного металу, виду інструменту, глибини (ширина) різання і жорсткості системи;

- зменшують величини подач тих супортів, які не лімітують часу обробки;

- вибрані по нормативах величини подач уточнюють по паспорту верстата, враховуючи при цьому точність обробки, шорсткість поверхні і обмеження по окремих видах інструменту;

- визначають періоди стійкості для імовірно лімітуючих інструментів;

- швидкості різання визначають по нормативах для тих інструментів, які ймовірно лімітують режим обробки;

– число оборотів шпинделя розраховують і відповідно до рекомендованих швидкостей різання по лімітуючих інструментах, тобто по тих, для яких нормативами рекомендована найменша швидкість різання;

– розрахункове число оборотів уточнюють по паспорту верстага, виходячи з числа оборотів, розрахованого на лімітуючі інструменти; число оборотів по паспорту не повинне перевищувати розрахункове число на 10-15 %;

– розрахунок швидкості різання проводять по прийнятому паспортному числу оборотів шпинделя;

– потужність різання визначають для кожного інструменту окремо;

– необхідні для різання потужності для кожного інструменту підсумовують і отриманий результат зіставляють з потужністю двигуна, при цьому повинна бути дотримана умова

$$\sum N_p \leq N_e.$$

2. ОБРОБКА НА ТОКАРНИХ, КАРУСЕЛЬНИХ, ТОКАРНО-РЕВОЛЬВЕРНИХ І АЛМАЗНО-РОЗТОЧУВАЛЬНИХ ВЕРСТАТАХ

Основний машинний час встановлюють на перехід (або певну поверхню) при точінні, розточуванні, свердленні, нарізуванні різьблення за формулою:

$$T_0 = \frac{L}{s_{\text{хв}}} i = \frac{(l + l_1 + l_2)i}{ns}, \quad \text{хв},$$

де L – довжина шляху інструменту у напрямі подачі, мм; l – довжина обробки по кресленню, мм; l_1 – величина урізування і перебігання інструменту, мм; l_2 – додаткова довжина на узяття пробної стружки, мм (звичайні 5...10 мм); n – частота обертання шпинделя, об/хв; s – подача інструменту, мм/об (при нарізуванні різьби рівна кроку різьблення); i – число проходів.

Частоту обертання шпинделя визначають після встановлення нормативної швидкості різання (за таблицею або формулою) і коректування її по паспорту верстага:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} \text{ об/хв},$$

де D – діаметр оброблюваної поверхні деталі, мм (для конічних і ступінчастих поверхонь в розрахунок приймається $D_{\max}$).

Величину урізування і перебігання інструменту визначають залежно від типу різця, геометрії його ріжучої частини і глибини різання (табл. 1).

Таблиця 1. Урізування і перебігання інструменту, мм, при роботі токарними різцями

Різці	Кут різця в плані $\phi, \dots^\circ$	Глибина різання t , мм								
		1	2	4	6	8	10	12	16	20
Прохідні	45	2	3,5	6	8	11	13	15	18	24
Підрізні	60	2	2,5	4	5	7	8	9	11	16
Розточувальні	75	2	2,5	3	4	5	6	6	7	10

Примітка. При $\phi = 90^\circ$ урізування і перебігання інструменту $l_1 = 3 \dots 5$ мм. Для різців відрізних і прорізних $l_1 = 2 \dots 5$ мм.

Основний час на операцію рівний сумі його витрат на всі переходи, з яких складається дана операція.

Приклад. Визначити норми часу на чорнове обточування по діаметрі двох поверхонь.

Обробка виконується з параметром шорсткості $R_z = 40$ мкм ($\nabla 4$) і 12-м квалітетом (5-й клас точності).

Вихідні дані. Деталь – східчастий валик (рис. 1). Заготівля – гаряча штампована із припуском по 5 мм на сторону. Матеріал – конструкційна вуглеводиста сталь, $\sigma_b = 750$ МПа. Маса деталі до обробки 20 кг. Розмір партії 200 шт.

Різці прохідні ($\phi = 45^\circ$ і $\phi = 90^\circ$), розмір державки 25×25 мм.



Рис. 1. Східчастий валик

Матеріал – пластинки з твердого сплаву Т5К10. Розрахунок виконуємо на основі Карта 1 нормативів (дод. 1) у наступному порядку.

1. Визначаємо глибину різання

Перший перехід. Обточування вала до 0,72 мм на довжину $l = 300$ мм.

$$\text{Припуск на обробку } h = \frac{D_{\text{п}} - D_{\text{к}}}{2} = \frac{82 - 72}{2} = 5 \text{ мм},$$

де $D_{\text{п}}$ – початковий діаметр заготівлі; $D_{\text{к}}$ – кінцевий діаметр деталі після обробки.

З огляду на необхідність залишення припуску на чистову обробку, $P_{\text{чист}} = 1$ мм на сторону, візьмемо глибину різання $l_1 = 4$ мм.

Другий перехід. Обточування поверхні до $\varnothing 60$ мм на довжину

$$l = 200 \text{ мм. Загальний припуск на обробку } h = \frac{70 - 60}{2} = 5 \text{ мм.}$$

Залишаючи припуск на чистову обробку $h_{\text{чист}} = 1$ мм, візьмемо глибину різання $t_1 = 5 - 1 = 4$ мм.

2. Визначаємо величину подачі. По карті 1 (див. дод. 1) при обробці конструкційної сталі різцями із пластинками із твердого сплаву й розміром державки 25×25 мм, діаметрі деталі до 100 мм і глибині різання $t = 4$ мм рекомендується подача 0,7...0,9 мм/об. У тих випадках, коли в нормативах даються значення величин у якому-небудь діапазоні, рекомендується брати середнє значення, крім випадків, особливо застережених. Середнє значення подачі $s = 0,8$ мм/об. Нормативне значення величини подачі зіставляємо зі значеннями подач по паспорті верстата. Найближче значення подачі по паспорті верстата $s = 0,75$ мм/об. Для другого переходу при діаметрі деталі до 60 мм величина подачі рекомендується 0,5...0,7 мм/об. Середнє значення $s = 0,6$ мм/об. По паспорті верстата $s = 0,61$ мм/об.

Одним з факторів, що визначає силу різання, є швидкість різання. Разом з тим варто мати на увазі, що швидкість різання впливає на величину сили різання. Тому при визначенні сили різання, що допускається міцністю механізму верстата, можна приймати умовно швидкість різання до 100 м/хв. При обробці деталей зі сталі $\sigma_{\text{в}} = 750$ МПа з глибиною різання $l = 4$ мм і $s = 0,75$ мм/об. для різця з головним кутом у плані $\varphi = 45^\circ$ при швидкості різання $v = 100$ м/хв осьова сила різання становить $P_x = 1,56$ кН. Осьова сила різання 3,6 кН, тобто дотримана умова $P_x < P_{x,\text{ст}}$. Отже, знайдена величина подачі $s = 0,75$ мм/об. допускається верстатом. Для другого переходу має місце аналогічне положення.

3. Визначаємо швидкість різання. Швидкість різання при обробці конструкційної вуглеродистої сталі інструментом з пластинкою із твердого сплаву Т5К10 визначаємо по карті 1 нормативів (див. дод. 1).

При обробці сталі $\sigma_b = 750$ МПа з $t = 4$ мм і $S = 0,75$ об/хв швидкість різання для роботи різцем з $\phi = 45^\circ$ становить $v = 93$ м/хв. Для другого переходу з різцем $\phi = 90^\circ$ і $s = 0,6$ мм/об швидкість $v = 82$ м/хв. По знайденій швидкості різання визначаємо частоту обертання шпинделя.

Для першого переходу при $D = 82$ мм частота обертання

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 93}{3,14 \cdot 82} = 362 \text{ об/хв.}$$

Для другого переходу при $D = 70$ мм частота обертання

$$n = \frac{1000 \cdot 82}{3,14 \cdot 70} = 374 \text{ об/хв.}$$

Знайдену частоту обертання коректуємо по паспорті верстата. Найближча частота обертання для першого переходу $n = 400$ об/хв, для другого переходу $n = 400$ об/хв. Тому що розрахункові й фактичні значення частоти обертання чисельно не збігаються, то й фактичній швидкості буде відрізняться від нормативної. Для першого переходу фактична швидкість різання

$$v = \frac{\pi D}{1000} = \frac{3,14 \cdot 82 \cdot 400}{1000} = 103 \text{ м/хв;}$$

для другого переходу

$$v = \frac{3,14 \cdot 70 \cdot 400}{1000} = 88 \text{ м/хв;}$$

4. Робимо перевірку обраного режиму по потужності верстата. При обробці стали $\sigma_b = 750$ МПа з $t = 4$ мм, $s = 0,75$ мм/хв і $v = 103$ м/хв. потрібна потужність різання $N_{\text{рез}} = 7,0$ кВт, тобто потрібна потужність менше ефективної потужності верстата, рівної $N_a = 7,7$ кВт. Таким чином, обраний режим різання по потужності верстата здійснимо.

5. Визначаємо основний (технологічний) час (хв) за формулою

$$T_0 = \frac{l + l_1 + l_2}{ns} i,$$

де l – довжина оброблюваної поверхні, мм; l_1 – величина врізання й перебігу різця, мм; l_2 – додаткова довжина на узяття пробної стружки; n – частота обертання шпинделя, об/хв; s – подача на один оберт шпинделя, мм/об.; i – число проходів.

Величину врізання й перебіги інструмента визначаємо за табл. 1.

Для першого переходу при $t = 4$ мм і $\varphi = 45^\circ$ $l_1 = 6$ мм. Для другого переходу при $t = 4$ мм і $\varphi = 90^\circ$ $l_1 = 4$ мм.

Чорнова обробка виробляється з установкою різця по лімбі без узяття пробної стружки. У цьому випадку $l_1 = 0$. Тоді основний час дорівнює:

а) для першого переходу

$$T_{01} = \frac{300 + 6}{400 \cdot 0,75} 1 = 1,02 \text{ хв};$$

б) для другого переходу

$$T_{01} = \frac{200 + 4}{400 \cdot 0,61} 1 = 0,84.$$

Основний час на чорнову обробку

$$T_0 = T_{01} + T_{02} = 1,02 + 0,84 = 1,86 \text{ хв.}$$

6. Розраховуємо допоміжний час дивись розд. 9.

Час на установку й зняття деталей у нормативах дається для типових способів установки, вивірки й кріплення деталей з урахуванням розташування їх при установці вручну на відстані 0,5...1,0 м від верстата. При закріпленні деталей у спеціальних пристосуваннях час на цей комплекс прийомів установлюється залежно від способу базування деталі, способу кріплення й кількості затискачів. Допоміжний час, пов'язане з переходом, включає комплекс прийомів по керуванню верстатом: установці інструмента на стружку, підводу й відводу інструмента, включенню й вимиканню подачі й т. д. Ряд прийомів по керуванню верстатом, які мають місце не у всіх випадках, не включаються в допоміжний час, пов'язане з переходом, і нормуються окремо. До таких прийомів при роботі на токарських верстатах ставляться поворот різцевої головки, зміна величин подачі, частоти обертання шпинделя.

Розрахунок допоміжного часу по елементах чорнової обробки наведений у розд. 9. Допоміжний час встановлює 1,31 хв.

Оперативний час на чорнову обробку

$$T_{\text{оп}} = T_0 + T_{\text{в}} = 1,86 + 1,31 = 3,17 \text{ хв.}$$

7. Визначаємо норму штучного часу. Час на обслуговування робочого місця (див. розд. 10) для верстатів II групи становить 4 % оперативного часу. Час на відпочинок і особисті потреби (див. розд. 11) при роботі з механічною подачею передбачається в розмірі 4 % оперативного часу:

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{оп}} \left(1 + \frac{a_{\text{абс}} + a_{\text{отл}}}{100} \right) = 3,17 \left(1 + \frac{4 + 4}{100} \right) = 3,42 \text{ хв.}$$

8. Визначаємо норму підготовчо-заключного часу. При обробці деталей у центрах з двома різальними інструментами дивись розділ 12 цей час складає 20 хв.

Задача 1. Визначити норму часу на чорнову токарську операцію.

Деталь – корпус, матеріал – сірий чавун СЧ 15, HB 163...229. Маса заготівлі 0,8 кг. Заготівля – виливок. Операція виконується на токарно-гвинторізному верстаті 16К62. Кріплення деталі виробляється в самоцентрувальному пневматичному патроні. Одержання й здача інструмента й пристосувань виробляється самим робітником.

Заточення інструмента централізована. Виробництво серійне. Розмір партії 200 шт.

Операція складається з наступних технологічних переходів (рис. 2):

1) підрізування торця (поверхня 1) з $l = 48$ мм до $l = 45$ мм;

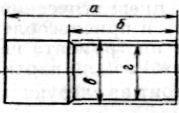
2) обточування (поверхня 2) з $D = 80$ мм до $D = 75$ мм на довжину $l = 25$ мм;

3) розточення отвору (поверхня 3) з $D = 54$ мм до $D = 60$ мм на довжину $l = 20$ мм.

Різальний інструмент – різець ВК6 16×25 мм. Розточувальний різець із державкою 16 мм. Вимірювальний інструмент – штангенциркуль.

Задача 2. Визначити норму часу на токарську обробку валика. Дивись варіант табл. 2.

Таблиця 2

Креслення деталі	Числова величина вихідних даних						Характер операції
							Токарна
Варіант завдання	Креслярські розміри обробки		Характеристика роботи				кріплення
	a	b	c	d	σ_b	H	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	430	300	36	50	750	T5K10	У патроні й центрі
2	500	300	40	58	650	T5K10	Те ж
3	500	400	40	50	650	T5K6	У центрах
4	400	300	30	42	550	T5K10	Те ж
5	450	200	38	50	750	T5K10	»
6	450	200	38	50	550	T5K6	»
7	500	300	46	60	750	T5K10	»
8	500	300	42	60	550	T5K10	»
9	350	250	26	40	550	T5K6	У патроні й центрі
10	500	250	46	60	650	T5K10	Те ж

Матеріал деталі – сталь. Тип верстата 1К62. Обробка складається з обточування по діаметрі з в до z на довжину b (ескіз до табл. 2).

Первинне обточування (чорнова) виробляється із припуском 1 мм на сторону. Розмір державки 25×25 мм, $\phi = 45^\circ$, різець прохідний. Скоба двостороння гранична. Розмір партії 250 шт. Виробництво серійне.

Числові величини вихідних даних наведені для кожного варіанта завдання в табл. 2.

Задача 3. Розрахувати норму часу на токарську обробку деталі.

Деталь – втулка. Розміри оброблюваних поверхонь наведені на рис. 3.

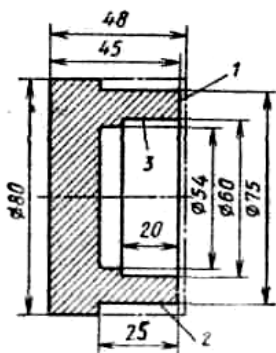


Рис. 2. Корпус

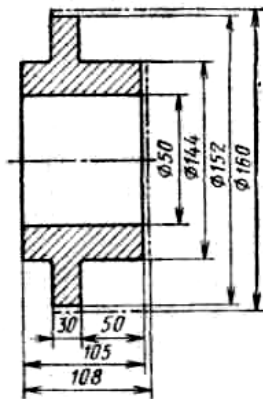


Рис. 3. Втулка

Заготівля – кування. Розміри заготівлі $D = 160$ мм, $L = 108$ мм. Припуск на сторону 4 мм. Маса деталі 15 кг. Матеріал – вуглеродиста сталь 45, $\sigma_v = 700$ МПа. Обробка виробляється на токарському верстаті моделі 1К62. Пристосування для кріплення деталі трьохкулачковий механічний патрон табл. 2. Тип виробництва – серійне.

Операція обробки деталі містить наступні технологічні переходи:

1) підрізати торець $D = 160$ мм, на довжину 80 мм різець правий відігнутий;

2) просвердлити отвір $D = 30$ мм на довжину $l = 105$ мм, свердління виробляється з охолодженням;

3) розсвердлити отвір з $D_H = 30$ мм до $D_K = 50$ мм на довжину $l = 105$ мм, розсвердлювання виконується з охолодженням;

4) проточити поверхню втулки з $D_H = 160$ мм до $D_K = 152$ мм на довжину $l = 105$ мм;

5) проточити поверхня втулки з $D_H = 152$ мм до $D_K = 144$ мм на довжину $l = 50$ мм.

У процесі виконання операції робітник користується вимірювальними інструментами – лінійкою, штангенциркулем і кронциркулем. Обробка чорнова, $R_z = 80$ мкм ($\nabla 3$).

Задача 4. Розрахунок норми часу на токарську операцію для умов дрібносерійного виробництва.

Деталь – вал. Найменування операції – обточування двох щаблів вала під шліфування. Рід і розмір заготівлі – попередньо оброблена сталь 45, $\sigma_B = 680$ МПа. Маса заготівлі 58 кг. Обробка виробляється на токарно-гвинторізному верстаті 1К62. Ефективна потужність на шпинделі верстата $N_{вр} = 7,6$ кВт. Виробництво дрібносерійне. Розмір партії 10 шт.

Операція складається з наступних технологічних переходів:

1) обточування першого щабля вала з $D_n = 82$ мм до $D_k = 80,5$ мм на довжину $l = 300$ мм;

2) обточування другого щабля вала з $D_n = 102$ мм до $D_k = 100,5$ мм на довжину $l = 120$ мм.

Пристосування – центра, хомутик. Інструмент – різець прохідний $\phi = 90^\circ$ з додатковою ріжучою крайкою $\phi_1 = 0^\circ$.

3. ОБРОБКА НА СВЕРДЛУВАЛЬНИХ ВЕРСТАТАХ

Основний (машинний) час на перехід визначають за формулою

$$T_0 = \frac{L}{S_{XB}} i = \frac{(l + l_1)i}{ns} \text{ хв},$$

де L – довжина шляху, який проходить інструмент у напрямі подачі, мм; l – глибина оброблюваного отвору для даного переходу, мм, при нарізуванні різьби мітчиком – довжина різьби; l_1 – урізування і перебігання інструменту, мм; n – частота обертання інструменту, об/хв; s – подача на один оборот інструменту, мм; i – число проходів.

Основний час для нарізування різьблення машинними мітчиками визначають за формулою

$$T_0 = \left(\frac{l + l_1}{ns} + \frac{l + l_1}{n_1 s} \right) i \text{ хв},$$

де n_1 – частота обертання мітчика при вивертанні його з отвору.

Частота обертання інструменту (свердла, зенкера, розгортки) залежить від діаметру оброблюваного отвору і вибраної розрахункової швидкості різання і може бути визначена по формулі, рекомендованій для нормування токарних робіт.

Величину урізування і перебігання інструменту при обробці на свердлувальних верстатах визначають залежно від характеру обробки (на прохід, впритул), глибини різання і діаметру інструменту, зазвичай в межах 2...25 мм.

При розгортанні конічних отворів, centruванні, зенкувань конічними зенкувальними і цокуванні облицювальними інструментами величину l_1 приймають в межах 1...1,5 мм. При зенкеруванні впритул $l_1 = 2...4$ мм.

При нарізуванні різьб мітчиками машинними на прохід $l_1 = 8 = 4...8$ ниток, впритул – $l_1 = (2,5...3) S_p$, де S_p – крок різьблення, мм. Для мітчиків гайкових l_1 дорівнює довжині ріжучої частини мітчика.

Приклад. Визначити норму часу на свердління отвору діаметром 24 мм на довжину 50 мм під зенкерування.

Вихідні дані. Деталь – шестірня. Заготівля – штампування. Маса заготівлі 2,5 кг. Маса деталі 2,1 кг. Матеріал деталі – сталь 45, $\sigma_B = 600$ МПа.

Обробка виробляється на вертикально-свердлильному верстаті 2А125. Паспортні дані верстата: дивись карта 2 нормативів (дод. 2). Найбільша сила різання, що допускається механізмом подачі верстата, 25 кН. Установка деталі – на столі без кріплення. Обробка виробляється свердлом $D_{св} = 24$ мм зі сталі Р18 із заточенням ДП.

Розрахунок виконуємо на основі нормативів (див. дод. 2) у наступному порядку.

1. Робимо вибір подачі. Група подачі 1-а. При $D_{св} = 24$ мм і $\sigma_B =$ до 800 МПа подача рекомендується в межах 0,22...0,28 мм/об. По паспорті верстата приймається найближча до максимального нормативної величина подачі $s = 0,28$ мм/об.

2. Визначаємо швидкість різання. При обробці вуглеродистої сталі з $\sigma_B = 600$ МПа й коефіцієнтом оброблюваності $K = 1$ діаметр свердла $D_{св} = 24$ мм і $S = 0,28$ об/мм. Швидкість різання $V = 23$ м/хв.

3. Визначаємо частоту обертання шпинделя верстата за формулою

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 23}{3,14 \cdot 24} = 305 \text{ об/хв.}$$

Коректуємо розрахункову частоту обертання. По паспорті верстата $n = 250$ об/хв; тоді фактична швидкість різання

$$v = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 24 \cdot 305}{1000} = 23,0 \text{ м/хв.}$$

4. Здійснюємо перевірку обраного режиму по потужності верстата. При обробці сталі $\sigma_b = 600$ МПа свердлом $D_{св} = 24$ мм з подачею $0,28$ мм/об. і швидкістю $v = 23,0$ м/хв потрібна потужність різання $N_{рез} = 2,2$ кВт, тобто менше потужності привода верстата.

5. Визначаємо основне (технологічне) час за формулою

$$T_0 = \frac{l + l_1}{ns} = \frac{50 + 15}{305 \cdot 0,26} = 0,51 \text{ хв,}$$

де l – довжина оброблюваного отвору, яка дорівнює 50 мм; l_1 – довжина врізання й перегину; з дод. 4 для $D_{св} = 24$ мм $l_1 = 15$ мм.

6. Визначаємо допоміжний час по нормативах (див. розд. 9)

На установку й зняття деталі на столі без кріплення при масі заготовлі $2,5$ кг $T_v = 0,11$ хв.

Допоміжний час, пов'язане з переходом, становить $T_b = 0,08$ хв.

Разом допоміжний час на операцію $T_b = 0,11 + 0,08 = 0,19$ хв.

7. Визначаємо оперативний час

$$T_{оп} = 0,51 + 0,19 = 0,70 \text{ хв.}$$

8. Визначаємо час на обслуговування робочого місця. Для третьої групи верстатів розд. 10 $T_{обс} = 4\%$ оперативного.

Час на відпочинок і особисті потреби (див. розд. 9) становить $T_{отл} = 4\%$ оперативного.

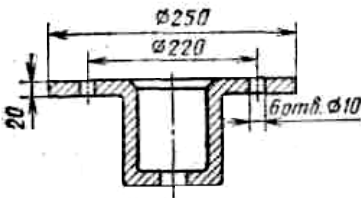


Рис. 4. Стакан

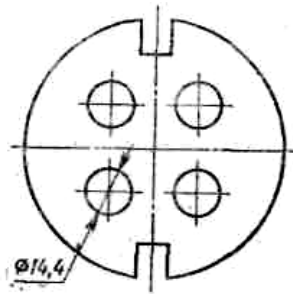


Рис. 5. Кришка

9. Визначаємо норму штучного часу за формулою

$$T_{\text{ш}} = T_{\text{оп}} \left(1 + \frac{a_{\text{абс}} + a_{\text{отл}}}{100} \right) = 0,70 \left(1 + \frac{4+4}{100} \right) = 0,759 \text{ хв.}$$

10. Визначаємо норму підготовчо-заклучного часу. Розділ 12 $T_{\text{пз}} = 11 \text{ хв.}$

Задача 5. Визначити норму часу на свердлильну операцію (виробництво серійне).

Деталь – стакан (рис. 4). Заготівля – виливок. Матеріал деталі сірий чавун СЧ 18, НВ 170-229. Маса заготівлі 4,7 кг. Операція складається зі свердління шести отворів $D = 10 \text{ мм}$ на довжину $l = 20 \text{ мм}$ і нарізування різьблення М 12Х1,75. Обробка виробляється без охолодження в суцільному матеріалі. Пристосування – спеціальне з накладним кондуктором. Різальний інструмент – свердел $D_{\text{св}} = 10 \text{ мм}$ зі сталі Р18 і мітчик $D_{\text{м}} = 12 \text{ мм}$. Вимірювальний інструмент – штангенциркуль. Партія деталей 250 шт.

Задача 6. Визначити норму часу на свердлильну операцію.

Деталь – кришка (рис. 5). Матеріал стали – сірий чавун СЧ 18, НВ 170...229. Операція складається з послідовного свердління чотирьох глухих отворів $D = 14,4 \text{ мм}$ на довжину $l = 30 \text{ мм}$ і нарізування різьблення М16Х2. Обробка виробляється на вертикально-свердлильному верстаті 2А150. Паспортні дані верстата наведені в додатку 2. Матеріал свердла – швидкорізальна сталь. Виробництво серійне. Партія деталей 200 шт.

Задача 7. Визначити норму часу на обробку деталі на свердлильному верстаті.

Деталь – шестірня. Заготівля – кування. Маса заготівлі 4,8 кг. Операція складається із чотирьох переходів:

- 1) свердління отвору $D = 23 \text{ мм}$ на довжину $l = 40 \text{ мм}$;
- 2) зенкерування отвору $D = 24,8 \text{ мм}$ на довжину $l = 40 \text{ мм}$;
- 3) попереднє розгортання $D = 24,34 \text{ мм}$;
- 4) остаточне розгортання $D = 25 \text{ мм}$.

Обробка ведеться за квалітетом 6 (2-й клас точності). Верстат вертикально-свердлильний. Паспортні дані верстата (див. дод. 2). Потужність на шпинделі $N_{\text{ст}} = 2,8 \text{ кВт}$. Найбільше зусилля, що допускається механізмом подачі верстата, $P_{\text{ст}} = 900 \text{ кН}$. Кріплення деталі на верстаті – у швидкодіючому патроні. Різальний інструмент – свердел спіральне $D_{\text{ст}} = 23 \text{ мм}$ зі сталі Р18, зенкер $D_3 = 24,8 \text{ мм}$ із пластинкою із твердого сплаву Т15К6, розгортання $D_{\text{раз}} = 24,34 \text{ мм}$ і $D_{\text{раз}} = 25 \text{ мм}$ зі сталі Р18. Виробництво серійне.

4. ОБРОБКА НА ФРЕЗЕРНИХ ВЕРСТАТАХ

Основний час на операцію при фрезеруванні визначають за формулою

$$T_0 = \frac{L}{S_{\text{XB}}} i = \frac{(l + l_1 + l_2)_i}{S_{\text{XB}}} \text{ хв},$$

де L – шлях, прохідний інструментом у напрямі подачі, мм; l – довжина обробки у напрямі подачі по кресленню, мм; l_1 – величина урізування і перебігу інструменту, мм; l_2 – додаткова довжина на узяття пробної стружки, мм (зазвичай $l_2 = 5 \dots 10$ мм). Довжина обробки l при фрезеруванні площин дорівнює довжині обробки по кресленню, при обробці пазів під сегментні шпонки – глибині паза, а при фрезеруванні шпоночних пазів, закритих з двох боків, – різниці довжини паза і діаметру фрези.

Величину урізування і перебігання l_1 визначають по нормативних таблицях залежно від глибини різання і діаметру фрези. При чистовому фрезеруванні дисковими фрезами величину l_1 , узяту по таблиці, слід помножити на два. При чистовому фрезеруванні торцевими і кінцевими фрезами l_1 приймають рівною їх діаметру.

Величину урізування і перебігання інструменту можна визначити також за спеціальними розрахунковими формулами:

– при фрезеруванні циліндровими, дисковими, прорізними, фасонними і кінцевими фрезами

$$l_1 = \sqrt{t(D_{\text{ф}} - t)};$$

– при фрезеруванні *торцевими* фрезами

$$l_1 = 0,5 \left(D_{\text{ф}} - \sqrt{D_{\text{ф}}^2 - B^2} \right) + \frac{t}{\text{tg} \varphi},$$

де $D_{\text{ф}}$ – діаметр фрези, мм; B – ширина фрезерування, мм.

Приклад. Визначити норму часу на фрезерування площини деталі під наступне шліфування.

Вихідні дані: деталь – зі сталі 45, $\sigma_{\text{в}} = 600$ МПа. Різальний інструмент – торцева фреза із вставленими зубами Т15К6, $\varphi = 60^\circ$, $D = 150$ мм, $Z = 8$. Заготівля – листовий прокат $35 \times 35 \times 890$ мм. Маса 7,9 кг. Обробка

виробляється на вертикально-фрезерному верстаті 6Н13, ефективна потужність верстата 7,5 кВт. Робоча поверхня стола 400×1600 мм. Паспортні дані верстата у дод. 3. Обробка виробляється без узяття пробних стружок, фреза встановлюється на розмір. На верстаті одночасно обробляються дві деталі. Кріплення деталі – у спеціальному двомісному пристосуванні з базуванням по двох площинах і кріпленням двома ковзними планками з гайками.

Розрахунок виконуємо на основі карти 3 нормативів (дод. 3) у наступному порядку:

1. Визначаємо хвилину подачі S , мм/хв, та швидкість різання V , м/хв. При обробці сталі $\sigma_b = 600$ МПа й фрезою із зубами Т15к6 $\sigma_b = 60^\circ$ на верстаті потужності 10 кВт. Згідно дод. 3 табл. 3 по стрілці 1. Знаходимо $d_\phi = 125$ мм, ширина фрезування 75 мм, число зубів фрези 8, глибина різання 2,5 мм, подача буде $S = 300$ мм/хв, швидкість різання $V = 147$ м/хв. З урахуванням коефіцієнтів режиму різання наступні:

при фрезуванні по сталі без охолодження приміняти V та S_{xb} коефіцієнт $K = 0,7$ при фрезуванні на кірке: літейної $K = 0,7$, поковки $K = 0,9$

$$V = 147 + 0,7 \times 0,7 = 78 \text{ м/хв};$$

$$S_{xb} = 300 \times 0,7 \times 0,7 = 147 \text{ мм/хв}.$$

2. По стрілці 2 знаходимо п число обертів в хвилину: $d_\phi = 125$ мм, швидкість 78 м/хв, число обертів буде $n = 150$ об/хв.

3. Визначаємо основний (технологічний) час за формулою

$$T_0 = \frac{l + l_1 + l_2}{s_M} = \frac{890 + 15}{147} = 6,2 \text{ хв},$$

де $l_1 = 15$ мм (див. дод. 3); $l_2 = 0$.

4. Визначаємо допоміжний час по нормативах (розд. 9). Час на установку й зняття деталі без кріплення й розкріплення при масі деталі до 8 кг дорівнює 0,15 хв. На установку двох деталей цей час дорівнює 0,30 хв. Час на закріплення й відкріплення при двох затискачах дорівнює 0,29 хв. Разом час на установку й зняття із кріпленням і відкріпленням двох деталей дорівнює $0,30 + 0,29 = 0,59$ хв.

Допоміжний час, пов'язане з переходом при фрезеруванні площин фрезою, установленій на розмір на верстатах другої групи (довжина стола 1600 мм) дорівнює 0,18 хв.

Усього допоміжний час на дві деталі дорівнює $0,59 + 0,18 = 0,77$ хв.

5. Розраховуємо оперативний час на дві деталі:

$$T_{\text{оп}} = T_0 + T_{\text{в}} = 6,2 + 0,77 = 6,97 \text{ хв.}$$

6. Визначаємо час на обслуговування робочого місця. Розділ 10 цей час для другої групи верстатів становить 4 % оперативного часу.

7. Розраховуємо час перерв на відпочинок і особисті потреби. Розділ 11 даний час становить 4 % оперативного часу.

8. Визначаємо норму часу на дві деталі:

$$T_{\text{ш}} = T_{\text{оп}} \left(1 + \frac{a_{\text{абс}} + a_{\text{отл}}}{100} \right) = 6,97 \left(1 + \frac{4 + 4}{100} \right) = 7,52 \text{ хв.}$$

9. Норма штучного часу

$$T_{\text{ш}} = \frac{T}{2} = \frac{7,52}{2} = 6,76 \text{ хв.}$$

10. Розраховуємо підготовчо-заклучний час. На налагодження верстата, інструмента й пристосування $T_{\text{пз}} = 24$ хв (розділ 12).

На одержання інструмента й пристосувань до початку й здачу їх після закінчення обробки $T_{\text{пз}} = 7$ хв.

Разом норма підготовчо-заклучного часу становить $24 + 7 = 31$ хв.

Задача 8. Визначити норму часу на фрезерну операцію.

Деталь – планка. Розміри деталі: ширина фрезерування $B = 50$ мм; довжина фрезерування $l = 400$ мм, товщина 40 мм. Матеріал деталі – сталь 45, $\sigma_{\text{в}} = 600$ МПа. Заготівля – кування. Маса заготівлі 6,3 кг. Обробка виробляється на універсально-фрезерному верстаті 6Н83. Ефективна потужність верстата 6 кВт. Верстат має наступну частоту обертання шпинделя n і хвилинну подачу s :

Робоча поверхня стола 400×1600 мм.

Обробка виробляється циліндричною фрезою $D_{\text{ф}} = 80$ мм із числом зубів $z = 8$, оснащеною пластинкою із твердого сплаву Т14К8. Установку фрези роблять по розмітці. Фрезерування чорнове. Припуск на обробку $h = 4$ мм. Кріплення деталі – у лещатах із гвинтовим затискачем.

Задача 9. Визначити норму часу на фрезерування поверхні торцевою фрезою.

Деталь – плита шириною 140 мм, товщиною 50 мм і довжиною 800 мм. Матеріал деталі – виливок із сірого чавуну СЧ 15...32, НВ 163...229. Маса заготівлі 44 кг. Припуск на фрезерування 6 мм. Обробка виробляється на вертикально-фрезерному верстаті моделі 6Н13. Характеристика верстата наведена вище. Обробка виробляється торцевою фрезою, оснащеною пластинкою із твердого сплаву ВК6. Фрезерування чорнове.

Кріплення деталі здійснюється болтами й планками. Установка фрези на розмір – по розмітці. Партія деталей 100 шт. Виробництво серійне.

Задача 10. Визначити норму часу на фрезерування пазів.

Деталь – сполучна втулка (рис. 6). Матеріал деталі – сталь 45, $\sigma_B = 600$ МПа. Маса деталі 2,2 кг.

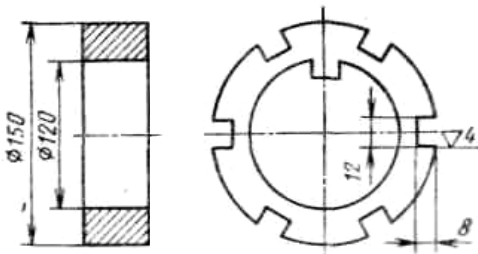


Рис. 6. Сполучна втулка

Заготівля – штампування. Обробка виконується на універсально-фрезерному верстаті моделі 6Н13. Пристосування – спеціальна ділильна головка. Кількість пазів 6, ширина паза 12 мм, глибина 8 мм. Різальний інструмент – фреза дискова $D_\phi = 100$ мм; $b = 12$ мм; $z = 20$. Матеріал фрези – швидкорізальна сталь Р18. Одночасно обробляється шість деталей. Вимірювальний інструмент – штангенциркуль. Партія деталей 150 шт. Виробництво серійне. Характеристика верстата наведена в дод. 3.

Здача 11. Визначити норму штучного часу на торцеве фрезерування.

Деталь – плита шириною 150 мм, товщиною 50 мм і довжиною 950 мм. Припуск на обробку – 6 мм. Матеріал деталі – кування, сталь $\sigma_B = 650$ МПа. Кріплення деталі на верстаті виробляється болтами із планками. Маса деталі 60 кг. Верстат – універсальний, ефективна потужність 7,5 кВт. Обробка чорнова, фрезою, оснащеною пластинкою із твердого сплаву Т5К10. Виробництво дрібносерійне.

5. ОБРОБКА НА СТРУГАЛЬНИХ І ДОВБАЛЬНИХ ВЕРСТАТАХ

Розрахунок основного машинного часу встановлюють на перехід за формулою

$$T_0 = \frac{B}{ns} i = \frac{(b + b_1) \cdot i}{ns} \text{ хв,}$$

де B – шлях, прохідний різцем у напрямі подачі, мм; b – ширина оброблюваної поверхні по кресленню, мм; b_1 – величина урізування і перебігання інструменту, мм; n – число подвійних ходів верстата, хв; s – подача інструменту за один подвійний хід, мм.

Величину b визначають по кресленню.

Розмір урізування b_1 при струганні залежить від геометрії ріжучої частини різця, глибини різання і характеру обробки.

При роботі прохідними різцями для визначення величини b_1 можна керуватися даними табл. 3.

Таблиця 3. Урізування і перебіг різця, мм, по ширині обробки (у напрямі подачі)

Головний кут в плані в градусах	Глибина різання, мм					
	3	5	8	12	20	25
20	11	16	25	36	–	–
30	7,5	11	17	24	37	–
45	5	7	11	15	23	30
60	3,5	5	7,5	10	15	20
90	2	2	3	3	3	5

Число подвійних ходів верстата визначають за формулою

$$n = \frac{1000V_{\text{р.х}}}{L \cdot (1 + m)} \text{ дв.хід/хв},$$

де $V_{\text{р.х}}$ – швидкість різання, що встановлюється по нормативах, м/хв; L – довжина ходу столу, що включає довжину обробки по кресленню і величину перебігу столу (різця) в обидві сторони по довжині обробки, мм; m – відношення швидкості робочого ходу до швидкості холостого ходу.

Розрахункове число подвійних ходів коректують по паспорту верстата.

Величину перебігу столу (різця) в обидві сторони по довжині обробки визначають за даними табл. 4.

Таблиця 4. Залежність перебігу столу (різця), мм у напрямі головного руху (руху різання) від довжини стругання, мм

Подовжно-стругальні верстати		Поперечно-стругальні верстати	
Довжина стругання	Перебіг столу в обидва боки	Довжина стругання	Перебіг різця в обидва боки
2000	200	100	35
4000	325	400	50
6000	375	300	60
10000	475	300	75

Нормування робіт на довбальних верстатах здійснюється так, як і на стругальних.

Приклад: визначити норми часу на поперечно-стругальних верстатах.

Деталь – плита, довжини $L = 290$ мм і ширина $B = 210$ мм, операція – напівчиста обробка виконується з параметром шорсткості $R_z = 40$ Мкм ($\nabla 4$) і 12-м квалітетом (5-й клас точності). Матеріал – конструкційна вуглеводиста сталь, $\sigma_b = 750$ МПа. Маса деталі до обробки 40 кг. Припуск на обробку $h = 7$ мм. Кріплення чотирма болтами і планками з установкою деталі на столі. Інструмент – прохідний зі сталі Р18, готовий кут ($\phi = 10^\circ$, розмір державки 25×40 мм, довжина вилиту $l = 25$ Н, форма першої грані плоска з фаскою, шириною $f = 0,8$ мм, радіус при вершині різця $\tau = 2,00$ мм, задній кут $\alpha = 6^\circ$, передній кут; $\gamma = 20^\circ$, кут накладної головної різальної кромки $\lambda = 12^\circ$, стійкість різця $T = 120$ хв, верстат – поперечнострогальний мод 736; розмір партії – 35 шт.

Перший підхід: стругати попередню поверхню $l = 290$ мм.

Розрахунок виконуємо на основі нормативів [4]

1. Глибина різання приймається $t = h_1 = 4,5$ мм.
2. Подача додаток 4, глибина різання $t = 4,5$ мм, подача $S = 1,6 \dots 1,2$ мм/дв.ход. Беремо $S = 1,6$ мм/дв.ход.
3. Швидкість різання – при роботі на третій ступені при довжині хода різця – 350 мм, і $t = 4,5$ мм, $V = 19,9$ м/хв, нормативи [4].
4. Основний час по першому переходу

$$t_o = \frac{B + l_1 + l_2}{nS} = \frac{210 + 7 + 2}{19,9 + 1,6} = 6,8 \text{ хв.}$$

Другий перехід: стругати остаточну поверхню $l = 290$ мм.

5. Глибина різання приймається рівню припуску для остаточної обробки: $t = h_2 = 2,5$ мм.
6. Подача-додаток 4. $S = 0,6 \dots 0,9$ мм/дв.ход. Беремо $S = 0,6$ мм/дв.ход.
7. Швидкість різання див. норматив [4] для $V = 42$ м/хв.
8. Основний час по другому переходу:

$$t_o = \frac{B + l_1 + l_2 + l_3}{nS} = \frac{210 + 5 + 2 + 5}{42 \cdot 0,6} = 8,8 \text{ хв.}$$

9. Основний час на операцію:

$$T_o = 10,43 + 8,8 = 19,23 \text{ хв.}$$

10. Допоміжний час $T_{\text{в}} = 6$. Час на обслуговування робочого місця на відпочинок і особисті потреби дивись у розд. 9.

11. Технічно обґрунтована норма штучного часу

$$T_{\text{ш}} = (T_{\text{о}} + T_{\text{в}}) \left(1 + \frac{A_{\text{обс.} + \text{авт}}}{100} \right) = (19,23 + 6,24) \left(1 + \frac{7}{100} \right) = 26,99 \text{ хв.}$$

12. Технічно обґрунтована норма виробітку

$$H_{\text{в}} = \frac{T_{\text{см}}}{T_{\text{шт}}} = \frac{480}{26,99} = 18 \text{ шт.}$$

13. Технічно обґрунтована норма на партію деталей із 35 шт.

$$T_{\text{пар}} = T_{\text{пз}} + T_{\text{ш}} \times n = 9 + 26,99 \times 35 = 9 + 944,6 = 953,6 \text{ хв.}$$

14. Технічно обґрунтована норма штучно-калькуляційного часу

$$T_{\text{шк}} = T_{\text{шк}} + \frac{T_{\text{пз}}}{n} = 26,99 + \frac{9}{35} = 27,24 \text{ хв.}$$

6. ОБРОБКА НА ЗУБОРІЗНИХ І ЗУБОСТРУГАЛЬНИХ ВЕРСТАТАХ

До цієї групи верстатів відносяться зубофрезерні, зубодовбальні і зубостругальні верстати. Нормування на зуборізних верстатах здійснюється аналогічно нормуванню робіт на фрезерних верстатах.

Основний час при нарізуванні зубів шестерень черв'ячними фрезами на зубофрезерних верстатах визначають за формулою

$$T_0 = \frac{(L + l_1) \cdot z}{nsK_{\phi}}, \text{ хв,}$$

де L – довжина нарізуваного зуба, мм; l_1 – урізування і перебігання фрези, мм; z – число зубів шестерні, що виготовляється; n – частота обертання інструменту, об/хв; s – подача на один оборот оброблюваної шестерні, мм; K_{ϕ} – число заходів фрези.

Величину урізування і перебігання інструменту при нарізуванні прямозубих шестерень і шліцьових валів черв'ячними фрезами, а також при

нарізуванні дисковими модульними фрезами прямозубих циліндрових і конічних шестерень визначають за формулою

$$l_1 = \sqrt{h(D_\phi - h)} + 3, \text{ мм},$$

де h – висота зуба, мм; D_ϕ – діаметр фрези, мм.

Загальномашинобудівні нормативи режимів різання рекомендують при визначенні величини l_1 під час обробки модульними черв'ячними фрезами, у яких кут нахилу витка рівний куту нахилу зуба нарізуваної шестерні, враховувати кут нахилу зуба в градусах, величину M і глибину фрезерування у частках M . Наприклад, при куті нахилу зуба 30° , модулі 1 і глибині фрезерування, рівній $2,2 M$, $l_1 = 14$. Для зуба $M = 5$ мм і незмінних решти даних $l_1 = 64$ мм, а для $M = 12$ мм $l_1 = 110$ мм.

При роботі модульними черв'ячними фрезами, у яких кут нахилу витка не рівний куту нахилу зуба нарізуваної шестерні, величину l_1 узятую по нормативній таблиці, потрібно збільшувати на 10...20 %. Величини l_1 в нормативах розраховують на нарізування шестерень з певною кількістю зубів, наприклад $z = 40$. При $z < 40$ величину l_1 слід коректувати на коефіцієнт 0,9...0,8, а при $z > 40$ – на коефіцієнт 1,1...1,2.

Число зубів нарізуваної шестерні визначають по кресленню. Частоту обертання фрези n визначають по формулі

$$n = \frac{1000v}{\pi D}, \text{ об/хв.}$$

Потім число n коректують по паспорту верстата. Для розрахунку машинного часу приймають найближче значення n по паспорту верстата.

Машинний час при зубофрезеруванні можна визначити також по швидкості, використавши для цього замість n вираз

$$\frac{1000v}{\pi D}, \text{ тобто } T_0 = \frac{\pi D(L + l_1) \cdot z}{1000 \cdot v s K}, \text{ хв},$$

де $K = \cos \alpha$ – кут нахилу зубів нарізуваної шестерні.

Подачу s на один оборот оброблюваної шестерні визначають по нормативах залежно від виду обробки (чорнова, чистова), модуля M в мм, числа зубів нарізуваного колеса. При виконанні чорнового проходу і використанні фрез Р18 величину подач приймають в межах 2,7...4,0 мм

з урахуванням модуля. Подача зменшується при збільшенні модуля нарізуваної шестерні.

Основний (машинний) час на зубодовбні роботи визначають за формулою

$$T_0 = \frac{\pi z M}{n_{\text{д.х}} s_{\text{к}}} i + \frac{h}{n_{\text{д.х}} s_{\text{р}}} \text{ хв},$$

де $s_{\text{к}}$ – кругова подача на подвійний хід довбняка, мм; $s_{\text{р}}$ – подача урізування; зазвичай $s_{\text{р}} = (0,1 \dots 0,2) s_{\text{к}}$; $n_{\text{д.х}}$ – число подвійних ходів довбняка в 1 хв; i – число проходів або обкату, за яке нарізується шестерня.

Величина $s_{\text{к}}$ залежить від модуля шестерні M і числа нарізованих зубів, а також від виду обробки (чорнова, чистова).

Число подвійних ходів $n_{\text{д.х}}$ довбняка визначають за формулою

$$n_{\text{д.х}} = \frac{1000v}{2L} \partial \text{в. (хід/хв)},$$

де L – довжина ходу довбняка, мм;

$$L = l + l_1.$$

Тут l – довжина нарізованого зуба; l_1 – величини перебігання довбняка в обидві сторони (зазвичай приймають $l_1 = 10 \dots 25$ мм). Потім $n_{\text{д.х}}$ коректують по паспорту верстата. Використовуючи формулу числа подвійних ходів довбняка, основний час обробки шестерні можна визначити за швидкістю різання (після її коректування по паспортному числу $n_{\text{д.х}}$) за формулою

$$T_0 = \frac{2\pi \cdot zML}{1000 \cdot v s_{\text{к}}} i + \frac{2hL}{1000 \cdot v s_{\text{р}}}, \text{ хв.}$$

При нарізуванні шестерень дисковими довбняками подачі $s_{\text{к}}$ і швидкості різання визначають по нормативних таблицях.

На зубостругальних верстатах обробляють шестерні з конічним зубом (конічні шестерні). Основний час на обробку шестерні встановлюють за формулою

$$T_0 = \frac{\pi M z}{2 n_{\text{д.х}} s_{\text{д.х}}}, \text{ хв},$$

де z – кількість зубів; $s_{\text{д.х}}$ – подача по початковому колу на один подвійний хід різців, мм; $s_{\text{д.х}}$ – число подвійних ходів різців у 1 хв.

Необхідне число подвійних ходів різців в 1 хв визначають за формулою

$$n_{\text{д.х}} = \frac{1000v}{2L_x} = \frac{500v}{L_x}, \text{ дв.хід/хв},$$

де L_x – довжина ходу різців, мм. L_x рівна сумі довжин обробки по кресленню і величини перебігання різців в обидві сторони, які приймаються в межах 5...8 мм.

Величину основного часу можна визначити також за швидкістю різання за формулою

$$T_0 = \frac{\pi \cdot z M L_x}{1000 v s_{\text{д.х}}}, \text{ хв},$$

де $s_{\text{д.х}}$ – подача обкату на один подвійний хід різців, мм.

Подачі обкату при нарізуванні зубів конічних шестерень різцями Р18 на зубостругальних верстатах встановлюють по нормативах з урахуванням міцності характеристики оброблюваного матеріалу, швидкості різання і модуля шестерні, що виготовляється.

Частіше нормативи основного часу на обробку одного зуба на зубостругальних верстатах розробляють стосовно конкретних видів цих верстатів.

Якщо відомий час на обробку одного зуба T_z , то машинний час обробки шестерні складе

$$T_0 = T_z \cdot z, \text{ хв}.$$

7. ОБРОБКА НА ШЛІФУВАЛЬНИХ ВЕРСТАТАХ

На шліфувальних станках виконують різні види робіт, основними з яких є: кругле зовнішнє і внутрішнє шліфування з подовжньою подачею; плоске шліфування торцем круга на верстатах з прямокутним столом; плоске шліфування торцем круга на верстатах з круглим столом; плоске шліфування периферією круга на верстатах з прямокутним столом; плоске шліфування периферією круга на верстатах з круглим столом; безцентрове шліфування.

Основний час при круглому зовнішньому і внутрішньому шліфуванні з подовжньою подачею визначають по формулі

$$T_0 = \frac{2L_d h}{n_d s_p B_k s_{\text{п}}} K_{\text{ш}}, \text{ хв},$$

де L_d – довжина шліфування, мм; $L_d = 1 \{ \dots 2 m \} B_k$ (тут $m = (0,3 \dots 0,5) B_k$; l – довжина шліфування по кресленню, мм; h – припуск на сторону, мм; n_d – частота обертання деталі, об/хв, або число подвійних ходів столу (круга) в хвилину; s_p – подача радіальна (поперечна) на один подвійний хід столу, мм; B_k – ширина круга, мм; s_n – подача подовжня в долях ширини круга; K_{III} – коефіцієнт, що враховує точність шліфування і знос круга (при грубому шліфуванні $K_{III} = 1,2 \dots 1,4$, а при чистовому $K_{III} = 1,3 \dots 1,7$). Частоту обертання деталі п визначають за формулою

$$n = \frac{1000v}{\pi D}, \text{ об/хв,}$$

де v – окружна швидкість деталі, м/с; D – діаметр шліфованої деталі.

Подовжні і поперечні подачі встановлюють по нормативах з урахуванням діаметру шліфованої деталі (по кресленню), характеристики оброблюваного матеріалу (сталь загартована або незагартована, чавун).

Поперечні подачі s_p на один подвійний хід столу для сталей загартованих складають 0,025...0,045 мм, при обробці незагартованих сталей – 0,030...0,055 мм; для чавуну – 0,004...0,006.

Подовжні подачі круга s_n на один оборот деталі в долях ширини круга приймають: для деталей діаметром до 20 мм – $(0,3 \dots 0,5) B_k$, для деталей діаметром понад 20 мм – $(0,7 \dots 0,85) B_k$.

Окружна швидкість обертання деталі при зовнішньому круглому шліфуванні залежить від стану матеріалу деталі (загартована, незагартована сталь), величини поперечної і подовжньої подач, а також від типу шліфувального круга (тип зв'язки) і способу подачі (ручна, автоматична). Так, при роботі кругами на керамічній зв'язці з ручною подачею $v = 25 \dots 30$ м/с, а з автоматичною подачею $v = 30 \dots 35$ м/с. Робота кругами на бокситовій або вулканітовій зв'язці з ручною або автоматичною подачею дозволяє застосувати $v = 35 \dots 40$ м/с, а робота спеціальними кругами – $v = 40 \dots 65$ м/с.

Основний час при плоскому попередньому шліфуванні торцем круга на прямокутному столі визначають за формулою

$$T_o = \frac{1,1 L_d h}{1000 v_d s_n q_d}, \text{ хв,}$$

де v_d – швидкість руху столу (звичайні 10...20 м/хв залежно від виду шліфування); q_d – число одночасно шліфованих деталей. Коефіцієнт 1,1 враховує час зачистки при чорновому шліфуванні, для чистового шліфу-

вання він складає $1,2 \dots 1,5^1$. Плоске шліфування торцем круга на верстатах з круглим столом вимагає витрат часу, визначуваних по формулі

$$T_o = \frac{1,1h}{n_d s_B q_d}, \text{ хв,}$$

де s_B – подача на глибину (вертикальна) на оборот столу в хвилину, яка визначається по нормативам, мм. Зазвичай встановлюють при грубому шліфуванні $s_B = 0,015 \dots 0,4$ мм, а при чистовому $s_B = 0,005 \dots 0,01$ мм.

При плоскому шліфуванні периферією круга на верстатах з прямим кутом столом основний час визначають за формулою

$$T_o = \frac{1,1L_d B_d h}{1000 v_d s_K B_K s_{pr} q_d}, \text{ хв,}$$

де B_d – ширина шліфування всіх деталей на столі верстата; s_K – подача круга на один хід столу, мм.

При обробці на плоскошліфувальних верстатах з круглим столом периферією круга застосовують цю ж формулу, але замість B_d беруть D_{cp} – середній діаметр робочої зони столу, мм.

Основний час при безцентровому шліфуванні визначають по формулі

$$T_o = \frac{Lq_n + B_K}{s_{пр} q_n} iK,$$

де L – довжина оброблюваної деталі, мм; q_n – розмір партії шліфованих деталей, шт.; $s_{пр}$ – подовжня подача, мм/хв, $s_{пр} = kv_{B,K} \sin \alpha$, тут k – коефіцієнт прослизання деталі по провідному кругу (береться $0,97 \dots 0,99$); α – кут повороту провідного круга і осі шліфувального круга (зазвичай $\alpha = 1,5 \dots 3,5^\circ$); s_{BK} – швидкість провідного круга, м/хв; K – коефіцієнт, що враховує вид обробки; i – число проходів.

Величину основного часу із застосуванням приведеної формули визначають в такій послідовності:

– припуск під обробку розподіляють на чорнове і чистове шліфування, тобто визначають h_1 і h_2 ;

– залежно від діаметру деталі і її довжини встановлюють кут повороту провідного круга α ;

– встановлюють окружну швидкість деталі залежно від її діаметру, кута α і глибини різання;

¹Ці ж коефіцієнти необхідно враховувати і при інших видах шліфування.

- знайдену швидкість помножують на коефіцієнт, що характеризує марку круга;
- по знайденій швидкості різання визначає частоту обертання провідного круга, об/хв, яку потім коректують по паспорту верстата;
- визначають хвилинну подовжню подачу деталі $s_{\text{пр}}$;
- знайдені дані підставляють у формулу машинного часу і визначають його нормативні витрати.

Витрати основного часу при безцентровому шліфуванні в 4–5 разів менше в порівнянні з обробкою тих же деталей на круглошліфувальних верстатах.

Приклад. Визначити норму штучного часу на кругле центрове шліфування вала.

Вихідні дані. Деталь – вал (рис. 7). Матеріал деталі – сталь 12ХНЗ цементована й загартована, HRC 62...64. Маса деталі 9 кг. Верстат круглий-шліфувальний мод. 313.

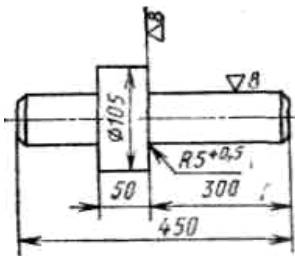


Рис. 7. Валик

Вимірювальний інструмент: скоба гранична однобічна 50С; шаблон радіусний граничний $R = 5_{+0,5}$ мм.

Розмір поверхні до шліфування $D = 50,6_{-0,20}$ мм, після шліфування $D = 50_{-0,017}$ мм. Шліфувальне коло ПВК 500×50×305 мм.

Розрахунок виконуємо по нормативах [5] у наступному порядку.

1. Робимо вибір шліфувального кола. При обробці поверхні з параметром шорсткості $Ra = 0,63$ мкм (в 8) з поздовжньою подачею й твердістю оброблюваного матеріалу HRC > 50 рекомендується шліфувальне коло з характеристиками ЭБ 16-25С1К (нормативи [5]).

2. Визначаємо припуск на обробку за формулою

$$2h = \frac{50,6 + 50,4}{2} - \frac{50 + 49,98}{2} = 0,5 \text{ мм.}$$

Припуск на сторону $h = 0,25$ мм.

3. Визначаємо частоту обертання деталі. При діаметрі шліфування $D = 50$ мм і оброблюваної сталі $HRC > 50$ частота обертання деталі $n_{\text{л}} = 250$ об/хв (карта 6). По паспорті верстата $n = 240$ об/хв.

4. Визначаємо поздовжню хвилинну подачу при ширині кола $B_{\text{к}} = 50$ мм, параметрі шорсткості $Ra = 0,63$ мкм (V 8) $s = 3450$ мм/хв (нормативи [5]).

5. Визначаємо поперечну подачу на хід стола $s_{\text{тх}} = 0,0066$ мм/хід (нормативи [5]).

6. Визначаємо основне (технологічне) час з урахуванням поправочних коефіцієнтів.

Поправочні коефіцієнти на поперечну подачу для даного випадку приймаємо залежно від розміру шліфувального кола $K_{st} = 0,9$; залежно від шліфується поверхності, Шцо, $K_{st} = 0,73$; залежно від точності $K_{stx} = 1,25$. Тоді основний час

$$T_0 = \frac{L_{\text{л}} h}{s_M s_{\text{тх}} K_{st} K_{stM} K_{stX} K_{\text{ж}}} = \frac{300 \cdot 0,25}{3450 \cdot 0,0066 \cdot 0,9 \cdot 0,73 \cdot 1,25} \approx 6 \text{ хв.}$$

Коефіцієнт, що враховує точність і твердість верстата, $K_{\text{ж}} = 1$ (нормативи [5]).

7. Визначаємо допоміжний час за нормативами розділ 9.

а) час на установку й зняття деталі в центрах без надягання хомутка масою 9 кг становить 0,34 хв;

б) допоміжний час, пов'язане з обробкою поверхні, виміром скобою при 6-м квалітеті (2-й клас точності) становить 0,65 хв.

Час на контрольні виміри в норму штучного часу не включається, тому що в цьому випадку ці виміри перекриваються основним часом. Сумарна тривалість допоміжного часу на операцію дорівнює $0,34 + 0,65 = 0,99$ хв.

8. Визначаємо норму штучного часу за формулою

$$T_{\text{ш}} = T_{\text{оп}} \left(1 + \frac{a_{\text{обс}} + a_{\text{отл}}}{100} \right) = (6,0 + 0,99) \left(1 + \frac{9 + 4}{100} \right) \approx 6 \text{ хв,}$$

де $a_{\text{обс}} + a_{\text{отл}} = 9 + 4 = 13$ % (карти 45, 88).

9. Визначаємо норму підготовчо-заключного часу див. розд. 12:

$$T_{\text{пз}} = (10 + 7) = 17 \text{ хв [12].}$$

8. ОБРОБКА НА ПРОТЯЖНИХ ВЕРСТАТАХ

Цей вид обробки є одним з найбільш продуктивних видів обробки металів різанням. Простяганням обробляють внутрішні і зовнішні поверхні. Особливо вигідно обробляти простяганням деякі фасонні внутрішні і зовнішні поверхні (наприклад шліцьові).

Основний час при обробці на протяжних верстатах визначають за формулою

$$T_o = \frac{HLK_{к.ч}K_{o.x}}{1000 v_{s_z}z} \text{ хв},$$

де H – припуск під обробку на сторону, мм; L – довжина оброблюваної поверхні з урахуванням перебігання інструменту, мм; перебігання інструменту приймається рівним 30...50 мм; $K_{к.ч}$ – коефіцієнт, що враховує наявність колібруючої частини протяжки; значення цього коефіцієнта зазвичай приймають рівним 1,2...1,3; $K_{o.x}$ – коефіцієнт, що враховує зворотний хід протяжки;

$$K_{o.x} = \frac{v_{p.x} + v_{o.x}}{v_{o.x}},$$

де $v_{p.x}$, $v_{o.x}$ – швидкість відповідно робочого і зворотного ходу інструменту, м/хв.

Швидкість обробки на протяжних верстатах при простяганні отворів (круглих, шполах, шліцьових) визначають за формулою:

$$v_{p.x} = \frac{C_v}{T_u^m s_z^w},$$

де C_v – коефіцієнт, залежний від механічних властивостей оброблюваного матеріалу, типу протяжки і матеріалу її; T – стійкість протяжки в хвилинах машинного часу робочих ходів; s_z – подача на один зуб протяжки, мм; m і w – показники степені, які визначаються за нормативами залежно від оброблюваного матеріалу (його міцності) і стійкості в хвилинах.

Зусилля різання при простяганні залежить від глибини (подачі) різання, що доводиться на один зуб, і кількості зубів z , що знаходяться одночасно в роботі. Величина z залежить від довжини оброблюваної поверхні і кроку зубів протяжки Π_z , її визначають як відношення цих величин, тобто

$$z = L / \Pi_z.$$

Зусилля різання на один зуб протяжки визначають так само, як і при нормуванні робіт на інших верстатах, тобто залежно від перетину стружки і міцності оброблюваного матеріалу. На зусилля різання при простяганні роблять вплив і інші чинники, зокрема геометрія ріжучих кромek зубів протяжки, тип охолодження і ін.

Перетин стружки f , що доводиться на один зуб, рівно відношенню ширини простягання на глибину (подачу) різання.

При простяганні круглих отворів

$$f = 2\pi R s_z, \text{мм}^2,$$

де R – радіус середнього значення суми радіусів оброблюваного отвору до і після обробки, мм; s_z – подача (глибина) різання на зуб протяжки.

При простяганні пазів шпон перетин стружки, що доводиться на один зуб протяжки, визначають як відношення ширини паза шпони b на s_z і на кількість пазів шпон, що протягуються одночасно однією протяжкою. Загальний перетин шару металу, що знімається протяжкою, рівний твору перетину стружки на один зуб на кількість зубів, що знаходяться одночасно в процесі різання.

9. НОРМУВАННЯ ДОПОМІЖНОГО ЧАСУ ПРИ ОБРОБЦІ НА МЕТАЛОРІЗУЮЧИХ ВЕРСТАТАХ

Допоміжний час на операцію при обробці на металорізальних верстатах встановлюють або шляхом проведення хронометражу, або по відповідних нормативах – загально-машинобудівним, галузевим, заводським (місцевим). Доцільніше при встановленні норм часу, вироблення використовувати готові нормативи на допоміжні елементи операцій, централізований, що розробляються, оскільки це дозволяє значно скоротити час нормування і разом з тим отримати всебічно обґрунтовану норму.

Нормативи розробляють для використання їх в певних організаційно-технічних умовах і стосовно певного типу виробництва. Наприклад, для серійного виробництва загально-машинобудівні нормативи розраховані на наступні організаційно-технічні умови:

виробнича програма підприємства передбачає одночасне виготовлення декількох різних видів машин, що випускаються протягом тривалого часу середніми за розміром партіями (до декількох сотень штук);

у виробництві використовують по перевазі універсальне устаткування, а також універсальне, нормалізоване і спеціальне оснащення і інструмент;

деталі закріплені за ділянками відповідно до їх конструктивних і технологічних ознак;

тривалість роботи верстата при обробці партії деталей без переналадки складає 0,25...6,0 робочих змін;

на кожну операцію розробляють докладний технологічний процес з вказівкою режимів роботи верстата, переходів, оснащення і інструменту;

робоче місце забезпечують всім необхідним (технологічною і платіжною документацією, заготовками, інструментом і пристосуваннями) в централізованому порядку;

заточування інструменту виконують централізовано;

ті робочі місця, на яких обробляють важкі деталі, оснащені необхідними підйомно-транспортними засобами;

робоче місце забезпечене всім необхідним допоміжним технологічним і організаційним оснащенням, що дозволяє звести до мінімуму витрати допоміжного часу (оправки, хомутики, поворотні столи, швидкодіючі пневматичні пристосування, тумбочки, стійки і стелажі для деталей і інструменту і т. д.).

З урахуванням цих умов нормативи допоміжного часу встановлюють на кожен вид устаткування на технологічні комплекси прийомів. Залежно від виду використовуваного устаткування і характеру виконуваної роботи застосовують два методи встановлення допоміжного часу на операцію: для багатоперехідних операцій по прийомах на кожен перехід окремо з подальшим підсумовуванням часу по переходах і для одноперехідних операцій на укрупнений комплекс допоміжних прийомів, що охоплює операцію в цілому.

Нормативи допоміжного часу встановлюють роздільно для обслуговування робочим одного верстата і багатOVERSTATного обслуговування.

Істотний вплив на величину допоміжного часу на операцію надає масштаб виробництва (величина партії деталей і трудомісткість однієї деталі), тому нормативи розробляють на середні розміри партій оброблюваних. Відхилення фактичного масштабу виробництва від середнього його масштабу для всіх типів виробництва враховується за допомогою поправочних коефіцієнтів КТд (табл. 5)

∞ Таблиця 5. Поправкові коефіцієнти для допоміжного часу на операцію при обробці наметало різальних верстатах

Опера- тивний час, х в	Кількість деталей в партії, шт.																	
	1-2	3-5	6-10	11-15	16	25	40	63	100	160	250	400	630	1000	1600	2500	4000	6400
Одиночне та дрібносерійне виробництво																		
Для всіх значень	1,2	1,0	0,9	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Серійне виробництво																		
1-3	-	-	-	-	-	-	1,23	1,15	1,07	1,0	0,93	0,87	0,81	-	-	-	-	-
4-7	-	-	-	-	1,23	1,15	1,07	1,0	0,93	0,87	0,81	0,76	-	-	-	-	-	-
8-30	-	-	-	-	1,15	1,07	1,10	0,93	0,87	0,81,76	-	-	-	-	-	-	-	-
Більше 30	-	-	-	-	1,0	0,93	0,87	0,81	0,76	0,71	-	-	-	-	-	-	-	-
Великосерійне виробництво																		
0,7-1,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,32	1,23	1,15	1,07	1,0	0,93	0,87	0,81	0,76
2,0-4,9	-	-	-	-	-	-	-	1,32	1,23	1,15	1,07	1,0	0,93	0,87	0,81	0,76	0,71	0,66
5,0-20	-	-	-	-	-	-	-	1,23	1,15	1,07	1,0	0,93	0,87	0,81	0,76	0,71	0,66	-
Більше 20	-	-	-	-	-	-	-	1,07	1,0	0,93	0,87	0,81	0,76	0,71	0,66	-	-	-

У масовому виробництві величина допоміжного часу залежить від такту роботи потокової лінії. При величині такту лінії $r - 2$ хв, $K_{\text{тд}} = 1,0$. При такті роботи потокової лінії менше 2 хв поправковий коефіцієнт буде менше 1,0, зменшуючись на 0,1 при кожному подальшому зменшенні часу такту в два рази або відповідно збільшуючись на 0,1 при кожному подальшому подвоєнні тривалості такту. Наприклад, при $r - 1$ хв, $K_{\text{тд}} = 0,9$, а при $r = 4$ хв, $K_{\text{твд}} = 1,10$.

У одиничному і дрібносерійному виробництві нормативи допоміжного часу на верстатні операції підрозділяються на дві групи нормативів, що розробляються на стандартні комплекси прийомів: нормативи часу, пов'язаного з установкою і зняттям деталі і пов'язаного з переходом або обробкою поверхні.

Час на установку і зняття деталі залежить від виду металорізального устаткування (токарні, фрезерні, свердлувальні верстати і под.), способу установки і характеру вивірювання установки деталі, маси деталі (заготовки), наявності або відсутності на робочому місці підйомного пристрою і його типу, кількості болтів, що кріплять, або виду заготівки (пруток, індивідуальна заготівка) і т. д.

Допоміжний час, пов'язаний з переходом або оброблюваною поверхнею в одиничному і дрібносерійному виробництві, встановлюють з урахуванням наступних чинників: характеру обробки (подовжнє обточування, розточування, відрізка, проточка зовнішніх або внутрішніх канавок, обточування галтелі або фасок, розгортання, розсвердлювання, фрезерування або стругання горизонтальних або вертикальних площин, пазів тощо); ширина (діаметру) і довжини обробки; класу точності; вигляду і характеристики матеріалу. З урахуванням вказаних чинників час, пов'язаний з переходом, при роботі на різних верстатах має наступні значення; (табл. 6).

Таблиця 6

Верстати	Час, хв
Токарні	0,8 – ,0
Карусельні	1,5 – 8,1
Свердильні	0,45 – 1,05
Фрезерні	1,0 – 2,0
Поперечно-стругальні	1,8 – 3,4
Подовжньо-стругальні	2,0 – 5,0
Довбальні	1,2 – 1,5
Круглошліфувальні	0,55 – 3,2
Внутрішньошліфувальні	1,3 – 8,6
Плоскошліфувальні	0,8 – 3,8

У серійному виробництві нормативи допоміжного часу на верстатні операції підрозділяються на такі групи: нормативи допоміжного, часу на установку і зняття, деталі; часу, пов'язаного з переходом або обробкою поверхні; пов'язаного з операцією в цілому; пов'язаного з контрольними вимірюваннями оброблюваної поверхні в ході обробки.

Час, зв'язаний з установкою і зняттям деталі, залежить від тих же чинників, що і в дрібносерійному виробництві. Так, при установці деталі в самоцентруючому патроні уручну без вивірювання час комплексу прийомів залежно від маси деталі складе:

Затискне пристосування	Час, хв
У безключовому патроні	0,09...0,24
У патроні з кріпленням ключем	0,17...0,95
З кріпленням пневматичним затиском	0,11...0,42
У патроні з вертикальним розташуванням осі	0,14...0,55
У патроні з розрізною втулкою	0,19...0,50
У патроні з центром задньої бабки при підводі пінолі	0,35...1,1
У патроні з центром задньої бабки і використанням люнети	0,55...1,4
Те ж, при нерухомому люнеті	0,4...1,2

При використанні цангового патрона і виготовленні деталі з прутка час на установку залежить головним чином від довжини висунення прутка і його діаметру. Так, при довжині висунення прутка 50 мм час складе для прутка діаметром 10 мм – 0,12 хв діаметром 40 мм – 0,21 хв і діаметром понад 50 мм – 0,33 хв. При кожному подальшому подвоєнні довжини висунення прутка час збільшується на 0,02...0,08 хв.

Установка деталей масою до 30 кг, згідно нормативам, повинна проводитися уручну, від 30 до 1000 кг – підйомником при верстаті і при масі їх 30...1500 кг – мостовим краном.

Час, пов'язаний з переходом, залежить від групи устаткування (токарні, фрезерні, шліфувальні верстати і т. д.), способу установки інструменту (по лімбу; по упору; з попереднім вимірюванням або без нього; з узяттям пробних стружок), точності вимірювання, вимірюваного розміру, кількості інструментів, що беруть участь одночасно в обробці, діаметру оброблюваної. Так, при подовжньому точінні і розточуванні при обробці різцем, встановленим на розмір, час, пов'язаний з переходом, складе 0,08...0,17 хв; при установці різця по лімбу або упору – 0,13...0,31, з попереднім вимірюванням – 0,27...0,7, з узяттям пробних стружок і обробці: по 2-у класу точність – 0,55...2,8 хв; по 3-у – 0,38-2,0; по 4-5-у - 0,24- 1,1 хв.

Допоміжний час на перехід або обробку поверхні включає виконання таких прийомів: підведення інструменту (різця, свердла, фрези і т. д.),

включення і виключення подачі, вимірювання деталі при узятті пробних стружок, відведення інструменту в початкове положення.

Допоміжний час, пов'язаний з операцією, встановлюють при виконанні одноперехідних операцій з постійними режимами різання в одній операції при обробці на деяких видах верстатів. Сюди включають час на установку і зняття деталі, пуск верстата (для напівавтоматичних верстатів), підведення і установку інструменту на розмір обробки, включення і виключення подачі, вимірювання в процесі обробки (при необхідності).

Допоміжний час на контрольні вимірювання в серійному виробництві встановлюють тільки на ті, які вимагають зупинки верстата або виконуються після закінчення обробки поверхні. Час на вимірювання, вироблені в процесі обробки, включається в час, пов'язаний з переходом або обробкою даної поверхні за типами устаткування. Час на контрольні вимірювання включає час на такі прийоми: узяти мірний інструмент; встановити розмір вимірювання; очистити вимірювану поверхню, зміряти; проконтролювати візуально розмір і відкласти інструмент на місце. Визначаючи час на контрольні вимірювання, необхідно зважати на специфіку деяких робіт, наприклад необхідність охолодження деталі після шліфування, промивку деталей перед вимірюванням і т.п. Якщо контроль розмірів здійснюється автоматично по приладах безпосередньо в процесі обробки, час на контрольні вимірювання окремо не нормують. Слід враховувати також кількість (періодичність) вимірювань при обробці, яке залежить від способу досягнення заданих розмірів деталі (забезпечується конструкцією інструменту, установкою інструменту на розмір, шляхом узяття пробних стружок і т. д.).

У великосерійному виробництві допоміжний час на операцію включає час на такі ж комплекси прийомів, як і в серійному, а нормування його здійснюється аналогічно нормуванню в серійному виробництві з урахуванням тих же чинників. Проте у зв'язку з тим, що у великосерійному виробництві використовуються в значно великих масштабах спеціальне устаткування і інструмент, робочі місця спеціалізовані на виконанні відносно невеликого числа різних операцій, застосовується велика кількість видів спеціального оснащення (штампи, прес-форми, кондуктори та ін.) і спеціального оброблювального інструменту, допоміжний час на ті ж комплекси прийомів зменшується в 1,8...2,0 разу в порівнянні з серійним виробництвом.

У масовому виробництві у складі операційного допоміжного часу виділяється час на установку і зняття деталі, управління верстатом, контрольні вимірювання в ході обробки.

Час на установку і зняття деталі дається по видах використовуваних пристосувань незалежно від типів верстатів. Нормативи розробля-

ють на типові способи установки і кріплення деталей в універсальних і спеціальних затискних пристосуваннях, включаючи: самоцентруючий патрон, планшайбу, цанговий патрон, центру, кінцеве облямовування, лещата верстатні, магнітний стіл, рамку-сепаратор, ніж або похилий жолоб, бункер верстата, а також спеціальні пристосування, перелік яких приводиться в нормативах. При установці деталі уручну виділяють такі комплекси прийомів: узяти деталь, встановити і закріпити; відчепити деталь, зняти і відкласти.

При використанні підйомника виділяють наступні комплекси прийомів: застропити деталь, підняти підйомником, встановити, закріпити і розстропити; застропити деталь, відчепити, підняти підйомником, перемістити на місце, розстропити. У табл. 7 приведені деякі типові нормативні величини часу на установку і зняття деталі в масовому виробництві при обробці на металорізальних верстатах.

Таблиця 7. Час на установку і зняття деталі (масове виробництво)

Затискний пристрій	Спосіб подачі заготовки на верстат	Кріплення	Нормативний час, хв
Самоцентруючий патрон або планшайба	Вручну	Безключове	0,032...0,107
		Пневматичне	0,043...0,22
		Ключем	0,088...0,385
	Підйомником	Пневматичне	1,2...1,55
		Ключем	1,5...1,9
		Важелем	0,053...0,067
Цанговий патрон при виготовленні деталі з прутка	Вручну	Пневматичне	0,006...0,52
		Важелем	0,12...0,55
Центра	Вручну	Пневматичне	0,036...0,195
		Важелем	0,038...0,20
		Рукояткою з кріпленням пінолі	0,04...0,234
		Маховичком з кріпленням пінолі	0,044...0,258
	Підйомником	Пневматичне	1,1...1,6
		Рукояткою з кріпленням пінолі	1,2...1,7
		Маховичком	1,3...1,8
Лещата верстатні	Вручну	Пневматичне	0,042...0,155
		Ексцентриковим затиском	0,053...0,16
		Гвинтовим затиском	0,058...0,17

Вказаний в табл. 8 час даний на першу деталь. При установці кожній подальшій деталі на кінцевому облямовуванні, у верстатних лещатах або спеціальних пристосуваннях застосовується поправочний коефіцієнт 0,75. У всіх випадках основним чинником тривалості комплексу прийомів є маса встановлюваної деталі.

Таблиця 8

Елемент операції (прийом)	Час, хв.
1	2
Вмикання і вимикання верстата (або шпинделя)	0,015...0,02
Очікування зупинки обертання шпинделя	0,05
Поворот різцевої головки на наступну позицію	0,04
Поворот револьверної головки на наступну позицію	0,015
Установка і зняття інструменту в швидко знімно-мупатроні	0,03...0,07
Установка кондукторної втулки і зняття	0,05...0,07
Підведення або відведення інструменту при знятті фасок у отворах	0,013
Установка різьбонарізної головки в робоче положення (звести плашки важелем)	0,02
Розтиск брусків хонінгвальної головки	0,02...0,03
Зняття брусків хонінгвальної головки	0,015...0,025
Закріплення або відкріплення каретки	0,02
Поворот столу з робочої позиції на завантажувальну	0,047
Підведення інструменту до деталі або деталі до інструменту	0,01...0,06
Переміщення каретки супорта в подовжньому напрямі на відстань 100...500 мм	0,04...0,1
Переміщення шпинделя в початкове положення на Відстань 50...500 мм	0,03...0,15
Переміщення супорта в поперечному напрямі (відстань 50...100 мм)	0,04...0,08
Переміщення шпинделя у вертикальному напрямі (відстань 100...400 мм)	0,017...0,042
Переміщення столу верстата в подовжньому або поперечному напрямі (на кожні 100 мм)	0,04

Нормативи допоміжного часу на прийоми управління верстатом включають наступні елементи:

Допоміжний час на контрольні вимірювання в ході обробки встановлюють на наступні прийоми: узяти інструмент; заміряти деталь; відкласти інструмент. Воно залежить від типу мірильного інструменту, способу вимірювання, точності вимірювання, вимірюваного розміру. В середньому час одного вимірювання деталі за допомогою пробок, скоб, штанген-

циркулів, мікрометрів, індикаторів, нутромірів, солексів, ротаметрів, шаблонів, різьбових кілець і мікроскопів складає 0,1...0,3 хв.

Ці нормативи застосовні і в умовах інших типів виробництва. Вони можуть бути використані і при нормуванні праці контролерів ОТК, обслуговуючих виробничі ділянки.

10. НОРМУВАННЯ ЧАСУ ОБСЛУГОВУВАННЯ РОБОЧОГО МІСЦЯ НА ВЕРСТАТНИХ РОБОТАХ

Час на обслуговування робочого місця на верстатних операціях встановлюють у відсотках до оперативного часу стосовно типів обслуговуваних верстатів.

У дрібносерійному виробництві час обслуговування робочого місця включають до складу неповного штучного часу в сумі з часом на відпочинок і особисті потреби і часом на установку і зняття деталі. Загальномашинобудівними нормативами передбачені наступні розміри часу на обслуговування робочого місця (табл. 9).

Таблиця 9. Час обслуговування робочого місця

Типи обслуговуваних верстатів	Час, % від оперативного
Токарно-гвинторізні і токарно-карусельні	3,5...5,5
Свердлильні, поперечно-стругальні і довбальні	4...5,0
Горизонтально і вертикально-фрезерні	4...6,0
Поздовжньо-стругальні і поздовжньо-фрезерні	4...7,0

У серійному виробництві час обслуговування робочого місця нормують окремо, причому виділяють прийоми технічного і організаційного обслуговування робочого місця.

Час обслуговування робочого місця в умовах серійного виробництва, як і в умовах інших його типів, встановлюють за даними спостережень, що проводяться безпосередньо на робочих місцях даної виробничої ділянки, за умови, що організація і обслуговування робочих місць всім необхідним приведені у відповідність з вимогами НОТ. Воно може бути визначене і по загальномашинобудівних нормативах за умови, що рівень організації робочого місця відповідає рівню, на який розраховані нормативи (табл. 10).

Таблиця 10. Час на обслуговування робочого місця (серійне виробництво)

Типи верстатів	Час, % до оперативного за групою верстатів ¹			
	I	II	III	IV
1	2	3	4	5
Токарно-гвинторізні, револьверні, вертикально-свердлувальні, горизонтально-, вертикально- і універсально-фрезерні	3,5	4,0	5,0	5,5
Карусельні	5,5	6,0	6,5	—
Горизонтально-розточувальні, револьверні з горизонтальним обертанням головки, радіально-свердлильні, подовжньо-фрезерні, подовжньо-стругальні, зубофрезерні і зубостругальні	4,0	4,5	5,5	—
Копіювально-фрезерні	3,5	4,0	4,5	—
Поперечно-стругальні, довбальні, протяжні	3,5	4,0	—	—
Внутрішньошліфувальні	5,0	6,0	7,0	—
Плоскошліфувальні	4,5	5,5	—	—
Безцентрово-шліфувальні	8,0	13,0	—	—
Круглошліфувальні	9,0	10,0	—	—
Верстати для суперфінішу, доводочні верстати	7,0	—	—	—
Зубодовбні	4,0	4,5	—	—
Зубошівінгувальні, зубозакругляючі, шліцефрезерні, різьбофрезерні, різьбоканатні	4,0	—	—	—
Шпоночно-фрезерні	3,0	—	—	—
Зубо-, шліце- і різьбошліфувальні	10,0	—	—	—
Відрізні	5,5	—	—	—
Центрувальні	3,5	—	—	—

Примітка: Критеріями віднесення верстата до тієї або іншої групи з чотирьох є його розміри і конструктивні особливості.

У великосерійному виробництві час обслуговування робочого місця, як і в серійному, підрозділяють на час технічного і організаційного обслуговування. Елементна структура першого і другого також аналогічна структурі його в серійному виробництві. Тому і нормування часу обслуговування робочого місця у великосерійному виробництві здійснюється також у відсотках до оперативного часу у вигляді постійної величини, розрахованої з урахуванням певних організаційно-технічних умов протікання трудового процесу. Для визначення норми часу на обслуговування робочого місця можна скористатися даними табл. 10 за умови застосування до поміщених в ній даним поправочного коефіцієнта, що враховує тип виробництва, $K_{т.п} = 0,8...0,9$.

У масовому виробництві час на обслуговування робочого місця встановлюють у відсотках до оперативного або основного, підрозділяють на час технічного і організаційного обслуговування і нормують роздільно.

Для окремих груп верстатів, обслуговування яких схоже, нормативи часу технічного обслуговування робочого місця по комплексах прийомів розробляють з урахуванням найважливіших чинників тривалості кожного комплексу прийомів. Наприклад, тривалість комплексу «Зміна ріжучого інструменту з підналадкою верстата» залежить від типу ріжучого інструменту і способу його закріплення на верстаті; точність що дотримується при обробці, розміру і розмірі інструменту (по його перетину).

Розраховують час технічного обслуговування робочого місця по комплексу прийомів «Зміна ріжучого інструменту з підналадкою верстата» за формулою

$$T_{\text{тех}} = \frac{T_o T_{\text{с.п}}}{T_i} \text{ хв},$$

де T_o – основний (технологічний) час на операцію, хв.; $T_{\text{с.п}}$ – час на зміну інструменту і підналадку верстата при роботі одним інструментом або сумарний час на зміну всіх працюючих інструментів при багатоінструментній наладці, хв; T_i – стійкість інструменту, встановлена по нормативах режимів різання, хв.

Величину $T_{\text{с.п}}$ визначають шляхом хронометражу або по нормативних таблицях. Час в таблицях даний на установку одного інструменту. При багатоінструментній обробці час на установку першого інструменту беруть по таблицях, а на установку кожного подальшого додають 0,8 хв.

Загальний час технічного обслуговування можна визначити за наступними даними (табл. 11).

Таблиця 11. Обслуговування робочого місця

Типи верстатів	Час $T_{\text{тех}}$, % від основного
Плоскошліфувальні, хонінговальні, верстати для суперфінішу	4,0
Зубошліфувальні	6,0
Шліценшліфувальні	6,5
Зубофрезерні, зубодовбні, зубостругальні	2,5
Зубошевінгувальні, зубозакругляючі, різьбофрезерні гайконарізні, різьбокнатні, болторізні, протяжні, centruючі	2,0

Час організаційного обслуговування робочого місця в масовому виробництві встановлюють у розмірі 1...3 % від оперативного часу, а його зміна у вказаних межах залежить від типу верстата, його розмірів, умов роботи (з охолодженням, без охолодження). Максимальний розмір часу на організаційне обслуговування (до 3 %) встановлюють при роботі на токарних багатошпиндельних автоматах, багатошпиндельних вертикально-свердлувальних, свердлувальних автоматах, фрезерних полуавтоматах – і агрегатних верстатах. Для решти всіх верстатів час організаційного обслуговування беруть в межах 1,0...1,7 % від оперативного часу.

11. НОРМУВАННЯ ЧАСУ НА ВІДПОЧИНОК І ОСОБИСТІ ПОТРЕБИ ПРИ ВИКОНАННІ ВЕРСТАТНИХ ОПЕРАЦІЙ

В одиничному і дрібносерійному виробництвах час на відпочинок і особисті потреби нормувати окремо недоцільно, тому його встановлюють сумарно з часом обслуговування робочого місця.

У серійному виробництві час перерв на відпочинок і особисті потреби при роботі з ручною подачею визначають у розмірі 6–7 % від оперативного з урахуванням маси деталей, що встановлюються на верстаті уручну, і тривалості оперативного часу на операцію в хвилинали. При роботі з механічною подачею інструменту час на відпочинок і особисті потреби складає 4 % від оперативного, при роботі з підйомником – 5 %.

У великосерійному і масовому виробництвах час перерв на відпочинок і особисті потреби для верстатників встановлюють у відсотках від оперативного часу в наступних розмірах: при установці деталей на верстаті і знятті їх уручну і роботі з ручною подачею – 7...10 %; те ж саме при роботі з механічною подачею – 5...8 %; при роботі з підйомником для всіх випадків – 5 %.

12. НОРМУВАННЯ ПІДГОТОВЧО-ЗАВЕРШАЛЬНОГО ЧАСУ ПРИ ВИКОНАННІ ВЕРСТАТНИХ ОПЕРАЦІЙ

Тривалість підготовчо-заклучного часу визначається рядом чинників, основними з яких при виконанні верстатних операцій є: тип устаткування; тип пристосування; складність наладки; розмір обробки (діаметр інструменту); необхідність заміни інструменту або відсутність такої необхідності при переході до обробки іншої партії деталей.

Найбільш важливим чинником тривалості підготовчо-заключного часу є складність наладки, яка підрозділяється на три ступені: «проста», «середньої складності» і «складна». До «простої» наладки відноситься наладка верстата при роботі з 1–2 інструментами, до наладки «середньої складності» – робота з 3...6 інструментами і до «складної» – робота з 7...12 інструментами. При збільшенні кількості інструментів в наладці на одиницю підготовчо-заключного часу збільшують на 1 – 2 хв за рівних інших умов.

Нижче приведені середні нормативні значення підготовчо-заключного часу при роботі на найбільш представницьких групах верстатів в умовах одиничного і дрібносерійного виробництва (табл. 12).

Таблиця 12

Типи верстатів	Час, хв
1	2
Токарно-гвинторізні	27...33
Карусельні	30...33
Свердлувальні	23...27
Горизонтально- і вертикально-фрезерні	22...26
Поперечно-стругальні	20...22
Подовжно-стругальні	27...30
Довбальні	18...20
Шліфувальні	20...30

У серійному виробництві підготовчо-заключний час на партію деталей залежить від способу установки деталі на верстаті, кількості ріжучих інструментів в наладці, розміру верстата. Так, при кріпленні деталі в універсальному пристосуванні (патрон, центру, облямовування) і кількості інструментів в наладці до два підготовчо-заключний час при роботі на токарний-гвинторізних верстатах складе в середньому 18...20 хв. При кріпленні деталі в спеціальному пристосуванні і два ріжучих інструменти в наладці цей же час складе 20...24 хв. При збільшенні числа інструментів в наладці з 2 до 4 підготовчо-заключний час збільшується на 3...6 хв, а при числі інструментів 5-6 – на 5-6 хв.

Час на будь-який з додаткових прийомів (установка і зняття копіра, люнету, задньої бабці, упору та ін.) складає 3...7 хв залежно від розміру обслуговуваного верстата. Виняток становлять настройка пристосування для автоматичного вимірювання в процесі обробки (10 хв); накатка профілю у багатOVERстатного круга при роботі на різьбошліфувальних верстатах (25 хв); установка і зняття в процесі обробки багатошпindel'ної головки (25 хв) і ін.

Підготовчо-заключний час на отримання і здачу робочим інструментом і пристосування для всіх видів верстатів встановлюють у розмірі 5...7 хв.

Таким чином, сумарна норма підготовчо-заключного часу при роботі на металорізальних верстатах найбільш поширених типів (токарно-гвинторізні, револьверні, карусельні, розточувальні, фрезерні, стругальні, шліфувальні, протяжні) коливається в межах 25...35 хв. При обробці на токарних багаторізцевих і гідрокопіювальних верстатах, зубофрезерних і зуборізних, а також на деяких інших, що мають складну наладку, підготовчо-заключний час складає 45...65 хв.

У великосерійному виробництві нормативами передбачений підготовчо-заключний час на два комплекси прийомів: наладку верстата, інструменту і пристосувань; додаткові прийоми на установку в процесі обробки додаткових пристосувань (копіра, конусної лінійки, люнету, задньої бабці і под.).

Час на отримання і здачу інструменту у великосерійному виробництві не встановлюють у зв'язку з тим, що все необхідне повинне бути подане на робочі місця обслуговуючим персоналом. Середні величини підготовчо-заключного часу на найбільш поширені види наладок для умов великосерійного виробництва наведені в табл. 13.

Таблиця 13. Підготовчо-заключний час на партію деталей в умовах великосерійного виробництва

Типи верстатів	Підготовчо-заключний час, хв, на комплекси прийомів		Загальний підготовчо-заключний час, хв, на партію
	Наладка верстата, інструменту, пристосувань	Додаткові прийоми	
Токарно-гвинторізні, різьботокарні, шліцефрезерні	16...23	4...7	20...28
Карусельні	30...33	3...4	33...37
Горизонтально-розточувальні	24...29	4...6	28...35
Револьверні	18...24	5...7	23...30
Фрезерні	20...30	6...9	30...40
Свердлильні	15...20	2...3	17...23
Шліфувальні	10...20	4...6	14...25
Подовжньо-фрезерні	25...32	5...7	30...37
Зубофрезерні, зубостругальні	25...45	4...6	30...50
Токарні багаторізцеві і гідрокопіювальні	45...65	4...8	50...70
Протяжні	45...62	—	—

Час на комплекси підготовчо-заключних прийомів при обробці даний з розрахунку на найбільш поширені типи наладок (до двох інструментів) і найбільш типові додаткові прийоми, причому в табл. 13 наведений час на одноразове здійснення додаткового комплексу прийомів, наприклад на одноразову установку і зняття додаткового столу при роботі на вертикально- і радіально-свердлувальних верстатах. Якщо в процесі обробки деталі на даному верстаті необхідно виконати додатковий прийом (прийоми) кілька разів, час, приведений в табл. 13, потрібно помножити на відповідну кількість раз.

У масовому виробництві витрати підготовчо-заключного часу окремо не нормують зважаючи на їх незначність у загальних витратах часу на партію виробів, що виготовляються. Елементи витрат часу, що є за змістом підготовчо-заключним, включаються до складу часу на обслуговування робочого місця.



РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. **Бержак, В. М.** Комплексное проектирование трудовых процессов [Текст] / В. М. Бержак, В. М. Побегайлов. – Николаев : НКИ, 1992.
2. **Бержак, В.М.** Разработка оргпроекта по организации труда на производственном участке [Текст] : учеб. пособие / В. М. Бержак, В. М. Побегайлов. – Николаев : НКИ, 1991.
3. **Гальцов, А. Д.** Нормирование и основы научной организации труда в машиностроении [Текст] / А.Д. Гальцов. – М. : Машиностроение, 1973. – 512 с.
4. Загальнобудівні укрупнені нормативи часу на роботи, виконувані на металорізних верстатах. Дрібносерійне й одиночне виробництво. Частина 2. Токарні, токарно-карусельні, строгальні і довбальні верстати. – М. : НДІ праці, 1977.
5. Загальномашинобудівні нормативи часу для технічного нормування робіт на шліфувальних верстатах (укрупнені): серійне, дрібносерійне й одиночне виробництво. – М. : НДІ праці, 1977.
6. Курсовое проектирование по дисциплине «Технология машиностроения», «Организация и нормирование труда в машиностроении», «Организация производства» [Текст] : науч. пособие / под ред. О. П. Гурченкова. – Николаев: НУК, 2004. – 212 с.
7. **Махнорылов, В. П.** Нормирование труда на производственном участке машиностроительного предприятия [Текст] / В.П. Махнорылов. – К. : Техника, 1975. – 184 с.
8. Межотраслевые требования и нормативные материалы [Текст]. – М. : Экономика, 1990. – 207 с.
9. Методические рекомендации по НОТ рабочих на промышленном предприятии [Текст]. – М. : Экономика 1978. – 199 с.
10. Нормирование и научная организация труда [Текст] : справочное пособие; под ред. Лабанова. – Л., 1978. – 369 с.
11. Общемашиностроительные нормативы режимов резания и времени для технического нормирования работ на токарных станках МШГИЗ [Текст]. – М., 1974. – 202 с.
12. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ серийное производство [Текст]. – М. : Машиностроение, 1974. – 423 с.

13. Организация и нормирование труда [Текст] : учеб. для вузов; под ред. Ю. Г. Одегова. – 3-е. перераб. и доп. – М. : Экзамен, 2005. – 464 с.

14. **Сергеев, А. В.** Техническое нормирование труда в механических цехах. Изд. 4-е, исправ. и доп. / А.В. Сергеев. – М.: Машиностроение, 1969. – 320 с.

15. Типовые проекты организации рабочих мест основных рабочих массовых профессий механосборочного цеха. Утверждено: Центром НОТ "ТЕМП"2000. – 565 с.

16. **Фатхутдинова, Р. А.** Организация производства [Текст]: учеб. Р. А. Фатхутдинова. – М. : ИНФА, 2000. – 565 с.

17. **Шапиро, И. И.** Основные методические положения по нормированию труда рабочих в народном хозяйстве [Текст] / И.И. Шапиро.– М., 1970. – 254 с.

Карта 1

Верстат																						Токарний																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
Інв№/ цех																						1 К62 - Червоний пролетарій																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
Модель - Фірма																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Висота центрів																						215 мм																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
Потужність двигуна																						10 кВт																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
Ефективна потужність																						7,6 кВт																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
д обр.,	п - число обертів за хвилину																					Межа міцності оброблюваного матеріалу, кг/мм	Діаметр обробки, мм	Для сталі				Твердість по Брінеллю	Діаметр обробки, мм	Для чавуна				Для сталі				Для чавуна																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
	12,5	18	20	25	31,5	40,0	63,0	80,0	100	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000			Перетин різця						Оброб.різцями Т5 К10 та Т15 К6				Оброб.різцями ВК8 та ВК6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
20									5	6	10 <td>13</td> <td>16</td> <td>20</td> <td>25</td> <td>31</td> <td>40</td> <td>50</td> <td>63</td> <td>78</td> <td>100</td> <td>125</td> <td colspan="4">25*25</td> <td colspan="4">Глубина різання t, мм</td> <td colspan="4">Глубина різання t, мм</td>	13	16	20	25	31	40	50	63	78	100	125	25*25				Глубина різання t, мм				Глубина різання t, мм																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
40							5	8	10 <td>13</td> <td>20</td> <td>25</td> <td>37</td> <td>39</td> <td>50</td> <td>63</td> <td>79</td> <td>101</td> <td>125</td> <td>157</td> <td>201</td> <td>251</td> <td colspan="4">Товщина пластин, мм Т5 К10 та Т15 К6</td> <td colspan="4">Товщина пластин, мм ВК8 та ВК6</td> <td colspan="4">до 2</td> <td colspan="4">до 4</td> <td colspan="4">до 5-1,0</td>	13	20	25	37	39	50	63	79	101	125	157	201	251	Товщина пластин, мм Т5 К10 та Т15 К6				Товщина пластин, мм ВК8 та ВК6				до 2				до 4				до 5-1,0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
60				5	6	8	12	15	19	30	38	47	60	75	94	118	150	188	235	301	377	6				6-7				Клас чистоти				Клас чистоти																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
80			5	6	8	10	16	20	25	40	50	60	79	100	126	152	201	251	314	402	Глибина різання t, мм				Глибина різання t, мм				∇ 4				∇ 5				∇ 8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
100			5	6	8	10	13	20	25	31	50	63	79	99	126	157	198	252	314	392	3				5				8				10				до 60				0,35 - 0,45				0,2 - 0,3				0,12 - 0,16				0,35 - 0,45				0,2 - 0,3				0,12 - 0,15																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
150	6	8	9	12	15	19	30	38	47	76	94	118	149	189	236	297	378				20				0,23				-				-				-				до 80				0,45 - 0,6				0,3 - 0,35				0,16 - 0,25				0,45 - 0,6				0,25 - 0,4				0,18 - 0,25																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
200	8	10	13	16	20	25	40	50	63	100	125	167	197	251	314	395				100				0,61				0,61				0,47				-				св. 80				0,55 - 0,7				0,35 - 0,45				0,2 - 0,3				0,55 - 0,75				0,2 - 0,5				0,2 - 0,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
250	10	13	16	20	25	31	50	63	79	126	167	196	247	314	376				20				0,23				-				-				-				до 200				40				0,39				-				-				-				Обробка металевокерамічними різцями				Клас чистоти																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
300	12	15	19	24	30	38	59	79	94	161	188	236	295	376				100				0,61				0,61				0,47				-				св. 200				100				0,7				0,61				-				-				Обробляємий матеріал				∇ 5				∇ 8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
350	14	18	22	28	35	44	69	88	110	176	220	275	346				400				0,87				0,87				0,78				0,61				400				0,95				0,87				0,78				0,78				t мм				S мм/об				V м/хв				t мм				S мм/об				V м/хв																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
400	16	20	25	31	40	50	79	101	125	201	250	314	395				20				0,23				-				-				-				100				0,61				0,61				0,47				-				Сталь σ _B = 60 – 70 кгс/мм²				до 2				0,3 - 0,4				385				1 - 1,5				0,25 - 0,3				434																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
430	17	22	27	34	43	54	85	108	135	216	270	337	425				400				0,7				0,7				0,7				0,61				400				0,78				0,78				0,7				0,7				Чавун НВ=180-200				до 2				0,25 - 0,3				346				1 - 1,5				0,15 - 0,25				434																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
1. При поперечному точінні подачі помножувати на коефіцієнт 0,9; при расточці - коефіцієнт 0,7 - 0,8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
2. При переривистому точінні або при роботі на удар помножувати на коефіцієнт 0,75 - 0,85																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
3. При обробці по забрудненій корці подачі помножувати на коефіцієнт 0,7 - 0,8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
4. При обробці аутентітних сталей подачі застосовувати не більше 0,8 мм на 1 оборот																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
2. Таблиця вибора швидкостей резання V м/хв																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Подача S мм/об.	Зовнішнє точіння при розточці V м/хв. по сталі: K=0,9												Відрізка та порізка				Чавун НВ=180-200				Оброблюваний матеріал	Ріжучий інструмент	Режими різки	Сверління при L< 3Д								Розсверлення при L< 3Д								Розгортка при L< 3Д																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	Вуглець, конструкційна сталь, сталеве лиття. Обробка різцями Т5К10. При необмеженній стійкості різця												Сталь σ _B = 60 – 70 кгс/мм²				Чавун НВ=180-200							Стойкість Т=45 хв								Стойкість Т=45 хв								Стойкість Т=45 хв																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	Глибина різання t, мм				50-60				70-80				80-80				Глибина різання t, мм							Режими різки				Діаметр сверла, мм								Діаметр сверла, мм								Діаметр розгортки																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
	1	3	5	8	10					1	3	5	8	10	12																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	1	3	5	8	10					1	3	5	8	10	12																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
0,097	238									133																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	

Додаток 3

Карта 3

[illegible]

Зміст

ВСТУП	3
1. МЕТОДИКА ВИБОРУ РАЦІОНАЛЬНОГО РЕЖИМУ ОБРОБКИ НА МЕТАЛОРІЗУЮЧИХ ВЕРСТАТАХ	4
2. ОБРОБКА НА ТОКАРНИХ, КАРУСЕЛЬНИХ, ТОКАРНО- РЕВОЛЬВЕРНИХ І АЛМАЗНО-РОЗТОЧУВАЛЬНИХ ВЕРСТАТАХ	10
3. ОБРОБКА НА СВЕРДЛУВАЛЬНИХ ВЕРСТАТАХ	17
4. ОБРОБКА НА ФРЕЗЕРНИХ ВЕРСТАТАХ	21
5. ОБРОБКА НА СТРУГАЛЬНИХ І ДОВБАЛЬНИХ ВЕРСТАТАХ	24
6. ОБРОБКА НА ЗУБОРІЗНИХ І ЗУБОСТРУГАЛЬНИХ ВЕРСТА- ТАХ	27
7. ОБРОБКА НА ШЛІФУВАЛЬНИХ ВЕРСТАТАХ	30
8. ОБРОБКА НА ПРОТЯЖНИХ ВЕРСТАТАХ	35
9. НОРМУВАННЯ ДОПОМІЖНОГО ЧАСУ ПРИ ОБРОБЦІ НА МЕТАЛОРІЗУЮЧИХ ВЕРСТАТАХ	36
10. НОРМУВАННЯ ЧАСУ ОБСЛУГОВУВАННЯ РОБОЧОГО МІСЦЯ НА ВЕРСТАТНИХ РОБОТАХ	44
11. НОРМУВАННЯ ЧАСУ НА ВІДПОЧИНОК І ОСОБИСТІ ПОТРЕБИ ПРИ ВИКОНАННІ ВЕРСТАТНИХ ОПЕРАЦІЙ	47
12. НОРМУВАННЯ ПІДГОТОВЧО-ЗАВЕРШАЛЬНОГО ЧАСУ ПРИ ВИКОНАННІ ВЕРСТАТНИХ ОПЕРАЦІЙ	47
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА	51
ДОДАТКИ	53