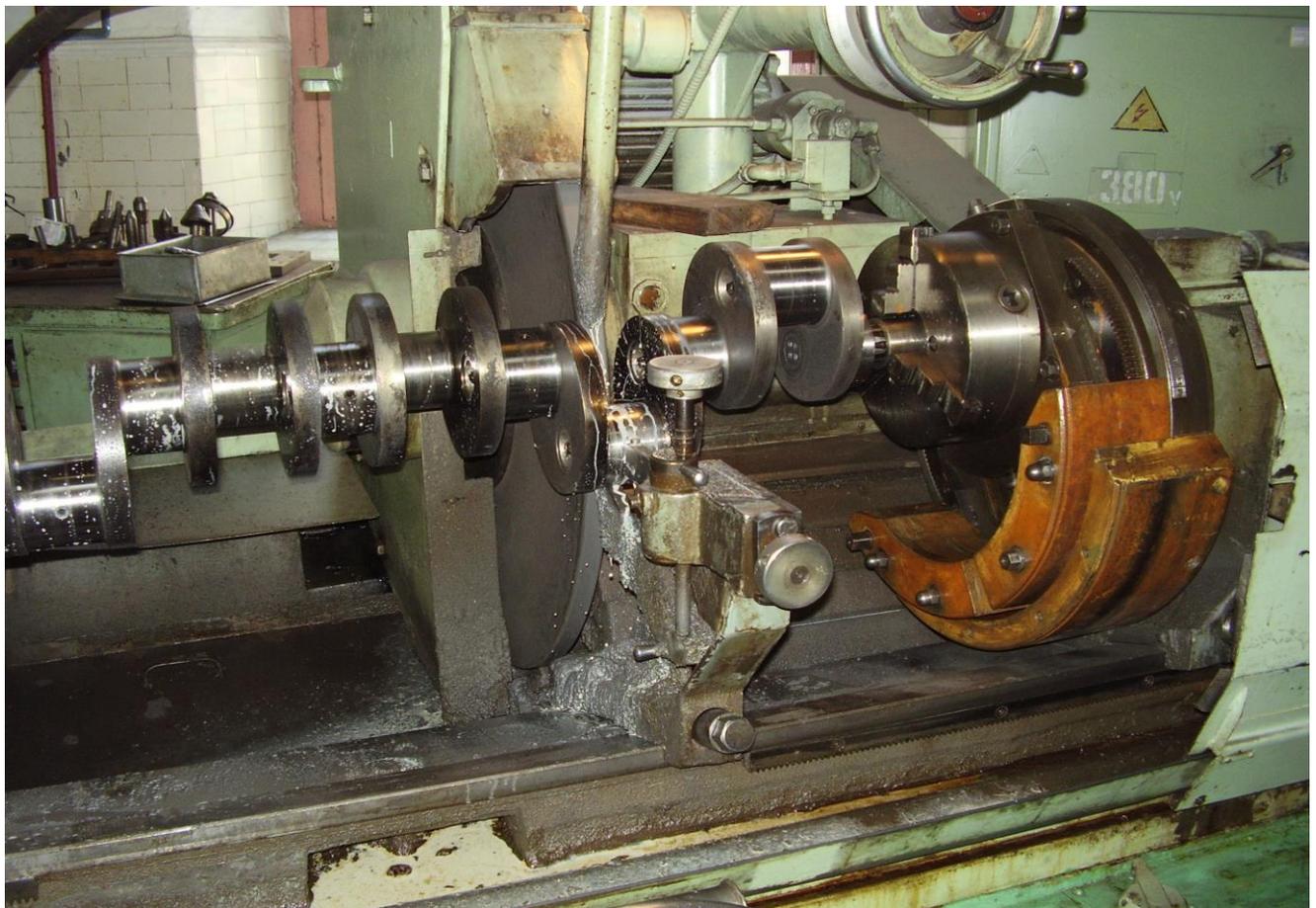


Міністерство освіти і науки України  
Вінницький національний технічний університет

**ТЕХНІЧНЕ НОРМУВАННЯ В РЕМОНТНОМУ  
ВИРОБНИЦТВІ**

навчальний посібник для студентів механічних спеціальностей



## **ТЕХНІЧНЕ НОРМУВАННЯ В РЕМОНТНОМУ ВИРОБНИЦТВІ**

Методичний посібник призначено для надання допомоги студентам вищих навчальних закладів машинобудівних спеціальностей при виконанні практичних робіт, курсового та дипломного проектування.

Укладачі :

Савуляк В.І.

Білошицьким С.П.

## ЗМІСТ

Вступ	8
1 Основи технічного нормування	9
1.1 Класифікація витрат робочого часу	9
1.2 Склад технічної норми часу	10
2 Загальні положення по технологічних процесах виготовлення і ремонту деталей	10
2.1 Основні визначення	10
2.2 Технологічна документація	11
2.3 Вибір настановних баз	13
2.4 Розрахунок розмірів заготовки для виготовлення і ремонту деталей	14
3 Нормування верстатних робіт	19
3.1 Нормування токарних робіт	19
3.2 Нормування стругальних робіт	61
3.3 Нормування довбальних робіт	66
3.4 Нормування фрезерних робіт	67
3.5 Нормування зубооброблювальних робіт	82
3.6 Нормування шліфувальних робіт	106
3.7 Нормування хонінгувальних робіт	129
3.8 Нормування протягувальних робіт	130
4 Нормування робіт по відновленню деталей	137
4.1 Ручне електродугове зварювання і наплавлення	138
4.2 Газове ацетилено-кисневе зварювання	143
4.3 Газове ацетилено-кисневе різання	146
4.4 Автоматичне і напіваавтоматичне наплавлення під шаром флюсу	148
4.5 Електроімпульсне наплавлення	151
4.6 Зварювання і наплавлення в середовищі вуглекислого газу	153
4.7 Рекомендації по механічній обробці виробів після наплавлення	155
4.8 Нормування робіт з металізації	155

5 Нормування обробки тиском	159
5.1 Осаджування, вдавлювання, роздача, обжимання	159
5.2 Правка	162
5.3 Накочення	163
6 Нормування гальванічних робіт	165
6.1 Режими обробки	165
6.2 Рекомендації по механічній обробці виробів, відновлюваних гальванічними покриттями.	172
7 Нормування робіт по відновленню деталей полімерними матеріалами	173
8 Нормування поверхневого закалювання виробів струмами високої частоти	175
9 Нормування електроіскрового нарощування і зміцнення виробів при ремонті	178
10 Нормування робіт по відновленню виробів поверхнево-пластичними деформаціями.	181
10.1 Зміцнююче накочення і розкочування	181
10.2 Обробка дробом	183
10.3 Відцентрова обробка	184
10.4 Рекомендації по механічній обробці виробів, відновлених поверхнево-пластичними деформаціями	186
11 Нормування ковальських робіт	186
12 Нормування слюсарних робіт	188
12.1 Зачистка заусенців	189
12.2 Свердління отворів	190
12.3 Розвертання отворів уручну	191
12.4 Нарізування різь мітчиками уручну	192
12.5 Нарізування різь плашками уручну	193
12.6 Запресування виробів на рейковому пресі	194
12.7 Запресування виробів на гідравлічному пресі	195
12.8 Зачистка абразивним кругом на гнучкому валу гострих кромок по довжині западини і куту зуба шестерні	196
12.9 Зачистка поверхні абразивним полотном уручну	196
13 Нормування малярних робіт	199

13.1 Видалення старої фарби	201
13.2 Механічна підготовка поверхні	202
13.3 Ізоляція і захист поверхонь не підлягаючих покриттю	202
13.4 Фарбування поверхонь виробів	203
13.5 Сушка заґрунтованих і фарбованих поверхонь	204
14 Нормування деревооброблювальних робіт	205
14.1 Машинна обробка	205
14.2 Ручна обробка	208
15 Нормування робіт по ремонту кабін і деталей оперення	210
16 Нормування розбірних і складальних робіт	212
16.1 Нормування мащення деталей при їх складанні	216
16.2 Нормативи на очищення і протирання деталей при розбиранні	214
16.3 Нормативи на встановлення та зняття розводних шплінтів	216
16.4 Нормативи на шплінтування болтів дротом	217
16.5 Нормативи на встановлення та зняття конічних штифтів	217
16.6 Нормативи на закручування (відкручування) гайок і болтів гайковим ключем	218
16.7 Нормативи на закручування і відкручування гайок і болтів електро-пневмогайкокрутами	218
16.8 Нормативи на закручування гайок з дрібними різьбами	219
16.8 Нормативи на вкручення пробок, маслянок кришок	219
16.9 Нормативи на вкручення гвинтів ручною викруткою	220
16.10 Нормативи на вкручення шильок гайковим ключем	220
16.11 Нормативи на вкручення шпильок шпильковим ключем	221
16.12 Нормативи на встановлення прокладок	221
16.13 Нормативи на встановлення (зняття) валів при вільній посадці	222
16.14 Нормативи на встановлення (зняття) валів при напруженій посадці	222

16.15	Норматив на встановлення валів в корпусну деталь під пресом	223
16.16	Нормативи на встановлення деталі на вісь при вільній посадці	223
16.17	Нормативи на встановлення (зняття) деталі на вісь при напруженій посадці	224
16.18	Нормативи на напресування деталей на вал і вісь під пресом	224
16.19	Нормативи на запресування втулок уручну	225
16.20	Нормативи на запресування втулок за допомогою пресу	225
16.21	Нормативи на встановлення (зняття) підшипників уручну	226
16.22	Нормативи на встановлення сальників уручну	226
16.23	Нормативи на встановлення (зняття) призматичної шпонки	227
16.24	Нормативи на встановлення (зняття) сегментних шпонок в паз на валу	227
16.25	Нормативи на встановлення (зняття) пружин з попереднім підтисканням	228
16.26	Нормативи на встановлення (зняття) у канавку поршня поршньового компресійного кільця	228
16.27	Нормативи на встановлення (зняття) у канавку поршня поршньового маслоз'ємного кільця	229
16.28	Нормативи часу на встановлення (зняття) пружинних стопорних кілець	229
16.29	Нормативи на встановлення (зняття) з регулюванням настановного кільця	229
16.30	Нормативи часу на встановлення (зняття) шайби під гайку	230
16.31	Нормативи часу на з'єднання (роз'єднання) шлангів з патрубками і кропіння хомутиками	230
16.32	Нормативи на монтаж (демонтаж) електропроводки	230
16.33	Нормативи на клепання (зрубвання) заклепок без нагрівання	231
16.34	Нормативи на клепання (зрубвання) заклепок з нагріванням	232

Список використаних джерел	232
Додатки	
Додаток А - Наплавочні проволоки для відновлення деталей	234
Додаток Б – Маршрутна карта	235
Додаток В – Операційна карта	236
Додаток Г- Паспортні дані металорізальних верстатів	237
Додаток Д – Розряди і види виконуваних робіт	241
Додаток Е- Коефіцієнти довговічності відновленого виробу	242

## Вступ

Особливістю технологічного процесу ремонтного виробництва в порівнянні з технологічним процесом машинобудівного виробництва є те, що разом із заготовчими операціями, ремонтне виробництво здійснює розбірно-мийні і дефектувальні операції, а головне - здійснює відновлення деталей і в значній мірі з цих деталей здійснює складання машин.

Правильна організація виробництва, в яку закладені наукові основи технологічних процесів, полягає у виборі оптимальних устаткування, пристосувань, інструменту, режиму обробки і технічно обґрунтованих норм часу і фіксації цих даних в технологічних маршрутних (МК) і операційних картах (ОК).

Технологічний процес з технічно обґрунтованими нормами часу забезпечує високу продуктивність праці.

Методичний посібник складено відповідно до програм по спеціальностях 5.090239 "Експлуатація і ремонт підйомно-транспортних, будівельних і дорожніх машин і обладнання».

Методичний посібник містить основні рекомендації і нормативні дані для нормування основних видів робіт ремонтного виробництва, а саме верстатних робіт; та робіт без зняття стружки. Наведені схеми обробки деталей, довідкові дані щодо технологічного обладнання.

# 1 Основи технічного нормування

## 1.1 Класифікація витрат робочого часу

Однією із задач технічного нормування є вивчення раціонального використання робочого часу на виробництві.

Нормований робочий час включає:

- а) підготовчо-завершальний час;
- б) основне (технологічний час);
- в) допоміжний час;
- г) час обслуговування робочого місця (організаційно-технічне обслуговування);
- д) час перерв на відпочинок і природні потреби.

Підготовчо-завершальний час (тп.з.) визначає, витрати часу на отримання завдання, ознайомлення з кресленнями, підготовку робочого місця, наладку устаткування, інструменту і пристосувань для обробки даної партії деталей, а також на зняття інструменту, пристосувань і здачу їх після закінчення роботи.

Слід врахувати, що підготовчо-завершальний час не повторюється з кожною деталлю або виробом, а витрачається один раз на всю партію або один раз в робочу зміну.

Основним (технологічним) часом ( $t_0$ ) називається час, протягом якого відбуваються зміни оброблюваного виробу (розмірів, поверхні і форм, механічних властивостей матеріалів, зовнішнього вигляду виробу і т.д.), що є безпосередньою метою даного технологічного процесу.

Допоміжний час ( $t_d$ ) визначає витрати часу на дії, що забезпечують виконання основної роботи (установка, закріплення і зняття виробу, управління устаткуванням, перестановка інструменту, вимірювання і т.п.).

Сума основного і допоміжного часу складає час оперативної роботи, або оперативний час ( $t_{оп}$ ).

Додатковий час ( $t_{\text{дод}}$ ) складається з часу на організаційно-технічне обслуговування робочого місця і часу на відпочинок і особисті потреби.

## 1.2 Склад технічної норми часу

Додатковий час звичайно задається у відсотках до оперативного часу і визначається за формулою:

$$t_{\text{дод}} = \frac{t_{\text{оп}} \times K}{100} \text{ хв} \quad (1)$$

де:  $K$  - відношення додаткового часу до оперативного, в %.

Оперативний час визначається за формулою:

$$t_{\text{оп}} = t_0 + t_{\text{д}} \text{ хв.} \quad (2)$$

Сума основного, допоміжного і додаткового часи визначає штучний час:

$$T_{\text{шт}} = t_0 + t_{\text{д}} + t_{\text{дод}} = t_{\text{оп}} + t_{\text{дод}} \text{ хв.} \quad (3)$$

Штучний час входить повністю в норму часу на виготовлення або ремонт кожного виробу.

Загальний час на виготовлення партії виробів визначається за формулою:

$$T = t_{\text{п.з.}} + T_{\text{шт}} q \text{ хв} \quad (4)$$

Технічна норма калькуляційного часу складається з витрат часу на виготовлення або ремонт виробу і в загальному випадку визначається за формулою:

$$T_{\text{к}} = \frac{t_{\text{п.з.}}}{q} + t_0 + t_{\text{в}} + t_{\text{д}} = \frac{t_{\text{п.з.}}}{q} + T_{\text{шт}} \text{ хв} \quad (5)$$

де:  $q$  - кількість виробів в партії.

## **2 Загальні положення по технологічних процесах виготовлення та ремонту деталей**

### **2.1 Основні визначення**

Виробничий процес - це сукупність окремих процесів, пов'язаних із обробкою сировини або напівфабрикатів в готові вироби.

Частина виробничого процесу, безпосередньо пов'язана із зміною форми або властивостей матеріалу оброблюваного виробу, називається технологічним процесом. Технологічний процес механічної обробки представляє частину виробничого процесу,

пов'язану із зміною форми, розмірів і якості поверхонь виробу. Наприклад, технологічний процес термічної обробки, пов'язаний з доданням металу необхідних якостей по твердості, структурі і ін.

Технологічний процес виготовлення і ремонту виробів складається з операцій і переходів.

Операція - це частина технологічного процесу, виконувана при обробці певного виробу на одному робочому місці одним робітником до переходу до обробки наступного виробу.

Операція може бути виконана за одну або декілька установок виробу на верстаті.

Установкою називається додання виробу певного положення із закріпленням на верстаті; всяке переміщення виробу на даному верстаті складає нову установку.

Нова установка виробу може скласти нову, самостійну операцію.

Переходом називається частина операції, яка характеризується незмінністю оброблюваної поверхні, інструменту і режиму роботи устаткування.

Перехід може складатися з декількох проходів.

Проходом називається частина переходу, при якому з оброблюваної поверхні знімають тільки один шар матеріалу.

Позицією називається кожне нове положення виробу спільно з пристосуванням або без нього, щодо верстата і інструменту без зміни його закріплення.

## **2.2 Технологічна документація**

До технологічної документації відносяться: робоче креслення деталі, технічні умови, маршрутні (Додаток А) і операційні карти (Додаток Б) і карти ескізів, відомість інструменту, відомість оснащення.

До ремонтної технологічної документації крім того відносяться:

- 1) Ремонтне креслення деталі.
- 2) Текстові ремонтні документи (настанова по ремонту);
- 3) Технічні умови на ремонт;
- 4) Норми витрат запасних частин на ремонт;
  
- 5) Норми витрат матеріалів на ремонт;
- 6) Відомість технологічного оснащення;
- 7) Відомість ремонтних документів;
- 8) Дефектна відомість;
- 9) Карта технологічного процесу дефектування;
- 10) Операційні карти наплавлення

Порядок розробки і зміст ремонтних документів передбачаються ГОСТ 2.602-95 “Ремонтні документи”

Зазначений перелік складу технологічної документації не є строго обов'язковим, однак у практиці виробництва склад і зміст форм в основному відповідають цьому переліку.

Операційна карта за ГОСТ 3.1404-86 призначена для запису технологічного процесу і є основним технологічним документом.

Операційну карту заповнюють на кожну технологічну операцію і, крім запису змісту переходів, застосовуваного устаткування, ріжучого і вимірнювального інструмента, вона містить режими обробки і елементи технічної норми часу  $T_v$ ,  $T_o$ ,  $T_{п.з.}$ ,  $T_{шт}$

Маршрутна карта виконується за ГОСТ 3.1118-82. При маршрутному і маршрутно-операційному описі технологічного процесу МК є одним з основних документів, на якому описується весь процес у технологічній послідовності виконання операцій.

При операційному описі технологічного процесу МК виконує роль зведеного документа, у якому вказується адресна інформація (номер цеху, ділянки, робочого місця, операції), найменування операції, перелік документів, застосовуваних при виконанні операції, технологічне устаткування і трудомісткість.

В ремонтному виробництві МК слід оформляти за формою 6 і ба за ГОСТ 3.1115-79, яка відрізняється від загально прийнятої форми тим, що там вказується дефекти і операції з їх усунення

Карта ескізів містить ескіз заготовлі без масштабу з дотриманням пропорцій і вказівкою базування в пристосуваннях із застосуванням умовних позначок, зображення інструмента, указівка поверхонь обробки і відповідних розмірів і граничних відхилень, шорсткості. Поверхні, що обробляються зображуються лінією товщиною 2-3S і позначаються арабськими цифрами в окружності від відповідного розміру.

Карта дефектування- документ, який містить ескіз деталі із можливими дефектами, вказується метод встановлення дефекту, засоби вимірвання, рекомендований спосіб ремонту і вимоги до деталі після ремонту

Всі графи маршрутної і операційної карт відповідно для кожного переходу і кожної операції, заповнюються необхідними цифровими даними.

При цьому:

- а) по переходах визначається тільки основний і допоміжний час;
- б) по операціях визначається підготовчо-завершальний час, основний час, допоміжний час, додатковий час (куди входить час на організаційно-технічне обслуговування і на природні потреби), штучний час, калькуляційний час, розряд роботи і розцінки.

### **2.3 Вибір настановних баз**

Правильна взаємодія деталей в агрегаті визначається дотриманням при їх виготовленні не тільки необхідної точності розмірів, якості обробки поверхонь, але і правильності взаємного розташування осей і окремих поверхонь, що впливають на нормальну роботу сполучень і агрегату в цілому.

У зв'язку з цим обробку кожної деталі необхідно вести від якої-небудь однієї настановної поверхні - бази.

Бази діляться на чорнові, допоміжні і основні.

При початковій обробці деталей за настановну базу приймають необроблену поверхню, яку називають чорною.

Чорнові бази приймається як найчистіша і рівніша поверхня заготовки після литва, кування або штампування.

Допоміжною базою у деталей є поверхні, спеціально для цього оброблені, наприклад, центрові гнізда у валах, цапфах хрестовин, в поворотних кулаках, або порожнистому пальці і інші.

Основними базами називаються поверхні деталі, що є робочими і роблять вплив на роботу зв'язаних деталей.

Необхідно мати на увазі, що чорною базою слід, як правило, користуватися тільки один раз - при обробці основної або допоміжної бази, оскільки неможливо по чорновій базі відтворити двічі однакову установку деталі на верстаті.

З викладеного можна намітити наступну послідовне обробки поверхонь: спочатку по чорновій базі виробляється обробка тієї поверхні, яка служитиме настановною базою (основної, або допоміжної) для виконання подальших операцій; далі по обробленій базі ведеться вся подальша обробка деталі.

Все сказане про важливість настановних баз при виготовленні деталей відноситься і до їх ремонту. Необхідно прагнути до того щоб при механічній обробці ремонтованої деталі установки її на верстаті або в пристосуванні вироблялася по тих же базах, які були прийняті при виготовлення.

Найбільшеї точності при механічній обробці можна досягти лише в тому випадку, якщо вся обробка деталі ведеться однієї установки. При обробці деталі на ряду верстатів потрібно ж використовувати, по можливості, одні і ті ж настановні поверхні.

Якщо відбувається порушення стану базових поверхонь (знос основної бази в шестерні, затурканість центрових отворів а валах і ін.), то механічну обробку деталі слід починати з відновлення первинних баз.

## **2.4 Розрахунок розмірів заготовки для виготовлення і ремонту деталей**

У ремонтному виробництві застосовуються наступні види заготовок:

- а) відливання (чавунні і з кольорових металів);
- б) поковки із сталі;
- в) сортовий матеріал із сталі і кольорових металів (прокат);

Заготовку вибирає залежно від матеріалу і форми готової деталі; умов її роботи, точності виконання заготовки і виду виробництва (величини програмного завдання).

Розміри всіх видів заготовок в порівнянні з розмірами деталі повинні мати припуск, тобто шар металу, що видаляється з поверхні при механічній обробці заготовки.

Припуск, розмір якого забезпечує необхідну обробку даної заготовки, називається нормальним.

Розрахунок нормального припуску на виготовлення деталі виробляється за формулою:

$$Z = Z1 + Z2 + Z3 + Z4 + \delta \text{ мм}, \quad (6)$$

де Z1 - розмір припуску на чорнову обробку в мм на діаметр;

Z2 - розмір припуску на напівчистову обробку в мм на діаметр;

Z3- розмір припуску на чистову обробку в мм на діаметр;

Z4 - розмір припуску на доведення в мм на діаметр;

$\delta$  - допуск на заготовку в мм.

Величина допуску на заготовку визначається з операційних припусків за формулою:

$$\delta = (0,3 - 0,4) (Z1 + Z2 + Z3 + Z4) \text{ мм} \quad (7)$$

Значення операційних припусків вказані в таблицях 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 і 12.

Таблиця 1- Припуск на чорнову обробку чавунних виливків  
на діаметр, мм

Найбільший розмір відливань, мм	100	200	300	500
Прості виливки	6	8	10	12
Складні виливки	8	10	12	16

Таблиця 2- Припуск на чорнову обробку поковок  
завдовжки не більше 250 мм

Діаметр поковок не більше, мм	На діаметр, мм
50	12
100	14
150	18
200	22

Таблиця 3 - Припуск на чорнове обточування валів з прокату  
(матеріал – сталь гарячекатана), мм

Відношення довжини заготовки до її діаметру	Діаметр оброблюваної поверхні не більше, мм								
	10	15	20	30	40	50	60	80	150
Припуск на діаметр, мм									
4	2	2	2	3	3	4	5	5	5
8	2	2	3	3	4	4	5	5	10
12	2	3	3	4	5	5	5	10	10
20	3	3	4	4	5	5	8	10	10

Таблиця 4 - Припуск на чистове обточування заготовок валів  
після чорнового обточування, мм

Діаметр оброблюваної поверхні, мм	18	50	120	260	500
Припуск на діаметр, мм	1	1,5	1,5	2	3

Таблиця 5- Припуск на шліфування на діаметр, мм

Довжина шліфованого валу, мм		Діаметр шліфованої поверхні, мм					
		10	18	30	80	180	250
1	2	3	4	5	6	7	8
100	Загартованого	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6
	Незагартованого	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,5
250	Загартованого	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7
	Незагартованого	0,3	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6
500	Загартованого	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	0,7
	Незагартованого	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6

Таблиця 6- Припуск на розвертання отворів, на діаметр, мм

Діаметр оброблюваного отвору не більше, мм	5	15	25	30	35	40	45	50
Припуск на чорнове розвертання, мм	0,1 6	0,1 6	0,2	0,2 5	0,2 5	0,2 5	0,2 5	0,2 5
Припуск на чистове розвертання по 2 класу точності, мм	0,0 4	0,0 5	0,0 6	0,0 7	0,0 7	0,0 7	0,0 7	0,0 7

Таблиця 7- Припуск на чистове розточування отвору, мм

Діаметр отвору, в мм	Припуски на діаметр, в мм
Понад 18 до 30	0,7
Понад 30 до 50	1,0
Понад 50 до 80	1,2
Понад 80 до 100	1,5

Таблиця 8 - Припуск на шліфування отворів на діаметр, мм

Довжина шліфованої поверхні не більше, мм		Діаметр шліфованої поверхні не більше, мм						
		10	18	30	80	120	180	250
1	2	3	4	5	6	7	8	9
50	Загартованого	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7
	Незагартованого	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,6
100	Загартованого	-	-	0,4	0,5	0,5	0,6	0,8
	Незагартованого	-	-	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7
200	Загартованого	-	-	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
	Незагартованого	-	-	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7

Таблиця 9- Припуск на хонінгування отворів на діаметр, мм

Діаметр отвору не більше, мм	80	180	Більше е 180
Чавун .....	0,05	0,06	0,07
Сталь .....	0,02	0,03	0,04

Таблиця 10- Припуск на чорнову обробку торців поковок, мм

Діаметр поковки не більше, мм	На сторону
50	6
100	7
150	9
200	11

Таблиця 11- Припуск на чистову обробку торців на сторону, мм

Діаметр оброблюваної деталі не більше, мм	Загальна довжина оброблюваної деталі не більше, мм					
	18	50	120	260	500	Понад 500
Припуск, мм						
30	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	0,2
50	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2
120	0,7	0,7	0,8	1,0	1,2	1,2
260	0,8	0,8	1,0	1,0	1,2	1,4
500	1,0	1,0	1,2	1,2	1,4	1,5
Понад 500	1,2	1,2	1,4	1,4	0,1	1,7

Таблиця 12- Припуск на шліфування торців на сторону, мм

Діаметр оброблюваної деталі не більше, мм	Загальна довжина оброблюваної деталі не більше, мм					
	18	50	120	260	500	Понад 500
30	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6
50	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6
120	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,6
260	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7
500	0,5	0,5	0,5	0,6	0,7	0,7
Понад 500	0,6	0,6	0,6	0,7	0,8	0,8

Діаметр заготовки валу визначається за формулою:

$$D_{\text{заг}} = D + Z \text{ мм}, \quad (8)$$

де:  $D_{\text{заг}}$  - діаметр заготовки валу, мм

$D$  - діаметр валу по кресленню, тобто після остаточної обробки, мм.

Діаметр отвору заготовки визначається за формулою:

$$D_{\text{заг}} = D - Z, \text{ мм} \quad (9)$$

де:  $D_{\text{заг}}$  - діаметр отвору заготовки, мм

$D$  - діаметр отвору по кресленню, мм.

Аналогічно визначаються і розміри заготовок деталей по торцях, при цьому охоплювані розміри визначаються як розміри; заготовок валу, а охоплюючі - як розміри отворів в заготовках.

При визначенні розміру заготовок, їх звичайно округляють і тому може виявитися, що фактичний припуск на обробку буде дещо більшим розрахункового. У цих випадках рекомендується різницю між значеннями фактичного і розрахункового припуску понизити при першому чорновому точінні.

При роботі на токарному верстаті припуск на затискання в патроні слід передбачати для валів довжиною в межах 30-50 мм.

## 3 Нормування верстатних робіт

### 3.1 Нормування токарних робіт

Основними видами токарних робіт є: зовнішнє обточування, розточування внутрішніх отворів, торцеве обточування, підрізування, відрізання, нарізання різьб, центрування отворів, обточування фасок, обточування галтелей, накочування насічки, свердління і розсвердлювання отворів, розвертання отворів.

Основний час визначають за формулою:

$$t_0 = \frac{Z i}{n S} \text{ хв.} \quad (10)$$

де:  $t_0$  - основний час, хв;

$Z$  - розрахункова довжина обробки, мм;

$n$  - частота обертання шпинделя, об/хв;

$S$  - подача інструменту, мм/об;

$i$  - число проходів.

Основний час визначають на основі режимів різання, які встановлюють за оброблюваним матеріалом, точністю і характером переходів, за даними верстата і інструменту.

Порядок розрахунку такий:

а) визначають величину припуску на обробку на сторону, для цього операційний припуск на діаметр, визначений в 2.4 ділиться на два:

$$h_1 = \frac{z_1}{2}; h_2 = \frac{z_2}{2}; h_3 = \frac{z_3}{2} \text{ і т.д.}$$

де:  $h_1, h_2, h_3$  і т.д. - величини припусків на обробку на сторону, мм;

$Z_1, Z_2, Z_3$  і т.д. - величини операційних припусків на діаметр, мм.

б) визначають глибину різання. При цьому бажано, щоб весь припуск, що підлягає зняттю при чорновій обробці, було знято за один прохід. Чистова обробка звичайно виконується за два проходи.

При обточуванні і розточуванні глибину різання визначають за формулою:

$$t = (d-d_1)/2 \text{ мм} \quad (11)$$

де:  $d$  - діаметр деталі до обробки в мм;

$d_1$  - діаметр деталі після обробки за один прохід інструменту в мм;

$t$  - глибина різання, мм.

У час відрізки деталі глибина різана дорівнює ширині різця.

Глибина різання при свердлінні отвору дорівнює половині діаметру отвору:

$$t = D/2 \text{ мм} , \quad (12)$$

де:  $D$  - діаметр отвору при свердлінні, мм.

Глибина різання залежить від припуску на обробку, числа проходів, якості матеріалу деталі і ріжучого інструменту, чистоту і точність оброблюваної поверхні, потужності і жорсткості верстата.

Якщо деталі обробляються з невисокою точністю, то глибина різання дорівнюватиме припуску на обробку. При вищих вимогах обробка може вироблятися за декілька проходів.

Число проходів визначається за формулою:

$$i = h/t , \quad (13)$$

де:  $i$  - число проходів,

$h$  - величина припуску на сторону, мм,

$t$  - глибина різання, мм.

в) по вибраній глибині різання і діаметру оброблюваної поверхні (або іншому показнику) визначають по таблицях подачу, яку потім уточнюють по паспорту верстата.

г) по знайдених значеннях глибини різання і подачі за допомогою таблиць визначають швидкість різання (теоретичну). У тих випадках, коли виробничі умови не співпадають з тими, для яких складені довідкові таблиці, знайдену швидкість різання коректують за допомогою поправочних коефіцієнтів, значення яких приведені нижче в таблицях 13, 14, 15, 16 і 17.

$$V_k = V_T K_M K_X K_{MP} K_{OX} \text{ м/хв} \quad (14)$$

де  $V_k$  - скоректована швидкість різання, м/мін;

$V_T$  - теоретична, прийнята по таблиці, швидкість різання м/мін;

$K_M$ ;  $K_X$ ;  $K_{MP}$ ;  $K_{OX}$  - поправочні коефіцієнти на швидкість різання.

Таблиця 13- Поправочні коефіцієнти на швидкість різання залежно від оброблюваного матеріалу -  $K_M$  (різець із сталі P9 або P18)

Найменування сталі	Сталь $\sigma_B$ кгс/мм <sup>2</sup>						
	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91-100	101-110
Вуглецева, конструкційна	1,70	1,31	1,00	0,77	0,63	-	-
Хромово, нікелева, хромонікелева	1,55	1,16	0,88	0,74	0,54	0,51	0,44
Марганцевиста	1,30	0,97	0,74	0,62	0,50	0,44	0,37

Таблиця 14- Поправочні коефіцієнти на швидкість різання бронзи і чавуну –  $K_M$ , прийняті відносно вуглецевої сталі  $\sigma_B = 65$  кгс/мм<sup>2</sup> (різець із сталі P9 або P18)

Чавун		Бронза	
Твердість HB	Коефіцієнт $K_M$	Твердість HB	Коефіцієнт $K_M$
140-160	0,7	60-70	6,2
161-180	0,6	71-90	2,6
181-200	0,5	100-150	1,6
201-220	0,4	151-200	1,1
221-240	0,3	-	-

Таблиця 15- Поправочні коефіцієнти на швидкість різання залежно від характеру заготовки і стану її поверхні  $K_x$

Характер поверхні	Оброблюваний матеріал			
	Чавун з твердістю HB			Сталево литво і поковки
	До 160	160-200	200-240	
Чиста	0,7	0,85	0,9	0,85
Забруднена	0,5	0,5	0,5	0,75

Таблиця 16- Поправочні коефіцієнти на швидкість різання залежно від матеріалу ріжучої частини різця  $K_{MP}$

Фактично вживаний матеріал різця								
P9 і P18	У10А і У12А	T15K6 Т	T15K 6	T14K8	BK2	BK3	BK6	BK8
1,0	0,45	3,45	3,0	2,4	3,0	2,85	2,7	2,4

Таблиця 17 - Поправочні коефіцієнти на швидкість різання сталі залежно від застосування охолодження -  $K_{ox}$

Обробка	Коефіцієнт
Без охолодження	1,00
З охолодженням	1,25

д) визначають теоретичну частоту обертання шпинделя верстата і підбирають найближчу частоту обертання по паспорту верстата

$$n_T = 1000V_K / \pi D \text{ об/хв} \quad (15)$$

де  $n_T$  - теоретична частота обертання шпинделя верстата, об/хв.;

$V_K$  - скоректована швидкість різання, м/хв.;

$D$  - діаметр обробки, мм.

е) визначають фактичну швидкість різання, відповідну вибраній частоті обертання шпинделя з паспорта верстата;

$$V = \pi D n / 1000 \text{ м/хв} \quad (16)$$

де  $V$  - фактична швидкість різання, м/хв;

D - діаметр обробки, мм;

n - прийнята частота обертання по паспорту верстата, об/хв.

ж) визначають зусилля різання і потужність, потрібну на зняття стружки.

Зусилля різання визначають за формулою:

$$P_Z = KtS \text{ кг} \quad (17)$$

де:  $P_Z$  - зусилля різання, кг;

K - коефіцієнт, залежний від матеріалу, береться з таблиці 18;

t - прийнята глибина різання, мм;

S - прийнята подача, мм/об.

Таблиця 18 - Значення коефіцієнта K

Оброблюваний матеріал - сталь					
$\sigma_y$ кгс/мм <sup>2</sup>	K	$\sigma_y$ кгс/мм <sup>2</sup>	K	$\sigma_y$ кгс/мм <sup>2</sup>	K
30-40	132	60-70	170	90-100	226
40-50	145	70-80	191	100-110	246
50-60	157	80-90	200	110-120	260
Оброблюваний матеріал - чавун					
HB	K	HB	K		
140-160	81	200-220	98		
160-180	86	220-240	104		
180-200	92	240-260	108		

Знайденим вертикальним зусиллям  $P_Z$  і швидкістю різання (фактичної) визначають потужність різання за формулою:

$$N_p = P_Z V / 60 \cdot 75 \cdot 1.36 = P_Z V / 6120 \text{ кВт} \quad (18)$$

Потужність приводу верстата на шпинделі:

$$N_{шп} = N_m \eta \text{ кВт} \quad (19)$$

де:  $N_{шп}$  - потужність приводу верстата, кВт;

$N_m$  - потужність електродвигуна верстата по паспорту, кВт;

$\eta$  - коефіцієнт корисної дії (0,7 .... 0,9).

Очевидно, обробка можлива, якщо

$$N_p \leq N_{шп}$$

Розрахунок зусилля і потужності різання потрібно виробити в операції з найбільшими величинами глибини різання і подачі.

Далі розраховують довжину обробки.

Розрахункову довжину обробки при обточуванні (рис.1) і розточуванні визначають за формулою:

$$Z = l + l_1 + l_2 + l_3, \text{ мм}, \quad (20)$$

де:  $l$  - довжина обробки, мм;

$l_1$  - величина врізання різця, мм;

$l_2$  - величина перебігу різця, мм;

$l_3$  - додаткова довжина на узяття пробних стружок, мм.

Розрахункову довжину при підрізуванні торця визначають за формулою:

$$Z = d/2 + l_1 + l_2 + l_3, \text{ мм}. \quad (21)$$

Якщо підрізається несучільний перетин, то:

$$Z = d - d_1/2 + l_1 + l_2 + l_3, \text{ мм}, \quad (22)$$

де:  $d$  - діаметр деталі, мм;

$d_1$  - діаметр отвору, мм.

Якщо здійснюється багаторіцева токарна обробка декількох ступенів, наприклад, за один прохід обробляється юбка і головка поршня, розрахункова довжина визначається по найбільшій довжині ступеня, тобто

$$Z = l_{\max} + l_1 + l_2 \text{ мм} \quad (23)$$

Величини врізання і перебігу визначають по таблицях (у значенні яких включене як врізання, так і перебіг інструменту) 19 і 20.

Додаткову довжину на взяття пробних стружок визначають по таблиці 21.

Допоміжний час відводиться для здійснення різних прийомів роботи, які забезпечують виконання основного часу.

Слід мати на увазі, що допоміжний час для верстатних робіт визначають по декількох таблицях даного методичного посібника.

$$t_d = t_{d1} + t_{d2} + t_{d3}, \text{ хв}. \quad (24)$$

Таблиця 19- Величина врізання і перебігу різців

Найменування інструменту і характер роботи		Глибина різання, мм								
		1	2	3	4	5	6	8	10	12
		Врізання і перебіг інструменту, мм								
Різці прохідні і розточувальні з кутом в плані										
	30° ..	7,0	13,0	19,0	25,0	-	-	-	-	-
	45° ..	2,8	5,0	7,2	9,0	11,0	13,0	16,0	21,0	24,0
	60° ..	2,0	3,5	5,0	6,0	7,0	8,0	11,0	13,0	15,0
	75° ..	1,6	2,7	3,8	4,3	5,0	5,5	7,6	8,7	10,0
		1,3	2,1	2,8	3,1	3,3	3,6	5,1	5,8	6,2
Різці підрізні 90 ...		3 + 5								
Різці відрізні і прорізні		2 + 5								
Різці різьбові	Нарізування наскрізної різі.	2 + 3 (кроку різі)								
	Нарізування різі впритул	1 + 2								

Таблиця 20- Величина врізання і перебігу при свердлуванні

Найменування інструменту і характер роботи		Найбільший діаметр інструменту, мм										
		5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80
		Врізання і перебіг інструменту, мм										
Свердла спіральні	Свердління в суцільному матеріалі	2,5	4,5	6	8	10	12	14	18	22	-	-
		0,4 – 0,6 від величини по позиції 10-й										
Розгортки циліндрові	Розвертання крізних отворів	15	18	22	26	30	34	38	45	50	50	50
	Розсверд. глухих отворів	3	3	3	3	3	4	4	4	5	5	5
Мітчики машинні	Нарізування крізних отворів Нарізування глухих отворів	Довжина огорожної частини мітчика плюс 1-2 калібруючі нитки										
		2 + 3(кроку різі)										
Плашки круглі		2 + 3 (кроку різі)										

Таблиця 21 - Додаткові довжини на узяття пробних стружок

Характер обробки	Вимірювальні інструменти	Вимірюваний розмір, мм	Доповнить. довжина пробних стружок
Напівчистова по 4-му класу точності з узяттям однієї пробної стружки	Лінійка, нутромір, штангенциркуль, глибиномір, пробка, штіхмас або шаблон Кронциркуль	-	5
		до 250	3
		понад 250	5
	Мікрометр, скоба або розсувна штанга	до 250 понад 250	5
Напівчистова по 3-му класу точності з узяттям двох пробних стружок	Штангенциркуль, пробка або штіхмас Мікрометр або скоба	-	10
		до 250	10
		понад 250	20

Допоміжний час визначають по таблицях 22, 23 і 24.

Додатковий час визначають за формулою 1.

Значення К беруть з таблиці 25.

Підготовчо-завершальний час визначають по таблиці 26.

Штучний час визначають за формулою 3.

Норму калькуляційного часу визначають за формулою 5.

Таблиця 22- Допоміжний час на установку і зняття виробу, хв.

Спосіб установки	Довжина деталі, мм	Маса деталі, кг при роботі							
		Уручну			З підйомником				
		До 5	5-15	15-30	До 50	50-80	80-120	120-200	200-300
1. У центрах	До 100	0,9	1,5	1,8	2,8	3	3,2	3,5	3,8
2. У центрах з люнетом	До 1000	1,2	1,9	2,4	-	-	-	-	-
		1,3	2,2	2,8	4,3	4,9	5,4	6,0	6,6
3. У центрах на гладкої оправці	будь-яка	1,3	1,9	2,3	-	-	-	-	-
4. У центрах на оправці з гайкою	будь-яка	1,6	2,4	2,8	-	-	-	-	-
5. У 3-х кулачковому патроні	Без вивіряння з вивірянням	0,8	0,9	1,0	-	-	-	-	-
		1,3	1,8	2,2	-	-	-	-	-
6. В 3-х кулачковому патроні з підтисканням центром задньої бабці	Більше 5 D	0,9	1,3	1,5	-	-	-	-	-
7. У 3-х кулачковому патроні з люнетом	До 1000 Вище 1000	0,9	1,4	1,7	-	-	-	-	-
		-	1,8	2,2	-	-	-	-	-
8. У 4-х кулачковому патроні з люнетом	До 1000	-	5,3	6,3	9,2	11,8	12,1	15	17,5
	До 2500	-	-	-	-	-	14	16,7	20,0
9. У 4-х кулачковому патроні	Проста Середньої складності Складна	2,2	3,3	3,9	6,0	7,2	8,3	10,0	11,8
		3,2	4,9	5,8	8,0	10,6	11,9	13,4	15,5
		5,4	7,3	8,4	10,8	13,0	15,5	18,5	22
10. На планшайбі з кріпленням болтами і планками	Середньої складності	-	6,3	7,7	10,8	13,0	15	17,5	21
11. На планшайбі з косинцем	Проста Середньої складності Складна	3,8	5,3	6,3	8,3	10,0	11,7	13,8	-
		5,9	8,3	10	12	14,5	17,0	20,0	-
		9,2	13	15	18,5	21,0	23,0	27,0	-
12. У 4-х кулачковому патроні з підтисканням центром задньої бабці	1000-2500	-	-	-	-	9,6	10,7	12,0	13,2

Таблиця 23- Допоміжний час на зміну режиму роботи верстата і зміну інструменту (додавати до часу на прохід) хв.

Характер зміни режиму і зміна інструменту (додавати до часу на прохід)		Група верстатів по висоті центрів, мм до				
		150	200	300	500	
		Час в хвилинах				
1		2	3	4	5	
1. змінити частоту обертання шпинделя	Однією рукояткою	0,04	0,05	0,06	0,07	
	Двома	0,07	0,1	0,12	0,13	
	Відкидним перебором	0,12	0,16	0,2	0,25	
	Перекиданням ременя	0,25	0,3	0,35	0,4	
2. Змінити величину подачі	Однією рукояткою	0,03	0,04	0,04	0,05	
	Двома	0,06	0,07	0,07	0,06	
	Трьома	0,08	0,10	0,12	0,13	
3. Повернути 4-хрезцовую головку на кут	900.....	0,04	0,06	0,07	0,08	
	1800.....	0,06	0,07	0,08	0,09	
4. Встановити прохідний, підрізний, або розточувальної різці і зняти	При кріпленні	1 болтом	0,7	0,85	0,92	1,0
		2 болтами	0,9	1,1	1,2	1,3
5. Встановити фасонний, різьбовий або відрізний різці і зняти	При кріпленні	1 болтом	1,0	1,1	1,1	1,2
		2 болтами	1,2	1,4	1,5	1,6
6. Встановити свердло, мітчик або розвертку в шпиндель задньої бабки і зняти		0,7	0,8	0,9	1,0	

Таблиця 24- Допоміжний час, пов'язаний з проходом, хв.

Найменування операції (переходу)	Висота центрів, мм		
	150	200	300
	Час (хв) на один прохід		
Обточування або розточування по 8,9 квалітету	0,5	0,6	0,8
Обточування або розточування по 11,12 квалітету	0,3	0,4	0,6
Обточування або розточування на подальші проходи	0,08	0,15	0,20
Підрізування або відрізка	0,10	0,15	0,18
Обточування або відрізка	0,10	0,15	0,18
Обточування фасок і радіусів	0,05	0,06	0,06
Нарізування різи різцем	0,02	0,03	0,05
Нарізування різи мітчиком або плашкою	0,17	0,19	0,22
Свердлення, розсвердлювання і центрування	0,46	0,62	0,80

Таблиця 25- Додатковий час в % від оперативного:

$$t_d = t_{оп} \cdot K / 100 \text{ хв.}$$

Висота центрів до	Час на обслуговування робочого місця і природні потреби в % від оперативного часу К
200	6,5
400	7,2

Таблиця 26- Підготовчо-завершальний час при токарній обробці, хв.

Умови роботи	Висота центрів, мм		
	150	200	300
У центрах на оправці з хомутиком	8	9	12
У трьохкулачковому патроні	11	12	13
У трьохкулачковому патроні з підтисканням заднім центром	12	13	14
У чотирьохкулачковому патроні	13	14	16
У чотирьохкулачковому патроні з підтисканням заднім центром	14	15	17
На пристосуванні, закріпленому на планшайбі	17	18	21
На планшайбі з кріпленням болтами	15	16	18
На кінцевій оправі	10	11	12
Додавати час у разі установки люнета	2	3	4
Установка пристосування на супорті	20	20	22
Установка електрошліфувального приладу	15	15	15

### 3.1.1 Зовнішнє обточування

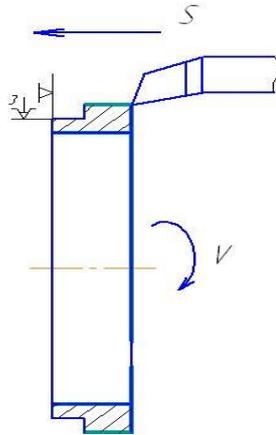


Рисунок 1- Схема обточування

Варіанти обробки зовнішніх поверхонь та параметри шорсткості наведені в таблиці 27.

### 3.1.2 Розточування внутрішніх поверхонь

Схема розточування наведена на рис.2

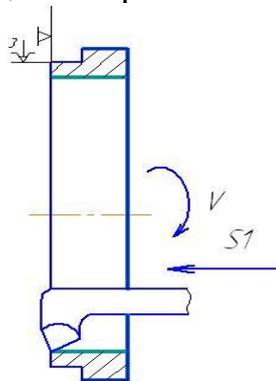


Рисунок 2 – Схема розточування

Таблиця 27- Шорсткість поверхні при механічних методах обробки

Тип поверхонь, що обробляються	Методи обробки		Параметри шорсткості													
			Rz					Ra					Rz			
			320	160	80	40	20	2,5	1,25	0,63	0,32	0,160	0,080	0,040	0,100	
Зовнішні циліндричні	Обточування	Попереднє														
		Чистове														
		Тонке														
	Шліфування	Попереднє														
		Чистове														
		Тонке														
	Притирання	Груба														
		Середня														
		Тонка														
	Обробка абразивним полотном															
Обкачування роликком																
Шліфування суперфінішування																
Внутрішні циліндричні	Розточування	Попереднє														
		Чистове														
		Тонке														
	Свердління															
	Зенкування	Чорнове (по корці)														
		Чистове														
	Розвертання	Нормальне														
		Точне														
		Тонке														
	Протягування															
	Внутрішнє шліфування	Попереднє														
		Чистове														
	Калібрування кулькою															
Притирання	Груба															
	Середня															
	Тонка															
Шліфування Притирання Хонінгування	Нормальне															
	Дзеркальне															
Площини	Стругання	Попереднє														
		Чистове														
		Тонке														
	Циліндрове фрезерування	Попереднє														
		Чистове														
		Тонке														
	Торцеве фрезерування	Чорнове (по корці)														
		Чистове														
	Точіння торця	Нормальне														
		Точне														
		Тонке														
	Плоске шліфування	Попереднє														
		Чистове														
Притирання	Груба															
	Середня															
	Тонка															

Таблиця 28 - Подачі при зовнішньому обточуванні в мм/об

Чистота обробки	Глибина різання в мм	Подача мм/об при діаметрі оброблюваної деталі, мм			
		До 30	30-60	60-100	100-150
Чорнова	До 3	0,15-0,4	0,2-0,6	0,3-0,8	0,4-1,0
Чорнова	3-6	0,1-0,3	0,15-0,4	0,2-0,6	0,3-0,8
Чистова	До 2	0,15-0,2	0,15-0,25	0,25-0,35	0,3-0,4
Чистова	До 3	0,08-0,12	0,1-0,2	0,15-0,25	0,20-0,35

Таблиця 29 - Швидкість різання м/хв при обточуванні вуглецевої конструкційної сталі

$\sigma_B = 65 \text{ кгс/мм}^2$  різцем із сталі Р9 без охолодження

Подача не більше мм/об	Глибина різання (не більше), мм						
	1	1,5	2	3	4	6	8
0,15	102	92	85	-	-	-	-
0,20	88	80	74	-	-	-	-
0,25	79	71	66	-	-	-	-
0,30	70	63	58	-	-	-	-
0,40	-	52	48	43	40	35	-
0,60	-	-	37	36	35	31	30
0,70	-	-	-	30	28	26	23
1,00	-	-	-	23	22	19	18
1,40	-	-	-	-	18	16	14
2,00	-	-	-	-	-	13	12

Таблиця 30 - Характеристика основних видів розточування

Показник	Розточування		
	чорнове	чистове	Тонке
Клас точності, що досягається	5-7	3-4	2
Клас шорсткості, що досягається	Rz 320 Rz 80	Rz 40 2.5	1.25 0.65
Припуск на обробку, мм	Залежно від заготовки	Див. табл. 6 і 7	Див. табл. 7 і 8

Таблиця 31- Подача при розточуванні в мм/об

Виліт різця, у мм	Глибина різання, в мм					
	2	3	5	2	3	5
50	0,08-0,1	-	-	0,08-0,1	0,08	0,08
60	0,1-0,12	0,08	-	0,08-0,1	0,08-0,12	0,08
80	0,12-0,2	0,12	0,08	0,08-0,1	0,15-0,25	0,08-0,12
100	0,18-0,25	0,1-0,25	0,1	0,1-0,15	0,3-0,5	0,15-0,25
150	0,3-0,4	0,2-0,5	0,12-0,3	0,15-0,3	0,9-1,2	0,5-0,7
200	-	0,25-0,6	0,13-0,4	-	-	0,6-1

Таблиця 32 Швидкість різання м/хв при розточуванні вуглецевої конструкційної сталі  $\sigma_b = 65$  кгс/мм<sup>2</sup>, різець із сталі Р9 без охолодження

Подача не більше, мм/об	Глибина різання не більше, мм					
	1	1,5	2	3	4	5
0,10	99	90	-	-	-	-
0,15	87	79	73	-	-	-
0,20	79	71	66	-	-	-
0,25	73	66	62	-	-	-
0,30	65	59	55	-	-	-
0,40	-	49	46	41	38	34
0,50	-	-	-	35	33	30
0,70	-	-	-	29	27	24

### 3.1.3 Торцеве обточування

Схема торцевого обточування наведена на рис.3

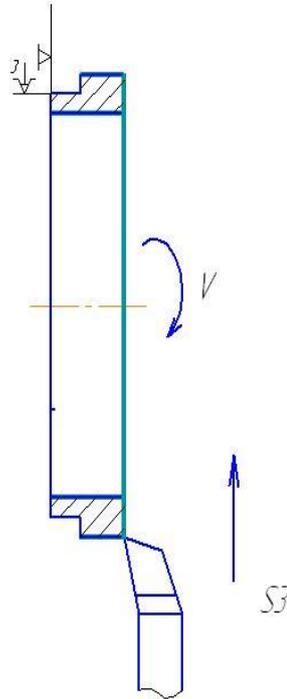


Рисунок 3 - Схема торцевого обточування

Припуск при торцевому обточуванні визначається за формулою:

$$h = Z - l, \text{ мм}, \quad (25)$$

де:  $Z$  - довжина заготовки до обробки, мм;

$l$  - довжина заготовки після обробки, мм.

Таблиця 33- Подачі при торцевому обточуванні, мм/об

Чистота обробки	Діаметр оброблюваної деталі, мм				
	30	60	100	150	300
Чорнова	0,15-0,25	0,25-0,4	0,35-0,5	0,45-0,6	0,6-0,8
Чистова	0,15-0,2	0,2-0,3	0,25-0,35	0,35-0,5	0,4-0,6

Таблиця 34 - Швидкість різання м/хв при обточуванні торця вуглецевої конструкційної сталі  $\sigma_B = 65 \text{ кгс/мм}^2$ . Різець із сталі Р9 без охолодження

Подача не більше мм/об	Глибина різання						
	1	1,5	2	3	4	6	8
0,10	116	105	-	-	-	-	-
0,15	100	91	85	-	-	-	-
0,20	91	83	77	-	-	-	-
0,25	85	70	70	-	-	-	-
0,30	75	68	65	-	-	-	-
0,40	-	56	53	48	44	40	-
0,50	-	-	-	41	37	34	33
0,70	-	-	-	32	30	28	26
1,00	-	-	-	27	24	22	21
1,40	-	-	-	-	20	18	17

### 3.1.4 Відрізання і проточування канавки

Схема проточування канавки (відрізання) наведена на рис.4

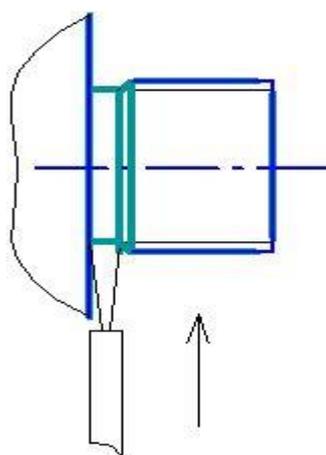


Рисунок 4 - Схема проточування канавки

Таблиця 33 - Подачі при відрізку і прорізці в мм/об

Оброблюваний матеріал	Діаметр оброблюваної деталі не більше, мм			
	30	50	80	120
Сталь	0,07-0,09	0,09-0,11	0,11-0,19	0,13-0,15
Чавун	0,10-0,12	0,12-0,15	0,15-0,18	0,18-0,2

Таблиця 36 - Швидкість різання при відрізку і проточуванні канавок у вуглецевій конструкційній сталі  $\sigma_b = 65 \text{ кгс/мм}^2$  різцем із сталі Р9 без охолодження

Подача не більше мм/об	0,06	0,08	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,40	0,50
Швидкість різання м/мін	44	37	32	25	21	18	16	13	12

Таблиця 37- Поправочні коефіцієнти на швидкість різання залежно від відношення кінцевого діаметру обробки до початкового  $d_1/d$  при відрізку деталей з отворами

Матеріал ріжучої частини різця	Відношення $d_1/d$			
	1,0	0,5-0,6	0,7- 0,8	Більше 0,8
Сталь швидкорізальна	1,0	0,96	0,92	0,88
Твердий сплав	1,0	0,97	0,90	0,84

Де:  $d$  - початковий діаметр заготовки  
 $d_1$  - кінцевий діаметр заготовки, мм.

### 3.1.5 Нарізання кріпильної різьби різцем

Кількість проходів при нарізуванні кріпильного різь наведені у таблиці 38. Нарізування різь виробляється різьбовими різцями, ріжучі кромки яких відповідають профілю різь.

Подовжня подача є кроком різі, а поперечна залежить від числа проходів. Величина врізання і перебігу різця приймається рівною 2-3 крокам нарізуваної різі.

Різь з кроком до 5мм нарізують одним різцем, профіль якого відповідає профілю різі. Різь з великим кроком нарізують двома, або трьома різцями.

Подовжня подача відповідає кроку різьби.

Величину врізання і перебігу різця приймають рівного 2-3 крокам нарізуваної різі.

Таблиця 38 – Кількість проходів при нарізуванні кріпильної різі

Тип різі	Крок різі S, мм число ниток на 1 дюйм	Нарізування зовнішньої різі						Нарізування внутрішньої різі					
		Оброблюваний матеріал											
		Вуглецева сталь		Леговані стали і сталеве ЛІТВО		Чавун, бронза, латунь		Вуглецева сталь		Леговані стали і сталеве ЛІТВО		Чавун, бронза, латунь	
		Число проходів											
		Чорно вих	Чистов их	Чорно вих	Чистов их	Чорно вих	Чисто вих	Чорно вих	Чистов их	Чорно вих	Чистов их	Чорно вих	Чисто вих
Метрична	1025-0,5мм	4	2	5	3	4	2	5	3	6	4	5	3
	1,75мм	5	3	6	4	5	3	6	3	7	4	6	3
	2,0-3,0мм	6	3	7	4	6	3	7	4	9	5	7	3
	3,5-4,5мм	7	4	9	5	6	3	9	4	11	6	7	3
	5,0-5,5мм	8	4	10	5	6	4	10	5	12	7	8	4
	6,0мм	9	4	12	5	6	4	12	5	15	7	8	5
Дюймова	12-14 ниток	4	3	5	4	3	3	5	4	6	5	4	4
	10-11 “	5	3	6	4	4	3	6	4	7	5	5	4
	7 “	5	4	7	5	4	3	6	5	7	6	5	4
	6 “	6	4	7	5	4	3	8	5	10	6	5	4
	4-5 “	7	4	8	5	5	3	9	5	12	6	6	4
	3,5 нитки	8	4	10	5	6	4	10	5	12	6	8	5
	3,0 “	9	4	12	6	6	4	12	5	14	7	8	5

Таблиця 39 - Швидкості різання при нарізуванні кріпильних різей різцями з швидкорізальної сталі, м/об

Кріпильна метрична

Крок різь		До 2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
Швидкість різання, м/хв	При чорнових проходах	36	31	30	27	25	24	22	22
	При чистових проходах	64	56	50	48	44	42	41	38
	При зачисних проходах				4				

Кріпильна дюймова

Число ниток на 1 дюйм різь		11	10	9	8	7	6	5	4,5	4	3,5	3
Швидкість різання м/хв	При чорнових проходах	40	38	35	31	28	27	25	23	21	20	19
	При чистових проходах	65	58	57	55	49	47	42	39	37	34	31
	При зачисних проходах						4					

### 3.1.6 Нарізування трапецеїдальної різі різцем

Таблиця 40 - Число проходів при нарізуванні однозаходних трапецеїдальних різей

1. Різь зовнішня

Крок різь, мм	Оброблюваний матеріал					
	Вуглецева сталь		Легована сталь Сталеве литво		Чавун, бронза	
	Число проходів					
	чорнови х	чистови х	чорнови х	чистови х	чорнови х	чистови х
3	7	4	8	5	6	4
4	7	5	8	5	6	4
5	8	5	10	6	7	4
6	8	5	10	6	7	4
8	10	6	12	7	9	5
10	12	7	14	8	10	5
12	13	8	16	10	11	6
16	15	8	18	10	13	7
20	17	10	20	12	15	8

2. Різь внутрішня

Крок різь, мм	Оброблюваний матеріал					
	Вуглецева сталь		Легована сталь Сталеве литво		Чавун, бронза	
	Число проходів					
	чорнови х	чистови х	чорнови х	чистови х	чорнови х	чистови х
3	8	5	10	6	7	5
4	8	5	10	6	7	5
5	10	6	12	7	8	5
6	10	6	12	7	8	5
8	12	7	14	9	10	6
10	14	8	16	10	12	6
12	16	10	18	12	14	7
16	18	10	21	12	16	8
20	20	12	24	13	18	10

Примітка: Число проходів в карті розрахована для нарізування однозаходної різи. При нарізуванні двох і багатозаходних різей вказані числа проходів збільшують на 1-2 проходи для кожного заходу.

Таблиця 41 - Швидкості різання при нарізуванні трапецеїдальних різей різцями з швидкорізальної сталі з охолодженням, м/хв

Крок різь, мм		до 5	6	8	10	12	16	20	24
Швидкість різання в м/хв	При чорнових проходах	37	32	25	21	18	15	14	13
	При чистових проходах			64				52	
	При зачисних проходах				4				

### 3.1.7 Обточування фасок

Значення  $v$  і  $n$  приймають за даними попереднього переходу.

Для спрощення розрахунку основний час на обточування фасок приводиться в таблиці 42.

Таблиця 42- Основний час на обточування фасок під кутом 45° і 30°, хв

Діаметр обробл. деталі не більше, мм	Ширина фаські не більше, мм				Діаметр обробл. деталі не більше, мм	Ширина фаські не більше	
	1	2	3	5		3	5
20	0,05	0,10	0,13	-	180	0,84	1,20
40	0,10	0,23	0,27	-	200	-	1,28
60	0,14	0,27	0,36	0,50	210	-	1,36
80	0,16	0,36	0,48	0,70	220	-	1,42
100	-	0,48	0,60	0,80	240	-	1,51
120	-	0,58	0,68	0,87	260	-	1,65
140	-	0,62	0,75	1,0	280	-	1,84
160	-	-	0,82	1,13	300	-	2,00

### 3.8 Обточування галтелей

Значення  $v$  і  $n$  приймають за даними попереднього переходу.

Обточування галтелей здійснюють підрізуванням галтельним різцем.

Для спрощення розрахунків основний час на обточування галтелей приводиться в таблиці 43.

Таблиця 43 - Основний час на обточування галтелей, хв.

Діаметр обробки, мм до	Радіус галтелі (округлення), мм							
	1	2	2,5	3	4	5	6	8
25	0,30	0,33	0,34	0,36	-	-	-	-
30	0,33	0,34	0,36	0,39	0,43	-	-	-
35	0,34	0,35	0,38	0,49	0,45	-	-	-
40	0,35	0,36	0,40	0,45	0,48	-	-	-
50	-	0,38	0,43	0,48	0,53	0,77	-	-
60	-	0,40	0,45	0,50	0,58	0,87	1,00	-
70	-	0,45	0,50	0,57	0,62	1,00	1,25	-
80	-	-	0,53	0,58	0,70	1,12	1,50	2,00
100	-	-	-	0,62	0,80	1,25	1,75	2,25
120	-	-	-	0,67	0,90	1,50	2,00	2,50
140	-	-	-	0,72	1,00	1,75	2,25	2,75
160	-	-	-	-	1,12	2,00	2,50	3,00
180	-	-	-	-	1,25	2,25	2,75	3,25
200	-	-	-	-	1,37	2,50	3,00	3,75
230	-	-	-	-	-	2,73	3,25	4,25
260	-	-	-	-	-	3,00	3,50	5,00
300	-	-	-	-	-	3,25	3,75	5,75

### 3.1.9 Зачищення поверхні абразивним полотном

Значення  $v$  і  $n$  приймають за даними попереднього переходу. Зачистка абразивним полотном додає поверхні необхідну гладкість, але не забезпечує точність розмірів.

Таблиця 44 - Основний час на зачистку поверхні абразивним полотном, хв.

Довжина обробки мм до	Діаметр обробки, мм до										
	10	15	20	30	40	50	70	100	130	160	200
10	0,80	0,90	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	0,90	1,80	1,15	-	-	-	-	-	-	-	-
20	1,80	1,15	1,30	1,50	1,70	1,90	2,10	-	-	-	-
30	1,15	1,30	1,45	1,70	2,00	2,20	2,40	2,70	-	-	-
40	1,30	1,45	1,65	1,95	2,50	2,70	2,90	3,20	3,50	3,80	-
50	1,45	1,65	1,90	2,50	2,90	3,10	3,30	3,60	3,90	4,20	4,60
70	1,65	1,90	2,30	2,90	3,20	3,40	3,60	3,90	4,20	4,50	4,90
100	1,90	2,30	2,70	3,20	3,70	3,90	4,20	4,50	4,50	4,80	5,20
130	-	2,70	3,00	3,60	3,90	4,10	4,30	4,60	4,90	5,20	5,60
160	-	3,00	3,30	3,90	4,50	4,70	4,90	5,20	5,50	5,80	6,20
200	-	-	3,70	4,40	4,90	5,10	5,30	5,60	5,90	6,20	6,60
250	-	-	-	4,80	5,30	5,50	5,70	6,00	6,30	6,60	7,00
300	-	-	-	5,20	6,00	6,20	6,40	6,70	7,00	7,30	7,70

### 3.1.10 Нарізування різей мітчиками і плашками

Кріпильна трикутна внутрішня різь нарізується мітчиками, зовнішня - плашками.

Для закріплення мітчиків і плашок в пінолі задньої бабки верстата застосовуються спеціальні патрони і плашкоутримувачі.

При нарізуванні внутрішньої різі машинним мітчиком звичайно застосовують один мітчик, рідше – два; при нарізуванні зовнішньої застосовують одну плашку.

Швидкість різання визначають по таблиці 45.

Основний час при нарізуванні різь мітчиками або плашками визначають за формулою:

$$T_0 = 1.8 \cdot Z / n \cdot S \text{ хв} \quad (26)$$

де:  $Z$  - розрахункова довжина обробки, мм;

Таблиця 45 - Швидкість різання при нарізуванні різь мітчиками або плашками (з охолодженням), м/хв

Оброблюваний матеріал	Ріжучий інструмент	Діаметр різь не більше, мм								
		6	8	10	12	16	20	24	30	36
сталь	Мітчик	6,5	7,5	8,0	9,0	11,0	12,0	13,0	14,5	16,0
	Плашка	2,5	2,6	2,8	3,0	3,4	3,5	3,6	3,8	4,0
Чавун	Мітчик	4,5	5,2	5,8	6,3	7,7	8,5	8,9	10,0	11,2

$$Z = 1 + 11 + 12 \text{ мм};$$

1 - довжина різьбової частини виробу, мм;

11 - величина врізання, мм;

12 - величина перебігу, мм;

1,8 – коефіцієнт, який враховує зворотний хід ріжучого інструменту.

Величини врізання і перебігу дані в таблиці 46, при цьому значення цих величин слід зменшувати удвічі при обробці хвостиків з уступом або глухих отворів.

Таблиця 46 - Величина врізання і перебігу при нарізуванні різь мітчиками і плашками, мм

Найменування інструменту	Крок різь не більше, мм/об						
	1,5	2	2,5	3	4	5	6
Комплект з одного мітчика	14	18	23	27	36	45	54
Комплект з двох мітчиків	6	8	10	12	16	20	26
плашка	4	6	8	10	14	18	22

### 3.1.11 Зацентрування, свердління, розсвердлювання і розвертання на токарних верстатах

Таблиця 47 - Основний час на зацентрування деталей, мм

Діаметр оброблюваної деталі не більше, мм	10	40	80	120	180
Діаметр свердла, мм	2	3	4	5	6
Глибина свердлення, мм	5	7	10	13	15
Час, хв	0,07	0,08	0,09	0,10	0,13
Ручна подача, мм/об	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06

Таблиця 48 - Основний час при свердлінні отворів в суцільному матеріалі вуглецевої сталі  $\sigma_b = 65-70$  кгс/мм<sup>2</sup> свердлом з швидкорізальної сталі, хв.

Діаметр свердла, мм до	5		8		10		12		15		20	
Середня ручна подача, мм/об	0.05		0.06		0.10		0.10		0.08		0.07	
Глибина свердлення, мм до	Частота обертання шпинделя n, об/хв і основний час t <sub>0</sub>											
	n	t <sub>0</sub>	n	t <sub>0</sub>	n	t <sub>0</sub>	n	t <sub>0</sub>	n	t <sub>0</sub>	n	t <sub>0</sub>
5	1200	0.12	1200	0.15	950	0.09	740	0.12	570	0.22	410	0.42
10	1200	0.20	1200	0.18	950	0.14	740	0.19	570	0.33	410	0.59
15	1200	0.28	1200	0.25	950	0.19	740	0.26	570	0.44	410	0.77
20	1200	0.37	1200	0.32	950	0.24	740	0.31	570	0.55	410	0.94
25	1200	0.45	1200	0.39	800	0.35	650	0.45	570	0.66	410	1.12
30	1200	0.53	1200	0.46	800	0.41	650	0.52	570	0.77	410	1.29
40	-	-	1200	0.60	800	0.54	650	0.68	500	1.13	410	1.64
50	-	-	1000	0.88	700	0.76	600	0.90	500	1.38	350	2.33
60	-	-	1000	1.05	600	1.05	500	1.28	500	1.63	350	2.74
70	-	-	800	1.52	600	1.22	500	1.48	400	2.35	300	3.67
80	-	-	800	1.73	500	1.66	400	2.10	400	2.66	300	4.15
100	-	-	600	2.87	400	2.58	300	3.47	300	4.38	200	7.65
120	-	-	500	4.10	400	3.08	300	4.14	300	5.21	150	12.10
150	-	-	500	5.10	300	5.10	200	7.70	200	9.70	150	14.97
200	-	-	500	6.77	300	6.77	200	10.20	150	17.10	100	20.58

Таблиця 49- Основний час при розсвердлюванні отворів у вуглецевій сталі  $\sigma_B = 65-70$  кгс/мм<sup>2</sup>  
свердлом з швидкорізальної сталі, хв.

Глибина розсвердлювання, мм до	Діаметр попереднього просвердленого отвору, мм до											
	10		10		10		20		20		20	
	Діаметр розсвердлювання											
	20		25		30		30		40		50	
	Частота обертання шпинделя n, об/хв і основний час t <sub>0</sub>											
	n	t <sub>0</sub>	n	t <sub>0</sub>	n	t <sub>0</sub>	n	t <sub>0</sub>	n	t <sub>0</sub>	n	t <sub>0</sub>
15	450	0,61	420	0,91	350	1,43	420	0,75	-	-	-	-
20	450	0,75	420	1,11	350	1,72	420	0,89	-	-	-	-
25	450	0,89	420	1,31	350	2,00	420	1,04	330	1,92	-	-
30	450	1,03	420	1,51	350	2,29	420	1,19	330	2,17	-	-
40	450	1,31	420	1,91	350	2,86	420	1,49	330	2,68	280	4,07
50	450	1,58	420	2,31	350	3,43	420	1,79	330	3,19	280	4,79
60	380	2,33	420	2,70	350	4,00	420	2,08	330	3,69	280	5,50
70	360	2,68	340	3,83	350	4,58	420	2,38	330	4,19	280	6,22
80	360	3,03	340	4,31	280	6,43	340	3,31	330	4,70	280	6,93
100	320	4,18	340	5,30	280	7,86	340	4,05	330	5,71	280	8,36
120	300	5,29	300	7,12	280	9,29	340	4,78	290	7,65	280	9,79
150	260	7,55	280	9,41	250	12,8	300	6,67	290	9,37	250	13,3
200	260	9,96	250	13,87	210	20,00	280	9,38	260	13,66	250	17,36
Подача мм/об	0,08		0,06		0,05		0,08		0,06		0,05	

Таблиця 50 - Основний час на розвертання отворів у вуглецевій сталі  $\sigma_B = 65-70$  кгс/мм<sup>2</sup> розверткою з швидкорізальної сталі, хв.

Діаметр розвертання, мм до	Довжина розвертання, мм до	Припуск на діаметр, мм до											
		0,15			0,25			0,30			0,40		
		Подача мм/об, частота обертання шпинделя об/хв, машинний час хв.											
		S	n	t <sub>0</sub>	S	n	t <sub>0</sub>	S	n	t <sub>0</sub>	S	n	t <sub>0</sub>
10	50	0,30	150	1,11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	75	0,25	150	2,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	100	0,20	150	3,33	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	75	0,40	120	1,57	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	100	0,35	120	2,38	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	150	0,30	120	4,17	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	75	-	-	-	0,40	100	1,88	-	-	-	-	-	-
	100	-	-	-	0,35	100	2,86	-	-	-	-	-	-
	150	-	-	-	0,30	100	5,00	-	-	-	-	-	-
30	75	-	-	-	0,50	60	2,50	-	-	-	-	-	-
	100	-	-	-	0,45	60	3,71	-	-	-	-	-	-
	150	-	-	-	0,40	60	6,25	-	-	-	-	-	-
40	100	-	-	-	-	-	-	0,60	40	5,00	-	-	-
	150	-	-	-	-	-	-	0,45	40	8,34	-	-	-
	200	-	-	-	-	-	-	0,40	40	12,5	-	-	-
50	100	-	-	-	-	-	-	0,60	30	5,56	-	-	-
	150	-	-	-	-	-	-	0,50	30	10,0	-	-	-
	200	-	-	-	-	-	-	0,40	30	11,82	0,70	20	14,29

Таблиця 51- Кількість введень і виводів свердла при свердлінні

При довжині свердління до 50 мм . . . . .	1-2 введення
“ “ “ від 50 до 100 мм . . . . .	2-3 введення
“ “ “ понад 100 мм . . . . .	3-4 введення

У таблицях 48, 49 і 50 вказані частота обертання шпинделя верстата, хв.. і основний час, хв. для обробки сталі  $\sigma_{\text{в}} = 65-70 \text{ кгс/мм}^2$ .

Вибрані з таблиць значення  $n$  і  $t_0$  необхідно скоректувати шляхом:

а) множення табличного значення  $n$  на поправочний коефіцієнт, що враховує оброблюваний матеріал;

б) розподіли табличного значення  $t_0$  на той же поправочний коефіцієнт таблиці 52 .

Таблиця 52- Поправочні коефіцієнти, що враховують оброблюваний матеріал

сталь					Чавун		
Тимчасовий опір $\sigma_{\text{в}}$ кгс/мм <sup>2</sup>					Твердість НВ		
50-60	60-70	70-80	80-90	90-100	120-160	160-200	200-240
1,2	1,0	0,9	0,8	0,6	0,9	0,65	0,5

До допоміжного часу, який визначається по таблицях 22, 23, 24 слід додати час на переміщення інструменту, який встановлений в задній пінолі токарного верстата. Цей час вказаний в таблиці 53.

Таблиця 53 - Допоміжний час для робіт з інструментом, встановленим в задній пінолі верстата, в хв.

Вид обробки	Без переміщення задньої бабці		З переміщенням задньої бабці	
	З проміром	Без проміру	З проміром	Без проміру
	Норма часу, хв			
Свердлення	0,27	0,20	0,69	0,62
Розсвердлювання	0,27	0,20	0,69	0,62
Розвертання	0,41	-	0,83	-

ПРИМІТКА: У разі виведення інструменту для видалення стружки і подальшого введення до табличних даних додавати 0,14 хв. на кількість введень і виведень свердла (див. табл. 51).

### 3.1.12 Нормування розточувальних робіт

У ремонтній практиці розточувальні роботи на розточувальних верстатах застосовуються при розточуванні циліндрів, гільз і підшипників двигунів внутрішнього згорання, а також місць під підшипники кочення в картерах коробок передач і задніх мостів.

Вказані поверхні вимагають високої якості обробки і значної точності, що може бути забезпечене різанням при малих глибинах і подачах і високих швидкостях різання.

Таке розточування називається тонким (алмазним) і здійснюється ріжучим інструментом:

ВКЗ і ВК6, вживаним при обробці чавуну і бронзи;

T15K6 вживаним при обробці легованих, твердих сталей.

Величини глибин, подач і швидкостей різання приймають по таблиці 54.

Таблиця 54 - Значення  $t$ ,  $S$  і  $V$  при тонкому розточуванні

Оброблюваний матеріал	$t$ , мм	$S$ , мм/об	$V$ , м/хв
Чавун сірий	0,10-0,35	0,03-0,18	100-200
Бабіт	0,05-0,35	0,02-0,10	250-600
Бронза	0,05-0,25	0,02-0,10	250-500

Порядок розрахунку режимів різання на розточувальних верстатах точно такий же як і при токарній обробці.

Основний час визначають за формулою 10.

Розрахункову довжину обробки визначають за формулою:

$$Z = l + l_1 + l_2 \text{ мм.}$$

Додаткова довжина на узяття пробної стружки при розточуванні на розточувальних верстатах, як правило, відсутня, оскільки різець на шпинделі або на борштанзі заздалегідь встановлюють на заданий розмір розточування. Величини  $l_1$  і  $l_2$  визначають по таблиці 19.

Допоміжний час на установку і зняття деталі визначають по таблиці 55.

Таблиця 55 - Допоміжний час на зняття і установку деталі, хв.

№ п/п	Приём роботи	Час, хв
1	Встановити деталь на станину верстата	0,1
2	Відцентрувати отвір по шпинделю верстата і укріпити деталь болтами	1,0
3	Включити і вимкнути верстат	0,03
4	Підняти або опустити шпиндель верстата уручну	0,08
5	Перемістити деталь і знов відцентрувати	0,40
6	Зняти деталь	0,25
7	Зняти деталь із станини верстата	0,15
8	Встановити на розмір і зняти розточувальний різець	3,0

Допоміжний час на операцію розточування визначають за формулою:

$$T_d = t_{d1} + t_{d2} + t_3 q + t_{d4} q + t_{d5} q + t_{d6} + t_{d7} + t_{d8}$$

де:  $t_{d1} - t_{d8}$  – допоміжний час по позиціях таблиці 55;

$q$  – кількість отворів, що підлягають розточуванню у виробі.

Додатковий час складає 9% від оперативного і визначається за формулою 1, підготовчо-завершальне по таблиці 66.

Штучний час визначають за формулою 3, норму калькуляційного часу – за формулою 5.

### 3.1.13 Нормування свердлувальних робіт

Основними видами свердлувальних робіт є: свердлення, розсвердлювання, зенкування, розвертання, нарізування різь мітчиками, розточування.

Основний час на перехід операції, виконуваних на свердлувальних верстатах розраховують по формулах, що наведені в таблиці 56:

Таблиця 56 - Основні роботи, виконувані на свердлувальних верстатах

Вид обробки	Характер отвору	Формули основного часу, хв..
Свердлення, розсвердлювання, зенкування, розвертання	глухе	$t_0 = Z / n \cdot S = l + l_1 / n \cdot S$
	крізне	$t_0 = Z / n \cdot S = l + l_1 + l_2 / n \cdot S$

Таблиця 57 - Додаткові роботи, виконувані на свердлувальних верстатах

Вид обробки	Характер отвору	Формули основного часу, мін.
Зенкування і підрізування торця		$t_0 = Z / n \cdot S = l + l_1 / n \cdot S$
Нарізування різь мітчиками	Глухе	$t_0 = 1,8 Z i / n \cdot S = 1.8(l + l_1) i / n \cdot S$
	Крізне	$t_0 = 1,8 Z i / n \cdot S = 1.8(l + l_1 + l_2) i / n \cdot S$
Розточування	Глухе	$t_0 = Z i / n \cdot S = (l + l_1) i / n \cdot S$
	Крізне	$t_0 = Z i / n \cdot S = (l + l_1 + l_2) i / n \cdot S$

До розрахунку основного часу при обробці виробів на свердлувальних верстатах приступють після встановлення режиму різання:

а) визначають глибину різання :

$$t = D_{св} / 2 \text{ мм} \quad \text{при свердлінні отвору.}$$

$$t = D_{св} - d / 2 \text{ мм} \quad \text{при розсвердлюванні отвору.}$$

де:  $D_{св}$  – діаметр свердла, мм;

$d$  – діаметр розсвердлюваного отвору, мм.

б) по таблицях вибирають подачу, яку потім замінюють найближчою подачею, взятою з паспорта верстата.

в) по прийнятій подачі і діаметру інструменту визначають швидкість різання, яку потім коректують поправочними коефіцієнтами для заданих умов обробки.

Поправочні коефіцієнти вказані в таблицях 58, 59, 60, 61.

Таблиця 58 - Поправочні коефіцієнти на швидкість різання при свердлінні і розсвердлюванні, залежно від оброблюваного матеріалу  $K_m$

Показник, $K_m$	Сталь, $\sigma_B$ кгс/мм <sup>2</sup>				
	41-50	51-60	71-80	81-90	91-100
	Для чавуну, твердість HB				
	120-140	141-160	160-180	181-200	201-260
Сталь	0,9	1,2	0,9	0,8	0,6
Чавун	1,0	0,8	0,7	0,6	0,5

Таблиця 59 - Поправочні коефіцієнти на швидкість різання при свердлінні в залежності від матеріалу інструменту  $K_{mp}$

Марка сталі інструменту	Коефіцієнт $K_{mp}$
У 10 і У 12	0,5
9ХС	0,6

Таблиця 60 - Поправочний коефіцієнт на швидкість різання при свердлінні в залежності від застосування охолодження  $K_{ох}$

Матеріали	Обробка	Коефіцієнт $K_{ох}$
Сталь	Без охолодження	1,0
	З охолодженням	1,25
Чавун	Охолодження не застосовується	

Таблиця 61 - Поправочний коефіцієнт на швидкість різання при свердлінні в залежності від глибини отвору  $K_{it}$

Глибина отвору в діаметрах свердла	3D	4D	5D	6D	7D	10D
Коефіцієнт $K_{it}$	1,00	0,85	0,75	0,70	0,60	0,50

Скоректовану швидкість різання визначають за формулою:

$$V_k = V_T K_m K_{mp} K_{ох} K_{it} \quad \text{м/хв}$$

Де:  $V_k$  – скоректована швидкість різання, м/мін;

$V_T$  – теоретична, прийнята по таблиці швидкість різання, м/хв

г) по скоректованій швидкості визначають теоретичну частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_T = 1000 \cdot V_k / \pi D_{св} \quad \text{об/хв} \quad (28)$$

де:  $n_T$  - теоретична частота обертання шпинделя верстата, об/хв.

$D_{св}$  – діаметр свердла, мм.

Розраховану частоту обертання шпинделя верстата погоджують з паспортом верстата, тобто по паспорту вибирають найближчу частоту обертання шпинделя верстата –  $n$ .

д) визначають фактичну швидкість різання, відповідну вибраній частоті обертання шпинделя з паспорта верстата:

$$U = \pi D_{св} n / 1000 \quad \text{м/хв} \quad (29)$$

Потім згідно даним таблиць 56 і 57 розраховують довжину обробки, при цьому величини врізання і перебігу інструменту визначають з таблиці 62.

Таблиця 62 - Величина врізання і виходу інструменту, мм

Характер роботи	Діаметр інструменту не більше, мм											
	3	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80
Свердління на прохід	2	2,5	5	7	8	10	12	15	18	23	-	-
Свердління в притул	1,5	2	4	6	7	9	11	14	17	21	-	-
Розсвердлювання	-	-	-	-	4,8	6	7,2	9	11	14	17	20
Зенкування	-	-	-	3	4	5	5	6	6	8	8	9
Розвертання на прохід	-	15	18	22	26	30	33	38	45	50	50	50
Розвертання в притул	-	2	2	2	2	3	3	4	4	5	5	5

Допоміжний час визначають по таблицях 63 і 64.

Таблиця 63 - Допоміжний час на установку і зняття деталі, хв.

Спосіб встановлення деталі	Маса деталі в кг							
	1	3	5	10	18	30	50	80
У трьохкулачковому патроні	0,3	0,4	0,4	0,5	-	-	-	-
На столі без кріплення	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	-	-	-
Збоку на косинці	-	-	1,2	1,5	1,7	2,1	3,8	4,5
Збоку з кріпленням до столу	-	-	-	-	3,3	3,9	6,2	7,3
Кріплення до столу	-	-	1,5	1,8	2,1	2,1	4,6	5,5

ПРИМІТКА: час на пересування деталі при свердлінні подальших отворів приймати при масі деталі до 5 кг – 0,1хв. і при масі від 5 до 30кг – 0,2хв.

Таблиця 64- Допоміжний час, пов'язане з переходом, хв

Умови роботи	На перший отвір			На кожен подальший отвір того ж діаметру при свердлінні в одній або декількох деталях		
	Для верстатів з найбільшим діаметром свердлення, мм					
	12	25	50	12	25	50
	Час, мін. (на один перехід)					
1	2	3	4	5	6	7
1	2	3	4	5	6	7
Свердління по розмітці	0,12	0,14	0,16	0,05	0,06	0,07
Свердління по кондуктору	0,10	0,12	0,13	0,04	0,05	0,06
Розсвердлювання	0,08	0,10	0,12	0,03	0,04	0,06
розвертання	0,10	0,12	0,15	0,04	0,05	0,07

Остаточо допоміжний час визначають за формулою 24. додатковий час у відсотках до оперативного – визначають по таблиці 65.

Таблиця 65- Додатковий час в % до оперативного

Додатковий час в %	Найбільший діаметр свердлення, мм	
	35	55
Радіально-свердлувальні роботи	4,3	4,4
Вертикально-свердлувальні роботи	3,9	4,1

Додатковий час визначають за формулою 1.

Підготовчо-завершальний час визначають по таблиці 66.

Таблиця 66- Підготовчо-завершальний час на операції обробки виробів на свердлувальних верстатах, хв.

Операції	Час в хв.
Установка деталі:	
У трьохкулачковому патроні	8
У лещатах з кріпленням лещат	6
У пристосуванні з кріпленням до столу	8
На столі:	
Без кріплення	4
З кріпленням	5
Установка лещат	2
Збірка столу з кріпленням болтами і планками	13

Штучний час визначають за формулою 3.

Норму калькуляційного часу визначають за формулою 5.

### 3.1.14 Свердління і розсвердлювання отворів

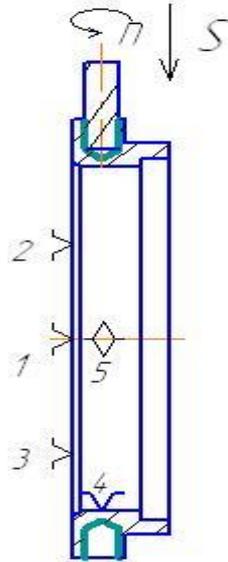


Рисунок 5 – схема свердління

Таблиця 67 - Подача в мм/об при свердлінні і розсвердлюванні отворів спіральними свердлами

Діаметр свердла, мм	Діаметр попереднього свердління в мм	Оброблюваний матеріал			
		Сталь $\sigma_B$ кгс/мм <sup>2</sup>		Чавун, НВ	
		60	90	До 200	Свыше 200
При свердлінні					
6	-	0,15	0,51	0,27	0,22
8	-	0,18	0,14	0,35	0,22
10-12	-	0,22	0,16	0,4	0,3
14	-	0,22	0,16	0,4	0,24
16	-	0,19	0,14	0,35	0,21
20	-	0,14	0,1	0,25	0,15
24	-	0,11	0,08	0,21	0,12
28	-	0,09	0,07	0,17	0,1
При розсвердлюванні					
25	15	0,4	0,3	0,7	0,6
30	15	0,45	0,4	0,9	0,7
	20	0,45	0,4	0,9	0,8
40	15	0,3	0,2	1	0,8
	20	0,4	0,3	1	0,8
50	20	0,2	0,15	0,65	0,4
	30	0,4	0,2	1	0,6



Таблиця 68 - Швидкість різання, м/хв при свердлінні і розсвердлюванні вуглецевої конструкційної сталі  $\sigma_{в} = 60-70 \text{ кгс/мм}^2$ , свердла із сталі Р9 без охолодження

Діаметр свердла, у мм	Діаметр попереднього свердління в мм	Подача S в мм/об								
		0,08	0,1	0,12	0,15	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8
При свердлінні										
5	-	36	31	28	23	19	-	-	-	-
8	-	39	33	29	25	21	17	-	-	-
10	-	42	36	32	27	22	18	-	-	-
12	-	-	39	34	29	24	20	-	-	-
16-20	-	-	-	37	32	26	21	-	-	-
21-30	-	-	-	40	34	28	23	-	-	-
При розсвердлюванні										
25	15	-	-	-	-	36	29	26	21	18
30	15	-	-	-	-	35	28	25	20	17
	20	-	-	-	-	38	31	27	22	19
40	15	-	-	-	-	30	25	22	18	15
	20	-	-	-	-	32	26	25	19	16
50	20	-	-	-	-	29	23	21	17	16
	30	-	-	-	-	32	26	23	18	16

### 3.1.15 Зенкування отворів

Таблиця 69 - Подача при зенкуванні, мм/об

Діаметр зенкера не більше мм	Оброблюваний матеріал			
	Сталь σв до 110 кгс/мм <sup>2</sup>	Сталь більше σв 100 кгс/мм <sup>2</sup>	Чавун, НВ до 200, бронза	Чавун, НВ більше 200
15	0,3	0,4	0,7	0,5
20	0,6	0,45	0,9	0,6
25	0,7	0,5	1,0	0,7
30	0,8	0,6	1,1	0,8
35	0,9	0,6	1,2	0,9
40	0,9	0,7	1,4	1,0
50	1,0	0,8	1,6	1,2

Таблиця 70 – Швидкість різання при зенкуванні сталі  $\sigma_v = 65 \text{ кгс/мм}^2$  зенкерами з швидкорізальної сталі з охолодженням

Діаметр зенкера не більше мм	Подача не більше мм/об											
	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6
15	41,6	34,0	29,4	26,3	24,0	22,2	-	-	-	-	-	-
20	-	38,0	32,1	28,7	26,2	24,2	22,7	21,4	20,3	-	-	-
25	-	29,7	25,7	23,0	21,0	19,4	18,2	17,1	16,2	14,8	-	-
30	-	-	27,1	24,3	22,1	20,5	19,2	18,1	17,2	15,6	14,5	-
35	-	-	25,2	22,5	20,5	19,0	17,8	16,8	15,9	14,5	13,4	12
40	-	-	24,7	22,1	20,2	18,7	17,5	16,5	15,6	14,3	13,2	12
50	-	-	-	19,7	18,0	16,7	15,6	14,0	12,7	11,8	11,0	10

### 3.1.16 Розвертання отворів

Таблиця 71 - Подача при розгортанні, мм/об

Діаметр отвору не більше, мм	Оброблюваний матеріал			
	Сталь, $\sigma_v$ не більше 80 кгс/мм <sup>2</sup>	Сталь, $\sigma_v$ понад 80 кгс/мм <sup>2</sup>	Чавун, НВ не більше 200, бронза	Чавун, НВ понад 200
5	0,4	0,3	0,9	0,6
10	0,65	0,5	1,7	1,4
15	0,9	0,8	1,9	1,5
20	1,1	0,9	2,0	1,7
25	1,2	1,0	2,2	1,9
30	1,4	1,1	2,4	2,0

Таблиця 72 - Швидкість різання м/хв при розгортанні вуглецевої конструкційної сталі  $\sigma_v$  65 кгс/мм<sup>2</sup> розвертками із сталі Р9 з охолодженням

Подача не більше, мм/об	Діаметр розгортки, мм					
	5	10	15	20	25	30
0,9	24,0	21,6	17,4	18,2	16,6	-
0,6	21,3	19,2	15,3	16,1	14,8	-
0,7	19,3	17,4	14,1	14,7	13,4	-
0,8	17,5	15,9	12,9	13,5	12,2	12,9
1,0	-	13,8	11,1	11,6	10,6	11,2
1,2	-	12,3	9,9	10,3	9,4	9,9
1,4	-	-	9,2	9,3	8,5	8,9

### 3.1.17 Зенкування і підрізування торців

Таблиця 73 - Подача при зенкуванні і підрізуванні торців, мм/об

Діаметр обробки, мм	Оброблюваний матеріал		
	Сталь, $\sigma_v$ до 60 кгс/мм <sup>2</sup> , мідь і латунь	Сталь $\sigma_v$ більше 60 кгс/мм <sup>2</sup>	Чавун, бронза і алюмінієві сплави
Подача на один оборот, мм			
10	0,08-0,12	0,05-0,08	0,10-0,15
20	0,08-0,15	0,05-0,10	0,10-0,15
30	0,10-0,15	0,06-0,10	0,12-0,20
40	0,12-0,20	0,08-0,12	0,15-0,25
50	0,12-0,20	0,08-0,15	0,15-0,25
60	0,15-0,25	0,10-0,18	0,20-0,30

Таблиця 74 - Швидкості різання при зенкуванні і цекуванні інструментом із сталі Р9, м/хв

Оброблюваний матеріал	Сталь, $\sigma_v$ до кгс/мм <sup>2</sup> , мідь і латунь	Сталь $\sigma_v$ , зверху кгс/мм <sup>2</sup>	Алюмінієві сплави	Чавун і бронза
		Робота з охолодженням		
Швидкість різання, м/хв	10-18	7-12	40-60	12-25

Примітка: При роботі інструментами із сталі 9ХС швидкості різання множують на коефіцієнт 0,6-0,7, а при роботі інструментами з вуглецевої сталі – на коефіцієнт 0,5.

### 3.1.18 Нарізування різі мітчиками

Швидкість різання визначають по таблиці 46, величини врізання і перебігу при нарізуванні різь по таблиці 47.

### 3.1.19 Розточування

Подачу при розточуванні визначають по таблиці 31, швидкість різання різь по таблиці 32, величини врізання і перебігу – по таблиці 19.

## 3.2 Нормування стругальних робіт

Порядок встановлення різання такий ж як і на інших верстатних роботах:

а) визначають глибину різання, знаючи припуск на обробку

$$t = h - h_1 \quad \text{мм} \quad (30)$$

де:  $h$  – висота поверхні деталі до обробки, мм;

$h_1$  – висота поверхні деталі після обробки за один прохід, мм.

Практично глибина різання при струганні складає 0,15-8,00 мм, при додаванні пазів – 0,15-0,1 мм.

б) визначає подачу, при цьому чорнова подача не повинна бути більше глибини різання. Її встановлюють по таблиці 75, подачу при чистовому встановлюють по таблиці 76.

Таблиця 75 - Подача при чорновому струганні  $S$  мм/дв.хід

Глибина різання не більше, мм	3	5	8
Подача в мм на подвійний хід	3,5	2,3	1-5,2,5

Таблиця 76 - Подача при чистовому струганні площин і довбанні мм/дв. хід

Оброблюваний матеріал	Характер обробки		
	Rz 40	Rz 20	2.5
Сталь	0,6-0,7	0,3-0,5	0,14-0,25
Чавун	0,6-0,7	0,4-0,65	0,20-0,35

в) швидкість різання обирають залежно від глибини різання по таблиці 77.

Таблиця 77 - Швидкість різання при струганні і довбанні стали  $\sigma_v = 50-65$  кгс/мм<sup>2</sup> (різець із сталі P18)

Подача за подвійний хід, в мм	Швидкість різання м/мм при глибині різання, мм					
	1	2	3	5	8	10
0,2	50	45	42	39	36	35
0,4	41	37	35	32	30	29
0,6	37	33	31	29	29	26
1	32	28	27	24	22	21
1,5	-	24	23	20	18	17
2	-	22	21	19	16	15

Знайдену швидкість різання коректують поправочними коефіцієнтами для заданих умов обробки, які вказані в таблицях 78, 79 і 80.

Таблиця 78 - Поправочні коефіцієнти на швидкість різання, що враховують  
оброблюваний матеріал – Км

Сталь, $\sigma_B$ □ кгс/мм <sup>2</sup>			Чавун, НВ		
40-50	50-65	65-75	120-160	160-200	Понад 200
1,24	1,0	0,84	0,82	0,65	0,48

Таблиця 79 - Поправочні коефіцієнти на швидкість різання,  
що враховують матеріал різця – Кмр

Матеріал різця	Коефіцієнти
P9 – P18	1,0
У10А – У12А	0,5
T15K6 (при обробці сталі)	1,7
ВК6 (при обробці чавуну)	2,8

Таблиця 80 - Поправочні коефіцієнти на швидкість різання в залежності  
від характеру заготовки – Кх

Матеріал	Зварювальна кірка, сторонні включення	Листи, поковки, відливання	Прокат
Сталь	0,7	0,8	0,9
Чавун	0,5	0,75	-

Скоректовану швидкість різання визначають за формулою:

$$V_K = V_T \cdot K_M \cdot K_{Mr} \cdot K_x \quad \text{м/хв} \quad (31)$$

Де:  $V_T$  - теоретична швидкість різання, прийнята по таблиці, м/хв

г) по скоректованій швидкості різання визначає число подвійних ходів різця в хвилину за формулою:

$$n_T = 1000 \cdot V_K / Z (1 + m) \quad \text{дв.ходів/хв}$$

Де:  $Z$  – розрахункова довжина ходу різця, мм;  
 $n_T$  – теоретичне число подвійних ходів в хвилину;  
 $m$  – відношення швидкості робочого ходу до швидкості холостого ходу,

звичайно це відношення складає 0,75, тому:

$$n_T = V_K / Z \cdot 570 \quad \text{подв. ходів/хв} \quad (32)$$

Розрахункова довжина ходу різця  $Z$  визначається за формулою:

$$Z = l + l_1 + l_2 \quad \text{мм}$$

Де:  $l$  – довжина оброблюваної поверхні, мм;  
 $l_1$  – величина подовжнього врізання (таблиця 81), мм;  
 $l_2$  – величина подовжнього перебігу (таблиця 81), мм.

Таблиця 81 - Подовжнє врізання і перебіг, мм

Глибина різання, мм	Довжина оброблюваної поверхні, мм	$l_1 + l_2$ мм
До 2	До 100	35
2-4	101-200	50
4-6	201-300	60

Розрахункове число подвійних ходів в хвилину порівнюють з паспортними даними верстата і приймають найближче менше.

д) визначають фактичну швидкість різання:

$$V = Z n / 570 \quad \text{м/хв} \quad (33)$$

Де:  $U$  – фактична швидкість різання, м/мін;  
 $Z$  – розрахункова довжина ходу різця, мм;  
 $n$  – число подвійних ходів в хвилину, прийняте по паспорту верстата.

Далі розраховують сумарну ширину обробки, в мм:

$$B = (B1 + B2) + H \text{ мм}$$

Де:  $B1$  – довжина бічного врізання різця (таблиця 82), мм;

$B2$  – довжина бічного сходу різця (таблиця 82), мм;

$H$  – ширина струганої поверхні, мм.

Таблиця 82 - Величина бічного врізання і сходу різця, мм (по ширині обробки)

Характер обробки	Глибина різання не більше, мм				
	3	5	8	12	20
Обробка прохідними різцями	5	7	11	15	23

Після встановлення режиму різання (глибини різання і швидкості різання) переходить до розрахунку основного часу за формулою:

$$t = B \cdot i / n \cdot S \text{ хв.} \quad (34)$$

де:  $B$  – сумарна ширина струганої поверхні, мм;

$n$  - число подвійних ходів повзуна (або стовбура) в хвилину;

$S$  – подача інструменту, мм/подвійний хід;

$i$  – число проходів.

Допоміжний час визначають по таблицях 83 і 84.

Таблиця 83 - Допоміжний час на установку і зняття деталі при обробці на поперечно-стругальних верстатах, хв.

Спосіб установки деталі	Характер вивіряння	Маса деталі не більше, кг				
		3	5	10	30	50
У лецатах з гвинтовим затиском	Без вивіряння	0,30	0,32	0,40	0,5	-
	З вивірянням по розмітці	0,87	0,97	1,30	1,5	-
У лецатах з пневматич. затиском	Без вивіряння	0,20	0,23	0,33	0,38	-
	З вивірянням по розмітці	0,82	0,90	1,25	1,4	-
На косинці з кріпл. болтами і планками	Без вивіряння	-	2,15	2,80	4,6	5,2
	З вивірянням по розмітці	-	2,00	3,00	4,8	5,3
На столі з кріпл. болтами і планками	Без вивіряння	0,70	0,80	1,00	1,9	2,3
	З вивірянням по розмітці	1,85	2,05	2,60	3,5	4,6
Збоку столу з кріпл. болтами і планками	Без вивіряння	0,80	1,05	1,30	2,4	2,9
	З вивірянням по розмітці	1,45	2,15	2,85	4,4	4,9

Таблиця 84 - Допоміжний час, пов'язаний з проходом

Найменування проходів	Час на один прохід,
Перший прохід по 8,9 квалітетам	0,85
Перший прохід по 11,12 квалітетам	0,65
Подальші проходи	0,25

Остаточо-допоміжний час визначають за формулою 24.

Додатковий час складає 9% від оперативного і визначається за формулою 1.

Підготовчо-завершальний час визначають по таблиці 85.

Штучний час визначають за формулою 3, норму калькуляційного часу – за формулою 5.

Таблиця 85 - Підготовчо-завершальний час при обробці на поперечно-будівельних верстатах, хв..

Спосіб установки деталі	Час, хв.
У лещатах з гвинтовим затиском	10
У лещатах з пневматичним затиском	8
На косинці з кріпленням болтами і планками	16
На столі з кріпленням болтами і планками	14
Збоку столу з кріпленням болтами і планками	19

### 3.3 Нормування довбальних робіт

Порядок встановлення режимів різання і розрахунки основного часу – такий же, як при нормуванні стругальних робіт.

При цьому для розрахунків використовуються таблиці 75, 76, 77, 78, 79, 80 і 81.

Відмінність у визначенні основного часу полягає у відсутності бічного врізання і сходу, хоча основний час визначають по тій же формулі 34.

У цій формулі В – ширина паза шпони, при цьому  $V_1 = 0$  і  $V_2 = 0$ .

Кількість проходів визначають за формулою:

$$i = h / t$$

де:  $h$  – глибина паза шпонки, мм;

$t$  - глибина різання, мм.

При довбанні глибина різання складає  $t = 0,15-1,00$  м.

Допоміжний час визначають по таблицях 83 і 84 і формулі 24.

Додатковий час складає 9% від оперативного і визначається за формулою 1.

Підготовчо-завершальний час визначають по таблиці 85. штучний час визначається за формулою 3, норму калькуляційного часу – за формулою 5.

### **3.4 НОРМУВАННЯ ФРЕЗЕРНИХ РОБІТ**

У ремонтному виробництві на різних фрезерних верстатах виконуються наступні роботи:

- Фрезерування відкритих площин, паралельних осі фрези – циліндровими фрезами.
- Фрезерування відкритих (особливо довгих і широких) площин перпендикулярних осі фрези – фрезами торців.
- Фрезерування невеликих площин, уступів, пазів, криволінійних контурів по розмітці і копіру – кінцевими фрезами.
- Фрезерування уступів, пазів, лисок, многогранників – дисковими фрезами.
- Розрізання тонких заготовок, відрізування, прорізання вузьких пазів – відрізними фрезами.

Зразкові діаметри фрез вказані в таблиці 86.

Таблиця 86 - Діаметр фрез, мм

Тип фрези	Діаметр фрези D, мм
Циліндрові фрези	
1. Цільні з дрібними зубами	40, 50, 63, 80, 100
2. Цільні з крупними зубами	50, 63, 80, 100
3. Збірні зі вставними зубами	100, 125, 160, 200, 250
Фрези торців	
1. Цільні з дрібними зубами	40, 50, 63, 80, 100
2. Цільні з крупними зубами	63, 80, 100
3. Збірні з ножами з твердого сплаву	200, 250, 320, 400, 500, 630
4. Збірні з ножами з швидко різ. стали	80, 100, 125, 160, 200, 250
Кінцеві фрези	
1. Цільні	3,4,5,6,8,10,12,14,16,18,20,22,25,28,32, 36,40,45,50
2. З коронками з твердого сплаву	10,12,14,16,18,20,22
Дискові фрези	
1. Цільні трибічні	50,63,80,100
2. Цільні двосторонні	63,80,100,125
3. Збірні трибічні	80,100,125,160,180,280,315

Число зубів фрези для кожного типу, залежно від її діаметру встановлені державними стандартами.

Вважається, що наближене число зубів може бути визначене за формулою:

1. Кількість дрібних зубів фрези:  $Z > 1,5 \sqrt{D}$
2. Кількість крупних зубів фрези:  $Z < 1,5 \sqrt{D}$
3. Число зубів збірних фрез зі вставними ножами для обробки стали:

$$Z = (0,04 + 0,06) D$$

4. Теж для обробки чавуну:

$$Z = (0,08 - 0,10) D$$

5. Теж для обробки кольорових металів:

$$Z = (0,02 - 0,03) D$$

Де: D – діаметр фрези, мм.

При фрезеруванні розрізняють:

- а) подачу на один зуб фрези  $S_Z$  мм/зуб;
- б) подачу на один оборот фрези  $S$  мм/об;
- в) хвилину подачу  $S_M$  мм/хв,

при цьому:

$$S = S_Z Z \text{ мм/об}$$

$$S_M = S n = S_Z Z n \text{ мм/хв}$$

Встановлення режимів різання виробляють послідовно, в першу чергу визначається:

- а) тип фрези;
- б) діаметр фрези;
- в) число зубів фрези;
- г) по типу фрези, її діаметру і числу зубів встановлюють глибину різання, число проходів і подачу на один зуб, при цьому подачу погоджують з тією, що є на верстаті;
- д) за цими даними визначають швидкість різання;
- е) швидкість різання для конкретних заданих умов коректується поправочними коефіцієнтами, які вказані в таблицях 87, 88 і 89.

Таблиця 87 - Поправочні коефіцієнти на швидкість різання, що враховують при фрезеруванні оброблюваний матеріал – Км

Сталь, $\sigma_v$ кгс/мм <sup>2</sup>						Чавун, НВ			
41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91-100	120-140	141-180	181-200	221-260
Вуглецева сталь									
0,01	1,2	1,0	0,9	0,8	-				
Легована хромо-нікелева									
1,4	1,2	0,9	0,8	0,7	0,5	0,7	0,6	0,5	0,4

Таблиця 88 - Поправочні коефіцієнти на швидкість різання при фрезеруванні залежно від характеру заготовки – Кх

Матеріал	Чисті відливання, поковка	Відливання забруднені, зварюв.. кірка	Прокат гарячекатаний
Сталь	0,8	0,7	0,9
Чавун	0,75	0,5	-
Бронза	0,9	0,7	-
Наплавлена поверхня	-	0,5	-

Таблиця 89 - Поправочні коефіцієнти на швидкість різання при фрезеруванні, залежно від марки стали фрези – К<sub>мр</sub>

Марка стали фрези	Коефіцієнт
P9, P18	1,0
У-10, У-12А	0,5
9ХС	0,6

Скоректована швидкість різання визначається за формулою: 31.

По скоректованій швидкості різання визначає частоту обертання фрези за формулою 15:

$$n_T = 1000 \cdot V_K / \pi D \text{ об/хв}$$

де: D – діаметр фрези, мм .

знайдену частоту обертання фрези зіставляють з швидкісними можливостями верстата, приймають найближчі паспортні значення частоти обертання фрези і визначають фактичну швидкість різання за формулою 16:

$$V = \pi D n / 1000 \text{ м/хв}$$

де: n – частота обертання фрези по паспорту верстата, об/хв

Після встановлення режиму різання визначає основний час.

Формули для визначення основного часу вказані далі при розгляді різних видів фрезерних робіт.

Допоміжний час визначають по таблицях 90 і 91.

**Таблиця 90- Допоміжний час на установку і зняття деталі, хв**

Спосіб установки	Характер вивіряння	Маса деталі не більше, кг						
		1	3	5	8	12	20	50
На столі з кріпленням болтами і планками	Проста	1,0	1,2	1,4	1,6	1,9	2,2	3,9
	Складна	1,6	1,9	2,0	2,2	2,5	2,9	6,0
На косинці з кріпленням болтами і планками	Проста	0,9	1,1	1,3	1,5	1,7	2,1	5,5
	Без вивіряння	0,7	0,8	1,0	1,1	1,2	1,3	-
У лещатах з гвинтовим затиском	Проста	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	-	-
	Без вивіряння	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	-	-
У лещатах з пневматичним затиском	Проста	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	0,9
	Без вивіряння	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	-	-
У центрах	Проста	0,25	0,26	0,34	0,43	0,48	0,55	-
	Складна	0,35	0,44	0,55	0,6	0,75	0,85	-
<b>На облямовуванні</b>	Проста	0,46	0,49	0,6	0,65	0,75	0,85	-
	Складна	0,65	0,75	0,85	0,95	1,10	1,20	-
У самоцентруючому патроні		0,18	0,19	0,22	0,26	0,32	0,39	-
У цанговом патроні		-	0,40	0,45	0,5	0,6	-	-

Таблиця 91 - Допоміжний час, пов'язане з проходом, хв.

Найменування проходів	Час на один прохід, мм
Обробка площин на перший прохід з двома пробними стружками	1,0
Обробка площин на перший прохід з однією пробною стружкою	0,7
Обробка площин на подальші проходи	0,1
Обробка пазів на перший прохід з однією пробною стружкою	0,8
Обробка пазів на подальші проходи	0,2

Остаточню допоміжний час визначають за формулою 24.

Додатковий час складає 7% від оперативного і визначається за формулою 1.

Підготовчо-завершальний час визначають по таблиці 92.

Таблиця 92 - Підготовчо-завершальний час, хв.

Спосіб установки	Час, хв.
На столі з кріпленням болтами і планками	24
У лещатах	22
У центрах	28
У самоцентруючому патроні	16
У пристосуванні	27
Установка фрези	2

Штучний час визначають за формулою 3, норму калькуляційного часу – за формулою 5.

### **3.4.1 Фрезерування відкритих площин циліндровими фрезами**

Таблиця 93 - Подачі і швидкості різання при чорновому фрезеруванні сталі з межею терміновості  $\sigma_B = 65-75 \text{ кгс/мм}^2$  циліндровими фрезами

з швидкорізальної сталі

Ширина фрезерування в мм	Діаметр фрези в мм	Число зубів	Подача в мм/зуб	Швидкості різання в м/хв при глибині різання в мм			
				2	3-4	5-6	8-10
30-60	60	8	0,2-0,3	41-44	35-39	31-34	-
45-90	90	8	0,3-0,4	45-46	34-41	33-36	32-36
50-90	100	10	0,3-0,4	48-50	40-44	36-41	34-39
50-100	130	12	1,2-03	50-59	47-53	42-47	36-41

Основний час визначають за формулою 10:

$$t_0 = Z i / n S \text{ хв.}$$

де:  $Z = l + l_1 + l_2$  мм

$Z$  – розрахункова довжина фрезерування, мм;

$l$  – довжина поверхні, що підлягає фрезеруванню, мм;

$l_1$  – величина врізання фрези (таблиця 95), мм;

$l_2$  – величина перебігу фрези, (таблиця 95), мм.

Таблиця 94 - Подача швидкості різання при чистовому фрезеруванні сталі з межею міцності  $\sigma_b = 65-75 \text{ кгс/мм}^2$  циліндровими фрезами з швидкорізальної сталі

Ширина фрезерування в мм	діаметр фрези в мм	число зубів	Швидкості різання в м/мін при глибині різання в мм							
			0,3		0,5		1		1,6	
			Подача в мм/зуб							
			0,03	0,09	0,03	0,08	0,025	0,075	0,025	0,075
30-60	60	16	107-114	92-97	93-99	81-86	79-84	68-72	71-79	61-65
45-90	90	20	123-131	106-112	108-114	94-100	91-98	78-83	82-87	70-75
50-90	110	22	125-143	116-122	118-124	103-108	100-108	86-97	90-95	77-81
50-100	130	24	144-154	124-132	126-134	110-117	107-114	92-98	96-102	82-83

Таблиця 95- Величини врізання і перебігу при фрезеруванні циліндровими і дисковими фрезами

Глибина різання не більше, мм	Перебіг фрези $l_2$ мм								
	2	2	2,5	2,5	3	3	3,5	3,5	4
	Діаметр фрези, мм								
	40	50	60	75	90	110	130	150	200
1	6,6	7,0	7,7	8,6	9,4	10,5	11,4	12,2	14,1
2	8,7	9,8	10,8	12,1	13,3	14,7	16,0	17,2	19,9
3	10,5	11,9	13,1	14,7	16,2	17,9	19,5	21,0	24,3
4	12,0	13,6	15,0	16,9	18,6	20,6	22,5	24,2	28,0
5	13,2	15,0	16,6	18,7	20,6	22,9	25,0	26,9	31,2
6	14,3	16,2	18,2	20,4	22,6	25,0	27,3	29,4	34,4
7	15,2	17,3	19,3	21,8	24,1	26,9	29,4	31,6	36,8
8	16,0	18,3	20,4	23,2	25,6	28,6	31,2	33,7	39,2
9	16,7	19,2	21,4	24,2	27,0	30,2	33,0	35,6	41,5
10	17,3	20,0	22,4	25,5	28,3	31,6	34,7	37,4	43,6
12	-	21,4	24,0	27,5	30,6	34,3	37,7	40,7	44,5
14	-	-	25,4	29,2	32,7	36,7	40,3	43,6	51,1
16	-	-	-	30,7	34,4	38,7	42,7	46,6	54,4
18	-	-	-	32,2	36,0	40,7	45,0	48,8	57,2
20	-	-	-	-	37,4	42,2	47,0	51,0	60,0
25	-	-	-	-	-	50,0	55,0	60,0	65,0
30	-	-	-	-	-	-	60,0	65,0	70,0

### 3.4.2 Фрезерування площин фрезами торців

Таблиця 96- Подача при обробці площин фрезами торців, мм/об

Діаметр фрези, мм	Кількість зубів фрези	Чорнова обробка, напівчистова обробка				
		Глибина різання $t$ не більше, мм				
		3	5	6	2	4
Сталь						
60	16	1,6-0,96	1,28-0,8	-	0,64-1,00	0,80-1,20
	10	1,5-0,80	1,2-0,6	-	0,48-0,80	0,54-0,96
75	18	1,8-0,08	1,44-0,9	-	0,80-1,20	0,96-1,44
	10	1,5-0,80	1,2-0,6	1,0-0,5	0,48-0,80	0,54-0,90
90	20	2,0-1,20	1,6-1,0	-	0,96-1,44	1,2-1,00
	12	1,8-0,96	1,44-0,72	1,2-0,6	0,54-0,96	0,64-1,00
110	12	1,8-0,96	1,44-0,72	1,2-0,6	0,64-0,60	0,64-1,00
Чавун						
60	16	3,2-1,6	2,4-1,6	-	0,80-1,00	0,96-1,44
	10	2,5-1,6	2,0-1,2	-	0,54-0,96	0,64-1,00
75	18	3,6-1,8	2,70-1,44	-	0,96-1,44	1,20-1,60
	10	2,5-1,5	2,0-1,20	1,8-1,0	0,54-0,96	0,64-1,00
90	20	4,0-2,0	3,0-1,60	-	1,2-1,60	1,44-1,80
	12	3,0-1,8	2,4-1,44	2,16-1,2	0,64-1,00	0,80-1,20
110	12	3,0-1,8	2,4-1,44	1,8-1,2	0,64-1,00	0,80-1,20

Таблиця 97- Швидкість різання при фрезеруванні площин з вуглецевої конструкційної сталі  $\sigma_v = 65 \text{ кгс/мм}^2$  фрезами торців з швидкорізальної сталі

Діаметр фрези, мм	Кількість зубів фрези	Подача не більше, мм/об	Глибина різання не більше, мм		
			3	5	8
			V, м/хв	V, м/хв	V, м/хв
60	10-16	1,28	45,5	43,0	-
		0,80	49,6	47,2	-
		0,48	55,3	52,4	-
		0,32	60,0	56,6	-
		1,44	46,5	43,6	-
75	10-18	0,90	50,6	48,2	-
		0,54	56,5	53,4	-
		0,36	61,0	59,0	-
		2,0	45,0	42,5	39,1
90	12-20	1,60	47,0	44,6	41,0
		1,00	51,5	48,8	45,0
		0,60	57,2	54,4	49,8
		2,20	45,0	42,5	39,2
		110	12-20	1,76	47,0
		1,10	51,5	49,0	45,0
		0,66	57,2	54,5	49,8
		0,44	62,0	59,0	54,0

Основний час визначають за формулою 10.

Величину врізання і перебігу фрези визначають по таблиці 98.

Таблиця 98 - Величина врізання і перебігу при фрезеруванні і кінцевих фрезами торців

Ширина фрезерування не більше, мм	Діаметр фрези не більше, мм									
	16	20	25	32	40	50	60	75	90	110
10	3	3	3	3	-	-	-	-	-	-
15	-	4	4	4	4	4	4	4	-	-
20	-	-	6	5	4	4	4	4	4	-
25	-	-	14	8	6	5	5	5	5	-
30	-	-	-	12	8	7	6	6	6	-
40	-	-	-	-	-	12	10	8	7	7
50	-	-	-	-	-	-	16	12	10	9
60	-	-	-	-	-	-	-	18	14	12
80	-	-	-	-	-	-	-	-	28	20
100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35
120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44
140	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60

### 3.4.3 Фрезерування невеликих площин , уступів, пазів, криволінійних контурів кінцевими фрезами

Таблиця 99- Подачі при обробці пазів і уступів кінцевими фрезами, мм/об

Діаметр фрези не більше, мм	Кількість зубів	Глибина паза (уступу) не більше. мм				
		5	10	15	20	30
Сталь						
8	5	0,05-0,10	0,04-0,08	0,05-0,08	-	-
10	5	0,08-0,13	0,06-0,10	0,05-0,08	-	-
16	3	0,11-0,15	0,09-0,12	0,06-0,09	-	-
	5	0,10-0,20	0,08-0,13	0,06-0,10	-	-
20	3	-	0,15-0,24	0,12-0,18	0,08-0,15	-
	5	-	0,20-0,30	0,15-0,25	0,10-0,20	-
25	3	-	0,18-0,36	0,18-0,30	0,12-0,18	0,08-0,15
	5	-	0,30-0,50	0,25-0,40	0,20-0,30	0,10-0,20
32	4	-	0,28-0,48	0,24-0,40	0,20-0,32	0,16-0,24
	6	-	0,42-0,60	0,36-0,54	0,24-0,36	0,18-0,30

Чавун						
8	5	0,08-0,13	0,06-0,10	-	-	-
10	5	0,15-0,25	0,08-0,15	0,06-0,10	-	-
	3	0,21-0,30	0,15-0,24	0,12-0,21	-	-
16	5	0,25-0,40	0,20-0,35	0,13-0,25	-	-
20	3	0,24-0,36	0,21-0,36	0,18-0,30	0,12-0,21	-
	5	0,30-0,60	0,30-0,50	0,25-0,40	0,18-0,25	-
25	3	-	0,30-0,45	0,24-0,36	0,21-0,30	0,18-0,21
	5	-	0,40-0,70	0,35-0,50	0,20-0,35	0,15-0,30
32	4	-	0,48-0,72	0,32-0,56	0,28-0,48	0,24-0,32
	6	-	0,60-0,90	0,48-0,72	0,42-0,60	0,30-0,42

Таблиця 100 - Швидкість різання при фрезеруванні пазів і уступів у вуглецевій конструкційній сталі  $\sigma_{\text{в}} = 65 \text{ кгс/мм}^2$  кінцевими фрезами з швидкорізальної сталі

Діаметр фрези, мм	Кількість зубів	Подача не більше, мм/об	Глибина паза (уступу) не більше, мм				
			5	10	15	20	30
			Швидкість різання, м/хв				
8	5	0,03	-	126	-	-	-
		0,04	110	103	-	-	-
		0,05	90	92	-	-	-
		0,10	70	65	-	-	-
10	5	0,04	-	102	97	-	-
		0,05	98	91	82	-	-
		0,10	69	64	62	-	-
		0,15	56	-	-	-	-
16	3-5	0,03	87	81	78	-	-
		0,06	61	60	58	-	-
		0,12	53	57	55	-	-
		0,18	46	50	48	-	-
		0,20	44	47	-	-	-
20	3-5	0,06	-	46	44	43	-
		0,09	-	42	41	40	-
		0,12	-	40	39	37	-
		0,18	-	35	33	32	-
		0,24	-	33	31	-	-
		0,30	-	30	-	-	-
25	3-5	0,06	-	42	40	39	38
		0,09	-	40	38	37	36
		0,12	-	34	33	32	31
		0,18	-	32	31	30	29
		0,24	-	30	29	-	-
		0,36	-	28	27	-	-
		0,40	-	24	-	-	-
		0,60	-	23	-	-	-
32	4-6	0,12	-	20	28	27	26
		0,16	-	28	26	25	24
		0,24	-	25	24	23	-
		0,36	-	24	23	22	-
		0,48	-	20	19	-	-
		0,72	-	19	18	-	-

Основний час визначають за формулою 10.

Величину врізання і перебігу фрези визначають по таблиці 98.

### 3.4.4 Фрезерування пазів шпонкових кінцевими фрезами

Основний час при фрезеруванні канавок шпон визначають:

а) при фрезеруванні канавки, відкритої з двох сторін за формулою:

$$t_0 = l + 0.5D / n \cdot S \quad \text{хв.} \quad (35)$$

де:  $l$  - довжина канавки шпонки, мм;

$D$  - діаметр фрези, мм;

$n$  - частота обертання фрези, об/хв;

$S$  - подовжня подача, мм/об.

б) при фрезеруванні канавки, закритої з одного боку, за формулою:

$$t_0 = l / n \cdot S \quad \text{хв.} \quad (36)$$

в) при фрезеруванні канавки, закритої з двох сторін, за формулою:

$$t_0 = h / n S_B + l - D / n \cdot S \quad \text{хв.} \quad (37)$$

де:  $h$  - глибина канавки шпони, мм;

$S_B$  - вертикальна подача, мм/об.

Значення подач при фрезеруванні пазів шпон встановлюють по таблиці 101.

Таблиця 101 - Подача і частота обертання фрези при фрезеруванні пазів  
ШПОНКОВИХ

Діаметр фрези мм	Розміри паза шпони, мм		Частота обертів фрези об/хв	Вертикальна подача		Подовжня подача	
	ширина	глибина		$S_B$ мм/об	$S_{MB}$ мм/хв	$S$ мм/об	$S_M$ мм/хв
3	3	2	2650	0,0092	24	0,0339	90
4	4	2,5	2000	0,0097	19	0,036	72
5	5	3	1590	0,01	16	0,038	60
6	6	3,5	1330	0,012	16	0,041	54
8	8	4	990	0,013	13	0,045	45
10	10	4,5	795	0,0163	13	0,049	39
12	12	4,5	665	0,018	12	0,053	35
16	16	5	500	0,02	10	0,058	29
18	18	5,5	440	0,0225	10	0,061	27
20	20	6	400	0,0225	9	0,065	26
24	24	7	332	0,024	8	0,072	24
28	28	8	285	0,028	8	0,073	21
32	32	9	248	0,028	7	0,073	18
36	36	10	220	0,0318	7	0,077	17
40	40	11	198	0,0306	6	0,077	15

### 3.4.5 ФРЕЗЕРУВАННЯ УСТУПІВ, ЛІСОК, ПАЗІВ ДИСКОВИМИ ФРЕЗАМИ

Таблиця 102 - Подача при обробці пазів дисковими фрезами

Діаметр фрези мм	Число зубів фрези	Ширина паза у мм	Глибина різання в мм, не більше		
			5	10	15
			Подача S, мм/об		
60	16	6-12	1,28-0,8	0,96-0,48	0,8-0,48
75	18	10-20	1,44-0,9	1,08-0,54	0,9-0,54
	12		1,44-0,96	1,2-0,72	0,96-0,6
90	20	10-20	1,6-1	1,2-0,6	1-0,6
			1,44-0,96	1,2-0,72	0,96-0,6
110	22	22-24	2,2-1,1	1,76-0,88	1,32-0,66
			1,68-1,12	1,4-0,7	1,12-0,65

Таблиця 103 - Швидкості різання при фрезеруванні пазів у вуглецевій конструкційній сталі  $\sigma_v = 60$  кгс/мм<sup>2</sup> дисковими фрезами із сталі Р9 з охолодженням

Діаметр фрези в мм	Подача мм/об не більше	Глибина паза, мм, не більше			
		5	10	15	20
		Швидкості різання, м/хв			
60	1,28	48	38	34	-
	0,8	51	41	36	-
	0,42	58	47	41	-
	0,32	62	50	55	-
75	1,44	49	39	35	32
	0,8	52	42	37	35
	0,54	59	48	42	38
	0,35	64	52	46	41
90	1,6	50	39	36	33
	1	53	43	38	35
	0,6	60	49	42	39
	0,4	65	52	47	42
110	1,76	52	40	86	22
	1,1	54	43	38	36
	0,66	61	50	43	39
	0,44	66	53	48	43

Основний час визначають за формулою 10.

Величину врізання і перебігу фрези визначають по таблиці 96.

### 3.4.6 ФРЕЗЕРУВАННЯ ПАЗІВ ПІД СЕГМЕНТНІ ШПОНКИ

Подачі і швидкості різання при обробці деталей дисковими фрезами вибирають по таблицях 102 і 103, після чого коректують згідно заданим умовам.

Основний час визначають за формулою:

$$t_0 = h / n \cdot S \text{ хв.} \quad (38)$$

де:  $h$  – глибина паза під шпонку, мм.

### 3.5 Нормування зубообробних робіт

У ремонтному виробництві на різних зубообробних верстатах виконують наступні роботи:

1. Нарізування зубів циліндрових коліс дисковими модульними фрезами на фрезерних верстатах.
2. Нарізування зубів циліндрових коліс дисковими модульними фрезами на зубофрезерних верстатах.
3. Нарізування зубів циліндрових коліс черв'ячними модульними фрезами на зубофрезерних верстатах.
4. Нарізування зубів циліндрових коліс дисковими довб'яками фрезами на зубодовбальних верстатах.
5. Нарізування зубів конічних прямозубих коліс двома зубостругальними різцями на зубостругальних верстатах.
6. Шевінгування зубів на шевінгувальних верстатах.

Залежно від модуля нарізуваної шестерні приймають послідовність обробки, вказану в таблиці 104.

Таблиця 104- Послідовність обробки

Модуль нарізуваної шестерні, мм	Характер обробки	
	Чорнова	Чистова
До 2-2,5		Чистова
Від 3-8	Чорнова	Чистова
Св. 9-10	Чорнова в декілька проходів	Чистова

Порядок встановлення режимів різання для визначення основного часу, а також значення допоміжного, додаткового і підготовчо-завершального часу вказані далі при розгляді різних видів зубообробних робіт, виконуваних на фрезерних і спеціальних зубофрезерних верстатах.

### 3.5.1 Нарізування зубів прямозубих і косозубих циліндричних коліс дисковими модульними фрезами на горизонтальних універсально-фрезерних верстатах

Режим різання встановлюють таким чином:

а) по кількості зубів нарізуваного колеса, використовуючи таблицю 105, приймають номер фрези.

Таблиця 105 - Номери фрез

№ фрез	1	2	3	4	5	6	7	8
Кількість зубів нарізуємо колеса	12-13	14-16	17-20	21-25	26-34	35-54	55-134	135

б) залежно від модуля вибирають діаметр фрези, число проходів і глибину різання. Використовуючи при цьому таблицю 106.

Таблиця 106 - Глибина різання, мм і число проходів при нарізуванні циліндрових зубчатих коліс дисковими модульними фрезами з швидкорізальної сталі P18 або P9

Модуль в мм	Діаметр фрези в мм	Фрезерні верстати			Зубофрезерні верстати		
		Проходи					
		1	2	3	1	2	3
2	60	4,33	-	-	4,33	-	-
2,5	65	5,42	-	-	5,42	-	-
3	70	6,5	-	-	6,5	-	-
3,5	75	7,58	-	-	7,58	-	-
4	80	8,67	-	-	8,67	-	-
5	90	10,83	-	-	10,83	-	-
6	100	13	-	-	13	-	-
7	105	13	2,2	-	15,2	-	-
8	110	13	4,32	-	17,32	-	-
9	115	13	6,5	-	19,5	-	-
10	120	13	8,67	-	21,67	-	-
12	145	13	13	-	13	13	-
14	160	13	13	4,33	17,33	13	-
15	165	13	13	6,5	20	12,5	-

в) по модулю і матеріалу нарізуваного колеса призначають по таблицях 107 і 108 значення хвилинної подачі і швидкість різання.

Таблиця 107- Подачі мм/хв при нарізуванні циліндрових зубчатих коліс з прямими зубами дисковими модельними фрезами з швидкорізальної сталі P9

Модуль мм	Матеріал нарізуваного зубчатого колеса				
	Сталь 40,45,50	Сталь 40X,18XГТ	Сталь 20X, 12XHA,30XГТ	Чавун НВ 180 бронза тверда	Бронза серед. твердості і латунь
1,0	268	183	107	400	565
1,5	200	150	88	328	463
2,0	190	130	76	284	401
2,5	170	116	68	253	358
3,0	155	106	62	231	327
3,5	143	98	57	214	302
4,0	134	92	54	200	383
4,5	126	86	51	189	267
5	120	82	48	179	252
6	109	75	44	163	231
7	101	69	41	151	213
8	95	65	38	141	200
9	89	61	36	133	188
10	85	58	34	127	179
12	78	53	31	116	163

Таблиця 108 - Швидкості різання в м/хв при нарізуванні зубів циліндрових коліс дисковою модульною фрезою

Характер обробки	Оброблюваний матеріал			
	Сталь марок			
	40,50	40Х,18ХГТ	12ХНЗА,30ХГТ	Чавун НВ180, бронза твердий.
Нарізування чорнове	32	30	23	25
чистове	40	37	27	32

г) значення подачі і швидкості різання коректують поправочними коефіцієнтами для заданих умов обробки, відмінних від вказаних в таблицях. Ці коефіцієнти поміщені в таблицях 109 і 110.

Таблиця 109 - Поправочні коефіцієнти на подачу і швидкість різання, залежно від матеріалу фрези –  $K_{mp}$

Матеріал фрези	$K_{mp}$
P9 і P18	1,0
9XC і 9XBC	0,6
У12А	0,5

Таблиця 110- Поправочні коефіцієнти на подачу і швидкість різання, залежно від кута нахилу зубів –  $K_{нз}$

Кут нахилу зубів в градусах	$K_{нз}$
0	1
15	1
30	1
45	0,8
60	0,7

Скоректована хвилинна подача визначається за формулою:

$$S_{МК} = S_{МТ} \cdot K_{Мр} \cdot K_{Нз} \quad \text{мм/хв} \quad (39)$$

Де:  $S_{МК}$  – хвилинна подача приймається по таблиці 107, м/хв

Скоректована швидкість різання визначається за формулою:

$$V_K = V_T \cdot K_{Мр} \cdot K_{Нз} \quad \text{мм/хв} \quad (40)$$

Де:  $V_T$  – швидкість різання, прийнята по таблиці 108, м/хв

д) по скоректованій швидкості різання визначає частоту обертання фрези за формулою 15.

е) встановлюють по нормативах режим різання, тобто  $V_K$  і  $N_T$  порівнюють з паспортними даними верстата і приймають найближчу подачу і частоту обертання фрези з тих, що є на верстаті.

У зв'язку із зміною частоти обертання фрези шукану швидкість різання визначають за формулою 16.

Основний час при нарізуванні зубів прямозубих і косозубих коліс на універсальних, горизонтально-фрезерних верстатах визначають за формулою:

$$t_0 = Z L / S_M q \quad \text{хв.} \quad (41)$$

Де:  $L$  - розрахункова довжина фрезерування, мм;

$$L = l_1 + l_2 + l_3 \quad \text{мм};$$

$l_1$  - величина врізання фрези для прямозубих коліс визначається по таблиці 95, для косозубих коліс за формулою:

$$l_1 = \sqrt{h(D - h) \cos \beta} \quad \text{мм}$$

$l_2$  - величина перебігу фрези для прямозубих і косозубих коліс визначається по таблиці 95, мм;

$l_3$  - довжина зуба колеса, мм;

$h$  - висота зуба колеса, мм;

$D$  – діаметр фрези, мм;

$\beta$  - кут нахилу зубів в градусах;

$S_M$  - хвилинна подача, прийнята по паспорту верстата, мм/[d];

$q$  - кількість одночасно оброблюваних коліс, шт.;

$z$  - кількість зубів колеса.

Допоміжний час визначають по таблицях 111 і 112.

Таблиця 111- Допоміжний час на установку, зняття і час, пов'язаний з проходом на одну деталь при нарізуванні зубчатих коліс на горизонтально-фрезерних верстатах дисковими модульними фрезами, хв.

Спосіб обробки деталей	Кількість одночасна оброб.деталей	Маса деталі не більше, кг			
		1	4	8	12
При нарізуванні і за один прохід	1	2,9	3,1	3,2	3,3
	2	1,3	1,7	1,9	2,0
	3	0,7	1,2	1,5	1,7
	5	0,4	0,9	1,2	1,4
При нарізуванні і за два проходи	1	4,8	5,0	5,1	5,2
	2	2,3	2,7	2,0	3,1
	3	1,5	1,9	2,2	2,4
	5	0,9	1,4	1,7	1,9

Таблиця 112 - Допоміжний час, пов'язаний з розподілом на один зуб (на одну деталь), хв.

Обробка	Кількість одночасно оброблюваних деталей				
	1	2	3	4	5
При одному проході	0,2	0,1	0,07	0,05	0,04
При двох проходах	0,4	0,2	0,14	0,10	0,08

Загальний допоміжний час визначають за формулою:

$$t_d = t_{d1} + t_{d2} \cdot z \text{ хв.} \quad (42)$$

де:  $t_{d1}$  - допоміжний час, прийняте по таблиці 111;

$t_{d2}$  - допоміжний час, прийняте по таблиці 112;

$z$  - кількість зубів нарізуваного колеса.

Додатковий час складає 8% від оперативного і визначається по формуле 1.

Підготовчо-завершальний час визначають по таблиці 92.

Штучний час визначають за формулою 3, норму калькуляційного часу – за формулою 5.

### **3.5.2 Нарізування зубів прямозубих і косозубих коліс дисковими модульними фрезами на зубофрезерних напівавтоматах**

Режим різання встановлюють таким же розрахунком, як і при нарізуванні зубів коліс на горизонтальних, універсальних фрезерних верстатах.

Проте, основний час визначають за формулою:

$$t_o = \frac{Lz}{S_M q} + \frac{Lz}{S_{ie} q} + \tau \cdot z \quad (43)$$

Де: L - розрахункова довжина фрезерування, мм;

$$L = l_1 + l_2 + l_3 \quad \text{мм};$$

l<sub>1</sub> - величина врізання фрези для прямозубих коліс визначається по таблиці 95, для косозубих коліс за формулою:

$$l_1 = \sqrt{h(D-h) \cos \beta} \quad \text{мм}$$

l<sub>2</sub> - величина перебігу фрези для прямозубих і косозубих коліс визначається по таблиці 95, мм;

l - довжина зуба шестерні, мм;

h - висота зуба колеса, мм;

D – діаметр фрези, мм;

β - кут нахилу зубів в градусах;

S<sub>M</sub> - хвилинна подача, прийнята по паспорту верстата, мм/хв;

q - кількість одночасно оброблюваних коліс, шт.;

z - кількість зубів колеса;

S<sub>ох</sub> - подача зворотного ходу, складає приблизно 4000 мм/хв;

$\tau$  - тривалість перемикання ділильного механізму верстата, складає приблизно 0,01хв.

Допоміжний час на операцію при роботі на зубофрезерних верстатах визначають по таблиці 111. Допоміжний час, пов'язане з розподілом на один зуб за допомогою ділильної головки і вказане в таблиці 112 – в розрахунках не бере участь.

Додатковий час приймають у розмірі 8% від оперативного і визначають за формулою 1.

Підготовчо-завершальний час визначають по таблиці 92.

Штучний час визначають за формулою 3, норму калькуляційного часу – за формулою 5.

### **3.5.3 Нарізування зубів циліндрових коліс черв'ячними модульними фрезами на зубофрезерних верстатах**

Режим різання при зубообробних роботах черв'ячними модульними фрезами на зубофрезерних верстатах встановлюється так само, як і при фрезеруванні зубів коліс дисковими модульними фрезами.

При цьому:

а) подачу вибирають залежно від величини модуля і чистоти обробки по таблиці 113.

б) виробляють коректування подачі поправочними коефіцієнтами стосовно заданих умов обробки зубів, використовуючи таблицю 114.

Таблиця 113 - Подача при нарізуванні зубів черв'ячними модульними однозаходними фрезами, мм/об

Характер обробки	Оброблюваний матеріал	Модуль не більше мм	Група верстатів				
			1	2	3		
			Подача на один оборот деталі				
Чорнова обробка	Сталь 45 і 40Х	1,5	0,8-1,2	1,4-1,8	1,5-1,8		
		2,5	1,2-1,6	2,4-2,8	2,4-2,8		
		4,0	1,6-2,0	2,6-3,0	2,8-3,7		
		6,0	1,2-1,4	2,2-2,6	2,4-2,8		
		8,0	-	2,0-2,2	2,2-2,6		
		12,0	-	-	2,0-2,4		
	Чавун сірий НВ 170-210	1,5	0,9-1,3	1,6-2,2	1,8-2,2		
		2,5	1,3-1,8	2,6-3,0	2,6-3,0		
		4,0	1,4-2,2	2,8-3,2	3,0-3,5		
		6,0	1,3-1,6	2,4-3,0	2,6-3,0		
		8,0	-	2,2-2,4	2,5-2,8		
		12,0	-	-	2,2-2,6		
		Чистова обробка по суцільному металу	Сталь 45 і 40Х	1,5-2	-	1,0-1,2	-
				3,0	-	1,2-1,8	-
Чавун сірий НВ 170-210	1,5-2		-	1,2-1,4	-		
	3,0		-	1,4-1,8	-		
Те ж по задалегідь прорізаному зубу	Сталь	До 12	-	2,0-2,5	-		
	Чавун	Понад 12	-	3,0-4,0	-		

Таблиця 114 - Поправочні коефіцієнти на подачу залежно від марки оброблюваного матеріалу –  $K_m$  і кута нахилу зуба –  $K_{нз}$

Марка сталі	$K_m$	Кут нахилу зуба в гр.	$K_{нз}$
45, 40X	1,0	0	1,0
50	0,9	15	0,9
12ХН4, 20Х	0,9	30	0,8
		45	0,65
		60	0,45

Коректовану подачу на один оборот фрези визначають за формулою:

$$S_K = S_T \cdot K_m \cdot K_{нз} \text{ мм/об} \quad (44)$$

- Де:
- $S_K$  - скоректована подача, мм/об;
  - $S_T$  - подача, прийнята по таблиці 113;
  - $K_m$  - поправочний коефіцієнт залежно від оброблюваного матеріалу;
  - $K_{нз}$  - поправочний коефіцієнт залежно від нахилу зуба.

Ці значення подачі порівнюють з паспортними даними верстата і вибирають найближчу по паспорту верстата.

в) по таблиці 115 залежно від величини подачі і модуля вибирають швидкість різання.

г) для заданих умов обробки коректують значення швидкості різання поправочними коефіцієнтами таблиць 116, 117 і 118.

Таблиця 115- Швидкість різання при нарізуванні зубів черв'ячними  
однозаходними модульними фрезами із сталі Р9  
( оброблюваний матеріал – вуглецеві і леговані сталі), м/хв.

Характер обробки	Подача мм/об	Нарізуваний модуль не більше, мм				
		1,5-3	4	5	8	12
Попереднє нарізування	0,6	-	-	58	48	40
	0,8	57	57	50	41	35
	1,1	48	48	42	35	30
	1,5	42	42	36	30	25
	2,0	36	36	32	26	22
	2,8	31	31	27	22	19
	3,7	27	27	23	19	16
	5,0	23	23	20	17	14

Чистове нарізування по суцільному металу	0,7	60	-	-	-	-
	0,9	48	-	-	-	-
	1,1	41	-	-	-	-
	1,3	35	-	-	-	-
	1,6	29	-	-	-	-
	2,0	25	-	-	-	-
	2,5	20	-	-	-	-
По прорізаному зубу	2,0	-	22-24	-	-	-
	2,5	-	-	-	-	-

Таблиця 116 - Поправочні коефіцієнти на швидкість різання залежно від  
оброблюваного матеріалу – Км

Матеріал	Коефіцієнт Км
35	1,1
Сталь 45, 40Х	1,0
50	0,9
12ХН4, 20Х	0,9
Сірий чавун	0,8

Таблиця 117- Поправочні коефіцієнти на швидкість різання залежно від кількості  
заходів фрези – Ккз

Кількість заходів	Ккз
1	1,0
2	0,85
3	0,75

Таблиця 118- Поправочні коефіцієнти на швидкість різання залежно від кута нахилу зубів –  $K_{нз}$

Кут нахилу зуба в градусах	$K_{нз}$
0	1,0
15	1,0
30	0,9
45	0,8
60	0,7

Таким чином, скоректовану швидкість різання визначають за формулою:

$$V_K = V_T \cdot K_M \cdot K_{KЗ} \cdot K_{нз} \quad \text{м/хв} \quad (45)$$

д) визначають необхідну частоту обертання фрези, об/мин за формулою 15:

$$n_T = 1000V_K / \pi D \quad \text{хв}$$

Де:  $D$  – діаметр фрези, мм.

Розрахункову частоту обертання фрези порівнюють з паспортними даними верстата, приймають найближче значення частоти обертання з тих, що є на верстаті.

Одночасно уточнюють і подачу на оборот фрези за формулою:

$$S = S_M / n \quad \text{мм/об} \quad (46)$$

Де:  $S_M$  - хвилинна подача по паспорту верстата, мм/хв;

$S$  - подача на оборот фрези, мм/об;

$n$  - частота обертання фрези, прийнята по паспорту верстата, об/хв

е) визначають фактичну швидкість різання за формулою 16:

$$U = \pi D n / 1000 \quad \text{м/хв}$$

Основний час визначають за формулою 41:

$$t_0 = Z L / S_M q \text{ хв.}$$

Де:  $L$  - розрахункова довжина фрезерування, мм;

$z$  - число зубів колеса;

$$L = l + l_1 + l_2 \text{ мм;}$$

$l$  - довжина зуба колеса, мм;

$l_1$  - величина врізання фрези визначається за формулою:

$$l_1 = \frac{\sqrt{h(D-h)}}{\cos \alpha}$$

$h$  - висота зуба колеса, мм;

$D$  - діаметр фрези, мм;

$\alpha$  - кут нахилу витка фрези щодо лобової площини колеса, звично

□ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □

$$\alpha = 6-7^\circ, \cos(6^\circ \dots 7^\circ) = 0.99$$

$l_2$  - величина перебігу фрези визначається по таблиці 95;

$q$  - кількість одночасно оброблюваних коліс, шт.

Для спрощення розрахунку величина врізання і перебігу фрези може бути прийнята по таблиці 119.

Таблиця 119- Величина врізання і перебігу модульних черв'ячних фрез при нарізуванні циліндрових коліс

Модуль нарізуваного колеса, мм	Діаметр фрези, мм	Величина врізання і перебігу, мм	
		По суцільному металу	По заздалегідь прорізаному зубу
1	50	10	-
2	55	18	-
3	70	24	-
5	90	33	14
6	125	41	16
8	145	50	17
10	164	59	18
12	174	65	18

Допоміжний час визначають по таблиці 120.

Таблиця 120- Допоміжний час при роботі на зубофрезерних верстатах

Спосіб обробки	Число одночасне встанов. деталей	Маса деталі, кг						
		5	8	12	18	30	50	80
		При нарізуванні						
За один прохід	1	1,05	1,15	1,25	3,5	4	6	6,8
	3	1,55	1,75	2	4,4	5	-	-
	5	1,85	2,1	-	-	-	-	-
За два проходи	1	1,95	2,05	2,15	4,5	5,1	7,2	8,1
	3	2,45	2,55	2,55	2,85	5	7,5	8,3
	5	2,75	3	-	-	-	-	-

Додатковий час складає 8% оперативного і визначається за формулою 1.

Підготовчо-завершальний час визначають по таблиці 121.

Таблиця 121- Підготовчо-завершальний час при роботі на зубофрезерних верстатах, хв

Спосіб установки деталей	1 група верстатів (модуль не більше 6 мм)	2 група верстатів (модуль не більше 12 мм)
На оправці або перехідній втулці	15	19
У центрах	21	26
На оправці з підставками і на підставках	30	40

Штучний час визначають за формулою 3.

Норму калькуляційного часу визначають за формулою 5.

### 3.5.4 Нарізування зубів циліндричних коліс дисковими довбьяками на зубодовбальних верстатах

Режим різання встановлюють таким чином:

а) в першу чергу по таблиці 122 вибирають величину подачі один подвійний хід довбьяка.

Таблиця 122- Подача при нарізуванні циліндрових зубчатих коліс зуборізними довбьяками з швидкорізальної сталі

Характер обробки	Модул, мм	Потужність верстата, кВт		
		1-1,5	1,6-9,5	Понад 5
		Подача кругова SKP, мм/дв.хід		
Чорнова під подальшу обробку довбьяком	4	0,35-0,4	0,4-0,45	-
	6	0,10-0,25	0,30-0,4	-
	8	-	-	0,4-0,5

ПРИМІТКА: При чистовій обробці за суцільним матеріалом подачу слід приймати в межах 0,25-0,3, а по заздалегідь обробленому зубу в межах 0,22-0,25.

б) швидкість різання встановлюють залежно від прийнятої подачі і величини модуля нарізуваного колеса по таблиці 123.

Таблиця 123 - Швидкість різання при нарізуванні циліндрових коліс довбьяками з швидкорізальної сталі

Характер обробки	Кругова подача SKP мм/дв.хід	Модуль m, мм			
		2	4	6	8
		Швидкість різання V, м/хв			
Чорнова	0,2	28,5	23	19,3	17,8
	0,32	22,5	18,2	15,3	14
	0,42	19,8	16	13,4	12,5
	0,52	17,7	14,3	12	10,9
Чистова	0,16			43,5	
	0,2			39,0	
	0,26			34,2	

в) значення подачі і швидкості різання коректують поправочними коефіцієнтами для заданих умов, відмінних від вказаних в таблиці. Ці коефіцієнти дані в таблицях 124 і 125.

Таблиця 124- Поправочні коефіцієнти на подачу і швидкість різання залежно від оброблюваного матеріалу –  $K_M$

Оброблюваний матеріал	Коефіцієнт $K_M$
Сталь 45 і 40Х	1,0
20,35,40	1,1
50,50Г,40ХН,18ХГТ	0,9
30ХГС,30ХГТ	0,8

Таблиця 125- Поправочні коефіцієнти на подачу і швидкість різання залежно від кута нахилів зубів колеса –  $K_{НЗ}$

Кут нахилу зубів в градусах	$K_{НЗ}$
0	1,0
15	0,9
30	0,85
45	0,7

Скоректовану подачу визначають за формулою 44.

$$S_K = S_T \cdot K_M \cdot K_{НЗ} \quad \text{мм/дв.хід}$$

По скоректованій подачі підбирають найближчу подачу з тих, що є на верстаті.

Скоректовану швидкість різання визначають за формулою:

$$V_K = V_T \cdot K_M \cdot K_{НЗ} \quad \text{м/хв} \quad (47)$$

г) по скоректованій швидкості різання визначає число подвійних ходів довбляком за формулою:

$$n_T = 1000V_K / 2 Z \quad \text{дв.ходів/хв} \quad (48)$$

де:  $n_T$  – число подвійних ходів довбляка в хв, встановлене по скоректованій швидкості різання;

$Z$  - розрахункова довжина ходу довбляка, мм;

$$Z = l_1 + l_2 + l_3 \quad \text{мм};$$

l - довжина зуба колеса, мм;

l<sub>1</sub> + l<sub>2</sub> - величина врізання і перебігу, складає в середньому 10 мм.

д) встановлене розрахунком n<sub>T</sub> порівнюють з паспортними даними верстата і приймають найближче число подвійних ходів довбняка n дв.хід/хв з тих, що є на верстаті.

е) визначають фактичну швидкість різання за формулою:

$$V = 2 Z n / 1000 \text{ м/хв} \quad (49)$$

Де: n - число подвійних ходів довбняка в хвилину, прийняте по паспорту верстата.

Основний час при нарізуванні зубів коліс долбьяками визначають за формулою:

$$t_o = \frac{\pi \cdot z \cdot m}{n \cdot S} + \frac{h}{n S_{\text{рад}}} \quad (50)$$

де: z - число зубів нарізуваного колеса;

m - модуль нарізуваного колеса, мм;

h - висота зуба колеса, мм;

S<sub>рад</sub> - радіальна подача, складає в середньому 0,2мм.

Допоміжний час визначають по таблиці 126.

Таблиця 126- Допоміжний час при роботі на зубодовбальних верстатах, хв.

Спосіб обробки	Число встановлюваних деталей	Маса деталі, кг		
		5	8	12
У один прохід	1	1,05	1,2	1,35
	2	1,45	1,85	1,8
	3	1,75	2,0	2,2

Додатковий час приймають у розмірі 8% від оперативного і визначають за формулою 1.

Підготовчо-завершальний час визначають по таблиці 127.

Таблиця 127- Підготовчо-завершальний час при роботі на зубодовбальних верстатах, хв.

Спосіб установки деталі	Найбільшею модуль $m$ , мм нарізаного колеса		
	8	12	20
На оправці або в пристосуванні	18	23	30

Штучний час визначають за формулою 3, норму калькуляційного часу – за формулою 5.

### 3.5.5 Нарізування конічних прямозубих коліс двома зубостругальними різцями на зубостругальних верстатах

Швидкість різання м/хв і основний час на нарізування одного зуба в секунду визначається по таблиці 128.

Для умов відмінних від вказаних в таблиці 128 вводяться поправочні коефіцієнти на швидкість різання і основний час, залежно від оброблюваного матеріалу. Ці коефіцієнти вказані в таблиці 129.

Таблиця 129- Поправочні коефіцієнти на швидкість різання і основний час залежно від оброблюваного матеріалу – К<sub>м</sub>

Оброблюваний матеріал	К <sub>м</sub>
Сталь 45 і 40Х	0,8
20Х, 12ХН	1,1
18Г	1,1
Сірий чавун НВ 170-210	1,0

Скоректовану швидкість різання визначають за формулою:

$$V_K = V_T \cdot K_m \text{ м/хв}$$

По скоректованій швидкості визначають необхідне число подвійних ходів різців в хвилину за формулою 48:

$$n_T = 1000V_K / 2 Z \text{ дв.ходів/хв}$$

Значення  $n_T$  порівнюють з паспортними даними верстата і вибирають найближче число подвійних ходів різців  $n$  дв.ходів/хв і що є на верстаті .

Далі визначають фактичну швидкість різання за формулою 49.

$$V = 2 Z n / 1000 \text{ м/хв}$$

Де:  $Z$ - розрахункова довжина ходу різців, мм;

$$Z = l + l_1 + l_2 \text{ мм};$$

$l$  - довжина створюючої конуса оброблюваного колеса, мм;

$l_1 + l_2$  - величина врізання і перебігу різців, приймається рівною 8-10 мм.

Таблиця 128 - Швидкість різання м/хв і основний час на нарізування одного зуба в секунду. Матеріал колеса – сірий чавун  
 НВ 170-210

Характер обробки	Швидкість різання м/хв	Довжина зуба, мм							
		12	20	25	30	40	50	60	80
Чорновий прохід	14-16	442	309	247	198	158	125	97	85
Чистовий прохід	18-20	442	442	347	276	247	177	141	110

Характер обробки	Довжина зуба, мм	Модуль m, мм								
		1,5	2,0	2,5	2,75	3,0	3,5	4	5	6
		Основний час на обробку одного зуба, сек.								
Чорновий прохід	12	7,6	7,6	9,3	11,2					
	20	7,6	9,3	11,2	13,3	13,3	16,0	19,7		
	25	7,6	11,2	13,3	13,3	16,0	19,7	19,7	23,7	27,4
	30	9,3	13,3	13,3	16,0	16,0	19,7	23,7	27,4	32,9
	40	-	13,3	16,0	16,0	19,7	23,7	27,4	32,9	39,2
	50	-	-	-	-	23,7	23,7	27,4	32,9	39,2
	60	-	-	-	-	23,7	27,4	32,9	39,2	45,0
	20	-	-	-	-	-	32,9	39,2	45,0	53,6

Основний час визначають по таблицях 128 і 129 з урахуванням кількості оброблюваних зубів за формулою:

$$t_o = \frac{t_z \cdot K_M \cdot Z}{60} \quad \text{хв.} \quad (51)$$

Де:  $t_o$  - основний час на один зуб, прийнятий по таблиці 128, с;

$K_M$  - поправочний коефіцієнт, таблиця 129;

$Z$  - число зубів оброблюваного колеса.

Допоміжний час визначають по таблиці 130.

Таблиця 130- Допоміжний час на операцію, хв.

Спосіб обробки	Число одночасно встановлюваних деталей	Маса деталі, кг		
		5	8	12
В один прохід	1	1,05	1,15	1,75
В два проходи	1	1,15	1,25	1,35

Додатковий час складає 8% від оперативного і визначається за формулою 1.

Підготовчо-завершальний час визначають по таблиці 131.

Таблиця 131 - Підготовчо-завершальний час при роботі

на зубостругальних верстатах, хв.

Спосіб установки деталі	Найбільшій модуль $m$ в мм нарізованого колеса	
	8	12
На оправці з регулюванням різцевих колодок	40	50

Штучний час визначають за формулою 3, норму калькуляційного часу – за формулою 5.

### 3.5.6 Нарізування шліцьових валів

Шліці на валах нарізують на горизонтально-фрезерних верстатах з ділильною головкою дисковими спареними фрезами або на шліцефрезерних і зубофрезерних верстатах спеціальними черв'ячними шліцьовими фрезами.

Шліцьові вали діаметром до 50 мм нарізують за один прохід, а великих розмірів – за два проходи.

Встановлення режиму різання виробляється залежно від ріжучого інструменту так, як це розглядалося в пунктах, що стосуються нарізування зубів коліс дисковими фрезами і черв'ячними фрезами.

Значення подач і швидкостей різання, також поправочних коефіцієнтів на подачі і швидкості різання приводяться в таблицях 132, 133, 134.

Таблиця 132- Подачі в мм/об при обробці шліцьових валів черв'ячними фрезами

Розміри оброблюваного валу		Чорнова обробка під шліфування	Чистова обробка за суцільним матеріалом
Діаметр	Висота шліца		
14-28	1,5-2,5	1,7	0,6
30-52	2-3	1,8	0,6
54-70	3-4	2	0,8
72-82	5	2,1	0,8

Таблиця 133 - Швидкості різання в м/хв при обробці прямобічних шліцьових валів фрезами з швидкорізальної сталі P18

Характер обробки	Подача S мм/об фрези	Висота шліців h в мм					
		2	3	4	5	6	6,5
Чистова	0,5	45	27	18,7	14	11	10
	0,6	41,5	24,5	17	12,8	10,1	9,2
	0,8	36	21,5	14,8	11,1	8,8	8
Чорнова	1	48	29	20	15	12	10,5
	1,3	42	25	17,5	13,2	10,3	9,4
	1,6	38	22,5	15,7	12	9,3	8,4
	2	34	20,5	14,1	10,6	8,4	7,6

Таблиця 134 - Поправочні коефіцієнти на швидкість різання при обробці  
шліцьових валів – Км

Марка сталі	Твердість матеріалу НВ	Коефіцієнт Км	
		На подачу	На швидкість різання
35	156-187	1	1,1
45,35Х,40Х	170-207	1	1
45 і 30ХГТ	156-241	0,9	0,8
50,12ХНЧА,20ХНМ	156-229	0,9	0,9
10ХГТ,20Х			
18ХНВА,30ХМОА,5ХНМ	158-229	0,8	0,8

Поправочні коефіцієнти на швидкість різання залежно від кількості шліців – Кш

Кількість шліців	4	6	8	10	16	20
Коефіцієнти Кш	0,85	1	1,1	1,2	1,4	1,5

Скоректовану величину подачі  $S_K = S_T \cdot K_m$  мм/об порівнюють з паспортними даними верстата і вибирають найближчу з тих, що є на верстаті.

По величині подачі вибирають швидкість різання і теж коректують її поправочними коефіцієнтами,  $V_K = V_T \cdot K_m \cdot K_{sh}$ .

Далі розрахунки виробляють так само, як і при нарізуванні прямозубих циліндрових коліс.

### 3.5.7 Шевінгування зубчатих коліс

Зубчаті колеса, що підлягають шевінгуванню, заздалегідь нарізують черв'ячною фрезою або довбляком.

Режими різання встановлюють по таблицях 135, 136 і 137.

Таблиця 135- Припуски на шевінгування і число ходів столу

Радіальний припуск, мм	Твердість матеріалу НВ	Вертикальна подача на один хід столу	Число ходів столу		
			Робітників	Зачистних	
				Квалітет	
				5-й	6,7-й
Циліндрові прямозубі колеса					
0,14-0,16	156-229	0,04	3-4	5-6	2-4
	235-285	0,02	6-8	5-6	2-4
Циліндрові косозубі колеса					
0,20-0,25	156-229	0,04	5-6	5-6	2-4
	235-285	0,02	10-12	5-6	2-4

Таблиця 136 - Подачі при шевінгуванні

Клас точності зубчатого колеса	Твердість матеріалу НВ	Кут нахилу зубів, град.	Вертикальна подача на один хід столу мм	Горизонтальна подача на один оборот зубчатого колеса
1-й	< 230	0-20	0,04	0,15-0,20
		21-45	0,04	0,20-0,25
	> 230	0-20	0,02	0,10-0,12
		21-45	0,02	0,12-0,15
2-й	< 230	0-20	0,04	0,25-0,30
		21-45	0,04	0,30-0,40
	> 230	0-20	0,02	0,12-0,15
		21-45	0,02	0,15-0,20

Таблиця 137- Швидкості різання при шевінгуванні, м/хв

Модуль m, мм	Діаметр шевінг-фрези, мм	Частота обертання шпинделя верстата	Швидкість різання V м/хв
2	170,26	252	139,5
3	172,31	252	136,3
4	181,88	252	144,0
5	177,36	252	140,3
6	187,85	252	148,6

Основний час визначають за формулою:

$$t_o = \frac{lh_z K_3}{n S S_a z_n} \quad \text{хв.} \quad (52)$$

Де:  $l$  - довжина зуба колеса, мм;

$h$  - припуск залишений попередньою обробкою, складає 0,15-0,2 мм;

$z$  - число зубів нарізованого колеса;

$K_3$ - додаткові зачисні калібруючі проходи, зазвичай  $K_3 = 2$ ;

$n$  - частота обертання фрези, об/хв;

$S$  - подача на один оборот зубчатого колеса, мм/об;

$S_B$  - вертикальна подача на один хід столу, мм;

$Z_n$  - число зубів шевінг-фрези.

Допоміжний час визначають по таблицях 111 і 112.

Додатковий час складає 8% від оперативного і визначається за формулою 1.

Підготовчо-завершальний час визначають по таблиці 92.

Штучний час визначають за формулою 3. норму калькуляційного часу – за формулою 5.

### 3.6 Нормування шліфувальних робіт

У ремонтному виробництві на різних шліфувальних верстатах виконуються наступні роботи:

1. Кругле зовнішнє і внутрішнє шліфування циліндрових поверхонь.
2. Безцентрове шліфування.
3. плоске шліфування периферією і торцем круга.

Порядок встановлення режимів різання, формули для визначення основного часу і всі подальші витрати, пов'язані з визначенням калькуляційного часу вказані при розгляді різних видів шліфувальних робіт.

У всі формули основного часу входить коефіцієнт зачисних ходів  $K$ . значення цього коефіцієнта приводиться в таблиці 138.

Таблиця 138- Значення коефіцієнта К

Вид шліфування	К– при шліфуванні	
	Чорновий	Чистовий
1. Кругле зовнішнє в центрах	1,2-1,4	1,25-1,7
2. Внутрішнє	1,2-1,5	1,3-1,8
3. Кругле зовнішнє по методу врізання	1,2-1,3	1,2-1,3
4. Бесцентрове на прохід	1,05-1,2	1,05-1,2
5. Бесцентрове по методу врізання	1,05-1,1	1,1-1,2
6. Плоске	1,2-2,0	1,2-1,5

### 3.6.1 Кругле зовнішнє шліфування

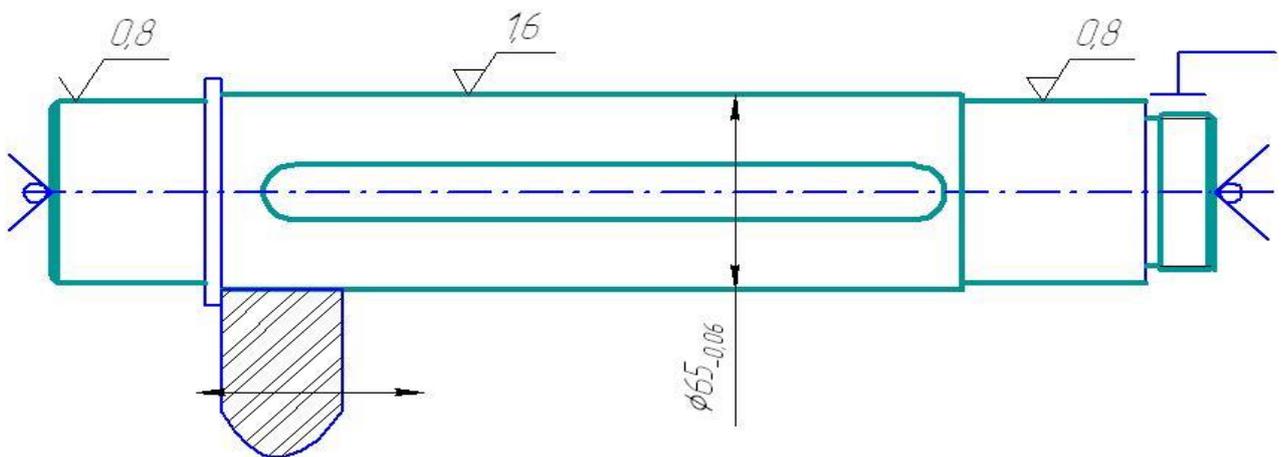


Рисунок 6 – Схема зовнішнього шліфування

Режим різання встановлюють в наступному порядку:

а) визначають припуск на обробку на сторону за формулою:

$$h = D - d / 2 \text{ мм}$$

Де:  $D$  – діаметр заготовки до шліфування, мм:

$d$  – діаметр заготовки після шліфування, мм.

При чистовому шліфуванні припуск на обробку розподіляють за формулою:

На чорнове шліфування  $h_1 = 0,8 \text{ мм}$

На чистове шліфування  $h_2 = 0,2$  мм

б) вибирають шліфувальний круг по книзі «Довідник металіста»,  
Машинобудування, 1972.

Визначають швидкість шліфувального круга за формулою:

$$V_K = \pi D_K n_K / 1000 \cdot 60 \quad \text{м/сек} \quad (53)$$

Де:  $V_K$  - швидкість шліфувального круга, м/сек;

$D_K$  - діаметр шліфувального круга, мм;

$n_K$  - частота обертання шліфувального круга, об/хв.

Ця швидкість не повинна бути більше швидкості круга, вказаної в таблиці 139.

Таблиця 139- Окружні швидкості кругів

Найменування зв'язки	Швидкість м/сек
ПП Керамічна	35
ПП Бакелітова	40
ПП Вулканітова	35
ПП Селікатова	20
ПВ Керамічна	35
ПВК Бакелітова	35
ПВК Селікатовая	25

в) Поперечну подачу – глибину різання встановлюють при чорновому шліфуванні по таблиці 140, а при чистовому шліфуванні по таблиці 142.

Подовжню подачу на один оборот виробу в частках ширини круга встановлюють при чорновому шліфуванні по таблиці 141, а при чистовому по таблиці 142.

Таблиця 140- Поперечна подача при попередньому шліфуванні методом подовжньої подачі, мм

Оброблюваний матеріал	Довжина, в діаметр	Діаметр шліфованої деталі не більше, мм					
		20	40	60	80	100	150
Незагартована сталь	3Д	0,020	0,028	0,034	0,039	0,043	0,052
	7Д	0,017	0,033	0,028	0,032	0,035	0,042
	10Д	0,015	0,020	0,024	0,027	0,030	0,036
Закалена сталь	3Д	0,015	0,023	0,030	0,035	0,040	0,045
	7Д	0,012	0,018	0,023	0,027	0,030	0,035
	10Д	0,010	0,015	0,019	0,022	0,025	0,030

Таблиця 141- Подовжні подачі в частках ширини круга  $\beta$   
при попередньому шліфуванні

Оброблюваний матеріал	Поперечна подача $t$ не більше, мм					
	0,01	0,02	0,03	0,04	0,06	0,09
Незагартована сталь	0,60	0,50	0,40	0,30	0,25	0,20
Загартована сталь	0,50	0,45	0,35	0,25	0,20	0,15

Таблиця 142- Поперечні і подовжні подачі при чистовому шліфуванні стали

Діаметр шліфованої поверхні не більше, мм	Поперечна подача $t$ , мм	Подовжня подача у частках ширини круга $\beta$	Швидкість виробу $V$ м/хв

Кількість проходів визначають за формулою:

$$i_1 = h_1 / t_1; \quad i_2 = h_2 / t_2$$

Де:  $i_1, i_2$  - число проходів при чорновому і чистовому шліфуванні:

$h_1, h_2$  - припуски на обробку, мм;

$t_1, t_2$  - поперечні подачі при чорновому і чистовому шліфуванні, мм;

Подовжню подачу визначають за формулою:

$$S_{пр} = \beta V_k \quad \text{мм/об} \quad (54)$$

Де:  $S_{пр}$  - подовжн поядача, мм/об;

$\beta$  - подовжня подача в частках ширини круга;

$V_k$  - ширина шліфувального круга, мм.

г) окружну швидкість обертання виробу при чорновому шліфуванні визначають по таблиці 143.

Таблиця 143- Окружні швидкості обертання оброблюваної деталі в м/хв при чорновому шліфуванні

Діаметр шліфованої поверхні, мм	Подовжня подача $\beta$ у частках ширини круга									
	0,3		0,4		0,5		0,6		0,7	
	Поперечна подача $t$ мм на один хід столу									
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
20	20	13	21	9	17	8	15	7	13	9
40	35	18	26	12	21	10	18	8	15	7
60	40	18	30	13	24	11	20	9	17	8
80	44	20	33	15	27	12	22	10	19	8
100	47	21	35	16	28	13	24	11	20	9
200	57	26	43	19	35	16	29	13	25	8
300	65	29	49	21	39	18	33	15	28	9

Швидкість різання виробу для заданих умов коректують поправочними коефіцієнтами. Вони вказані в таблицях 144 і 145.

Таблиця 144- Поправочні коефіцієнти, що враховують оброблюваний матеріал

Км

Оброблюваний матеріал	Км
Сталь загартована	1,0
Сталь незагартована	1,1
Чавун	1,45

Таблиця 145- Поправочні коефіцієнти залежно від характеру шліфування – Ко

Характер обробки	Ко
Чорнове шліфування	1,0
Чистове шліфування	0,75

Скоректовану швидкість різання, таким чином, визначають по формулах:

Для чорнового шліфування  $V_{K1} = V_T \cdot K_m$

Для чистового шліфування  $V_{K2} = V_T \cdot K_m \cdot K_o$  м/хв

д) частоту обертання виробу визначають за формулою 15.

У цій формулі:

$n_T$  – частота обертання виробу, відповідна скоректованій швидкості обертання, об/хв;

Д – діаметр виробу, мм;

е) після вибору найближчої до розрахункової частоти обертання виробу по паспорту верстата – визначають фактичну швидкість різання за формулою 16.

Основний час при круглому зовнішньому шліфуванні циліндрових поверхонь, методом подовжньої подачі, визначають по формулах:

На кожен хід столу:

$$t_0 = \frac{L \cdot i \cdot k}{n\beta B_k} = \frac{Lik}{nS_{np}} \text{ хв.} \quad (55)$$

На подвійний хід столу:

$$t_0 = \frac{2Lik}{n\beta B_k} = \frac{2Lik}{nS_{np}} \quad (56)$$

Де: Z - розрахункова довжина шліфування, мм;

$$Z = 1 + 11 + 12$$

1 - довжина поверхні деталі, мм;

11 + 12 - величина врізання і перебігу круга, береться з таблиці 146, мм;

До - коефіцієнт зачисних ходів, береться з таблиці 138;

$\beta$  - подовжня подача в частках ширини круга, мм;

n - частота обертання виробу, об/хв;

$B_k$  - ширина шліфувального круга, мм;

$S_{np}$  - подовжня подача, мм/об;

i - число проходів.

Таблиця 146- Величина врізання і перебігу при круглому шліфуванні

Умови роботи	Величина врізання і перебігу (11 + 12), мм
Вихід круга: У обидві сторони	$B_k + 5$
У одну сторону	$0,5B_k$
Без виходу круга	- $B_k$

Основний час при круглому зовнішньому шліфуванні методом врізання визначають за формулою:

$$t_0 = \frac{ik}{n} = \frac{hk}{nt} \text{ хв.} \quad (57)$$

Де: h - припуск на обробку на сторону, мм;

t - поперечна подача – глибина шліфування, мм.

Допоміжний час визначають по таблицях 147 і 148.

Таблиця 147- Допоміжний час на установку і зняття деталі, в хв.

Спосіб установки	Маса деталі в кг							
	3	5	10	18	30	50	80	120
У центрах	0,8	1,1	1,4	1,7	2,2	3,8	3,4	3,7
Те ж з люнетом	1	1,2	1,6	1,9	2,4	5,1	5,6	6,2
“ на оправці	1,5	2	2,5	3,1	3,5	-	-	-
У патроні:								
Трьохкулачковому	1,3	1,6	2	2,3	2,7	-	-	-
Чотирьохкулачковому	5,5	6,6	7,9	9,3	11,1	-	-	-
Те ж з підтисканням центром задньої бабці	-	-	-	-	-	8,5	9,5	10,6
На декількох люнетах (на кожен подальший люнет додавати)	-	-	-	-	-	1,5	1,7	1,9

Додатковий час визначають за формулою 1, де К = 9%.

Підготовчо-завершальний час визначають по таблиці 149.

Таблиця 148-Допоміжний час пов'язаний з переходом, в хв.

Найменування проходу	Висота центрів, в мм	
	200	300
Шліфування:		
Першої поверхні (на 1-й прохід)	1,6	2
Подальших повер.(на 1-й прохід)	0,8	1
На кожен подальший прохід	0,06	0,08

Таблиця 149-Підготовчо-завершальний час, хв.

Спосіб установки деталі	Висота центрів не більше, мм	
	150	300
У центрах	7	8
У самоцентруючому патроні	10	11
У самоцентруючому патроні і люнеті	12	14
У чотирьохкулачковому патроні	13	15
У чотирьохкулачковому патроні і люнеті	14	16

Штучний час визначається за формулою 3.

Норму калькуляційного часу визначають за формулою 5.

### 3.6.2 Кругле внутрішнє шліфування

Режим різання встановлюють в такій же послідовності як і при нормуванні круглого зовнішнього шліфування.

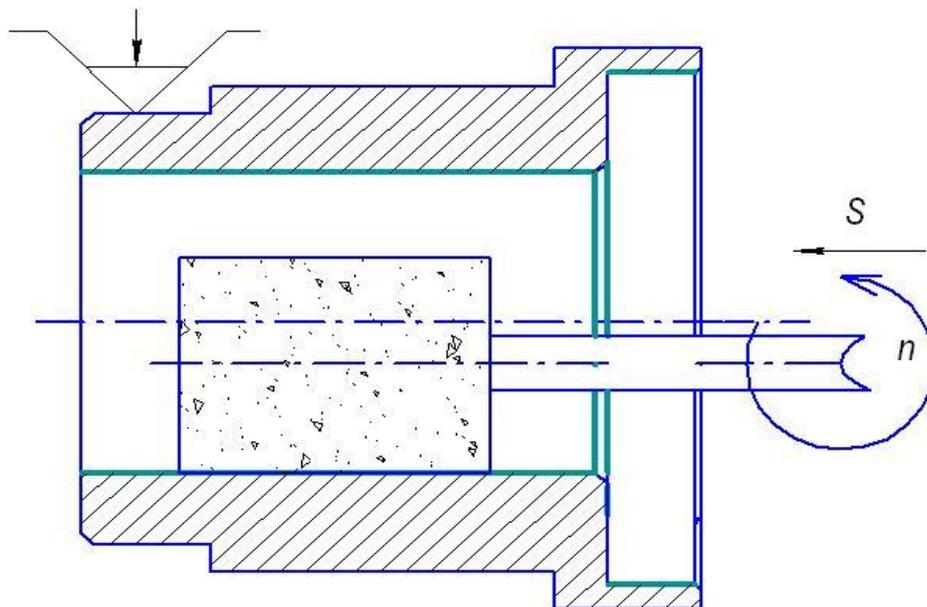


Рисунок 8 – Схема внутрішнього шліфування

Поперечні подачі при внутрішньому круглому шліфуванні визначаються по таблиці 150.

Таблиця 150-Поперечні подачі при внутрішньому шліфуванні, мм

Обробл. Матеріал	Діаметр шліфованого отвору не більше, мм					
	40	70	100	150	200	300
Незагартова на сталь	0,006- 0,0075	0,001- 0,012	0,012- 0,015	0,014- 0,017	0,016- 0,020	0,018- 0,023
Загартована сталь	0,005- 0,0075	0,0075- 0,010	0,010- 0,013	0,013- 0,015	0,015- 0,018	0,018- 0,020
Чавун і бронза	0,0015- 0,003	0,003- 0,005	0,005- 0,007	0,007- 0,008	0,008- 0,009	0,009- 0,010

Подовжню подачу в частках ширини круга визначають по таблиці 151.

Таблиця 151-Подовжня подача в частках ширини круга  $\beta$ 

Оброблюв. матеріал	Характер шліфування	Довжина шліфування, виражена в діаметрах				
		4Д	2Д	1Д	0,5Д	0,3Д
Сталь	Чорнове	0,075- 0,6	0,7-0,6	0,6-0,5	0,5-0,45	0,45-0,4
	Чистове	0,25-0,4	0,25-0,4	0,25- 0,35	0,25- 0,35	0,25- 0,39
Чавун	Чорнове	0,8-0,7	0,7-0,65	0,65- 0,55	0,55-0,5	0,5-0,45
	Чистове	0,3-0,45	0,3-0,45	0,3-0,4	0,3-0,4	0,3-0,4

Окружну швидкість оброблюваного виробу визначають по таблиці 152.

Таблиця 152-Окружна швидкість оброблюваної деталі, м/хв.

Діаметр шліфува льного отвору	Подовжня подача в частках ширини круга ?									
	0,3		0,4		0,5		0,6		0,7	
	t – глибина шліфування не більше, мм									
	0,005	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02
20	43,5	23,2	18,0	-	14,7	-	12,5	-	10,9	-
30	53,2	28,6	22,0	-	18,0	-	15,3	-	13,3	-
40	61,5	32,8	25,4	-	28,0	-	17,6	-	15,3	-
50	68,5	36,6	28,4	-	23,2	-	19,7	-	17,1	-
60	75,5	40,2	31,0	16,7	25,4	13,7	21,0	11,6	18,8	10,1
70	81,5	43,5	33,6	18,0	27,6	14,8	23,4	12,6	20,3	10,9
80	87,0	46,5	36,0	19,3	29,4	15,8	25,0	13,4	21,8	11,7
90	92,5	49,2	38,2	20,4	31,2	16,7	26,6	14,2	23,2	12,5
100	97,5	52,0	40,2	21,5	32,8	17,6	28,0	15,0	24,2	13,0
140	115,0	51,5	47,5	25,4	38,8	20,8	33,0	17,7	28,8	15,4
200	137,0	73,5	56,6	30,4	46,5	25,0	39,4	21,0	34,2	18,4
250	154,0	82,5	59,5	34,0	52,0	28,0	44,2	23,6	38,4	20,6
300	168,0	90,5	69,5	37,4	57,0	30,5	48,5	26,0	42,0	22,6

Табличну швидкість оброблюваної деталі коректують поправочними коефіцієнтами таблиці 144.

Основний час при круглому внутрішньому шліфуванні визначають за формулою 56:

$$t_0 = \frac{2lik}{n\beta Bk} \text{ хв.}$$

Величину врізання і перебігу круга визначають по таблиці 153.

Таблиця 153-Величина врізання і перебігу, мм

Умови роботи	$t_1 + t_2$ мм
Вихід круга в обидві сторони	0,25 Вкр
Вихід круга в одну сторону	0,5 Вкр
Без виходу круга	Вкр

Допоміжний час визначають по таблицях 154 і 155.

Таблиця 154-Допоміжний час на установку і зняття деталі, хв

Спосіб установки	Маса деталі не більше, кг					
	1	3	5	8	12	30
У двохкулачковому патроні	0,18	0,19	0,22	0,26	0,32	0,39
У трьохкулачковому патроні	0,13	0,16	0,18	0,20	0,24	-
У цанговому патроні	0,20	0,22	0,23	0,24	0,26	-
У чотирьохкулачковому патроні	-	2,50	2,80	3,20	3,50	4,00

Таблиця 155-Допоміжний час, пов'язаний з проходом, хв.

Характер обробки	Найбільший діаметр, шліфованого отвору, мм	
	130	260
Чорнове шліфування на перший прохід	0,80	0,90
Чорнове шліфування на подальші проходи (один прохід)	0,04	0,05
Чистове шліфування на перший прохід	1,20	1,40
Чистове шліфування на подальші проходи (на один прохід)	0,04	0,05

Додатковий час визначають за формулою 1, де  $K = 9\%$ .

Підготовчо-завершальний час визначають по таблиці 156.

Таблиця 156-Підготовчо-завершальний час, хв.

Спосіб установки деталі	Найбільший діаметр шліфованого отвору, мм	
	130	260
У двохкулачковому патроні	10	12
У трьохкулачковому патроні	7	9
У цанговому патроні	8	10
У чотирьохкулачковому патроні	15	17

Штучний час визначають за формулою 3.

Норму калькуляційного часу визначають за формулою 5.

### 3.6.3 Безцентрове шліфування на прохід

Безцентрове шліфування здійснюють двома методами:

а) шліфуванням на прохід; б) шліфуванням шляхом врізання

На прохід шліфують гладкі деталі.

При шліфуванні на прохід подовжня подача забезпечується провідним кругом, який щодо осі шліфованого круга повертають на  $1-6^{\circ}$ .

Режим різання встановлюється в наступному порядку:

а) по таблиці 157 визначають ширину припуску на діаметр. Вибрану ширину припуску розподіляють на чорнове і чистове шліфування по формулах:

Чорнове шліфування  $H_1 = 0,8 N$  мм

Чистове шліфування  $H_2 = 0,2 N$  мм

де  $N$  – припуску на діаметр, мм.

Таблиця 157-Припуски при безцентровому шліфуванні на діаметр, мм

Діаметр шліфованої поверхні не більше, мм	Довжина шліфованої поверхні не більше, мм			
	100	250	500	1000
	H, припуск на діаметр, мм			
10	0,13-0,18	0,15-0,20	0,17-0,22	0,20-0,25
	0,17-0,22	0,20-0,25	0,22-0,27	0,25-0,30
20	0,18-0,25	0,20-0,27	0,20-0,28	0,20-0,30
	0,20-0,27	0,25-0,32	0,28-0,35	0,30-0,37
30	0,20-0,30	0,22-0,32	0,23-0,33	0,30-0,40
	0,23-0,33	0,28-0,38	0,32-0,42	0,35-0,46
50	0,25-0,35	0,27-0,37	0,28-0,38	0,35-0,45
	0,30-0,40	0,35-0,45	0,40-0,50	0,50-0,60
120	0,30-0,40	0,32-0,40	0,33-0,44	0,50-0,52
	0,37-0,47	0,40-0,45	0,43-0,55	0,60-0,75

ПРИМІТКА: великі значення для незагартованих, менше – для загартованих сталей.

б) визначають подвоєну глибину шліфування і кут повороту провідного круга по таблиці 158. подвоєна глибина шліфування береться тому, що виріб знаходиться між двома шліфувальними кругами.

Таблиця 158-Подвійна глибина шліфування і кут повороту ведучого круга при чорновому і чистовому шліфуванні на прохід

Характер обробки	Діаметр шліфованого виробу, мм	Подвоєна глибина різання 2 t мм	Кут повороту провідного круга в градусах, α
Чорнове шліфування	10	0,05-0,06	3-4
	20	0,06-0,10	2,5-3,5
	45	0,10-0,20	2,5-0,5
	70	0,15-0,30	2-3
	120	0,20-0,35	1,5-2,5
	180	0,25-0,40	1,5-2
Чистове шліфування	10-180	0,02-0,05	1,2-2

в) визначають число проходів по формулах:

$$t_1 = \frac{H_1}{2t_1}$$

(58)

$$t_2 = \frac{H_2}{2t_2}$$

де  $H_1$  і  $H_2$  - припуски на діаметр, мм;

$2t_1$  і  $2t_2$  - подвійна глибина чорного і чистового шліфування, мм.

По подвійній глибині шліфування і діаметру шліфованої поверхні встановлюють окружні швидкості ведучого круга (його діаметр звичайно вказується в паспорті верстата) по таблиці 159.

Швидкість ведучого круга для заданих умов коректують поправочними коефіцієнтами; вони вказані в таблиці 144

г) по окружній швидкості ведучого круга визначають частоту його обертання за формулою:

$$n_{\text{вкт}} = \frac{1000V_{\text{вк}}}{D_{\text{вк}}} \quad \text{об/хв.} \quad (59)$$

Де:  $n_{\text{вкт}}$  - частота обертання ведучого круга, відповідна скоректованій швидкості ведучого круга, об/хв.;

$V_{\text{вк}}$  - скоректована окружна швидкість ведучого круга, м/хв.;

$D_{\text{вк}}$  - діаметр ведучого круга, мм.

Таблиця 159-Окружні швидкості ведучого круга при чорновому і чистовому шліфуванні на прохід, м/хв.

Кут повороту ведучого круга	Подвоєні 2t глибин шліфування мм	Діаметр шліфованої поверхні не більше, мм								
		10	20	40	70	80	100	125	150	180
<b>Чорнове шліфування</b>										
1,0	0,20	-	-	-	-	-	28	25	22	20
	0,30	-	-	-	-	-	19	17	15	13
	0,40	-	-	-	-	-	15	13	11	10
	0,15	-	-	-	33	-	-	-	-	-
1,5	0,20	-	-	-	25	23	19	17	15	13
	0,30	-	-	-	17	15	13	11	10	9
	0,10	-	90	55	-	-	-	-	-	-
2,0	0,20	-	-	27	19	17	15	13	11	10
	0,30	-	-	-	12	11	10	8	7	-
	0,10	117	72	44	-	-	-	-	-	-
2,5	0,20	-	-	22	15	14	12	-	-	-
	0,30	-	-	-	10	9	8	-	-	-
3,5	0,10	84	51	31	-	-	-	-	-	-
	0,20	-	-	16	11	-	-	-	-	-
	0,30	-	-	-	7	-	-	-	-	-
4,0	0,10	84	51	31	-	-	-	-	-	-
	0,20	-	-	16	11	-	-	-	-	-
	0,30	-	-	-	7	-	-	-	-	-
<b>Чистове шліфування</b>										
2,0	0,02	120	90	70	50	40	30	25	20	15
	0,05	100	70	60	40	30	25	20	15	12

Знайдену частоту обертання ведучого круга зв'язують з паспортними даними верстата, вибирають найближчу з тих, що є на верстаті і перераховують фактичну окружну швидкість ведучого круга за формулою:

$$V_{BK} = \frac{\pi D n_{BK}}{1000} \quad \text{м/хв} \quad (60)$$

Де:  $V_{BK}$  - фактична окружна швидкість ведучого круга, м/хв;

$D_{BK}$  - діаметр ведучого круга, мм;

$n_{BK}$  - частота обертання ведучого круга, прийнята по паспорту верстата, об/хв

д) хвилину подовжню подачу виробу визначають за формулою:

$$S_{прх} = \pi D_{BK} n_{BK} \sin \alpha \quad \text{мм/хв} \quad (61)$$

Де:  $S_{ПРХ}$  - хвилинна подовжня подача, мм/мін;

$\sin \alpha$  - синус кута повороту ведучого круга, приймається по таблиці 160.

Таблиця 160

$\alpha$	1,2	1,3	1,5	1,8	2,0	2,2
$\sin \alpha$	0,021	0,022	0,026	0,031	0,035	0,039
$\alpha$	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,5
$\sin \alpha$	0,042	0,045	0,049	0,052	0,056	0,061

Основний час визначають за формулою:

$$t_o = \frac{(l_q + B_k)iK}{S_{прх}q} \quad (62)$$

Де:  $l$  - довжина поверхні виробу, що підлягає шліфуванню, мм;

$q$  - кількість виробів в партії шліфованих безперервним потоком;

$B_k$  - ширина шліфувального круга, мм;

$i$  - число проходів;

$K$  - коефіцієнт, вибирається по таблиці 138.

Допоміжний час при безцентровому шліфуванні на прохід перекривається основним часом, тому в розрахунках його не враховують.

Додатковий час складає 12% від оперативного і визначається за формулою 1.

Підготовчо-завершальний час визначають по таблиці 161.

Таблиця 161- Підготовчо-завершальний час при безцентровому шліфуванні

Характер роботи	Час, хв..
Шліфування на прохід:	
Із зміною направляючої лінійки	17
Без зміни направляючої лінійки	11
Шліфування врізанням:	
Із зміною направляючого ножа	20
Без зміни направляючого ножа	13

Штучний час визначають за формулою 3.

Норму калькуляційного часу визначають за формулою 5.

### 3.6.4 Безцентрове шліфування методом врізання

Методом врізання шліфують фасонні вироби і вироби, що мають по довжині різні діаметри.

При безцентровому шліфуванні методом врізання виріб піддається обробці по всій шліфованій поверхні

Режим різання встановлюється також, як і при безцентровому шліфуванні на прохід.

Поперечну подачу на один оборот виробу визначають по таблиці 162, окружну швидкість – по таблиці 163.

Таблиця 162 - Поперечні подачі на один оборот виробу

Діаметр шліфованої поверхні	Чорнове шліфування, поперечна подача, мм	Чистове шліфування, поперечна подача, мм
10	0,004-0,008	0,003-0,005
20	0,005-0,009	0,003-0,007
30	0,006-0,010	0,004-0,008
40	0,007-0,013	0,005-0,008
понад 40		0,006-0,010

Таблиця 163-Окружні швидкості ведучого круга, м/хв.

Чорнове шліфування							
Поперечна подача на один оберт деталі, мм	Діаметр шліфованої поверхні, не більше, мм						
	20	40	60	80	90	100	
	Окружна швидкість, м/хв.						
0,004	23	28	32	34	36	38	
0,006	18	22	25	27	28	29	
0,008	15	18	20	22	23	24	
0,010	13	16	18	19	20	21	
0,012	11	14	16	17	18	19	
0,014	10	12	14	15	16	17	
Чистове шліфування							
Поперечна подача на один оберт деталі, мм	Діаметр шліфованої поверхні, не більше, мм						
	10	20	30	40	60	80	100
	Окружна швидкість, м/хв.						
0,003	20	25	28	30	31	33	35
0,005	15	18	20	22	23	24	26
0,007	12	14	16	17	18	19	21

Частоту обертання виробу визначають за формулою:

$$n = \frac{nbkDbk}{d} \text{ об/хв.} \quad (63)$$

Де:  $n$  - частота обертання виробу, об/ хв;

$n_{BK}$  - частота обертання провідного круга, прийнята по паспорту верстата після розрахунку режиму різання;

$D_{BK}$  - діаметр провідного круга, приймають по паспорту верстата, мм;

$d$  - діаметр шліфованого виробу.

Основний час визначають за формулою 57:

$$t_0 = \frac{hK}{ht} = \frac{iK}{h} \text{ хв.}$$

Де:  $h$  - припуск на обробку на сторону, об/хв.;

$D_0$  - коефіцієнт вибирається по таблиці 138;

$n$  - частота обертання виробу, об/хв.;

$i$  - число проходів;

$t$  - глибина різання – поперечна подача на оборот виробу, мм.

Допоміжний час визначають по таблиці 164.

Таблиця 164-Допоміжний час при безцентровому шліфуванні методом врізання

Діаметр оброблюваної поверхні не більше, мм	Час на установку, обмір і зняття деталі, хв.
20	0,05
40	0,06
50	0,07
Понад 50	0,08

Додатковий час визначається за формулою 1, де К – 12%.

Підготовчо-завершальний час визначають по таблиці 161.

Штучний час і норму калькуляційного визначають за формулою 3 і 5.

### 3.6.5 Нормування плоского шліфування торцем круга

У ремонтному виробництві зустрічаються два способи плоского шліфування:

а) шліфування торцем круга; б) шліфування периферією круга.

При шліфуванні виробів торцем круга одночасно піддається обробці велика поверхня виробу, при цьому магнітний стіл, на якому закріплюють виріб, має оберতальне ( круглий стіл), або поворотно-поступальну ходу (прямокутний стіл).

При шліфуванні торцем круга площа круга перекриває ширину виробу. Після кожного обороту або проходу столу круг подають на глибину шліфування (вертикальна подача).

Глибину шліфування, тобто вертикальну подачу круга на прохід встановлюють залежно від ширини шліфування.

З вибору вертикальної подачі і встановлюють режим шліфування:

а) вертикальну подачу вибирають по таблиці 165.

Таблиця 165-Вертикальна подача круга (глибина шліфування) на прохід

Ширина шліфування не більше, мм	Глибина шліфування, мм
100	0,019-0,037
150	0,017-0,027
200	0,011-0,022
250	0,009-0,018
300	0,008-0,013
400	0,007-0,011

500	0,007-0,010
-----	-------------

Кількість проходів визначають за формулою:

$$i = \frac{h}{t}$$

де  $i$  - число проходів,  $h$  - припуск на шліфування, мм,  $t$  - глибина шліфування – вертикальна подача, мм.

б) по вибраній подачі  $i$  ширині шліфування по таблиці 166 вибирають швидкість руху столу.

Коректувати швидкість різання поправочними коефіцієнтами не вимагається, оскільки в таблиці швидкості різання вказане для різного оброблюваного матеріалу.

Таблиця 166-Швидкість руху столу  $V_{ст}$ , м/хв.

Оброблювальний матеріал	Глибина шліфування не більше, мм	Ширина шліфування не більше, мм					
		100	150	200	300	400	500
<b>Чорнове шліфування</b>							
Незакалена сталь	0,10	43,0	34,0	30,0	23,0	21,0	18,0
	0,15	39,0	23,5	21,0	17,0	15,5	14,2
	0,20	22,0	19,1	16,0	12,4	11,5	10,8
	0,30	15,0	12,3	10,1	8,0	7,4	7,0
	0,40	11,2	9,0	7,6	6,0	5,5	5,0
	0,50	9,0	7,2	6,0	4,8	4,4	4,0
	0,80	5,3	4,3	3,6	2,8	2,6	2,4
Закалена сталь	0,10	42,0	33,0	28,0	22,0	20,0	17,0
	0,15	27,0	22,0	18,0	14,5	13,2	12,2
	0,20	20,0	16,2	13,6	10,5	9,8	9,2
	0,30	12,7	10,4	8,6	6,8	6,3	5,9
	0,40	9,6	7,6	6,5	5,1	4,7	4,2
	0,50	7,6	6,1	5,1	4,0	3,7	3,4
	0,80	4,5	3,7	3,1	2,4	3,3	2,0
Чавун	0,10	42,0	33,0	29,0	22,0	20,0	17,5
	0,15	28,0	23,5	29,0	15,3	14,0	12,8
	0,20	20,0	17,2	14,4	11,2	10,3	9,7
	0,30	13,5	11,1	9,1	7,2	6,7	6,3
	0,40	10,0	8,1	6,8	5,4	5,0	4,5
	0,50	8,1	6,5	5,4	4,3	4,0	3,6
	0,80	4,8	3,9	3,2	2,5	2,3	2,1
<b>Чистове шліфування</b>							
Всі матеріали	0,005	Від 2 до 3					
	0,01						

в) по швидкості руху столу визначають частоту обертання столу з круглим столом або число подвійних ходів столу в хвилину для верстатів з прямокутним столом по формулах:

$$n_{\text{СТТ}} = \frac{1000V_{\text{СТТ}}}{\pi \cdot d_{\text{CP}}} \quad \text{об/хв.}$$

$$n_{\text{СТТ}} = 1000 \cdot V_{\text{СТТ}} / L \quad \text{дв.ходів/хв}$$

Де:  $V_{\text{СТТ}}$  - швидкість руху столу, прийнята по таблиці, м/хв.;

$d_{\text{CP}}$  - середній діаметр розташування виробу або виробів на столі верстата, мм;

$L$  - розрахункова довжина ходу столу, мм;

$$L = l + D_{\text{К}} + (20 \dots 30)$$

$l$  - довжина шліфованої поверхні, мм;

$D_{\text{К}}$  - діаметр шліфувального круга, мм;

(20...30)- величина перебігу круга, мм.

Розрахункові значення  $V_{\text{СТТ}}$  або  $n_{\text{СТТ}}$  порівнюють з паспортними даними верстата і приймають найближчі значення з тих, що є на верстаті.

Основний час визначають:

а) для верстатів з круглим столом за формулою:

$$t_0 = \frac{hK}{n_{\text{cm}}tq} = \frac{ik}{n_{\text{cm}}q} \quad \text{хв.} \quad (64)$$

б) для верстатів з прямокутним столом за формулою:

$$t_0 = \frac{zik}{1000V_{\text{cm}}q} \quad \text{хв.} \quad (65)$$

Де:  $h$  - припуск на шліфування, мм;

$D_0$  - коефіцієнт, приймається з таблиці 138;

$n_{\text{СТ}}$  - частота обертання, прийнята по паспорту верстата, об/хв;

$i$  - число проходів;

$L$  - розрахункова довжина ходу столу, мм;

$V_{\text{СТ}}$  - швидкість столу руху фактична, тобто прийнята по паспорту верстата, м/хв.;

$q$  - число одночасно шліфованих виробів.

Допоміжний час визначають по таблицях 167 і 168.

Таблиця 167-Допоміжний час на установку і зняття деталі, хв.

Спосіб установки деталі	Маса виробу не більше, кг							
	1	2	5	8	12	20	30	50
На магнітному столі	0,20	0,21	0,22	0,25	0,27	0,32	-	-
У лещатах без вивіряння	0,27	0,29	0,32	0,41	0,46	0,56	2,02	2,3
У лещатах з вивірянням	0,47	0,50	0,55	0,65	0,70	0,85	2,8	3,0

Таблиця 168-Допоміжний час, пов'язаний з проходом, хв.

Характер обробки	Довжина столу, мм	
	До 1000	До 1500
Грубе шліфування (обдирання)	0,25	0,31
Чистове шліфування	0,60	0,66

Додатковий час складає 9% від оперативного і визначається за формулою 1.

Підготовчо-завершальний час визначають по таблиці 169.

Таблиця 169-Підготовчо-завершальний час, хв.

Спосіб установки деталі	Довжина столу, мм	
	До 1000	До 1500
	На магнітному столі	3,0
У лещатах	4,5	6,0

Штучний час і норму калькуляційного часу визначають по формулах 3 і 5.

### 3.6.6 Нормування плоского шліфування переферією круга

При шліфуванні переферією круга магнітний стіл верстата має поворотно-поступальну ходу або обертання. Після кожного подвійного ходу столу або його обороту столу повідомляється додаткова подача, рівна переміщенню круга на

ширину шару, що знімається. Після зняття шару металу зі всієї поверхні деталі круг подають у бік деталі на глибину шліфування.

Встановлення режиму різання при плоскому шліфуванні периферією круга здійснюється так само, як і при плоскому шліфуванні торцем круга.

Глибину різання (вертикальну подачу) і поперечну подачу в частках ширини круга визначають по таблиці 170.

Таблиця 170-Глибина різання і поперечна подача при шліфуванні периферією круга

Чорнове шліфування		Чистове шліфування	
Глибина шліфування, мм	Поперечна подача в частках ширини круга, $\beta$	Глибина шліфування, мм	Поперечна подача в частках ширини круга, $\beta$
0,015-0,05	0,4-0,7	0,005-0,010	0,25-0,35

Швидкість столу призначають по таблиці 171 залежно від вибраної глибини шліфування і поперечної подачі в частках ширини круга.

Для заданих умов обробки швидкість столу коректують поправочними коефіцієнтами, вказаними в таблиці 172.

Таблиця 171-Швидкість столу при шліфуванні периферією круга для незагартованих сталей, м/хв.

Поперечна подача в частках ширини круга, $\beta$	Глибина шліфування не більше, мм							
	0,005	0,01	0,015	0,020	0,025	0,03	0,04	0,05
0,3	65,8	39,0	29,0	23,5	19,8	17,1	14,1	11,8
0,4	43,4	29,4	21,8	17,7	14,9	12,8	10,6	8,5
0,5	39,6	23,5	17,5	14,2	12,0	10,3	8,4	7,4
0,6	32,8	19,5	14,5	11,8	9,9	8,6	7,0	5,9
0,7	28,2	16,7	12,5	10,1	8,5	7,3	6,0	5,0

Таблиця 172-Поправочні коефіцієнти на швидкість виробу залежно від оброблюваного матеріалу – Км

Оброблюваний матеріал	Км
Незагартована сталь	1,0
Загартована сталь	0,9
Чавун	1,3

Після коректування швидкість столу визначають за формулою:

$$V_{\text{СТК}} = V_{\text{СТТ}} \cdot K_{\text{М}} \quad \text{м/хв.}$$

Де:  $V_{\text{СТК}}$  - скоректована швидкість столу, м/хв.;

$V_{\text{СТТ}}$  - швидкість столу, прийнята по таблиці, м/хв.

Частоту обертання столу, об/хв., визначають за формулою:

$$n_{\text{СТК}} = \frac{1000V_{\text{СТК}}}{\pi d_{\text{сп}}} \quad \text{об/хв.}$$

Як і при плоскому шліфуванні торцем круга розрахункові значення швидкості столу і частоти обертання столу порівнюють з паспортними даними верстата і приймають найближчі значення з тих, що є на верстаті.

Основний час визначають:

а) для верстатів з прямокутним столом за формулою:

$$t_0 = \frac{2L_{\text{см}}L_{\text{к}}i_{\text{к}}}{1000V_{\text{см}}\beta B_{\text{к}}q} = \text{хв.} \quad (66)$$

Де:  $L_{\text{СТ}}$  - розрахункова довжина ходу столу, мм;

$$L_{\text{СТ}} = 1 + (20 \dots 30) \text{ мм};$$

$L_{\text{К}}$  - величина поперечного ходу круга, мм;

$$L_{\text{К}} = B_{\text{і}} + B_{\text{к}} + 5 \text{ мм};$$

$B_{\text{і}}$  - ширина шліфованої поверхні виробу, мм;

$B_{\text{к}}$  - ширина круга, мм;

$i$  - число проходів;

$$i = \frac{h}{t}$$

$h$  - припуск на обробку, мм;

$t$  - глибина шліфування – вертикальна подача, мм;

$V_{\text{СТ}}$  - швидкість руху столу, прийнята по паспорту верстата, м/хв.;

$\beta$  - поперечна подача в частках ширини круга;

$$S_{\text{п}} = \beta B_{\text{к}} - \text{поперечна подача на кожен хід столу, мм};$$

$q$  - число одночасно шліфованих виробів;

$K$  - коефіцієнт, приймається по таблиці 138.

б) для верстатів з круглим столом за формулою:

$$t_0 = \frac{Z_k i K}{h_{cm} S_n q} \text{ хв} \quad (67)$$

Де:  $Z_k = V_i + V_k + 10$  мм;

$n_{CT}$  - частота обертання столу, уточнена по паспорту верстата, об/хв.

Допоміжний час визначають по таблицях 167 і 168.

Додатковий час складає 9% від оперативного і визначається за формулою 1.

Підготовчо-завершальний час визначають по таблиці 169.

Штучний час і норму калькуляційного часу визначають по формулах 3 і 5.

### 3.7 Нормування хонінгувальних робіт

Хонінгувальні роботи в ремонтному виробництві застосовуються як обробна операція після розточування або розшліфовування отворів, наприклад, циліндрів і гільз двигунів, головних і колісних гальмівних циліндрів, гнізд під підшипники качіння в картерах, маточинах коліс і ін.

Середні значення швидкостей і радіальної подачі брусків при хонінгуванні вказані в таблиці 173 для чавунних виробів.

Таблиця 173-Швидкості і подачі при хонінгуванні

Оброблювальний матеріал	Швидкість м/хв		Радіальна подача брусків за один подвійний хід в мікронах
	Окружна	Обернено-поступальна	
Чавун	60-75	15-20	0,06-0,20

Основний час визначають за формулою:

$$t_0 = \tau \frac{h}{0,01} \text{ хв.} \quad (68)$$

Де:  $\tau$  - тривалість хонінгування на зняття 0,01 мм припуску на сторону, в середньому для чавунного виробу складає 1,5 хв.

$h$  - припуск на сторону на хонінгування визначають по таблиці 9.

Допоміжний час визначають по таблиці 174.

Таблиця 174-Допоміжний час на установку і зняття виробу, хв.

№ п/п	Найменування прийому	Час, хв.
1	Встановити і закріпити виріб на столі верстата	0,25
2	Встановити хон і пустити верстат	0,25
3	Пересунути виріб для хонінгування наступного отвору і закріпити	0,20
4	Зупинити верстат і зняти хон	0,20
5	Відчеплювати виріб і зняти його з верстата	0,25

Загальний допоміжний час на операцію хонінгування визначають за формулою:

$$t_B = t_{B1} + t_{B2} + t_{B3} q + t_{B4} + t_{B5} \quad \text{хв.}$$

Де:  $t_{B1} \dots t_{B5}$  - допоміжний час по позиціях таблиці 174, хв.;

$q$  – кількість отворів, що підлягають хонінгуванню у виробі.

Додатковий час складає 9% від оперативного і визначається за формулою 1.

Підготовчо-завершальний час визначають по таблиці 66.

Штучний час визначається за формулою 3.

Норму калькуляційного часу визначається за формулою 5.

### 3.8 Нормування протягувальних робіт

У ремонтному виробництві застосовують для обробки циліндрових, шліцьових і шпон отворів.

Залежно від поставленої задачі по книзі «Довідник металіста», Машинобудування, 1972 вибирають протяжку потрібного розміру, яка, зокрема, характеризується подачею на один зуб, тобто перевищенням сусідніх ріжучих зубів.

Залежно від подачі  $S$  і форми оброблюваного отвору по таблицях 175, 176 і 177 знаходять швидкість різання  $V_T$  м/хв., зусилля різання  $P_T$  і потужність різання  $N_p$ .

Стосовно умов обробки поправочним коефіцієнтам таблиць 178 і 179 коректують значення швидкості різання, зусилля різання і потужності різання.

Таблиця 175 - Обробка циліндрових отворів

Оброблюваль- ний матеріал	Sz мм	V м/хв.	Діаметр отвору, мм									
			20		30		40		50		60	
			P <sub>T</sub>	N <sub>p</sub>	P <sub>T</sub>	N <sub>p</sub>	P <sub>T</sub>	N <sub>p</sub>	P <sub>T</sub>	N <sub>p</sub>	P <sub>T</sub>	N <sub>p</sub>
Сталь вуглець. σв=75 кгс/мм <sup>2</sup>	0,02	7,2	1650	2,0	2470	2,9	3290	3,9	4120	4,9	4940	5,8
	0,04	4,6	2960	2,2	4440	3,4	5930	4,5	7400	5,5	8890	6,7
	0,06	3,5	4180	2,4	6280	3,6	83,70	4,8	10460	6,0	12600	7,2
	0,08	2,9	5350	2,5	8020	3,8	10700	5,0	13400	6,4	16100	7,6
	0,10	2,6	6450	2,7	9670	4,1	12900	5,5	16100	6,9	19300	8,2
Чавун сірий НВ-190	0,02	8,8	1040	1,5	1560	2,2	2070	3,0	2600	3,7	3100	4,5
	0,04	5,9	1720	1,7	2530	2,5	3430	3,3	4290	4,1	5150	5,0
	0,06	4,6	2300	1,7	3450	2,6	4610	3,5	5760	4,3	6910	5,3
	0,08	3,8	2840	1,8	4270	2,7	5680	3,5	7110	4,3	8530	5,3
	0,10	3,3	3350	1,8	5020	2,7	6700	3,6	8370	4,5	10040	5,4

Таблиця 176-Обробка пазів шпонкових в отворах

Оброблювальний матеріал	Подача на один зуб $S_z$ мм	Швидкість різання $V$ м/хв.	Ширина паза шпонкового, мм									
			6		8		10		12		16	
			$P_T$	$N_p$	$P_T$	$N_p$	$P_T$	$N_p$	$P_T$	$N_p$	$P_T$	$N_p$
Сталь вуглецева конструкційна $\sigma_B=75$ кгс/мм <sup>2</sup>	0,05	8,8	290	0,42	380	0,55	480	0,69	570	0,82	760	1,1
	0,07	5,1	380	0,32	500	0,42	630	0,52	750	0,62	1000	0,83
	0,10	2,7	510	0,22	680	0,30	850	0,37	1020	0,45	1370	0,60
	0,12	2,1	600	0,21	800	0,27	1000	0,34	1200	0,41	1600	0,55
	0,15	1,6	730	0,19	970	0,25	1200	0,31	1450	0,38	1930	0,31
Чавун сірий HB-190	0,05	4,7	230	0,18	310	0,24	380	0,29	460	0,36	620	0,48
	0,07	3,4	300	0,17	400	0,23	500	0,28	600	0,34	800	0,45
	0,10	2,5	380	0,16	540	0,21	630	0,26	770	0,32	1020	0,42
	0,12	2,1	440	0,15	590	0,20	740	0,25	880	0,31	1170	0,41
	0,15	1,7	520	0,15	690	0,19	800	0,24	1040	0,29	1380	0,39

Таблиця 177 - Обробка шестишліцевих отворів

Оброблювальний матеріал	Подача на один зуб $S_z$ мм	Швидкість різання $V$ м/хв.	Ширина шліців, мм									
			4		6		8		10		12	
			$P_T$	$N_p$	$P_T$	$N_p$	$P_T$	$N_p$	$P_T$	$N_p$	$P_T$	$N_p$
Сталь вуглецева конструкційна $\sigma_B=75$ кгс/мм <sup>2</sup>	0,02	6,9	600	0,7	880	1,0	1180	1,3	1480	1,7	1700	2,0
	0,04	4,1	1080	0,7	1600	1,1	2150	1,4	2680	1,8	3200	2,1
	0,06	3,1	1520	0,8	2280	1,2	3020	1,5	3800	1,9	4550	2,3
	0,08	2,5	1930	0,8	2900	1,2	3870	1,6	4850	2,0	5800	2,4
	0,10	2,1	2350	0,8	8500	1,2	4700	1,6	5850	2,0	7000	2,4
Чавун сірий HB-190	0,02	7,4	630	0,8	945	1,1	1260	1,5	1580	1,9	1890	2,3
	0,04	5,0	1050	0,9	1560	1,3	2090	1,7	2610	2,1	3140	2,6
	0,06	3,9	1400	0,9	2100	1,3	2810	1,8	3500	2,2	4200	2,7
	0,08	3,3	1730	0,9	2600	1,4	3450	1,9	4320	2,3	5200	2,8
	0,10	2,8	2040	0,9	3060	1,4	4080	1,9	5100	2,3	6120	2,8

Таблиця 178-Поправочні коефіцієнти на режими різання залежно від оброблюваного металу при обробці циліндрових отворів і пазів шпон в отворах – Км

Метали	Механічна властивість		Значення коефіцієнта		
	Твердість ПВ	Межа міцності σв кгс/мм <sup>2</sup>	На швидкість різання К <sub>МV</sub>	На посилення різання К <sub>MP</sub>	На ефективну потужність К <sub>MNP</sub>
Сталь вуглецева конструкційна	До 200	До 70	1,10	0,88	0,97
	200-230	70-80	1,0	1,0	1,0
	св. 230	св. 80	0,73	1,24	0,90
Сталь легована конструкційна	До 200	До 70	1,0	1,0	1,0
	200-230	70-80	0,73	1,24	0,90
	св. 230	св. 80	0,54	1,40	0,75
Чавун сірий	200	-	1,0	1,0	1,0
	200	-	0,83	1,20	1,0

Таблиця 179-Поправочні коефіцієнти на режим різання залежно від оброблюваного матеріалу при обробці шліцьових отворів –  $K_M$

Метали	Механічні властивості		Значення коефіцієнтів								
	Твердість по Брінеллю НВ	Межа міцності $\sigma_B$ кгс/мм <sup>2</sup>	На швидкість різання $K_{MV}$	На зусилля різання $K_{Mр}$				На ефективну потужність $K_{MNP}$			
				Число шліців протяжки							
				4	6	8	10	4	6	8	10
Сталь вуглець. Конструкційна	До 200	До 70	1,10	0,62	0,92	1,22	1,54	0,68	1,01	1,34	1,70
	200-300	70-80	1,00	0,67	1,00	1,38	1,67	0,67	1,00	1,33	1,67
	св. 230	Св. 80	0,73	0,83	1,24	1,65	2,06	0,60	0,90	1,20	1,50
Сталь легована конструкційна	До 200	До 70	1,00	0,67	1,00	1,33	1,67	0,67	1,00	1,33	1,67
	200-300	70-80	0,73	0,80	1,24	1,65	2,06	0,60	0,90	1,20	1,50
	св. 230	св. 80	0,57	0,93	1,38	1,84	2,30	0,53	0,78	1,05	1,30
Чавун сірий	< 200	-	1,0	0,67	1,00	1,33	1,67	0,67	1,00	1,33	1,67
	> 200	-	0,83	0,94	1,40	1,87	2,34	0,78	1,16	1,55	1,95

Встановлений режим перевіряють за паспортними даними верстата.

Очевидно, зусилля різання верстата, що допускається, і ефективна потужність електродвигуна верстата повинні бути більше набутих значень зусилля різання і потужності різання після коректування.

Значення:  $P_K = N_T \cdot K_{MP}$  кг і  $N_{PK} = N_P \cdot K_{MNP}$  кВт повинні бути менші паспортних даних: зусилля різання, що допускається, на шпинделі верстата

Рдоп. і потужність електродвигуна верстата на приводі, тобто

$$P_K < P_{\text{доп}}$$

$$N_{PK} < N_{\text{СТ}} \eta$$

Де:  $\eta$  – коефіцієнт корисної дії верстата, рівний 0,9.

При знятті протяжки після робочого ходу основний час визначається за формулою:

$$t_0 = \frac{l + l_1 + l_2 + l_3}{1000V_k} \quad \text{хв.} \quad (69)$$

При роботі без зняття протяжки основний час визначають за формулою:

$$t_0 = \frac{l + l_1 + l_2 + l_3}{1000V_k} + \frac{l + l_1 + l_2 + l_3}{1000V_k K_x} \quad \text{хв.} \quad (70)$$

Де:  $l$  - довжина оброблюваного отвору, мм;

$l_1$ - перебіг протяжки, приймається в середньому 25 мм;

$l_2$ - довжина направляючої частини протяжки, мм;

$l_3$  - довжина ріжучої і колібручої частин протяжки, мм;

$V_k$  - швидкість робочого ходу (після коректування) мм;

$K_x$  - коефіцієнт, що враховує прискорений зворотний хід верстата,

звично

$K_x = 1,3 : 1,5$ .

Допоміжний час визначають по таблиці 180.

Таблиця 180-Допоміжний час на операції при роботі на протяжних верстатах,  
в хв.

Спосіб кріплення протяжки	Маса протяжки кг	Маса виробу, кг			
		5	8	12	20
Клином	5	0,55	0,6	0,7	1
	15	0,65	0,7	0,8	1,1
Замком	5	0,5	0,55	0,6	0,9
	15	0,55	0,6	0,70	1

Додатковий час складає 7% від оперативного і визначається за формулою 1.

Підготовчо-завершальний час визначають по таблиці 181.

Таблиця 181-Підготовчо-завершальний час при роботі на протяжних  
верстатах

Спосіб закріплення виробу (заготовки)	Час, хв.
У пристосуванні:	
Без кріплення	3,5
З кріпленням двома болтами	4
З кріпленням чотирма болтами	5

Штучний час визначають за формулою 3.

Норму калькуляційного часу визначають за формулою 5.

#### **4 Нормування робіт по відновленню деталей**

У ремонтному виробництві відновлення деталей машин зварної має широке розповсюдження. Використовуються наступні види зварювальних робіт:

1. Ручне електродугове зварювання і наплавлення – застосовуються при ремонті великогабаритних деталей складної конфігурації, розмістити які на шпинделі токарних верстатів або інших пристроїв – не представляється можливим.

2. Газова ацетилено-киснева зварка – застосовується при ремонті тріщин в сталевих тонкостінних деталях завтовшки до 5 мм, рідше – при ремонті деталей з сірого чавуну і алюмінієвого сплаву.

3. Газове ацетилено-кисневе різання – застосовується при різанні листового металу.

4. Автоматичне і напівавтоматичне наплавлення під шаром флюсу – застосовується при ремонті великогабаритних деталей із зносом більше 1,5-2,0 мм і порівняно невеликою твердістю, які при напавленні представляється можливим розмістити на шпинделі токарних верстатів або інших пристроїв, а також при ремонті шліцьових валів, різьбових хвостовиків і ін.

5. Електроімпульсне автоматичне наплавлення – застосовується при ремонті деталей невеликих розмірів з великою поверхневою твердістю і невеликим відносно зносом (цементовані деталі і деталі, заклеєні струмами високої частоти).

6. Зварка і наплавлення в середовищі вуглекислого газу – застосовуються при ремонті тріщин в сталевих тонкостінних деталях завтовшки до 1 мм, при зовнішньому напавленні сталевих деталей діаметром менше 50 мм і при внутрішньому напавленні деталей з глибокими отворами.

#### 4.1 Ручне електродугове зварювання і наплавлення

Основний час при ручній зварці електродуги визначають за формулою:

$$t_0 = \frac{60QA m}{\alpha I} \text{ хв.} \quad (71)$$

Де: Q - маса напавленого металу, г;

A - поправочний коефіцієнт на довжину шва, береться з таблиці 182;

m - поправочний коефіцієнт на положення шва в просторі, береться з таблиці 183;

$\alpha$  - коефіцієнт напавлення, г/А.ч. береться з таблиці 184;

I - величина зварювального струму, А;

Таблиця 182-Поправочні коефіцієнти залежно від довжини шва – А

Довжина шва не більше, мм	A
200	1,2
500	1,1
1000	1,0

Таблиця 183-Поправочні коефіцієнти на положення шва в просторі m

Положення шва в просторі	m
1. Зварювання в горизонтальній площині зварки	1,0
2. Зварювання у вертикальній площині вгору і вниз	1,25
3. Зварювання у вертикальній площині по горизонтальній лінії	1,30
4. Зварювання над головою	1,60
5. Зварювання кільцевого шва у вертикальній площині з поворотом	1,10

Таблиця 184-Коефіцієнт наплавлення,  $\alpha$ 

Тип і марка електроду	Призначення електроду	Коефіцієнт наплавлення г/Агод	Діаметр електроду мм	Величина зварювального струму
1	2	3	4	5
Э-34 з крейдяною обмазкою	Зварка маловідповідальних конструкцій при статистичному навантаженні	6,5	3	100-130
			4	140-180
			5	200-240
			6	270-320
ВІАМ-25	Зварка конструкції завтовшки понад 1,2 мм, що випробовують статичне, ударне і вібраційне навантаження	7,5	2	25-50
			2,5	40-75
			3	70-110
			4	100-130
Э-42 ОММ-5	Зварка відповідальних конструкцій, які випробовують статичне, динамічне і змінне навантаження	7,25	3	100-130
			4	160-190
			5	210-220
			6	240-280
Э-42 ЦМ-7	Зварка конструкцій працюючих при ударному і знакозмінному навантаженнях	10,0	4	160-190 210-240 260-300
Э-42А УОНІ 13/45	Зварка особливо відповідальних конструкцій, що випробовують статичне, динамічне і змінне навантаження	8,0	3	80-100
			4	130-150
			5	170-200
			6	210-240
Э-41 Ома-2	Для зварки тонколистової сталі. Електрод володіє малою здатністю, що проплавляє	9,0	1,5	16-25
			2	25-45
			3	50-80
Э-42 МТ-2	Для зварки тонколистової сталі	9,0	2	35-45 90-100

Біметалічний з крейджаною обмазкою	Зварка дефектів в чавунних деталях	6,5	3 4 5	130-170 180-240 250-290
ОЗ4-І і МНЧ-І	Зварка і наплавлення чавунних деталей без підігріву	13,7	3 4 5	90-100 120-140 160-190
ПРИМІТКА: зварку рекомендується вести на постійному струмі зворотної полярності.				
1	2	3	4	5
УОНІ 13/45	Наплавлення особливо відповідальних деталей, що працюють при різних навантаженнях	9,8	3 4 5 6	80-100 130-150 170-200 210-240
У-340	Наплавлення деталей твердістю НВ 280-360	8,0	4 5	100-220 200-240
ОЗН-300	Наплавлення деталей твердістю НВ 270-330	8,0	4 5	170-220 210-240
ОЗН-350	Наплавлення деталей твердістю НВ 320-380	8,0	4 5	170-220 210-240

Маса наплавленого металу визначається за формулою:

$$Q = F \cdot Z \cdot \gamma$$

(72)

Де: F - площа поперечного перетину шва, см<sup>2</sup>, береться з таблиці 185;

Z- довжина шва, см;

$\gamma$  -   густина наплавленого металу електроду, г/см<sup>3</sup>, береться з таблиці 186.

Таблиця 186-Площі поперечних перетинів зварних швів

(при зварюванні сталевими електродами), см<sup>2</sup>

Товщина металу, що зварюємо, мм	Стикової односторонній шов без скосу кромки	Стикової двосторонній шов без скосу кромки	Стикової V-образний шов	Стикової X-образний шов
2	0,1	-	-	-
3	0,2	0,2	-	-
4	0,2	0,3	-	-
5	-	0,4	-	-
6	-	0,5	0,3	-
8	-	0,6	0,5	-
10	-	-	0,7	-
12	-	-	0,9	0,7
14	-	-	1,2	0,9
16	-	-	1,5	1,1
18	-	-	1,9	1,3
20	-	-	2,3	1,6

Таблиця 186- Густина наплавленого металу електродів

Електроди	Густина г/см <sup>3</sup>
З тонким покриттям	7,5
З товстим покриттям	7,9
Чавунні	7,1
Біметалічні	8,3

Величину зварювального струму визначають за формулою:

$$I=(20+6de)de \text{ А.} \quad (73)$$

Де: de - діаметр електроду, мм; береться з таблиці 187, залежно від товщини металу, що зварюється.

Основний час при ручному дуговому наплавленні визначають за формулою:

$$t_o = \frac{60Q}{\alpha I} \text{ хв} \quad (74)$$

Де: Q - маса наплавленого металу, г, визначається за формулою:

$$Q= \pi (D - d) Z \alpha / 4 \quad (75)$$

Де: Д – діаметр виробу після наплавлення, см;

d - діаметр виробу до наплавлення, см;

Z - довжина довжини виробу, см, що направляється;

$\alpha$ - коефіцієнт наплавлення, г/Агод., береться з таблиці 184, позиції 10, 11, 12, 13;

I - величина зварювального струму, А, визначається за формулою 73.

Таблиця 187 - Залежність діаметру електроду від товщини зварюваного металу

Товщина зварюваного металу, мм	0,5-1	1-2	2-5	5-10	Більше 10
Діаметр електроду, мм	1-1,5	1,5-2,5	2,5-4	4-6	5-8

Допоміжний час визначають по таблицях 188, 189 і 190.

Таблиця 188 - Допоміжний час, пов'язаний із зварюванням швів, хв.

Товщи на металу мм	Стикової односторонній шов без скосу кромки			Стикової двосторонній шов без скосу кромки			Стикової V-образний шов			Стикової X-образний шов		
	Довжина шва, мм											
	10	30	50	10	30	50	10	30	50	10	30	50
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0,8	1,1	1,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	0,8	1,3	2,0	1,6	2,5	3,6	-	-	-	-	-	-
4	0,9	1,5	2,4	1,3	2,1	3,2	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	1,3	2,1	3,2	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	1,3	2,1	3,2	0,8	1,1	1,9	-	-	-
8	-	-	-	1,3	2,1	3,2	0,8	1,9	2,7	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	0,9	2,1	3,1	1	2,3	2,8
12	-	-	-	-	-	-	1,3	2,8	3,9	-	-	-
14	-	-	-	-	-	-	1,3	3,0	4,7	-	-	-
16	-	-	-	-	-	-	1,6	3,8	5,8	-	-	-
18	-	-	-	-	-	-	2,1	4,6	7,2	-	-	-
20	-	-	-	-	-	-	2,5	5,6	8,7	-	-	-

Таблиця 189- Допоміжний час на установку, повороти і зняття деталей уручну, хв

Найменування переходів	Маса деталі не більше, кг				
	5	10	15	20	30
Підвести, укласти, зняти і віднести деталь	0,3	0,5	0,6	0,9	1,4
Повернути деталь на 900	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2

Таблиця 190 - Допоміжний час на переміщення зварювача і простягання дроту до місця зварювання на відстань до 10 м, хв

Характер переміщення	Час, хв.
Вільне	0,3
Утруднене	0,8

Загальний допоміжний час визначають за формулою 24.

Додатковий час складає в середньому 10% від оперативного і визначається за формулою 1.

Підготовчо-завершальний час визначають по таблиці 191.

Таблиця 191 - Підготовчо-завершальний час, хв.

Елементи роботи	Робота		
	проста	середня	складна
Отримання виробничого завдання, вказівок і інструктажу	5	7	10
Ознайомлення з роботою	3	5	7
Підготовка пристосувань	-	3	5
Здача роботи	2	2	2

Штучний час визначають за формулою 3.

Норму калькуляційного часу визначають за формулою 5.

## 4.2 Газове ацетилено-кисневе зварювання

Основний час при ручному ацетилено-кисневому зварюванні визначають за формулою:

$$t_o = \frac{60QAm}{\alpha} \quad \text{хв.} \quad (76)$$

Де: Q - маса направленого металу, г, визначають по формулах 72 і 75, таблицям 185 і 186;

A – поправочний коефіцієнт на довжину шва, береться з таблиці 182;

m - поправочний коефіцієнт, що враховує спосіб зварки і положення шва в просторі, береться з таблиці 192;

$\alpha$  - витрата ацетилену в л/годину, береться з таблиці 193 і 194.

Таблиця 192 - Поправочні коефіцієнти, залежні від способу зварки і положення шва в просторі – m

Матеріал, зварюваний і розташування шва в просторі	Коефіцієнт m
Вуглецева сталь: C ≤ 0,4%	1
C > 0,4%	1,2
Чавун	0,8
Алюміній і його сплави	0,6
Вертикальне положення шва	1,2
Горизонтальний шов на вертикальній площині	1,25
Стельовий шов	1,6
Кільцевий шов: з поворотом деталі	1,15
без повороту деталі	1,3

Таблиця 193-Витрата ацетилену, л/година

Тип пальника	Зразкова товщина зварюваного металу. мм	Номер наконечника	Витрата ацетилену, л/година
СУ	0,3-1	0	75
	1-2	1	150
	2-4	2	300
	4-6	3	500
	6-9	4	750
	9-14	5	1200
	14-20	6	1700
	20-30	7	2600
СІМ	0,2-0,5	0	50
	1-2	1	150
	4-6	3	500

Таблиця 194-Залежність діаметру присадного дроту, від товщини зварюваного металу

Товщина зварюваного металу, в мм	2-3	3-5	5-10	10-15	15 і більше
Діаметр присадного дроту, в мм	2	3-4	3-5	4-6	6-8

Допоміжний час визначають по таблицях 195, 189 і 190.

Загальний допоміжний час визначають за формулою 24.

Додатковий час складає при зручному положенні виробу 8%, при незручному – 15% від оперативного часу, визначається за формулою 1.

Таблиця 195-Допоміжний час, пов'язаний з швом, хв.

Товщина зварюваного металу не більше, мм	Довжина зварюваного шва не більше, мм					
	100	150	200	300	400	500
4	0,6	0,6	0,6	0,8	1,0	1,1
10	0,9	0,9	1,0	1,3	1,5	1,6
16	1,2	1,3	1,5	1,7	2,0	2,2
20	1,7	1,9	2,0	2,3	2,7	2,9

Підготовчо-завершальний час визначають по таблиці 196.

Штучний час визначають за формулою 3.

Норму калькуляційного часу визначають за формулою 5.

Таблиця 196-Підготовчо-завершальний час, хв.

Елементи витрат	Робота		
	проста	середня	складна
Отримання завдання (наряду)	2	2	2
Інструктаж	3	5	10
Ознайомлення з роботою	3	5	8
Підготовка наконечника пальника, пристосувань, підключення газу, регулювання полум'я, прибирання пальника і пристосування	2	2	6
Здача роботи	2	3	2

### 4.3 Газове ацетилено-кисневе різання

Основний час на різання листового металу і труб визначають по таблицях

197 і 198.

Таблиця 197-Основний час на різання листового металу

Товщина металу не більше, мм	№ мундштука	Час в хв. на 1 пог. метр	Товщина металу не більше, мм	№ мундштука	Час в хв. на 1 пог. метр
5	1	3,3	35	2	5,0
10	1	3,6	40	2	5,4
15	1	3,9	45	2	5,7
20	1	4,4	50	3	6,0
25	2	4,5	60	3	6,6
30	2	4,7	70	3	7,2

Основний час, прийняте по таблицях 197 і 198 коректують поправочними коефіцієнтами залежно від типу вживаного різачка. Коефіцієнти вказані в таблиці 199.

Таблиця 198-Основний час на різання труб, хв.

Зовнішній діаметр труби мм	Товщина стінки труби не більше мм	№ мундштука	Відрізка труби, хв.	
			З поворотом	Без повороту
51	3-4	1	0,6	0,7
70	4-5	1	0,8	0,9
89	4-5	1	1,0	1,1
108	5-6	1	1,2	1,4
133	6-7	1	1,5	1,7
168	6-8	1	1,9	2,1

Таблиця 199-Поправочні коефіцієнти на основний час залежно від типу різачка

	Тип різачка		Автомати	
	УР	СК	АС	СМ
коефіцієнт	1,0	0,85	0,8	0,7

Допоміжний час визначають по таблицях 189, 190 і 200.

Таблиця 200-Допоміжний час, пов'язане з різанням, хв.

Довжина не більше, мм	Товщина металу, мм					
	4	10	20	30	40	50
300	0,9	0,7	0,9	1,1	1,2	1,3
500	1,3	1,0	1,2	1,3	1,4	1,5
1000	1,7	1,3	1,5	1,7	1,8	1,9

Загальний допоміжний час визначають за формулою 24.

Додатковий час визначають за формулою 1, значення К вказані в таблиці 201.

Таблиця 201-Значення коефіцієнта К, %

Умови роботи	Товщина металу, мм		
	20	50	100
Подача ацетилену і кисню від балона	12	12	15
Подача кисню від балона, а ацетилену від генератора	20	20	30
Подача кисню від балона, а бензину і гасу від бачка	15	18	25

Підготовчо-завершальний час визначають по таблиці 202.

Таблиця 202-Підготовчо-завершальний час, хв.

Елементи витрат часу	Час, хв.
Отримання завдання і наряду	2 3
Ознайомлення з роботою	3
Інструктаж	2
Підготовка різача	2
Здача роботи	12

Штучний час визначають за формулою 3

Норму калькуляційного часу визначають за формулою 5.

#### 4.4 Автоматичне і напіваавтоматичне наплавлення під шаром флюсу

Для відновлення деталей дорожньо-будівельних машин, тракторів і автомобілів і отримання зносостійкого наплавленого металу застосовують дріт марок Св-18 ХГСА, Св-10 ХГСА, Св-12Г2Х і ін.

Для деталей, виготовлених з маловуглецевих сталей, може застосовуватися дріт марки 45.

Як флюси застосовуються флюси різних марок: АН-348, У-45 і ін.

Наплавлення виробляють на токарному верстаті, в привід якого включають редуктор, що знижує частоту обертання шпинделя до 0,1-0,5 об/хв.

Автоматичне наплавлення під шаром флюсу ведеться на постійному струмі зворотної полярності.

Вибір режиму наплавлення здійснюють послідовно:

1. Встановлюють діаметр виробу після наплавлення –  $D$  мм;
2. Визначають товщину шару наплавлення за формулою:

$$h = \frac{D-d}{2} \text{ мм}$$

3. Визначають число проходів при напавленні за формулою:

$$i = \frac{h}{t}$$

Де:  $h$  - товщина шаруючи наплавлення на сторону, мм;

$t$  – товщина, шару, що наплавляється, за один прохід, мм, береться з таблиці 203.

Таблиця 203-Режим автоматичного наплавлення під шаром флюсу

Товщина шару, що наплавляється, мм	Швидкість наплавлення м/хв.	Крок наплавлення мм/об.	Діаметр електродного дроту, мм	Величину струму, А	Швидкість подачі електродного дроту, м/хв.
1	3,5	2,5	2,6	200	4,6
2	1,8	3,2	2,0	260	4,2
3	1,2	4,0	2,5	340	3,1

4. Вибирають марку і діаметр електродного дроту, при цьому діаметр дроту вибирають залежно від товщини шару, що наплавляється, по тій же таблиці 203.

5. Встановлюють по таблиці 203 крок наплавлення і швидкість наплавлення.

6. Визначають частоту обертання виробу за формулою:

$$n_T = 1000 V_T / \pi D \quad \text{об/хв.}$$

Де:  $V_T$  - швидкість наплавлення, тобто швидкість обертання виробу, м/мін;

$n_T$  - частота обертання виробу, відповідна швидкості наплавлення, об/мін;

$D$  – діаметр виробу після наплавлення, мм.

Розрахункову частоту обертання виробу порівнюють з паспортними даними верстата і вибирають найближчу з паспорта верстата.

7. Визначають фактичну швидкість наплавлення за формулою:

$$V = \pi D n / 1000 \quad \text{м/хв.}$$

Де:  $n$  - частота обертання шпинделя по паспорту верстата з урахуванням редуктора, об/хв.

$$t_0 = L i / n S \quad \text{хв.}$$

де  $L$  - довжина поверхні, що наплавляється, мм;

$i$  - число проходів;

$n$  - частота обертання виробу, об/хв;

$S$  - подовжня подача, прийнята по таблиці 203 і скоректована по паспорту верстата, мм/об.

Допоміжний час визначають по таблиці 204.



Рисунок 8- Болт підвіски кузова локомотива після наплавлення

Таблиця 204 - Допоміжний час на установку і зняття деталі на верстаті, хв.

Характер установки	Маса деталі, що наплавляється, не більше, кг			
	5	10	20	30
У центрах	0,6	0,8	1,1	1,4
У трьохкулачковому патроні	0,7	1,0	1,5	2,0

ПРИМІТКА: до цього часу на кожен прохід додають 0,5хв.

Додатковий час складає 15% від оперативного і визначається за формулою 1.

Підготовчо-завершальний час при напавленні під шаром флюсу в середньому складає 15 хвилин.

Штучний час визначають за формулою 3.

Норму калькуляційного часу визначають за формулою 5.

Розрахунки при напівавтоматичному напавленні під шаром флюсу відрізняються від вказаних вище тим, що ручна подача супорта верстата з напавлювальною головкою і бункером складає:

$$S = (1,2 \dots 1,5) d \text{ мм/об,}$$

де  $d$  - діаметр поволоки, мм.

4.5

4.6

## 4.7 Електроімпульсне наплавлення

Електроімпульсне автоматичне наплавлення для додання поверхні більшої твердості, що наплавляється, супроводжується подачею рідини в зону горіння дуги.

Як охолоджуюча рідина застосовують 4-6 процентний розчин кальцинованої соди і 0,5% мінерального масла або 15-20 процентний розчин технічного гліцерину.

Для відновлення термічно оброблених деталей застосовують дрот марок 45Г, 50Г, Св-30ХСА і ін., для наплавлення деталей з сірого і ковкого чавуну – дрот марки Св-08, Св-10Г.

Наплавлення виробляють на токарному верстаті, який модернізують включенням в привід редуктора, що знижує частоту обертання шпинделя верстата до 0,5-8 об/хв.

Електроімпульсне наплавлення може виробляється на постійному або змінному струмі, проте вищу якість наплавлення забезпечують наплавленням на постійному струмі при зворотній полярності.

Режим при електроімпульсному наплавленні встановлюють в тій же послідовності, що і при автоматичному наплавленні під шаром флюсу. Необхідні параметри для встановлення режиму різання вказані в таблиці 205.

Таблиця 205 - Режим електроімпульсного (вібродугового) наплавлення

Товщина шару, що наплавляється, мм	Діаметр електродного дроту, мм	Струм, А	Швидкість, м/хв.		Крок наплавлення, мм/об
			Наплавлення	Подачі дроту	
0,3	0,6	120-	2,0	0,6	1,0
0,7	1,6	150	1,8	0,4	1,3
1,0	1,6	120-	1,5	0,8	1,6
1,5	2,0	150	1,0	1,0	1,8
2,0	2,0	150-	0,8	1,0	2,0
3,0	1,8	210	0,4	1,7	2,5
3,0	2,5	150-	0,2	1,7	3,4
3,0	0,5x10 (стрічка)	210	0,2	1,3	7,9
		150-			
		210			
		160-			
		190			
		300-			
		350			
		320			

Основний час визначають за формулою 10:

$$t_0 = Li / n S \quad \text{хв.}$$

Де: L - довжина поверхні, що наплавляється, мм;

i - число проходів;

n - частота обертання виробу, об/хв;

S - подовжня подача, прийнята по таблиці 205 і скоректована по паспорту верстата, мм/об.

Допоміжний час визначають по таблиці 206.

Таблиця 206 - Допоміжний час на установку, вивіряння і зняття деталі, хв.

Вага деталі, кг	Час на установку і зняття		
	У 3-х кулачк. патроні	У центрах	У центрах з люнетом
До 10	1,0	0,5	1,0
Понад 10	1,5	1,0	1,5

ПРИМІТКА: До цього часу на кожен прохід додають 0,9 хвилин.

Додатковий час складає 15% від оперативного і визначається за формулою 1.

Підготовчо-завершальний час визначають по таблиці 207.

Таблиця 207 - Підготовчо-завершальний час, хв.

Верстати	Час, хв
3 висотою центрів 200 мм	16
3 висотою центрів 300 мм	20
3 висотою центрів більше 300 мм	25

Штучний час визначають за формулою 3.

Норму калькуляційного часу визначають за формулою 5.

#### 4.8 Зварювання і наплавлення в середовищі вуглекислого газу

Основний час при напівавтоматичній зварці тонкостінних сталевих виробів в середовищі вуглекислого газу визначають за формулою:

$$t_0 = L \cdot i / 1000V \text{ хв.} \quad (77)$$

де:  $L$  - фактична довжина поверхні, належній зварці, мм;

$V$  - швидкість зварки складає в середньому 0,2-0,3 м/хв

Основний час при наплавленні циліндрових виробів малих діаметрів в середовищі вуглекислого газу визначають за формулою 10. Після встановлення режиму наплавлення в послідовності, вказаній для автоматичного наплавлення під шаром флюсу:

$$t_0 = L \cdot i / n \cdot S \text{ хв.}$$

де:  $L$  - довжина поверхні, що наплавляється

$i$  - число проходів;

$n$  - частота обертання виробу, об/хв;

$S$  - подовжня подача, прийнята по таблиці 208 і скоректована по паспорту верстата, мм/об.

Допоміжний час при зварці тонкостінних сталевих виробів в середовищі вуглекислого газу, визначають по таблицях 209, 189 і 190.

Загальний допоміжний час визначають за формулою 24.

Таблиця 208- Режими наплавлення циліндрових виробів малих діаметрів  
у середовищі вуглекислого газу

Параметри	Діаметр деталі в мм			
	20	25	30	40
Товщина шаруючи наплавлення в мм	0,8-1	0,8-1	1	1-1,2
Діаметр дроту в м	0,8	0,8	1	1
Струм в А	85	90	95	95-105
Напруга у В	18-19	18-19	19-20	19-20
Швидкість подачі дроту в м/годину	250	235	150	150-
Зсув електродного дроту в мм	3-5	3-5	5-6	175
Швидкість наплавлення в м/хв	0,6-	0,65	0,6-	8-10
Виліт електродного дроту в мм	0,75	8	0,65	0,5-0,6
Крок наплавлення в мм/об	8	3	10	10
	3		3-3,5	3,5

Таблиця 209 - Допоміжний час, пов'язаний з швом, хв.

Довжина не більше, мм	Товщина до 1 мм
300	0,7
500	1,0
1000	1,3

Допоміжний час при наплавленні виробів в середовищі вуглекислого газу на токарних верстатах визначають по таблиці 204.

Додатковий час складає 15% від оперативного і визначається за формулою 1.

Підготовчо-завершальний час при зварці і наплавленні в середовищі вуглекислого газу складає 15 хвилин.

Штучний час визначають за формулою 3.

Норму калькуляційного часу визначають за формулою 5.

## 4.9 Рекомендації по механічній обробці виробів після наплавлення

Нерівномірний шар металу (особливо при ручному напавленні), що наплавляється, наявність в напавленому шарі оксидів, шлакових включень і ін. обумовлюють труднощі механічної обробки.

Припуск на механічну обробку виробів після наплавлення на сторону, складає 3-4 мм; при електроімпульсній обробці він може бути понижений до 0,75 мм.

Режим обробки напавлених поверхонь приведений в таблиці 210.

Таблиця 210 - Режим обробки напавлених поверхонь

Вид обробки	Матеріал	Ріжучий інструмент	Характер обробки	Режим обробки		
				V м/хв	t мм	S мм/об
Токарна	Чавун	BK8, BK6	Чорнова	20-30	2-4	0,3-0,7
			Чистова	40-60	0,2-0,5	0,1-0,4
	Сталь	T15K6, T5K10, T3OK4	Чорнова	50-80	2-4	0,3-1,0
			Чистова	80	0,3-0,5	0,1-0,5
Шліфувальна	Чавун	Карбід кремнію зернист.50-40, C1-C2, зв'язка керамічна.	Предварительная	18-13	0,02-0,08	$\beta=0,5-0,05$
	Сталь	Електрокорунд зернист.50-40, C1-C2, зв'язка керамічна	Чистова	20-40	0,01-0,06	$\beta=0,3-0,7$
			Предварительная			
Чистова	0,005-0,015	$\beta=0,2-0,3$				

## 4.10 Нормування робіт з металізації

### 4.8.1 Режими обробки

Для відновлення виробу металізацією застосовуються різні марки вуглецевого дроту зі сталі 10 до У12, неіржавіючих сталей Х18Н9, 2Х18Н9, латуні Л62, Л68; бронзи, цинку і алюмінію.

Металізації передують операції додання поверхні шорсткості різними способами – механічними і електричними.

Циліндрові поверхні виробів металізуються на токарних верстатах, деталі складної конфігурації – в камерах металізації.

Товщину шару покриття визначають по таблиці 211.

Таблиця 211 - Рекомендована товщина шаруючи покриття, мм

Металізовані поверхні	Товщина шару, h мм
1. зовнішні циліндрові поверхні	3,0-5,0
2. внутрішні циліндрові поверхні	
а) тугоплавкі покриття (латунь, мідь, сталь)	1,5-2,5
б) легкоплавкі покриття (цинк, свинець, олово)	2,5-6,0

Товщина шару покриття за один прохід в середньому складає  
 $h_1 = 0,3-0,5$  мм

металізація зношеної циліндрової поверхні виробляється до номіналу з урахуванням припуску на подальшу обробку.

Величина припуску на обробку деталі на сторону складає не менше 0,5-1,0 мм і на подальше шліфування 0,15-0,2 мм.

Величина припуску входить в товщину шару, вказаного в таблиці 211. металізатор вибирають по таблиці 212.

Подовжню подачу металізатора вибирають по таблиці 213.

Швидкість обертання виробу вибирають по таблиці 214.

Таблиця 212 - Технічна характеристика електрометалізаторів

Показники	Тип металізатора			
	ЕМ-3А	ЕМ-6	ЛК-У	ГІМ-1
Діаметр поволоки в мм	1-2	1,5-	1,0-	1,0-
Швидкість подачі дроту в м/хв	2,5-3,5	2,5	1,8	2,0
Продуктивність для сталі в кг/ч	2,5	0,7-	-	-
Робочий тиск стислого повітря в кгс/см <sub>2</sub>	3,5-6	4,5	3	1
Загальна маса (без шлангів) кг	2,4	15	5-6	4,5
		4-5	1,7	2,6
		2,1		

Таблиця 213 - Подовжня подача металізатора, мм/об

Діаметр металізується поверхні в мм	10- 30	30- 60	60- 100	100- 200	200- 300	Понад 300
Подовжня подача в мм/об	2,5	1,8	1,6	1,2	1	0,8

Таблиця 214 - Швидкість обертання виробу, м/хв.

Діаметр металізується поверхні в мм	26-75	100	150- 250	350
Швидкість обертання деталі в м/хв	11	12	14	15

Знаючи товщину покриття за один прохід металізатора, визначають число проходів за формулою:

$$i = h / h_1$$

де:  $h$  – товщина шару покриття, прийнята по таблиці 211.

По окружній швидкості обертання виробу визначають частоту обертання шпинделя верстата за формулою 15:

$$n_T = 1000V_K / \pi D \text{ об/хв}$$

де:  $n_T$  - розрахункова частота обертання шпинделя верстата, об/хв;

$V_K$  - окружна швидкість обертання виробу, м/мін., прийнята по таблиці 214.

Розрахункову частоту обертання шпинделя порівнюють з паспортними даними верстата і вибирають найближчу з тих, що є на верстаті.

Потім за формулою 16 визначають фактичну швидкість обертання виробу.

Основний час визначають за формулою:

$$t_0 = \frac{0.006 \cdot \pi \cdot D \cdot L \cdot h \gamma}{1000 P k} \quad (78)$$

Де:  $D$  – діаметр виробу, см;

$L$  - розрахункова довжина металізації, см;

$L = 1 + (0,5 : 1,0)$  довжина виробу з урахуванням перебігу металізатора, см;

$h$  - товщина шаруючи покриття на сторону, мм;

$\gamma$  - густина металу покриття в середньому для сталевого дроту, 7500 кг/м<sup>3</sup> ;

$P$  - продуктивність металізатора, кг/год;

$Do$  – коефіцієнт корисного використання дроту з урахуванням втрати металу при розпилуванні 0,7-0,8.

Допоміжний час визначають по таблиці 204, при цьому на кожен прохід додають 1,0 хвилину.

Додатковий час складає 15% від оперативного і визначається за формулою 1.

Підготовчо-завершальний час при металізації в середньому складає 15 хвилин.

Штучний час визначають за формулою 3.

Норму калькуляційного часу визначають за формулою 5.

#### **4.8.2 Рекомендації по механічній обробці деталей, відновлених металізацією**

Пористість напиленого металу, підвищена його твердість і недостатньо надійне зчеплення шаруючи з металом виробу створюють трудність при механічній обробці.

Рекомендується режимів різання:

а) при токарній обробці –  $V$  м/хв – 10-15

Глибина різання – до 2 мм

$S$  мм/об – 1 мм/об

б) при шліфуванні:  $V$  м/хв (деталі) – 10

Поперечна подача мм/прохід – 0,015-0,02.

Подовжня подача в частках ширини круга –  $\beta = 0,2-0,7$ .

## 5 Нормування обробки тиском

Способом обробки тиском відновлюють велику номенклатуру виробів дорожно-будівельних машин, тракторів і автомобілів.

При ремонті виробів застосовують наступні види обробки тиском:

1. Осаджування
2. Вдавлювання
3. Роздачу
4. Обжимання
5. Правку
6. Накатку.

Обробка тиском здійснюється:

- а) холодною обробкою, без попереднього підігріву виробу (правка, накатка);
- б) гарячою обробкою з попереднім нагрівом виробу сталевого до температури 1100-1200°, вироби з мідного сплаву до 1100-1150°. Закінченню обробки повинні відповідати оптимальна температура 800-850° для сталевого виробу і 600-700° для виробу з мідного сплаву.

### 5.1 Осаджування, вдавлювання, роздача, обжимання

Ці способи обробки виробів здійснюються звичайно з попереднім нагрівом.

Після нагріву виріб встановлюється в спеціальне пристосування або пристосування вмонтовується на виріб і потім виробляється обробка виробу тиском.

При обробці тиском: осаді, вдавлюванні, роздачі, обкоти чітке розділення основної і допоміжної роботи, пов'язаної з переходом, а отже і роздільне нормування цієї роботи – не завжди доцільно, або не завжди можливо. Тому нижче приводиться, в таблиці 216, неповний оперативний час ( $t_0 + t_d$ ). Неповним воно вважається тому, що допоміжний час на установку виробу і пристосування і др. Враховується окремою таблицею 217.

Крім того, в умовах ремонтного виробництва нагрів виробу не завжди є тим, що перебивається або перебивається тільки частково.

Час на нагрів, що не перебивається, також входить в оперативний час і визначається за формулою:

$$t_{\text{НАГ}} = K_{\text{НАГ}} \cdot t_{\text{НОП}} \quad \text{хв.} \quad (79)$$

Де:  $t_{\text{НАГ}}$  - час на нагрів, що не перебивається, хв.;

$K_{\text{НАГ}}$  - коефіцієнт вибирають з таблиці 215 залежно від кількості оброблюваних виробів;

$t_{\text{НОП}}$  - неповний оперативний час, хв., встановлюють по таблиці 216.

Таблиця 215-Величина коефіцієнту  $K_{\text{НАГ}}$

Кількість виробів в партії	$K_{\text{НАГ}}$
Не більше 2	0,4
Не більше 6	0,2
Понад 6	0

Неповний оперативний час визначають по таблиці 216.

Таблиця 216- Неповний оперативний час при ремонті деталей тиском, осіданням, вдавленням, роздачею і обжиманням, хв.

Устаткування	Діаметр посадки, мм	Час, $t_{\text{НОП}}$ , хв
Гідравлічний прес зусилля 20 тс	30	0,15
	70	0,30
Гідравлічний прес зусилля 40 тс	100	0,70
	150	0,90
Молоток МБ412 і МЧ13	100	0,60
	150	0,70
Молоток	30	0,60
	70	1,00
	100	1,50

ПРИМІТКА: при обробці виробів з високолегованої сталі вводиться поправочний коефіцієнт 1,5.

Допоміжний час на установку виробу в пристосуванні, монтаж пристосування на вироби і на роз'єднання вироби і пристосування визначають по таблиці 217.

Таблиця 217-Допоміжний час, хв

Вага виробу не більше, кг	Найменування операцій	
	Закласти виріб в горн, з'єднати з пристосуванням на ковадлі	Відкласти виріб убік або на стелаж
5	0,5	0,1
10	0,6	0,1
15	1,1	0,2
30	1,5	0,3

ПРИМІТКА: у відповідні графи маршрутної і операційної карт записують неповний оперативний час по таблиці 216 і час на нагрів виробу, що не перекривається, визначене за формулою 79, тобто  $t_{НОП} + t_{НАГ}$ .

У графу «допоміжний час» карт записують допоміжний час, прийняте по таблиці 217.

Повний оперативний час визначають за формулою:

$$t_{ОП} = t_{НАГ} + t_{НОП} + t_{В} \quad \text{хв.} \quad (80)$$

де  $t_{НОП}$  - неповний оперативний час, хв.;

$t_{НАГ}$  - час на нагрів виробу, мін, що не перекривається;

$t_{В}$  - допоміжний час, хв.

Додатковий час складає 20% від оперативного і визначається за формулою 1.

Підготовчо-завершальний час визначається по таблиці 218.

Штучний час визначають за формулою 3.

Норму калькуляційного часу визначають за формулою 5.

Таблиця 218- Підготовчо-завершальний час, хв.

Характеристика пристосування	Час, хв
1. Що складаються з матриці, куди вставляється виріб і робочого пуансона	10
2. Пристосування встановлюється на виріб	8

## 5.2 Правка

Неповний оперативний час визначають по таблиці 219.

Таблиця 219-Неповний оперативний час на правку, хв.

Діаметр виробу мм, до	Довжина виробу, мм, до						
	100	200	400	600	800	1000	1500
	Час, хв.						
5	0,16	0,21	0,26	0,32	-	-	-
8	0,19	0,25	0,3	0,38	0,43	-	-
10	0,22	0,3	0,36	0,45	0,52	0,65	-
12	0,25	0,34	0,41	0,52	0,6	0,75	0,88
15	0,29	0,39	0,47	0,56	0,69	0,86	1,00
20	0,32	0,43	0,53	0,65	0,75	0,96	1,12
25	-	0,47	0,58	0,73	0,82	1,06	1,23
30	-	-	0,62	0,78	0,87	1,16	1,32
35	-	-	-	0,82	0,95	1,24	1,48
50	-	-	-	-	1,10	1,37	1,74
60	-	-	-	-	1,24	1,52	2,04
75	-	-	-	-	-	1,70	2,40
100	-	-	-	-	-	1,85	2,70

ПРИМІТКА: 1) При правці виробів з конструкційної легованої сталі вводиться поправочний коефіцієнт 1,1.

2) При правці виробів двотаврового або прямокутного перетину вводиться поправочний коефіцієнт 1,2.

Правці піддають вироби, як без попереднього підігріву, тобто в холодному стані, так і з попереднім підігрівом виробу. У останньому випадку час на нагрів, що не перекривається, визначають за формулою 79, використовуючи дані таблиці 215.

Правку здійснюють на плиті або ковадлі за допомогою молотка або кувалди.

Допоміжний час на перевірку виробу в процесі правки встановлюють по таблиці 220.

Таблиця 220.-Допоміжний час, хв.

Перевірка виробу	Маса виробу, кг						
	3	5	10	20	30	50	100
З простим вивірянням на призмах	0,35	0,40	0,45	0,65	0,85	3,80	4,00
З складним вивірянням в пристосуванні	0,85	1,00	1,30	1,90	2,30	5,00	5,70

Повний оперативний час визначають за формулою 80:

$$t_{оп} = t_{ноп} + t_{наг} + t_{в} \quad \text{хв.}$$

додатковий час складає 7% від оперативного і визначається за формулою 1.

Підготовчо-завершальний час приймають рівним 6,0хв.

Штучний час визначають за формулою 3.

Норму калькуляційного часу визначають за формулою 5.

### 4.3 Накочення

Накоченням відновлюють, головним чином, зношені посадочні місця під підшипники качіння. За допомогою накатки можна збільшити діаметр шийки виробу на 0,4 мм.

При ремонті виробу накаткою – виріб встановлюють в патроні токарного верстата, а накатку з роликом – на супорті верстата.

Поперечна подача при накатці складає 0,05-0,15 мм/об.

Число проходів визначають за формулою:

$$i = h / t$$

Де: h - максимальний підйом металу при накоченні складає 0,2 мм на сторону;

t - поперечна подача, мм/об.

Подовжня подача складає 0,4-0,8 мм/об і повинна бути узгоджена з паспортними даними верстата.

Швидкість накатки рекомендується 10-15 м/хв. по цій швидкості знаходять частоту обертання шпинделя верстата за формулою 15:

$$n_T = \frac{1000V_n}{\pi D} \text{ об/хв.}$$

де:  $n_T$  - частота обертання шпинделя верстата відповідна рекомендованій швидкості накатки, об/хв.;

$V_n$  - рекомендована швидкість накатки, м/мін;

$D$  – діаметр накочуваної шийки, мм.

Розрахункову частоту обертання шпинделя верстата порівнюють з паспортними даними верстата і вибирають найближчу по паспорту верстата. Потім за формулою 16 визначають фактичну швидкість накатки.

Основний час визначають за формулою 10:

$$t_0 = L i / n S \text{ хв.}$$

Де:  $L$  – розрахункова довжина накатки, мм;

$L = 1$  мм;

$i$  - довжина поверхні накочування, мм;

$n$  - частота обертання шпинделя верстата, прийнята по паспорту верстата, об/хв;

$S$  - подовжня подача при накочуванні, мм/об.

Допоміжний час визначають по таблицях 22, 23 і 24.

Додатковий час визначають за формулою 1, значення  $K$  беруть з таблиці 25.

Підготовчо-завершальний час визначають по таблиці 26.

Штучний час визначають за формулою 3.

Норму калькуляційного часу визначають за формулою 5.

## **6 Нормування гальванічних робіт**

### **6.1 Режими обробки**

У ремонтному виробництві гальванічні покриття застосовують для відновлення зношених поверхонь виробу, підвищення їх зносостійкості і в захисно-декоративних цілях.

Найбільше поширення набули хромування гладке, пористе хромування і остальювання.

У ремонтному виробництві застосовують також мідніння і нікелювання, але вони не є самостійними способами відновлення деталей, а використовуються, головним чином, для створення підшару перед хромуванням.

За основний час при нормуванні гальванічних робіт приймають тривалість покриття.

За допоміжний час при нормуванні приймається час, в перебігу якого здійснюється підготовка устаткування до роботи, а також підготовка виробу для покриття, включаючи транспортування виробів і пристосувань, протирання і знежирення виробів, завантаження і вивантаження виробів, монтаж їх на пристосування, демонтаж і т.д. якщо ці роботи виконуються окремими робітниками, то вони складають теж основний час інших операцій і до складу допоміжного часу не включаються. Таким чином, допоміжний час ділиться на перекриваючий основний час (цей час враховується, але не записується в карту) і неперекриваючий його (цей час ділиться на перекриваючий основний час (цей час враховується, але не записується в карту) і неперекриваючий його (цей час враховується і записується в карту).

Якщо робітник обслуговує одну ванну, то підготовчо-завершальний і додатковий час перекриваються основним часом і в штучний час не включаються.

Якщо ж один робітник обслуговує декілька ванн – це час враховується і визначається у відсотках до оперативного часу.

Основний час на одне завантаження виробів у ванну визначають за формулою:

$$t_0 = 60h \gamma / CA_K \eta \quad \text{хв} \quad (81)$$

Де:  $h$  - товщина осаду покриття на сторону, мм, приймається по таблиці 221;

$\gamma$  - густина осажденного металу, кг/м<sup>3</sup>, приймається по таблиці 222;

$Z$  – електрохімічний еквівалент, г/А.год. приймається по таблиці 222;

ДК - катодна густина струму, А/дм<sup>2</sup>, приймається по таблиці 223;

$\eta$  - вихід металу по струму в % (коефіцієнт корисної дії ванни), приймається по таблиці 223.

У основний час при гальванічних роботах входить також час на декопірування, воно виробляється звичайно в основних ваннах і складає в середньому 0,5-1,0 мін. при хромуванні і 0,5-3,0 мін при остальюванні на одне завантаження виробів у ванну.

Анодну обробку виробів для отримання пористого хромового покриття виробляють в хромовій ванні, при цьому основний час на одне завантаження виробів складає  $t_0 = 5 \dots 10$  хв.,  $A_K = 40 \dots 50$  А/дм<sup>2</sup>, температура електроліту – 50...60°C.

Таблиця 221-Товщина гальванічного покриття на сторону, мм

Процес	Призначення покриття	Середня розрахункова товщина, мм
Покриття міддю	Захист від цементації	0,020-0,040
Покриття міддю	Підшарування перед нікелюванням або хромуванням	0,003-0,040
Хромування тверде, гладке	Відновлення розмірів	0,200-0,500
Хромування захисно-декоративне	Захист від корозії	0,001-0,002
Нікелювання	Підшарувуй перед хромуванням	0,015-0,040
Відсталювання	Відновлення розмірів	1,000 і більше
Хромування пористе	Відновлення розмірів	0,120-0,250
Цинкування	Захист від корозії	0,001

ПРИМІТКА: Припуск на шліфування зносостійких покриттів складає 0,02-0,05  $\gamma$  мм і включається в середню розрахункову товщину покриття.

Таблиця 222-Густина і електрохімічні еквіваленти металів покриття

Метал	Густина обложеного металу кг/м <sup>3</sup>	Електрохімічний еквівалент, З г/А.ч.
Хром	6900	0,324
Сталь	7800	1,042
Нікель	8800	1,094
Мідь	8950	1,186
Цинк	7100	1,220

Таблиця 223-Густина струму і вихід металу по струму

Метал	Катодна густина струму $A_k$ , А/дм <sup>2</sup>	Вихід металу по струму, $\eta$ %
Хром	50-75	13-15
Сталь	10-50	80-90
Нікель	0,3-0,5	95
Мідь	1-2	98-99
Цинк	2	85

Останніми роками для удосконалення процесів хромування і підвищення продуктивності процесу в ремонтному виробництві застосовують:

а) хромування в саморегульованому електроліті; при цьому густина струму підвищується  $A_k = 75 \dots 100$  А/дм<sup>2</sup>, а вихід металу по струму складає 17-18%.

б) хромування в проточному електроліті; в даному випадку густина струму вже складає  $A_k = 150-200$  А/дм<sup>2</sup>, а вихід металу по струму – 20-22%.

Допоміжний час визначають по таблицях 224-232 на одне завантаження виробів у ванну. Таким чином, якщо в таблиці вказаний час на один виріб, слідує час помножити на кількість виробів, завішуваних на пристосуваннях у ванну. Якщо ж, час в таблиці вказано на одне пристосування, слідує цей час помножити на кількість пристосувань завішуваних у ванну.

Таблиця 224 - Допоміжний час на ізоляцію місць, що не підлягають покриттю,

цапон лаком, хв.

Найменування операції	Площа покриття, дм <sup>2</sup>			
	5	10	25	50
Покриття поверхні кистю	1,2	1,7	2,1	3,7

Таблиця 225- Допоміжний час на монтаж виробу на підвіску, хв.

Найменування операції	Площа покриття, дм <sup>2</sup>			
	5	10	25	50
Монтаж на просту підвіску	0,07	0,08	0,09	0,08
Монтаж на анодно-катодну підвіску	0,20	0,35	0,7	1,0

ПРИМІТКА: Якщо на підвіску вмонтовується декілька виробів, то час, узятий з таблиці, множать на кількість виробів.

Таблиця 226 - Допоміжний час на знежирення, хв

Поверхня виробу	На один виріб		На завантаження Електролітичне знежирювання
	Віденським вапном	Бензином	
0,5	0,29	0,27	При площі поверхні деталей одного завантаження 10-25 дм <sup>2</sup> 2 + 3 хвилини
0,8	0,30	0,32	
1,0	0,31	0,33	
1,5	0,33	0,34	
2,0	0,36	0,37	
2,5	0,45	0,40	
3,0	0,46	0,44	
4,0	0,54	0,48	
5,0	0,59	0,52	
6,0	0,66	0,60	
10,0	0,70	0,63	
15,0	0,78	0,70	
20,0	0,87	0,80	
25,0	0,98	0,92	

Таблиця 227 - Допоміжний час на короткочасне занурення виробів у ванну,  
хв

Найменування прийомів		Час, хв
1.	Опустити пристосування з виробами у ванну для промивки	0,03
2.	Промити пристосування з виробами у ванні	0,08
3.	Підняти пристосування з виробами з ванни після промивки	0,02
	Всього:	0,13

Таблиця 228 - Допоміжний час на завішування на штанги виробів разом  
з пристосуваннями і їх зняття, хв

Вага однієї підвіски, кг	Час, хв
1	0,02
2	0,03
3	0,04
4	0,05
5	0,06

Таблиця 229 - Допоміжний час на перехід робітників без вантажу і з вантажем,  
хв.

Відстань	Без вантажу	З вантажем при вазі виробів, кг			
		5	10	20	30
До 2 м	0,04	0,05	0,09	0,13	0,36
До 5 м	0,10	0,11	0,16	0,22	0,60
До 7 м	0,14	0,15	0,21	0,28	0,76
До 10 м	0,20	0,21	0,28	0,38	0,99
До 15 м	0,30	0,31	0,42	0,53	1,38

Таблиця 230 - допоміжний час на демонтаж виробу з підвіски, в

Найменування операції	Площа покриття, дм <sup>2</sup>			
	5	10	25	50
Демонтаж з простої підвіски	0,05	0,06	0,07	0,09
Демонтаж з анодно-катодної підвіски	0,15	0,20	0,40	0,75

Таблиця 231- Допоміжний час на протирання виробів, хв

Поверхня виробу дм <sup>2</sup>	Час, хв
0,5	0,04
0,6	0,05
0,7	0,06
0,8	0,07
0,9	0,08
1,0	0,10
2,0	0,13

Таблиця 232 - Допоміжний час на обсушування деталей в тирсі, хв.

Поверхня виробу дм <sup>2</sup>	Час, хв
0,5	0,12
1,0	0,15
3,0	0,21
5,0	0,29
10,0	0,32
14,0	0,36
18,0	0,38
20,0	0,40
25,0	0,42

Допоміжний час, приведений в таблицях 224, 225, 227, 228, 229 і 230 є таким, що не перекривається, він завжди входить в оперативний час.

Допоміжний час, приведене в таблицях 226, 231 і 232 є тим, що перекривається, якщо ці роботи виконуються не окремим робітникам, а гальваностегом. Інакше він теж буде оперативним.

Оперативний час визначається за формулою:

$$t_{оп} = t_0 + t_{внп} \quad \text{хв} \quad (82)$$

Де:  $t_{оп}$  - оперативний час на одне завантаження виробів у ванну, мін;

$t_0$  - основний час на одне завантаження виробів у ванну, мін;

$t_{внп}$  – допоміжний час, що не перекривається на одне завантаження виробів у ванну, хв;

додатковий час складає від оперативних часів 7% для цинкування і мідніння, 10% для нікелювання, 12% для хромування і 14% для остальновання і визначається за формулою 1.

Підготовчо-завершальний час складає 2% від оперативного для всіх видів покриття.

Штучний час, при обслуговуванні робітникам однієї ванни, визначають за формулою:

$$t_{\text{ш}} = t_0 + t_{\text{внп}} / q K_{\text{в}} \quad \text{хв} \quad (83)$$

Де:  $t_0$  - основний час на одне завантаження у ванну, хв

$t_{\text{внп}}$  - безперервний допоміжний час на одне завантаження виробів у ванну, хв;

$q$  - кількість виробів на одне завантаження у ванну, шт;

$K_{\text{в}}$  - коефіцієнт використання ванни в зміну, складає для хромових ванн – 0,75, для інших ванн – 0,8.

Штучний час при одночасному обслуговуванні робітникам двох і більше ванн визначають за формулою:

$$t_{\text{ш}} = (t_0 + t_{\text{внп}} + t_{\text{д}}) / q N_{\text{в}} K_{\text{в}} K \quad (84)$$

Норму калькуляційного часу при обслуговуванні робітникам однієї ванни визначають за формулою 83, оскільки якщо робітник обслуговує одну ванну, то додатковий і підготовчо-завершальний час перекриваються основним часом.

Норму калькуляційного часу при обслуговуванні робітникам двох або більше ванн визначають за формулою:

$$T_{\text{к}} = 1,02(t_0 + t_{\text{внп}}) + t_{\text{д}} / q N_{\text{в}} K K_{\text{в}} \quad \text{хв} \quad (85)$$

Де:  $N_{\text{в}}$  - кількість ванн покриття, шт;

$K$  - коефіцієнт, залежний від кількості ванн, обслуговуваних одним робітником, визначається по таблиці 233.

Таблиця 233 - Поправочні коефіцієнти на норми штучного і калькуляційного часу при обслуговуванні одним робітником двох і трьох ванн – Кв

Вид покриття	Кількість ванн	
	дві	три
1. Мідніння, цинкування	0,94	0,90
2. Нікелювання	0,90	0,85
3. Хромування	0,83	0,80
4. Осталювання	0,80	0,77

## 6.2 Рекомендації по механічній обробці деталей, відновлених способом гальванічного покриття

Вироби, відновлювані гальванічними покриттями, підлягають механічній обробці в період підготовки до нарощування і після нього.

Перед гальванічним покриттям необхідно:

1. Проточувати фаски на гострих кромках виробів, або закругляти кромки в уникненні утворення наростів;
2. Шліфувати зношені поверхні виробів для усунення спотворень геометричної форми і отримання необхідної чистоти.

Після гальванічного нарощування:

1. Хромування поверхні піддають шліфуванню із швидкістю обертання виробу  $V = 15-30$  м/хв;
2. Поверхні, покриті сталлю, піддають обробці як на токарних, так і на шліфувальних верстатах, залежно від припуску, твердості покриття, необхідної точності, шорсткості поверхні. До твердості НВ 200 покриття добре обробляється різцем, твердіші покриття – різцями з твердих сталей і шліфуванням.

## **7 Нормування робіт по відновленню деталей полімерними матеріалами**

У ремонтному виробництві за допомогою полімерних матеріалів (в основному клейовими складами на основі епоксидної смоли і клею ВС10Т) закладають різні тріщини на корпусних і тонкостінних деталях, усувається знос посадочних гнізд під корінні підшипники блоку циліндрів і під підшипники качіння, знос різьб в отворах, знос робочих поверхонь валів і втулок, приклеюються фрикційні накладки до дисків зчеплень і бортових фрикціонів, до гальмівних колодок і дисків.

Термореактивні полімерні матеріали використовуються також для ремонту і виготовлення виробів методами пресування і литва.

У таблиці 234 вказаний час на виконання основних операцій, зв'язаних з використанням полімерних матеріалів.

Час, вказаний в таблиці 234 може бути: а) оперативним, якщо виріб при ремонті укладений на верстак або стіл без кріплення; б) неповним оперативним часом, якщо передбачається, що виріб встановлюється в пристосування і потім з нього віддаляється.

У останньому випадку допоміжний час на установку і зняття виробу визначають по таблиці 235.

Якщо по маршрутній карті роботу з полімерами виконує один робітник, то час, вказаний в таблиці 234 слід розглядати як оперативний або неповний оперативний час по переходах.

Таблиця 234 – Час на виконання основних операцій по ремонту виробів полімерними матеріалами, хв.

Зміст операцій	Час, хв
1. Засвердлити тріщину по кінцях, зняти фаски завглибшки 2-3 мм під кутом 60-70°, зачистити абразивним кругом поверхню навколо тріщини на ширину 40-50 мм, нанести насічки. Довжина тріщини 25-300 мм.	8-45
2. Епоксидну смолу разом з тарою нагрівати в термошафі або лазні з гарячою водою до 60-70° і виробити відбір необхідної кількості смоли у ванну. Маса до 1-2 кг.	5-8
3. У відібрану смолу додавати невеликими порціями пластифікатор-дібутілфталат, згідно рецептурі і ретельно перемішати суміш Маса до 50-200г.	5-6
4. У двокомпонентну суміш додавати найбільшеими порціями, згідно рецептурі, один з наповнювачів і ретельно перемішувати суміш. Маса до 50-200 р.	8-10
5. У трьохкомпонентну суміш (перед застосуванням) додавати невеликими порціями, згідно рецептурі, розчинник поліетіленполіамін і ретельно перемішувати. Маса до 50-200 р.	5-8
6. зачистити поверхню виробу, що підлягає ремонту, металевією щіткою або абразивним полотном. Площа до 100-1000 см <sup>2</sup> .	3-5
7. Знежирити підготовлену поверхню ацетоном або бензином Б-70 за допомогою кисті і технічної серветки з витримкою поверхні на повітрі (з метою випаровування залишків розчинника). Площа до 100-1000 см <sup>2</sup> .	0,5-2
8. Заповнити підготовлену поверхню епоксидним клейовим складом і ретельно втерти суміш в поверхню виробу шпателем в два шари. Довжина тріщини 25-300 мм.	0,2-1
9. Накласти накладку із стеклоткани, закаткувати роликком, видалити надлишки складу. Площа накладки до 125-600 см <sup>2</sup> .	0,5-2
10. Витримати виріб в сушильній шафі при температурі 50-100°С, де: q – кількість виробів в партії.	60-80/q
11. Зачистити поверхню виробу від напливів і патьоків клейового складу шабером, напилком або абразивним кругом на гнучкому валу.	2-3
12. Зачистити поверхні різьбового з'єднання, що сполучаються, знежирити, нанести склад на основі епоксидної смоли, укрутити болт або шпильку, видалити надлишок складу. Діаметр різь до 8-24 мм.	1,3-2,1
13. На склеювані деталі (фрикційні вузли) нанести шар клею ВС10Т, просушити, нанести другий шар клею, просушити, зібрати деталі в пристосування і встановити його в термпіч або сушильна шафа. Площа склеювання до 50- 400 см <sup>2</sup> .	1,2-2
14. Підготувати терморективний матеріал, підігріти деталі, встановити	1-3,5

деталі в прес-форму, завантажити прес-матеріал, опресувати деталь, витягнути деталь, перевірити. Маса опресованого матеріалу до 25-200г.	
15. Завантажити відходи капронових виробів в литьеву машину, зібрати прес-форму, опресувати деталь, розібрати прес-форму, витягнути деталь, перевірити. Маса опресованого матеріалу до 25-200г.	0,7-2

ПРИМІТКА: 1. час в другій графі таблиці приведено по всіх позиціях в інтервалах. Нижня межа інтервалу відноситься до менших показників довжини тріщини, площі знежирення, маси клею, що готується, діаметру різь і ін.

2. При виконанні роботи в незручному положенні табличні дані множаться на поправочні коефіцієнти: 1,2 по позиціях 1,6 і 7; по позиції 8 – 1,3; по позиціях 9 і 12 – 1,4.

Таблиця 235- Допоміжний час на установку і зняття виробу, хв.

Приєм роботи	Маса виробу, кг								
	0,5	1,0	2	5	8	12	16	20	30
Встановити	0,12	0,14	0,14	0,25	0,32	0,38	0,46	0,59	0,70
Зняти	0,09	0,11	0,15	0,19	0,25	0,31	0,36	0,48	0,56

Додатковий час складає 7% від оперативного і визначається за формулою 1.

Підготовчо-завершальний час складає 7 хвилин.

Штучний час визначають за формулою 3.

Норму калькуляційного часу визначають за формулою 5.

## 8 Нормування закалювання поверхонь струмом високої частоти

Поверхнєве закалювання виробів виробляється двома способами:

1. Одночасною закладкою; 2. безперервно-послідовним способом.

При одночасному закалюванні вся поверхня виробу, підлягаюча закалюванню, охоплюється індуктором і піддається нагріву одночасно і потім одночасно охолоджується.

За наявності у виробі декількох поверхонь невеликої висоти, але різного діаметру, гарт виробляється одночасним способом.

При одночасному закалюванні основний час може бути визначене по таблиці 236.

Таблиця 236 - Основний час при одночасному гарті в залежності від глибини закалювання, хв

Частота 200 Гц			Частота 300000 Гц		
Глибина гарту мм	Час, хв.		Глибина гарту мм	Час, хв	
	Нагріву, t голій.	Охолоджування, t ох.		Нагріву, t наг	Охолоджування, t ох.
1	0.03	0.10	1	0.04	0.10
2	0.04	0.10	2	0.15	0.10
3	0.05	0.13	3	0.25	0.13
4	0.07	0.13	4	0.37	0.13

Основний час з використанням таблиці 236 визначається за формулою:

$$t = t_{\text{наг}} + t_{\text{охл}} \quad \text{хв.}$$

Де:  $t_{\text{наг}}$  - час нагріву виробу в індукторі, хв;

$t_{\text{охл}}$  - час охолодження виробу в гребінці, хв.

Гарт виробів на значній довжині з великими поверхнями виробляють безперервно-послідовним способом. При цьому способі дія індуктора розповсюджується на частину виробу. Тому для гарту всієї поверхні виробу – необхідний рух виробу щодо індуктора. Охолодження нагрітої поверхні виробу виробляється водою, яка безперервно подається через гребінку, розташовану поряд з індуктором.

Розрахунок основного часу при безперервно-послідовному способі гарту виробляють в такій же послідовності:

а) визначають частину поверхні виробу, зразково рівну проекції індуктора на виріб за формулою:

$$F = \frac{N\eta}{\Delta N} \quad \text{см}^2 \quad (86)$$

Де:  $\Delta N$  - питома потужність в кВт/см<sup>2</sup>, потрібна при даній частоті і заданій глибині гарту, приймається по таблиці 237;

$N$  - потужність живлячого генератора високочастотної установки, кВт;

$\eta$  - коефіцієнт корисної дії генератора, рівний приблизно 0,8.

Таблиця 237-Орієнтовні дані питомої потужності і часу нагріву для циліндрових виробів, виготовлених із сталі 45 при гарті на двох частотах

Частота 200 гц			Частота 300000 гц		
Глибина гарту мм	Час нагріву, хв $t_{\text{наг}}$	Питома потужність кВт/см <sup>2</sup> , $\Delta N$	Глибина гарту мм	Час нагріву, хв $t_{\text{наг}}$	Питома потужність кВт/см <sup>2</sup> , $\Delta N$
1,5	0,03	1,40	1	0,042	0,9
2	0,04	1,35	2	0,15	0,5
3	0,05	1,20	3	0,25	0,4
4	0,07	1,05	4	0,37	0,3

б) знаючи, площу проекції індуктора на виріб і діаметр виробу визначають висоту індуктора за формулою:

$$h = F / \pi D \text{ см} \quad (87)$$

Де:  $h$  - висота індуктора, см;

$F$  - площа проекції індуктора на виріб, см<sup>2</sup> ;

$D$  – діаметр виробу в тій частині, яка підлягає гарту безперервно-послідовним способом, см.

в) визначають швидкість руху виробу в індукторі за формулою:

$$V = h / t_{\text{наг}} \text{ см/хв} \quad (88)$$

де  $t_{\text{наг}}$  - час нагріву частини поверхні виробу, що знаходиться під дією індуктора, хв; таблиця 237.

Далі визначають основний час при гарті виробу безперервно-послідовним способом за формулою:

$$t_0 = L / V \text{ хв.} \quad (89)$$

де  $D$  - розрахункова довжина гарту, см;

$$D = 1 + 11$$

1 - довжина поверхні виробу, належному гарту, см;

11- перебіг виробу залежить від висоти гребінки, складає в середньому 2,5 см;

V - швидкість руху виробу в індукторі, см/хв.

Допоміжний час визначають по таблицях 238 і 239.

Загальний допоміжний час визначають за формулою 24:

$$t_d = t_{d1} + t_{d2}$$

додатковий час складає 5% від оперативного і визначається за формулою 1.

Таблиця 238-Допоміжний час на установку виробу на стіл або в центри і зняття, хв

Прийоми роботи	Маса виробу, кг, до							
	0,5	1	2	5	8	12	16	20
Встановити і зняти виріб	0,15	0,18	0,25	0,32	0,41	0,49	0,59	0,76

Таблиця 239 - Допоміжний час, пов'язаний з переходом, хв.

Переходи	Час, хв
1. Включення і виключення установки	0,08
2. Підведення і відведення столу	0,05
3. Введення і виведення виробу в індуктор	0,07

Підготовчо-завершальний час приймають рівним 7 хвилинам.

Штучний час визначають за формулою 3.

Норму калькуляційного часу визначають за формулою 5.

## 9 Нормування електроіскрового нарощування і зміцнення деталей

Останнім часом в ремонтному виробництві набула значне поширення електроіскрова обробка металів у вигляді поверхневого нарощування і зміцнення поверхонь виробів.

Електроіскрове нарощування і зміцнення здійснюється ручним способом за допомогою електромагнітного вібратора і механізованим способом – на токарному верстаті напівавтоматичною зміцнюючою головкою.

Ручним способом обробляють вироби будь-яких конфігурацій, механізованим – тільки циліндрові і плоскі вироби.

При механізованій обробці, як правило необхідно використовувати зміцнюючу головку і звичний токарний верстат з редуктором, що знижує обороти.

Головка кріпиться на супорті стінка, який через ходовий гвинт забезпечує подовжню подачу головки з електродом. Циліндрові вироби встановлюються в центрах або в патроні верстата, плоскі – затискаються в проміжку між центрами за допомогою пристосувань і обробляються за допомогою подовжньої подачі головки супортом.

Зношені поверхні деталей, якщо не потрібна висока твердість, нарощуються електродами з тієї ж сталі, з якої виготовлені вироби.

Для зміцнення і збільшення зносостійкості використовуються стрижні діаметром 10мм для ручного способу обробки і з діаметром 20мм – для механізованого способу обробки з феррохрому; можуть використовувати також пластинки твердих сплавів Т15К6 і ВК3.

Нарощування і зміцнення здійснюються по схемі, коли нарощуваний виріб підключається на катод, а електрод-інструмент – на анод.

Якщо поміняти полярність, тобто виріб підключити на анод, а електрод-інструмент на катод і звітки обробку в машинному маслі – відбудеться зняття метала з поверхні виробу. Цей процес електрорізання також може бути використаний при ремонті поверхонь високої твердості, коли звичайним способом обробити їх не представляється можливим.

Основний час при нарощуванні і зміцненні ручним способом визначають за формулою:

$$t_0 = F \tau / 60 \quad \text{хв}$$

(90)

де  $F$  - площа оброблюваної поверхні,  $\text{мм}^2$  ;

$\tau$  - питомий час зміцнення,  $\text{с}/\text{мм}^2$ , береться з таблиці 240.

Таблиця 240 - Режим електроіскрового нарощування – зміцнення ручним способом електродом з феррохрому

Технічні показники	Номери режимів							
	Чистові			Середні			Грубі	
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1. Напруга, В	10	15	21	26	32	37	48	50
2. Сила струму, А	50	60	70	90	110	130	150	160
3. Питомий час зміцнення $\text{с}/\text{мм}^2$	1,5	1,3	1,2	1,1	1,0	0,7	0,5	0,4
4. Товщина, шару, мм	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7	1,1	1,5	2,0
5. Шорсткість	Ra2,5	Rz 20	Rz 20	Rz 40	Rz 40	Rz 80	Rz 160	Rz 320

Основний час при нарощуванні і зміцненні механізованим способом визначають за формулою:

$$t_0 = L / n S \text{ хв.}$$

де  $L$  - розрахункова довжина оброблюваної поверхні, мм;

$$L = l \text{ мм;}$$

$l$  - довжина поверхні виробу, підлягаюча обробці, мм;

$n$  - частота обертання шпинделя верстата, об/хв, визначаються по окружній швидкості виробу, приймають по таблиці 241;

$S$  - подовжня подача електроду, мм/об, приймають по таблиці 241.

Частота обертання шпинделя в хвилину визначають за формулою:

$$n_T = 1000 V_T / \pi D \text{ об/хв}$$

Де:  $n_T$  - частота обертання шпинделя верстата, відповідна окружній швидкості виробу, прийнятої по таблиці 241;

$D$  – діаметр поверхні виробу, що підлягає обробці, мм.

Подовжно подачу електроду і розрахункову частоту обертання шпинделя верстата порівнюють з паспортними даними і приймають найближчі з тих, що є на верстаті. Далі визначають фактичну окружну швидкість виробу за формулою 16:

$$V = \pi D n / 1000 \quad \text{м/хв}$$

Де:  $V$  - фактична окружна швидкість виробу, м/хв;

$n$  - частота обертання шпинделя верстата, прийнята по паспорту верстата, об/хв

Допоміжний час визначають по таблиці 242.

Таблиця 242- Режими механізованого електроіскрового нарощування і зміцнення електродом з феррохрому

Технічні показники	Номери режимів							
	Чистові			Середні			Грубі	
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VII
1. Напруга, В	10	12	15	20	25	30	40	50
2. Сила струму, А	100	120	130	140	150	160	170	180
3. Окружна швидкість виробу, м/хв	0,0 8	0,1 3	0,2 4	0,35 4	0,50 4	0,6 4	0,7 4	0,8 4
4. Подовжня подача електроду, мм/об	4	4						
5. Товщина, шару, мм	0,1	0,2	0,25	0,3	0,35	0,40	0,6	0,8
6. Шорсткість	Ra2,5	Ra2,5	Rz 20	Rz 20	Rz 40	Rz 40	Rz 80	Rz 80

Таблиця 242- Допоміжний час, хв

Маса виробу, кг	Час на установку і зняття, хв			
	У лещатах при ручній обробці	У Зхкулучковом патроні	У центрах	У центрах з люнетом
До 10	0,7	1,0	0,5	1,0
більше	1,2	1,5	1,0	1,5

ПРИМІТКА: до цього часу на кожен прохід додають 0,5 хвилин.

Додатковий час складає 15% від оперативного і визначається за формулою 1.

Підготовчо-завершальний час складає 18 хвилин.

Штучний час визначають за формулою 3.

Норму калькуляційного часу визначають за формулою 5.

## **10 Нормування робіт по відновленню деталей поверхнево-пластичною деформацією**

Відновлення виробів поверхнево-пластичними деформаціями застосовується на ремонтних підприємствах тоді, коли ці вироби в процесі експлуатації втрачають свою первинну втомну міцність.

Способи поверхнево-пластичної обробки виробів наступні: зміцнюючі накочення і розкочування, обробка дробом, відцентрова обробка.

### **10.1 Зміцнююче накочення і розкочування**

Цей спосіб застосовується для обробки зовнішніх і внутрішніх поверхонь обертання, галтелей, площин і різних фасонних поверхонь.

Обробку виробів звичайно виробляють на токарних і радіально-свердільних верстатах. У першому випадку виріб встановлюється в патрон або в цетри верстата, в другому зміцнюється в пристосуванні на столі верстата.

Як інструмент застосовують ролики або кульки, встановлювані в спеціальні пристосування з пружними елементами, які дозволяють створити необхідне зусилля при обробці виробу. Пристосування укріплюють на супорті верстата.

Шорсткість поверхні після обробки знаходиться в межах

$Ra\ 1,25 - Ra\ 0,32$  при початковій  $Rz\ 40 - Rz\ 1,25$ .

Припуск на накочення і розкочування складає на сторону:

Після точіння	- 0,01-0,03 мм
Після точіння широким різцем	- 0,005-0,01 мм
Після шліфування	- до 0,005 мм

Режим обробки встановлюють послідовно:

а) подачу на оборот виробу при накопченні і розкочуванні визначають за формулою:

$$S = K \cdot S_e \text{ мм/об}$$

де  $K$  – кількість деформуючих елементів, звично 1-3;

$S_e$  - подача на один деформуючий елемент.

Подача на один ролик рекомендується 0,1-0,5 мм/об, а на одну кульку – 0,01-0,05 мм/об.

Розраховану подачу уточнюють по паспорту верстата.

б) швидкість обробки не робить помітного впливу на якість обробки виробу і застосовується в межах 30-150 м/хв.

в) по вибраній швидкості обробки визначають теоретичну частоту обертання шпинделя верстата і підбирають найближчу частоту обертання по паспорту верстата.

г) визначають фактичну швидкість обробки виробу за формулою:

$$V = \pi D n / 1000 \quad \text{м/хв}$$

Де:  $V$  - фактична швидкість обробки, м/хв;

$D$  – діаметр обробки, мм;

$n$  - прийнята частота обертання шпинделя по паспорту, об/хв  
основний час визначають за формулою 10:

$$t_0 = L i / n S \quad \text{хв.}$$

де  $L$  - розрахункова довжина обробки, рівна довжині оброблюваної поверхні  $L = 1$  мм;

$i$  - число проходів, 1-3.

Допоміжний час визначають по таблицях 22, 23, 24.

Додатковий час визначають за формулою 1, значення  $D_0$  беруть з таблиці 25.

Підготовчо-завершальний час визначають по таблиці 26.

Штучний час визначають за формулою 3.

Норму калькуляційного часу визначають за формулою 5.

## 10.2 Обробка дробом

Обробкою дробом піддаються: ресорні листи, спіральні пружини, торсіонні вали, шатуни, кришки шатунів, зубчаті колеса, а також деталі, що мають зварні з'єднання.

Обробка дробом викликає наклеп поверхневого шару і збільшує довговічність виробу.

Шорсткість поверхні після обробки дробом знаходиться в межах Rz 160 – 1,25. Розміри деталей змінюються в межах допуску.

Як устаткування застосовуються механічні або пневматичні дробемети, по-перше дріб викидається барабаном, що обертається з великою швидкістю, в других – через форсунки під тиском 5-6 кгс/см<sup>2</sup>.

Обробка виробляється в спеціальних камерах чавунним або сталевим дробом розміром 0,4-2 мм.

Оперативний час складає в середньому 3,00 мін. на один виріб і 10,00 мін. на 3 вироби, розміщені в камері.

Допоміжний час на укладання або підвішування виробів в камеру і видалення їх з камери складає 5,0хв.

Додатковий час складає 10% від оперативного і визначається за формулою 1.

Підготовчо-завершальний час приймається рівним 7,0хв.

Штучний час визначають за формулою 3.

Норму калькуляційного часу визначають за формулою 5.

### **10.3 Відцентрова обробка**

Відцентрова обробка є обробкою поверхні виробу кульками, розташованими в сепараторі, що обертається із швидкістю 10-40м/с. Кульки переміщуються в направляючих сепараторі і під дією відцентрових сил

притискаються до поверхні виробу, куди одночасно подається суміш, що складається з 60% індустріального масла і 40% гасу.

Відцентровій обробці піддаються шийки колінчастих валів, гільзи циліндрів, поршневі пальці, торсіонні вали і т.п. при відцентровій обробці розмір виробу практично не змінюється, чистота поверхні підвищується на 1-2 класи, твердість же поверхні збільшується для сталі на 25-45%, а чавуну на 30-60%.

Відцентрова обробка виробляється на токарному верстаті, при цьому виріб розміщується в центрах верстата або в патроні, а сепаратор – в пристосуванні, що має спеціальний електропривод – на супорті верстата.

Режим обробки встановлюють послідовно:

а) подачу на оборот виробу приймають:

для сталевих виробів	0,04-0,16 мм/об
для чавунних виробів	0,08-0,10 мм/об
для бронзових і дюралюмінієвих	0,02-0,20 мм/об

Прийняту подачу встановлюють по паспорту верстата:

б) окружну швидкість виробу приймають:

для сталевих, чавунних і бронзових виробів	30-60м/хв
для виробів з дюралюмінію	5-30м/хв

в) по вибраній швидкості обробки визначають теоретичну частоту обертання шпинделя верстата і підбирають найближчу частоту обертання по паспорту верстата.

г) визначають фактичну швидкість обробки виробу за формулою:

$$V = \pi D n / 1000 \quad \text{м/хв}$$

Де: U - фактична швидкість обробки, м/хв

V – діаметр обробки, мм;

n - частота обертання верстата прийнята по паспорту, об/хв

Основний час визначають за формулою 10:

$$t_0 = L i / n S \quad \text{хв}$$

де L - розрахункова довжина обробки, рівна довжині оброблюваної поверхні

L = 1 мм;

$i$  - число проходів, для сталевих і чавунних виробів 2-3, для виробів бронзових і з дюралюмінію 1-2.

Допоміжний час визначають по таблицях 22, 23, 24.

Додатковий час визначають за формулою 1, значення  $\Delta_0$  беруть з таблиці 25.

Підготовчо-завершальний час визначають по таблиці 26.

Штучний час визначають за формулою 3.

Норму калькуляційного часу визначають за формулою 5.

#### **10.4 Механічна обробка деталей, що відновлені поверхнево-пластичними деформаціями**

При цих способах обробки виробів спостерігається великий розкид в якості поверхневого шару. Тому рекомендується в загальному випадку, при первинній обробці відновленої поверхні - зменшувати швидкість різання на 15-20% в порівнянні із звичним.

Режими різання подальшої обробки нічим не відрізняються від загальноприйнятих в машинобудуванні.

### **11 Нормування ковальських робіт**

Метод наближеного нормування ковальських робіт заснований на нормуванні за часом охолодження поковки.

Температурний інтервал кування знаходиться в межах 1250-700°C. За часом охолодження поковки від температури 1250° до 700°C і по кількості необхідних нагрівів поковки встановлюють оперативний час кування.

Час охолодження поковки залежить від температури нагріву і її розмірів, і визначається за формулою:

$$t_{\text{ост}} = \Phi_T / (1/a + 1/b + 1/c) \quad \text{хв} \quad (91)$$

де:  $\Phi_T$  – температурний чинник, залежить від часу нагріву поковки і приймається по таблиці 243;

$1 / (1/a + 1/b + 1/c)$  - геометричний чинник, залежить від розмірів поковки;

a, b, c - розміри поковки, мм;

$t_{ост}$  - час охолодження, хв.

Оперативний час при простому куванні з одним нагрівом визначають за формулою:

$$t_{оп} = t_{ост} \quad \text{хв} \quad (92)$$

Оперативний час при декількох нагрівах поковки визначають за формулою:

$$t_{оп} = t_{ост} \cdot n_n \quad \text{хв} \quad (92)$$

де:  $t_{оп}$  - оперативний час, хв;

$t_{ост}$  - час охолодження, хв;

$n_n$  - кількість нагрівів, визначають по таблиці 224

Таблиця 243 - Значення температурного чинника Фт

Початкова температура, град.	1000	1050	1100	1150	1200
Температурний чинник	0,12	0,16	0,20	0,23	0,25

Примітка: Таблицею передбачене охолодження поковки до 800°C, при куванні до 750 °С температурний чинник збільшують на 10%, а при куванні до 800°C на 35%.

Таблиця 224- Кількість нагрівань поковки  $n_n$

Характер обробки	Діаметр поковки, мм	Зменшення висоти поковки	Подовження поковки до діаметра, мм	Кількість нагрівів, $n_n$
Осадження	50	у 2 рази	-	1
	60	у 2 рази	-	2
	70 і вище	у 2 рази	-	3
Протяжка	30	-	20	1
	40	-	20	2
	60	-	20	3
Кування в штампі	-	-	-	1

Додатковий час складає 25% від оперативного і визначається за формулою 1.

Підготовчо-завершальний час в середньому складає 10 хвилин.

Штучний час визначається за формулою 3.

Норму калькуляційного часу визначають за формулою 5.

## 12 Нормування слюсарних робіт

Норми часу на виконання слюсарних робіт розраховують по наперед розроблених таблицях нормативів часу. Нижче приводяться в таблицях нормативи часу на деякі слюсарні роботи, що зустрічаються найчастіше при ремонті деталей машин.

У таблицях вказаний неповний оперативний час. Воно вважається неповні тому, що частину допоміжного часу у кожному випадку встановлюють по таблиці 245.

Таблиця 245- Допоміжний час на установку в лещатах, на верстак, стенд, плиту і зняття деталі, хв

Маса деталі не більше, кг	Установка в лещатах і зняття деталі			Установка на верстак, стенд, плиту, зняття деталі
	Без накладок	З мідними накладками	З свинцевими накладками	
2	0,5	0,6	0,7	-
5	1,0	1,2	1,4	0,8
10	1,2	1,5	1,7	0,9
15	-	-	-	1,0
30	-	-	-	1,4

Таким чином, оперативний час визначається за формулою:

$$t_{оп} = t_{ноп} + t_{д} \quad \text{хв}$$

Де:  $t_{оп}$  - оперативний час, хв.;

$t_{ноп}$  - неповний оперативний час, прийнятий по таблицях;

$t_{д}$  - допоміжний час, прийняте по таблиці 245.

Додатковий час складає 8% від оперативного і визначуваного за формулою 1.

Підготовчо-завершальний час визначають по таблиці 246.

Таблиця 246- Підготовчо-завершальний час на слюсарні роботи, хв.

Ступінь складності роботи	На верстаку	На місці збірки
Проста	3	4
Середня	4	5
Складна	5	6

Штучний час визначають за формулою 3.

Норму калькуляційного часу визначають за формулою 5.

## 12.1 Зачищення заусенців

Після механічної обробки виробу необхідна в більшості випадків операція по зачистці заусенців.

Неповний оперативний час на зачистку 1см лінії заусенцев на výroбах вказано в таблиці 247.

Для умов обробки, відмінних від вказаних в таблиці 247, слід неповний оперативний час помножити на поправочні коефіцієнти таблиці 248.

Таблиця 247- Неповний оперативний час на зачистку 1см лінії заусенцев на výroбах, хв..

Вид попередньої обробки	Лінія обробки	Довжина оброблюваної поверхні, см			
		20	50	75	100
Механічна обробка	Пряма	0,014	0,011	0,010	0,009
	Крива	0,017	0,013	0,012	0,011
Гаряча штампування	Пряма	0,013	0,011	0,009	0,008
	Крива	0,016	0,013	0,011	0,010

Таблиця 248- Поправочні коефіцієнти до таблиці 247

Сталь $\sigma_B$ 40-60 кгс/мм <sup>2</sup>	Сталь $\sigma_B$ 40-60 кгс/мм <sup>2</sup>	Незручне виконання роботи	Не обрубані після штампування виробу
1,0	1,15	1,3	2,0

## 12.2 Свердління отворів

При ремонті різних виробів часто зустрічаються операції свердління отворів уручну.

Неповний оперативний час на свердління отворів на настільно-свердлувальному верстаті і електродрилем вказано в таблицях 249, 250, 251, 252 і 253.

Таблиця 249- Неповний оперативний час на свердління отворів  
на настільно-свердлувальному верстаті, хв.

Довжина сверд- ління, мм	Діаметр свердла, мм						
	2	4	6	8	10	12	14
5	0,20	0,16	0,10	0,12	0,12	0,13	0,16
6	0,25	0,19	0,13	0,13	0,16	0,17	0,22
7	0,27	0,20	0,19	0,16	0,17	0,18	0,23
8	0,29	0,21	0,20	0,17	0,18	0,19	0,25
10	0,32	0,22	0,21	0,20	0,20	0,21	0,28
12	0,40	0,28	0,24	0,27	0,29	0,25	0,34
14	0,44	0,30	0,26	0,29	0,31	0,28	0,37
16	0,51	0,32	0,28	0,32	0,34	0,31	0,41
18	0,55	0,34	0,33	0,34	0,36	0,33	0,44
20	0,58	0,36	0,35	0,36	0,38	0,35	0,47
22	-	0,43	0,36	0,40	0,42	0,39	0,53
24	-	0,45	0,40	0,45	0,46	0,41	0,57
28	-	0,52	0,46	0,51	0,50	0,48	0,66
30	-	0,57	0,47	0,53	0,57	0,50	0,69

Поправочні коефіцієнти на неповний оперативний час, вказаний в таблиці 249 приведені в таблицях 250 і 253; при розсвердлюванні неповний оперативний час множаться ще на коефіцієнт 0,75.

Таблиця 250 - Поправочні коефіцієнти до таблиці 249

Сталь $\sigma_B$ кгс/мм <sup>2</sup>			Чавун	Мідні сплави	Алюмінієві сплави	Ферродо
40-60	61-80	81-90				
0,80	1,0	1,1	0,8	0,7	0,6	0,5

Таблиця 251 - Неповний оперативний час на свердлінняотворів електричною дреллю, хв.

Довжи на свердлення, мм	Діаметр свердла, мм						
	5	10	20	30	50	70	100
4	0,30	0,35	0,50	0,60	-	-	-
5	0,35	0,40	0,60	0,75	1,20	-	-
8	0,40	0,45	0,60	0,80	1,20	1,50	-
10	0,60	0,70	0,85	1,10	1,40	1,80	2,50
12	0,60	0,70	0,90	1,10	1,50	2,00	2,70
14	0,70	0,75	0,95	1,10	1,60	2,00	2,70
16	0,70	0,80	0,95	1,20	1,60	2,00	2,70
18	0,80	0,90	1,15	1,50	2,00	2,50	3,30
20	1,00	1,10	1,40	1,80	2,40	3,20	4,30

Для умов обробки, відмінних від вказаних в таблиці 251 слідє оперативний час помножити на поправочні коефіцієнти таблиць 252 і 253.

Таблиця 252 - Поправочні коефіцієнти до таблиці 251

Сталь $\sigma_B$ кгс/мм <sup>2</sup>		Чавун	Мідний сплав	Алюмінієвий сплав	Свердлити	
40-60	61-80				зручно	незручно
1,0	1,3	0,8	0,7	0,6	1,0	1,3

Таблиця 253 - Поправочні коефіцієнти до таблиць 249 і 251

Свердлінняотворів	
Глухих	Крізних
1,0	1,2

### 12.3 Розвертання отворів уручну

Розвертання отворів уручну циліндровою розверткою часто зустрічається при ремонті деталей машин.

Неповний оперативний час на розвертання отворів циліндровими розвертками вказано в таблиці 254.

Таблиця 254 - Неповний оперативний час на розвертання отворів циліндровою розверткою уручну, хв

Довжи на отвору мм	Діаметр отвору, мм до							
	5	7	9	12	16	20	26	35
5	0,35	0,36	0,39	0,44	0,49	0,53	0,58	-
15	0,75	0,76	0,83	0,93	1,04	1,13	1,24	1,39
25	1,04	1,05	1,14	1,28	0,43	1,55	1,70	1,90
35	1,26	1,27	1,38	1,55	1,74	1,88	2,07	2,31
45	-	1,56	1,72	1,91	2,12	2,30	2,54	2,84
60	-	-	-	2,33	2,59	2,81	3,09	3,45
70	-	-	-	-	2,84	3,08	3,39	3,78
90	-	-	-	-	-	3,39	3,74	4,18
100	-	-	-	-	-	3,71	4,09	4,57

Для умов обробки відмінних від вказаних в таблиці 254 слідує неповний оперативний час помножити на поправочні коефіцієнти таблиці 255; при розгортанні отворів впритул неповний оперативний час умножають ще і на коефіцієнт 1,2.

За важких умов роботи використовують також поправочний коефіцієнт 1,3.

Таблиця 255- Поправочні коефіцієнти

Хромонікельова, молібденова сталь	Чавун	Мідні сплави	Алюмінієві сплави	Припуск на діаметр, мм		
				0,2	0,15	0,05
1,3	0,8	0,7	0,6	1,0	0,9	0,8

### 12.4 Нарізування різь мітчиками уручну

Крізні і глухі різь в отворах нарізують ручними мітчиками за допомогою воротків.

Неповний оперативний час на нарізування різь мітчиками уручну вказано в таблиці 256.

Таблиця 256 - Неповний оперативний час на нарізування різь уручну трьома мітчиками, хв

Різь		Довжина нарізуваної частини не більше, мм	Час на нарізування різь		
Метрична не більше, мм	Дюймова не більше, мм		Метрична	Дюймова	Трубна
10	1 / 2	5	1,3	1,1	1,1
		10	2,2	1,6	1,7
		20	3,0	2,5	2,8
		30	3,9	3,7	3,7
20	3 / 4	20	3,9	3,4	4,8
		30	4,7	4,9	6,0
30	1	30	6,0	6,9	9,5

Для умов нарізування різь, відмінних від вказаних в таблиці 256, неповний оперативний час множаться на поправочні коефіцієнти таблиці 257; при виконанні роботи двома мітчиками вводиться коефіцієнт 0,7, одним мітчиком – 0,5. При незручній роботі використовується коефіцієнт – 1,2.

Таблиця 257 - Поправочні коефіцієнти

Сталь $\sigma_B$ кгс/мм <sup>2</sup>		Чавун	Мідні сплави	Алюмінієві сплави	Хромонікельова, молібденова сталь
40-60	60-80				
1,0	1,2	0,8	0,7	0,6	1,3

## 12.5 Нарізування різь плашками уручну

Неповний оперативний час на нарізування різь плашками уручну вказано в таблиці 258.

Таблиця 258 - Неповний оперативний час на нарізування різь плашками  
уручну, хв.

Різь		Довжина нарізуваної частини не більше, мм	Час на нарізування різь		
Метрична не більше, мм	Дюймова не більше, мм		Метрична	Дюймова	Трубна
10	1 / 2	5	1,0	0,8	0,9
		10	2,4	1,7	1,8
		20	2,8	2,4	2,7
		30	3,5	3,2	3,0
20	3 / 4	20	3,2	3,2	4,1
		30	4,3	4,3	5,4
30	1	30	5,6	6,5	8,9

Для умов обробки, відмінних від таблиці 258, неповний оперативний час слід помножити на поправочні коефіцієнти таблиці 257.

### 12.6 Запресування деталей на рейковому пресі

Неповний оперативний час на пресові роботи, виконувані на рейковому пресі, вказані в таблиці 259.

Таблиця 259- Неповний оперативний час при роботі на рейковому пресі, хв.

Діаметр посадки, мм до	Довжина посадки, мм до			
	30	50	80	100
20	0,30	0,35	0,45	0,50
30	0,35	0,40	0,55	0,60
50	0,43	0,55	0,70	0,80
80	0,55	0,70	0,85	0,95
100	0,70	0,86	1,10	1,20

Поправочні коефіцієнти до таблиці 259 для змінених умов роботи вказані в таблиці 260.

Таблиця 260 - Поправочні коефіцієнти

Найменування посадок			Запресовка деталей в нагретому стані	Випресовка деталей	Зручність роботи		Матеріал		Партія деталей на 10 штук
Напружена	Глуха	Пресо ва			Зручно	Не зручно	Сталь в сталь	Бронза в сталь	
1,0	1,3	1,5	1,3	0,8	1,0	1,2	1,0	0,9	0,75

## 12.7 Запресування деталей на гідравлічному пресі

Неповний оперативний час на пресування роботи, виконувани на гідравлічному пресі вказані в таблиці 261.

Поправочні коефіцієнти до таблиці 261 для змінених умов роботи вказані в таблиці 260.

Таблиця 261-Неповний оперативний час при роботі на гідравлічному пресі, хв.

Устаткування	Діаметр посадки, мм до	Довжина посадки мм до						
		25	50	80	100	130	150	200
Гідравлічний прес, зусилля 20 тс	30	0,1	0,1	-	-	-	-	-
	70	2	5	0,2	0,2	0,3	-	-
	100	0,1	0,2	2	8	0	0,4	-
	5	0	0,3	0,3	0,3	0,4	5	
	0,2	0,3	2	8	0			
	0	0						
Те ж, зусилля 40 тс	50	0,2	0,3	0,4	0,5	0,7	-	-
	100	5	5	5	5	0	0,8	1,2
	150	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	5	5
	0	5	5	5	5	0	1,0	1,5
	0,3	0,5	0,6	0,8	0,9	0	0	0
	5	5	5	0	0			

## **12.8 Зачищення абразивним кругом на гнучкому валу гострих кромок по довжині западин і куту зуба шестерні**

Неповний оперативний час встановлюють по таблиці 262.

Для змінених умов роботи необхідний неповний оперативний час, вибраний по таблиці 262, помножити на поправочні коефіцієнти таблиці 263.

## **12.9 Зачищення поверхні абразивним полотном уручну**

Неповний оперативний час на зачистку абразивним полотном циліндрових і торців поверхонь встановлюють по таблиці 264.

Поправочні коефіцієнти до таблиці 264 для змінених умов роботи вказані в таблиці 265.

Таблиця 262 - Неповний оперативний час на зачистку абразивним кругом на гнучкому валу гострих кромок  
зубів шестерні після обробки на зуборізних верстатах, хв.

Число зубів до	Довжина зуба, мм до									
10	0,57	0,66	0,79	0,92	1,02	1,12	1,20	1,28	1,43	1,74
15	0,83	0,95	1,15	1,34	1,47	1,61	1,73	1,84	2,05	2,49
20	1,07	1,23	1,49	1,71	1,91	2,08	2,24	2,39	2,66	3,23
30	1,54	1,77	2,15	2,47	2,75	3,00	3,23	3,44	3,83	4,56
40	2,00	2,29	2,79	3,20	3,60	3,88	4,18	4,46	4,96	6,03
50	2,44	2,80	3,41	3,91	4,35	4,75	5,11	4,45	6,07	7,37
60	2,88	3,30	4,01	4,61	5,13	5,60	6,03	6,42	7,17	8,69
70	3,30	3,79	4,61	5,29	5,80	6,43	6,92	7,38	8,21	9,98
80	3,73	4,28	5,20	5,97	6,64	7,25	7,81	8,32	9,27	11,30
90	4,17	4,79	5,82	6,68	7,44	8,12	8,74	9,32	10,40	12,60
100	4,55	5,23	6,35	7,29	8,12	8,86	9,54	10,20	11,30	13,70
150	6,56	7,55	9,15	10,50	11,70	12,80	13,70	14,60	16,30	19,80
200	8,50	9,75	11,80	13,60	15,10	16,50	17,80	19,00	21,10	25,00

Таблиця 263 - Поправочні коефіцієнти

Доступність обробки			Радіус округлення мм		Модуль		Оброблюваний матеріал			
Відкриті поверхні	Поверхні закриті		Від 0,3 до 0,5	Від 0,1 до 0,3	3	5	Сталь $\sigma_B$ кгс/мм <sup>2</sup>		Кольоро ві метали	Чавун НВ180-200
	З 1 боку	З 2 боків					40-60	61-80		
1,0	1,1	1,3	1,0	0,8	1,0	1,6	1,0	1,2	0,7	0,8

Таблиця 264- Неповний оперативний час на зачистку циліндрової і торця поверхні абразивним полотном, хв.

Циліндрова поверхня											
Характер роботи	Діаметр поверхні, що зачищається, мм до	Довжина поверхні, що зачищається, мм до									
		50	75	100	150	200	300	400	500	750	
після механічної обробки	25	0,64	0,87	0,97	1,24	1,48	1,88	2,24	2,56	3,13	
	50	0,77	0,98	1,17	1,49	1,77	2,28	2,68	3,06	3,75	
	100	0,92	1,17	1,40	1,78	2,12	2,70	3,21	3,67	4,49	
	200	1,10	1,41	1,67	2,13	2,53	3,23	3,84	4,30	5,37	
Торцева поверхня											
Характер роботи	Діаметр або сторона квадрата поверхні, що зачищається, мм до										
	5	10	20	40	50	60	70	80	90	100	125
Зачистка після механічної обробки	0,25	0,30	0,35	0,47	0,62	0,75	0,90	1,08	1,25	1,40	1,85

Таблиця 265 - Поправочні коефіцієнти до таблиці 264

Сталь $\sigma_v$ кгс/мм <sup>2</sup>		Чавун	Мідні сплави	Алюмінієві сплави
40-60	61-80			
1,0	1,2	0,8	0,7	0,6

### 13 Нормування малярних робіт

У ремонтному виробництві забарвлення машин і агрегатів виробляють в основному трьома способами: уручну – кистю, з пістолета – розпилювача механізованим способом і зануренням – зануренням виробу у ванну.

Час, що витрачається на забарвлення багато в чому залежить від складності рельєфу поверхні.

Розрізняють 4 групи складності виробів для лакофарбових покриттів:

1. деталі листові з плоскими або криволінійними поверхнями: крила, капоти, кришки багажників, кабіни і платформи вантажних автомобілів, тракторів і дорожно-будівельних машин, кронштейни, ящики, цистерни і ін.

2. Агрегати автомобілів, агрегати і окремі громіздкі вузли тракторів і дорожно-будівельних машин: двигуни, коробки передач, задні мости, рами, стріли, радіатори, паливні насоси і ін.

3. Складальні одиниці складної конфігурації: автомобілі, трактори, дорожно-будівельні машини.

4. Деталі і складальні одиниці з малою площею забарвлення і з високими вимогами до якості обробки (у ремонтній практиці не зустрічаються).

У подальших таблицях нормативи оперативного часу приведені для виробів 1-ої групи складності.

Для виробів 2-ої і 3-ій груп складності поправочні коефіцієнти дані в таблиці 266.

Таблиця 266 - Поправочні коефіцієнти K<sub>c</sub>

Група складності виробу	K <sub>c</sub>
Перша	1,0
Друга	1,3
Третя	1,7

Розмір поверхні забарвлення визначається як подвоєна сума площ всіх проєкцій виробу за формулою:

$$F = 2 (av + ac + vc) \text{ м}^2$$

Де: а – довжина виробу, м;

у – ширина виробу, м;

з – висота виробу, м.

У таблиці 267 дана поверхня покриття деяких виробів в м<sup>2</sup>

Таблиця 267- Орієнтовні розміри поверхні забарвлення автомобілів і агрегатів, м<sup>2</sup>

Об'єкти	Для ґрунтування	Для фарбування
Автомобіль легкового типу:		
Волга	54-58	25-26
Москвич, Жигулі	44-48	15-17
Автобуси типу:		
ЛАЗ	200-212	123-127
ПАЗ	78-82	50-54
ЛІАЗ	225	205
Кабіна і оперення вантажного автомобіля типу:		
ГАЗ	24-26	24-26
ЗІЛ	29-31	29-31
Платформа вантажних автомобілів	-	28-30
Рама і ходова частина	-	3,5
Двигун із зчепленням	-	2,5
Коробка передач	-	2,0
Задній міст	-	3,0
Передній міст	-	2,0
Карданна передача	-	1,5
Рульове управління	-	1,5

Технічна норма калькуляційного часу визначається за формулою:

$$T_k = t_{оп} F K_c K K_{нв} \text{ хв.} \quad (94)$$

Де:  $t_{оп}$  - оперативний час виконання роботи на площі в  $1 \text{ м}^2$ , хв;

F - площа поверхні,  $\text{м}^2$  ;

$K_C$  - коефіцієнт, що враховує складність виробу, таблиця 266;

$K$  - коефіцієнт, що враховує додатковий і підготовчо-завершальний час, приймається по таблиці 268;

$K_{ну}$  - коефіцієнт, що враховує незручності при виконанні роботи (внутрішнє забарвлення) приймається рівним 1,2.

Таблиця 268 - Значення коефіцієнта K

Робота	K
Видалення старої фарби	1,10
Підготовка поверхні під фарбування	1,10
Захист поверхонь, що не підлягають фарбуванню	1,10
Фарбування кистю	1,13
Фарбування зануренням	1,13
Фарбування розпилюванням	1,15
Місцева шпатлювка	1,11
Шліфування ручне	1,11
Шліфування машинками	1,13

### 13.1 Видалення старої фарби

Видалення старої фарби виробляється у ваннах або струменевим способом за допомогою розчинників: ацетону, уайтспіріту, гасу, різних змивок, лужних розчинів і ін.

Практикується також видалення старої фарби ручним способом за допомогою скребків і сталевих щіток, а також вогняний спосіб, при якому стара фарба випалюється з поверхні виробу полум'ям газового пальника або паяльної лампи.

Оперативний час на видалення старої фарби вказано в таблиці 269.

Таблиця 269 - Оперативний час на видалення  $1 \text{ м}^2$  старої фарби, хв.

Виконання роботи	$t_{оп}$
Видалення старої фарби у ваннах або струменевим способом за допомогою різних розчинників	0,22
Видалення старої фарби шкрябаннями і сталевими щітками	11,50

Норму калькуляційного часу визначають за формулою 94.

### 13.2 Механічна підготовка поверхні

Механічна підготовка поверхні виробляється двома способами:

- 1) обробкою сухим абразивом, що є металевим піском (рубаний сталевий дріт), чавунним дробом або фруктовою кісточкою (для деталей із сплавів кольорових металів);
- 2) гідроабразивною обробкою, тобто очищення виробів струменем води і кварцового піску.

Оперативний час на підготовку поверхні вказано в таблиці 270.

Таблиця 270 - Оперативний час на механічну підготовку 1 м<sup>2</sup> поверхні, хв.

Вид роботи	t <sub>оп</sub>
Механічна підготовка обробкою сухим абразивом	14,04
Механічна підготовка гідроабразивним очищенням	27,06

Норму калькуляційного часу визначають за формулою 94.

### 13.3 Ізоляція і захист поверхонь деталей не підлягають фарбуванню

У виробі окремі поверхні не підлягають фарбуванню: ручки, ободи фар, ободи лобових і задніх стекол, скла, отвору і ін. Ці поверхні обгортають липкою стрічкою, покривають тугоплавким мастилом, ізолюють папером і ін.

Оперативний час залежить від ширини і довжини використовуваної стрічки, визначається по таблиці 271.

Таблиця 271-Оперативний час, хв.

Ширина стрічки	50	100	200	300
30	0,11	0,13	0,19	0,25
50	0,13	0,15	0,25	0,36
70	-	0,21	0,32	0,46

Норму калькуляційного часу визначають за формулою:

$$T_k = t_{оп} K$$

Де K – поправочний коефіцієнт таблиці 268.

### **13.4 Фарбування поверхонь**

Типовий технологічний процес забарвлення включає наступні операції:

1. Нанесення 1-го шару ґрунту
2. Сушка
3. Нанесення шпатльовки
4. Сушка
5. Шліфування
6. Нанесення виявительного шару фарби
7. Сушка
8. Виправка поверхні шпатльовкою
9. Сушка
10. Шліфування
11. Нанесення 1-го шару фарби
12. Сушка
13. Нанесення 2-го шару фарби
14. Сушка
15. Нанесення 3-го шару фарби
16. Сушка
17. Нанесення 4-го шару фарби
18. Сушка
19. Нанесення 5-го шару фарби
20. Сушка
21. Шліфування
22. Нанесення розчинника
23. Сушка

## 24.Полірування

При цьому операції 5, 6, 7, 8, 9, 10, 21, 22, 23 і 24 при фарбуванні оперення і кабін вантажних автомобілів, тракторів і дорожно-будівельних машин не обов'язкові.

При фарбуванні агрегатів звичайно виконуються 1, 2, 11, 12, 13 і 14 операції.

Оперативний час по операціях лакофарбових покриттів вказано в таблиці 272.

Таблиця 272 - Оперативний час на операції лакофарбових покриттів на 1 м<sup>2</sup> поверхні, хв.

Вид роботи	Умовне виконання робіт	t <sub>оп</sub>
Нанесення ґрунтовок, шпатльовок, емалей	Пневматичне розпилювання	0,84
Нанесення ґрунтовок, емалей	Зануренням	0,23
Нанесення шпатльовок	Шпателем уручну	4,30
Шліфування під фарбування абразивним полотном	Пневматичною машинкою	6,00
Полірування після фарбування пастою	Пневматичною машинкою	12,00
Нанесення ґрунтовок, емалей	Кистю уручну	4,31

Норму калькуляційного часу визначають за формулою 94.

### 13.5 Сушка заґрунтованих і пофарбованих поверхонь

Застосовуються різні види сушки:

1. Природна при  $t = 13-18^{\circ}\text{C}$ .

2. Конвекційна – в сушильних камерах потоком гарячого повітря або продуктами згорання при  $t = 50-70^{\circ}\text{C}$  для шпатльовок,  $t = 100-110^{\circ}$  для ґрунтів і  $t = 100-140^{\circ}\text{C}$  для емалей.

3. Терморадіаційна, при якій забарвлений виріб опромінюється інфрачервоним промінням від джерела інфрачервоного випромінювання – трубчастих або панельних теплоелектронагрівачів, ламп розжарювання або газових пальників.

Оперативний час на операції сушки лакофарбних покриттів вказано в таблиці 273.

Таблиця 273 - Оперативний час на сушку покриттів на 1 м<sup>2</sup>, хв.

Вид роботи	Умови виконання робіт	t <sub>оп</sub>
Сушка ґрунтів і емалей	Конвекційна	1,09
	Терморадіаційна	0,25

Норму калькуляційного часу на сушку після покриття визначають за формулою 94.

## 14 Нормування деревооброблювальних робіт

На ремонтних підприємствах застосовується як машинна, так і ручна обробка деревини.

### 14.1 Машинна обробка

При машинній обробці деревини використовуються верстати: круглопільні, фугувальні, рейсмусові, фрезерні, свердлувальні, стрічкові пили і комбіновані верстати.

Верстати можуть мати, як машинні, так і ручні подачі.

Машинна подача визначається по формулах:

а) для круглопільних верстатів:

$$S = 00 N / K h \quad \text{м/хв} \quad (95)$$

б) для фугувань і рейсмусових верстатів:

$$S = 2700N / K B h \quad \text{м/хв} \quad (96)$$

Де: N - потужність приводу верстата, кВт, приймається по паспорту верстата;

K – питомий опір різанню кгс/мм<sup>2</sup>, приймається по таблиці 274;

B – ширина обробки поверхні, мм;

h - товщина матеріалу (стружки) мм.

Машинні подачі, визначені розрахунком узгоджуються з паспортними даними верстатів.

Таблиця 274 - Значення питомого опору  $K$  кгс/мм<sup>2</sup>

Верстати	М'яка порода	Тверда порода
Круглопільні	4,1	7,2
Фугувальні	1,8	2,7
Рейсмусові	1,8	2,7

Ручні подачі залежать від швидкості різання і товщина матеріалу (стружки).

Швидкість різання визначається за формулою:

$$V = \pi D n / 1000 \quad \text{м/хв} \quad (97)$$

Де:  $D$  – діаметр циркульної пили, діаметр ножової головки фугування або рейсмусового верстатів, діаметр провідного шківа стрічкової пили, мм;

$n$  - частота обертання ріжучого інструменту, об/хв, приймається по паспорту верстата.

Ручна подача визначається по формулах:

а) для круглопільних верстатів:

$$S_p = 0.15 V / h \quad \text{м/хв} \quad (98)$$

б) для фугувальних верстатів:

$$S_p = 47V / K B h \quad \text{м/хв} \quad (99)$$

в) для фрезерних верстатів:

$$S_p = 3.5V / K B h \quad \text{м/хв} \quad (100)$$

г) для стрічкових пил:

$$S_p = 0.12V / h \quad \text{м/хв} \quad (101)$$

При розпилюванні твердих порід дерева значення ручних подач, одержаних по формулах 98 і 101 необхідно помножити на коефіцієнт 0,58.

Значення  $K$  – приймається по таблиці 275.

Таблиця 275 - Значення питомого опору  $K$  кгс/мм<sup>2</sup>

Деревина	Стругання			Фрезерування	
	Товщина стружки			Чисте	Грубе
	3	2	1		
М'яка	1,05	1,25	1,85	2,4	1,05
Тверда	1,60	1,90	2,75	3,6	1,60

Основний час визначають по формулах:

$$t_0 = L i / 1000 \cdot S \quad \text{або} \quad t_0 = L i / 1000 \cdot S_p \quad [d] \quad (102)$$

де:  $L = l + l_1 + l_2$  - розрахункова довжина обробки, мм;

$l$  - довжина заготовки, мм;

$l_1$  - величина врізання, визначається по таблиці 276, мм;

$l_2$  - величина перебега для всіх діаметрів приймається рівною 10 мм.

Таблиця 276 - Величина врізання, мм

Висота пропила, товщина дошки, мм	Діаметр ріжучого інструменту, мм							
	150	200	250	300	350	400	500	600
10	37	44	49	54	56	60	70	78
15	45	48	59	64	71	76	86	94
20	51	60	68	74	81	87	99	108
30	61	71	82	90	98	105	119	131
40		79	92	104	111	120	135	150
50		87	100	112	122	132	150	161
60			107	120	132	142	163	180
70			112	127	140	152	174	143
80				133	147	160	183	204
90				138	153	167	192	214
100					158	173	200	224

Допоміжний час визначають по таблиці 277.

Таблиця 277 - Допоміжний час, хв.

Перетин заготовки, см <sup>2</sup> , до	Довжина заготовок, мм								
	500	750	1000	1500	2000	2500	3000	4000	5000
20	0,05	0,06	0,07	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18
40	0,06	0,07	0,08	0,10	0,12	0,13	0,15	0,19	0,24
70	0,07	0,08	0,09	0,11	0,14	0,17	0,19	0,24	0,28
100	0,08	0,09	0,10	0,13	0,16	0,19	0,22	0,26	0,31
150	0,09	0,10	0,12	0,15	0,19	0,22	0,25	0,31	0,38
200	0,11	0,12	0,14	0,18	0,21	0,25	0,29	0,36	0,43
300	0,13	0,15	0,17	0,22	0,27	0,31	0,36	0,45	0,54

ПРИМІТКА: 1. Зміст роботи – узяти заготовку з штабелю, встановити на верстат і після обробки укласти в штабель.

2. При кріпленні заготовки на столі верстата додається 0,2хв.

Додатковий час складає 15% від оперативного і визначається за формулою

1.

Підготовчо-завершальний час складає для всіх верстатів 10 хвилин.

Штучний час визначають за формулою 3, норму калькуляційного часу – за формулою 5.

## 14.2 Ручна обробка

На окремі види ручної обробки м'яких порід дерева в наступних нижче таблицях приведений штучний час. Тому норма калькуляційного часу визначається за формулою:

$$t_k = t_{шт} + t_{пз} / q \quad \text{хв} \quad (103)$$

Де:  $t_{пз}$  - підготовчо-завершальний час, приймається рівним – 7,00 хвилинам;

$q$  - кількість однозначних операцій.

Таблиця 278 - Штучний час на розпилювання деревини лучковою пилою, хв.

Товщина розпила, мм	Ширина розпила, мм до								
	20	40	60	80	100	120	130	150	200
10	0,12	0,14	0,15	0,18	0,20	0,25	0,28	0,35	0,40
20	0,14	0,18	0,22	0,25	0,31	0,42	0,48	0,60	0,64
40	0,19	0,25	0,33	0,42	0,54	0,74	0,86	1,14	1,26
60	0,23	0,33	0,44	0,57	0,76	1,05	1,26	1,64	1,77
80	0,27	0,41	0,58	0,72	0,46	1,52	1,65	2,20	2,41
100	0,32	0,48	0,67	0,89	1,19	1,62	2,03	2,77	3,04

ПРИМІТКА: поправочний коефіцієнт на тверду породу дерева – 1,25.

Таблиця 279 - Штучний час на стругання рубанком, хв.

Ширина стругання, мм до	Довжина стругання, мм до						
	300	400	500	600	700	800	1000
Стругання площин							
50	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
100	0,6	0,8	0,9	1,0	1,2	1,3	1,5
150	0,7	0,9	1,0	1,2	1,4	1,5	1,8
200	0,8	1,0	1,2	1,3	1,5	1,7	2,0
250	0,9	1,1	1,3	1,4	1,7	1,9	2,4
Стругання кромки							
10	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,7	0,8
20	0,4	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0	1,1
30	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,1	1,3

ПРИМІТКА: поправочний коефіцієнт на стругання твердих порід дерева – 1,4

Таблиця 280 - Штучний час свердлінняотворів, хв.

Діаметр отвору, мм до	Довжина отвору				
	10	20	30	40	50
Ручним дрилем					
10	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5
15	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7
20	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8
Електродрилем					
10	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3
15	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5
20	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5

Таблиця 281 - Штучний час на зачистку поверхні абразивним полотном, хв.

Поверхня	Площа зачистки, см <sup>2</sup> , до					
	5	10	20	30	40	50
Прямолінійна	0,57	0,65	0,84	1,07	1,32	1,60
Криволінійна	0,80	0,95	1,33	1,70	1,96	2,42

ПРИМІТКА: поправочний коефіцієнт на зачистку твердих порід дерева – 1,3.

Таблиця 282 - Штучний час на загортання і відкручування шурупів (на один шуруп), хв.

Діаметр шурупа, мм	Довжина шурупа, мм до							
	15	20	25	30	35	40	45	50
Загортання ручною викруткою								
4	0,45	0,50	0,65	0,76	0,90	1,06	-	-
6	-	-	-	0,54	0,61	0,69	0,70	0,75
8	-	-	-	-	-	0,81	0,91	1,02
Відкручування ручною викруткою								
4	0,29	0,37	0,45	0,52	0,60	0,69	-	-
6	-	-	-	0,40	0,46	0,52	0,55	0,58
8	-	-	-	-	-	0,63	0,67	0,72
Загортання, відкручування електровикруткою								
4	0,24	0,26	0,28	0,29	0,30	0,31	0,33	0,35
6	-	-	-	0,50	0,31	0,33	0,36	0,40
8	-	-	-	-	0,35	0,40	0,43	0,46

ПРИМІТКА: поправочний коефіцієнт для твердих порід дерева – 1,1.

Таблиця 283 - Штучний час на довбання шипів стамесками і долотами, хв.

Ширина шипа, мм до	Глибина довбання					
	10	15	20	30	40	50
10	0,21	0,26	0,30	0,50	-	-
15	0,22	0,29	0,34	0,58	-	-
20	0,30	0,36	0,42	0,74	1,20	1,60
25	0,36	0,42	0,58	0,94	1,45	1,90
30	0,43	0,61	0,73	1,15	1,72	2,15
35	0,50	0,74	0,98	1,35	1,95	2,40
40	0,58	0,88	1,20	1,65	2,50	2,75

ПРИМІТКА: поправочний коефіцієнт для твердих порід дерева – 1,2.

## 15 Нормування робіт по ремонту кабін і деталей оперіння

Основні види цих робіт: правка (вибиванням і рихтуванням) пом'ятих поверхонь, заміна непридатних деталей новими, виготовлення нових деталей і латок, розривів, приварювання латок, зачистка зварювальних швів і т.д.

У таблиці 284 приведено штучний час на виконання окремих операцій по жерстяницьким і супутнім зварювальним роботам стосовно кабін і деталей оперення автомобіля ГАЗ-53А.

У таблиці 285 вказані коефіцієнти приведення норм штучного часу автомобілів інших марок і деяких дорожно-будівельних машин до норм штучного часу на ремонт кабін і деталей операція автомобіля ГАЗ-53А.

Таблиця 284 - Штучний час на жерстяницькі і зварювальні роботи по ремонту кабіни і деталей оперення автомобіля ГАЗ-53А, хв

№ п/п	Зміст операції	Роботи	
		Жерстяницькі	Зварювальні
1.	Кабіну відремонтувати з правкою, рихтуванням, накладенням латок, усуненням перекосів отворів вікно і дверей, ремонтом і навішуванням дверей, зачисткою зварювальних швів і помсти при проварюванні вм'ятин, приварювання накладок і латок	160,1	164,7
2.	Крило виправити, вм'ятини усунути, заварити тріщини, зачистити після зварки	23,2	7,7
3.	Панель капота виправити, вм'ятини усунути, заварити тріщини, зачистити після зварки	29,5	7,7
4.	Бризговік крила виправити, усунути вм'ятини, заварити тріщини, зачистити після зварки.	5,2	4,2
5.	Бризговік двигуна виправити, усунути вм'ятини, заварити тріщини, зачистити після зварки.	3,9	3,3
6.	Бризговік буфера виправити, заварити тріщини, зачистити після зварки.	8,4	6,6
7.	Облицьовування радіатора виправити, усунути вм'ятини, заварити тріщини, зачистити після зварки.	17,2	8,5
8.	Полік кабіни виправити, усунути вм'ятини, заварити тріщини, зачистити після зварки.	3,3	1,9
9.	Підніжку виправити, усунути вм'ятини, заварити тріщини, зачистити після зварки.	2,5	1,5
10.	Капот двигуна виправити, усунути вм'ятини, заварити тріщини, зачистити після зварки.	3,3	2,0
11.	Кожух вентилятора виправити, усунути вм'ятини, заварити тріщини, зачистити після зварки.	1,5	1,5
12.	Буфер виправити, усунути вм'ятини, заварити тріщини, зачистити після зварки.	14,1	8,4
13.	Глушник виправити, заварити тріщини, розриви, приварити нові деталі.	3,2	8,6
14.	Трубу глушника виправити, заварити тріщини.	4,5	0,9
15.	Боковину капота виправити, усунути вм'ятини, заварити тріщини, зачистити після зварки.	3,3	2,0
16.	Кришку капота двигуна виправити, усунути вм'ятини, заварити тріщини, зачистити після зварки.	3,3	2,0
17.	Онову сидіння виправити, заварити тріщини.	4,7	3,3
18.	Полік педалей виправити, заварити тріщини.	2,4	1,8
19.	Кронштейн підніжки виправити, заварити тріщини.	2,0	0,9
20.	Кронштейн крила виправити, заварити тріщини.	2,0	0,9
21.	Кронштейн бензобака виправити, усунути вм'ятини, заварити тріщини.	2,6	2,0
22.	Кронштейн акумуляторної батареї виправити, заварити тріщини.	3,3	2,0

Таблиці 285- Коефіцієнти зведення автомобілів і дорожно-будівельних машин до автомобіля ГАЗ – 53А по нормах штучного часу на жестяніцкі і супутні зварювальні роботи, Кз

Найменування машин	Кз
Автомобіль ГАЗ – 53А	1,00
Автомобіль ЗІЛ – 130	1,13
Автомобіль ЗІЛ – ММЗ –555	1,24
Автомобіль МАЗ – 550	1,80
Автомобіль КаМАЗ	2,00
Автомобіль КрАЗ – 250	1,78
Трактор гусеничний Т – 100, Т – 100М, Т – 130	3,85
Трактор гусеничний Т – 140, Т – 180	7,80
Трактор гусеничний ДТ – 75, ДТ – 74	3,12
Екскаратори місткістю ковша 0,4 – 0,65 м <sup>3</sup>	5,90
Екскаратори місткістю ковша 0,65 – 1,25 м <sup>3</sup>	6,55
Екскаратори місткістю ковша 1,25 – 2,0 м <sup>3</sup>	10,40
Навантажувачі одноковшові, класу 10т	4,58
Навантажувачі одноковшові, класу 15т	8,43

Калькуляційний час визначають за формулою:

$$T_k = T_{ш} K_{п} K \text{ хв.}$$

де:  $T_{ш}$  – штучний час, прийняте по таблиці 284 хв.;

$K_{п}$  – коефіцієнт привида, прийнятий по таблиці 285

$K$  – коефіцієнт, що враховує поготовительно-завершальний час, приймається в середньому 1,05.

## 16 Нормування розбірних і складальних робіт

Нормування розбірних і складальних робіт стосовно вузлів і агрегатів дорожніх машин, тракторів і автомобілів є сумою регламентованих витрат робочого часу на виконанні окремих елементів (прийомів) операцій, прийнятих по приведених нижче таблицях нормативів.

Ці окремі елементи (прийоми) розбірних і складальних робіт фіксуються в спеціальній карті нормування.

Попередня розробка карти такого нормування є абсолютно обов'язковою і неодмінною умовою правильного виконання робіт по нормуванню.

Рекомендована форма карти нормування вказана в таблиці 286.

Таблиця 286 - Карта нормування на збірку, розбирання

Перехід (прийом) роботи	Нормоутворюючі чинники	Деталей на вузол	Устаткування, інструмент, пристосування	Умови роботи	№№ таблиць	Розрахунок часу з урахуванням умов роботи
1	2	3	4	5	6	7

До нормоутворюючих чинників відноситься: площа поверхні деталей, що сполучаються, м<sup>2</sup>; діаметр кріпильних деталей, мм; відстань між кріпильними деталями, мм; довжина відкручування або загортання, мм; крок різь, мм, діаметр різь, мм; число кріпильних деталей, шт.; діаметр валу або осі, м; діаметр підшипника, мм; довжина пружини, мм; діаметр шайби, мм; діаметр пружини, мм; ширина шпонки, мм; маса деталей, кг і ряд інших чинників.

Умови роботи залежать від трьох основних чинників:

1. Від вигляду і моделі машини (складнощі машини і агрегату), з вузлом, якій в даному конкретному випадку доводиться працювати;
2. Від завдання, що передбачає збірку або розбирання одного і того ж вузла машини, оскільки прийоми збірки і розбирання відрізняються один від одного;
3. Від різних відхилень від нормальних умов роботи, які в даному конкретному випадку можуть мати місце, наприклад:
  - а) проста конфігурація деталі або має виступи;
  - б) виробляється установка деталі з регулюванням або без регулювання;
  - в) ставиться при збірці прокладки або установка виробляється без прокладок;
  - г) установка корпусної деталі виробляється на горизонтальну або вертикальну площину;
  - д) виробляється кріплення стопором або не виробляється і т.д.

У таблицях, вказаних нижче приводяться нормативи часу на переходи (прийоми) складки або розбирання, підсумовуючи які і визначають норму калькуляційного часу.

Відхилення від нормальних умов роботи враховуються по поправочними коефіцієнтами і конкретними вказівками нормоутворюючих чинників карти нормування.

Таким чином, норм калькуляційного часу в хвилинах визначається:

на складальні роботи за формулою

$$T_k = K_c \sum p T_t n K_y K_{zd} \quad (104)$$

на розбірні роботи за формулою

$$T_k = K_c \sum p T_t n K_y K_{zd} K_{pr} \quad (104)$$

де:  $T_k$  – норма калькуляційного часу, хв;

$K_c$  – поправочний коефіцієнт на норму калькуляційного часу, залежний від складності збираного вузла або агрегату машини, таблиця 287;

$K_{pr}$  – поправочний коефіцієнт на норму калькуляційного часу, залежний від складності розбираного вузла або агрегату машини, таблиця 287;

$T_t$  – табличний час виконання переходу (прийому) робіт, вказаний в нижченаведених таблицях, хв;

$n$  – кількість деталей на вузол, тобто однойменних переходів (прийомів) роботи;

$K_y$  – коефіцієнт враховує умова роботи виконавця, таблиця 288;

$K_{zd}$  – коефіцієнт, що враховує утруднений доступ виконавця до деталей при виконанні їм складальних або розбірних робіт; звичайно

$$K_{zd} = 1,5;$$

$K_{pr}$  – коефіцієнт приведення табличного часу на складальні роботи до табличного часу на розбірні роботи; цей коефіцієнт вказаний в додатку до таблиць.

Таблиця 287 - Поправочні коефіцієнти на норму калькуляційного часу залежно від складності агрегату і машини

Коефіцієнт Кс і Кр

Агрегат машини	Збірка Кс	Розбирання Кр
1	2	3
Двигуни 4-х, 6-ти і 8-ми циліндрові	2,25	1,27
Двигуни 2-х циліндрові	1,84	1,24
Двигун одноциліндровий	1,63	1,22
Паливна апаратура	1,58	1,22
Електроустаткування	1,54	1,21
Гідромеханізми	1,43	1,20
Вантажні автомобілі	1,63	1,22
Гусеничні трактори	1,58	1,22
Колісні трактори	1,50	1,20
Екскаватори, бульдозери	1,50	1,20

Таблиця 288 - Поправочні коефіцієнти, що враховують відхилення від нормальних умов – Ку

Перехід, прийом	Відхилення від нормальних умов роботи	Ку
1	2	3
Установка базової деталі	На горизонтальну площину	1,0
	На вертикальну площину	1,5
	Знизу	2,0
Установка деталей на вал	З регулюванням	1,2
	На шпонці	1,5
	Кріплення стопором	1,1
Установка валу або осі	З регулюванням	1,5
Установка кришок фланців	На горизонтальну площину	1,0
	На вертикальну	1,3
	Знизу	1,5
	З прокладками	1,2
Загортання гайок, болтів	З регулюванням	1,5
Загортання, відкручування гайок, болтів	Обмежена робота ключем	1,5

## 16.1 Нормування мащення деталей при їх складанні

Таблиця 289 - Калькуляційний час, хв

Площа змазування поверхні не більше мм <sup>2</sup>	10	20	40	70	130	170	200
Час, мін.	0,13	0,15	0,19	0,24	0,27	0,31	0,33

ПРИМІТКА: у зміст роботи входить протирання деталей, мастило поверхні.

## 16.2 Нормативи на очищення і протирання деталей при розбиранні

Таблиця 290 - Калькуляційний час, хв..

Вид поверхні	Площа не більше, м <sup>2</sup>			
	10	20	30	40
Плоска	1,57	2,74	3,80	4,77
Циліндрова	2,04	3,55	4,94	6,20

ПРИМІТКА: у зміст роботи входить протирання деталей кінцями, змоченими розчинником.

## 16.3 Нормативи на встановлення та зняття розводних шплінтів

Таблиця 291 - Калькуляційний час, хв.

Діаметр шплінта, мм	Довжина шплінта не більше, мм					
	10	15	20	25	35	70
1,5	0,34	0,37	0,41	0,45	0,50	0,60
2,0	0,37	0,40	0,45	0,49	0,53	0,65
3,0	0,44	0,48	0,53	0,57	0,63	0,77
4,0	0,51	0,55	0,61	0,67	0,74	0,90

ПРИМЕЧАНИЕ:1) у зміст роботи входить поєднання отвору гайки і болта, установка шплінта і розлучення його кінців плоскогубцями;

2) коефіцієнт зведення при знятті шплінтів

$K_3=0,47$ , при цьому в змісті роботи входить відгибання кінців шплінта плоскогубцями і зняття його.

## 16.4 Нормативи на шплінтування болтів дротом

Таблиця 292 - Калькуляційний час, хв

Число болтів	Відстань між болтами, мм		
	50	70	100
2	1,02	0,79	0,66
3	1,18	0,92	0,77
4	1,32	1,42	1,17
5	2,19	1,71	1,42
6	2,57	2,01	1,61
7	2,91	2,27	1,88
8	3,23	2,53	2,09
12	3,91	3,05	2,52

ПРИМЕЧАНИЕ:1) у зміст роботи входить просмикування дроту через отвори болтів і скручуванні кінців дроту плоскогубцями;

2) коефіцієнт зведення при знятті дротяних шплінтів  $K_z = 0,40$ , при цьому в змісті роботи входить відкусування кусачками кінців дроту і висмикування її з отворів болтів.

## 16.5 Нормативи на встановлення та зняття конічних штифтів

Таблиця 293 - Калькуляційний час, хв.

Діаметр штифта, мм	2	4	6	12
Час, хв.	0,15	0,18	0,21	0,26

ПРИМЕЧАНИЕ:1)в зміст роботи входить поєднання отворів деталей, що сполучаються, і установка штифта молотком;

2) коефіцієнт зведення при видаленні штифтів під час розбирання  $K_z = 0,80$ , при цьому в зміст роботи входить вибивання штифта з допомогою борідка молотком.

## 16.6 Нормативи на закручування (відкручування) гайок і болтів гайковим ключем

Таблиця 294 - Калькуляційний час, хв.

Діаметр різь, мм	Довжина закручування, мм					
	10	15	20	25	35	50
6	0,64	0,86	1,10	1,42	1,73	2,06
8	0,58	0,72	0,92	1,18	1,44	1,72
12	0,43	0,58	0,75	0,96	1,17	1,40
18	0,34	0,46	0,58	0,74	0,91	1,08
24	0,29	0,40	0,51	0,65	0,79	0,95

ПРИМІТКА: 1) у зміст роботи входить загортання гайок і болтів спочатку уручну, потім закріплення ключем;

2) коефіцієнт зведення при відкручуванні гайок і болтів  $K_z=0,91$ , при цьому в зміст роботи входить відкручування нормалей гайковим ключем.

## 16.7 Нормативи на закручування і відкручування гайок і болтів електро-пнеумогайкокрутами

Таблиця 295-Калькуляційний час, хв.

Довжина вкручення, мм	10	15	20	25	30
Час:					
Електро- або пневмогайкокрутом	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18
Коловоротним ключем	0,20	0,24	0,28	0,32	0,38

ПРИМІТКА: 1) у зміст роботи входить загортання гайок і болтів спочатку уручну, потім закріплення ключем;

2) коефіцієнт зведення при відкручуванні гайок і болтів  $K_z = 1,00$ , при цьому в зміст роботи входить спочатку ослаблення кріплення гайковим ключем і остаточне відкручування гайкокрутом.

## 16.8 Нормативи на закручування гайок з дрібними різьбами

Таблиця 296- Калькуляційний час, хв.

Діаметр різь, мм	Крок різь, мм	Довжина закручування не більше, мм					
		20	25	30	35	40	50
24	1,0	1,18	1,38	1,55	1,70	1,85	2,11
	1,5	0,88	1,03	1,16	1,27	1,38	1,58
	2,0	0,71	0,84	0,94	1,03	1,12	1,28
	3,0	0,52	0,62	0,70	0,77	0,83	0,96
30	1,0	1,39	1,52	1,70	1,88	2,04	2,33
	1,5	1,00	1,15	1,27	1,40	1,52	1,74
	2,0	0,82	0,94	1,04	1,14	1,24	1,42
36	1,0	1,44	1,66	1,85	2,04	2,20	2,83
	1,5	1,08	1,24	1,38	1,52	1,60	1,88
	2,0	0,88	1,01	1,13	1,24	1,34	1,54
	3,0	0,86	0,74	0,84	0,92	1,00	1,14
42	1,0	1,55	1,77	1,98	2,17	2,36	2,70
	1,5	1,15	1,32	1,48	1,62	1,76	2,02
	2,0	0,94	1,08	1,20	1,32	1,43	1,63
	3,0	0,70	0,80	0,90	0,98	1,07	1,22
48	1,5	1,22	1,40	1,57	1,74	1,87	2,14
	2,0	1,00	1,14	1,27	1,40	1,51	1,74
	3,0	0,74	0,85	0,95	1,04	1,13	1,30

ПРИМІТКА: 1) у зміст роботи входить загортання гайок гайковим ключем, після намотування уручну;

2) коефіцієнт зведення при відкручуванні гайок з дрібними різьбами  $K_3 = 0,91$ .

## 16.9 Нормативи на вкручення пробок, маслянок кришок

Таблиця 297 - Калькуляційний час, хв.

Діаметр різь, мм	Довжина вкручення, мм				
	8	12	20	30	50
8	0,63	0,72	0,95	1,26	1,68
12	0,56	0,65	0,86	1,13	1,51
18	0,46	0,53	0,70	0,92	1,23
27	0,38	0,43	0,57	0,75	1,00
42	0,31	0,38	0,46	0,61	0,81

ПРИМІТКА: 1) у зміст роботи входить намотування деталі спочатку уручну, потім гайковим ключем;

2) коефіцієнт зведення при відкручування масельничок, пробок, кришок і інших деталей  $K_z = 0,94$ .

### 16.10 Нормативи на вкручення гвинтів ручною викруткою

Таблиця 298 - Калькуляційний час, хв.

Діаметр гвинта, мм	Довжина вкручення, мм					
	4	7	9	12	15	30
3	0,21	0,27	0,35	0,43	0,51	0,78
4	0,18	0,24	0,31	0,38	0,55	0,70
6	0,16	0,21	0,27	0,33	0,40	0,60
8	0,14	0,19	0,24	0,30	0,36	0,54
12	0,13	0,18	0,22	0,27	0,33	0,50

ПРИМЕЧАННИЕ:1) коефіцієнт зведення для вивертання гвинтів ручною викруткою  $K_z = 0,90$ .

### 16.11 Нормативи на вкручення шпильок гайковим ключем

Таблиця 299 - Калькуляційний час, хв..

Діаметр різь, мм	Довжина вкручення не більше, мм				
	10	15	20	25	35
6	1,55	1,66	1,87	2,11	2,42
8	1,53	1,64	1,85	2,08	2,39
12	1,48	1,59	1,78	2,02	2,31
14	1,44	1,55	1,74	1,96	2,26

ПРИМІТКА: 1) у зміст роботи входить намотування на шпильку 2-х гайок і потім вкручення шпильки до упору гайковим ключем;

2) коефіцієнт зведення для вивертання шпильок гайковим ключем  $K_z = 1,20$ , при цьому в зміст роботи входить намотування на шпильку гайки і контргайки і потім вивертання шпильки гайковим ключем.

## 16.12 Нормативи на вкручення шпильок шпильковим ключем

Таблиця 300 - Калькуляційний час, хв.

Діаметр різь, мм	Довжина вкручення не більше, мм				
	10	15	20	25	35
6	0,33	0,37	0,47	0,54	0,69
8	0,32	0,36	0,36	0,53	0,68
12	0,30	0,34	0,34	0,49	0,63
14	0,29	0,33	0,33	0,48	0,62
18	0,27	0,32	0,32	0,47	0,59

ПРИМІТКА: 1) у зміст роботи входить попереднє вкручення шпильки уручну і потім докручення шпильковим ключем;

2) коефіцієнт зведення для вивертання шпильок шпильковим ключем  $K_z = 1,20$ .

## 16.13 Нормативи на встановлення прокладок

Таблиця 302 - Калькуляційний час, хв.

Шпильок не більше,	Висота шпильок, не більше			
	30	35	40	50
4	0,07	0,08	0,10	0,12
6	0,10	0,12	0,14	0,16
8	0,12	0,14	0,16	0,19
10	0,14	0,17	0,19	0,23
12	0,16	0,20	0,23	0,27

ПРИМІТКА: 1) коефіцієнт зведення для зняття прокладок  $K_z = 0,80$ .

## 16.14 Нормативи на встановлення (зняття) валів при вільній посадці

Таблиця 303 - Калькуляційний час, хв.

Довжина валу або осі не більше, мм	Діаметр валу або осі не більше, мм				
	10	15	20	45	70
100	0,15	0,19	0,22	0,28	0,34
200	0,21	0,26	0,28	0,38	0,46
350	0,25	0,31	0,36	0,46	0,56
600	0,31	0,38	0,45	0,56	0,68

ПРИМІТКА: 1) у зміст роботи входить протирання і мастило посадочних поверхонь деталі і місцеположення деталі;

2) коефіцієнт зведення на зняття валу або осі при вільній посадці  $K_z = 0,68$ .

## 16.15 Нормативи на встановлення (зняття) валів при напруженій посадці

Таблиця 304 - Калькуляційний час, хв.

Діаметр валу або осі, мм	Діаметр проходу не більше, мм			
	50	70	90	120
20	0,60	0,70	0,90	1,10
30	0,76	0,87	1,12	1,37
40	0,89	1,04	1,34	1,64
50	1,07	1,30	1,67	2,94
80	1,26	1,47	1,89	2,31

ПРИМІТКА: 1) у зміст роботи входить протирання і мастило деталі, потім місцеположення деталі за допомогою наставки і молотка;

2) Коефіцієнт зведення на зняття валу або осі  $K_z = 0,70$ , при цьому в зміст роботи входить вибивання деталі за допомогою наставки і молотка.

## 16.16 Норматив на встановлення валів в корпусну деталь під пресом

Таблиця 305 - Калькуляційний час, хв.

Маса корпусної деталі, кг	Діаметр проходу не більше, мм					
	50	75	100	130	165	200
5	0,44	0,59	0,73	0,88	1,08	1,31
10	0,52	0,68	0,84	1,02	1,25	1,51
25	0,64	0,83	1,02	1,22	1,51	1,84

ПРИМІТКА: 1) у зміст роботи входить установка корпусної деталі на прес і запресування в деталь валу за допомогою оправки, при цьому до часу, вказаному в таблиці 305, слід додавати час на наладку преса, яке залежно від складності наладки дане в таблиці 306;

2) коефіцієнт зведення при випресуванні валів з корпусної деталі  $K_z = 0,81$ , при цьому в зміст роботи входить установка корпусної деталі на прес; час на наладку преса, прийняте по таблиці 306 слід додавати до розрахункового часу.

Таблиця 306 - Калькуляційний час на наладку преса, хв.

Складність наладки	Проста	Середньої складності	Складна
Час, хв	1	2	3

## 16.17 Нормативи на встановлення деталі на вісь при вільній посадці

Таблиця 307 - Калькуляційний час, мін.

Довжина проходу не більше, мм	Маса деталі не більше, кг						
	5	8	10	12	14	16	20
10	0,09	0,12	0,14	0,16	0,18	0,19	0,22
20	0,10	0,13	0,15	0,18	0,20	0,22	0,25
40	0,13	0,16	0,20	0,22	0,255	0,28	0,31
60	0,14	0,18	0,22	0,24	0,29	0,31	0,35
80	0,16	0,20	0,24	0,27	0,30	0,34	0,38
100	0,17	0,21	0,25	0,29	0,33	0,36	0,41

- ПРИМІТКА: 1) у зміст роботи входить протирання і мащення посадочних місць деталі, потім установка деталі на вал або вісь;
- 2) коефіцієнт зведення на зняття деталі з валу або осі уручну  $K_z = 0,72$ .

### 16.18 Нормативи на встановлення (зняття) деталі на вісь при напруженій посадці

Таблиця 308 - Калькуляційний час, хв.

Діаметр сполучення не більше, мм	Довжина проходу не більше, кг							
	10	15	20	30	40	60	80	120
20	0,56	0,71	0,88	1,07	1,29	1,57	1,85	2,34
25	0,63	0,80	0,99	1,20	1,44	1,75	2,06	2,60
30	0,71	0,90	1,12	1,36	1,64	2,00	2,36	2,98
40	0,85	1,08	1,34	1,63	1,96	2,38	2,80	3,54
60	1,03	1,30	1,61	1,96	2,36	2,87	3,38	4,28
80	1,22	1,55	1,92	2,34	2,82	3,44	4,05	5,12
90	1,34	1,70	2,11	2,57	3,10	3,78	4,46	5,84

- ПРИМІТКА: 1) у зміст роботи входить протирання і мащення посадочних місць деталі і установка деталі на вал або вісь наставкой і молотком;
- 2) коефіцієнт зведення на зняття деталі з осі уручну  $K_z = 0,32$ , при цьому в зміст роботи входить вибивання валу або осі за допомогою наставки і молотка.

### 16.19 Нормативи на напресування деталей на вал і вісь під пресом

Таблиця 309 - Калькуляційний час, хв.

Діаметр комплекту, що сполучається, не більше, мм	Довжина проходу не більше, кг			
	10	30	80	200
5	0,23	0,27	0,32	0,39
8	0,27	0,34	0,42	0,50
10	0,41	0,47	0,57	0,68
14	0,49	0,56	0,68	0,81
17	0,57	0,65	0,79	0,95
22	0,72	0,82	1,00	1,20

ПРИМІТКА: 1) у зміст роботи входить установка деталі під прес з оправкой і напресування її на вал, при цьому до часу, вказаного в таблиці 309 слід додавати час на наладку преса, яке дане в таблиці 306;

2) коефіцієнт зведення на спреування деталей з валу або осі  $K_z = 0,90$ , при цьому в зміст роботи входить установка деталі під прес і випресування її оправкою; час на наладку преса приймається по таблиці 306.

## 16.20 Нормативи на запресування втулок уручну

Таблиця 310 - Калькуляційний час, хв.

Діаметр втулки, мм	Довжина втулки не більше, кг				
	40	55	70	75	100
20	0,35	0,49	0,59	0,65	0,74
30	0,42	0,58	0,70	0,78	0,84
40	0,50	0,70	0,84	0,93	1,06
60	0,61	0,85	1,02	1,10	1,29
80	0,72	1,00	1,20	1,33	1,2

ПРИМІТКА: 1) у зміст роботи входить запресовка втулки уручну оправкою і молотком;

2) коефіцієнт зведення для випресуванні втулки уручну  $K_z = 1,10$ , при цьому в зміст роботи входить ви пресування втулки оправкою і молотком.

## 16.21 Нормативи на запресування втулок за допомогою пресу

Таблиця 311 - Калькуляційний час, хв.

Маса корпусної деталі не більше, кг	Діаметр підшипника або втулки не більше, кг			
	20	40	100	200
5	0,53	0,69	0,81	1,00
8	0,66	0,86	1,02	1,29
12	0,76	1,00	1,18	1,49
20	0,91	1,20	1,42	1,80
30	1,06	1,39	1,64	2,08

ПРИМІТКА: 1) у зміст роботи входить установка корпусної деталі на пресі, запресовка в гніздо підшипника або втулки, до табличного часу слід додавати час на налагоджування преса, прийнятий по таблиці 306;

2) коефіцієнт зведення для випресуванні підшипника або втулки з корпусної деталі на пресі  $K_z=0,81$ , при цьому в зміст роботи входить установка деталі на прес, слід також враховувати і час на налагоджування преса по таблиці 306.

### 16.22 Нормативи на встановлення (зняття) підшипників уручну

Таблиця 312 - Калькуляційний час, хв.

Діаметр підшипника, не більше, мм	Довжина запресовки (гнізда) не більше, мм				
	30	40	55	75	100
30	0,40	0,51	0,63	0,78	0,07
40	0,52	0,66	0,31	1,01	1,25
60	0,64	0,81	1,00	1,24	1,54
100	0,78	0,96	1,22	1,57	1,87
140	0,94	1,19	1,41	1,87	2,26

ПРИМЕЧАНИЕ:1) у зміст роботи входить запресовка підшипника в гніздо корпусної деталі наставкой і молотком;

2) коефіцієнт зведення для випресуванні підшипника з гнізда  $K_z= ,71$ , при цьому в змісті роботи входить установка в гніздо деталі знімача і випресування підшипника.

### 16.23 Нормативи на встановлення сальників уручну

Таблиця 313 - Калькуляційний час, хв.

Глибина установки не більше, мм	Діаметр сальника не більше, мм				
	30	40	50	70	100
30	0,25	0,27	0,33	0,40	0,49
40	0,27	0,31	0,36	0,44	0,54
60	0,32	0,37	0,44	0,53	0,65

ПРИМЕЧАНИЕ:1) коефіцієнт приведення на зняття сальника уручну  
 $K_3 = 0,38$ .

### 16.23 Нормативи на встановлення (зняття) призматичної шпонки

Таблиця 314 - Калькуляційний час, хв.

Перетин шпонки мм х мм	Довжина шпонки не більше, мм					
	20	30	40	55	75	100
5 х 5	2,1	2,9	3,5	4,3	5,1	6,6
6 х 6	2,6	3,5	4,2	5,2	6,1	8,0
8 х 7	3,1	4,2	5,1	6,2	7,3	9,5
12 х 8	3,9	5,3	5,4	7,8	9,2	12,1

ПРИМЕЧАНИЕ:1) у зміст роботи входить обпилювання шпонки з попереднім кріпленням її в лещатах і потім пригін по місцю;

2) коефіцієнт зведення для зняття шпонок завдовжки до 55мм  $K_3=0,27$ , завдовжки до 100 мм  $K_3=0,21$ .

### 16.24 Нормативи на встановлення (зняття) сегментних шпонок в паз на валу

Таблиця 315- Калькуляційний час, хв.

Ширина шпонки не більше, мм	Висота шпонки не більше, мм		
	7,5	10	15
5	0,51	0,54	0,61
10	0,53	0,57	0,64

ПРИМЕЧАНИЕ:1) у зміст роботи входить зачистка заусенцев шпонки напилком і установка шпонки в паз молотком;

2) коефіцієнт зведення для зняття шпонок з пазу  $K_3= 0,33$ .

## 16.25 Нормативи на встановлення (зняття) пружин з попереднім підтисканням

Таблиця 316 - Калькуляційний час, хв.

Діаметр пружини не більше, мм	Довжина пружини не більше, мм					
	30	50	70	100	150	200
10	0,20	0,24	0,30	0,36	0,46	0,54
25	0,22	0,28	0,34	0,42	0,54	0,62
50	0,13	0,34	0,40	0,50	0,62	0,74
110	0,32	0,40	0,44	0,61	0,78	0,90

ПРИМІТКИ: 1) у зміст роботи входить установка на вал або в гніздо пружини, заздалегідь стислої; якщо пружина перед установкою не підтискалася табличний час ділиться на два;

2) коефіцієнт зведення для зняття пружини  $K_z = 0,55$ .

## 16.26 Нормативи на встановлення (зняття) у канавку поршня поршньового компресійного кільця

Таблиця 317 - Калькуляційний час, хв.

Діаметр кільця не більше, мм	80	110	150
Час, хв.	0,24	0,27	0,44

ПРИМІТКИ: 1) у зміст роботи входить встановлення кільця за допомогою розжимки;

2) коефіцієнт зведення для зняття кільця з поршня уручну  $K_z = 0,77$ .

## 16.27 Нормативи на встановлення (зняття) у канавку поршня поршньового маслоз'ємного кільця

Таблиця 318- Калькуляційний час, хв.

Діаметр кільця не більше, мм	80	110	150
Час, хв.	0,60	0,68	1,10

ПРИМІТКА: 1) коефіцієнт зведення для зняття кільця  $K_3 = 0,71$ .

## 16.28 Нормативи часу на встановлення (зняття) пружинних стопорних кільця

Таблиця 319 - Калькуляційний час, хв.

Діаметр кільця не більше, мм	10	20	35	60	100
Час, хв.	0,22	0,33	0,40	0,47	0,58

ПРИМІТКИ: 1) у зміст роботи входить встановлення пружинного кільця за допомогою спеціального пристосування;

2) коефіцієнт зведення для зняття кільця спеціальним пристосуванням  $K_3 = 0,52$ .

## 16.29 Нормативи на встановлення (зняття) з регулюванням настановного кільця

Таблиця 320 - Калькуляційний час, хв.

Діаметр різь не більше, мм	Довжина загвинчування, не більше, мм		
	10	25	50
10	0,66	0,74	0,87
25	0,76	0,85	1,00
50	0,93	1,11	1,29

ПРИМІТКИ: 1) у зміст роботи входить встановлення кільця з регулюванням;

2) коефіцієнт зведення для зняття кільця  $K_3 = 0,65$ .

### 16.30 Нормативи часу на встановлення (зняття) шайби під гайку

Таблиця 321 - Калькуляційний час, хв.

Діаметр шайби не більше, мм	10	20
Час, хв	0,28	0,31

ПРИМІТКИ:1) у зміст роботи входить встановлення шайби під гайку і відгинання країв шайби на гайку або болт і деталь;

2) коефіцієнт зведення для зняття шайби  $K_z=0,71$ , при цьому в зміст роботи входить відгинання шайби від гайки або болта і деталі і зняття шайби після видалення гайки або болта.

### 16.31 Нормативи часу на з'єднання (роз'єднання) шлангів з патрубками і кріплення хомутиками

Таблиця 322 - Калькуляційний час, хв.

Діаметр шланга не більше, мм	30	60
Час, хв.	0,81	0,92

ПРИМІТКИ:1) у зміст роботи входить встановлення хомутика на шланг, потім шланга – на патрубок з подальшим закріпленням хомутика;

2) коефіцієнт зведення для зняття шланга з патрубка  $K_z = 1,00$ , при цьому в зміст роботи входить відкріплення хомутика з подальшим роз'єднанням шланга і зняттям хомутика.

### 16.32 Нормативи на монтаж (демонтаж) електропроводки

Таблиця 323 - Калькуляційний час, хв.

Довжина дроту не більше, мм	1000
Час, хв.	2,50

ПРИМІТКИ:1) у зміст роботи на монтаж електропроводки входить протягування дроту, під'єднування кінців до окремих приладів і кріплення дроту дужками; демонтаж проводки здійснюється в зворотному порядку;

- 2) на кожні 500мм довжини проводки зверху нормативу, вказаного в таблиці – на табличну норму додається 2,00хв;
- 3) коефіцієнт зведення для зняття електропроводки  $K_z = 0,60$ .

### 16.33 Нормативи на клепа́ння (зрубування) заклепок без нагрівання

Таблиця 326 - Калькуляційний час, хв..

Діаметр заклепки не більше, мм	4	5	6	7	8
Час на одну заклепку, хв	0,32	0,37	0,48	0,69	0,71

- ПРИМІТКИ: 1) у зміст роботи входить встановлення заклепки в отвору деталей і розклепування молотком і оправкою;
- 2) коефіцієнт зведення при зрубуванні заклепки  $K_z=0,52$ , при цьому в зміст роботи входить зрубування заклепки зубилом і молотком.

### 16.34 Нормативи на клепа́ння (зрубування) заклепок з нагріванням

Таблиця 328 - Калькуляційний час, хв.

Діаметр заклепки не більше, мм	10	12	14	16
Час на одну заклепку, хв	0,67	0,78	0,99	1,23

- ПРИМІТКИ: 1) у зміст роботи входить установка нагрітої заклепки в отвір і розклепування її за допомогою молотка і оправки;
- 2) роботу виконують двоє робітників, тому і час даний на двох.  
для збірки, стенд для розбирання, збирані агрегат або машину без кріплення; при цьому передбачається, що кран знаходиться на робочому місці.

## Список використаних джерел

- 1 Бабусенко С.М. и др. «Современные способы ремонта машин», М., «Колос», 1977.
- 2 Беньковський В.І. Ремонт машин. Методичні вказівки до виконання курсового проекту. Вінниця,-2006-75с.
- 3 Единая система технологической документации (ЕСТД); Единая система технологической подготовки производства (ЕСТПП).
- 4 Гурвич И.С., Полонская М.И. Методика технического нормирования в ремонтном производстве. Ростов-Дон, 1981-294с.
- 5 Гуленко Н.Н. Ремонт путевых машин и механизмов. .-М.: Машиностроение, 1970.-296с.
- 6 Григурко І.О., Брендюля М.Ф., Доценко С.М. Технологія обробки типових деталей (курсове проектування). Навчальний посібник.-Львів: Новий світ-2000, 2006-576с.
- 7 Довідник кваліфікаційних характеристик професій працівників.-Харків, 2002.
- 8 Дудко И.В., Кошкин А.А., Монаков Л.Ф. Экономика, организация и планирование эксплуатации и ремонта машин транспортного строительства.- М.: Транспорт, 1988.
- 9 Клебанов Б.В. и др. «Ремонт автомобилей», М., «Транспорт», 1974.
- 10 Кузнецов А.И. «Ремонт дорожно-строительных машин», М., «Транспорт». 1973.
- 11 Кузнецов А.И. «Ремонт дорожно-строительных машин», М., «Транспорт». 1967.
- 12 Кузнецов А.И. «Ремонт деталей дорожных машин», М., «Транспорт». 1966.
- 13 Липкинд А.Г. и др. «Ремонт автомобилей ЗИЛ-130», М., «Транспорт». 1970.
- 14 Метлин Ю.К. и др. Восстановление изношенных деталей дорожных машин. Г., «Транспорт». 1977.

- 15 Миллер Е.Е. Техническое нормирование труда в машиностроении. М., «Машиностроение», 1972.
- 16 Общие машиностроительные нормативы режимов резания и времени для технического нормирования работ. Выпуски на все виды резания. Г., «Машгиз», 1959-1974.
- 17 Общие машиностроительные нормативы времени вспомогательного, дополнительного и подготовительно-завершающего для технического нормирования станочных работ. Г., «Машгиз», 1964.
- 18 Нефедов Н.А., Осипов К.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту.-М.:Машиностроение,1988-445с.
- 19 Пасов В.З. и др. «Ремонт двигателей ЯМЗ-236 и ЯМЗ-238. М., «Транспорт». 1968.
- 20 Пасов В.З. и др. Ремонт автомобилей МАЗ. М., «Транспорт». 1971.
- 21 Справочник технолога-машиностроителя: В 2т./ Под ред..Малова А.Н.,- М.:Машиностроение,1985.-т.1-560с.,т.2-490с..
- 22 Справочник технолога-машиностроителя: В 2т./ Под ред..Косиловой А.Г., Мещерякова Р.К.,-М.:Машиностроение,1985.-т.1-656с.,т.2-496с.

## Додаток А - Наплавочні проволочки для відновлення деталей

Марка	Діаметр, мм	Флюс	Твердість після напавлення, HRC <sub>3</sub>	Деталі, що відновлюються
Нп-50	1,6; 2	АН-348А	18-24	Опорні катки, ролики, натяжні колеса
Нп-65	1; 1,2; 1,4; 1,6; 1,8; 2	АН-348А	22-30	
Нп-80	1; 1,2; 1,4; 1,6; 1,8; 2	АН-348А	30-34	Колінчасті вали, хрестовини, деталі ходових частин
Нп-65Г	1; 1,2; 1,4; 1,6; 2	АН-348А	25-32	
Нп-30ХГСА	1; 1,2; 1,4; 1,6; 1,8; 2	АН-348А	30-34	Шестерні
Нп-40Х2Г2М	2; 2,6	АН-348А	35-40	
Нп-50ХФА	1; 1,2; 1,6; 1,8; 2	АН-348А	37-45	
Нп-Х20Н80Т	1; 1,2; 1,4; 1,6; 1,8; 2	АН-348А	18-22	Клапани двигунів
Нп-40Х13	1; 1,2; 1,4; 1,6; 1,8; 2	АН-348А	40-45	Опорні катки, деталі трансмісії
Нп-50	1,6; 2	АН-348А	18-24	Опорні катки, ролики, натяжні колеса
Нп-65	1; 1,2; 1,4; 1,6; 1,8; 2	АН-348А	22-30	
Нп-80	1; 1,2; 1,4; 1,6; 1,8; 2	АН-348А	30-34	Колінчасті вали, хрестовини, деталі ходових частин
Нп-65Г	1; 1,2; 1,4; 1,6; 2	АН-348А	25-32	
Нп-30ХГСА	1; 1,2; 1,4; 1,6; 1,8; 2	АН-348А	30-34	Шестерні
Нп-40Х2Г2М	2; 2,6	АН-348А	35-40	
Нп-50ХФА	1; 1,2; 1,6; 1,8; 2	АН-348А	37-45	
Нп-Х20Н80Т	1; 1,2; 1,4; 1,6; 1,8; 2	АН-348А	18-22	Клапани двигунів
Нп-40Х13	1; 1,2; 1,4; 1,6; 1,8; 2	АН-348А	40-45	Опорні катки, деталі трансмісії



Додаток В- Операційна карта

										ГОСТ 3.1404-86										
Дубл.																				
Взамен																				
Підпис																				
										Зм	Аркул	№ документа	Підпис	Дата	Аркул	№ Документа	Підпис	Д		
Розробив	Попіщук			вінницький транспортний		ДП5.090239.26.00														
Перевірів	Беньковський			копедж																
Н. контроль	Втулка з фланцем																			025
Найменування операції				Матеріал			Твердість		ЕВ	МД	Профіль і розміри				МЗ	МД				
				Сталь Ст.3 ГОСТ 380-88						3,1 кг										
Обладнання, пристрій ЧПК				Найменування програми			То	Тб	Тшт	Тпз	СОР									
Верстат 3A228							0,63	3,1	4,06	8	Емульсол									
О 01	Встановити і закріпити деталь			Пі	Р або В	L	t	i	S	n	V									
T02	Патрон 3-х кулачковий																			
O03	Шліфувати поверхню 1																			
T04	Круг E40CM2K																			
P05				58	90	0,012	25	0,012	236	43										
O06	Шліфувати поверхню 2																			
T07	Круг E40CM2K																			
P06					95	16	0,012	25	0,012	144	43									
OK																				

## Додаток Г - Паспортні дані металорізальних верстатів

### Круглошліфувальний верстат мод. 3А151

Найбільшею діаметр і довжина шліфованої поверхні: 200 Ч 700 мм. Потужність двигуна шліфувальної бабці 7 кВт. Частота обертання оброблюваної заготовки (об/хв): 63—400 (регулюються безступінчатий). Частота обертання шліфувального круга (об/хв): 1112 і 1272. Швидкості подовжнього ходу столу 0,1—6 м/мін (регулюються безступенчасто). Періодична поперечна подача шліфувального круга (мм/хід столу): 0,0025; 0,005; 0,0075; 0,01; 0,0125; 0,015; 0,0175; 0,02; 0,0225; 0,025; 0,0275; 0,03; 0,0325; 0,035; 0,0375; 0,04; 0,0425; 0,045; 0,0375; 0,05. Безперервна подача для врізного шліфування: 0,1—2 мм/хв: (0,0005—0,01 мм/об). Розміри шліфувального круга (нового):  $D_k$  — 600 мм;  $B_k$  = 63 мм.

### Внутрішліфувальний верстат мод. 3А228

Найбільшею діаметр шліфованого отвору 200 мм; найбільша довжина шліфованої поверхні 200 мм. Потужність двигуна шліфувального шпинделя  $P$  = 4,5 кВт; к. к. д. верстата 0,85.

Частота обертання оброблюваної заготовки (об/хв): 85—600 (регулюються безступенево). Частота обертання шліфувального круга (об/хв): 4500; 5350; 6100; 6650; 7350; 8350; 9800; 11150; 13100; 14800. Швидкість подовжнього ходу шліфувальної бабці (м/хв) 1,5-8 (регулюється безступенево). Поперечні подачі шліфувального круга (мм/хід): 0,001; 0,002; 0,003; 0,004. Найбільшеї розміри шліфувального круга:  $D=150$ мм;  $V=63$  мм.

### Плоськошліфувальний верстат мод. 3Б722

Розмір столу 320 X 1000 мм. Потужність шліфувального шпинделя - 10 кВт; Частота обертання шліфувального круга 1450 об/хв. Швидкість подовжнього ходу столу 2- 40 м/хв (регулюється безступенево). Поперечна подача круга 0,5—30 мм/хід столу (регулюються безступенево). Вертикальні подачі круга 0,005; 0,01; 0,015; 0,020; 0,025; 0,030; 0,035; 0,040; 0,045; 0,055; 0,06; 0,065; 0,07; 0,08; 0,085; 0,09; 0,1 (мм на реверс шліфувальної бабці); Найбільшеї розміри шліфувального круга:  $D=450$ мм;  $V=63$  мм.

## **Токарно-гвинторізний верстат мод. 16К20**

Висота центрів 215 - мм. Відстань між центрами до 2000 мм. Потужність двигуна 10 кВт. Частота обертання шпинделя (об/хв): 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600. Подовжні подачі (мм/хв): 0,05; 0,06; 0,075; 0,09; 0,1; 0,125; 0,15; 0,175; 0,2; 0,25; 0,3; 0,35; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 1; 1,2; 1,4; 1,6; 2; 2,4; 2,8. Поперечні подачі (мм/об): 0,025; 0,03; 0,0375; 0,045; 0,05; 0,0625; 0,075; 0,0875; 0,1; 0,125; 0,15; 0,175; 0,2; 0,25; 0,3; 0,35; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 1; 1,2; 1,4. Максимальна осьова сила різання, що допускається механізмом подачі - 600 кгс.

## **Токарно - гвинторізний верстат мод. 1К62**

Висота центрів 200 мм. Відстань між центрами: до 1400 мм. Потужність двигуна 10кВт. Частота обертання шпинделя (об/хв): 12,5; 10; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600; 2000. Подовжні подачі (мм/об): 0,070; 0,074; 0,084; 0,097; 0,11; 0,12; 0,13; 0,14; 0,15; 0,17; 0,195; 0,21; 0,23; 0,26; 0,28; 0,30; 0,34; 0,39; 0,43; 0,47; 0,52; 0,57; 0,64; 0,70; 0,78; 0,87; 0,95; 1,04; 1,14; 1,21; 1,4; 1,56; 1,74; 1,9; 2,08; 2,28; 2,42; 2,8; 3,12; 3,48; 3,8; 4,16. Поперечні подачі (мм/об): 0,035; 0,087; 0,042; 0,048; 0,055; 0,06; 0,065; 0,07; 0,074; 0,084; 0,097; 0,11; 0,12; 0,13; 0,14; 0,15; 0,17; 0,195; 0,21; 0,23; 0,26; (1,28; 0,30; 0,34; 0,39; 0,43; 0,47; 0,52; 0,57; 0,6; 0,7; 0,78; 0,87; 0,95; 1,04; 1,14; 1,21; 1,4; 1,56; 1,74; 1,9; 2,08. Максимальна осьова сила різання, що допускається механізмом подачі, Рд = 360 кгс.

## **Токарно-гвинторізний верстат мод. 1А62**

Висота центрів 200 мм. Відстань між центрами до 1500 мм. Потужність двигуна 7,8 кВт. Частота обертання шпинделя (об/хв): 11,5; 14,5; 19; 24; 30; 37,5; 46; 58; 76; 96; 1,20; 150; 184; 230; 305; 380; 480; 600; 765; 955; 1200.

Подовжні подачі (мм/об): 0,082; 0,088; 0,1; 0,11; 0,12; 0,13; 0,14; 0,15; 0,16; 0,18; 0,20; 0,23; 0,24; 0,25; 0,28; 0,30; 0,33; 0,35; 0,40; 0,45; 0,48; 0,50; 0,55; 0,60; 0,65; 0,71; 0,80; 0,91; 0,96; 1,00; 1,11; 1,21; 1,28; 1,46; 1,59.

Поперечні подачі (мм/об): 0,027; 0,029; 0,033; 0,038; 0,040; 0,042; 0,046; 0,050; 0,054; 0,058; 0,067; 0,075; 0,079; 0,084; 0,092; 0,10; 0,11; 0,12; 0,13; 0,15; 0,16; 0,17; 0,18; 0,20; 0,23; 0,27; 0,30; 0,32; 0,33; 0,37; 0,40; 0,41; 0,48; 0,52.

Максимальна осьова сила різання, що допускається механізмом подачі, Рх=350 кгс.

## **Поперечно-стругальний верстат мод. 7В36**

Найбільшеа довжина ходу повзуна 700 мм. Числа подвійних ходів повзуна в хвилину: 10,6; 15; 21,2; 30; 42,5; 60; 85; 118.

Подачі столу в мм за один подвійний хід повзуна: горизонтальні—0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2; 1,4; 1,6; 1,8; 2,0; 2,2; 2,4; 2,6; 2,8; 3,0; 3,2;

Вертикальні - 0,05; 0,1; 0,15; 0,2; 0,25; 0,3; 0,35; 0,4; 0,45; 0,5; 0,55; 0,6; 0,65; 0,7; 0,75; 0,8.

Подачі супорта в мм за одні подвійний хід повзуна: 0,15; 0,3; 0,4; 0,6; 0,7; 0,9.

Потужність двигуна 4,5 кВт;

## **Вертикально-свердлувальний верстат мод. 21125**

Найбільшеий діаметр оброблюваного отвору в заготівці із сталі 25 мм. Потужність двигуна 2,8 кВт;. Частота обертання шпинделя (об/хв): 45; 63; 90; 125; 180; 250; 355; 500; 710; 1000; 1400; 2000. Подачі (мм/об): 0,1; 0,14; 0,2; 0,28; 0,4; 0,56; 0,8; 1, 12; 1,6. Максимальна осьова сила різання, що допускається механізмом подачі верстата,  $P_{max} = 900$  кгс.

## **Вертикально-свердлувальний верстат мод. 2Н135**

Найбільшеий діаметр оброблюваного отвору в заготівці із сталі 35 мм. Потужність двигуна 4,5 кВт. Частота обертання шпинделя (об/хв): 31,5; 45; 63; 90; 125; 180; 250; 355; 500; 710; 1000; 1440. Подачі (мм/об): 0,1; 0,14; 0,2; 0,28; 0,4; 0,56; 0,8; 1,12; 1,6. Максимальна осьова сила різання, що допускається механізмом подачі верстата,

$P_{max} = 1500$  кгс.

## **Вертикально-фрезерний верстат мод. 6М13П**

Робоча поверхня столу 400 X 1600 мм. Потужність двигуна 10 кВт. Частота обертання шпинделя (об/хв): 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600. Подачі столу подовжні і поперечні (мм/хв): 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250. Подачі столу вертикальні (мм/хв): 8; 10,5; 13,3; 16,6; 21; 26,6; 33,3; 41,6; 53,3; 66,6; 83,3; 105; 133,3; 166,6; 210; 266,6; 333,3; 400.

### **Вертикально-фрезерний верстат мод. 6M12П**

Робоча поверхня столу 320 Ч 1250 мм. Потужність двигуна 7 кВт. Частота обертання (об/хв): 32,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1000. Подача столу подовжні і поперечні (мм/хв): 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250. Подача столу вертикальні (мм/хв): 8; 10,5; 13,3; 21; 26,6; 33,3; 41,6; 53,3; 66,6; 83,3; 105; 133,3; 166,6; 210; 266,6; 333,3; 400.

### **Зубофрезерний верстат мод. 5K324**

Найбільший зовнішній діаметр нарізаного колеса 500 мм. Найбільший модуль нарізаного колеса 8 мм. Потужність електродвигуна 7 кВт. Частота обертання шпинделя (об/хв): 50; 63; 80; 100; 120; 155; 190; 240; 310. Вертикальні подачі супорта (фрези) за один оборот заготовки (мм/об): 0,8; 1,0; 1,25; 1,65; 2,0; 2,5; 3,3; 4,0; 5,0. Радіальні подачі (мм/об): 0,30; 0,40; 0,50; 0,70; 0,80; 1,0; 1,30; 1,6; 2,0.

### **Зубодовбальний верстат мод. 5M14**

Найбільший зовнішній діаметр нарізаного колеса 500 мм. Найбільший модуль нарізаного колеса 6 мм. Потужність двигуна 3 кВт. Числа подвійних ходів долбяка в хвилину: 125; 179; 265; 400. Коуговіє подачі за один подвійний хід долбяка (мм/дв. хід): 0,17; 0,21; 0,24; 0,3; 0,35; 0,44; 0,51. Радіальні подачі (мм/дв. хід): 0,024; 0,048; 0,095.

### **Різьбофрезерувальник верстат мод. 563В**

Найбільший діаметр зовнішнього різь, що фрезерується 100 мм. Потужність двигуна 2,7 кВт. Частота обертання фрезерного шпинделя (об/хв): 160; 225; 320; 450. Частота обертання шпинделя виробу за один оборот шпинделя фрези (об. ізд./об. фр.): 0,00026; 0,00029; 0,00033; 0,00037; 0,00042; 0,00047; 0,00053; 0,00058; 0,0006; 0,0007; 0,00081; 0,0009; 0,0010; 0,0011; 0,0013; 0,0014; 0,0016; 0,0018; 0,0020; 0,0022; 0,0025; 0,0028; 0,0031; 0,0035; 0,0039; 0,0044; 0,0051; 0,0056; 0,0062; 0,0069; 0,0079; 0,0081; 0,0097; 0,0110; 0,0125; 0,0139.

Додаток Д - Розряди і види виконуваних робіт

№ п/п	Професія	Розряд роботи	Виконувані роботи
1	Токар	3	Обробка деталей середньої складності
		4	Обробка крупних відповідальних деталей
		5	Обробка крупних відповідальних деталей дизелів, турбін і ін.
2	Свердлувальник	3	Свердління розвертання отворів в складних деталях
		4	Те ж, в особливо складних відповідальних і великогабаритних деталях
3	Стругальник	3	Стругання складних деталей
4	Довбальник	3	Обробка деталей складних і середньої складності (пази шпон, хропіння колеса і ін.)
5	Фрезерувальник	3	Фрезерування деталей і інструменту середньої складності
		4	Те ж, деталей складних і крупних і інструменту
6	Зуборізальник	3	Нарізування прямих, косих і спіральних зубів циліндрових і конічних коліс, $m$ до 8 мм, багатозаходних черв'яків і шліцьових валів $m > 4$
		4	Те ж, складних і відповідальних коліс різного профілю і кроку
7	Протягувальник	2	Простягання і шліцьових отворів шпон
		3	Обробка внутрішніх і зовнішніх поверхонь різного профілю
8	Шліфувальник	3	Шліфування і доведення деталей середньої складності
		4	Шліфування всіх поверхонь складних і відповідальних деталей
9	Електрозварник	3	Ручна зварка електродуги і зварка в середовищі захисних газів деталей середньої складності, працюючих під тиском РИЗ до 15 кгс/см <sup>2</sup>
10	Гальванік	3	Гальванічне покриття зовнішніх і внутрішніх поверхонь складних деталей

Додаток Е- Коефіцієнти довговічності відновленого виробу

Вироби, вид сполучення і характер навантаження	Матеріали спряжених деталей	Коефіцієнт довговічності Кд відновлюваних виробів						
		Хромуванням	Осталюванням	Металізацією	Вібродуговим наплавленням	Наплавлення під флюсом	Ручне електро-дугове наплавлення	Ремонтними розмірами
Вал-підшипник ковзання при статичному навантаженні	Бабіт Бронза	1,50	0,75	0,90	0,95	0,85-0,9	-	0,95-1,0
		0,95	0,83	0,85	0,95	-	-	0,95-1,0
Те ж, при знакозмінному навантаженні	Бабіт Бронза	1,25	0,85	0,6-	0,80	0,85	-	0,9-1,0
		1,00	0,80	1,0 -	-	-	-	-
Вали і осі – бронзові втулки	Бронза	-	-	-	1,00	0,8-0,9	0,7-0,75	0,95-1,0
Вироби з поворотно-поступальною ходою	Сірий чавун	2,50	0,83	-	-	-	-	0,95-1,0
Циліндрові поверхні хрестовин	Сталь легована	-	-	-	0,87	-	-	-
Вал, вісь – внутрішнє кільце підшипника качіння	Сталь шарікоподшипник.	1,58	0,54	0,73	0,94	1,00	0,90	-
Шліцьові поверхні	Сталь легована	-	-	-	-	0,8-1,0	0,64-0,75	-

