

Донбаська державна машинобудівна академія
Кафедра автоматизованих металургійних машин і агрегатів

Розглянуто і схвалено
на засіданні кафедри АММ
Протокол № 16 від 09 квітня 2019 р.
Завідувач кафедри
_____ Грибков Е. П.

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторних робіт з дисципліни
«Надійність, ремонт і монтаж металургійних машин»

галузь знань 13 – «Механічна інженерія»

спеціальність 133 – «Галузеве машинобудування»

ОПП «Інжиніринг автоматизованих металургійних машин і агрегатів»

Професійне спрямування: Інжиніринг автоматизованих металургійних
машин і агрегатів

Факультет Машинобудування

Розробник: Кулік О. М., доц. кафедри АММ, к.т.н,

Краматорськ – 2019 р.

До роботи в лабораторії допускаються студенти, які пройшли інструктаж з техніки безпеки

Правила по техніці безпеки

Демонтаж проводити тільки після закріплення деталей від можливого падіння.

Забороняється повністю звільняти кріпильні деталі , якщо не передбачається інша форма фіксації деталі або складальної одиниці до базової деталі .

При виконанні слюсарних операцій керуватися загальним положенням про безпеку робіт .

Забороняється піднімати вручну вантаж масою більше 30 кг .

Забороняється проводити будь-які складальні операції " на вазі " базової деталі.

Установку складальних одиниць на базову деталь виробляти тільки після перевірки надійності закріплення деталей на складальній одиниці .

Перед прокручуванням редуктора переконатися в відсутності незакріплених деталей на обертових валах.

При накладенні свинцевою дроту на зуби з метою отримання відбитків необхідно закріпити ведучий вал від провороту .

При обертанні ведучого вала з метою отримання відбитків забороняється проводити поправку і підтримування свинцевою дроту .

Забороняється включати випробувальні установки без дозволу керівника заняття.

На установки що працюють не спиратися і без потреби не чіпати їх руками .

Забороняється залишати своє робоче місце і переходити на інше дозволу викладача .

У маслоподвале категорично забороняється запалювати сірники .

Загальні вказівки до оформлення звітів

Звіти оформляються в порядку черговості виконання лабораторних робіт .

Схеми складання і загальні види вузлів і систем змащення викреслюються з , застосовують креслярських приладів в відповідно з вимогами ЕСКД .

Лабораторна робота №1 ЗБІРКА УЗЛА ВАЛА РЕДУКТОРА

Мета : ознайомлення студентів з вузлом вала редуктора , оволодіння практичними навичками підготовки деталей до збірки , виробництво операцій зборки вузла вала , складання схеми збірки

Загальні вказівки

Збірка вузлів машин і механізмів - первинна ланка в збірці машин , якість збірки машин надає вирішальне вплив на їх експлуатаційну надійність .

Збірка - це процес отримання готової машини з деталей і вузлів в відповідності до складальних креслень , схемам складання і технології збірки . Процес складання полягає з сукупності заздалегідь визначених операцій поз'єднанню , координування і закріпленню оброблених деталей в певній послідовності, починаючи з базової деталі (базовими називаються деталі , з яких починають збирати вузол).

Найбільш поширеним складальним вузлом в металургійному машинобудуванні є вузол вала (рис .1). Базовою деталлю цього вузла є сам вал 1 . Найбільш часто в вузол вала входять такі деталі, як зубчасте колесо 2 , шпонки 3, 4 , дистанційні 5 і відбивні кільця , підшипники кочення 6, або внутрішні кільця підшипників разом з обоймами тел кочення (ролики, кульки).

Матеріальне забезпечення роботи

1. Складальний стенд
2. Комплект деталей вузла вала
3. Складальне креслення вузла вала (див . рис .1).
4. Схема збірки вузла вала (рис .2)
5. Ванна з гарячим мінеральним маслом
(Індустріальне 12-20), $T = 85 \dots 90 \text{ } ^\circ\text{C}$.

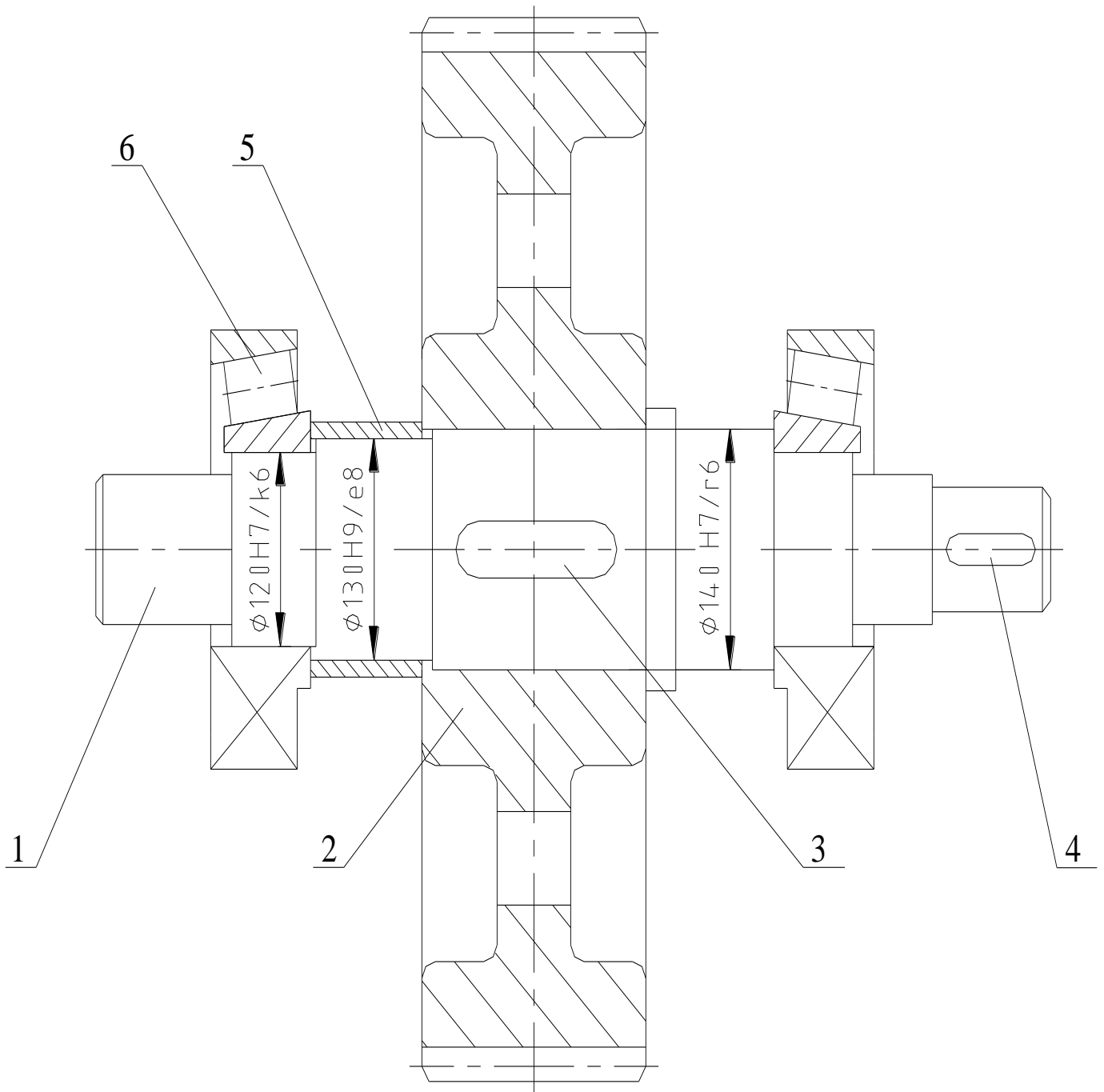


Рис .1. Вузол вала редуктора

Мірятьний інструмент , шт .

1. Штангенциркуль 5
2. штихмас 2
3. Поверочная лінійка 1
4. Щуп (0,03-0,10) 1

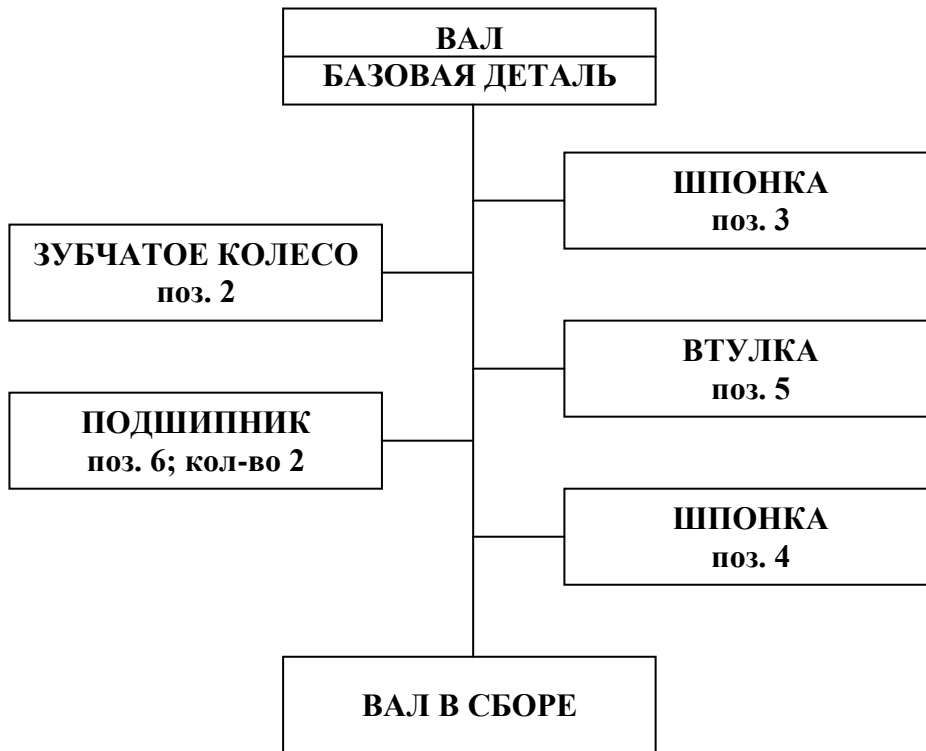


Рис .2. Типова схема зборки вузла вала редуктора

Слюсарний інструмент , шт .

1. Молоток 5
2. Слюсарні лещата 2
3. Зубило нормальне 5
4. Стрижень мідний (D = 40 мм) 2
5. Напилки (набір) 2 комплекти

Порядок проведення роботи і обробка результатів роботи

1. Ознайомитися з інструкцією , матеріальної частиною , обмірним слюсарним інструментом .
2. За складальному кресленням і схемою збірки визначити базову деталь .
3. Вал 1 підготувати до збірки : перевірити посадочні поверхні , довжину і глибину шпонкових пазів в відповідно зі шпонками 3 і 4. Закруглити фаски посадочних поверхонь , перевірити жолобник під буртиком вала і фаску - набаз про виття поверхн про сти зубчастого колеса 2 .
4. Пригнати шпонку 3 в шпонковий паз вала в зубчастому колесі 2. Посадити шпонку в паз валу , при цьому шпонка повинна надійно утримуватися в пазі вала .
5. Зубчасте колесо 2 підготувати до збірці і посадити на вал зі шпонкою : розшабрити в зубчастому колесі направну для посадки . Вал при посадці тримати вер-

тикально. Зазор між буртами паза і базової поверхнею зубчастого колеса перевірити щупом (0,03 мм , не більш).

6. Втулку 5 підготувати до збірки , перевірити посадковий діаметр , притупити гострі кромки і посадити на вал . Втулка має прилягати до торця маточини зубчатого колеса без зазорів (щуп 0,03 НЕ проходить).

7. Підшипники кочення 6 підготувати до збірки : розпакувати , промити в гірячому мінеральному маслі (індустріальне 12-20) при температурі 85 ... 90 ° С , протерти технічної серветкою , перевірити придатність . Знову нагріти в маслі до температури 90 ° С , протерти і посадити до упору в борт вала і в торець распорної втулки. Зазори по торцях не допускаються (щуп 0,03 не проходить).

8. Шпонку 4 пригнати в шпонковий паз вала . Посадити шпонку в паз валу і тимчасово закріпити при допомозі м'якої дроту діаметром 1 мм .

9. Скласти звіт .

Зміст звіту

1. Короткий опис теоретичних відомостей з технології збірки вузла вала .
2. Схема збірки вузла і її опис .

Контрольні питання

1. Що таке збірка машини ?
2. Які деталі відносяться до базовим ?
3. Як здійснюється посадка деталей з натягом ?
4. Які перевірки включає в себе підготовка деталі до збірці ?
5. Як здійснюється збірка шпоночного з'єднання ?
6. У чому сутність технології монтажу підшипників кочення ?
7. Які допустимі межі відхилення посадочних місць підшипників кочення по овальності і конусності ?

Лабораторна робота № 2

Збірка циліндричного редуктора

Мета : ознайомлення студентів з конструкцією циліндричного редуктора , оволодіння практичними навичками підготовки деталей редуктора до збірки , складання схеми збірки , виробництво складальних операцій згідно схеми збірки.

Загальні вказівки

Редуктор є складовою частиною приводу механізмів і машин металургійного обладнання . Він призначений до передачі обертання від електродвигуна до виконавчої ланки механізму з збільшенням крутного моменту .

Редуктор складається з наступних вузлів: корпусу, кришки і складальних одиниць валів . Перший етап в складанні редуктора - збірка вузлів , другий - повузлова збірка редукта з раніше зібраних вузлів .

Матеріальне забезпечення роботи

1. Складальний стенд
2. Комплект деталей і вузлів редуктора
3. Складальний креслення редуктора (рис .3)
4. Схема збірки редуктора (рис .4)

Міряльний інструмент , .

1. Штангенциркуль, 3шт;
2. штихмас (нутромер),, 3 шт;
3. Микрометр, 3шт;
4. Поверочная лінійка, 3шт;
5. Щуп (0,03-0,10), 3шт;
6. Слюсарний рівень, 3шт.

Слюсарний інструмент

1. Молоток (600 г), 2 шт .
2. Слюсарні лещата, 2 шт .
3. Зубило нормальне, 2 шт .
4. Напилки (набір), 2 комплекти
5. Стрижень мідний (D = 40 мм), 2 шт .
6. Набір гайкових ключів, 1 комплект

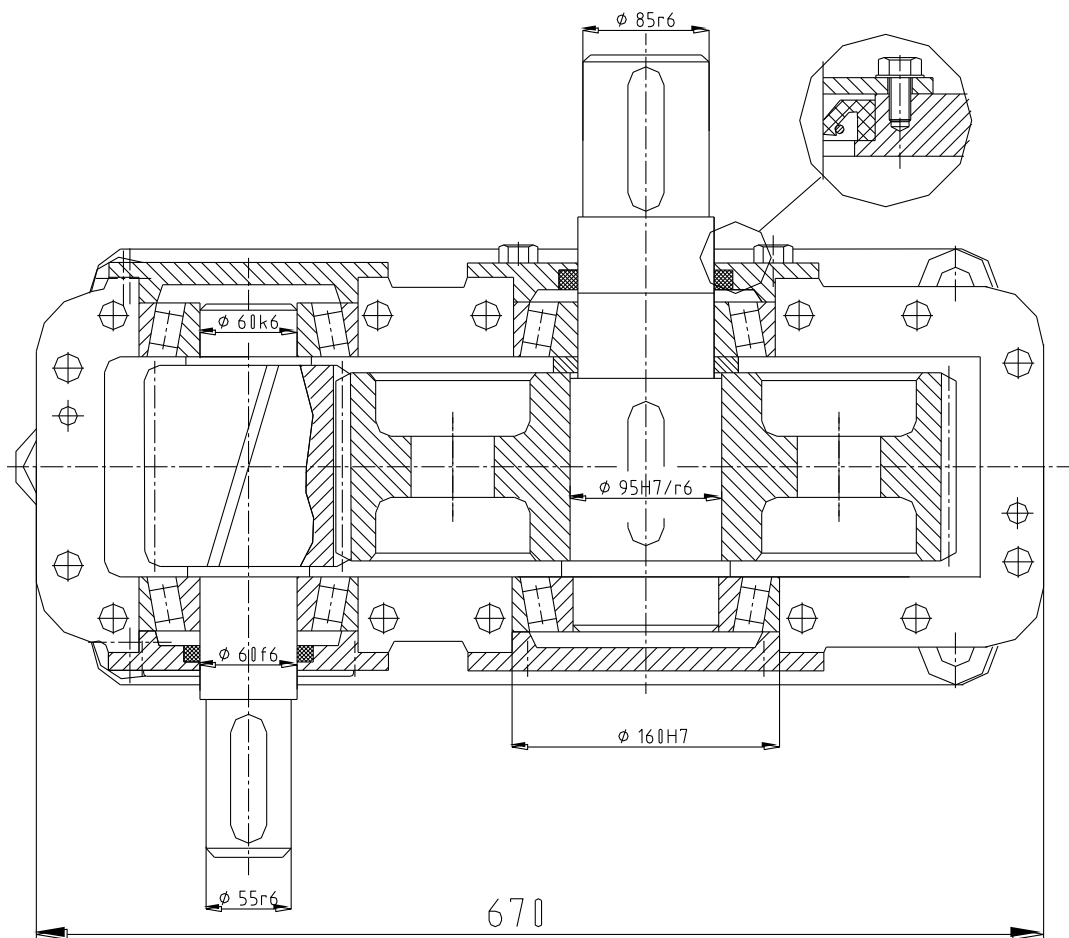
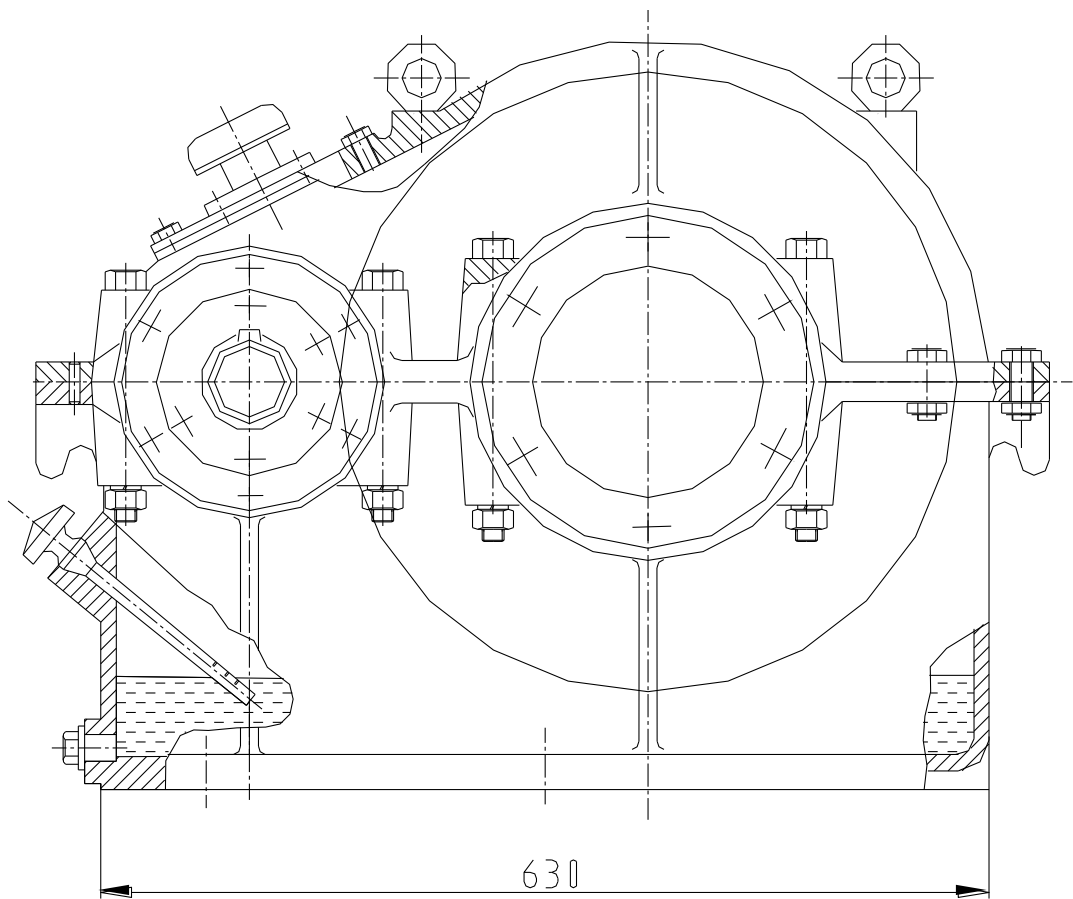


Рис .3. Редуктор циліндричний з Косозен убимі колесами

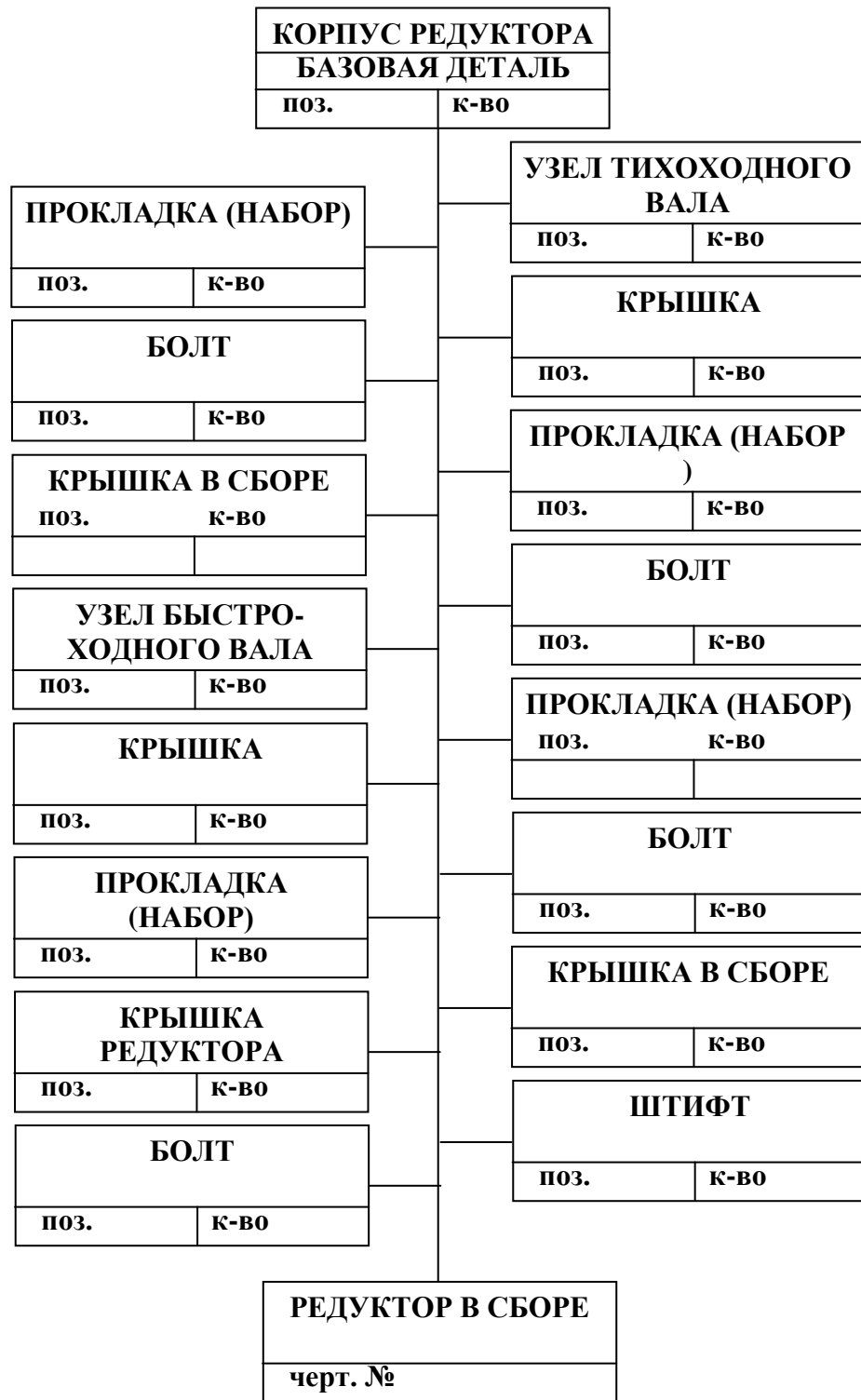


Рис .4. Типова схема збірки циліндричного редуктора

Порядок проведення роботи

1. Визначити базовий вузол .
2. Виставити корпус редуктора на стенді , перевірити горизонтальність площени роз'єму при допомозі слюсарного рівня .

3. Зібрати остаточно вузол тихохідного валу і встановити його в відповідне гніздо корпусу редуктора , поставити торцеві кришки і переконатися у їх правильному підрізуванні .

4. Поставити регульовальні прокладки під кришки вала і зробити попереднє регулювання осьового зазору в підшипниках кочення, для чого прикріпити кришки болтами до корпусу редуктора .

5. Зібрати остаточно вузол проміжного вала (якщо він є) і встановити його в середні гнізда корпусу редуктора. При цьому ввести зубчасте колесо в зачеплення з валом - шестернею.

6. Переконатися в тому , що підшипники кочення проміжного вала встановлені в свої гнізда нормально, потім поставити торцеві кришки і переконатися в їх правильному підрізанні.

7. Поставити регульовальні прокладки під кришки і провести предвар і тільну регулювання осьового зазору в підшипниках кочення , для чого прилі е пити кришки болтами до корпусу редуктора.

8. Зібрати остаточно вузол вала - шестерні (вузол швидкохідного валу) і встановить його в відповідні гнізда корпусу редуктора .

9. Переконатися в тому , що підшипники кочення вала - шестерні встановлені в свої гнізда нормально, потім поставити в торцеві кришки вала - шестерні і переконатися в правильній подрезке торцевих кришок .

10. Поставити регульовальні прокладки під кришки і провести попереднє регулювання осьового зазору в підшипниках кочення, для чого прикріпити кришки болтами до корпусу редуктора .

11. Провести остаточно регулювання осьового зазору підшипників кочення і зачеплення по ширині. Замірити товщини прокладок і записати їх крейдою на кришках. Переконатися в легкості ходу редуктора. Для цього при допомогі відповідного ключа прокрутити швидкохідний вал .

12. Установити на корпус редуктора кришку і закріпити її болтами .

13. Переконатися в легкості ходу редуктора .

Обробка результатів роботи

1. Ознайомитися з інструкцією , матеріальної частиною , вимірювальним та слюса р ним інструментом .

2. Виконати складання редуктора згідно складального креслення і схеми збірки.

3. Скласти звіт .

Зміст звіту

1. Короткий опис теоретичних відомостей по змісту роботи і технології збірки редуктора .
2. Розгорнута схема збірки редуктора і її опис .

Контрольні питання

1. Як здійснюється посадка підшипників на вал і в корпус ?
2. Як проводиться регулювання радіального зазору в конічних підшипниках ?
3. Які перевірки необхідно виконати в базовій деталі перед початком збирання?
4. Яка послідовність збірки циліндричного редуктора ? Дайте обґрунтування послідовності збірки .
5. Перерахуйте методи вивірки опор підшипників .
6. Як проводиться підгонка вкладишів до корпусам і шийок валів ?
7. Яким чином перевіряються зазори в підшипниках ?
8. Назвіть методи перевірки співвісності валів .
9. Якими методами перевіряється міжцентрову відстань в зубчастих передачах?
10. Які методи перевірки перпендикулярності і вертикальності валів ?

Лабораторна робота № 3

ЗБІРКА ЧЕРВ'ЯЧНОГО РЕДУКТОРА

Мета : вивчення конструкції черв'ячного редуктора і його деталей, отримання практичних навичок в збірці і складанні схем збирання черв'ячного редуктора

Загальні вказівки

Черв'ячні редуктори знайшли широке застосування в машинах механічного обладнання металургійних заводів . Вони застосовуються в тих випадках , коли при малих габаритах потрібно передати значні крутні моменти або потребується значно знизити частоту обертання (в 100 - 500 разів).

Основні деталі редуктора: черв'як і черв'ячне колесо . Черв'як виконується одне - і двухзаходним. Для підвищення навантажувальної спроможності приводу в черв'ячній передачі застосовують глобоїдне черв'ячне зачіплення, наприклад, у приводі установки валків листових станів гарячої і холодної прокатки. На відміну від звичайної черв'ячної передачі з циліндричним черв'яком профіль бочки глобоїдного черв'яка увігнутий . Це дозволяє отримати велику довжину лінії зачеплення , а зачепленню – передати більший крутний момент. Черв'ячне колесо виконується складним - на чавунну маточину насаджується бронзовий вінець . Матеріал вінця БрАЖ 9 або інша марка бронзи.

Якість збірки в великій мірі визначає надійність черв'ячної передачі .

При складанні черв'ячних передач необхідно забезпечити :

- 1) заданий міжцентрову відстань, що визначає взаємне розташування осей черв'яка і черв'ячного колеса , а також перпендикулярність осей черв'яка і черв'ячного колеса ;
- 2) заданий бічний зазор між витками черв'яка і зубами черв'ячного колеса ;
- 3) належний контакт робочих поверхонь черв'яка і зубів ;
- 4) легкість ходу передачі .

Бічний зазор в зачепленні черв'яка з черв'ячним колесом викликає появу так званого мертвого ходу . При складанні редуктора мертвий хід (бічний зазор) перевіряють двома способами .

При застопленому черв'ячному колесі черв'як переміщують з одного крайнього положення в інше, вимірюючи величину вільного переміщення черв'яка індикатором, встановленим у торця черв'яка.

При застопореному черв'яку аналогічно обертають черв'ячне колесо , вимірюючи кут повороту з допомогою нерухомого лімба і стрілки, закріпленої на ступиці колеса. Залежність між кутом повороту черв'ячного колеса і величиною мертвого ходу визначають по формулі

$$C = D/2 \sin \varphi$$

де С - величина мертвого ходу черв'яка ; D - діаметр ділильної окружності колеса ; φ- кут повороту черв'ячного колеса.

Величину бокового зазору черв'ячного зачеплення вказують в технічних умовах на збірку . Для передач середньої ступені точності при А = 320 - 600 мм бічний зазор повинен складати 0,13 - 0,26 мм .

Контакт робочих поверхонь черв'ячної пари перевіряють, наносячи фарбу на гвинтову поверхню черв'яка і повертаючи його в зачепленні з колесом . При правильному зачепленні пляма контакту декілька зміщена по ходу обертання черв'яка.

Легкість ходу перевіряється проворачиванням вала черв'яка від руки або тимчасовими включеннями двигуна. Треба пам'ятати , що черв'ячне зачеплення, як правило, самогальмуюче, тому спроба провороту черв'ячного редуктора за черв'ячне колесо може викликати поломку зачеплення .

Матеріальне забезпечення роботи

1. Складальний стенд
2. Комплект деталей черв'ячного редуктора
3. Складальний креслення редуктора
4. Специфікація деталей черв'ячного редуктора

Міряльний інструмент , шт .

1. Слюсарний рівень 3
2. Штангенциркуль 3
3. Щуп (0,03-0,10) 3
4. Поверочная лінійка 3
5. Індикатор 3

Слюсарний інструмент

1. Молоток 2 шт.
2. Слюсарні лещата 2 шт.
3. Напилки (набір) 2 комплекти

4. Стрижень мідний (D = 40 - 25 мм) 2 шт.

Порядок складання черв'ячного редуктора

Збірка черв'ячного редуктора здійснюється попередньою підготовкою складальних одиниць , до яких можна віднести корпус редуктора , що складається з : базової складальної одиниці , черв'яка , черв'ячного колеса . Збірку (попередню) доцільно починати з черв'ячного колеса . Вінець черв'ячного колеса напресуйте и ваяют на маточину в холодному стані або тепловим способом , після чого по ко н дукт про ру свердлять і нарізають отвори , в які вкручують стопори .

У важких передачах замість гвинтів - стопорів встановлюють необхідне до про лич е ство болтів по посадці з натягом .

Сел ле нарізки зубів черв'ячне колесо використовують як базову деталь для складальної одиниці того ж найменування . Паралельно або п оследовательно соб і рают складальні одиниці корпусу і черв'яка . Як правило , спочатку на базову сб про Рочной одиницю встановлюється черв'ячне колесо , а потім черв'як . Деталі (дахах ш ка , стакан і т . Д .) Встановлюють після складання відповідної одиниці і кріплять . Після складання слід визначити мертвий хід черв'яка і розрахувати бічний зазор . Черв'як повинен вільно обертатися при додатку крутний момент до валу черв'яка .

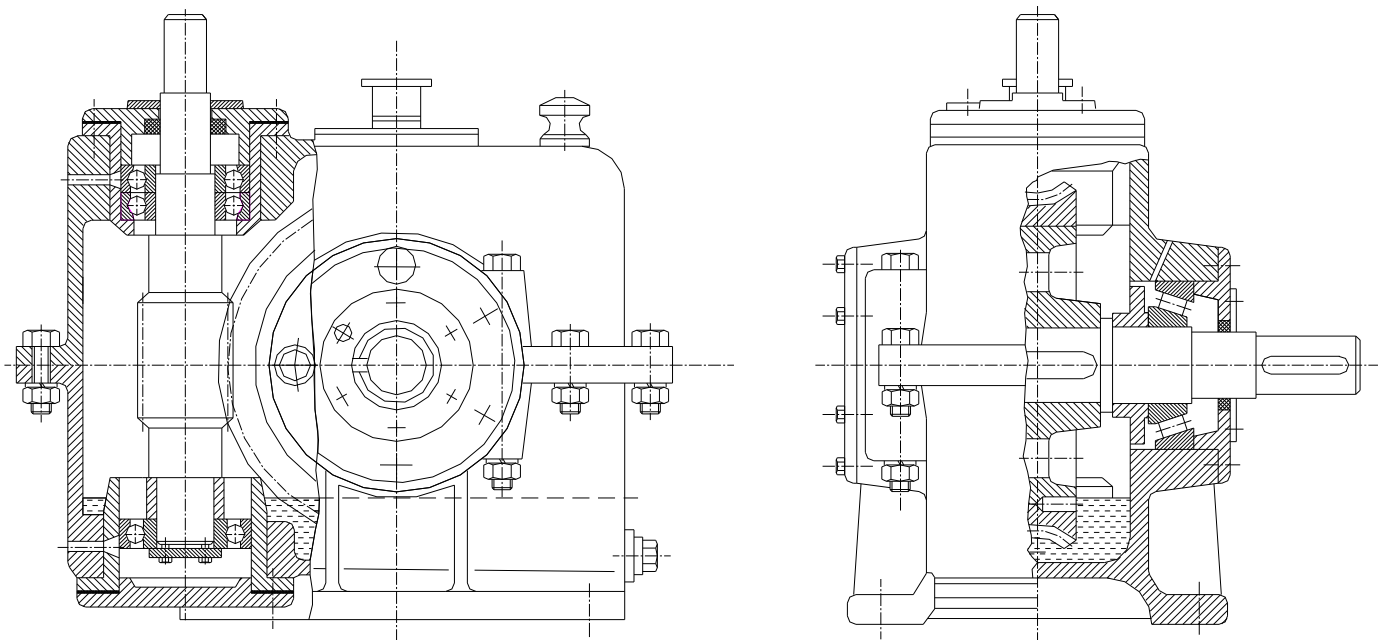


Рис .5. Редуктор з вертикальним черв'ячним валом

Організація виконання роботи і обробка її результатів

Робота виконується бригадами , кожна з яких забезпечується робочим місцем .

Перед виконанням роботи необхідно ознайомитися з інструкцією , вивчити матеріальні частини , мерительний і слюсарний інструмент .

Скласти по кресленням розгорнуту схему зборки редуктора .

Зміст звіту

1. Короткий опис теоретичних відомостей по утриманню роботи і технології збірки редуктора .
2. Розгорнута схема збірки редуктора і її опис .

Контрольні питання

1. В яких передачах доцільно застосовувати черв'ячні редуктори ?
2. Що таке мертвий хід черв'яка ?
3. Як визначити бічний зазор зачеплення ?
4. Як зробити регулювання зачеплення по боковому зазору ?
5. Як виконується розрахунок товщини прокладок в черв'ячній парі при регулюванні з про вміщення осі черв'яка з середньої площиною колеса ?
6. Як здійснюється перевірка перпендикулярності осей валів ?
7. З яких елементів може складатися черв'ячне колесо ?
8. Яка послідовність збірки і обробки черв'ячного колеса ?
9. Наведіть порядок розрахунку на міцність сполучних елементів ступ і циліндра і вінця черв'ячного колеса .

Лабораторна робота № 4

ДОВЕДЕННЯ , ПЕРЕВІРКА І ВИПРОБУВАННЯ ЗУБЧАТИХ ПЕРЕДАЧ

Мета : ознайомлення студентів з технологією збирання , монтажу , доведення і сп про собами вимірів зазорів зубчастого зачеплення, а також визначення пята контакту.

Загальні вказівки

При монтажі зубчастих передач висуваються наступні вимоги забезпечення:

- 1) заданого міжцентрової відстані, паралельності або перпендикулярності осей валів і відсутність перекосу;
- 2) торцевого і радіального биття в заданих межах ;
- 3) необхідних зазорів в зачепленні - радіального і бічного ;
- 4) належного плями контакту в зачепленні.

При відхиленні міжцентрових відстаней від розрахункових зачеплення буде не вирним: глибоким – при зменшеній міжцентровій відстані і дрібним – при збільшеній.

Глибоке зачеплення призводить до неприпустимого зменшення радіальних зазорів, витискання мастила, збільшення тертя в зачепленні, прогину валів і тугому ходу передачі . При дрібному зачепленні збільшуються радіальні зазори, виникають удари і швидко зношуються вершини (головки) зубів .

Радіальні биття відбуваються внаслідок викривлення валів або зсуву розточування коліс відносно центру, а торцеве биття викликаються неправильною посадкою коліс на вали або перекосом валів .

Зазори між зубами коліс необхідні для того, щоб уникнути заклинювання зубів, компенсації помилок в розмірах і формі зубів, а також компенсації термічних деформацій .

Великі зазори збільшують мертвий хід передачі. Надмірно малі являються причиною інтенсивного зносу зубів .

Бічний зазор - найменше відстань по нормалі між сусідніми неробочими поверхнями зубів .

Радіальний зазор - відстань між окружністю виступів колеса і окружністю западин спареної шестерні .

Для зменшення концентрації навантажень на робочій поверхні зубів площа контакту повинна відповідати нормам в залежності від ступеня точності зубчатої передачі .

Попередня перевірка зачеплення виконується при складанні вузлів валів . Попередньою перевіркою передуюче перевірка заданого міжцентрової відстані і положень осей валів .

Величину радіального биття визначають з допомогою ролика , що закладається між зубами в декількох положеннях колеса і індикатора, а величину торцевого биття - безпосередньо індикатором .

Бічний і радіальний зазори попередньо перевіряють щупом .

Площа контакту зачеплення перевіряють на фарбу. Якщо площа контакту зубів менше допустимої, то зачеплення доводять шабренієм зубів по слідах фарби або обкаткою з застосуванням притиральних паст .

Притирання здійснюють в корпусі передачі з нанесенням на зуби абразивної маси, змішаної з маслом підвищеної в'язкості . При цьому підшипники захищають щитками від попадання масла з пастою .

Передачу обертають електродвигуном через допоміжний редуктор, з швидкістю обертання (0,5 ... 3,0) 1/с .

Швидкість обертання швидкохідного вала редуктора підвищують поступово, а через кожні 30 - 45 хв робиться зупинка для перевірки ступеня притирання .

Для обробки поверхні зубів до металевому блиску (притерта поверхня матова) виконують останній етап притирання з чистим (без абразиву) мастилом підвищеної в'язкості .

Після доведення проводиться остаточна перевірка зачеплення .

Прямий контроль бічного зазору можливий тільки в зібраної передачі . Його замір виконують двома способами: індикатором і свинцевою дротом діаметром 0,5 - 2 мм, що прокочують між зубами .

Контроль бічного зазору можливий також непрямым шляхом - контролем кроку зачеплення і товщини зуба .

Роль бокового зазору полягає в наступному. При сталому режимі роботи зубчасті колеса мають більш високу температуру, ніж корпус, та розширюються більше, ніж збільшується відстань між їх опорами, так як тепло образується в зоні контакту зубів і відводиться через корпус. Щоб уникнути заклинювання ця різниця розширень повинна бути скомпенсована боковим зазором j , який потрібен також для розміщення шару мастила між працюючими профілями. Для безвідмовної роботи передачі необхідне виконання нерівності:

$$j_n \geq A \cdot 2 \sin \alpha \cdot (\alpha_{\text{кол}} t_{\text{кол}} - \alpha_{\text{кор}} t_{\text{кор}}) + (10 \dots 30) \cdot m_n \cdot 10^{-3}$$

де A - міжцентрову відстань, мм;

α - кут профілю зуба,;

$\alpha_{\text{кол}}, t_{\text{кол}}$ - відповідно, коефіцієнт лінійного розширення ($1/^\circ\text{C}$) і робоча температура ($^\circ\text{C}$) зубчастих коліс;

$\alpha_{\text{кор}}, t_{\text{кор}}$ - то ж корпусу зубчастої перед а чи;

m_n - нормальний модуль зачеплення, мм .

Другий доданок у формулі враховує умови мастила.

Приклад. Нехай $A = 300$ мм, $m_n = 5$ мм; $\alpha = 20^\circ$; $\alpha_{\text{кол}} = 12 \times 10^{-6}$ (сталь); $\alpha = 10 \times 10^{-6}$ (чавун); $t_{\text{кол}} = 90^\circ\text{C}$ і $t_{\text{кор}} = 60^\circ\text{C}$.

Підставляючи значення в формулу, отримуємо:

$$j_n = 300 \times 2 \times 0,34202 \times (12 \times 10^{-6} \times 90 - 10 \times 10^{-6} \times 60) + 20 \times 5 \times 10^{-3} = 0,1985 \text{ мм} = 198,5 \text{ мкм.}$$

Зі збільшенням бічного зазору збільшується круговий зазор в передачі; його кутове значення в градусах визначається співвідношенням:

$$g_3 = 0,1146 \frac{j_n}{d_6}$$

де d_6 - діаметр основного кола, мм.

Приклад. Якщо $j_n = 198,5$ мкм і $d_6 = 141$ мм, то за формулою будемо имет ь:

$$g_3 = 0,1146 \frac{j_n}{d_6} = 0,1146 \cdot \frac{198,5}{141} \approx 0,16^0 \approx 0^0 10^/$$

Іншими словами, навіть при гарантованому, тобто мінімальному бічному зазорі, круговий зазор досягає $10^/$, що знижує точність роботи передачі і призводить до зіткнення зубів при пуску і реверсуванні

Бічний зазор прагнуть отримати з певною точністю. У слабо нагружених механізмах (наприклад, в приладах) при малих перепадах температур коліс, корпусів і невеликих міжосьових відстанях гарантований бічний зазор можна прийняти рівним нулю.

Заключним етапом є випробування передачі під навантаженням протягом 10 - 12 год. В процесі випробування перевіряють температуру підшипників, вібрацію і шум передачі, які повинні бути в межах норми.

Матеріальне забезпечення роботи

1. Складальний стенд з редуктором, 2 шт
2. Повідець, 2 шт
3. Штатив, 2 шт

4. Свинцева дрiт дiаметром 1мм ,... 2 шт

5. Фарба (ультрамарин) 50 г

Мiряльний iнструмент, шт.

1. штихмас (нутромер), 2

2. Iндикатор годинникового типу, 2

3. Щуп (0,03-0,1), 2

4. Мiкрометр, 2

5. Штангенциркуль, 2

6. штангензубомiри, 2

Слюсарний iнструмент

Набiр гайкових ключiв - 1 комплект

Порядок виконання роботи

1. Провести збiрку зачеплення редуктора (корпус редуктора залишити вiдкритим).

2. На валу зубчастого колеса змiцнити поводок (рис.6).

3. Встановити iндикатор на штатив, що знаходиться поруч з корпусом редуктора.

4. Пiдвести поводок пiд стрiлку iндикатора i надiйно закрiпити ведене колесо передачi вiд проворота.

5. Натискаючи зубчастим колесом на зуб шестернi, зробити при допомозi iндикатора завмер розмаху важеля X- на плечi L.

6. Визначити бiчний зазор в зачепленнi за формулою

$$C_B = R_g x / l$$

За допомогою iндикатора провести 10 замiрiв бiчного зазору, результати занести в табл.1

Таблиця 1

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
j										

7. Перевiрити величину бiчного зазору, отриману згiдно п. 6 способом свинцевих вiдбиткiв (рис .7). Накласти по краях зубiв (4-7 мм вiд торцiв) два про т рiзання свинцевою дроту дiаметром 1-2 мм , потiм , плавно поворот а чиваявiд руки зубчасте кол е з , зробити сплющивание дроту .

8. Заміряти мікрометром товщину двох відбитків , відповідних двом б проковим поверхонь одного зуба . Сума вимірів дорівнює боковому зазору зачеплений еня .

9. Перевірити величину бічного зазору непрямим методом при допомозі шта н гензубомера , вимірюючи товщину зуба по хорді ділильної окружності . Бічний з а зор в цьому випадку буде дорівнює :

$$10. C = t - 2S ,$$

де S - товщина зуба ; t - крок зачеплення .

10. Аналізуючи розподіл зазорів в зачепленні з товщині чергуються ділянок деформованої свинцевою дроту , провести оцінку якості изг про лення і монтажу зубчастого зачеплення . Зміна зазорів по довжині свинцевих відбитківсвідчить про те , що зуби мають різні геометричні разм е ри . Розбіжності в товщині паралельних ділянок двох свинцевих відбитків вказують на дефекти монтажу / 2 /:

схрещування осей зубчастого колеса і шестерні , кут якого визначається по формулі:

$$tg \varphi = \frac{C_1 - C_2}{b}$$

де C_1 , C_2 - різниця між величиною бічного зазору на паралельних участках дротів (на робочої або на холостий стороні зуба);

b - відстань між свинцевими дротами ; перекус осей , кут якого визначається по формулі :

$$tg \alpha = \frac{a_1 - a_2}{b}$$

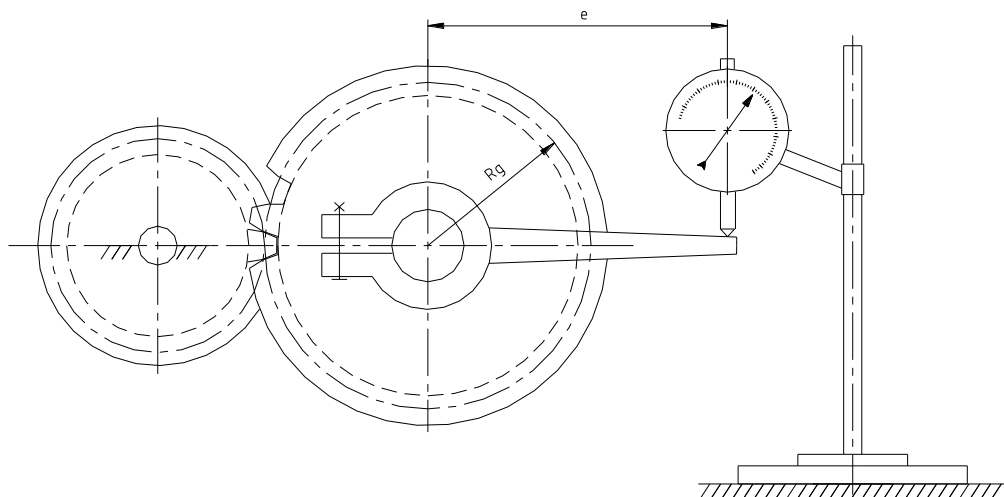


Рис . б . Схема контролю бічного зазору в зачепленні з допомогою індикатора

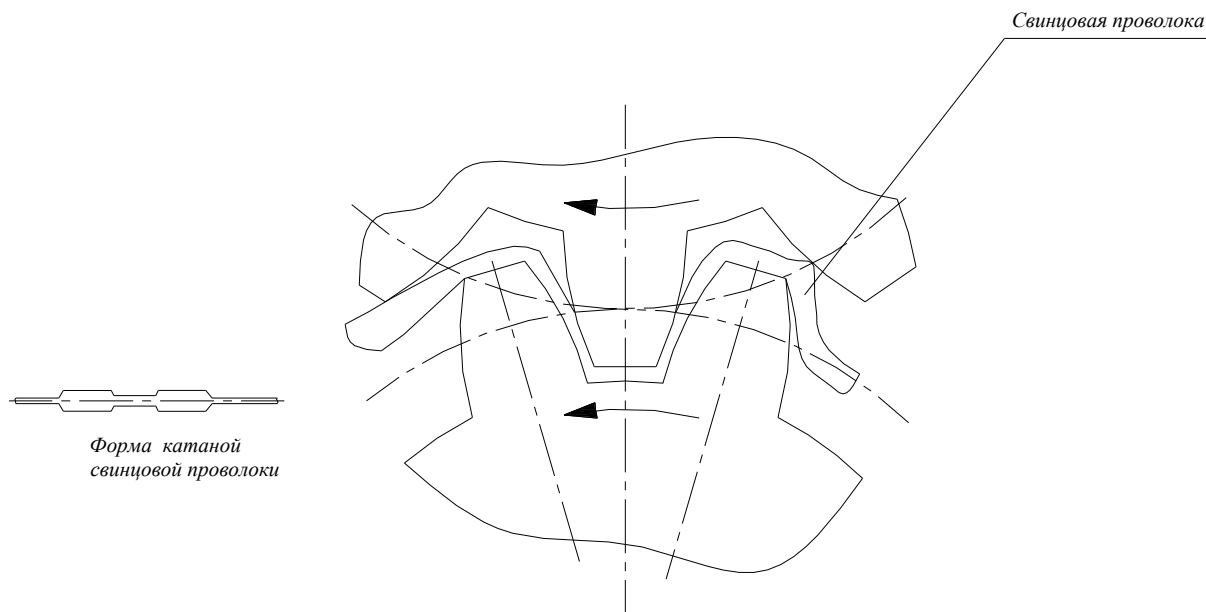


Рис .7 Схема контролю бічного і радіального зазорів прокаткою свинцевою пров про локи

де a_1, a_2 - різниця між величиною радіального зазору по відбитках двох пров про лок .

11 . Визначити величину зсуву опор вала шестерні для усунення скр е щів а ня і перекоосу осей по формулі , відповідно

$$X = \frac{1}{2} L \cdot \operatorname{tg} \varphi \quad \text{и} \quad Y = \frac{1}{2} L \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

де L - відстань між опорами ;

$1/2$ - коефіцієнт , що враховує симетричне розташування ШЕСТЕРНІ щодо опор .

12. Перевірити контакт зачеплення на фарбу . Для цього зуби шестерні покр а сить рівномірно тонким шаром фарби (ультрамарином) і перевірити її (2-3 обор про та). На зубах колеса з'являться сліди фарби , що характеризуютьпоширення контакту з робочою поверхні зуба . Заміряти пляма контакту і замалювати . За вів і чині плями контакту визначити ступінь точності зубчастого зачеплення .

Обробка результатів експерименту

1. Ознайомитися з інструкцією , матеріальної частиною , вимірювальним ін-струмент у ментом і пристосуваннями .
2. Провести виміри зазорів щ упом , індикатором і свинцевою дротом .
3. Зробити висновок про відповідність зачеплення нормам .
4. Скласти звіт .

Зміст звіту

1. Короткий опис технології виконання роботи .

2. Схема вимірів .
3. Малюнок плями контакту і його характеристика .
4. Результати вимірювань і розрахунків занести в табл .2.

Таблиця 2

номер виміру	спосіб	Бічний зазор, мм	Радіальний зазор, мм
1	індикатор		
2	індикатор		
3	індикатор		
	Середнє значення		
4	Свинцева пров про-лока		

Контрольні питання

1. Які вимоги пред'являються до монтажу зубчастих передач ?
2. Що таке глибоке і дрібне зачеплення ?
3. Який величини приймають радіальний зазор і способи його виміру е ня ?
4. Яке призначення бічного зазору і способи його вимірювання ?
5. Як перевірити площа контакту ?
6. Яким способом досягають необхідної величини плями контакту ?
7. До яким негативним наслідкам приводять відхилення від заданого міжцентрової відстані ?
8. Які способи перевірки радіального і торцевого биття зубчастих коліс ?
9. Як по свинцевим відбитках зробити оцінку похибок вигото в лення і збірки зубчастих зачеплень ?
10. Назвіть види притиральних паст і способи їх використання при доведенні зубчастих передач .
11. Дайте характеристику плями контакту циліндричного зубчастого зачеплення по величині і розташуванню на поверхні зуба . Яким чином по плямі контакту здійснюють перевірку якості збірки зачеплення ?

Лабораторна робота № 5

ЗБІРКА, РЕГУЛЮВАННЯ І ВИПРОБУВАННЯ ГІДРАВЛІЧНОГО ЦИЛІНДРА

Мета : ознайомлення студентів з пристроєм гідроциліндра , оволодіння пра до тическими навичками підготовки деталей до збірці , виробництво опер а цій збірки гідроциліндра , складання схеми збірки , випробування ги дроціліндра

Загальні вказівки

Механізми з зворотно - поступальним рухом знайшли широке застосува е ня в металургійному машинобудуванні . Всі ці механізми можна розділити на дві групи : з поршневим приводом і з приводом кривошипно - шатунной абореї ч ної передачі . Першою групою механізмів виконують різні технологічні оп е рації , наприклад , пристрій для гідравлічного зрівноважування робочих і опорних валків , зникаючі упори в рольгангах , Штовхувачі рулонів з бараб ановий моталок , притиски ножиць , приводи карм а новий вагон про в - ваг і перевантажувальних вагонів і т . д . У цих механізмах поршні наводяться в дію нагнітанням в ц і Ліндрен рідко го або стисне- ного повітря .

До основним деталям механізмів цієї групи відносяться корпуси циліндрів , поршні з ущільнювачами ьним і пристроями , штоки , плунж е ри . Збірка поршне- вих вузлів включає установку і закріплення пір ш ній на штоках ,складання ущіль- нень , вуст а новку в циліндри поршневих груп і складання сальників (ущільнення штоків). При цьому приганяють кришки , встановлюють прокладки , затягують бол- ти .

У металургійному машинобудуванні робочі порожнини герметизують за раху- нок ін і трансформаційних змін поршневих кілець , сальникових або манжетних ущільнень , набивань і т . д .

Найбільш часто в вигляді ущільнюючих елементів застосовують різні манж е ти , коміри , кільця . Виготовляють їх з прогумованої тканини , маслостойкой ре з і ни , шкіри .

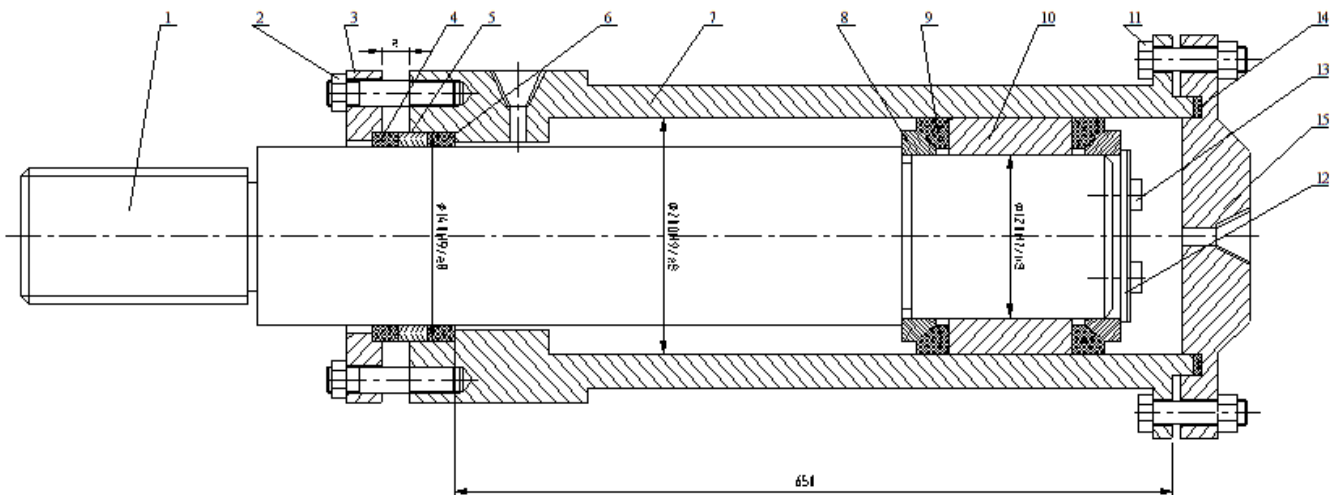
У тих випадках , коли циліндри працюють при високій температурі , застосо- вують графітову набивання , що складається з двох азбестових кілець з графітової уславився й кой , або чавунні поршневі кільця .

Зібрані циліндри відчують , нагнітаючи в них воду , масло або гас .

Гідравлічні циліндри в протягом 5 хв відчують тиском , рівним 1,25 р а боче- го . При цьому витік рідини НЕ допускається .

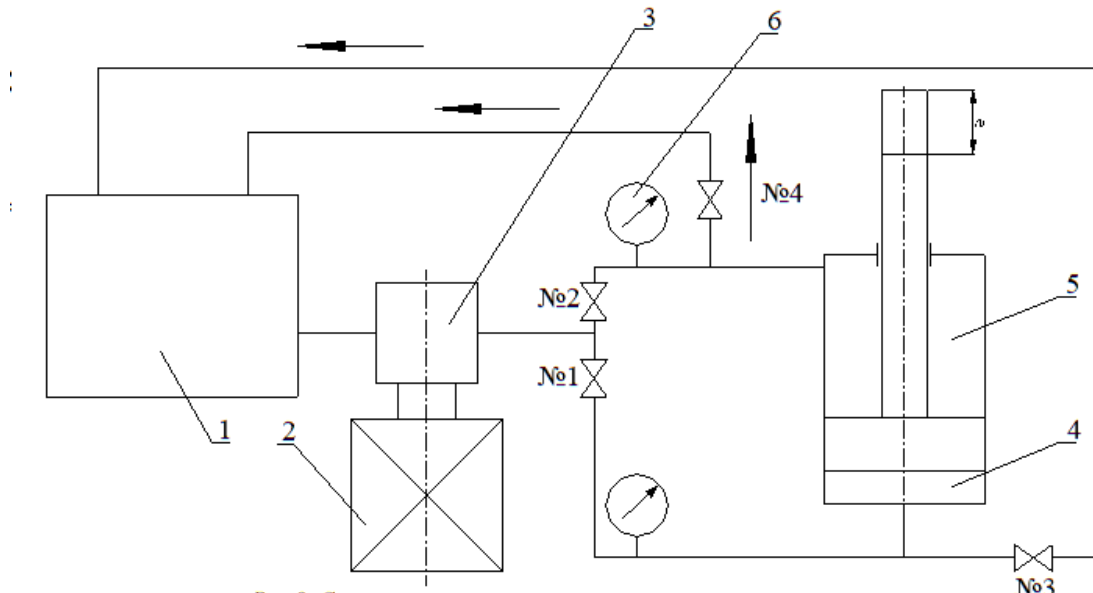
Матеріальне забезпечення роботи

1. Складальний стенд
2. Комплект деталей гідравлічного циліндра
3. Складальний креслення циліндра (рис .8)
4. Схема випробувального стенду (рис .9)
5. Випробувальний стенд , що включає насос з приводом , розведення трубопро
про водів з манометрами і запірними вентилями



- 1 - шток; 2 - шпилька; 3 - кришка; 4 - втулка; 5 - шевронне ущільнення; 6 - втулка;
7 - циліндр; 8 - шайба; 9 - манжетное ущільнення; 10 - поршень; 11 - болт; 12 -
шайба; 13 - болт; 14 - уплотн е ня; 15 - кришка.

Рис. 8 Схема гідроциліндру



- 1 - резервуар; 2 - електродвигун; 3 - насоси №1 ... 4; 4 - порожнина робочого ходу; 5 -
порожнина холостого ходу; 6 - манометр

Рис.9. Схема стенду випробування гідроциліндру:

Міряльний інструмент , шт .

1. Штангенциркуль 2
2. Штангенрейсмас 1
3. Вимірювальна лінійка 1
4. Поверочная лінійка 1
5. Щуп (0,03-0,1) 1

Слюсарний інструмент

1. Набір гайкових ключів 1 комплект
2. Молоток (600 г) 2 шт .
3. Стрижень мідний (Д 40 мм) 2 шт .
4. Напилек 2 шт .

Порядок проведення роботи

1. За складальним кресленням визначити базові деталі для кожного з підвузли.
2. За кількістю базових деталей визначити кількість р а бочих місць .
3. На підставі складального креслення розробити схему зборки гідроцілі н дра .
4. У корпусі циліндра , а також у всіх сполучаються деталях притупити гострі кромки , перевірити точність виконання розмірів , необхідних для складання , а та до ж ущільнення штока і поршня .
5. Провести збірку циліндра згідно схемі збірки .
6. Переконалися в вільному переміщенні штока і зробити підтяжку гайок . Остаточну (регульовальну) підтяжку гайок зробити при випробуванні циліндру , при цьому розмір " а " (див . рис .8) повинен бути не менш 5-6 мм .

Випробування циліндра

Підключити циліндр до випробувальної гідросистемі (схема випробувального стенду показана на рис .9).

1. Випробувати порожнину робочого ходу . При цьому , щоб подати масло в порожнину робочого ходу (нижню порожнину), вентиль № 1 повинен бути відкритий , ве н тіль № 4 повинен бути відкритий повністю з тим , щоб порожнину холостого ходу була з'єдн е на зі зливом . Вентилі № 2 і 3 закриті .

За манометру стежити за тиском в системі . При повному ході штока довести да в ня до випробувального (4,0-6,0 МПа) і переконалися в відсутності витоку масла через поршневу групу . При випробувальному тиску циліндр витримати 5 хв . За м е рить хід штока .

2. Випробувати порожнину холостого ходу . При цьому , щоб подати масло в порожнину холостого ходу , вентиль № 2 повинен бути відкритий , вентиль № 3 відкрито повн про стю (на слив), а № 1 і № 4 закриті .

При повному ході штока вниз довести тиск до випробувального (4,0-6,0 МПа) і переконатися в відсутності витoku масла через поршневу і через сальникову гру пи . При випробувальному тиску витримати циліндр 5 хв .

3. Визначити До ПД гідроциліндра , що враховує втрати на тертя при з про вершенні роботи . Він може бути представлений як відношення розвивається гідр про ціли н дром зусилля до зусиллю теоретичного .

На випробувальному стенді До ПД можна визначити наступним чином : при соверш е ванні гідроциліндром робочого ходу (рух поршня вгору)

$$\eta = \frac{P}{Q_p}$$

де P - маса рухомих частин ;

Q_p - зусилля робочого ходу гідроциліндра (теоретичне , без урахування втрат на тр е ня). Вимкнути установку .

Організація проведення роботи і обробка результатів експерименту

1. Ознайомитися з інструкцією , матеріальної частиною , обмірними слюса р ним інструментом , випробувальної установкою і її елементами .

2. Скласти схему зборки . Згідно складального креслення і схем " зібрати ги д роціліндр .

3. Провести випробування циліндра , визначити повний хід штока і ККД ц і Ліндрен .

Зміст звіту

1. Короткий опис технології збирання та випробування .
2. Схема збірки циліндра зі специфікацією деталей .
3. Принципова схема випробування циліндра .
4. Визначення ходу циліндра .
5. Обчислення ККД циліндра .

Контрольні питання

1. Де застосовуються гідравлічні і пневматичні циліндри?
2. Які види ущільнень застосовують в гідроциліндрах ?
3. Який порядок випробування гідроциліндрів ?
4. У чому полягає фізична сутність ККД гідроциліндра і які способи його визначення ?
5. Як визначити можливу витік масла через поршневу групу ?

6. Вкажіть можливі дефекти збірки гід роціліндров .

7. При якому тиску по відношенню до номінального відчувають зібрані ги д роціліндри ?

Лабораторна робота №6
ЗБІРКА УНІВЕРСАЛЬНОГО ШПИНДЕЛЯ
З ШАРНІРАМИ НА ПІДШИПНИКАХ КОЧЕННЯ

Мета : вивчення роботи шпindelного пристрої та отримання практичних навиків в збірці шпindelів і складанні схем збирання

загальні вказівки

Універсальні шпindelі застосовують для передачі обертання валкам прокатних станів , відстань між якими може змінюватися в широких межах . В основу конструкції універсальних шпindelів покладено принцип шарніра Гука, завдяки чому шпindelі можуть передавати обертання при вугіллі нахилу 10° і більше .

За конструкцією універсальні шпindelі бувають двох типів: з шарнірами на вкладишах (бронзових, текстолітових, з спеціальних пластмас) і з шарнірами на підшипниках кочення. Останні виконуються декількох конструктивних модифікацій. Найбільш поширеними є шпindelі з шарнірами на підшипниках кочення, що встановлюються на хрестовини.

Матеріальне забезпечення роботи

1. Складальний стенд
2. Комплект деталей пристрою з універсальним шпindelем
3. Складальний креслення пристрою .
4. Специфікація деталей вузлів провідного вала, стійки з веденим валом і універсального шпindelя .

Міряльний інструмент , шт .

1. Штангенциркуль 2
2. Слюсарний рівень 1
3. штихмас 2
4. Поверочная лінійка 1
5. Шуп (0,03-0,1) 1

слюсарний інструмент

1. Молоток 2 шт .
2. Слюсарні лещата 2 шт .
3. Напилки (набір) 1 комплект
4. Стрижень мідний (Д 40-25 мм) 1 шт .

Порядок проведення роботи і обробка її результатів

Для виконання збірки і монтажу пристрою універсального шпинделя необхідно виконати збірку власне універсального шпинделя з опорами і стійками. У лабораторних умовах ведений вал має можливість переміщатися в вертикальній площині подібно переміщенню робочого валка.

Збірка універсального шпинделя з шарнірами на підшипниках кочення

1. Попередньо зібрати хрестовини, перевірити посадочні місця під підшипники кочення.
2. Перевірити посадочні місця під підшипники кочення в відомій і ведучою вилці шпинделя і валках з фланцями.
3. Зібрати шарнір зі сторони ведучого вала в такий послідовності: встановити хрестовину одночасно в провідну вилку і вилку з фланцем; для можливості установки хрестовини осі вилок повернути одну щодо іншої на кут $30-40^\circ$; посадити підшипники одночасно в гнізда вилок і на цапфи крестовин; поставити торцеві кришки, закріпити їх болтами, болти застопорити.
4. Зібрати шарнір зі сторони веденого вала в послідовності, вказаної в п. 3. Перевірити рухливість шарнірів.
5. Зібрати шлицеве з'єднання, перевірити його рухливість. Зафіксувати мінімальний і максимальний розміри. Фіксувати при довжині шлицевого сполучення, рівній зовнішньому діаметру шлицьового вала.

Збірка і монтаж стійки з веденим валом

1. Попередньо зібрати стійку веденого вала і перевірити паралельність напрямних, а також збіг їх з отворами в корпусі і відповідність з посадочними розмірами.
2. Встановити стійку в проектне положення, перевірити збіг про цей стійки з контрольними осями і прикріпити болтами до стенду.
3. Встановити на напрямні стійки врівноважують пружини.
4. Зібрати ведений вал з підшипником ковзання, зафіксувати на ньому діаметр.
5. Перевірити посадочне місце в корпусі під підшипник вала і збіг відповідності в корпусі і кришках.
6. Вмонтувати вал з підшипником в корпус, встановити торцеві кришки і закріпити болтами.
7. Встановити корпус на напрямні стійки.
8. Зібрати траверсу з гвинтом, перевірити легкість ходу гвинта, встановити траверсу на напрямні стійки і закріпити гайками.

9. Перевірити легкість ходу корпусу в напрямних від проворота натискного про го гвинта ключем і легкість обертання веденого вала від руки .

10. Установити фланець і зафіксувати стопорними болтами .

Збірка і монтаж ведучого вала зі стійками

1. Зібрати передню (зі сторони рукояті) стійку , встановити підшипник і передньо закріпити кришками .

2. Зібрати задню стійку , перевірити посадочні розміри в корпусі і зі впадин отворів корпусу і кришок .

3. Встановити стійки в проектне положення , перевірити збіг осей , прикріпити стійки до стенду , встановити попередньо торцеву кришку задньої стійкою зі сторони передньої стійки .

4. Зібрати провідний вал - посадити підшипник кочення і розпірну втулку .

5. Вмонтувати провідний вал в стійки з боку шпинделя , забезпечуючи посадку вала в підшипник передньої стійки і підшипника - в отвір задньої стійки .

6. Встановити рукоятку і затягнути гайку .

7. Встановити торцеву кришку задньої стійки , попередньо відрегулює про вал в осьовому напрямку .

Перевірити горизонтальність вала при допомоги слюсарного рівня .

8. Зібрати фланець і зафіксувати стопорними болтами .

Переконатися в легкості провороту ведучого вала від приводний рукоятки .

Монтаж шпиндельного пристрої

1. Виконавши зазначені складальні роботи , встановити мінімальний розмір по осях , підняти фланець вилки шарніра зі сторони ведучого вала , зістикувати його з фланцем ведучого вала і закріпити болтами з гайками .

2. Встановити вісь веденого вала при допомоги натискного гвинта на рівень осі ведучого вала , підняти фланець вилки шарніра на вісь веденого вала і , перемістив шарнір в сторону веденого вала на 10-15 мм , зістикувати фланці і закріпити болтами з гайками .

3. Обертаючи провідний вал , переконатися в легкості обертання шпинделя і валів .

4. Обертаючи штурвал натискного гвинта , встановити корпус з веденим валом спочатку в нижню крайнє положення , а потім в верхнє крайнє і визначити кути наклону шпинделя α_n і α_v :

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{H}{A}$$

де H - переміщення веденого вала вниз або вгору від горизонтального положення шпинделя, що визначається по слюсарній рівню, мм;

A - розмір по осях шарнірів при горизонтальному положенні шпинделя.

5. Визначити довжину шпинделя по осях шарнірів при максимальних кутах нахилу.

6. Обертаючи одночасно штурвал натискного гвинта і ведучий вал, переконатися в працездатності шпиндельної пристрої при різних кутах накл про на.

Зміст звіту

1. Короткий опис технології збирання шпинделя.

2. Схема збірки шпинделя.

Для розробки схеми збірки креслення шпинделя з зазначенням позицій необхідно виконати по відповідній фігурі (згідно варіанту) з альбому [5]

варіант	1,2,3	4,5,6	7,8,9	10,11,12	13,14,15	16,17,18	19,20,21	22,23,24,25
фігура	VIII-81	VIII-84	VIII-86	VIII-87	VIII - 88	VIII-89	VIII-90	VIII-92

Контрольні питання

1. Як класифікуються шпинделі в залежності від елементів, передаючих обертання?

2. Де застосовуються шпинделі з шарнірами на вкладишах?

3. Назвіть область застосування шпинделів з шарнірами на підшипниках кочення.

4. Які основні перевірки здійснюються при контрольній збірці шпинделів?

5. Який порядок складання шарніра шпинделя на підшипниках кочення?

6. В якому співвідношенні знаходиться ККД шпинделів на вкладишах і підшипниках кочення?

7. Який характер зміни ККД шпинделя від його перекосу?

8. У чому сутність виникаючих втрат в шарнірах шпинделя?

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Плахтин В.Д. Надежность, ремонт и монтаж металлургических машин - М.: Металлургия, 1987. - 414 с.
2. Седуш В.Я. Надежность, ремонт и монтаж металлургических машин. - Киев; Донецк: Вища шк. 1981. - 227 с.
3. Касаткин Н.Л. Ремонт и монтаж металлургического оборудования. - М.: Металлургия, 1970. - 309 с.
4. Анфимов Н.И. Редукторы. Конструкции и расчет. - М.: Машиностроение, 1965. - 290 с.
5. Королев А.А. Прокатные станы и оборудование прокатных цехов (атлас). - М.: Металлургия, 1981. - 203 с.