

**Міністерство освіти і науки України**  
**ЧЕРНІГІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Н

## **РЕМОНТ ТА ВІДНОВЛЕННЯ ОБЛАДНАННЯ ГАЛУЗІ**

**Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт  
для студентів усіх форм навчання спеціальності 181 –  
«Харчові технології»»**

### **Частина II**

**ЗАТВЕРДЖЕНО**  
на засіданні кафедри харчових  
технологій  
протокол № 8 від 30.03.17 р.

**Чернігів ЧНТУ 2017**

**Ремонт та відновлення обладнання галузі.** Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт для студентів для студентів усіх форм навчання спеціальності 181 – «Харчові технології». Частина II / Укладач: Корольов О.О. – Чернігів: ЧНТУ, 2017. – 60 с.

Укладач: Корольов Олександр Олександрович, кандидат технічних наук, доцент

Відповідальний за видання: Сиза О.І., доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри харчових технологій Чернігівського національного технологічного університету

Рецензент: Іваненко К.М., кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри харчових технологій

## Вступ

Відповідно до навчального плану спеціальності 181 – «Харчові технології» студенти у другому семестрі виконують лабораторні роботи з курсу «Ремонт та відновлення обладнання галузі».

Метою лабораторних робіт є закріплення теоретичних знань, набутих студентами на лекціях та у процесі самостійної підготовки, а також вивчення нормативно-технічної документації на роботи по обслуговуванню та монтажу основних видів обладнання харчової індустрії.

У процесі самостійної підготовки до кожної лабораторної роботи студент зобов'язаний:

- вивчити теоретичні питання, визначені перед кожною лабораторною роботою
- вивчити та коротко законспектувати методику виконання роботи за завданням практичної частини.

Підготовленість студентів до кожного заняття із загальнотеоретичних питань контролюється викладачем шляхом усного або письмового опитування.

Під час виконання лабораторної роботи студент повинен ознайомитись з теоретичними відомостями, виконати всі завдання, внесені до лабораторної роботи, заповнити всі таблиці та зробити висновки.

Звіт з кожної лабораторної роботи має бути оформлений на аркушах формату А4 і містити наступні відомості:

- назву та мету лабораторної роботи;
- найменування запропонованих завдань;
- виконання завдань по роботі, складання схем, таблиць та розрахункових завдань;
- висновки.

Методичні вказівки з курсу виконані у 2-х частинах. У II частині наведені методичні рекомендації з виконання лабораторних робіт, пов'язаних з організації ремонтних робіт на підприємстві.

## ПРАКТИЧНА РОБОТА 5

### ЗНОШУВАННЯ І МАСТИЛЬНІ МАТЕРІАЛИ

**Мета роботи:** метою роботи є освоєння практичних навичок способів мащення обладнання харчових підприємств.

**Завдання:** заповнити карту мащення обладнання.

#### Короткі теоретичні відомості

##### *Зношування поверхонь деталей устаткування*

Робота багатьох вузлів машини пов'язана з відносним переміщенням зв'язаних поверхонь деталей і їх тертям, внаслідок чого виникає знос.

*Зношуванням* називають процес поступової зміни розмірів деталі при терті, тертя матеріалу, що проявляється у відділенні з поверхні, і (чи) в його залишковій деформації.

Явище опору відносному переміщенню, що виникає між двома тілами в зонах зіткнення поверхонь по дотичних до них, називають *зовнішнім тертям*. Розрізняють три види зовнішнього тертя : *ковзання, кочення і кочення з прослизанням*.

У тому випадку, коли кулька або ролик котяться по поверхні або деталі перекочуються один по одному, між ними виникає тертя кочення, яке при однакових силах, що притискають деталі один до одного, менше тертя ковзання приблизно в 10 разів.

Однією з головних причин шкідливого впливу тертя при робочих рухах деталей машин є нерівності, які завжди є на поверхнях, що труться, навіть при найретельнішій механічній обробці. Середні значення величин цих нерівностей для деяких видів наступні:

- чистова обробка і розточування твердими сплавами, чистове шліфування, шабріння – від 2,5 до 6,0 мкм;
- алмазне обточування і розточування, дуже чисте шліфування – від 1,0 до 2,5 мкм;
- хонінгування, полірування, притирання – від 0,1 до 1,0 мкм.

Залежно від наявності і товщини мастильного шару між

## Ремонт та відновлення обладнання галузі

поверхнями, що труться, згідно теорії гідродинамічного мастила, розрізняють чотири види тертя : сухе, граничне, напіврідинне і рідинне.

*Сухе тертя* виникає при повній відсутності мастила і супроводжується інтенсивним зносом.

*Граничне тертя* виникає у усіх поверхонь ковзання при пуску і зупинці машини або при її роботі з малим числом оборотів і з великим навантаженням, коли масляна гранична плівка настільки тонка, що течія масла між поверхнями, що труться, відсутня.

*Напіврідинне тертя* утворюється, коли товщина шару масла недостатня або цей шар не утворює безперервної масляної плівки, і в деяких місцях між поверхнями, що труться, виникають невеликі островці, де має місце безпосереднє зіткнення деталей. В умовах напіврідинного тертя нагрівання і знос деталей дещо менші, ніж при граничному терті.

*Рідинне тертя* можливо тільки за наявності нормативного мастильного шару між поверхнями, що ковзають, повністю роз'єднуючого їх, коли безпосереднє тертя металевих поверхонь замінюється внутрішнім тертям шарів мастильного матеріалу. Згідно теорії рідинного тертя сила тертя усередині мастильного шару зростає пропорційно в'язкість масла і навпаки.

Втрати енергії враховуються коефіцієнтом тертя. Коефіцієнт тертя ковзання виражається абстрактним числом, а коефіцієнт тертя кочення - в сантиметрах.

Тертя визначає знос і нагрів поверхонь, що труться, а також їх ККД.

Для роботи пар, що труться, найсприятливішим режимом являється режим рідинного тертя.

Граничне і напіврідинне тертя супроводжується руйнуванням граничної плівки мастила і зіткненням нерівностей поверхонь, що труться. Таке зачеплення створює велику силу тертя, інтенсивний знос пар, підвищує їх температуру. Самим несприятливим режимом роботи є режим сухого тертя.

## Ремонт та відновлення обладнання галузі

Зв'язані деталі працюють в умовах сталого режиму тертя і мають три яскраво виражених ділянки (рис. 5.1).

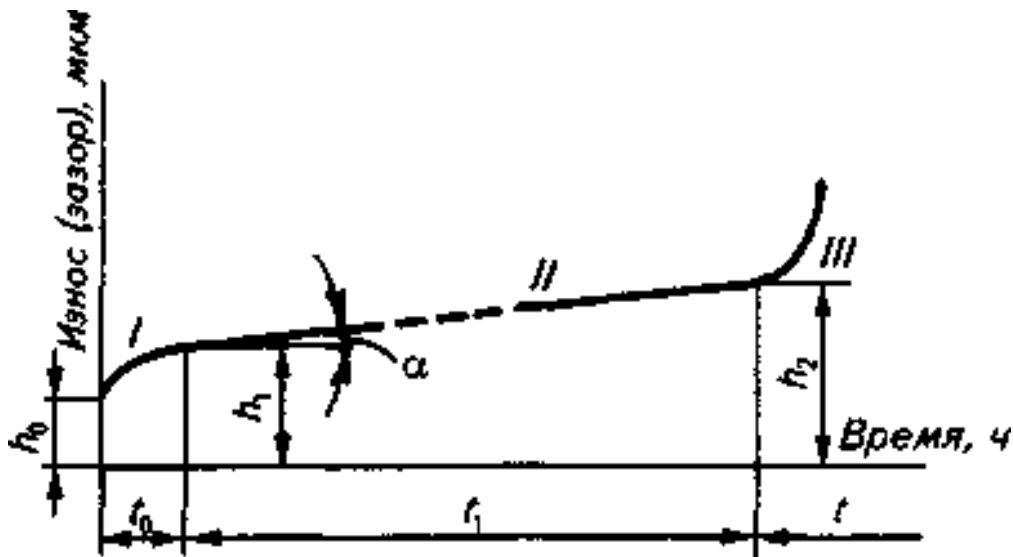


Рисунок 5.1– Крива зносу пари тертя залежно від тривалості роботи

Перша ділянка характеризує процес прироблення поверхонь, що ковзають.

Друга ділянка характеризує інтенсивність зношування поверхонь і наростання зазору в період нормальної експлуатації машини, коли зношування відбувається порівняно повільно і рівномірно. Він визначає термін служби контактуючих деталей, який може бути виражений наступною залежністю:

$$\tau = \frac{S_{\max} - S_{\text{поч}}}{\text{tg } \alpha} \quad (5.1)$$

де  $\tau$  – міжремонтний термін служби з'єднань, годин;

$S_{\max}$  – максимально допустимий зазор у з'єднанні, мкм;

$S_{\text{поч}}$  – початковий зазор у з'єднанні, мкм;

$\text{tg } \alpha$  – величина, що характеризує інтенсивність (швидкість) зношування з'єднань (збільшення зазору в часі).

Третя ділянка кривої характеризує період різкого зростання інтенсивності зношування поверхонь (ділянка аварійного зношування).

Величина зносу є результатом комплексної дії на поверхню зв'язаних деталей і залежить від цілого ряду чинників: виду тертя (без мастила, граничного, рідинного); роду тертя (ковзання, кочення,

## Ремонт та відновлення обладнання галузі

кочення з прослизанням); середовища, в якому працює з'єднання; виду і величини навантаження (постійне, знакозмінне); контакту поверхонь (лінія, точка, сфера), що ковзають; виду руху (обертального, зворотно-поступального); швидкості переміщення поверхонь, що ковзають; температури, при якій працює з'єднання; виду матеріалу (сталь, чавун, бронза, полімер тощо).

Знос деталей машин буває механічним, молекулярно-механічним і корозійно-механічним.

*Механічний знос* відбувається в результаті механічних дій дотичних поверхонь деталей (заглиблення твердих часток в поверхневий шар металу, пластична деформація), *молекулярно-механічний* – в результаті одночасної механічної дії і дії молекулярних сил, *корозійно-механічний* – при терті матеріалу, що вступив в хімічну або електрохімічну взаємодію з середовищем.

На підприємствах молочної промисловості гостро стоїть питання про ефективний захист устаткування і металоконструкцій від корозійного *зносу*. Висока вологість і температура, використання в технологічних процесах хімічно активних середовищ (водні розчини солей, кислот і лугів), поверхнево-активні речовини, що містяться в самих харчових продуктах, мікроорганізми і бактерії сприяють інтенсивному розвитку хімічної, електрохімічної і мікробіологічної корозії.

*Хімічна корозія* виникає під дією на метал газів, пари при високих температурах або рідких неелектролітів (спирт, гас).

Відповідальні деталі, схильні до хімічної корозії в результаті дії газів при високих температурах, виготовляють з жаростійких і жароміцних сталей.

*Електрохімічна (контактна) корозія* виникає в результаті дії на метал рідких електролітів, наприклад дезинфікуючих і миючих розчинів; при поєднанні в конструкції різнорідних матеріалів – окремі ділянки поверхні мають різні значення електричного потенціалу.

У молокопереробній промисловості контактна корозія

## Ремонт та відновлення обладнання галузі

зустрічається досить часто. Головними причинами її виникнення є: виготовлення деталей і вузлів з різних матеріалів; з'єднання деталей болтами, гвинтами, заклепками, пайкою або зварюванням з іншого матеріалу; застосування металу, що містить різні легуючі добавки або має неоднорідну структуру; циркуляція розчинів по трубопроводах, теплообмінниках і інших пристроях, виготовлених з різних матеріалів.

Так, алюміній під дією контактної корозії руйнується в молочних середовищах при контакті з міддю, латунню, нержавіючими сталями. Поєднання різних низьколегованих і вуглецевих сталей не викликає контактної корозії. Вона виникає при взаємодії цих сталей з нержавіючими.

По *електрохімічному ряду* активності метали, використовувані в молочній промисловості, розташовані в наступному порядку: *Al, Zn, Cr, Fe, Ni, Cu*. Поєднання металів, що стоять поряд, з точки зору контактної корозії допустимо, а далеко віддалених не рекомендується. У випадках, коли заміна одного з різнорідних металів неможлива, вживають заходи по запобіганню контактній корозії. Для цього встановлюють прокладки з ізоляційного матеріалу між двома різними металами. В якості прокладок використовують пластмаси, гуму і шкіру. Сполучні болти і гайки також розділяють прокладками і шайбами. Для деталей, що мають незначні механічні навантаження, використовують полімерні покриття поверхонь обох металів.

*Мікробіологічна корозія* виникає в результаті дії на метал мікроорганізмів, супутніх переробці молока і молочних продуктів. Вона руйнує полімерні покриття апаратів, гуму прокладки, метал, бетон, деревину. У молочній промисловості застосовують наступні методи захисту від корозії: інгібування агресивного середовища, застосування захисних покриттів і корозійностійких матеріалів.

### *Основні відомості про мастильні матеріали*

Вибір мастильних матеріалів і умов мащення ґрунтується на розрахунках (наприклад, розрахунку мащення підшипників ковзання)



або на експериментальних даних і досвіді експлуатації.

В якості мастильних матеріалів використовують рідкі нафтові і синтетичні мастильні оливи, пластичні (стара назва - консистентні) і тверді мастила, а також воду, повітря і гази. Найбільше поширення отримали нафтові мастильні оливи і пластичні мастила. Сировиною для нафтових мастильних олив є мазут, який отримують з нафти після відгону світлих продуктів - бензинів і гасу.

Нафтові оливи розділяють на оливи загального призначення - індустриальні і спеціальні (турбінні, автомобільні, автотракторні, авіаційні та ін.). Спеціальні оливи відрізняються від загальних наявністю особливих властивостей, необхідних для відповідних сфер застосування.

Найважливішою характеристикою рідких олив, що враховується при їх підборі, є в'язкість. При підборі враховують також температуру застигання, температуру спалаху, наявність домішок і т.п. Працездатність мастильних матеріалів залежить від здатності захищати поверхні тертя від заїдання (схоплювання і перенесення металів) і задирів (глибокі і широкі борозни у напрямі ковзання).

Для поліпшення експлуатаційних властивостей олив застосовують різні домішки. Так, для підвищення мастильної здатності до нафтових олив додають рослинні жири, жирні кислоти і інші домішки.

Пластичні мастила є сумішами, загущеними милом, парафіном або іншими речовинами. При малих навантаженнях ці мастила проявляють властивості твердих тіл (зберігають первинну форму і не розтікаються), при певних критичних навантаженнях деформуються (течуть подібно до рідини), а при знятті навантаження знову набувають властивостей твердих тел.

Пластичні мастила добре утримуються в механізмах і не вимагають складних ущільнень. Найбільше поширення отримали мастила загального призначення – солідоли, жирова 1-13, консталіни, а також спеціальні високотемпературні ЦИАТИМ-221 і низькотемпературні ЦИАТИМ-201.

Солідоли синтетичні (солідол З і прес-солідол С) і жирові (УС-1,

## Ремонт та відновлення обладнання галузі

УС-2, УС-3) отримують в результаті загущення мастил кальцієвим милом жирних кислот. Солідоли водостійкі; до їх складу входить вода, яка служить стабілізатором структури.

Консталін (УТ-1, УТ-2) відрізняється від жирового мастила 1-13 більшою температурою застосування (до 120 °С).

Тверді мастила (графіт, молибдену дисульфід) застосовують у вигляді порошків або паст за особливих умов експлуатації : при низьких або високих температурах; глибокому вакуумі; у випадках, коли не допускається забруднення середовища рідкими або пластичними мастилами. Воду застосовують для мащення підшипників ковзання з гуми, текстоліту або пластифікованої деревини; повітря і газу – для невеликих малонавантажених і дуже швидкохідних підшипників ковзання.

### *Вибір мастильних матеріалів*

Рідкі мінеральні оливи мають переваги в порівнянні з пластичними мастилами. Вони стабільні по структурі, можуть використовуватися при великих частотах обертання і високих температурах, придатні для роботи при низьких температурах; змащувати ними деталі можна без розробки і промивання вузла.

Недоліки рідких олив – складність ущільнення змащуваних вузлів із-за підвищення текучості олив; необхідність частого поповнення, що вимагає установки спеціальних пристроїв.

Перевагами пластичних мастил є:

- здатність не витікати зі змащованого вузла, що спрощує його ущільнення;
- можливість тривалої (до 6 місяців) експлуатації вузла без заміни в нім мастила.

Недоліки пластичних мастил:

- висока в'язкість, що виключає їх застосування за високої частоти обертання;
- необхідність подетального розбирання вузла при заміні мастила.

### *Мащення окремих пар тертя*

## Ремонт та відновлення обладнання галузі

*Мащення підшипників ковзання.* При обертанні валу олива, що заповнює серповидний простір між цапфою і вкладишем, стікатиме по цапфі. На найвужчій ділянці серповидного простору, де шар оливи матиме найменшу товщину, утворюється рідинний клин. Проходячи через найвужчу частину клинового проміжку, олива підводить цапфу, переймаючи на себе її навантаження. Це розуміється як несуча здатність підшипника, яка збільшується зі зменшенням товщини мастильного шару. Для раціональної роботи тиск в масляному клині повинен досягати значної величини.

Необхідну в'язкість оливи визначають, виходячи із закономірностей гідравлічної теорії, згідно якої товщина мінімального масляного клину, м:

$$h_{\min} = \frac{d_{\text{в}} \omega \mu t}{18,9 p S C}, \quad (5.2)$$

де  $d_{\text{в}}$  – діаметр шийки валу, м;

$\omega$  – кутова швидкість, рад/с,  $\omega = 0,105 \cdot n$ ;

$\mu t$  – динамічна в'язкість масла при робочій температурі, Па·с;

$p$  – питомий тиск на підшипник, Па;

$S$  – зазор між отвором і валом, мм,  $S = d_{\text{п}} - d_{\text{в}}$ , тут  $d_{\text{п}}$  – діаметр підшипника, м;

$C$  – коефіцієнт, що враховує довжину підшипника,  $C = 1 + d_{\text{п}}/l$ .

Для забезпечення режиму рідинного тертя товщина шару мастильного матеріалу повинна в 1,5-2 рази перевищувати суму нерівностей поверхонь підшипника і валу, що досягається при дотриманні умови:

$$h_{\min} > h_{\text{кр}} = \delta_{\text{п}} + \delta_{\text{в}}, \quad (5.3)$$

де  $\delta_{\text{п}}$ ,  $\delta_{\text{в}}$  – найбільші висоти нерівностей (виступів) поверхонь підшипника і валу, мм.

Оскільки з підвищенням температури в'язкість мастила знижується, для визначення динамічної в'язкості при робочій

## Ремонт та відновлення обладнання галузі

температурі  $t$  по відомому значенню  $M50$  (при  $t = 50$  °C) використовується формула:

$$M = M50 (50/t)^m, \quad (5.4)$$

де  $m = 2$  при  $\nu = 20$  мм<sup>2</sup>/с;  $m = 2,5$  при  $20 < \nu < 50$  мм<sup>2</sup>/с;  $m = 3$  при  $\nu \geq 50$  мм<sup>2</sup>/с.

Кінематична в'язкість мастильних матеріалів, мм<sup>2</sup>/с

$$\nu = M / \rho, \quad (5.5)$$

де  $\rho$  – густина мастила, кг/м<sup>3</sup>.

По знайденому значенню кінематичної в'язкості  $\nu$  вибирають сорт мастила по таблиці. 5.1 з урахуванням особливостей вузла тертя.

Подача мастила до поверхонь підшипника, що труться, ковзання робиться декількома способами. Найбільш простими є: безперервний, циркуляційний; кільцевий, ручний; краплинний або за допомогою гніту.

## Ремонт та відновлення обладнання галузі

*Таблиця 5.1 – Кінематична в'язкість*

Найменування оливи	В'язкість кінематична $\nu = 50 \text{ мм}^2/\text{с}$	Температура спалаху, °С	Температура застигання,	Основне призначення
1	2	3	4	5
Олива для високошвидкісних механізмів Л (велосит)	4-5,1		-25	Для точних механізмів з малим навантаженням і при великою частотою обертання
Олива для високошвидкісних механізмів Т (вазелинове)	5,1-8,5		-20	Те ж
Приладове (МВП)	6,3-8,5		-60	Для КВП, працюючих при низьких температурах (у холодильній камері)
Сепараторне Л	6,1-10	135	+5	Для підшипників центрифуг і легких сепараторів, автоматів для розфасовки харчових продуктів
Індустріальне 12 (веретенне 2)	10-14	165	-30	Для середніх сепараторів, холодильних машин, підшипників швидкохідних машин; для підшипників з кільцевим мастилом з окружною швидкістю 3 м/с

1	2	3	4	5
Сепараторне Т	14-17	165	+5	Великі сепаратори і швидкісні машини з малими навантаженнями
Індустріальне 20 (веретенне 3)	17-23	170	-20	Для підшипників з кільцевим мастилом, електродвигунів потужністю 10 кВт, відцентрових насосів, зубчастих передач, трансмісії, підшипників середньонавантажених
Індустріальне 30 (машинне Л)	27-33	180	-15	Для валів, зубчастих передач, відцентрових насосів, металорізальних верстатів з великим навантаженням і малими швидкостями
Індустріальне 45 (машинне С)	38-52	190	0	Для важких машин і верстатів з малими швидкостями, для редукторів черв'ячних, циліндричних, циліндроконічних, кривошипно-шатунових механізмів (для тих же вузлів, що і індустріальне 30, але з підвищеною температурою)

1	2	3	4	5
Індустріальне 50 (машинне СУ)	42-58	200	-20	Те ж при підвищених навантаженнях і малих швидкостях (призначається в особливих випадках)
Циліндрове 11 (циліндрове 2)	9-13 при 100 °С	215	+5	Для черв'ячних передач, редукторів великої потужності, тихохідних механізмів, парових насосів з тиском 0,5 МПа, для машин і арматури, працюючих на насиченій парі
Циліндрове 38 (циліндрове 6)	32-44 при 100 °С	300	+17	Для машин і арматури, працюючих на перегрітій парі, і механізмів, працюючих при високих температурах
Компресорне М	8,5-14 при 100 °С			Для одноступінчатих компресорів низького тиску і двоступінчатих середнього тиску
Компресорне Т	15-21 при 100 °С			Для багатоступінчастих компресорів підвищеного тиску
Трансформаторне	33			Для заливки трансформаторів, масляних вимикачів і іншої високовольтної апаратури

Важконавантажені підшипники ковзання необхідно забезпечувати рясним рідким циркуляційним мащенням, таким, що подається насосом під тиском від 0,05 до 0,35 МПа. Ручне мащення, а також краплинне і за допомогою гніту застосовується тільки в

## Ремонт та відновлення обладнання галузі

невідповідальних підшипниках, що працюють з малими швидкостями і великими перервами, коли недоцільно використовувати циркуляційне мащення.

Періодичність мащення складає один-два рази в зміну при ручному способі.

У таблиці 5.2 приведені норми витрати оливи в грамах для підшипників ковзання при краплинному і за допомогою гніту мащенні за 8 годин роботи.

Для тихохідних валів застосовують пластичні мастила, якими також доцільно змащувати підшипники ковзання, встановлені у важкодоступних для обслуговування місцях або у відкритих або заповнених приміщеннях.

Таблиця 5.2 – Норми витрати оливи

Діаметр валу, мм	Норми витрати оливи, г за 8 годин роботи							
	Частота обертання валу, 1/с							
	1	1,5	2,5	4,0	6,0	8,0	11,0	15,0
30	1	1	3	6	7	10	14	20
40	1	2	6	9	12	18	24	34
50	3	5	9	14	20	29	40	68
60	5	10	14	22	31	45	62	90
70	7	13	19	32	44	63	88	127
80	9	17	26	42	59	84	118	168
90	11	22	33	54	76	108	152	216
100	14	28	42	72	96	140	196	280
110	18	34	52	88	120	172	240	344
120	22	42	62	104	144	208	288	-
130	26	51	77	128	180	256	360	-
140	30	61	91	152	212	304	-	-
150	35	70	106	176	246	352	-	-

Режим змазування підшипників пластичним мастилом рекомендується застосовувати відповідно до даних таблиці 5.3. Витрата пластичного мастила за 8 годин роботи при ручному набиванні підшипника ковзання (втулки) дорівнює 0,5 г.



## Ремонт та відновлення обладнання галузі

*Таблиця 5.3 – Режими змащення підшипників пластичним мастилом*

Система мащення	Умови роботи	Режим мащення
Централізована	Безперервна робота деталей за важких температурних умов і	Два-три рази в зміну
	Безперервна робота, але в нормальних температурних умовах	Двічі в зміну (перед початком і в середині зміни)
Мастило шприцом через пресмаслянку	Періодична робота деталей при незначному навантаженні Періодична робота	Один раз в зміну перед початком роботи Один раз в 1-2 діб
Ручне мастило ковпачковою масляною	Короткочасна робота деталей	Один-два рази в тиждень

Сорт пластичного мастила для підшипників ковзання вибирають з таблиці 5.4 з урахуванням особливостей вузла тертя.

*Таблиця 5.4 – Пластичні мастили*

Найменування мастила	Основне призначення
1	2
Універсальна низькоплавка УН-1 (вазелін технічний)	Для підшипників ковзання з малим навантаженням при $t < 35$ °С. Для захисту від корозії і для консервації деталей при зберіганні
Універсальна низькоплавка УН-2 (вазелін технічний високоплавкий)	Те ж при $t < 45$ °С

1	2
Універсальна УН-3 (гарматне мастило)	Для захисту від корозії при зберіганні
Універсальна середньоплавка УС-2, УС-3, УС-м (солідол жировий марок Л і М)	Для підшипників ковзання і інших пар тертя, працюючих при малих і середніх навантаженнях і швидкостях при температурах 55-75 °С
Універсальна УС-Т (солідол емульсивний)	Те ж при $t < 75$ °С. Замінник жирового солідолу
Мазь графітна (мастило УС-А)	Для відкритих зубчастих шестерінок ланцюгових передач (транспортери, приводи відкриті, поршневі насоси)
Універсальна тугоплавка марок УТ-1, УТВ, УТс-1, УТ-2, УТс-2 (типу консталіна)	Для кулько- і роликопідшипників і інших вузлів тертя, працюючих в умовах великої вологості при температурах до 90-130 °С
ЦИАТИМ-201	Для швидкохідних підшипників і вузлів тертя до $t = 120$ °С

Для мащення підшипників кочення застосовують мінеральні оливи і пластичні мастила, при виборі яких необхідно враховувати розміри підшипника, діюче на нього навантаження, частоту обертання і інші експлуатаційні умови.

Для підшипників з окружною швидкістю до 4-5 м/с можуть застосовуватися як рідкі оливи, так і пластичні мастила. При великих окружних швидкостях і малих навантаженнях рекомендуються рідкі оливи. Вибирають їх по в'язкості залежно від швидкості: чим більше швидкість, тим менше має бути в'язкість оливи. Для вибору сорту оливи можна використовувати довідковий матеріал таблиці 5.1.

Змазування пластичним мастилом здійснюється первинним заповненням вільного простору в підшипниковому вузлі на тривалий час без застосування яких-небудь додаткових пристроїв. Сорт пластичного мастила може бути вибраний по таблиці 5.4. Міра

## Ремонт та відновлення обладнання галузі

заповнення – не більше 2/3 вільних об'єму порожнини корпусу.

Поповнення свіжими дозами мастила робиться не рідше чим через 3 місяці; повна зміна – через 3-6 місяців при тризмінній роботі підшипника, через 6-8 місяців при двозмінній і через 8-12 місяців при однозмінній роботі.

При використанні пластичного мастила витрату визначають залежно від діаметру валу, виходячи з об'єму мастильної ванни (таблиця 5.5). Витрата рідкої оливи залежно від діаметру валу приведена в таблиці 5.6. Періодичність додавання оливи складає один раз в два-три дні.

*Таблиця 5.5 – Витрати пластичного мастила*

Діаметр валу, мм	Місткість мастильної ванни, г	Витрата мастила, г
До 10	135	0,25
10-15	200	0,35
15-20	275	0,5
20-30	400	0,7
30-40	550	0,9
40-50	675	1,2
50-60	825	1,5
60-70	930	1,7
70-80	1100	2,0

*Таблиця 5.6 – Витрати рідкої оливи*

Діаметр валу, мм	Витрата оливи, г	Діаметр валу, мм	Витрата оливи, г
До 30	0,5	50-60	2,0
30-40	1,0	60-70	2,5
40-50	1,5	70-80	3,0

*Мащення зубчастих циліндричних і конічних передач*

Ефективність мащення при роботі зубчастих циліндричних і конічних передач і вибір матеріалу багато в чому залежать від того, наскільки надійно вони захищені від впливу довкілля. Орієнтовно вибір оливи для мащення закритих зубчастих передач можна робити по таблиці 5.7.

*Таблиця 5.7 – Оливи для зубчастих передач*

Тип передачі	Характеристика передачі	Рекомендований сорт оливи
Циліндричні	Тихохідні; міжцентрова відстань між осями паралельних валів, мм: до 500 понад 500 Важкі умови роботи, робоча температура більше 55-60 °С	Індустріальне 45, 50 Циліндрове 11 Циліндрове 24
Конічні	Дистанція корпусу, мм: до 300 понад 300	Індустріальне 45, 50 Циліндрове 11
Швидкохідні усіх типів	Частота обертання хв. <sup>-1</sup> : 10000  3000  1500	Велосит і індустріальне 12 Індустріальне 20 Індустріальне 30

При використанні рідких олив витрата за 8 годин роботи визначається розмірами картера (таблиця 5.8). Пластичне мастило в картер додають один раз в місяць, а рідкий мастильний матеріал – один раз в три-чотири дні.

## Ремонт та відновлення обладнання галузі

*Таблиця 5.8 – Витрати рідких олив в редукторах*

Місткість картера, кг	Витрата оливи, г	Місткість картера, кг	Витрата оливи, г
До 5	6	30-50	3,5
5-10	5,5	50-75	3
10-15	5	75-100	2,5
15-20	4,5	Понад 100	2
20-30	4		

У відкритих зубчастих передачах зуби коліс змащують вручну (лійкою або щіткою) або через звичайні маслянки.

Для ручного мащення застосовується пластичне мастило, яке добре утримується на металі. Витрата мастила і мазі для відкритих передач визначається по 0,5 г на 1 см діаметру шестерні при її ширині 50 мм. Режим мащення – один раз в зміну для мастил і один раз в п'ять днів для мазей.

Спосіб мащення зануренням зубів зубчастих коліс в оливу застосовується при окружних швидкостях 12-15 м/с. Глибину занурення для циліндричних зубчастих коліс рекомендується вибирати в межах 0,75-2 від висоти зубів, але не менше 10 мм. Колеса конічних передач необхідно занурювати в оливу на всю довжину зуба.

### *Мащення черв'ячних передач*

Черв'ячні редуктори, як правило, змащуються рідкими оливами. В'язкість оливи вибирається по питомому навантаженню на зуб і окружній швидкості колеса (таблиця 5.9).

*Таблиця 5.9 – Кінематична в'язкість*

Окружна швидкість колеса, м/с	Питомий тиск, Н/м <sup>2</sup>	В'язкість мастила $\nu = 50 \text{ мм}^2/\text{с}$
1	2	3
до 1,0	30	235
1,0-2,5	20-30	170

Продовження таблиці 5.9

1	2	3
2,5-5,0	10-20	115
5,0-10,0	< 10	79
10,0-15,0	< 10	56
15,0-25,0	< 10	45
понад 25,0	< 10	45

Питомий тиск на зуб розраховується по формулі

$$p = \frac{N}{W \cdot B \cdot l} \quad (5.6)$$

де  $p$  – питомий тиск, Н/м<sup>2</sup> ;

$N$  – передавана потужність, Вт;

$W$  – окружна швидкість, м/с;

$B$  – висота зуба, мм;

$l$  – довжина зуба, мм.

Вибір сорту оливи може бути зроблений також орієнтовно по таблиці 5.10.

Таблиця 5.10 – Вибір оливи для черв'ячних редукторів

Умови роботи черв'ячної пари	Рекомендований сорт оливи при температурі масляної ванни, °С	
	до 50	50-70
1	2	3
Періодична робота при легкому навантаженні: до 10 с <sup>-1</sup> черв'яка	Для тихохідних дизелів Т	Циліндрове 11 і автотракторне АКп-10
понад 10 з <sup>-1</sup> черв'яка	Індустріальне 45, 50	Для тихохідних дизелів Т

## Продовження таблиці 5.10

1	2	3
Постійна робота при важкому навантаженні: до $10 \text{ с}^{-1}$ черв'яка	Циліндрове 24 і трансмісійне автотракторне літнє	Для прокатних станів в марці П-28 і циліндрове 38, 52
понад $10 \text{ с}^{-1}$ черв'яка	Циліндрове 11 і автотракторне АК-15	Циліндрове 24 і трансмісійне автотракторне літнє

Для черв'ячних передач з циліндричним черв'яком (з окружною швидкістю до 10 м/с) мащення зануренням допустиме незалежно від того, поринає в мастило черв'як або черв'ячне колесо. У черв'ячних передачах з нижнім розташуванням черв'яка його слід занурювати в оливу не глибше висоти витка, при верхньому розташуванні черв'яка глибина занурення має бути не нижче за висоту зуба колеса. Об'єм ванни приймається таким, щоб на 1 кВт передаваній потужності доводилося 0,35-0,7 л оливи.

Періодичність мащення черв'ячних редукторів така ж, як і у зубчастих. Одноразову витрату мастильного матеріалу можна визначити по таблиці 5.11.

*Таблиця 5.11 – Одноразова витрата мастильного матеріалу для черв'ячних редукторів*

Діаметр черв'яка (гвинта), мм	Витрата мастила на 1 м довжини, г	Діаметр черв'яка (гвинта), мм	Витрата мастила на 1 м довжини, г
60	6,0	30	3,0
50	5,0	20	2,0
40	4,0	10	1,0

Для черв'ячних редукторів норми витрати визначають по таблиці 5.6.

### Мащення електродвигунів

## Ремонт та відновлення обладнання галузі

Для електродвигунів зазвичай застосовують консталин УТ-1 і УТс-1 або солідол УС-2 і УСс-2. Термін служби мастила в підшипниках електродвигунів, працюючих у три зміни, складає до шести місяців.

Добавка мастила робиться один раз в один-три місяця через відповідні пристосування або безпосередньо через знятий фланець підшипника.

Витрата мастильних матеріалів на обидва підшипники електродвигуна обумовлюється його потужністю (таблиця 5.12).

Таблиця 5.12 – Витрата мастильних матеріалів

Потужність електродвигунів, кВт	Витрата за 8 годин, г	
	рідка олива	пластичне мастило
до 0,5	1,0	0,5
0,5-1,0	1,5	0,5
1,0-2,0	2,0	0,5
2,0-3,0	3,0	0,5
3,0-4,0	3,5	0,5
4,0-5,0	5,0	0,5
5,0-6,0	5,5	1,0
6,0-7,0	6,0	1,0
7,0-10,0	7,0	1,0
10,0-15,0	8,0	1,0
15-20	9	1,5
20-30	10	1,5
30-50	12	2,0

### Мащення ланцюгових передач

Мастильний матеріал для ланцюгових передач вибирають залежно від окружної швидкості, робочої температури і систем мащення. Зазвичай застосовують оливи - циліндрову П і індустріальну 45.

Ланцюги відкритих передач змащують пластичним мастилом з додаванням графіту.

Періодичність мащення оливою – один раз в зміну, пластичним мастилом – один раз в місяць.

Витрата пластичного мастила (наприклад, УС-1) визначається з



## Ремонт та відновлення обладнання галузі

розрахунку 0,4 г на 1 м довжини за годину, а при мащенні рідкою оливою – 1,0 г на 1 м довжини ланцюга за годину.

### *Інші види пар тертя*

Для зубчастих муфт зазвичай використовують оливи: трансмісійне; автотракторне АКп-10, АК-15; циліндрове П. Направляючі устаткування, які працюють при високих температурах, змащуються пластичними мастилами.

Підп'ятники змащують пластичним мастилом один раз в місяць і рідкою оливою, що доливається в корпус, один раз в три-п'ять днів.

Мащення шарнірів рідкою оливою робиться один-два рази в зміну, а пластичним мастилом – один-два рази в місяць.

### **Практична частина**

1. Вибрати сорт мастила для конкретної (за вказівкою викладача) машини, згідно із завданням до контрольної роботи № 1.
2. Визначити витрату мастила для машини.
3. Скласти схему і карту мащення.

### **Вимоги до оформлення звіту**

При виконанні схеми мащення викреслюється зовнішній вигляд машини у загальних рисах з вказівкою місць мащення за допомогою умовних позначень.

Карта мащення складається по спеціальній формі (таблиця. 5.13). Для позначення місць і способів мащення можна рекомендувати умовні позначення, вживані заводами харчового машинобудування (таблиця. 5.14).

**Карта мащення**

Найменування підприємства \_\_\_\_\_

Цех або відділення \_\_\_\_\_

Найменування устаткування \_\_\_\_\_

Таблиця 5.13

Найменування, деталей, вузлів і механізмів, що підлягають мащенню	Умовне позначення на схемі	Кількість одиниць	Сорт мастильного матеріалу	Періодичність змащування	Спосіб подачі мастильного матеріалу	Норма витрати мастильного матеріалу в зміню, г	
						На одиницю продукції	Всього
Підшипник ковзання		2	Індустріальне	Двічі в зміну	Через наливну маслянку	12	24
Відкрита циліндрична зубчаста передача		1	УС-2	Один раз в п'ять днів	Ручний	2	2

## Ремонт та відновлення обладнання галузі

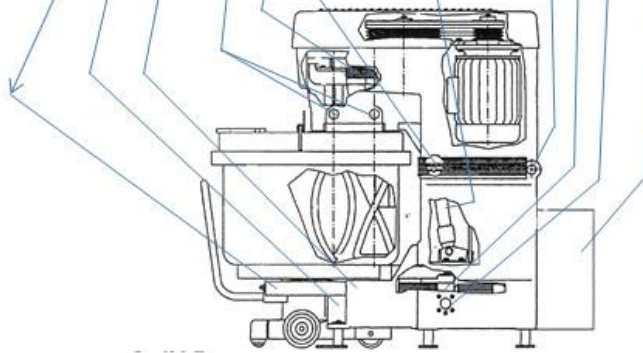
*Таблиця 5.14 – Умовні позначення*

Умовні позначення мащення		Спосіб мащення	Періодичність мащення і вид мастильного матеріалу
Місце	Спосіб		
	o	У картері або ванні	При зборці
	o		Періодична, пластичним мастилом
			Періодична, оливою
		Наливанням в отвір	Періодична, оливою
		Ручний	Періодична, пластичним мастилом
		Через наливну маслянку	Періодична, оливою
		Через ковпачкові маслянки	Періодична, пластичним мастилом
		Через прес-маслянку	Періодична, оливою і пластичним мастилом
			Періодична, харчовими жирами

## План технического обслуживания месителя (линия Diosna).

Работы по техническому обслуживанию следует проводить в соответствии с планом технического обслуживания для работы.

8760 ч. р. (1 раз в год)	(9)	8760 ч. р. (1 раз в год)
1752 ч. р. (2 раза в год)	(5)	(11) 1752 ч. р. (2 раза в год)
720 ч. р. (1 раз в месяц)	(2) (3) (4) (6) (7)	720 ч. р. (1 раз в месяц)
12 ч.р. (1 раз в сутки)	(1)	12 ч.р. (1 раз в сутки)



№	Назначение	Смазочный материал	Расход масла и смазки
1	Поверхность гидравлических захватов	Смазка Nevastane HD2T	2-3 x 3 см <sup>3</sup> (два-три качка)
2	Болты гидравлических захватов	Смазка Nevastane HD2T	2-3 x 3 см <sup>3</sup> (два-три качка)
3	Цилиндр гидравлики	Смазка Nevastane HD2T	2-3 x 3 см <sup>3</sup> (два-три качка)
4	Подшипник рабочего органа	Смазка Nevastane XMF 1	2-3 x 3 см <sup>3</sup> (два-три качка)
5	Редуктор рабочего органа	Масло Nevastane SY 460	15л
6	Поверхность пригнанного болта	Смазка Nevastane HD2T	2-3 x 3 см <sup>3</sup> (два-три качка)
7	Подшипник гидравлического цилиндра	Смазка Nevastane HD2T	2-3 x 3 см <sup>3</sup> (два-три качка)
8	Болт	Смазка Specis CU	Нанести необходимое кол-во кисточкой
9	Редуктор дежи	Масло Nevastane XSH 680	3,8л
10	Подшипник редуктора дежи	Смазка Nevastane HD2T	2-3 x 3 см <sup>3</sup> (два-три качка)
11	Гидравлический агрегат	Масло Nevastane SH 46	4,8л

## Смазочные материалы Total для вафельной печи Vanderpol

### Коническая шестерня

Масло Total Nevastane XSH 220.  
Проверять уровень масла каждые 1200 часов.  
Менять масло каждые 2400 часов.

### Транспортировочная цепь и звездочка

Масло Total Cortis XHT 245 подается на цепь устройством автоматической смазки. Проверять уровень масла в резервуаре каждые 200 часов.



### Подшипник.

Смазка Total Statermic XHT  
Смазывать каждые 10000 часов.

### Редуктор

Масло Total Nevastane XSH 220.  
Проверять уровень масла каждые 1200 часов. Менять масло каждые 2400 часов.



### Зубчатая рейка

Смазка Nevastane HD2T.  
Смазывать каждые 1200 часов.



### Подшипник

Смазка Nevastane HD2T.  
Смазывать каждые 1200 часов.



### Карданный вал

Смазка Nevastane HD2T.  
Смазывать каждые 1200 часов.



## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 6

### ОБМІР І ВИЗНАЧЕННЯ ЗНОСУ ДЕТАЛЕЙ ЦИЛІНДРО-ПОРШНЕВОЇ ГРУПИ

**Мета роботи** : метою роботи є освоєння практичних навичок перевірки геометрії деталей циліндро-поршневої групи.

**Завдання**: зробити виміри і порівняти отримані дані з гранично допустимими. Дати висновки про придатність деталей.

**Устаткування**: циліндрова втулка; поршень, перевірна плита; мікрометр гладкий 175-200; нутромір індикаторний.

#### Короткі теоретичні відомості

Поршнева група деталей входить до складу механізмів перетворення обертального руху в поступальне. До основних деталей поршневої групи (рис. 6.1) відноситься циліндр, що складається з так

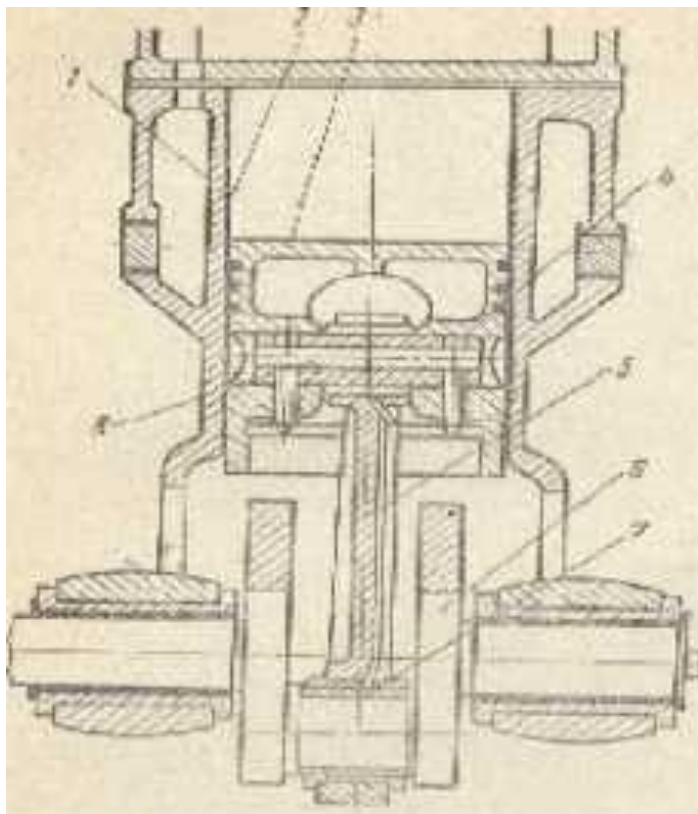


Рисунок 6.1 – Поршнева група деталей

званої сорочки 1 і внутрішньої втулки або гільзи 2, і поршень 3 з поршневими кільцями 4. Поршень сполучений з шатуном 5 за допомогою поршневого пальця 8, другий кінець шатуна має вкладиш 7, який сполучає шатун з колінчастим валом 6.

В процесі експлуатації внаслідок зношування збільшується проміжок між стінками циліндра і поршня; поверхня циліндра набуває нециліндричності і некруглості, на стінках циліндра утворюються

задирки.

Поршневі кільця стають менш пружними, збільшується проміжок в замках, тобто в місцях, де знаходиться стик кінців. В результаті усього в порожнині циліндра зменшується компресія, тобто міра стискування газів, оскільки гази просочуються між стінками поршня і циліндра. Із-за зношування порушується посадка поршневого пальця у бобишках поршня і голівці шатуна і посадка голівки шатуна на шийці валу, що спричиняє за собою виникнення стуків у з'єднаннях.

Ремонт деталей поршневих і кривошипно-шатунних механізмів часто обходиться дорожче, ніж виготовлення нових. Тому у кожному конкретному випадку судять про доцільність і метод ремонту. Найбільший ефект досягається заміною зношених деталей новими запасними частинами. При цьому знижується час простою машини із-за ремонту, знижується трудомісткість і підвищується якість ремонту.

При ремонті деталей поршневої групи необхідно строго витримувати технічні вимоги на ремонт.

### ***Ремонт циліндрів***

Зношені циліндри, що входять в механізми перетворення руху, прийнято ремонтувати по системах ремонтних розмірів.

Під ремонтним розміром розуміють той діаметр циліндра, до якого при ремонті знімають дефектний шар металу з його робочої поверхні. До отриманого ремонтного розміру циліндра підганяють розміри зв'язаної деталі.

Система ремонтних розмірів дає можливість відновлювати правильну геометричну форму зношених поверхонь і обробляти їх з необхідною шорсткістю.

Ремонтні розміри циліндрів, як правило, встановлюються заводами-виробниками. Ці розміри йдуть з градацією 0,5 – 1,0 мм залежно від діаметру циліндра. Останній ремонтний розмір має бути таким, щоб циліндр був досить міцним (виконується розрахунок на міцність).

Циліндри, знос яких вийшов за межі останнього ремонтного розміру, в окремих випадках можна відновити розточуванням і

наступною запресуванням гільзи. Гільзу запресовують в розточений корпус з натягом, потім обробляють її отвір до номінального отвору циліндра.

Якщо в циліндрі вже є гільза, і вона зношена, то її розточують до найближчого ремонтного розміру на розточувальному або токарному верстаті.

Відновлення робочої поверхні циліндрів за системою ремонтних розмірів має істотні достоїнства: багаторазово використовується корпус циліндра (чи блок циліндрів), що дуже цінно, оскільки виготовлення нового циліндра обходиться дорого і вимагає великих трудових витрат, а у багатьох випадках не доступно ремонтному господарству заводу; зношений циліндр можна замінити запасним з належними ремонтними розмірами, отриманими від заводу-виробника, і цим значно прискорити ремонт.

Відремонтовані циліндри повинні задовольняти наступним вимогам: різниця в діаметрі циліндра на довжині 1000 мм не повинна перевищувати 0,03 мм; відхилення осі циліндра від прямолінійності на довжині 500 мм не повинне перевищувати 0,08 мм; відхилення від круглості циліндра не має бути вище 0,02 мм.

### ***Ремонт поршнів***

В процесі роботи у поршнів з'являються наступні види зносу: збільшення розмірів і спотворення форми поршневих канавок, отворів у бобишках для поршневого пальця, поява тріщин і задирів на робочих поверхнях, знос бічної поверхні.

Усі види зносу поршнів виявляють оглядом і обміром точними вимірювальними інструментами. Поршні без тріщин і з незначним зносом, що не перевищує граничні, не ремонтують, на них зачищають риски, знімають задирки і після промивання їх знову використовують. Поршні, що мають тріщини і значний знос канавок для кілець, замінюють новими.

При ремонті поршнів зношені поршневі канавки проточують на токарному верстаті під кільця збільшеного ремонтного розміру. Після проточки канавки повинні мати чисту поверхню, стінки канавок

мають бути строго паралельні між собою. Биття торців канавок під кільця допускається не більше  $0,04 \div 0,05$  мм, радіальні риски і інші дефекти не допускаються. Проточувати поршневі канавки можна тільки один раз. Це обмеження диктується зменшенням товщини перемички між канавками.

Зношені отвори під поршневий палець викликають в машині стук. Їх ремонтують розгортанням або тонким розточуванням під збільшений розмір пальця. Розточування бобишек для пальця роблять на токарному верстаті за допомогою спеціального пристрою або на розточувальному верстаті, обробляючи одночасно обидва отвори, що забезпечує їх співвісність.

Відремонтований поршень повинен задовольняти наступним технічним умовам: овальність і конусність направляючої частини поршня не повинні перевищувати  $0,001$  діаметру циліндра; овальність отворів під поршневий палець не повинна перевищувати  $0,01 \div 0,02$  мм для великих агрегатів і  $0,003$  мм для середніх і дрібних; відхилення від перпендикулярності осі отвору під поршневий палець до вертикальної вісі поршня допускається не більше  $0,02$  мм на  $100$  мм довжини.

### ***Ремонт поршневих пальців***

Поршневий палець виготовляється або суцільним, або порожнистим, з постійним або змінним діаметром розточування. Установка пальця у бобишках поршня може бути жорсткою або вільною. Переміщення плаваючого пальця обмежується розтискними кільцями або вставками з бронзи і легкого сплаву. При вільній установці, завдяки обертанню, палець зношується рівномірно, зменшується тертя і усувається деформація торця, яка має місце при запресуванні пальця у бобишках поршня.

Різниця вимірювань твердості пальця в різних місцях не повинна перевищувати  $5$  НВ. Для контролю, за станом поршневого пальця, окрім зовнішнього огляду, роблять виміри в трьох перерізах (по кінцях і в середній частині) в двох взаємно перпендикулярних напрямках (по осі циліндра і перпендикулярно їй).



## Ремонт та відновлення обладнання галузі

У поршневих пальців зношується зовнішня поверхня, що сполучається з втулкою шатуна і бобишкою поршня.

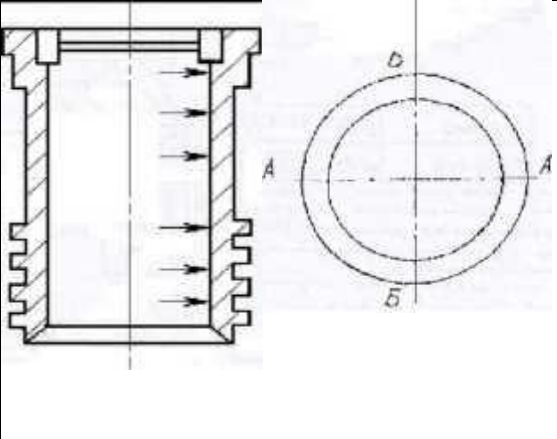
При ремонті зношені пальці часто замінюють новими, оскільки трудомісткість їх виготовлення невелика, і приганяють по відновлених отворах в поршні і втулці шатуна. Іноді пальці хромують по зовнішньому діаметру з тим, щоб вони відповідали збільшеному розміру. Якщо поршень замінений новим, виходять з того, що його отвір під поршневий палець має номінальний розмір.

### Практична частина

Порядок виконання роботи:

1. Обмір і дефектація гільзи циліндра.
2. Зробити зовнішній огляд гільзи:
  - а) напливи у верхній частині дзеркала гільзи не допускаються;
  - б) не допускаються тріщини і рихлість на поверхні гільзи; на робочому дзеркалі гільзи можуть мати місце окремі задирки завглибшки і шириною не більше 0,5 мм;
  - в) на зовнішній поверхні гільзи допускаються корозійні раковини, розміри яких не регламентуються, але гільзи в цьому випадку повинні піддаватися гідравлічному випробуванню. Не допускаються наскрізні раковини.
3. Зробити виміри гільзи відповідно до схеми виміру (рис. 6.2). Результати вимірів і результати обчислень привести в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Результати вимірювань гільзи

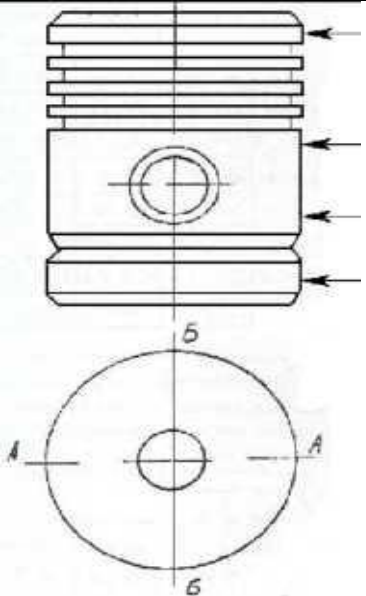
	Внутрішній діаметр				
	$D_{cp}$ , мм	у площині А-А, мм	у площині Б-Б, мм	відхилення від круглості, мм	відхилення від циліндричності, мм
Рисунок 6.2 – Схема вимірювань гільзи					

4. Порівняти отримані значення відхилення від циліндричності і відхилення від круглості з тими, що допускаються (таблиця 6.6, додаток 1).

5. Обмір і дефектація поршня:

а) зробити виміри втулки відповідно до схеми виміру на рис. 6.3. Результати вимірів і результати обчислень занести в таблицю 6.2.

Таблиця 6.2 – Результати вимірювань поршня

	Розміри				
	$D_{cp}$ , мм	у площині А-А	у площині Б-Б	відхилення від круглості, мм	відхилення від циліндричності, мм
Рисунок 6.3 – Схема вимірювань поршня					

б) порівняти отримані значення відхилення від циліндричності і відхилення від круглості з тими, що допускаються (таблиця 6.5, додаток 1).

6. Обмір і дефектація поршневого пальця.

## Ремонт та відновлення обладнання галузі

а) зробити обмір поршневого пальця відповідно до схеми вимірів (рис. 6.4). Результати вимірів і обчислень занести в таблицю 6.3.

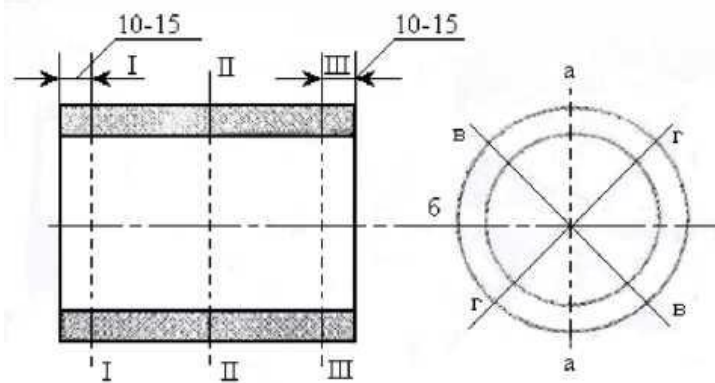


Рисунок 6.4 – Схема вимірювань поршневого пальця

Таблиця 6.3 – Результати вимірювання поршневого пальця

переріз	а-а	б-б	в-в	г-г	відхилення від круглості, мм
I - I					
II - II					
III - III					
відхилення профілю подовжнього перерізу					

б) порівняти отримані значення відхилення від циліндричності і відхилення від круглості з тими, що допускаються (таблиця 6.4, додаток 1).

### Контрольні питання

1. Назвіть основні методи відновлення з'єднань.
2. Основні переваги і недоліки методу ремонтних розмірів.
3. Назвіть характерні причини спотворення геометрії поршня.
4. Назвіть характерні причини спотворення геометрії циліндрових гільз.
5. Основні методи відновлення поршнів в процесі ремонту.

Таблиця 6.4 – Найбільший знос шийок поршневого пальця, що допускається

Діаметр, мм	Відхилення від круглості, мм	Відхилення від циліндричності, мм	Діаметр, мм	Відхилення від круглості, мм	Відхилення від циліндричності, мм
До 50	0,12	0,12	176-200	0,27	0,27
51-75	0,15	0,15	201-225	0,3	0,3
76-100	0,18	0,18	226-250	0,33	0,33
101-125	0,2	0,2	251-275	0,37	0,37
126-150	0,22	0,22	276-350	0,4	0,4
151-175	0,25	0,25	-	-	-

Таблиця 6.5 – Найбільший знос поршнів, що допускається

Діаметр поршня, мм	Відхилення від круглості, мм	Відхилення від циліндричності, мм
До 50	0,15	0,15
51-75	0,2	0,2
76-100	0,2	0,2
101-125	0,2	0,2
126-150	0,25	0,25
151-175	0,25	0,25
176-200	0,25	0,25
201-250	0,3	0,3

Таблиця 6.6 – Найбільші знос внутрішньої поверхні гільз, що допускається

Діаметр циліндра, мм	При $n > 500$		При $n = 150-500$		При $n < 150$	
	Відхилення від круглості, мм	Найбільше збільшення діаметру, мм	Відхилення від круглості, мм	Найбільше збільшення діаметру, мм	Відхилення від круглості, мм	Найбільше збільшення діаметру, мм
До 100	0,25	1,00	-	-	-	-
101-150	0,30	1,20	-	-	-	-
151-200	0,35	1,50	0,30	1,60	-	-
201-250	0,40	1,80	0,35	2,00	0,55	2,50

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 7

### РОЗРОБКА РЕМОНТНОГО КРЕСЛЕНИКА

**Мета роботи:** – ознайомлення з правилами виконання ремонтних креслеників та набуття навичок аналітичного конструювання виробів машинобудування.

**Завдання:** – відповідно до індивідуального завдання провести аналіз надійності роботи конструкції, ремонтпридатності та розробити ремонтний кресленик деталі.

#### Короткі теоретичні відомості

Розробка технологічного процесу ремонту (розбирання вузла, оцінка технічного стану деталей та можливості подальшого її використання, заміни або відновлення, та т. ін.) починається з аналізу службового призначення виробу та вивчення конструкторської документації. В процесі розбирання доцільно робити зарисовки які в подальшому будуть використані для розробки ремонтної бази даних та прийомів виконання технологічних операцій.

Початковими даними для розробки технологічного процесу ремонту деталей такі: ремонтні кресленики деталей; відомості про можливі дефекти зношеної деталі та про кількість деталей з певними сполученнями дефектів; довідкові матеріали про технологічні методи усунення окремих дефектів і про рівень відновлення службових властивостей деталі різними методами; програма випуску ремонтваних деталей, від якої залежить деталізація процесу ремонту; креслення складальної одиниці, до якої входить деталь; відомості про передовий досвід ремонту деталей даного найменування; різні довідкові та нормативні матеріали (каталоги технологічного обладнання і оснастки, припуски на обробку, режим обробки, технічні норми та ін.).

Проаналізувавши складальний кресленик (індивідуальне завдання), студент повинен вказати призначення деталі та яким навантаженням вона піддається при роботі, визначити можливі дефекти, та призначити метод відновлення працездатності. На

## Ремонт та відновлення обладнання галузі

підставі аналізу кресленика деталі слід описати хімічний склад і механічні властивості матеріалу з якого виготовлена деталь.

Ремонтними вважаються кресленики, призначені для ремонту деталей; ремонту складальних одиниць; складання й контролю відремонтованого виробу; виготовлення додаткових деталей і деталей з ремонтними розмірами.

Ремонтні розміри, визначені для деталі, що ремонтується або для виготовлення нової деталі замість зношеної, що відрізняються від аналогічних розмірів деталі по робочому кресленнику.

Ремонтні розміри діляться на категорійні й пригоночні.

*Категорійними* називаються ремонтні остаточні розміри деталі, установлені для певної категорії ремонту.

*Пригоночними* називаються ремонтні розміри деталі, встановлені з урахуванням припуску на пригонку поверхонь деталі „по місцю”.

У комплект ремонтних креслеників виробу входять:

кресленики, призначені для ремонту деталей (перераховані вище)

ремонту складальних одиниць;

виготовлення додаткових деталей і деталей з ремонтними розмірами;

*кресленики габаритні*, якщо в результаті ремонту змінюються габаритні розміри виробу;

*кресленик монтажний*, якщо в результаті ремонту складових частин виробу змінюються графічно викладені умови монтажу в порівнянні з умовами в монтажних кресленнях, що входять у комплект конструкторської робочої документації;

*схеми*, якщо в процесі ремонту в електричну, кінематичну й подібні схеми виробу повинні бути внесені зміни;

специфікації;

*відомість специфікацій*;

## Ремонт та відновлення обладнання галузі

*відомість посилальних документів*, якщо в перерахованих документах є посилання на документи, які не входять у комплект ремонтних документів виробу;

*робочі кресленики для виготовлення інструментів і оснащення*, що входять до складу ЗІП(запасний інструмент та приладдя), якщо в результаті ремонту виробу потрібно застосовувати інструменти й обладнання зі зміненими приєднувальними розмірами.

Допускається в комплект ремонтних документів включати розрахунки та результати аналізу розмірних і кінематичних ланцюгів, розрахунки відремонтованих деталей і складальних одиниць на міцність, інструкції з ремонту та ін.

Кресленики ремонтні, габаритні, монтажні, схеми, специфікації відомості й інші документи, перераховані вище, виконують відповідно до вимог стандартів ЄСКД(єдиної системи конструкторської документації).

На креслениках габаритних, монтажних, схемах, що входять у комплект ремонтної документації, поміщають тільки ті дані, які відмінні від даних відповідних документів, що входять у комплект робочої документації.

### **1 Правила виконання ремонтного кресленника**

При виконанні ремонтного кресленника (РК) необхідно дотримуватись вимог за ГОСТ 2.604-68.

На ремонтних креслениках слід указувати ***тільки*** розміри, граничні відхилення, зазори та інші дані, які повинні бути виконані та перевірені в процесі ремонту та складання.

На деталі, які при ремонті не можуть бути роз'єднані (нероз'ємні з'єднання, що виконані клепкою, зварюванням, паянням та ін.), окремі креслення не випускають. Вказівки по ремонту таких деталей приводять на ремонтному кресленні відповідної складальної одиниці з додаванням окремих зображень, що пояснюють сутність ремонту.

## Ремонт та відновлення обладнання галузі

На ремонтних кресленнях (за винятком креслень на нові виготовлені деталі та складальні одиниці) зображують тільки ті види розрізи, які необхідні для проведення ремонту деталі чи складальної одиниці.

На ремонтних кресленнях граничні відхилення лінійних розмірів вказують числовими значеннями, наприклад,  $\varnothing 18_{0}^{+0,018}$ ,  $\varnothing 12_{-0,059}^{-0,032}$  або умовним буквеним позначенням з послідуєчим занесенням в дужках їх цифрового значення, наприклад,  $\varnothing 18H7(_{0}^{+0,018})$ ,  $\varnothing 12e8(_{-0,059}^{-0,032})$ .

На ремонтних креслениках поверхні, що підлягають обробці при ремонті, виконують основною суцільною товстою лінією, інша частина зображення – суцільною тонкою лінією (рисунки 7.1,а).

Якщо у окремих елементах ремонтної деталі змінюється конфігурація, то змінні частини деталі показують на кресленні суцільною основною лінією, а незмінну частину суцільною тонкою лінією (рисунки 7.1,б).

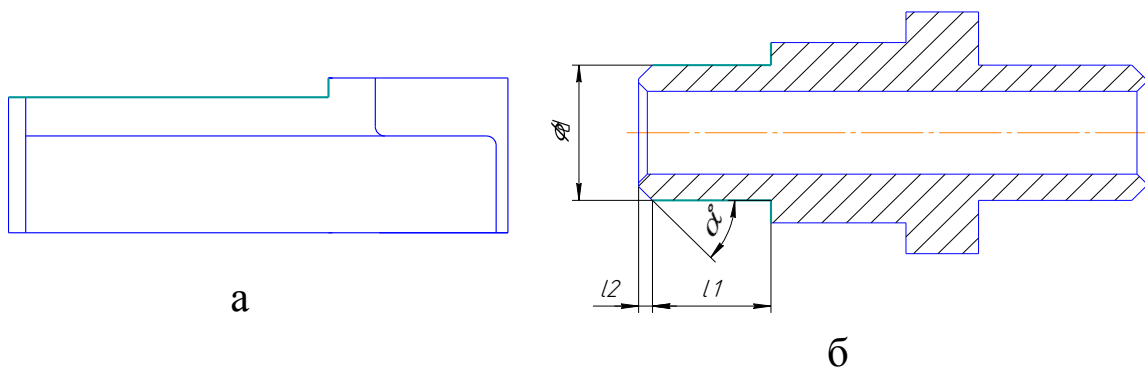


Рисунок 7.1 – Приклад виділення поверхонь, що обробляються на РК

На кресленні деталі, що ремонтується зварюванням, наплавленням, нанесенням металопокриття та ін., рекомендується виконувати зображення підготовки відповідної ділянки деталі до ремонту (рисунки 7.2).



## Ремонт та відновлення обладнання галузі

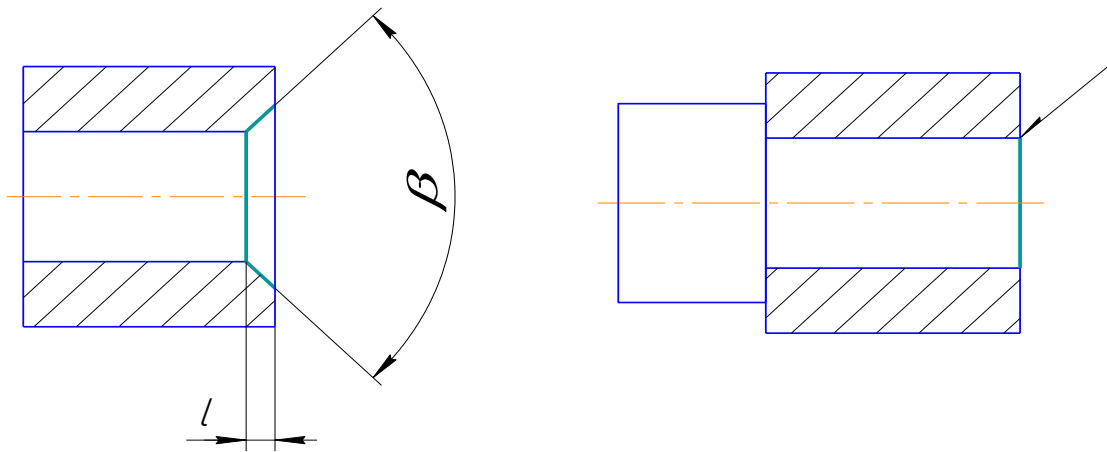


Рисунок 7.2 – Приклад зображення на РК підготовки поверхні до зварювання, наплавлення, нанесення покриття

При застосуванні зварювання, паяння та ін. на ремонтному кресленнику вказують найменування, марку, розміри матеріалу, що використовується при ремонті, а також номер стандарту на цей матеріал (рисунок 7.3)

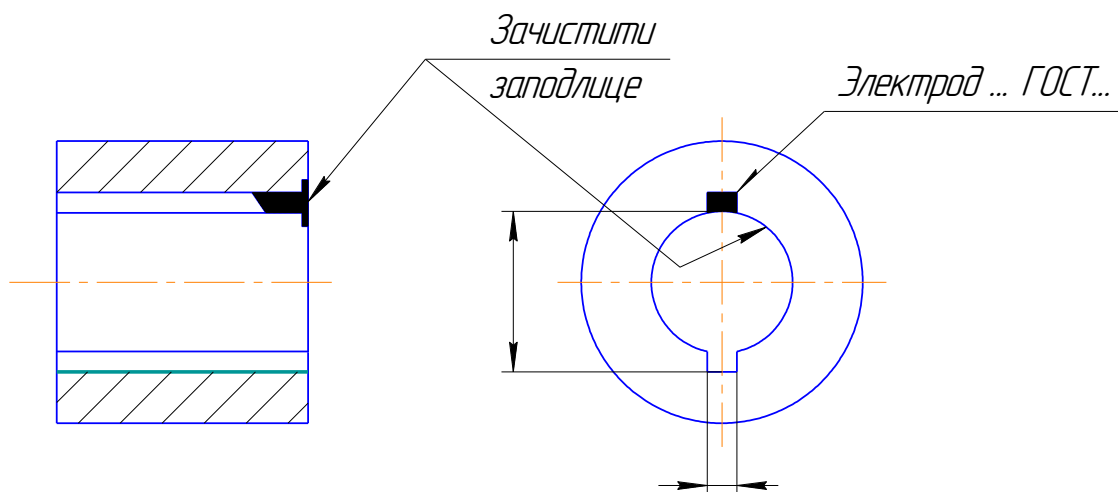


Рисунок 7.3 – Приклад зображення використання зварювання, паяння

Якщо при ремонті деталі видаляють зношену частину та змінюють її новою (рисунок 7.4,а), то видалену частину зображують тонкою штрих-пунктирною лінією з двома крапками (рисунок 7.4,б).

## Ремонт та відновлення обладнання галузі

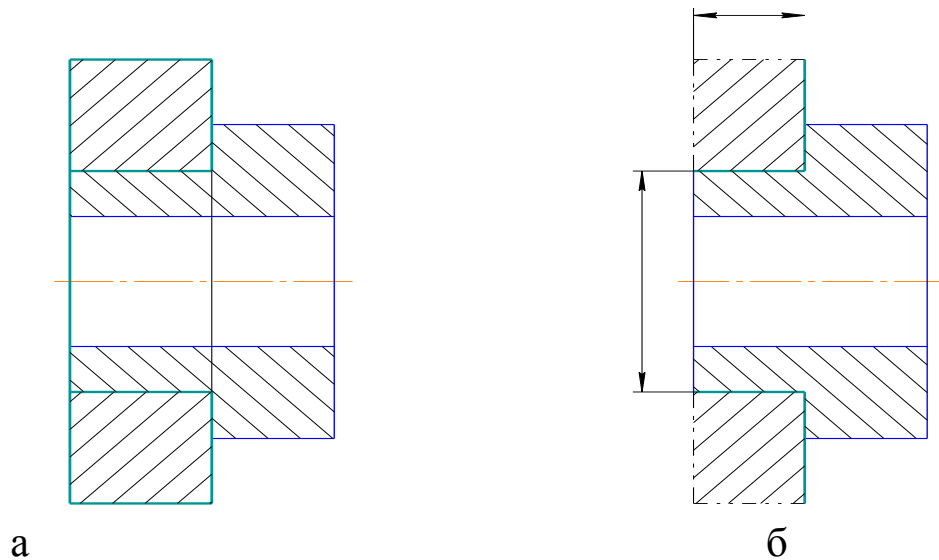


Рисунок 7.4 – Приклад зображення на РК заміни зношеної частини деталі

Нову частину деталі виконують на окремому ремонтному кресленнику.

На ремонтному кресленнику деталі, для якої встановлені пригоночні розміри, при необхідності, вказують установочні бази для пригонки деталі «по місцю».

На ремонтних кресленниках категорійні та пригоночні розміри, а також розміри деталі, що ремонтується зняттям мінімально необхідного шару матеріалу, проставляють буквеним позначенням, а їх числові величини та інші данні вказують на лініях-виносках (рисунок 7.5) або в таблиці. Таблицю розміщують в правій верхній частині кресленника.

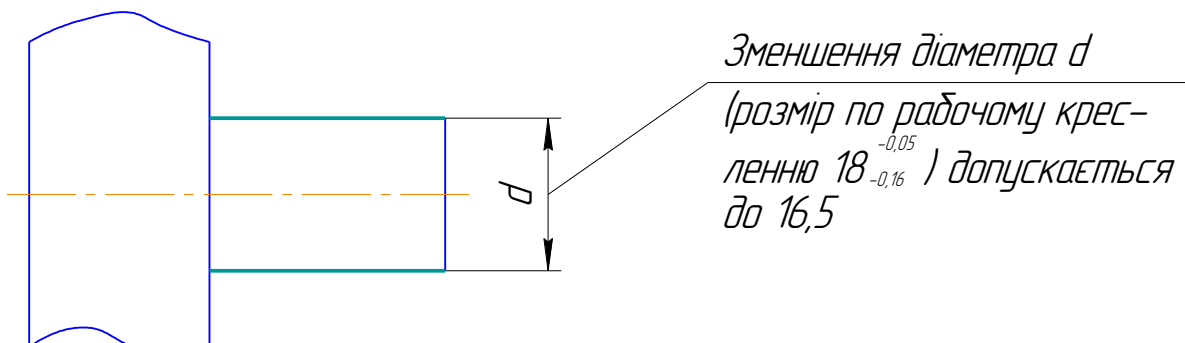


Рисунок 7.5 – Приклад оформлення категорійних та пригоночних розмірів

## Ремонт та відновлення обладнання галузі

На ремонтних креслениках в спряжених деталях з категорійними розмірами зберігається клас точності та посадка, передбачені в робочих креслениках.

На ремонтних креслениках деталей та складальних одиниць для визначення способу ремонту розміщують технологічні вимоги та вказівки, які являються єдиними для відновлення експлуатаційних характеристик виробу.

Технологічні вимоги, що відносяться до окремого елемента деталі чи складальної одиниці, розміщують на ремонтному кресленику, як правило, поруч з відповідним елементом чи ділянкою деталі чи складальної одиниці.

Надписи, таблиці, а також технічні вимоги на ремонтних креслениках деталей та складальних одиниць ремонтованих виробів виконують у відповідності з вимогами.

На ремонтному кресленику одночасно допускається вказувати декілька варіантів ремонту одних і тих самих елементів деталі з відповідним роз'ясненням. На кожний принципово відмінний варіант ремонту деталі чи складальної одиниці виконують окремий кресленик.

Якщо при ремонті деталі в неї вводять додаткові деталі (втулку, стопорний гвинт та ін.) чи монолітну деталь при ремонті змінюють деталлю, яка складається з деяких складових частин, то ремонтний кресленик виконують як складальний.

На ремонтних креслениках деталі вміст граfi «матеріал» основного надпису повинен відповідати вмісту аналогічної граfi робочого кресленика деталі. Номери відмінних стандартів на матеріали не вказуються.

Граничні відхилення розмірів 14-17 квалітетів проставляють на ремонтних креслениках з округленням до десятих долів міліметра.

Якщо на ремонтному кресленику однієї деталі (рисунок 7.6) наведено вичерпні вказівки що до виготовлення іншої (спряженої) по робочій конструкторській документації та ця документація

## Ремонт та відновлення обладнання галузі

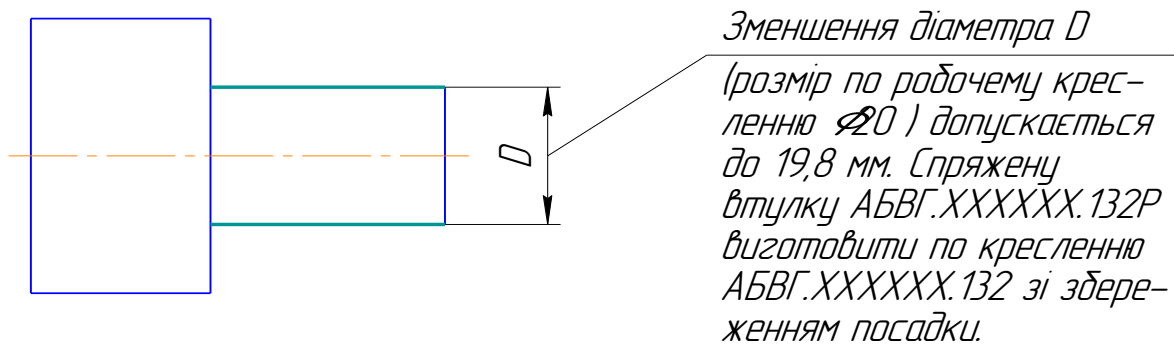


Рисунок 7.6 – Приклад оформлення на РК спряжених поверхонь

включена в комплект документів для ремонту виробу, то окремий ремонтний кресленик на спряжену деталь не випускають.

## 2 Позначення ремонтних креслеників та специфікації

Позначення ремонтного кресленика (рисунок 7.7) одержують додаванням до позначення деталі або складальної одиниці букви „Р” (ремонтний). Ремонтний кресленик з одним категорійним розміром одержують додаванням до позначення цифр 1, 2,3 і т.д. відповідно до категорії ремонтного розміру деталі, зображеної на кресленику.

Ремонтний кресленик з декількома категорійними розмірами деталі позначають додаванням до позначення цієї деталі дробу, у чисельнику якої стоїть буква „Р” і цифра, що відповідає першій категорії ремонтного розміру деталі, а в знаменнику - буква „Р” і цифра, що відповідає другій або третій й т.д. категорії ремонтного розміру деталі.

Позначення ремонтного кресленика із пригоночним розміром одержують додаванням букви „П” до позначення ремонтного кресленика деталі.

Позначення ремонтного кресленика додаткової (нової) деталі одержують додаванням букви „Н” до позначення ремонтного кресленика деталі, до якої ставиться додаткова деталь.

Якщо додаткова деталь підлягає пригону, то замість букви „Н” додають букви „НП”.

Якщо для ремонту основної деталі потрібно не одна, а кілька додаткових деталей, позначення їх одержують додаванням до букви „Н” порядкових номерів цих деталей (Н1, Н2 і т.д.).

# Ремонт та відновлення обладнання галузі

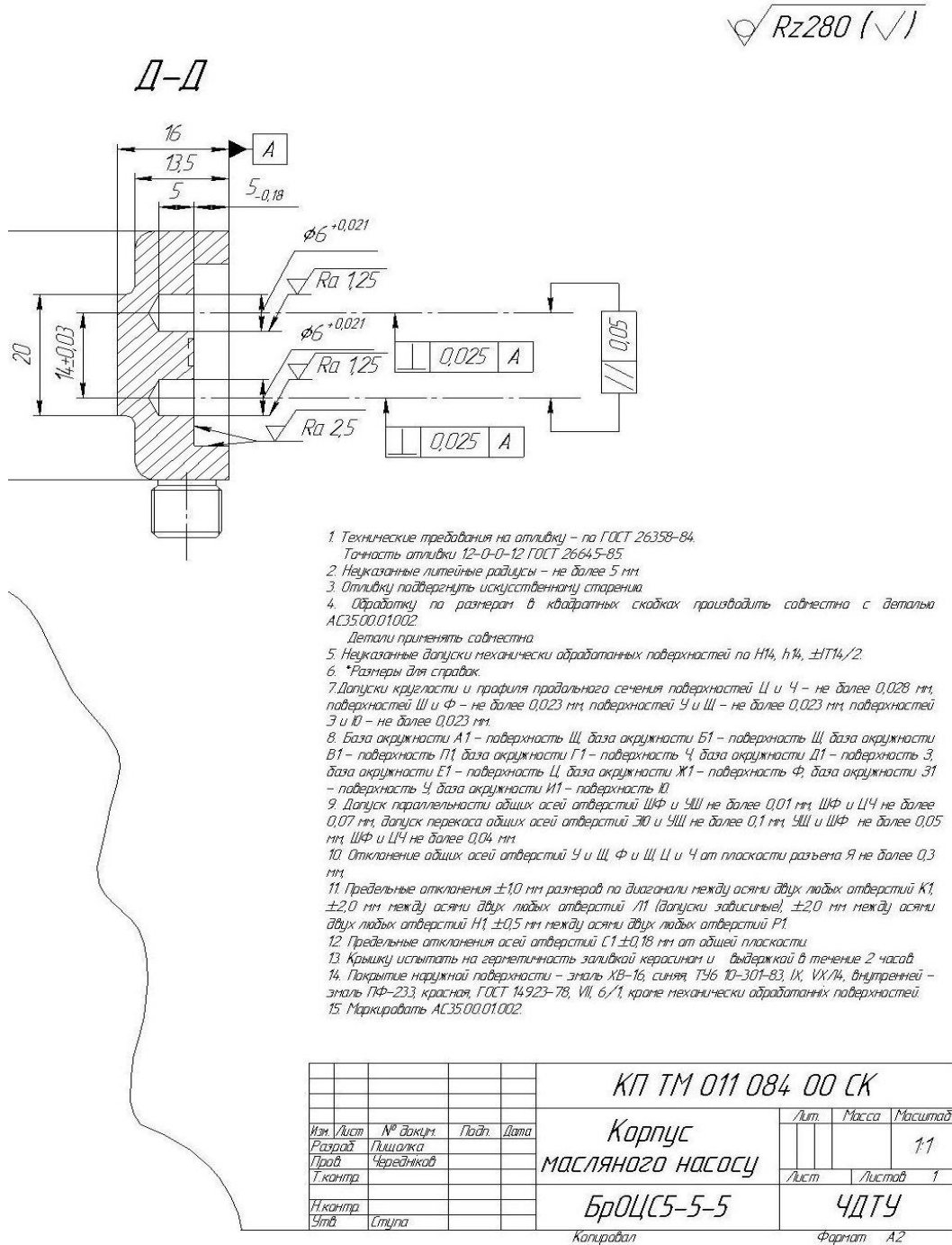


Рисунок 7.7 – Приклад оформлення технічних умов на ремонтному кресленуку

## Ремонт та відновлення обладнання галузі

Ремонтний кресленик деталі, у яку вводять додаткову деталь, позначають так само, як ремонтну деталь.

Якщо на ремонтному кресленику складальної одиниці показують деталі від інших складальних одиниць, позначення ремонтного кресленика цих складальних одиниць одержують додаванням букв „РА” до позначення складальної одиниці, наприклад: РАС Б.

Позначення ремонтних креслеників різних варіантів ремонту однієї й тієї ж деталі (складальної одиниці) одержують додаванням до позначення деталі (складальної одиниці) букви „Р” і через тире - римських цифр I, II (відповідно для перших, другого варіантів ремонту).

Специфікацію складають по ГОСТ 2.108-68 (рисунок 7.8,а). Допускається специфікацію складати на полі кресленика на кожну складальну одиницю, комплекс чи комплект, на які розроблені ремонтні кресленики.

### 3 Технічний контроль креслеників

Технічний контроль умовно поділяють на конструкторський та технологічний, які тісно пов'язані між собою. *Конструкторський аналіз* кресленику не повинен зводиться тільки до ретельного його вивчення, а . полягає в аналізі вимог що вказані на кресленику в суворому взаємозв'язку з службовим призначенням, режимами роботи та впливом оточуючого середовища.

Кресленики (рисунок 7.8), перш за все, повинні містити всі проєкції, розрізи, перетини, всі розміри з необхідними відхиленнями, необхідну шорсткість поверхонь(не тільки виконавчих але й вільних, так як вони вплинуть на метод одержання вихідної заготовки), відхилення, що допускаються, від правильних геометричних форм, взаємного розташування поверхонь; данні про матеріал деталі, термічну обробку, вживаних захисних і декоративних покриттях, масі деталі і ін.

## Ремонт та відновлення обладнання галузі

Якісний *аналіз технологічності конструкції* зводиться до можливості зменшення трудомісткості і металоємності, можливості обробки деталі високопродуктивними методами. Найзручніше проводити аналіз технологічності деталі, відповідаючи на наступні питання:

- a) Складна або проста форма деталі?
- b) Жорстка або нежорстка конструкція деталі?
- c) Чи є деталі поверхні, які легко піддаються обробці універсальним ріжучим інструментом?
- d) Чи можливе виключення механічної обробки деяких поверхонь деталі шляхом прийняття точнішого способу отримання вихідної заготовки?
- e) Чи є можливість спростити механічну обробку деяких поверхонь?
- f) Чи є у деталі поверхні, форма яких створює труднощі при обробці, і чи дійсно необхідна така форма для виконання деталлю свого службового призначення?
- g) Чи допускають конструкція деталі застосування високопродуктивних методів обробки?
- h) Чи достатньо обґрунтовані відхилення, що допускаються, від правильної геометричної форми і чи можуть вони бути витримані звичайними методами обробки?
- i) Чи достатньо обґрунтовані просторові відхилення, що допускаються, і чи можуть вони бути витримані без ускладнення технічного процесу?

Для зменшення числа помилок кожний кресленик повинен бути ретельно перевірено студентом. Перевірку рекомендується проводити в порядку відповідей на наступні питання:

- Чи правильно зображено кінематичні, розмірні та інші зв'язки конструкції?
- Чи достатньо ясно представлена конструкція на кресленику?
- Чи немає потреби в додаткових розрізах, перетинах, видах?
- Чи в робочому положенні зображений механізм?
- Чи не заважають креслення зайві проекції і зображення?

## Ремонт та відновлення обладнання галузі

- Чи використані при розробці конструкції стандартні і нормалізовані елементи?
- Чи всі необхідні технічні характеристики відображені в технічних вимогах? Чи не потрібні доповнення?
- Чи правильно пов'язані розміри: настановні, габаритні, лінійні, міжосьові в зубчатих зчепленнях, по отворах, необхідні зазори і перемички; різьблення, їх відповідність болтам і гвинтам по діаметру, кроку і глибині нарізки?
- Є зайві (повторюються) і непоказані розміри й буквені позначення?
- Відповідає діючим стандартам простановка розмірів і всіх позначень?
- Чи можливе складання і розбирання складальних одиниць без пошкодження деталей?
- Чи зручне проведення операцій складання (штифтування, шплінтування, кріплення, регулювання і т.п.)?
- Чи дотримані правила техніки безпеки (огорожі, попереджувальні надписи і фарбування та т.п.)?
- Є можливість переміщення рухомих елементів без зачіпання зв'язані елементи конструкції або корпус?
- Чи достатньо мастила постачається до поверхонь тертя при будь-яких її робочих положеннях конструкції?
- Чи достатня надійність засобів ущільнення (прокладок, сальників і т.п.), запірної арматури від пробиття і витоків енергоносія?
- Чи забезпечена технологічність виконання деталей?
- Чи немає сумнівів в міцності і жорсткості силових груп елементів (перевірити розрахунок); чи не завищена металоємність?
- При значній масі конструкції чи передбачені засоби для стропування і транспортування (вушка, римболти і т.п.)?
- Чи відповідають вибрані посадки характеру з'єднання деталей в збірці?
- Правильно і повно заповнена специфікація?



## Ремонт та відновлення обладнання галузі

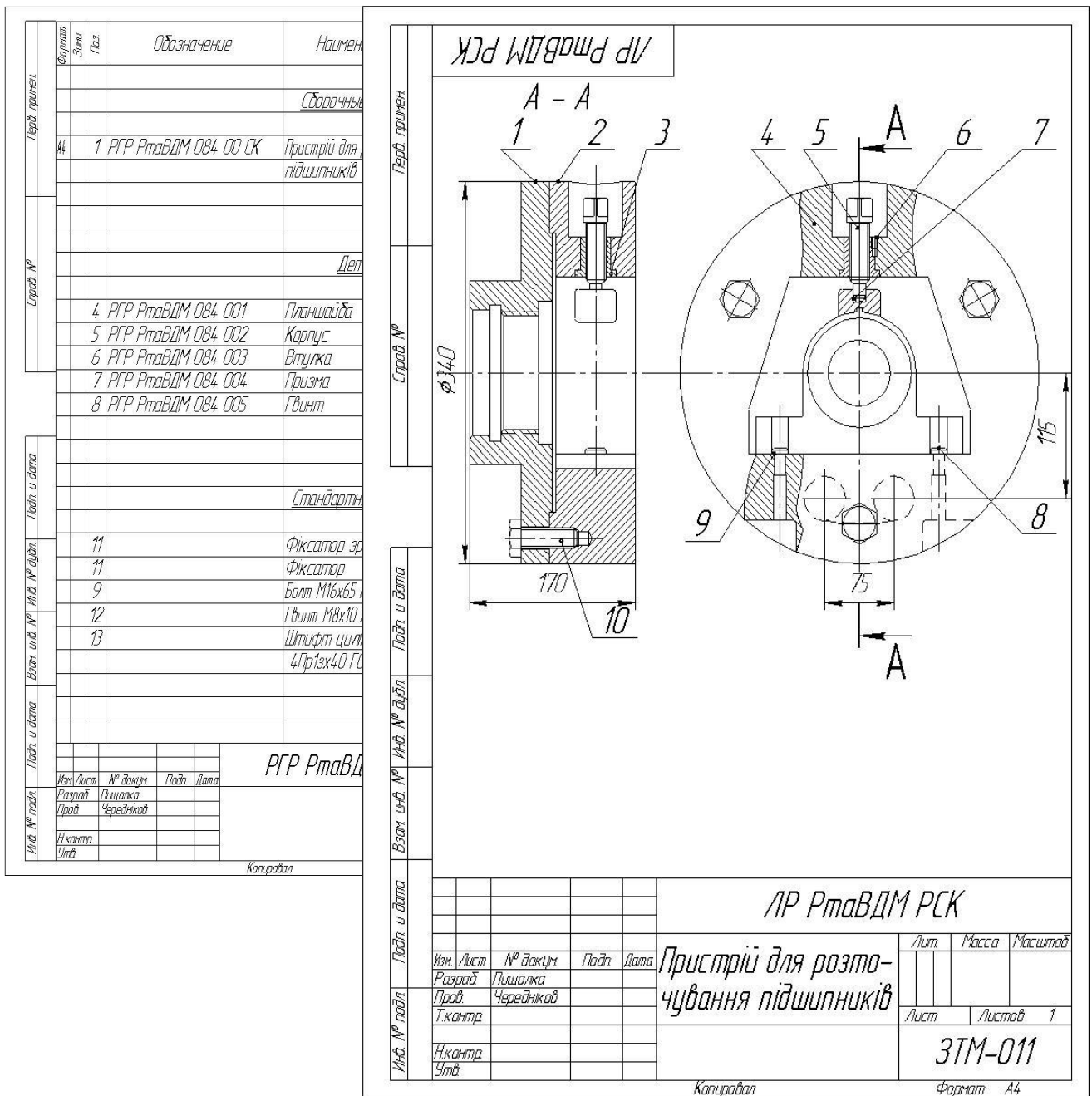


Рисунок 7.8 – Приклад виконання: а – специфікації, б – ремонтного кресленика

На підставі проведеного аналізу відповідей на запитання слід зробити висновок про якість конструкторської та технологічної ув'язки інженерних рішень та внести потрібні удосконалення в технічну документацію.

## **5 Індівідуальні завдання**

Наведенні в додатку складальні кресленики потребують уважного вивчення та пристосування під конкретне службове призначення, що формулюється студентом під керівництвом викладача.

### **Контрольні питання**

1. Які вимоги необхідно виконувати при розробці ремонтного кресленика?
2. Які розміри потрібно показувати на ремонтних креслениках?

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 8

### БЕЗКОНТАКТНИЙ ВИМІР ТЕМПЕРАТУРИ ВУЗЛІВ УСТАТКУВАННЯ

**Мета роботи:** – вивчення принципу дії лазерного пірометра і діагностування матеріалу і вузлів устаткування шляхом виміру температури їх безконтактним способом за відомими характеристиками електромагнітного випромінювання.

**Завдання:** – отримати практичні навички у вимірюванні температури на поверхні деталей обладнання безконтактним способом.

#### Короткі теоретичні відомості

В процесі експлуатації технологічного устаткування конструкційний матеріал, окремі деталі, ізоляція устаткування піддаються температурним, корозійним і механічним навантаженням, які призводять до небажаних наслідків (прогари стінок, зменшення товщини ізоляції). Розвиток таких дефектів можна діагностувати опосередковано, вимірюючи температуру стінок, ізоляції і так далі

Для визначення температури окремих вузлів устаткування використовують контактні і безконтактні методи контролю. При контактних методах контролю використовують розширення тіл при підвищенні температури. Цей ефект використовується в рідинних термометрах, датчиках з біметалічними пластинами і термоакустичних перетворювачах. При безконтактних методах контролю температури використовують електромагнітне випромінювання.

Прилади безконтактного виміру температури застосовуються головним чином там, де інші прилади (наприклад, контактні термометри) не можуть бути використані. Безконтактні прилади застосовуються при вимірах на деталях під електричною напругою, компонентах пристроїв, що обертаються, або при вимірі температури продуктів в упаковці, яку можна пошкодити зондом при контактному вимірі. При цьому на результати виміру впливають наступні параметри.

## Ремонт та відновлення обладнання галузі

а) характеристика об'єкту контролю.

- температура об'єкту;
- коефіцієнт випромінювання об'єкту;

б) характеристика вимірювального приладу.

Будь-яке тіло, що знаходиться при температурі вище за абсолютний нуль, є джерелом електромагнітного випромінювання. Це випромінювання називається тепловим, оскільки виникає в результаті теплового збудження часток речовини нагрітого тіла (атомів, молекул, іонів).

В процесі теплового випромінювання енергія переміщається, що дозволяє вимірювати температуру тіла на відстані. Теплова енергія і характеристики довжини хвилі її випромінювання безпосередньо залежить від температури тіла, випромінюючого цю енергію.

Це випромінювання залежить від самого матеріалу і його поверхні, тому, наприклад, температура багатьох органічних продуктів вимірюється без застосування спеціальних дій, а метали, особливо з відзеркалювальними поверхнями, вимагають спеціальної підготовки виміру. Метали білого кольору мають дуже маленький коефіцієнт випромінювання ( $\epsilon$ ) в діапазоні довжини хвилі ( $\lambda$ )  $8 \div 14$   $\mu\text{m}$  і тому їх температуру важко вимірювати. Для коректного виміру температури наведених вище об'єктів потрібно застосування покриттів, що збільшують випромінювальну здатність об'єкту (фарба, масляна плівка або самоклеюча плівка).

Такі матеріали, як білий папір, кераміка, гіпс, деревина, гума, темна деревина, камінь, темні фарби, мають коефіцієнт випромінювання приблизно 0,95 при довжині хвилі вище 8  $\mu\text{m}$ . Більшість органічних матеріалів (харчові продукти) мають коефіцієнт випромінювання приблизно 0,95. Світлі і темні неметалічні матеріали не дуже відрізняються один від одного по їх випромінювальних здібностях. Отже, для коректного виміру температури необхідно виставити на електронному табло пірометра коефіцієнт випромінювання відповідно до коефіцієнта випромінювання об'єкту.

ε. Коефіцієнти випромінювання найбільш часто використовуваних матеріалів в промисловості матеріалів приведені в таблицю. 8.1.

Таблиця 8.1 – Коефіцієнти випромінювання матеріалів

Матеріал	Якість поверхні	Температура, °С	ε
1	2	3	4
Алюміній	<i>Метали:</i>	25	0,02
	Неокислений	500	0,06
	Окислений	200	0,11
	Сильно окислений	93	0,20
	Сильно полірований	100	0,09
	Слабо полірований	100	0,18
Свинець	Полірований	38...260	0,06. .0,08
	Нерівний	40	0,43
	Окислений	40	0,43
	Сірий окислений	40	0,28
Хром	Хром	40	0,08
	Хром	540	0,26
	Хром, що полірується	150	0,06
	Окислене	100	0,74
	Неокислене	100	0,05
Золото	Лаковане	100	0,37
	Поліроване	38.260	0,02
	Неокислений	100	0,21
	Сильно окислений	40.250	0,95
Кераміка	<i>Неметали</i>		
	Фарфор	20	0,92
	Фаянс, глазурований	20	0,90
	Фаянс, матовий	20	0,93

1	2	3	4
Гравій	Гравій	40	0,28
Фарба	Блакитна на алюмінієвій плівці	40	0,78
	Жовта, 2 покриття на алюмінієвій плівці	40	0,79
	Чиста, 2 покриття на алюмінієвій плівці	90	0,09
	Червона, 2 покриття на алюмінієвій плівці	40	0,74
	Чорна, <i>SiO</i>	90	0,96
	Біла	90	0,95
	Біла, 2 покриття на алюмінієвій плівці	40	0,88
Глина	Глина	20	0,39
	Випалення	70	0,91
	Сланець	20	0,69
Мармур	Білий	40	0,95
	Гладкий, білий	40	0,56
	Полірований, сірий	40	0,75
Масло, на нікелі	Товщина покриття 0,02 мм	22	0,27
	Товщина покриття 0,05 мм	22	0,46
	Товщина покриття 0,10 мм	22	0,72
Масляні фарби	Червона	90	0,95
	Чорна, <i>SiO</i>	90	0,92
	Камуфляж, зелений	50	0,85
	Білий	90	0,94
Кварцеве скло	1,98 мм	280	0,90
	6,88 мм	280	0,93
	Непрозоре скло	300	0,92
Сажа	Азетилен	25	0,97
	Камфора	25	0,94
	Сажа від свічки	120	0,95
	Вугілля	20	0,95
Пісок	Пісок	20	0,76

Разом з випромінювальною здатністю об'єкту важливу роль грає при безконтактному вимірі і відстань від приладу до вимірюваного об'єкту. При виборі відстані між вимірювальним приладом і об'єктом діагностування слід пам'ятати, що при збільшенні відстані до об'єкту, збільшується площа області (плями) виміру температури, тобто ми заміряємо температуру не в конкретній точці, а усереднену температуру на відповідній площі. Співвідношення відстані від приладу до об'єкту діагностування і діаметр плями виміру рівне 12:1 (рис. 8.1).

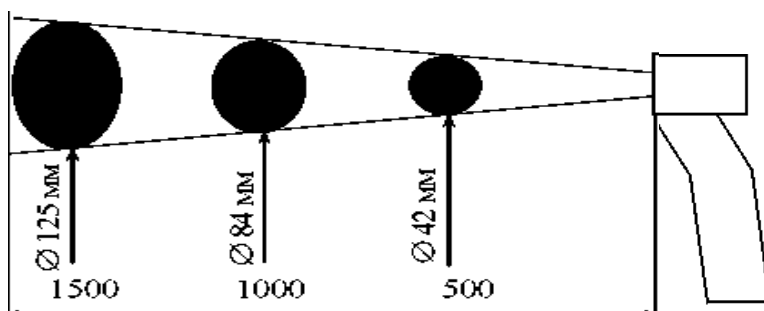


Рисунок 8.1 –  
Залежність  
діаметру плями  
виміру від відстані  
до об'єкту

*Відстань до об'єкту виміру (мм)*

### *Устрій і принцип дії інфрачервоного пірометра*

Принцип дії безконтактного пірометра заснований на сприйнятті інфрачервоним сенсором електромагнітного випромінювання різними тілами (твердими, рідкими або газоподібними).

Зовнішній вид пірометра показаний на (рис. 8.2).

Пірометр складається з лінзи, яка фокусує інфрачервоне випромінювання об'єкту на сенсорі, підсилювача сигналу, математичного процесора, багатофункціональної клавіатури управління (рис. 8.3), до складу якої входять наступні клавіші:

1) Курок: Коли натиснути на курок ЖК-дисплей підсвічується. Відпустіть курок, результат вимірювання утримається на дисплеї протягом 7 секунд (приблизно). Функція автоматичного 7-сек вимкнення вбудована.

(2) Кнопка лазерного підсвічування (включення/вимикання).



(3) Кнопка перемикавання (Цельсія/Фаренгейта).

(4) Кнопка підсвічування (включення / вимикання): Коли підсвітка включена, будь-які вимірювання активують підсвічування протягом 7 секунд.

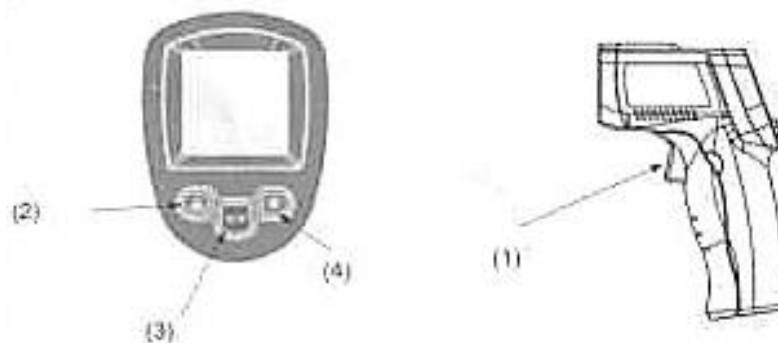


Рисунок 8.2 – Зовнішній вигляд пірометра

Рисунок 8.3 – Кнопки керування пірометра

Позначки на дисплеї приладу мають наступне значення (рис. 8.4).



Рисунок 8.4 – Позначки на дисплеї

- a. – значок утримання даних;
- б. – значок Сканування (вимірювання);
- c. – лазерне підсвічування;
- d. – підсвічування дисплею;
- e. – стан батареї;
- f. – одиниця виміру температури;
- g. – показання температури.

Принцип роботи пірометра представлений логічною схемою (рис. 8.5). Теплове випромінювання концентрується завдяки лінзі і передається на сенсор, сенсор трансформує теплове випромінювання в електричну напругу, яка підвищується підсилювачем і передається на мікропроцесор. Процесор порівнює виміряну температуру з температурою довкілля і виводить значення, виміряної величини температури.



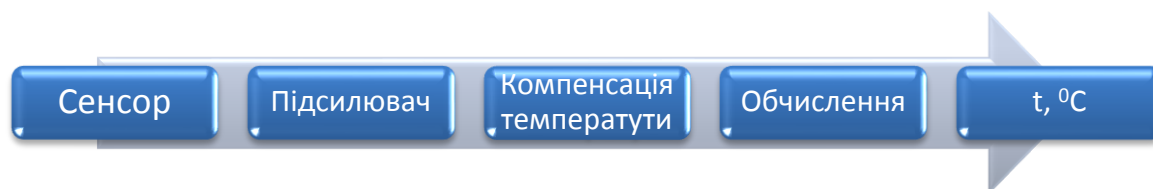


Рисунок 8.5 – Логічна схема роботи приладу

### Практична частина

Вставте елементи живлення в прилад з дотриманням полярності. Визначите відстань до вимірюваного об'єкту і розмір плями виміру, використовуючи діаграму виміру (рис. 8.1).

Ознайомтеся з матеріалом, з якого виготовлений об'єкт діагностування і встановіть коефіцієнт випромінювання об'єкту  $\varepsilon$  (таблиця. 8.1).

Направте послідовно лазерний промінь пірометра на точки об'єкту, що діагностуються, і натисніть курок для виміру температури. При цьому значення температури об'єкту у вимірюваній точці з'явиться на ЖК-дисплеї.

1. Запишіть отримані значення температури в протокол вимірів.

2. Побудуйте графік розподілу температури по поверхні об'єкту, що діагностується.

*Примітка. Слід пам'ятати, що свідчення ЖК-дисплея висвічуються 7 секунд, потім прилад автоматично вимикається.*

Витягати елементи живлення з приладу допускається тільки після автоматичного виключення приладу.

Номер точки виміру	1	2	3
Температура, °C			
Відстань до об'єкту 500 мм			
Відстань до об'єкту 1000 мм			
Відстань до об'єкту 1500 мм			

***Забороняється!***

Направляти лазерний промінь в обличчя оточення.

**Контрольні питання**

1. Сформулюйте мету цієї роботи?
2. Які методи контролю використовують для визначення температури матеріалів?
3. У якому випадку застосовується безконтактний спосіб виміру температури?
4. Принцип дії пірометра?
5. Які вузли включає пірометр?

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

### Навчальна література

1. Організація ремонтного господарства // Мороз, В.С. Організація виробництва : навч. посібник : рекомендовано МОН України / В.С.Мороз, А.С.Тельнов. – Львів : Новий Світ-2000, 2011. – С.203-212. – (Вища освіта в Україні).
2. Основы ремонта машин / под общ. ред. Ю.Н. Петрова. – М. : Колос, 1972. – 528 с.
3. Польшаков, В.І. Економіка, організація та управління технічним обслуговуванням і ремонтом машин : Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / В. І. Польшаков, Є. Ю. Сахно. – К. : ЦНЛ, 2004. – 326 с.
4. Ремонт КИП и автоматики на предприятиях пищевой промышленности / Гресько А. А., Анушко А. Я., Борисенко В. Н., Рудченко Н. С. – К. : Техника, 1983. – 184 с.
5. Ремонт машин : Учебники и учебные пособия для высшей школы / Под ред. Тельнова Н. Ф. – М. : ВО Агропромиздат, 1992. – 560 с.
6. Сухарев, Э.А. Конструкция и параметры технологического оборудования для ремонта машин : Учебное пособие / Э. А. Сухарев. – Ровно : РГТУ, 2002. – 214 с.: ил.
7. Чередніков, О.М. Технологічні основи ремонту машин і відновлення деталей : Навч. посібник / О. М. Чередніков. – Чернігів : ЧДТУ, 2008. – 209 с.: іл.

### Допоміжна література

8. Яговкин, А.И. Организация производства технического обслуживания и ремонта машин [Электронный ресурс] : учебн. пос. / А. И. Яговкин. – М. : Академия, 2006. – 400 с. – Умови доступу: Локальна мережа, Читальний зал №1.

## ЗМІСТ

	стор.
<b><u>Вступ</u></b> .....	<b>3</b>
<b>ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №5.</b>	
Зношування і мастильні матеріали.....	4
<b>ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №6.</b>	
Обмір і визначення зносу деталей циліндро-поршневої групи .....	29
<b>ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №7.</b>	
Розробка ремонтного кресленника .....	37
<b>ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №8.</b>	
Безконтактний вимір температури вузлів устаткування.....	51
<b><u>РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА</u></b> .....	<b>59</b>