

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ

НОРМУВАННЯ ТОКАРНИХ РОБІТ

1 ВИЗНАЧЕННЯ РЕЖИМІВ РІЗАННЯ І НОРМ ЧАСУ ПРИ ОДНОІНСТРУМЕНТАЛЬНІЙ ОБРОБЦІ

- 2 **Мета практичного заняття :** Засвоїти методику визначення режимів різання і норм часу при одноінструментальній обробці на токарних верстатах

Короткі теоретичні відомості

1 Технологічний процес і його структура

Сукупність дій, які виконуються над матеріалами і напівфабрикатами з моменту їх надходження на підприємство і до здачі виробів на склад готової продукції, є частина єдиного виробничого процесу.

Частина виробничого процесу, що передбачає послідовний порядок зміни форми, розмірів або стану матеріалу називають *технологічним процесом*.

Технологічний процес виготовлення деталей, так само як і їх складання, поділяється на технологічні операції.

Технологічною операцією називають закінчену частину технологічного процесу, який здійснюється на одному робочому місці і включає всі дії робочого та (або) обладнання до переходу виготовлення наступної деталі.

Як закінчена частина технологічного процесу, операція є об'єктом нормування. Норми часу на виконання кожної операції - основа всіх технологічних і планових розрахунків як для нового проектного підприємства, так і для розрахунків виробничої потужності (пропускної спроможності) діючих підприємств.

Операція, в свою чергу, ділиться на установи, а також на технологічні і допоміжні переходи.

Установом називають закріплення деталі в певному положенні. Нова установка деталі з закріпленням в іншому положенні, або в тому ж самому є новим установом.

Технологічним переходом називають частину операції, призначеної для обробки однієї і тієї ж або одночасно декількох одних і тих же поверхонь деталі без зміни інструменту та режимів різання.

Допоміжним переходом називають частину операції, складається із дій людини і (або) обладнання, які не супроводжуються зміною форми, розмірів і шорсткості поверхні, але необхідних для виконання технологічних переходів (наприклад, контроль розмірів деталі). Технологічний перехід складається з робітників і допоміжних ходів.

Під робочим ходом розуміють частину технологічного переходу, призначену для зняття одного шару металу при незмінних інструменті, оброблюваної поверхні і режимах роботи верстата (частота обертання, подача).

Число робочих ходів визначають за формулою:

$$i = h/t$$

де **h** - припуск на обробку;

t - глибина різання.

Допоміжний хід – це частина переходу, що складається з одноразового переміщення інструменту відносно заготовки, які не супроводжуваного зміненню форми, розмірів, шорсткості і поверхні і властивостей заготовки, але необхідного для виконання робочого хоча (наприклад, відведення інструменту в вихідне положення для виконання другого робочого ходу). Прийняте підрозділ операції на установи, переходи і робочі ходи дозволяє встановити час на кожен елемент операції, а отже. норму часу на виконання всієї операції.

З точки зору технічного нормування всі дії, що виконуються в межах технологічної операції, можна розділити на прийоми:

основні - безпосередньо спрямовані на зміну форми, розмірів або стану матеріалу, та допоміжні. - необхідні для виконання основних прийомів, але не супроводжувані зміною форми і розмірів оброблюваної деталі, т.п., котрі

переслідують суто технологічні цілі. наприклад, установка і закріплення деталі, підведення і відведення частин верстата, вимірювання деталі, тощо.

2 Склад норми штучного та штучно-калькуляційного часу

До норми штучного часу $T_{шт}$ на виконання кожної операції включаються такі складові:

1. Час, що витрачається на виконання прийомів, спрямованих на безпосередню зміну форми, розмірів або стану матеріалу, - цей час називають **основним t_o** , або, в окремому випадку, якщо ці зміни відбуваються при обробці безпосередньо на верстаті, - **машинним t_m** .

2. Час, що витрачається на виконання допоміжних прийомів. наприклад *час на встановлення і закріплення деталі, контроль розмірів, виконання допоміжних ходів, т. п. витрати часу на відведення і підведення частин верстата*, називають **допоміжним часом t_v** .

Сума витрат часу на виконання основних і допоміжних прийомів називається оперативним часом $t_{оп} = t_o + t_v$.

Цей час складає основну частину норми штучного часу.

3. **Витрати часу на обслуговування робочого місця $t_{обс}$** , що витрачається робітником на протязі робочого дня на підготовку робочого місця на початку зміни (*розкладку інструменту, ознайомлення з роботою, кресленням і т. п.*), на підналадку верстата, зміну або заточку затупленого інструменту, прибирання і змащування верстата в кінці робочого дня. **Величина цього часу залежить від виду і розмірів обладнання і визначається у відсотках від оперативного часу.**

4. **Нормований час перерв на відпочинок $t_{відп}$** залежить від витрат фізичних зусиль та інтенсивності роботи і визначається у відсотках від оперативного часу.

Норма штучного часу на виконання кожної операції розраховується за формулою:

$$T = t_{on} + t_{обс} + t_{відп} = t_{on} + t_{on} * a / 100 + t_{on} * б / 100 = t_{on}(1 + a + б / 100), \text{ або}$$

$$T_{шт} = t_{on} + t_{обс} + t_{відп}.$$

Якщо прийняти $t_{обс}$ рівним, a відсотків від оперативного часу t_{on} , а $t_{відп}$ рівним $б$ відсотків від t_{on} , то формула норми штучного часу набуде вигляду:

$$T = t_{on} + t_{обс} + t_{отл} = t_{on} + t_{on} a / 100 + t_{on} б / 100 = t_{on}(1 + a + б / 100).$$

Для виконання кожної операції технологічного процесу необхідно: налагодити верстат, тобто встановити пристосування і ріжучий інструмент, налаштувати верстат на задані режими різання, крім того, після закінчення виготовлення партії деталей потрібно привести обладнання в початкове положення, тобто зняти пристосування, ріжучий інструмент і здати в комору.

Час на налагодження обладнання на початку виготовлення партії детальний та приведення його у вихідне положення після виготовлення всієї партії деталей називають підготовчо – заключним часом $T_{п-з}$.

Величина підготовчо – заключного часу на встановлення інструментів і необхідної точності обробки і не залежить від величини партії деталей.

До складу штучно-калькуляційної норми часу $T_{шт-к}$ підготовчо – заключний час входить як частина, яка припадає на одну деталь в партії.

Таким чином:

$$T_{шт-к} = T_{шт} + T_{п-з} / n_{пр},$$

де $n_{пр}$ - число деталей в партії.

Тобто, існують дві норми часу: **штучний $T_{шт}$ і штучно-калькуляційний $T_{шт-к}$** , застосування яких визначається типом виробництва. В **одиночному, малосерійному і серійному виробництвах всі виплати робітникам за виконання операції, а також техніко-економічні розрахунки, що виконуються при плануванні виробництва, розрахунки виробничої потужності (пропускної спроможності цехів і підприємства в цілому), технічні розрахунки, що здійснюються при проектуванні цехів і дільниць, виконуються по одним калькуляційним нормам часу $T_{шт-к}$.**

У великосерійному і масовому виробництвах, оскільки частка часу $T_{п-з}$, яка припадає на одну деталь, надзвичайно мала, а налагодження обладнання виконується спеціальними робітниками-налагоджувальниками, всі аналогічні розрахунки здійснюють за нормою штучного часу $T_{шт}$.

Встановлення розцінок на кожен виконуваний операцію вираховують за формулами:

- для одиночного, дрібносерійного і серійного виробництва:

$$P = T_{шт-к} C_{гмс}/60$$

- для великосерійного і масового виробництва:

$$P = T_{шт} C_{гмс}/60$$

де $C_{гмс}$ - годинна тарифна ставка робітника, що відповідає його розряду роботи.

Розряди робітників визначають по «Єдиному тарифно-кваліфікаційному довіднику» [1].

3 Методи нормування

Всі методи нормування можуть бути розділені на дві групи: **аналітичні та дослідно-статистичні.**

Аналітичні методи та відповідні їм *аналітичні-розрахункові* норми часу (технічні-розрахункові) засновані на аналізі технологічного процесу і розрахунку витрат часу виконання окремих елементів (основні і допоміжні прийоми) кожної операції. До аналітичних можуть бути віднесені методи аналітично-винахідливі та хронометражні, також визначають норму часу за елементами.

Дослідно-статистичні (сумарні) методи встановлюють норму часу на виконання всієї операції в цілому без розчленування її на окремі складові. Ці норми часу, як би вони не були ретельно розроблені, відображають вже пройдений етап часу, тому не є прогресивними і можуть застосовуватися тільки в одиничному і дрібносерійному виробництві.

4 Поняття про нормативи часу

Технічні нормативи є вихідними даними для встановлення прогресивних режимів різання і роботи обладнання (нормативи режимів різання), часу виконання ручних прийомів роботи (нормативи часу на виконання ручних і машинно-ручних допоміжних прийомів роботи), витрат часу на обслуговування робочого місця, часу на відпочинок і особисті потреби та часу на підготовчо-заклучні роботи.

За призначенням нормативи часу поділяються на:

1) *заводські*, створювані для специфіки даного підприємства технологічних процесів і прийомів роботи, які враховують організаційно-технічні особливості цих виробництв;

2) *галузеві*, що охоплюють окремі види робіт, що специфічні тільки для даної галузі промисловості, наприклад для годинникової промисловості, важкого машинобудування;

3) **загальномашинобудівні**, широко застосовуються в різних галузях промисловості. Загальномашинобудівні нормативи за своїм призначенням поділяються на **нормативи режимів різання і нормативи часу допоміжного, на обслуговування робочого місця і підготовчо-заключного.**

Загальномашинобудівні нормативи режимів різання для всіх видів виробництв визначені за формулами та з врахуванням використання передового досвіду промисловості.

Нормативи витрат часу на виконання допоміжних прийомів в залежності від виду виробництва можуть бути:

1) **диференційованими**, тобто представляють нормативи часу на окремі прийоми роботи п трудові рухи. Такі нормативи є найбільш точними, але через велику трудомісткість нормувальних робіт знаходять застосування тільки в масовому виробництві;

2) **укрупненими**, тобто представляють нормативи допоміжного часу на комплексні прийоми, що охоплюють групи типових прийомів та повторюються при виконанні однотипних операцій.

Час на виконання комплексних прийомів являє собою суму витрат часу на здійснення окремих прийомів і трудових рухів.

Наприклад, комплекс прийомів по установці деталі в центри на токарному верстаті передбачає виконання таких робіт: взяти деталь, надіти і закріпити хомутик, піднести до центрів верстата, підвести задній центр, включити обертання шпинделя, а після обробки вимкнути обертання шпинделя, відвести задній центр, зняти деталь, зняти хомутик і покласти готову деталь в тару.

Всі ці прийоми з достатньою для серійного виробництва точністю об'єднані в комплекси, і час на їх виконання в залежності від способу установки і закріплення, маси деталі і числа встановлюваних деталей наведено в нормативах допоміжного часу для серійного виробництва.

Нормативи допоміжного часу на комплекси прийомів при обробці деталі на металорізальних верстатах, поділяються на наступні:

1. **Допоміжний час на встановлення і зняття деталі** – це виконання комплексів прийомів, що пов'язані з встановленням і зняттям деталі в пристрої верстата.

2. **Допоміжний час, пов'язаний з переходом** - це час на виконання комплексних прийомів, що включають: підведення частин верстата на початку переходу, включення і виключення подачі, вимірювання розмірів при роботі за методом «пробних стружок», відведення частин верстата з інструментом у вихідне положення.

Час на виконання комплексних прийомів, пов'язаних з переходом, залежить від характеру обробки, виду і розмірів верстата, вимірюваного розміру і точності вимірювання.

Час на виконання прийомів, які не є типовими і тому не увійшли в комплекси, наприклад, зміна частоти повороту шпинделя або подачі, поворот різцевої головки, тощо, встановлюються за нормативами і також включають в норму допоміжного часу.

3. **Допоміжний час на виконання контрольних вимірювань** розмірів деталі після закінчення обробки в нормативах також наводиться комплексно. В комплекс включається час як на саме вимірювання, так і на установку вимірювального інструменту на розмір, очищення вимірюваної поверхні, тощо.

Допоміжний час на операцію визначається як сума витрат допоміжного часу на виконання комплексу прийомів та часу на виконання прийомів, що не увійшли в комплекси.

Для зменшення трудомісткості нормувальних робіт допоміжний час для одноперехідних операцій, що виконуються з постійними режимами різання (*токарні багаторізцеві, зуборізні, протяжні, різьбообробні і подібні верстати*), **наводиться в нормативах на всю операцію в цілому.**

В одиничному і малосерійному виробництвах при мало повторюваних операціях і невеликій величині партії деталей визначення норм часу шляхом аналітичних розрахунків, як правило, **економічно недоцільно**.

В цьому випадку з достатнім ступенем точності нормування може бути виконано за укрупненими нормативами або за типовими нормами.

На першому етапі технічного нормування верстатних робіт виконується розрахунок режимів різання та основного часу на операцію.

4 Приклади визначення режимів різання то основного часу при нормуванні токарних робіт

4.1 Визначення режимів різання і норми основного часу при одноінструментальній обробці

Для визначення норми часу насамперед виявляють початкові дані, необхідні для розрахунку режимів різання і норм часу.

До початкових (вихідних) даних, що встановлюються за технологічною документацією, відносяться: відомості про деталі - назва і номер деталі по конструкторському документу, матеріал і його механічні властивості (межа міцності при розтягуванні S_v в МПа), наприклад вал ХХХ.08.014 , сталь 45, $S_v = 750$ МПа; вид заготовки (прокат гарячекатаний, виливок тощо); назва та номер операції; зміст операції, тобто послідовність виконання установ і переходів; найменування та модель обладнання; ріжучий інструмент, застосовуваний в кожному переході, і його характеристика, основні розміри, матеріал і геометричні параметри ріжучої частини; пристосування для закріплення деталі на верстаті; маса деталі; величина партії; інші дані (робота з охолодженням, тощо).

4.2 Розточування отворів

Приклад 1. *Визначити режими різання і основний час на розточування отвору діаметром d (див.рис 1).*

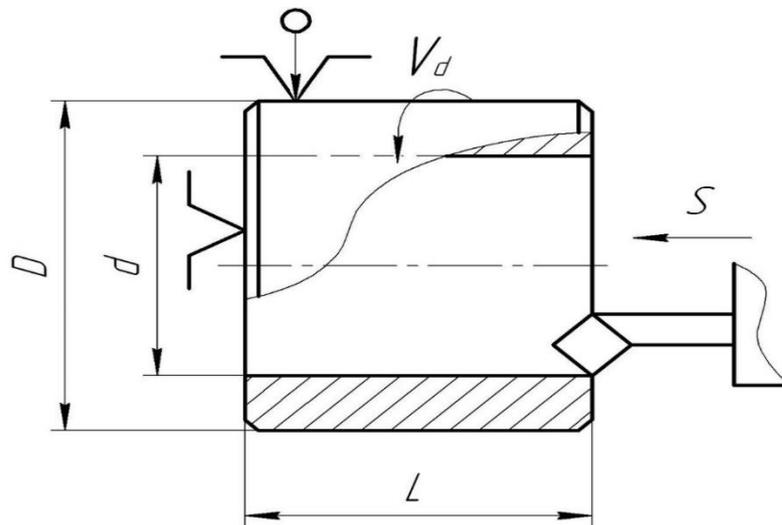


Рис. 1. Ескіз обробки деталі до прикладу 1

Вихідні дані: *деталь-втулка XXX.002.004; матеріал-сталь 45, $\sigma_{\text{в}}=700$ МПа; заготовка-штамповка з попередньо обробленим отвором діаметром 76 мм.*

Назва операції - токарно-гвинторізна 020.

Зміст операції:

- 1) *встановити, вивірити і зняти деталь;*
- 2) *розточити отвір за розміром 80Н11 на довжину 100 мм.*

Верстат токарно-гвинторізний 1Б616К.

Різець розточний прохідний 20x20 з геометричними параметрами: $\varphi = 45^\circ$, $\gamma = 12^\circ$; $r = 1$ мм; **різальний матеріал:** *пластини з твердого сплаву Т15К6.*

1. **Розрахункові розміри обробки:** $D = 80$ мм; $l = 100$ мм; $h = 4$ мм.

2. Глибину різання *приймають рівною припуску на сторону* $t = h / 2 = 2$ мм.

3. Розрахункова довжина обробки $L = l + l_1 + l_2$.

4. При $\varphi = 45^\circ$ і $t = 2$ мм величина врізання і перебігу $l_1 = 3,5$ мм [5, додаток 4, лист 1]; *приймають* $l_1 = 4$ мм; $l_2 = 0$.

$$\text{Отже, } L = 100 + 4 + 0 = 104 \text{ мм.}$$

5. Число робочих ходів:

$$i = h/2t = 4/2 \cdot 2 = 1$$

6. Величина подачі при чистовому розточуванні деталі з вуглецевої сталі із забезпеченням параметра шорсткості поверхні $R_z = 20$ мкм, швидкості різання $u > 50$ м / хв і радіусі при вершині різця $r = 1$ мм складе $s = 0,3/0,35$ мм/об [5, карта 3].;

7. По паспорту верстата *приймають* подачу $s = 0,31$ мм/об.

8. Швидкість різання при розточуванні сталі з $\sigma_b = 700$ МПа, глибина різання t до 3 мм, подачі s до 0,38 мм/об, куті $\varphi = 45^\circ$ складе $u = 153$ м/хв [5, карта 6, лист 2]. Поправочний коефіцієнт на стан поверхні заготовки $K_{pu} = 1$.

9. Частота обертання:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \chi = \frac{1000 \cdot 153}{3,14 \cdot 80} = 609 \text{ об/хв,}$$

за паспортом верстата *приймають* $n_p = 560$ об/хв.

10. Фактична швидкість різання при прийнятій частоті обертання шпинделя верстата:

$$v_{\phi} = \frac{\pi D n_{\text{п}}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 80 \cdot 560}{1000} = 141 \text{ м/мин} = 2,3 \text{ м/с.}$$

11. Визначення сил різання, перевірку міцності державки різця і механізму подач для чистового розточування не проводять.

12. Сила на різання при розточуванні сталі з $\sigma_{\text{в}} = 700 \text{ МПа}$, глибині різання $t = 2 \text{ мм}$, подачі s до $0,37 \text{ мм/об}$ і швидкості різання $v_{\phi} = 141 \text{ м/хв}$ складе $N_{\text{р}} = 2,6 \text{ кВт}$.

Вона визначена шляхом інтерполяції [5, карта 7]. Поправочні коефіцієнти на кути різця $\gamma = 10^\circ$ і $\varphi = 45^\circ$ рівні одиниці.

13. Коефіцієнт використання верстата по потужності

$$K_N = \frac{N_{\text{р}}}{N_{\text{Дп}}}$$

По паспортним даним верстата 1Б616К:

$$N_{\text{Д}} = 4,5 \text{ кВт}; \eta = 0,75, \text{ тоді } K_N = \frac{2,6}{4,5 \cdot 0,75} = 0,77.$$

14. Основний час:

$$t_{\circ} = \frac{L i}{n_{\text{п}} s} = \frac{104 \cdot 1}{560 \cdot 0,31} = 0,6 \text{ хв.}$$

Обточування фасонних поверхонь

Приклад 4. Визначити режими різання і основний час на обточування фасонної поверхні деталі. (мал. 2).

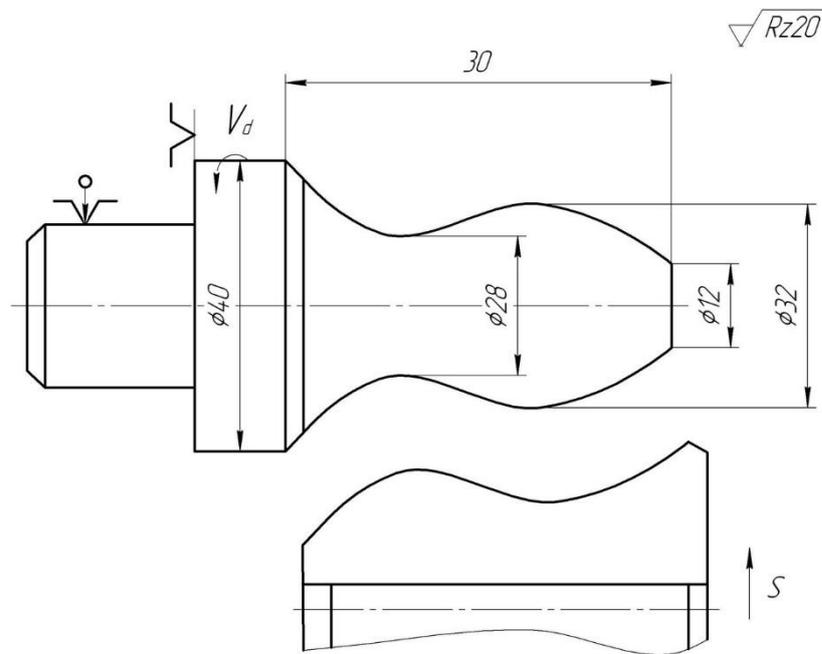


Рис. 2. Ескіз обробки до прикладу 4.

Вихідні дані: деталь рукоятка XXX.002.004; матеріал – сталь 50, $\sigma_B=750$ МПа; заготовка – прокат холодно – тягнутий.

Операція - токарно-гвинторізна 010. Зміст операції:

- 1) встановити і зняти деталь;
- 2) обточити фасонну поверхню.

Верстат токарно-гвинторізний 1А616К. Різець фасонний дисковий зі швидкорізальної сталі Р18. Робота з охолодженням.

1. Розрахункові розміри обробки: $D = 40$ мм; $l = (D-d)/2 = (40-12)/2 = 14$ мм.

2. Глибина різання $t \approx 30$ мм (теоретично глибина різання дорівнює розгорнутої довжини фасонної поверхні).

3. Розрахункова довжина обробки $L = l + l_1$. За табл. 1 величина врізання $l_1 = 0,5$ мм; перебігаючи $l_1 = 0$. Шлях на врізання і перебіг $l_1 = l_1 + l_2 = 0,5$ мм. Отже, $L = 14 + 0,5 = 14,5$ мм.

4. Подача при ширині різця до 30 мм і діаметрі обробки до 40 мм складе $s = 0,035/0,07$ мм/об [5, карта 21]. Для простого фасонного профілю деталі приймають подачу $s = 0,05$ мм/об. За паспортом верстата найближча поперечна подача $s = 0,055$ мм/об.

5. Швидкість різання при чистовому точінні і подачі $s = 0,055$ мм/об $v = 18,5$ м/хв [5, карта 21]. Поправочні коефіцієнти: $K_{mv} = 1$, $K_{pv} = 1$ і $K_{iv} = 1$ [5, карта 11].

6. Частота обертання шпинделя верстата

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 18,5}{3,14 \cdot 40} = 147 \text{ об/хв};$$

по паспорту верстата приймають $n_p = 140$ об/хв.

7. Фактична швидкість різання при прийнятій частоті обертання

$$v_f = \frac{\pi D n_p}{1000} = \frac{3,14 \cdot 40 \cdot 140}{1000} = 17,6 \text{ м/хв} \approx 0,3 \text{ м/с.}$$

8. Потужність на різання при чистовому точінні і подачі $s = 0,055$ мм/об складе $N_p = 0,07$ кВт на 1 мм ширини різця з урахуванням ширини різця, $N_p = 0,07$ $V_p = 0,07 \cdot 30 = 2,1$ кВт

9. Коефіцієнт використання верстата по потужності $K_N = \frac{N_p}{N_{дп}}$. За паспортним даним верстата $N_d = 4,5$ кВт; $\eta = 0,75$; тоді $K_N = \frac{2,1}{4,5 \cdot 0,75} = 0,62$.

10. Основний час:

$$t_o = \frac{L}{n_{пс}} = \frac{14,5}{140 \cdot 0,055} = 1,88 \text{ хв.}$$

Комплексна токарна обробка деталі

Приклад 5. *Визначити режими різання і основний час на обробку деталі (мал. 3).*

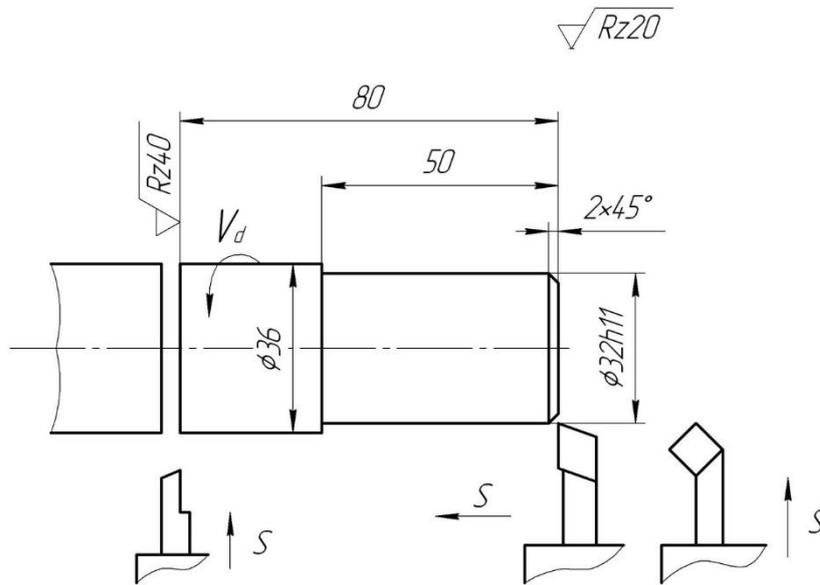


Рис. 3. Ескіз обробки до прикладу 5

Вихідні дані: деталь – вісь ХХХ.002.005; матеріал сталь 50, $\sigma_B=700$ МПа; заготівля - прокат калібрований $D=36$ мм

Операція - токарно-револьверна 005. Зміст операції:

- 1) подати пруток до упору закріпити;
- 2) обточити діаметр в розмір 32h11 на довжину 50 мм;
- 3) обточити фаску 2x45 °;
- 4) відрізати в розмір 80 мм.

Верстат токарно-револьверний 1А340. Різець прохідний завзятий 12×20 мм; $\varphi=90^\circ$; $\varphi=15^\circ$; $\gamma=10^\circ$; $r=1$ мм; матеріал пластини - твердий сплав Т15К6; різець прохідний 12×20; $\varphi=45^\circ$; матеріал пластини - твердий сплав Т15К6; різець відрізний 12×20, $B=3$ мм, зі швидкорізальної сталі Р6М5.

1. Перехід 2 – обточування уступу $D32h11$ на довжину 50 мм.

1.1. Розрахункові розміри обробки: $D=36$ мм; $l=50$ мм; $h=36-32-4$ мм

1.2. Глибину різання приймають рівною припуску па сторону $t=h:2=4:2=2$ мм.

1.3. Розрахункова довжина обробки $L=l+l_1+l_2$. По табл.1 величина врізання $l_1'=1$ мм; перебіг $l_1=0$. Шлях на врізання і перебіг $l_1=l_1'+l_1=1$ мм; $l_2=0$. Отже, $L=50+1=51$ мм,

1.4. Число робочих ходів $i = h/2t = 4/(2 \cdot 2) = 1$.

1.5. Подача при обробці вуглецевої сталі зі швидкістю різання більше 50 м/хв, необхідному параметрі шорсткості $R_z = 20$ мкм і $r = 1$ мм за нормативами становить $s = 0,3/0,35$ мм/об [5, карта 3]; по паспорту верстата приймають $s = 0,32$ мм/об.

1.6. Швидкість різання при обробці сталі з $\sigma_B = 700$ МПа, глибина різання t до 3 мм, подачі 0,38 мм/об і головному куті i в плані $\varphi = 90^\circ$ буде $v = 146$ м/хв [5, карта 6, лист 2]. Поправочний коефіцієнт на стан поверхні дорівнює одиниці.

1.7. Частота обертання шпинделя верстата

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 146}{3,14 \cdot 36} = 1290 \text{ об/хв}$$

по паспорту верстата приймають $n_n = 1200$ об/хв.

1.8. Фактична швидкість різання

$$v_\phi = \frac{\pi D n n_p}{1000} = \frac{3,14 \cdot 36 \cdot 1200}{1000} = 136 \text{ м/хв} = 2,26 \text{ м/с.}$$

1.9. Сили різання при чистовому точінні не визначають.

1.10. Потужність на різання при точінні сталі з $\sigma_B = 700$ МПа, глибині різання $t = 2$ мм, подачі s до 0,37 мм / об і швидкості різання 131 м / хв складе $N_p = 2,4$ кВт [5, карта 7]; поправочні коефіцієнти на кути різця $K_{\phi N}$ і $K_{\gamma N}$ рівні одиниці.

1.11. Коефіцієнт використання верстата по потужності $K_N = \frac{N_p}{N_{дп}}$. За паспортними даними верстата $N_d = 5,5$ кВт; $\eta = 0,75$; тоді

$$K_N = \frac{2,4}{5,5 \cdot 0,75} = 0,58.$$

1.12. Основний час

$$t_{o2} = \frac{Li}{nps} = \frac{51 \cdot 1}{1200 \cdot 0,32} = 0,13 \text{ хв.}$$

2. Перехід 3 – обточування фаски $2 \times 45^\circ$.

2.1. Розрахункові розміри обробки: $D=32$ мм; $l=2$ мм; $t=2$ мм;

2.2. Так як обточування фаски є короткочасним переходом, виконуваних з ручною подачею, то частоту обертання шпинделя верстата з деталлю приймають за попереднім переходом, тобто $n=1200$ об/хв,

2.3. Основний (машинно-ручний) час приймають по точним даним. Для обточування фаски $2 \times 45^\circ$ при діаметрі обробки до 50 мм $t_{o3}=0,08$ хв (див. додаток 2).

3. Перехід 4 – відрізка деталі.

3.1. Розрахункові розміри обробки: $D = 36$ мм; $l = D/2 = 36/2 = 18$ мм.

Розрахункова довжина обробки:

$$L = l + l_1 + l_2$$

На підхід і перебіг різця:

$$l_1 = l'_1 + l''_1$$

По табл. 1 $l'_1 = 1$ мм; $l''_1 = 1$ мм; тоді $l_1 = 1 + 1 = 2$ мм; $l_2 = 0$. Отже,

$$L = 18 + 2 = 20 \text{ мм.}$$

3.2. Глибина різання $t = 3$ мм (ширина відрізного різця).

3.3. Число робочих ходів $i = 1$.

3.4. Подача для деталей зі сталі при діаметрі обробки до 40 мм складе $s = 0,1/0,12$ мм/об [5, карта 18], з урахуванням відрізки суцільного металу за паспортом верстата приймають $s = 0,08$ мм/об.

3.5. Швидкість різання при відрізку деталі з конструкційної вуглецевої сталі з $\sigma_B = 700$ МПа і подачі $s = 0,08$ мм/об буде $v = 42$ м/хв [5, карта 20]. поправочні коефіцієнти K_{mv} , K_{pv} , K_{ov} , K_{iv} - кожен дорівнює одиниці.

3.6. Частота обертання шпинделя верстата

$$N = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 42}{3,14 \cdot 36} = 372 \text{ об/хв};$$

по паспорту верстата приймають $n_{\pi} = 320$ об/хв.

3.7. Фактична швидкість різання за прийнятою частоті обертання

$$v_{\phi} = \frac{\pi D n_{\pi}}{1000} = \frac{3,144 \cdot 36 \cdot 320}{1000} = 36,2 \text{ м / хв} = 0,6 \text{ м/с.}$$

3.8. Сили різання та потужність для даного переходу не визначають, так як вони будуть значно менше, ніж в переході 2.

3.9. Основний час

$$t_{o4} = \frac{L}{n_{\pi s}} = \frac{20}{320 \cdot 0,08} = 0,78 \text{ хв.}$$

3.10. Сумарний основний час на операцію

$$t_o = t_{o2} + t_{o3} + t_{o4} = 0,13 + 0,08 + 0,78 \approx 1 \text{ хв.}$$

Накочування рифлень

Накочування рифлень на поверхнях деталей в залежності від кроку і форми рифів (сітчаста або з паралельним, розташуванням рифлів щодо осі) може бути прямим або зворотним. Прямим є рифлення будь-якої форми з вершинами виступів, зверненими назовні. Виконується зазвичай двома накатними роликками з різними кутами нахилу рифлень (мал. 4, а). Зворотня накатка є сіткою на поверхні деталі

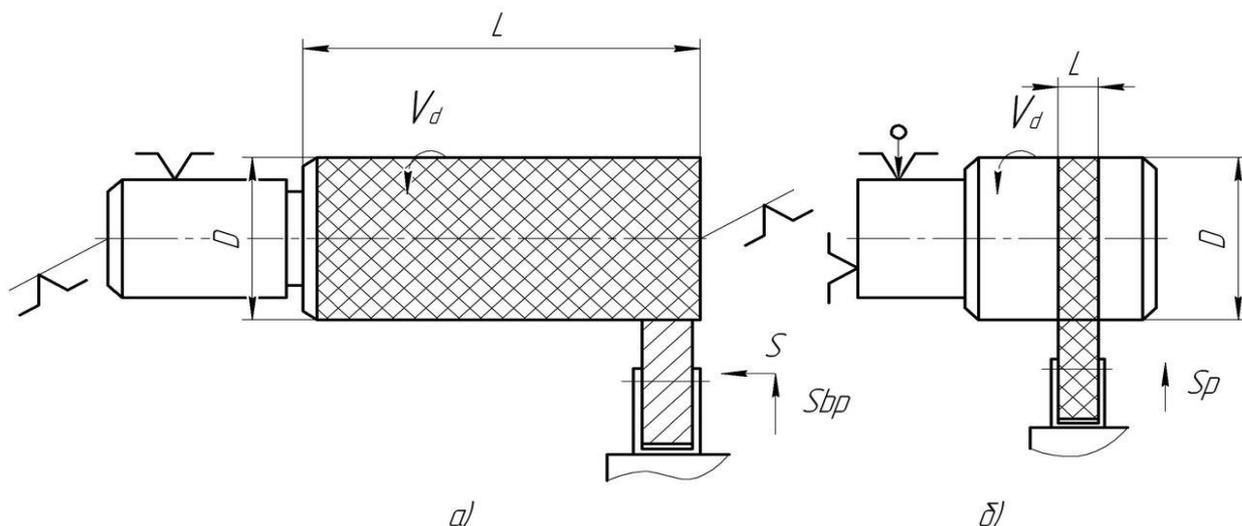


Рис. 4. Схема накочення рифлень (s_{ep} – подача при врізанні)

a – прямий накат; *б* – зворотній накат.

із заглибленням, розташованими вершиною до осі деталі. Ця накатка виконується одним роликком (рис. 4, б). Зворотню накатку застосовують при нанесенні рифлів на невеликих деталях, до яких пред'являються високі вимоги по декоративному оформленні.

Режими накочування прямої накатки призначають по нормативам. Режими накочування зворотньої накатки не розроблені і можуть бути прийняті за наступними досвідченими даними: швидкість обертання деталі при накоченні по сталі з межею міцності $\sigma_B = 600/750$ МПа 12-20 м/хв, радіальна подача $s_p = 0,02/0,05$ мм/об (більше значення подачі для накочення деталей з діаметром понад 20 мм).

Основний час на наплив з поздовжньою подачею визначають за формулою:

$$t_o = \frac{l}{ns} i$$

(без урахування часу на врізання з ручною подачею), для накочування з радіальною подачею

$$t_o \frac{hK}{nst},$$

де h - висота профілю накочується зуба;

K - коефіцієнт, що враховує додатковий час на обкатуванні без радіальної подачі в кінці накочування; величина K приймається 1,1-1,2.

Приклад 6. Визначити основний час на накочування сітчастої прямої накатки (рис .7, а) з кроком $s = 1$ мм на вершині деталі, що має розміри $D = 30$ мм; $l = 100$ мм.

Вихідні дані: матеріал - сталь 50 з межею міцності $\sigma_B = 700$ МПа; заготівля попередньо обточити і має діаметр 29,7 мм; накочення за один робочий хід.

Верстат токарно-гвинторізний 1Б616К. Робота з охолодженням.

1. Розрахункові розміри обробки: $D = 30$ мм; $l = 100$ мм; $h = 0,7$ мм (висота профілю при $s = 1$ мм).

2. Подачу приймають за нормативами [5, карта 39]. При однопрохідному накатуванні по сталі з $\sigma_B < 800$ МПа $s = 0,2$ мм/об. Поправочний коефіцієнт на подачу, при накоченні стали з $\sigma_B = 700$ МПа $K_s = 1$. З паспорта верстата беруть подачу $s = 0,22$ мм/об.

3. Окружна швидкість обертання деталі за нормативами [5 . карта 39] 15-18 м/хв; приймають $v = 18$ м/хв.

4. Частота обертання

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 18}{3,14 \cdot 30} = 191 \text{ об / хв.}$$

По паспорту верстата приймають $n_{\pi} = 180$ об / хв.

5. Фактична швидкість накочування

$$v_{\phi} = \frac{\pi D n_{\pi}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 30 \cdot 180}{1000} = 17 \text{ м/хв} = 0,28 \text{ м/с.}$$

6. Основний час

$$t_0 = \frac{Li}{n_{\text{ПС}}} = \frac{100 \cdot 1}{180 \cdot 0,22} = 2,5 \text{ хв.}$$

Нарізання різьб різцями

Визначення режимів різання і основного часу з урахуванням особливостей нарізування різьб різцями на токарних.

1. Встановлюють розрахункові розміри обробки. При нарізуванні як зовнішніх, так і внутрішніх різьб за розрахунковий приймають *номінальний* діаметр різьби.

Розрахункову довжину обробки визначають за формулою:

$$L = l + l_1 + l_2$$

де l - довжина нарізати різьблення;

l_1 - величина врізання і перебіг, виражена числом ниток (кроків), що приймаються за нормативами в залежності від виду обладнання та характеру обробки (нарізування на прохід або в упор);

l_2 - допоміжний шлях на роботу за методом пробних стружок або допоміжний шлях, що враховує особливості конструкції деталі.

Величина припуску дорівнює висоті профілю різьблення, тобто різниці між зовнішнім і внутрішнім діаметром різьблення, або для метричної різьби по теоретичному співвідношенню $h = 0,64 P$.

2. Так як різьбовим різцем неможливо нарізати різьблення за один робочий хід, то весь припуск знімається за кілька чорнових і чистових робочих ходів, число яких визначають за нормативами. Припуск на чорнову і чистову обробку розподіляють за нормативами або відповідно до практичних даних: на чистову обробку приймають 10-20% від загального припуску, весь інший припуск призначений для чорнкової обробки.

3. Глибина різання дорівнює подачі різця в радіальному напрямленні за кожен робочий хід. Її визначають окремо для чистових і чорнових ходів за формулою:

$$t = h/i$$

де h - припуск на чорнову або чистову обробку;

i - відповідно число ходів для чорнової або чистової обробки.

4. Подача S дорівнює кроку різьблення P або при нарізанні багато західних нарізки різьб - ходу гвинтової лінії

$$P_k = PK,$$

де K – число заходів.

5. Швидкість різання при роботі на прохід (з вільним виходом різця після закінчення робочого ходу) визначають по нормативам в залежності від кроку різьби, матеріалу деталі і його механічних властивостей і матеріалу ріжучого інструменту. При нарізанні нарізки в упор із застосуванням нормальної швидкості різання обмежуються шириною канавки для виходу різця. Це пояснюється тим, що час на відведення супорта з різцем у поперечному напрямку після закінчення робочого ходу може бути більше часу на переміщення різця в поздовжньому напрямку, що призведе до врізання різця в поверхню виступу до деталі. Тому швидкість різання при нарізуванні різьби в упор встановлюють, виходячи не зі швидкісних можливостей ріжучого інструменту, а з часу, необхідного для відводу супорта різцем після закінчення кожного робочого ходу. Це положення знаходить відображення в нормативах на нарізування різьблення в упор, що визначають швидкість різання в залежності від діаметра різьб, кроку і ширини канавки f для виходу різця.

6. Частоту обертання визначають за прийнятою швидкості різання:

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

і по паспорту верстата підбирають ближнє значення частоти обертання n_n .

Примітка. Частоту обертання при нарізанні різьби в упор, при кроці різьби P і ширині канавки, не збігаються з нормативними, визначають по формулі $n = \frac{f}{P\tau K}$, де τ - час, необхідний для відводу різця після закінчення робочого ходу, приймальне 0,01-0,03 хв.

7. Визначають фактичну швидкість різання за прийнятою частоті обертання в м/хв:

$$v_{\phi} = \frac{\pi D n_{\text{п}}}{1000} \text{ або в м/с } v_{\phi} = \frac{\pi D n_{\text{п}}}{1000 \cdot 60} .$$

8. За нормативами знаходять потужність на різання.

9. Основний час (в хв) визначають за формулою:

$$t_o = \frac{L}{n_{\text{п}} P} i .$$

Так як при нарізанні різьби після кожного робочого ходу супорт з різцем повертається у вихідне положення, то час на виконання допоміжних робочих ходів залежить від частоти обертання шпинделя верстата при його зворотному (лівому) обертанні і визначається за формулою:

$$t_{\text{в}} = \frac{L}{n_o P} i$$

де n_o частота зворотного напрямку обертання шпинделя.

За паспортом верстата ставлення правого обертання до зворотного може бути записано у вигляді $K_1 = n_o / n_{\text{п}}$ (звичайно дорівнює 1,2-1,5), і формула набуде вигляду

$$t_{\text{в}} = t_o \frac{1}{K_1} .$$

Приклад 7. Визначити режими різання і основний час на нарізування різьби різцем на деталі з розмірами: $D = 54$ мм; $d = M48 \times 3-8g$; $l_d = 200$ мм; $f = 8$ мм (рис. 5).

Вихідні дані: деталь - гвинт ХХХ.Х12.005; матеріал - сталь 40Х з $\sigma_b = 750\text{МПа}$; діаметр заготовки під нарізання попередньо обточування.

Операція - токарно-гвинторізний 025. Зміст операції:

- 1) встановити деталь до центрів, зняти;
- 2) нарізати різьбу М48Х3-8 g.

Верстат токарно-гвинторізний 16К20. Різець різьбовий з пластиною з твердого сплаву Т15К6.

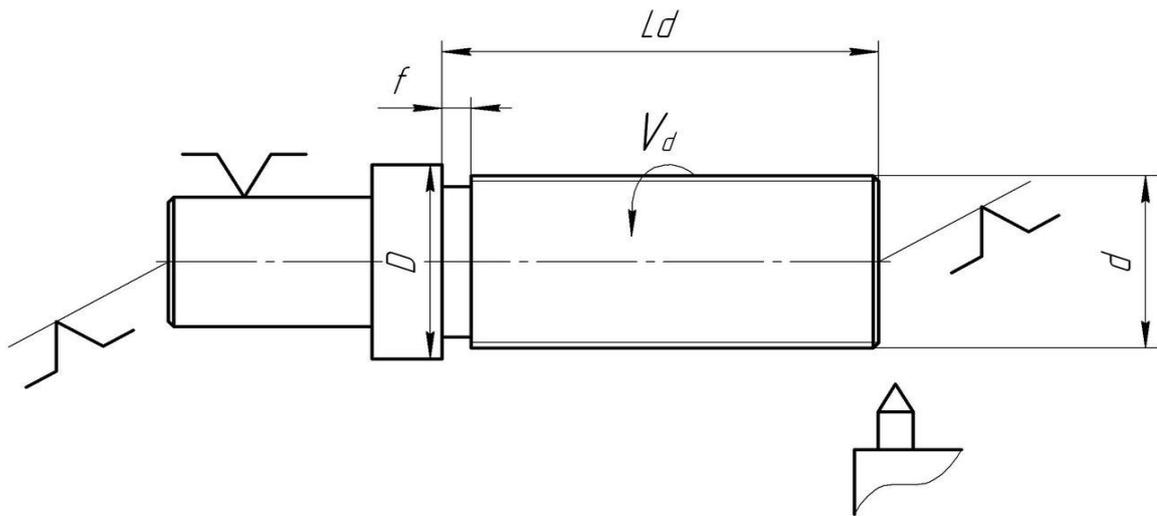


Рис. 5. Ескіз обробки до прикладу 7 і задачі 4.

1. Розрахункові розміри обробки: $D = 48\text{ мм}$; $l = l_0 - f = 200 - 8 = 192\text{ мм}$; припуск h на нарізання рівний висоті профіля різьби і для метричної різьби може бити межа з відносністю $h = 0,64 P$ або безпосередньо за нормативами. За нормативами [5, карта 22] для чорнових ходів $h_{\text{чорн}} = 1,47\text{ мм}$, а для чистових $h_{\text{чист}} = 0,37\text{ мм}$. Загальний припуск $h = h_{\text{чорн}} + h_{\text{чист}} = 1,47 + 0,37 = 1,84\text{ мм}$. Розрахункова довжина обробки:

$$L = l + l_1 + l_2.$$

При нарізанні різьби в упор, торець діаметром 54 мм обмежує перебігання різця, і $l_1 = (3 \div 4)P$ [5, додаток 4, лист 3], $l_2 = 0$. Отже, $L = 192 + 4P = 192 + 4 \cdot 3 = 204\text{ мм}$.

2. Для різьби з кроком $P = 3$ мм і ступенем точності 8g число чорнових ходів $i_{\text{чорн}} = 5$ і чистових $i_{\text{чист}} = 2$ [5, карта 22].

3. Глибина різання для чорнових ходів $t_{\text{чорн}} = h_{\text{чорн}}/i_{\text{чорн}} = 1,47/5 = 0,294 \approx 0,3$ мм, при цьому величина припуску знімається за чорнові ходи, $h_{\text{чорн}} = 0,3 \cdot 5 = 1,5$ мм; для чистових ходів

$$t_{\text{чист}} = \frac{h - h_{\text{чорн}}}{i_{\text{чист}}} = \frac{1,84 - 1,5}{2} = 0,17 \text{ мм.}$$

4. Подача s дорівнює кроку різьби $P = 3$ мм.

5. Швидкість різання при нарізуванні різьби діаметром 48 мм в упор і ширині канавки $f = 10$ мм за нормативами становить 15-16,5 м / хв [5, карта 27]; приймаємо $v = 16$ м / хв. При відношенні фактичної ширини канавки f до нормативної $f_{\text{факт}}: f_{\text{норн}} = 8: 10 = 0,8$ поправочний коефіцієнт на швидкість різання $Kf_v = 0,8$ [5, карта 27]. З урахуванням поправочного коефіцієнта Kf_v швидкість різання $v = 16 \cdot 0,8 = 12,8$ м / хв.

6. Частота обертання шпинделя верстата

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 12,8}{3,14 \cdot 48} = 84,9 \text{ об/хв.}$$

Частоту обертання шпинделя з деталлю можна визначити за формулою

$$n = \frac{f}{P \tau K} = \frac{8}{3 \cdot 0,03 \cdot 1} = 89 \text{ об/хв.}$$

За паспортом верстата приймають частоту обертання $n_{\text{п}} = 80$ об/хв.

7. Фактична швидкість різання

$$v_{\text{ф}} = \frac{\pi D n_{\text{п}}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 48 \cdot 80}{1000} = 12,1 \text{ м/хв} = 0,2 \text{ м/с.}$$

В даному випадку швидкісні можливості прийнятого за технологічним процесом матеріалу пластини з твердого сплаву різця не використовуються,

однак, з огляду на складність переточки різьбових різців і великі витрати часу на правильну їх установку на верстаті, заміну твердого сплаву на швидкорізальної сталь проводити не слід.

8. **Потужність на різання при нарізуванні різьби** в упор в нормативах відсутня, що пояснюється її невеликою величиною при роботі з малою швидкістю різання. Для визначення потужності можна використовувати з достатнім ступенем точності данні карти 22 [5] для нарізування різьб на прохід. Для нарізування різьб з кроком $P = 3$ мм при тій же глибині різання і сталі з межею міцності $\sigma_B = 750$ МПа потужність на різання $N_p = 4,5$ кВт, а швидкість різання $v = 114$ м / хв; так як потужність на різання прямо пропорційна швидкості різання, потужність на різання в упор буде

$$N_{p,y} = N_{p,pp} \frac{v_{p,y}}{v_{p,pp}} = 4,5 \frac{12,1}{114} = 0,5 \text{ кВт.}$$

9. Основний час

$$t_0 = \frac{L}{n \cdot P} \cdot i = \frac{204}{80 \cdot 3} \cdot 7 = 5,95 \text{ хв.}$$

11. Допоміжний час на зворотний (механічний) відвід різця в початкове положення $t_B = t_0 \frac{1}{K_1}$; по паспорту верстата

$$K_1 = 1,25; \text{ отже, } t_B = 5,95 \frac{1}{1,25} = 4,75 \text{ хв.}$$

