

**БУДІВЕЛЬНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Кафедра будівельних, колійних та вантажно-  
розвантажувальних машин**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

**до лабораторних робіт 9-10  
з дисципліни**

***«ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ БУДІВЕЛЬНИХ,  
КОЛІЙНИХ ТА ВАНТАЖНО-РОЗВАНТАЖУВАЛЬНИХ  
МАШИН»***

**Харків - 2014**

Методичні вказівки розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри будівельних колійних та вантажно-розвантажувальних машин від 26.11.12 р., протокол № 3.

В даних методичних вказівках подано лабораторні роботи 9-10 з дисципліни «Експлуатація та ремонт будівельних, колійних та вантажно-розвантажувальних машин». Вони складені відповідно до програми курсу.

Методичні вказівки розроблені для студентів спеціальності 7.05050308 “Підйомно-транспортні, дорожні, будівельні, меліоративні машини і обладнання” усіх форм і строків навчання.

Укладачі:

асистенти В.О. Стефанов, О.В. Кебко

Рецензент

доц. Л.М. Козар

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
до лабораторних робіт 9-10

з дисципліни

*«ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ БУДІВЕЛЬНИХ,  
КОЛІЙНИХ ТА ВАНТАЖНО-РОЗВАНТАЖУВАЛЬНИХ  
МАШИН»*

Відповідальний за випуск Стефанов В.О.

Редактор Решетилова В.В.

---

Підписано до друку 15.01.13 р.  
Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.  
Умовн.-друк.арк. 0,50. Тираж 25. Замовлення №  
Видавець та виготовлювач Українська державна академія залізничного транспорту,  
61050, Харків-50, майдан Фейербаха, 7.  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2874 від 12.06.2007 р.

**Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України  
Українська державна академія залізничного транспорту**

**Кафедра БКВРМ**

# **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до лабораторних робіт 9-10

з дисципліни

«Експлуатація та ремонт будівельних, колійних та вантажно-  
розвантажувальних машин»

для студентів усіх форм і строків навчання

спеціальності 7.05050308

“Підйомно-транспортні, дорожні, будівельні, меліоративні машини і  
обладнання”

2012

Методичні вказівки розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри БКВРМ від 26.11.12 р., протокол № 3.

В даних методичних вказівках подано лабораторні роботи 9-10 з дисципліни «Експлуатація та ремонт будівельних, колійних та вантажно-розвантажувальних машин». Вони складені відповідно до програми курсу.

Методичні вказівки розроблені для студентів спеціальності 7.05050308 “Підйомно-транспортні, дорожні, будівельні, меліоративні машини і обладнання” усіх форм і строків навчання.

Укладачі:  
асистенти В.О. Стефанов,  
О.В. Кебко.

Рецензент  
доц. Л.М. Козар

## ВСТУП

Лабораторні роботи з курсу «Експлуатація та ремонт будівельних, колійних та вантажно-розвантажувальних машин» складаються з двох розділів: лабораторні роботи з розділу «Експлуатація машин» та лабораторні роботи з розділу «Технологія ремонту машин».

У даних методичних вказівках подані лабораторні роботи тільки з розділу «Технологія ремонту машин».

Перед кожною роботою вміщені короткі відомості, які допомагають студенту правильно та свідомо виконати роботу.

Самостійне виконання лабораторних завдань студентами допоможе їм краще засвоїти матеріал, розвиває певне інженерне мислення.

Тому кожна лабораторна робота повинна виконуватись студентом самостійно, а в окремих випадках групою студентів з двох-трьох людей. Але в усіх випадках студент самостійно виконує розрахунки, складає кінематичні схеми і відповідає на поставлені запитання.

З метою раціонального використання часу і хорошого засвоєння матеріалу студент повинен вчасно підготуватися до кожної лабораторної роботи.

Студент, який з'явився для виконання лабораторної роботи, повинен свідомо уявляти тему, задачу, порядок виконання, а також основні теоретичні положення до даної теми.

Перш ніж дати дозвіл студенту на виконання чергової роботи, керівник повинен перевірити ступінь готовності студента до її виконання, дати необхідні додаткові вказівки, а також провести інструктаж з техніки безпеки.

Після закінчення роботи студент зобов'язаний привести в порядок робоче місце та здати лаборанту обладнання, прилади та інструмент. Потім опрацювати результати замірів та скласти звіт.

Прийняті звіти систематизуються за типами виконаних робіт та зберігаються в матеріалах кафедри до складання екзаменів з даної дисципліни.

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 9

### Дослідження характеру та величини зносу колінчатого вала ДВЗ з встановленням засобу відновлення

**Мета роботи:** ознайомитися з призначенням, конструкцією та роботою колінчатих валів, вивчити можливі види дефектів; встановити існуючі дефекти вала; набути навичок у використанні інструменту з вимірювання колінчатих валів; вивчити засоби відновлення колінчатого вала.

**Обладнання, прилади та інструмент:** колінчатий вал, прилад для перевірки колінчатого вала на биття у центрах; індикаторні нутроміри НИ(ГОСТ 868 - 72) з межами вимірювань 10-18 і 50-100 мм; мікрометри МК(ГОСТ 6507 - 60) з межами вимірювань 25-50 та 50-75 мм; шабер тригранний; індикатор годинникового типу ИГ(ГОСТ 577 - 86); дефектні карти і таблиці ремонтних розмірів корінних та шатунових шийок колінчатих валів; крейда та обтиральний матеріал.

#### **Короткі довідки про колінчаті вали**

Колінчатий вал сприймає зусилля, що передаються від поршнів шатунами, та перетворює їх крутний момент, який потім через маховик передається агрегатам трансмісії. Він складається з шатунних та корінних шліфованих шийок, щік та противаг. У передньому кінці вала є заглиблення під кріплення маховика, задня частина виконана у вигляді фланця для кріплення маховика. У заглибленні задньої торцевої частини розташовується підшипник ведучого вала коробки передач.

Колінчаті вали виготовляються куванням, штампуванням і шляхом відливання, як правило, з вуглецевої та легованої сталі та спеціальних високоміцних модифікованих чавунів.

Колінчаті вали у процесі роботи випробовуються навантаженням від тиску газів, сил інерції мас, що рухаються, кривошипного механізму та центробіжних сил, у результаті чого вони можуть мати знос корінних і шатунних шийок по довжині та колу, прогин вала, знос різі під хрповик, отворів у фланці під болти кріплення маховика, знос отворів під підшипник вала КЗП.

Шатунні шийки працюють у важчих умовах, ніж корінні, і тому зношуються інтенсивніше. По колу шийки набувають

еліптичної форми, а по довжині – конусної. Нерівномірність зносу викликається нерівномірністю питомого навантаження на них і різними умовами змащування різних частин.

Внаслідок зносу шийок та підшипників порушується первинний зазор в сполученні «підшипник – шийка вала», а з'являється гуркіт у двигуні, падає тиск в системі змазування.

Відновляють нормальну роботу сполученням або засобом ремонтних розмірів, або шляхом нарощування шийок вала до номінальних розмірів металом, працездатність якого порівнюється з працездатністю металу вала.

Колінчатий вал двигуна, який має тріщину, відновленню не підлягає і бракується.

### **Порядок виконання роботи**

1.1 Зовнішнім оглядом визначаються дефекти колінчатого вала, знос отвору під болти кріплення маховика, отвір під підшипник у фланці, різь під храповик та ін. Виявлені дефекти записують.

1.2 Для визначення прогину колінчатий вал встановлюють і закріплюють у центрах приладу (рисунок 1.1).

Обертання вала повинне бути легким, без помітного люфту. Наконечник вимірювального стержня індикатора підводять до середньої корінної шийки вала таким чином, щоб він опирався в її середину. Повільно повертаючи вал, слідкують за показниками стрілки індикатора. При найменшому відхиленні стрілки встановлюють її на нуль. Тоді максимальне її відхилення вкаже подвоєну величину прогину вала. Для валів, які мають чотири корінні шийки, заміри проводять по двох середніх і записують найбільші показники.

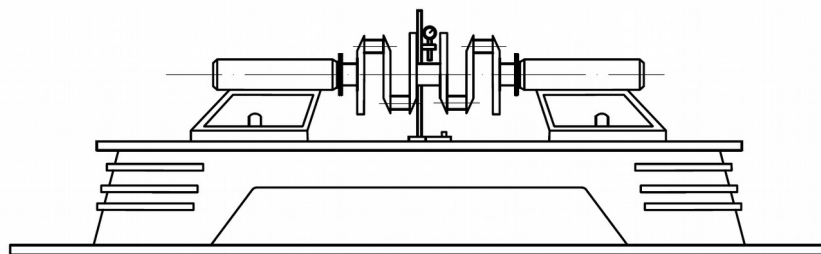


Рисунок 1.1 – Прилад для перевірки колінчатого вала на биття в центрах

Прогин вала в цьому випадку буде

$$h = hН \frac{\lambda}{\lambda_1}, \quad (1.1)$$

де  $hН$  – найбільший вимірний прогин, мм;

$\lambda$  – половина відстані між серединами крайніх корінних шийок, мм;

$\lambda_1$  – відстань від середини крайньої корінної шийки до середини середньої шийки, мм.

Величину відхилення записують у звіт.

1.3 Биття торцевої поверхні фланця визначається за допомогою індикатора, встановленого так, щоб наконечник вимірювального стержня його опирався в кінець фланця (3 – 5 мм від верхнього краю).

Величину відхилення заносять у звіт.

1.4 Вимірювання діаметрів корінних і шатунних шийок виконують мікрометрами.

Попередньо необхідно перевірити справність і установлення мікрометра на нуль. Вимірювання кожної шийки вала виконують у двох поясах, які розташовані від шийок на відстані  $1/4$  довжини шийки (рисунок 1.2).

У кожному поясі виміри виконують у двох площинах: паралельно площині кривошипа вимірювальної шийки і перпендикулярно першому виміру.

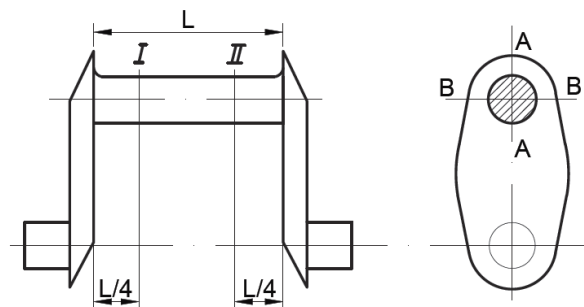


Рисунок 1.2 – Схема замірів колінчатого вала

Конусність шийки визначають як різницю її діаметрів, вимірних в різних поясах, але в одній площині, овальність – як різницю діаметрів, вимірних в різних площинах того самого



поясу. Найбільший знос шийки визначають як різницю її початкового діаметра і найменшого діаметра, отриманого у результаті вимірювань.

Дані вимірів заносять у звіт.

Виконують розрахунки для відновлення вала під ремонтний розмір шліфуванням шишок

$$D_p \leq d_3 - 2Z_{\min}, \quad (1.2)$$

де  $d_p$  – найбільший розмір, який може бути після шліфування шийок вала, мм;

$d_3$  – найбільший вимірний розмір шийки вала до шліфування, мм;

$Z_{\min}$  – припуск на обробку.

$$2Z_{\min} = 2[(H_a + T_a) + \sqrt{\rho_a^2 + \varepsilon_b^2}], \quad (1.3)$$

де  $H_a$  – висота поверхневих нерівностей, яка визначається шляхом вимірювання або порівняння з еталонною чистотою; (для корінних шийок  $H_a = 0,06 - 0,08$  мм; для шатунних  $H_a = 0,20 - 0,28$  мм);

$T_a$  – глибина пошкодженого шару, яка враховується при наявності корозії або кольорів мінливості;

$\rho_a$  – величина, яка враховує прогин вала, овальність і конусність шийок вала. Враховують, що напрямок овальної шийки не збігається з напрямком прогину.

$$\rho_a = \sqrt{h^2 + a^2}, \quad (1.4)$$

де  $h$  – прогин вала, мм;

$a$  – овальність шийки, мм;

$\epsilon_b$  – коефіцієнт, який враховує неточність установлення вала в центрах,  $\epsilon_b = 0,05$ .

Порівнюючи діаметр шийки  $d_p$  з таблицею ремонтних розмірів, визначають ремонтний розмір, під який повинен шліфуватися вал.

Результати розмірів заносять у звіт.

1.5 Обробка результатів і складання звіту.

Звіт повинен мати такі відомості:

1.5.1 Схема колінчатого вала.

1.5.2 Дефекти, визначені зовнішнім оглядом.

1.5.3 Прогин вала і биття фланця, мм.

1.5.4 Результати вимірів шийок колінчатого вала, подані в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Дані вимірів шийок колінчатого вала

Пояс вимірів	Напрямок вимірів	Корінні шийки	Шатунні шийки
1	Паралельно площині кривошипа		
	Перпендикулярно площині кривошипа		
	Овальність		
2	Паралельно площині кривошипа		
	Перпендикулярно площині кривошипа		
	Овальність		
Конусність	Паралельно площині кривошипа		
	Перпендикулярно площині кривошипа		
	Овальність		

1.5.5 Найбільший знос шийок, мм:

корінних.....

шатунних.....

1.5.6 Найбільша овальність шийок:

корінних.....

шатунних.....

1.5.7 Найбільша конусність шийок:

корінних.....

шатунних.....

1.5.8 Висновок про ступінь зносу колінчатого вала з рекомендаціями з ремонту.

## **ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 10**

### **Дослідження характеру і величини зносу гільз циліндрів ДВЗ з встановленням засобу відновлення**

**Мета роботи:** ознайомитися з процесом дефекації гільз циліндрів, вивчити характер дефектів та зносів, встановити причини виникнення установлених дефектів і зносів. Отримати практичні навички щодо виявлення дефектів та визначити придатність для експлуатації і ремонту.

**Обладнання, прилади та інструменти:** гільзи циліндрів, які підлягають дефекації і ремонту; індикаторний нутромір 100 – 150 мм, штанген-нутромір 0 – 200 мм; штангенциркуль з діапазоном вимірювань до 150 мм; лупа, крейда, обтиральний матеріал, технічні умови на контроль-сортування і ремонт гільз циліндрів ЗІЛ-130.

### **Короткі відомості щодо контролю та ремонту гільз циліндрів ДВЗ**

Після миття та очищення гільзи циліндрів підлягають контролю, призначенням якого є встановлення ступеня їх зносу, визначення засобу їх ремонту. Контроль деталей виконується відповідно до технічних умов на контроль – сортування.

Контроль гільз встановлюють спочатку зовнішнім оглядом, при якому перевіряють зовнішні дефекти (видимі тріщини, задири і т.п.). Потім виконують інструментальний контроль гільз для визначення відхилень геометричної форми і змінення їх розмірів. Результати зовнішнього огляду і контролю розмірів форми гільз заносять у відповідні таблиці.

Для виготовлення гільз циліндрів двигуна ЗІЛ-130 застосовується сірий чавун СЧ 18-36. Нормальна робота двигуна

в більшому ступені залежить від характеру зносу циліндрів. Знос робочої поверхні гільзи виявляється у збільшенні діаметра і зміненні його геометричної форми. У результаті зносу робоча поверхня гільзи по висоті набуває форми неправильного конуса, а по діаметру – овала. Причиною виникнення конусності зношеної гільзи є підвищений її знос у верхній частині внаслідок тертя поршневих кілець при недостатньому змащенні, а також газові корозії, великі температури, тиск, попадання нагару і т.п.

Овальність виникає внаслідок дії в площині, яка перпендикулярна колінчатому валу, умовно кажучи, нормальної складової від тиску газів на днище поршня. Для визначення величини цього виду зносу гільзу умовно розбивають на шість поясів (рисунок 2.1). Перший пояс розташовується біля верхнього компресорного кільця при верхньому розташуванні поршня, нижній – шостий – є місцем встановлення нижнього мастилознімного кільця при нижньому розташуванні поршня.

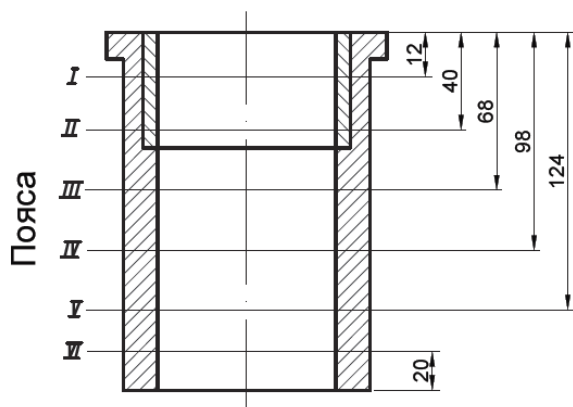


Рисунок 2.1 – Схема замірів гільзи циліндра

Овальність гільз за висотою нерівномірна. Максимальна величина овальності з'являється у верхній частині в районі верхньої мертвої точки (в.м.т.) першого компресорного кільця. Далі величина зносу знижується, досягаючи мінімуму в четвертому поясі, а у шостому – знову збільшується.

Заміри гільз виконують в кожному поясі площини (рисунок 2.2):

А-А – паралельно осі колінчатого вала;

В-В – перпендикулярно осі колінчатого вала.

Гільзи циліндрів відновлюють розточуванням і хонінгуванням на ремонтні розміри. Якщо усі ремонтні розміри

вичерпані, в такому випадку гільза вибраковується і повинна бути замінена на нову. Встановлені три ремонтні розміри, які наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Номінальні і ремонтні розміри гільз циліндрів двигуна ЗІЛ-130

Назва розміру	Збільшення діаметра гільзи, мм	Діаметр гільзи, мм
Номінальний	-	100 <sup>+0,06</sup>
1-й ремонтний	+0,5	100,5 <sup>+0,06</sup>
2-й ремонтний	+1,0	101,0 <sup>+0,06</sup>
3-й ремонтний	+1,5	101,5 <sup>+0,06</sup>

### Порядок виконання роботи

2.1 Виконати дефектацію гільз циліндрів двигуна ЗІЛ-130 зовнішнім оглядом за допомогою лупи або неозброєним оком відповідно до «Вимог технічних умов...».

При визначенні характеристики дефекту необхідно вказати його вид, місце розташування та подати його розміри і причину виникнення.

Результати зовнішнього огляду необхідно занести у таблицю 2.2.

Таблиця 2.2 – Результати зовнішнього огляду

Назва дефекту	Характеристика дефекту та причини його виникнення	Висновок

У графі «Висновок» дати обґрунтування щодо усунення кожного дефекту, а в кінці – загальний висновок відносно вимог технічних умов на контроль і сортування деталей автомобіля ЗІЛ-130.

2.2 Визначити величину зносу верхнього та нижнього поясів гільз циліндрів. За допомогою мікрометра виконати вимірювання

діаметрів верхнього і нижнього поясів двох – трьох гільз циліндрів. Виміри проводити згідно з площинами (рисунок 2.2). Площина, яка паралельна колінчатому валу, визначається по сліду від прокладки на верхньому торці гільзи. Результати вимірювань звести в таблицю 2.3.

Згідно з аналізом отриманих результатів і технічних умов зробити висновок щодо стану посадкових поясів.

Таблиця 2.3 – Характер зносу посадкових поясів

Місце вимірювання діаметра	Площина заміру	Номери гільз		
		1	2	3
Верхній посадковий пояс				
Овальність				
Нижній посадковий пояс				
Овальність				

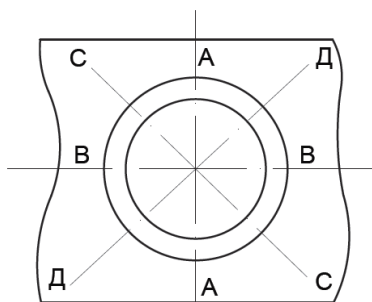


Рисунок 2.2 – Схема замірів циліндра по площинах

2.3 Визначити величину і характер зносу дзеркала гільз циліндрів.

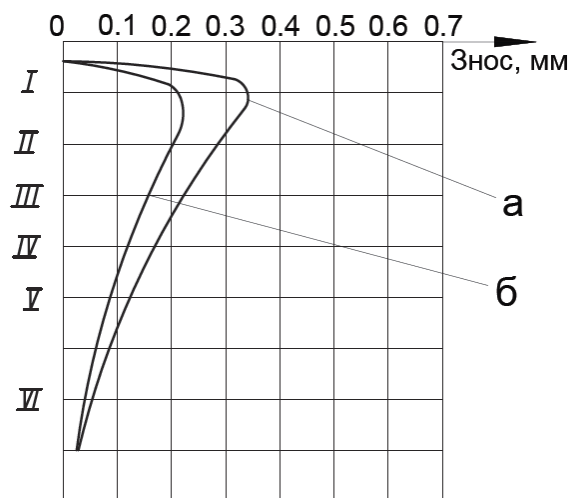
Для призначення ремонтних розмірів зношених гільз циліндрів необхідно визначити величину їх максимального зносу. Для цього виконується вимірювання дзеркала циліндра індикаторним нутроміром в поясах по площинах (рисунки 2.1, 2.2).

Результати вимірювань занести в таблицю 2.4. За максимальними величинами зносу гільз призначити величину середнього арифметичного з трьох вимірювань по всіх поясах вимірювань у двох площинах.

Таблиця 2.4 – Вимірювання по поясах

Пояс вимірювань	Площа заміру	1-й замір	2-й замір	3-й замір	Середнє арифметичне
1-й пояс					
2-й пояс					
3-й пояс					
4-й пояс					
5-й пояс					

2.4 За одержаними результатами вимірювань побудувати дві криві зносу гільзи циліндрів по поясах у двох площинах (рисунок 2.3).



а – знос у площині перпендикулярно колінчатому валу;

б – знос у площині паралельно колінчатому валу.

Рисунок 2.3 – Приблизний графік зносу гільзи циліндра

2.5 Виконати аналіз зроблених кривих зносу гільзи і пояснити їх характер та закономірність.

2.6 Обробка одержаних результатів і складання звіту.

### **Зміст звіту**

2.6.1 Мета роботи

2.6.2 Таблиця 2.1. Номінальні та ремонтні розміри гільз циліндрів двигуна ЗІЛ-130.

2.6.3 Таблиця 2.2. Результати зовнішнього огляду.

2.6.4 Таблиця 2.3. Дані вимірювань посадкових місць гільз і висновки про стан.

2.6.5 Таблиця 2.4. Дані вимірювань дзеркал гільз циліндрів у шести поясах.

2.6.6 Схеми вимірювань гільз циліндрів.

2.6.7 Графік зносу циліндрів з аналізом отриманих кривих.

2.6.8 Загальні висновки про проведення дослідження зносу гільзи циліндрів і зазначення способу усунення окремих дефектів і відновлення зношених циліндрів.

Найбільш розповсюдженим в ремонтній практиці для відновлення зношених циліндрів є спосіб ремонтних розмірів.

2.7 Ремонт циліндрів способом розточування під ремонтний розмір.

Для розточування усіх циліндрів вітчизняних автотранспортних двигунів застосовується розточувальний верстак моделі 278.

2.7.1 Визначення діаметра, на який повинен бути розточений циліндр

$$d_p \geq d_z + 2Z_{\min} - 2Z_{\text{хон}}, \quad (2.1)$$

де  $d_p$  – ремонтний розмір, який отримуємо після розточування, мм;

$d_z$  – найбільший заміряний розмір гільзи, мм;

$2Z_{\text{хон}}$  – припуск на хонінгування;

$2Z_{\min}$  – припуск для розточування.

Величина припуску для розточування гільзи за розгорнутою формулою проф. Кована В.М.:

$$2Z_{\min} = 2[(H_a + T_a) + \sqrt{\rho_a^2 + \epsilon_b^2}], \quad (2.2)$$

де  $H_a$  – висота поверхневих нерівностей, яка визначається або шляхом вимірювання, або порівнянням з еталонною чистотою;  $H_a = 0,04$  мм;



$T_a$  – глибина пошкодженого шару для чавуну, який має попередню обробку, приймається рівною нулю;

$\rho_a$  – враховує овальність і конусність гільзи;

$$\rho_a = \sqrt{O^2 + K^2}, \quad (2.3)$$

де  $O$  – овал гільзи;

$K$  – конусність гільзи;

$\varepsilon$  – враховує неточність установлення гільзи на верстаті за рахунок непаралельності столу, неперпендикулярності шпинделя до осі гільзи і помилки закріплення.

Згідно з технічними умовами верстата можна прийняти

$$\varepsilon_b = 0,05 \text{ мм.}$$

### 2.7.2 Визначення глибини різання:

$$t = \frac{d_p - d_z}{2} - 2Z_{\text{хон}}, \quad (2.4)$$

де  $t$  – глибина різання при розточуванні, мм;

$d_p$  – найближчий ремонтний розмір циліндра;

$d_z$  – вимірний діаметр зношеного циліндра;

$2Z_{\text{хон}}$  – припуск на послідує хонінгування після розточування.

### 2.7.3 Вибір режимів різання шляхом розрахунку.

За заданим матеріалом та його твердістю визначають швидкість різання при розточуванні гільзи

$$V = \frac{C_v}{t^{xv} S^{yv} K K_{\text{пост}}}, \quad (2.5)$$

де  $t$  – глибина різання, мм;

$S$  – подача на один оборот деталі, що обробляється, мм.

Коефіцієнти  $C_v$ ,  $X_v$ ,  $Y_v$ ,  $K$ ,  $K_{розт}$  приймаються за таблицею

Толчєнова.

#### 2.7.4 Визначення кількості обертів шпинделя

$$h = \frac{1000V}{\pi d}, \quad (2.6)$$

де  $V$  – швидкість різання, м/хв;

$d$  – діаметр обробки, мм.

Визначену кількість обертів шпинделя корегують по верстату, вибираючи найближче значення до розрахункового.

Потім корегують розрахункову швидкість різання за фактичною кількістю обертів шпинделя

$$V = \frac{\pi d n}{1000}. \quad (2.7)$$

Швидкість  $V$  і подача  $S$  вибираються середніми з табличного інтервалу.

2.7.5 Розрахунок режиму хонінгування, вибір абразиву та охолоджувальної рідини.

Для хонінгування циліндрів автотракторних двигунів після їх розточування в умовах ремонтних підприємств призначається верстат 3833М. При обробці циліндрів на автомобільних та тракторних заводах застосовують дво- і трикратне хонінгування.

#### 2.7.6 Визначення часу на обробку при хонінгуванні

$$T_{\text{маш}} = \frac{t \cdot L}{500 \cdot \partial \cdot V_{\text{з.п.}}}, \quad (2.8)$$

де  $t$  – величина припуску на діаметр, мм;  
 $L$  – довжина ходу головки;

$$L = L_1 + 2\lambda_1 - \lambda, \quad (2.9)$$

де  $L_1$  – довжина циліндра, мм;

$\lambda_1$  – величина перегину бруска,  $\lambda_1=25-75$  мм;

$\lambda$  – довжина бруска,  $\lambda=150$  мм;

$v=0.6\delta$ ,  $\delta$  – величина розходження брусків за один подвійний хід;

$V_{з.п.}$  – швидкість зворотно-поступального руху;

для верстата 3833 М –  $V_{з.п.} = 11$  м/хв.

## 2.8 Складання звіту



