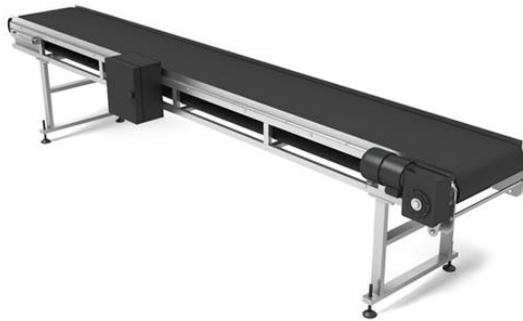


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ  
МУКАЧІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ ЕКОНОМІКИ, УПРАВЛІННЯ ТА ІНЖЕНЕРІЇ  
Кафедра проектування взуття і механіко-технологічних процесів

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
ДО ВИКОНАННЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ  
з дисципліни «ДЕТАЛІ МАШИН»  
для студентів напряму підготовки 6.050502 – «Інженерна механіка»**



**Мукачєво–2016**

Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Деталі машин» для студентів напряму підготовки 6.050502 – «Інженерна механіка». – Мукачево: МДУ, 2016. – 48с. (1,57др.арк.)

Укладачі: к.ф.-м.н., доцент Хом'як Б.Я.  
асистент Габовда О.В.

Обговорено і схвалено на засіданні кафедри проектування взуття і механіко-технологічних процесів, протокол № 9 від 1 лютого 2016р.

Рецензент: к.ф.-м.н., доцент Кабацій В.М.

Рекомендовано до друку Науково-методичною Радою МДУ,  
Протокол № 7 від 23 лютого 2016 р.

© Мукачівський державний університет  
© Габовда О.В., Хом'як Б.Я.

## ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА.....	4
1 ОБ'ЄКТИ КУРСОВОГО ПРОЕКТУВАННЯ.....	5
2. ВИДИ КОНСТРУКТОРСЬКИХ ДОКУМЕНТІВ ТА ВИМОГИ ДО НИХ.....	5
3. СТАДІЇ РОЗРОБКИ.....	8
4. РЕКОМЕНДОВАНИЙ ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ ПРОЕКТУ.....	9
4.1 Стадія ескізного проекту.....	9
4.2 Стадія технічного проекту.....	10
4.3 Стадія робочої документації.....	10
5. ОСНОВНІ ПРАВИЛА ВИКОНАННЯ КОНСТРУКТОРСЬКОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ.....	11
6. ПОЗНАЧЕННЯ ВИРОБІВ І КОНСТРУКТОРСЬКИХ ДОКУМЕНТІВ.....	12
7. СТРУКТУРА ТА ОФОРМЛЕННЯ ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ.....	13
7.1 Формування структурованого документа.....	13
7.2 Розмітка сторінки та оформлення тексту, формул, ілюстрацій в документі.....	14
7.3 Орієнтовні розділи пояснювальної записки.....	16
7.4 Оформлення списку літератури і додатків.....	17
8. РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ ГРАФІЧНОЇ ЧАСТИНИ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ.....	18
8.1 Допуски і посадки.....	18
8.1.1 Застосування єдиної системи допусків і посадок (ЕСДП) для гладких циліндричних плоских з'єднань.....	18
8.1.2 Допуски циліндричних зубчастих коліс.....	19
8.1.3 Допуски конічних зубчастих передач.....	20
8.1.4 Призначення допусків форми і розташування поверхонь деталей машин.....	20
8.2 Вибір параметрів шорсткості.....	25
8.3 Конструювання циліндричних зубчастих коліс зовнішнього зачеплення.....	28
8.3.1 Конструювання валів-шестерень.....	29
8.4 Конструювання конічних зубчастих коліс.....	30
8.4.1 Конструювання валів-шестерень.....	31
8.5 Конструювання черв'ячних коліс.....	31
8.6 Конструювання черв'яків.....	32
8.7 Конструювання елементів ланцюгових передач.....	33
8.8 Конструювання шківів пасових передач.....	34
8.8.2 Конструювання шківів клинопасових передач.....	35
8.8.3 Установка шківів.....	35
8.9 Конструювання корпусу редуктора.....	36
8.10 Конструювання плит і рам.....	39
9 ЗМАЦУВАННЯ ПОВЕРХОНЬ ТЕРТЯ.....	41
9.1 Змащування підшипників.....	41
9.2 Уцілювання.....	42
9.3 Мазильні пристрої.....	43
9.3.1 Пробки.....	43
9.3.2 Мастопоказчики і віддушину.....	43
ЛІТЕРАТУРА.....	45
ДОДАТОК А	
Взірець оформлення титульної сторінки.....	46

## ПЕРЕДМОВА

На сучасному виробництві інженер повинен володіти основами загального машинознавства, уявляти собі не тільки загальні принципи побудови механізмів, а й принципи їх проектування.

Виконанням курсового проекту з курсу «Деталі машин» завершується загально-технічний цикл підготовки студентів.

Метою курсового проектування є:

- систематизація, поглиблення і закріплення знань, отриманих студентом при вивченні теоретичного курсу;
- ознайомлення з конструкціями типових деталей і вузлів;
- отримання знань сучасних правил, норм і методів конструювання машин і механізмів;
- прищеплення навичок самостійного вирішення інженерно-технічних завдань при розрахунку і конструюванні механізмів і деталей загального призначення на основі попередньо отриманих знань з усіх загальноосвітніх та загально-технічних дисциплін;
- оволодіння технікою розробки конструкторських документів на різних стадіях проектування і конструювання;
- прищеплення навичок захисту самостійно прийнятого технічного рішення.

В теоретичному курсі студент ознайомлюється з конструкціями типових деталей і вузлів машин та методиками їх розрахунку. Нажаль, в стислій програмі курсу неможливе зосередження уваги на принципах конструювання. Тому в методичній розробці робиться акцент на конструюванні вузлів і деталей приводу, оскільки це перший проект, у якому студент має набути елементарних навичок саме у конструюванні, навчитися використовувати стандарти та довідкову літературу, застосування яких для фахівця будь-якої галузі є обов'язковим.

## 1 ОБ'ЄКТИ КУРСОВОГО ПРОЕКТУВАННЯ

Приводи різноманітного обладнання, допоміжних пристроїв і засобів механізації допускають застосування стандартних двигунів і однотипних механічних передач, у тому числі стандартних редукторів, що дозволяє віднести ці приводи до категорії загального призначення.

Структурна схема приводу включає двигун того чи іншого типу і трансмісію - пристрій для передачі обертання від двигуна до споживачів енергії, яка може бути механічною, електричною, гідравлічною, пневматичною та комбінованою.

Об'єктом для курсового проекту обраний механічний привід, в який входять редуктор та відкрита передача (пасова або ланцюгова), оскільки в них поєднуються основні деталі, які вивчаються в теоретичному курсі, а кінематичні схеми і конструкції редукторів різної складності являють собою хороший матеріал для оволодіння елементарними прийомами рішення конструкторських завдань.

Приводи можуть мати такі типи передач:

- циліндричні зубчасті;
- конічні зубчасті;
- черв'ячні;
- пасові;
- ланцюгові.

По розташуванню механізму приводу в просторі розрізняють:

- приводи з горизонтальним вихідним (тихохідним) валом;
- приводи з вертикальним вихідним (тихохідним) валом.

Залежно від розташування приводу конструюють елементи передач і вибирають тип і виконання двигуна.

В даний час редуктори загальномашинобудівного застосування в приводах комплектуються, переважно, трифазними асинхронними електродвигунами серії 4А, які відповідають ТУ 16-526.647-85.

Габаритні, установчі і приєднувальні розміри електродвигунів 4А визначаються за ГОСТ18709-73.

## 2. ВИДИ КОНСТРУКТОРСЬКИХ ДОКУМЕНТІВ ТА ВИМОГИ ДО НИХ

Види конструкторських документів встановлюються за ГОСТ 2.102-68. Навчальне проектування обмежується створенням конструкторських документів таких видів:

– *пояснювальна записка* (код ПЗ) - документ, що містить опис пристрою і принципу дії розроблюваного виробу, а також обґрунтування прийнятих при його розробці технічних і техніко-економічних рішень, супроводжуване необхідними розрахунками;

– *креслення деталі* - документ, що містить зображення деталі та

інші дані, необхідні для її виготовлення і контролю;

– *складальне креслення* (код СК) - документ, що містить зображення складальної одиниці та інші дані, необхідні для її складання (виготовлення) і контролю (розробляється на підставі креслень загального вигляду і креслень окремих деталей);

– *специфікація* - документ, що визначає склад складальної одиниці або комплексу;

– *креслення загального вигляду* (код ВЗ) - документ, що визначає конструкцію виробу, взаємодію його основних частин і принцип роботи.

У навчальному проектуванні креслення загального вигляду включає в себе елементи:

– *теоретичного креслення* (код ТК), що визначає геометричну форму виробу і координати розташування складових частин;

– *габаритного креслення* (код ГК), якому вказуються габаритні, установочні і приєднувальні розміри, причому установочні й приєднувальні розміри повинні бути з граничними відхиленнями;

– *монтажного креслення* (код МК), що містить дані для установки виробу на місці застосування.

Загальний вигляд приводу повинен бути виконаний в кількості проєкцій, достатній для повного уявлення всіх елементів приводу, з необхідними розрізами, перерізами.

Загальний вигляд редуктора приводу також слід виконати в тій кількості проєкцій (з необхідними розрізами, перерізами), яка забезпечить повне уявлення всіх елементів редуктора.

На кресленні редуктора повинні бути:

зображені:

– види;

– розрізи;

– перерізи;

✓ нанесені написи і текстова частина, необхідні для розуміння конструктивного пристрою редуктора, взаємодії його складових частин і принципу роботи редуктора;

✓ вказані всі посадочні розміри з позначенням посадок;

✓ вказані розміри:

– габаритні;

– міжосьові з граничними відхиленнями;

– установчі граничними відхиленнями;

– приєднувальні з граничними відхиленнями;

✓ вказані номери позицій деталей;

✓ наведена технічна характеристика редуктора;

✓ наведені технічні вимоги.

При виконанні курсового проєкту з робочої документації виконанню

підлягають:

- специфікація на привід;
- специфікація на редуктор;
- робоче креслення на вихідний вал редуктора;
- робоче креслення на вихідне колесо редуктора;
- рама або плита для кріплення приводу.

Правила виконання креслень зубчастих циліндричних коліс встановлені ГОСТ 2.403-75.

На кресленні циліндричного зубчастого колеса повинні бути:

- види і розрізи циліндричного колеса;
- необхідна текстова частина;
- габаритні та інші розміри, необхідні для виготовлення колеса;
- умовні позначення баз;
- допуски форми та розташування поверхонь;
- параметри шорсткості;
- технічні вимоги: вимоги до матеріалу, заготовки, термічної обробки; вказівки про розміри (розміри для довідок, радіуси закруглень і т.п.); незазначені граничні відхилення розмірів.

Таблиця параметрів повинна складатися з трьох частин, які розділяються суцільними основними лініями.

Перша частина містить основні параметри для нарізування зубців, в якій повинні бути вказані:

- модуль;
- число зубців колеса;
- кут нахилу зубця;
- напрямок лінії зубця з написом «Ліве», «Праве» або «Шеврон»;
- вихідний контур (для стандартного контуру вказується посилання на відповідний стандарт, для нестандартного контуру вказується величина кута профілю);
- коефіцієнт висоти головки;
- коефіцієнт радіального зазору і коефіцієнт радіуса кривизни перехідної кривої;
- коефіцієнт зміщення з відповідним знаком (при відсутності зсуву слід проставляти 0);
- ступінь точності і вид сполучення за нормами бічного зазору.

У другій частині таблиці параметрів вінця наводять дані для контролю взаємного положення різнойменних профілів зубів (в даному курсовому проєкті не розробляються).

У третій частині таблиці повинні бути приведені довідкові дані: дільний діаметр; позначення спряженої шестерні або рейки (для коліс).

Правила виконання креслень зубчастих конічних коліс встановлені ГОСТ 2.405–75, циліндричних черв'яків і черв'ячних коліс - ГОСТ 2.406-76.

На кресленні вихідного вала редуктора мають бути відповідні елементи, форма і розміри яких регламентовані такими стандартами:

- ГОСТ 12080-66 - кінці валів циліндричні;
- ГОСТ 12081-72 - кінці валів конічні;
- ГОСТ 10549-80 - канавки для виходу різьбонарізного інструменту;
- ГОСТ 8820-69 - технологічні канавки для виходу шліфувального

круга;

- ГОСТ 10948-64 - фаски і заокруглення;
- ГОСТ 14034-74 - центрові отвори;
- ГОСТ 24266-94 - параметри кінців валів редукторів;
- ГОСТ 23360-78 - шпонки призматичні;
- ГОСТ 24071-97 - шпонки сегментні;
- ГОСТ 2.309-73 - шорсткість поверхні;
- ГОСТ 2.308-79, ГОСТ 24642-81- допуски форми та розташування

поверхонь;

- ГОСТ 25346-89, ГОСТ 25347-82 - допуски і посадки.

Рама зазвичай виготовляється зварюванням з профільного та листового матеріалу (умовні зображення та позначення швів зварних з'єднань – за ГОСТ 2.312-72 ЄСКД), а плита – литвом.

Креслення виконуються на персональному комп'ютері (за допомогою програм КОМПАС, AutoCAD) з роздрукуванням результатів на принтері чи плоттері, або вручну олівцем. Ескізу компоновку приводу зручно виконувати олівцем на папері з міліметровою сіткою.

### **3. СТАДІЇ РОЗРОБКИ**

Проектування починається з отримання технічного завдання. *Технічне завдання* містить загальні відомості про призначення та розробку створеної конструкції, експлуатаційні вимоги, що ставляться до неї, режим роботи та її основні характеристики (геометричні, кінематичні, силові і т. п.). ***Студент отримує індивідуальне технічне завдання та календарний план виконання етапів курсового проекту від керівника проекту, який відмічає своєчасність виконання цих етапів у графі «Примітки».***

ГОСТ 2.103-68 встановлює такі стадії розробки конструкторської документації на виробі всіх галузей промисловості та етапи виконання робіт:

- *Технічна пропозиція* (ГОСТ 2.118-73) - сукупність документів, що доповнюють і уточнюють вимоги до проєктованого виробу (технічні характеристики, показники якості та ін.), Які не могли бути зазначені в технічному завданні, але які доцільно зробити на основі попереднього конструкторського опрацювання та аналізу різних варіантів можливих рішень виробу.

- *Ескізний проєкт* (ГОСТ 2.119-73) - сукупність документів, які містять принципові конструктивні рішення, що дають загальне уявлення про



пристрій і принцип роботи виробу, а також дані, що визначають призначення, основні параметри і габаритні розміри розроблюваного виробу. Ескізний проект розробляється зазвичай в декількох (або в одному) варіантах і супроводжується ґрунтовними розрахунками та аналізом отриманих результатів. Ескізний проект є підставою для розробки технічного проекту і робочої документації.

– *Технічний проект* (ГОСТ 2.120-73) - сукупність документів, що містять остаточні технічні рішення, дають повне уявлення про будову розроблюваного виробу і вихідні дані для розробки робочої конструкторської документації. Технічний проект охоплює повну конструкторську розробку всіх елементів оптимального ескізного проекту з внесенням необхідних поправок і змін, рекомендованих при затвердженні ескізного проекту.

– *Робоча документація* - заключна стадія конструювання, що включає в себе створення конструкторської документації, необхідної для виготовлення всіх ненормалізованих деталей (креслень деталей, складальних креслень, специфікацій).

## **4. РЕКОМЕНДОВАНИЙ ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ ПРОЕКТУ**

### **4.1 СТАДІЯ ЕСКІЗНОГО ПРОЕКТУ**

1. Визначення необхідної потужності асинхронного електродвигуна і частоти обертання його ротора. Підбір електродвигуна за каталогом
2. Визначення значення загального передатного числа приводу і його розбивка по ступенях
3. Визначення потужностей, частот обертання, кутових швидкостей і крутних моментів на валах приводу
4. Вибір матеріалів та термообробки зубчастих передач редуктора (або матеріалів черв'яка і вінця черв'ячного колеса - для редукторів з черв'ячною передачею) і їх механічних характеристик
5. Визначення допустимих втомних напружень та напружень при короткочасних перевантаженнях
6. Визначення розмірів елементів зубчастих (або черв'ячних) передач на підставі розрахунку на втомну контактну міцність
7. Ескізне опрацювання конструкції елементів зубчастих (або черв'ячних) передач з необхідним заокругленням значень розмірів до стандартних або рекомендованих
8. Перевірка міцності зубців коліс зубчастих передач (або зубців колеса черв'ячної передачі) по контактним напруженням і (при необхідності) коригування розмірів передачі
9. Визначення складових сили в зачепленні зубчастих (черв'ячних) передач
10. Перевірка міцності зубців коліс зубчастих передач (або колеса черв'ячної передачі) по згинальним втомним напруженням і (при необхідності) коригування розмірів передачі

11. Тепловий розрахунок (для черв'ячних редукторів)
  12. Розрахунок пасової (клинопасової) передачі (якщо вона задана в схемі приводу). Визначення зусиль, що діють на вали
  13. Ескізне опрацювання конструкцій елементів пасової (клинопасової) передачі
  14. Розрахунок ланцюгової передачі (якщо вона задана в схемі приводу). Визначення зусиль, що діють на вали
  15. Ескізне опрацювання конструкцій елементів ланцюгової передачі
  16. Попередній розрахунок валів приводу
  17. Попередній вибір схем підшипникових вузлів, підбір підшипників кочення
  18. Розрахунок шпонкових з'єднань
  19. Обґрунтування вибору способів змащування елементів приводу і призначення мастильних матеріалів для елементів приводу
  20. Ескізне компонування приводу
  21. Визначення реакцій в опорах приводу
  22. Перевірочні розрахунки валів редуктора. Побудова епюр згинальних і крутних моментів
  23. Визначення коефіцієнтів безпеки (коефіцієнтів запасу міцності) для можливих небезпечних поперечних перерізів вхідного і вихідного валів редуктора
  24. Перевірка раніше призначених підшипників кочення приводу по динамічній та статичній вантажопідйомності (у разі потреби - коригування типорозмірів підшипників)
- Всі розрахунки слід виконувати в одиницях SI.

#### ***4.2 СТАДІЯ ТЕХНІЧНОГО ПРОЕКТУ***

25. Конструктивна компоновка приводу
26. Нанесення розмірів, номерів позицій
27. Призначення необхідних допусків і посадок.
28. Остаточне оформлення креслень загального вигляду редуктора
29. Виконання текстової частини креслень загального вигляду редуктора
30. Остаточне оформлення креслень загального вигляду приводу
31. Виконання текстової частини креслень загального вигляду приводу

#### ***4.3 СТАДІЯ РОБОЧОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ***

32. Виконання робочих креслень вихідного валу редуктора, вихідного колеса редуктора, плити або рами для встановлення всього приводу (для рами – складальне креслення та специфікації)
33. Оформлення текстової документації проекту (пояснювальної записки та специфікацій)

## 5. ОСНОВНІ ПРАВИЛА ВИКОНАННЯ КОНСТРУКТОРСЬКОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ

Курсовий проект з деталей машин являє собою сукупність конструкторських документів: графічних (креслення, схеми) і текстових (пояснювальна записка, специфікація). Графічні документи також можуть містити текстову частину.

Правила, порядок розроблення та оформлення конструкторських документів регламентовані комплексом стандартів Єдиної системи конструкторської документації (ЄСКД) і поширюються на всі види виробів машинобудування та приладобудування.

Основне призначення стандартів ЄСКД полягає у встановленні єдиних оптимальних правил виконання, оформлення та обігу конструкторської документації, які забезпечують:

- застосування сучасних методів та засобів при проектуванні виробів;
- механізацію та автоматизацію обробки конструкторських документів;
- можливість створення єдиної інформаційної бази автоматизованих систем (САПР, АСУП та ін.) і можливість взаємообміну конструкторською документацією без її переоформлення;
- можливість проведення сертифікації виробів;
- гармонізацію з відповідними міжнародними стандартами.

### ***Вибірка стандартів, необхідних при виконанні проекту***

- ГОСТ 2.001-93 ЄСКД. Загальні положення;
- ГОСТ 2.101-68 ЄСКД. Види виробів;
- ГОСТ 2.102-68 ЄСКД. Види і комплектність конструкторських документів;
- ГОСТ 2.103-68 ЄСКД. Стадії розробки;
- ГОСТ 2.104-68 ЄСКД. Основні написи;
- ГОСТ 2.105-95 ЄСКД. Загальні вимоги до текстових документів;
- ГОСТ 2.106-96 ЄСКД. Текстові документи;
- ГОСТ 2.108-68 ЄСКД. Специфікація;
- ГОСТ 2.109-73 ЄСКД. Основні вимоги до креслень;
- ГОСТ 2.118-73 ЄСКД. Технічна пропозиція;
- ГОСТ 2.119-73 ЄСКД. Ескізний проект;
- ГОСТ 2.120-73 ЄСКД. Технічний проект;
- ГОСТ 2.201-80 ЄСКД. Позначення виробів і конструкторських документів;
- ГОСТ 2.307-68 ЄСКД. Нанесення розмірів і граничних відхилень;
- ГОСТ 2.310-68 ЄСКД. Нанесення на кресленнях позначень покриттів, термічної та інших видів обробки;

- ГОСТ 2.316-68 ЄСКД. Правила нанесення на кресленнях написів, технічних вимог і таблиць;
- ГОСТ 2.321-84 ЄСКД. Позначення літерні;
- ГОСТ 2.701-84 ЄСКД. Схеми. Види і типи. Загальні вимоги до виконання;
- ГОСТ 8.417-81 Одиниці фізичних величин.

## **6. ПОЗНАЧЕННЯ ВИРОБІВ І КОНСТРУКТОРСЬКИХ ДОКУМЕНТІВ**

Кожному виробу, відповідно до ГОСТ 2.101-68, повинно бути присвоєно позначення.

Позначення виробу є одночасно позначенням його основного конструкторського документа (креслення деталі або специфікації складальної одиниці).

Деталям, на які креслення не випущені, згідно з ГОСТ2.109-73 повинні бути присвоєні самостійні позначення за загальними правилами.

Позначення неосновного конструкторського документа має складатися з позначення виробу і коду документа, встановленого стандартами ЄСКД (ГОСТ 2.102-68, ГОСТ 2.601-68, ГОСТ 2.701-84).

Структура позначення складається з 4-х полів:

- у полі 1 записують умовний код, сформований з скороченої назви виду роботи, дисципліни і шифру студента, який визначається за двозначним номером у списку групи, наприклад, КПДМ08 (КП - Курсовий проект, ДМ – дисципліна «Деталі машин», 08 – студент у списку групи під номером 8);

- у полі 2 записують порядковий номер від 1 до 9 основної складальної одиниці, що входить до складу виробу;

- у полі 3 записують порядковий номер від 1 до 9 складальної одиниці, що входить до складу основної складальної одиниці і позначеної в полі 2;

- у полі 4 записують від 01 до 99 позначення деталі.

В позначенні конструкторських документів між полями 1 і 2 та 3 і 4 ставлять розділові крапки. Якщо документу присвоєний код, то його позначення проставляють правіше за поле 4.

У позначенні всього проектного виробу в зборі, який є одночасно позначенням його специфікації, у полях 2, 3, і 4 записують нулі.

**Приклад позначення конструкторської документації на привід:**

*Пояснювальна записка - КПДМ08.00.00 ПЗ*

*Специфікація приводу - КПДМ08.00.00*

*Креслення загального вигляду приводу - КПДМ08.00.00 ВЗ*

*Специфікація рами - КПДМ08.01.00*

*Складальне креслення рами КПДМ08.01.00СК*

*Специфікація редуктора КПДМ08.20.00*

*Креслення загального вигляду редуктора КПДМ08.20.00ВЗ*

*Специфікація черв'ячного колеса редуктора ДМ08.21.00*  
*Складальне креслення черв'ячного колеса редуктора - КПДМ08.21.00СК*  
*Специфікація черв'ячного колеса редуктора КПДМ08.21.00*  
*Креслення маточини черв'ячного колеса КПДМ08.21.01*  
*Креслення вінця черв'ячного колеса КПДМ08.21.02*

## **7. СТРУКТУРА ТА ОФОРМЛЕННЯ ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ**

### **7.1 ФОРМУВАННЯ СТРУКТУРОВАНОГО ДОКУМЕНТА**

Пояснювальна записка (ПЗ) повинна включати:

- титульний аркуш (див. додаток А);
- технічне завдання;
- зміст;
- вступ;
- основний текст;
- висновки;
- список використаної літератури;
- додатки (якщо вони є).

Усі аркуші, крім титульного, слід пронумерувати. Нумерація аркушів повинна бути наскрізною.

Основний текст пояснювальної записки ділять на розділи та підрозділи. Розділи повинні мати порядкові номери в межах всього документа, позначені арабськими цифрами без крапки і записані з абзацного відступу. Назви розділів і підрозділів повинні коротко і чітко відображати зміст останніх, наприклад:

#### **4 РОЗРАХУНОК ЗАКРИТОЇ КОНІЧНОЇ ПЕРЕДАЧІ**

Підрозділи нумерують у межах кожного розділу. Номер підрозділу складається з номерів розділу і підрозділу, розділених крапкою, наприклад:

#### **4 РОЗРАХУНОК ЗАКРИТОЇ КОНІЧНОЇ ПЕРЕДАЧІ**

#### **4.1 ВИБІР МАТЕРІАЛІВ КОЛІС І ВИЗНАЧЕННЯ ЇХМЕХАНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК**

Розділи і підрозділи можуть складатися з одного або декількох пунктів. Нумерація пунктів повинна бути в межах кожного розділу або підрозділу. Наприклад:

#### **4 РОЗРАХУНОК ЗАКРИТОЇ КОНІЧНОЇ ПЕРЕДАЧІ**

#### **4.1 ВИБІР МАТЕРІАЛІВ КОЛІС І ВИЗНАЧЕННЯ ЇХ МЕХАНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК**

#### **4.1.1 ВИБІР МАТЕРІАЛУ КОНІЧНОЇ ШЕСТЕРНІ**

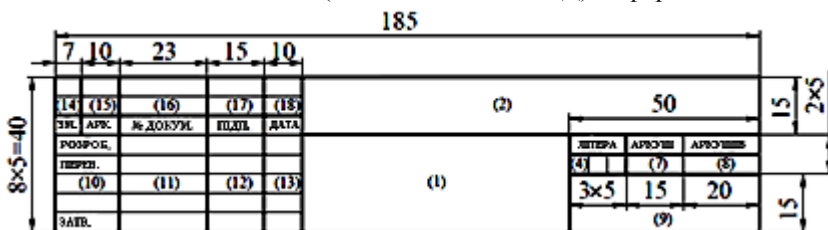
Заголовки рекомендується записувати прописними літерами, не підкреслюючи. Також не потрібно ставити крапку в кінці заголовка. Якщо заголовок складається з двох речень, то їх розділяють крапкою.

## 7.2 РОЗМІТКА СТОРІНКИ ТА ОФОРМЛЕННЯ ТЕКСТУ, ФОРМУЛ, ІЛЮСТРАЦІЙ В ДОКУМЕНТІ

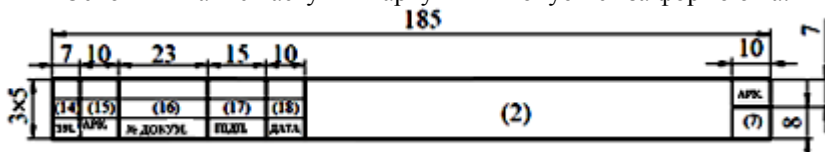
Текст виконується за допомогою текстового редактора MS Word на аркушах формату А4. Поля: верхнє, нижнє, праве– 1,5; лівє – 2см. Тип шрифту TNR, 14пт; колір – чорний. Відступ першого рядка абзацу – 1,5см; вирівнювання абзацу – по ширині; міжрядковий інтервал – півтора.

Відстань між заголовками розділу і підрозділу – 1,5 інтервали; між заголовком і подальшим текстом– пустий абзац.

Зміст розташовують на початку текстового технічного документу на заголовному та наступних аркушах (якщо вони є), причому заголовний лист повинен мати основний напис (ГОСТ 2.104-68 ЄСКД) за формою 2:



Основний напис наступних аркушів виконується за формою 2а:



Зміст вміщає заголовки всіх розділів і підрозділів із зазначенням номерів сторінок, на яких поміщені заголовки. Технічне завдання розміщується наступним після змісту.

У розділі «Вступ» слід:

- викласти мету роботи;
- вказати документи, на підставі яких розроблено проект;
- призначення та сферу застосування проектованого виробу.

При застосуванні засобів автоматизації текстового редактора MS Word 2007 потрібно пам'ятати, що основний напис (за формами 2, 2а) розташовується у нижніх колонтитулах, тому для розміщення різної інформації, потрібно розбити електронний документ на розділи, тобто на сторінці змісту виконати наступні дії: Разметка страницы→Параметры страницы → Вкладка «Источник бумаги» → в полі «Раздел» - «Начать раздел» вказати значення «Следующей страницы», а в полі «Применить» - «до конца документа». Після чого у нижній колонтитул «Розділ1» вставити таблицю основного напису за формою 2, а у нижній колонтитул «Розділ2» – таблицю за формою 2а, відключивши при цьому кнопку «Как в предыдущем» в конструкторі колонтитулів.

Наведені в тексті формули, як правило, розташовують в середині рядка. Якщо значення параметрів і числових коефіцієнтів у розрахунковій формулі наведені в документі вперше, то проводиться їх розшифрування, яка повинна бути приведена в експлікації безпосередньо під формулою із зазначенням одиниць величин.

Значення кожного символу потрібно давати з нового рядка в тій же послідовності, в якій вони наведені у формулі.

В кінці кожного розшифрування ставлять крапку з комою, після останнього розшифрування ставлять крапку. Якщо формула має вигляд дробу, то спочатку розшифровують чисельник, а потім - знаменник. Перший рядок розшифрування починають зі слова «де» без двокрапки після нього. У цьому випадку після формули ставлять кому.

Наприклад:

«Напруження згину  $\sigma_F$ , МПа, обчислюють за формулою:

$$\sigma_F = \frac{M}{W} \quad (7),$$

де  $M$  - згинальний момент, Н.м;  $W$  - момент опору перерізу при згині, мм<sup>3</sup>».

При підстановці числові значення параметрів розташовують у тому ж порядку, в якому вони записані в формулі. Далі наводять остаточний результат, опускаючи проміжні операції та скорочення.

Формули, на які в подальшому роблять посилання, нумерують арабськими цифрами в межах всієї пояснювальної записки. Номер ставлять із правого боку аркуша на рівні формули, вкладаючи його в круглі дужки.

Посилання в тексті на порядковий номер формули приводять у круглих дужках, наприклад, «... обчислюють за формулою (7)».

Основні одиниці фізичних величин, їх найменування, позначення і правила застосування встановлюються ГОСТ 8.417-81.

ГОСТ 8.417-81 рекомендує для переважного застосування в документації певні десяткові кратні і частинні одиниці тих чи інших величин. Наприклад:

- для сили - МН, кН, мН, мкН;
- для тиску (для напруг) - МПа, кПа, мПа, мкПа.

Ілюстрації розташовують або по тексту (можливо ближче до відповідної частини тексту), або в кінці тексту у вигляді додатків.

Ілюстрації слід оформляти так, щоб вони були зрозумілі окремо від тексту. Для цього під кожною ілюстрацією має знаходитися тематичне найменування, яке складається в загальному випадку з п'яти складових:

- загального найменування, що відображає вид ілюстрації (рисунок, креслення і т. п.);
- порядкового номера;
- найменування ілюстрації, відповідно її змісту;

- експлікації (розшифрування складових частин);
- додаткових відомостей.

Четверта і п'ята складові можуть бути відсутніми або поміщатися в тексті документа.

### **7.3 ОРІЄНТОВНІ РОЗДІЛИ ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ**

#### **Вступ**

#### **1 Кінематичний розрахунок приводу**

##### **1.1 Вибір електродвигуна**

1.2 Загальне передавальне відношення приводу, розбивка його по ступенях

1.3 Визначення потужностей, крутних моментів на валах, їх частот обертання та кутових швидкостей

#### **2 Розрахунок передач**

##### **2.1 Тихохідна ступінь редуктора**

2.1.1 Вибір матеріалу, термообробки коліс і визначення допустимих напружень

2.1.2 Проектний розрахунок. Визначення геометричних параметрів зачеплення

##### **2.1.3 Сили в зачепленні**

2.1.4 Перевірочний розрахунок. Перевірка умов контактної і згинальної витривалості зубців коліс, умов контактної і згинальної міцності зубців при піковому навантаженні

##### **2.1.5 Конструкція елементів передачі**

##### **2.2 Швидкохідна ступінь редуктора**

2.2.1 Вибір матеріалу, термообробки коліс і визначення допустимих напружень

2.2 Проектний розрахунок. Визначення геометричних параметрів зачеплення

##### **2.2.3 Сили в зачепленні**

2.2.4 Перевірочний розрахунок. Перевірка умов контактної і згинальної витривалості зубів коліс (або зубців колеса черв'ячної передачі), умов контактної і згинальної міцності зубів при піковому навантаженні

##### **2.2.5 Конструкція елементів передачі**

#### **2.3 Відкрита (ланцюгова або пасова) передача**

##### **2.3.1 Розрахунок за критеріями міцності**

##### **2.3.2 Визначення зусиль, що діють на вали**

#### **3 Ескізна компоновка редуктора**

##### **3.1 Попередній розрахунок діаметрів валів**

3.2 Попередній вибір схем підшипникових вузлів, підбір підшипників кочення.

##### **3.3 Розрахунок шпонкових з'єднань**

##### **3.4 Основні розміри корпусу редуктора (для редуктора з черв'ячною**



*передачею – тепловий розрахунок)*

#### **4 Ескізне компоновання приводу**

##### **4.1 Тихохідний вал**

##### **4.1.1 Побудова епюр згинальних і крутних моментів**

**4.1.2 Розрахунок вала на опір пластичним деформаціям по перерізу, в якому виникає найбільше еквівалентне напруження**

##### **4.1.3 Розрахунок вала на опір втоми**

##### **4.1.4 Розрахунок підшипників тихохідного валу**

##### **4.2 Проміжний вал (аналогічно)**

##### **4.3 Швидкохідний вал (аналогічно)**

##### **4.5 Вибір стандартних муфт**

**4.6 Обґрунтування вибору способів змащування елементів приводу і призначення мастильних матеріалів**

**4.7 Обґрунтування конструкції рами (плити), вибір фундаментних болтів**

#### **Література**

#### **Додатки**

### **7.4 ОФОРМЛЕННЯ СПИСКУ ЛІТЕРАТУРИ І ДОДАТКІВ**

Бібліографічний опис використаної літератури під заголовком «Література» викладають у кінці текстового документа (перед додатком).

Бібліографічний опис складається в алфавітному порядку за наступною формою:

1. П.І.Б. автора. Назва книги. - К.: Видавництво, 2009. - 120 с.

2. П.І.Б. першого автора (якщо авторів декілька). Назва книги /П.І.Б. всіх авторів (через коми). - К.: Видавництво, 2006. - 203 с.

3. Назва книги / під ред. П.І.Б. - Львів: Видавництво, 2009. - 121 с.

Матеріал, що доповнює текст документа, допускається розміщати в додатках. Додатками можуть бути, наприклад, довідковий або графічний матеріал (наприклад, ескізна компоновка редуктора), таблиці великого формату, описи алгоритмів і програм завдань, що вирішуються на ЕОМ, та ін.

Додатки оформляють як продовження даного документа на наступних його аркушах. У тексті на всі додатки мають бути посилання.

Додатки розташовують у порядку посилань на них у тексті документа. Якщо в документі кілька додатків, вони утворюють особливий розділ пояснювальної записки із загальним заголовком «Додатки», в якому кожен додаток слід нумерувати по порядку великими літерами алфавіту, починаючи з «А». Допускається нумерація також буквами латинського алфавіту або арабськими цифрами.

Додаток повинен мати тематичний заголовок, який записують симетрично щодо тексту з великої літери окремим рядком.

В основному тексті документа слід давати посилання на додатки, наприклад: «див. Додаток В».

Додатки мають спільну з іншою частиною документа наскрізну нумерацію сторінок. Всі додатки повинні бути вказані в змісті документа із зазначенням їх позначень і заголовків.

## **8. РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ ГРАФІЧНОЇ ЧАСТИНИ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ**

### **8.1 ДОПУСКИ І ПОСАДКИ**

#### **8.1.1 Застосування єдиної системи допусків і посадок (ЄСДП) для гладких циліндричних плоских з'єднань**

При конструюванні машин і механізмів дуже важливо раціонально вибрати систему посадок і призначити посадки, що визначають характер з'єднання деталей, оскільки це впливає на працездатність сконструйованої машини або механізму.

Не менш важливо правильно проставити посадкові (зв'язані) розміри на складальних кресленнях і граничні відхилення розмірів деталей на робочих кресленнях.

Взаємозамінність деталей по геометричним параметрам забезпечується єдиною системою допусків і посадок – ЄСДП, в які входять такі стандарти як ГОСТ 25346-89, ГОСТ 25347-89, ГОСТ 25349-88 та ін.

З 19-ти квалітетів, передбачених стандартом ГОСТ 25346-89, квалітети з 5-го по 13-й слід використовувати для сполучених розмірів, а з 14-го по 17-й - для несполучених розмірів.

**Таблиця 1**  
**Найбільш вживані посадки (витяг з ГОСТ 25347-89)**

<i>Сполучені деталі та умови роботи з'єднання</i>	<i>Посадки</i>
Кришки підшипників кочення торцеві з отвором для манжетного ущільнення в корпусах. З'єднання з валом на шпонці коліс, муфт, шківів при невисоких вимогах до точності механізму	H7/h8; H8/h8; H9/h8; H9/h9
Кришки підшипників кочення глухі в корпусах	H7/h10; H8/d10;
Стакани підшипників в корпусах. Невеликі шківі на кінцях валів при частому демонтажі і монтажі	H7/js6
Зубчасті колеса, зірочки ланцюгових передач, шківі на валах редукторів при частому демонтажі і монтажі	H7/k6
Зубчасті колеса, зірочки ланцюгових передач, шківі на валах редукторів при важко навантажених передачах і рідкісній розбиранні. Бронзові вінці черв'ячних коліс на чавунних маточинах	H7/n6
Розпірні втулки на валах	H8/h8; F8/k6; F8/n6;
З'єднання шпонки з втулкою	Js9/h9
З'єднання шпонки з валом	N9/h9; P9/h9

Граничні відхилення розмірів на кресленнях можуть зазначатися

трьома способами. В курсовому проекті рекомендовано використовувати змішаний спосіб, наприклад,  $\varnothing 45 f7_{-0.050}^{-0.025}$ .

Приклад посадкового розміру на складальному кресленні -  $\varnothing 45 \frac{f7}{h6}$ .

Граничні відхилення розмірів з незазначеними допусками повинні призначатися відповідно до ГОСТ 25670-83. Незазначені граничні відхилення надають в технічних вимогах креслення, наприклад: «Незазначені граничні відхилення розмірів H14, h14,  $\pm IT14/2$ ». У цьому запису: H14 - граничні відхилення отворів; h14 - граничні відхилення валів;  $\pm IT14/2$  - граничні відхилення розмірів, що не відносяться до отворів і до валів.

### 8.1.2 Допуски циліндричних зубчастих коліс

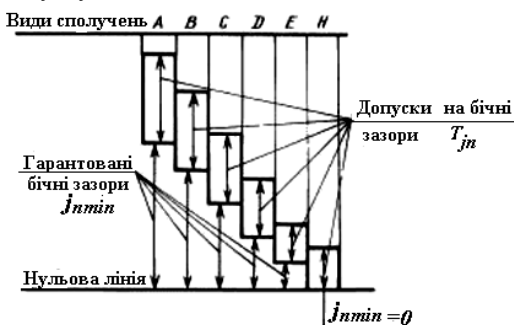
Допуски за стандартом ГОСТ1643-81 поширюються на евольвентні циліндричні зубчасті передачі зовнішнього і внутрішнього зачеплення з прямозубими, косозубими і шевронними зубчастими колесами з ділильним діаметром до 4000мм, шириною вінця або напівшеврону до 400мм, з модулем зубів від 1 до 16мм і з вихідним контуром по ГОСТ 13755-81.

Встановлено дванадцять ступенів точності зубчастих коліс і передач, які позначають у порядку убунання точності цифрами від 1 до 12. Найбільш вживаними є ступені 5, 6, 7, 8, 9, 10.

Для кожного ступеня точності зубчастих коліс і передач встановлені норми: кінематичної точності, плавності роботи, контакту зубців зубчастих коліс в передачі.

Допускається комбінування норм кінематичної точності коліс і передач, норм плавності роботи і норм контакту зубів різних ступенів точності.

Встановлюються шість видів сполучень зубчастих коліс в передачі - A, B, C, D, E, H і вісім видів допуску  $T_{jn}$  (див. рис.1) на бічний зазор - x, y, z, a, b, c, d, h. Позначення задаються у порядку убунання величини бічного зазору і допуску.



*Примітка:* сполучення виду B гарантує мінімальну величину бічного зазору, при якому виключається можливість заклинювання сталеві або чавунної передачі від нагріву при різниці температур коліс і корпусу в 25°C.

**Рис.1 Види сполучень і величини гарантованих бічних зазорів**

Встановлюється шість класів відхилень міжосьової відстані, що

позначаються у порядку убунання точності римськими цифрами від I до VI.

Гарантований бічний зазор в кожному сполученні забезпечується при дотриманні передбачених класів відхилень міжосьової відстані (наприклад, для сполучень *A, B, C, D* - класів VI, V, VI, III відповідно).

Точність виготовлення циліндричних зубчастих коліс і передач визначається ступенем точності, а вимоги до бічного зазору - видом сполучення за нормами бічного зазору.

Приклад умовного позначення точності циліндричної передачі із ступенем точності 7 по всіх трьох нормах, з видом сполучення зубчастих коліс *C* і відповідністю між видом спряження і видом допуску на боковий зазор, а також між видом сполучення і класом відхилення міжосьової відстані:

*7-С ГОСТ1643-81*

### **8.1.3 Допуски конічних зубчастих передач**

Допуски конічних зубчастих передач визначаються ГОСТ 1758-81 і поширюються на конічні та гіпоїдні передачі зовнішнього зацеплення з прямими, тангенціальними і круговими зубцями із середнім ділильним діаметром зубчастих коліс до 4000мм, середнім нормальним модулем від 1 до 55мм, з прямолінійним профілем вихідного контуру і номінальним кутом його профілю 20°.

Аналогічно циліндричним зубчастим передачам для конічних передач встановлюються 12ступенів точності; для кожного ступеня точності встановлюються норми: кінематичної точності, плавності роботи і контакту зубців зубчастих коліс в передачі; а також встановлюються шість видів сполучення зубчастих коліс в передачі, що позначаються у порядку убунання гарантованого бокового зазору літерами *A, B, C, D, E, H*.

### **8.1.4 Призначення допусків форми і розташування поверхонь деталей машин**

При виготовленні деталей можуть виникнути похибки не тільки лінійних і кутових розмірів, але і геометричної форми, а також взаємного розташування поверхонь. Їх величини необхідно обмежувати граничними відхиленнями в тих випадках, коли ці похибки порушують умови нормальної роботи деталі.

Якщо граничні відхилення форми і розташування поверхонь припустимі в межах всього поля допуску на розмір, то на кресленні їх обумовлювати не слід.

ГОСТ 24643-81 поширюється на допуски форми та розташування поверхонь деталей машин і приладів і встановлює числові значення допусків.

Для кожного виду допуску форми або розташування встановлено 16 ступенів точності. Рекомендації по вибору ступеня точності в залежності від області застосування наведено в табл.2.

**Таблиця 2**  
**Рекомендації щодо застосування ступенів точності (ГОСТ 24643-81)**  
**і способи обробки для їх досягнення**

<i>Ступінь точності</i>	<i>Область застосування</i>	<i>Методи обробки</i>
<i>Відхилення форми плоских поверхонь: площинність, прямолінійність</i>		
3-4	Напрямні верстатів підвищеної точності Столи фрезерних, плоскошліфувальних та інших верстатів високої точності	Доведення, суперфінішування, тонке шліфування, тонке шабрування
5-6	Напрямні верстатів нормальної точності, точних приладів і машин. Робочі поверхні столів верстатів нормальної і підвищеної точності	Шліфування, шабрування, чистове точіння підвищеної точності
-8	Базові поверхні кондукторів та інших технологічних пристосувань. Напрямні кривошипних і гідравлічних пресів, повзуни. Опорні поверхні корпусів підшипників. Роз'єми корпусів редукторів, масляних насосів	Шліфування, тонкі фрезерування і стругання, протягування, чистове точіння
9-10	Опорні поверхні шин, монтованих на клинах і амортизаторах. Приєднувальні поверхні арматури і фланців. Кронштейни та основи допоміжних та інших механізмів	Чисте фрезерування, стругання та довбання, протягування, точіння
<i>Відхилення форми циліндричних поверхонь: круглість</i>		
3-4	Робочі поверхні плунжерних і золотникових пар при високому тиску. Посадочні поверхні підшипників класів точності 4 і 2 і отвори в корпусах для цих підшипників. Шийки шпинделів під підшипники верстатів підвищеної точності	Тонке точіння, шліфування, алмазне розточування, хонінгування, доведення
5-6	Посадочні поверхні підшипників кочення класів точності 0, 6, 5 на валах і в корпусах. Поршні і циліндри гідравлічних пристроїв, насосів і компресорів при середніх тисках. Циліндри автомобільних двигунів. Поверхні з'єднань втулок з циліндрами і корпусами в гідравлічних системах високого тиску	Шліфування, алмазне розточування, тонке точіння, тонке розгортання, хонінгування, протягування

Продовження Таблиці 2

7-8	Гільзи, поршневі кільця і поршні тракторних двигунів. Отвори під втулки в шатунах дизелів, компресорів, тракторних двигунів	Точіння, свердління, розточування, протягування, чорнове шліфування
9-10	Поршні і циліндри насосів низьких тисків. Підшипники ковзання з легкими умовами праці	Чорнове точіння, свердління, розточування, зенкування, вирубаня в штампах звичайної точності
<i>Відхилення від паралельності площин</i>		
3-4	Основні робочі поверхні верстатів високої і підвищеної точності. Ковзні поверхні деталей насосів	Доведення, тонке шліфування, шабрування
5-6	Робочі поверхні верстатів нормальної точності. Базові поверхні пристосувань. Тертюві поверхні	Шліфування, тонкі фрезерування і стругання, шабрування
7-8	Номінально паралельні поверхні машинобудівних деталей середньої точності. Робочі поверхні кондукторів середньої точності	Шліфування, фрезерування, стругання, обпилювання, протягування, лиття під тиском
9-10	Стикові поверхні без взаємного переміщення при невисоких вимогах до герметичності і точності з'єднань.	Фрезерування, стругання, довбання
11-12	Неробочі поверхні	Всі грубі способи обробки
<i>Відхилення від паралельності поверхонь обертання</i>		
4-5 (5-6)	Робочі поверхні верстатів нормальної точності. Точні вимірювальні прилади і точні кондуктори	Шліфування, координатне розточування
6-7 (7-8)	Точні машинобудівні деталі і кондуктори середньої точності	Шліфування, розточування на розточувальному верстаті, протягування

## Продовження Таблиці 2

8-9 (9-10)	Машинобудівні деталі середньої точності	Розточування, свердління і розгортання по кондуктору
13-15	Литі деталі всіх розмірів з кольорових сплавів	Розточування, свердління
<i>Відхилення від перпендикулярності площин</i>		
3-4	Основні направляючі і базові поверхні верстатів нормальної і підвищеної точності. Точні інструменти та вимірювальні прилади	Доведення, тонке шліфування, шабрування підвищеної точності
5	Відповідальні деталі точних верстатів, вимірювальних інструментів та приладів середньої точності	Тонке шліфування, шабрування
6-7	Відповідальні деталі верстатів середньої точності, деталі насосів, двигунів внутрішнього згорання, точних кондукторів та пристроїв	Чистове шліфування, шабрування, тонкі фрезерування і стругання
8	Відповідальні машинобудівні деталі кондукторів та пристроїв	Шліфування, чистове стругання, фрезерування і довбання
9-10	Машинобудівні деталі середньої точності	Стругання, фрезерування, довбання
11		Всі способи обробки
<i>Відхилення від перпендикулярності торця (торцеве биття)</i>		
3-4	Опорні й третіві поверхні відповідальних машинобудівних деталей, точних верстатів і турбін. Фланці валів великих турбін і генераторів	Доведення, тонке шліфування, шабрування підвищеної точності
5-6	Опорні й третіві поверхні відповідальних машинобудівних деталей, точних верстатів і турбін. Фланці валів великих турбін і генераторів	Шліфування, шабрування, тонке обточування і розточування

## Продовження Таблиці 2

7	Опорні й тертьові поверхні машинобудівних деталей	Шліфування, шабрування, тонке обточування і розточування
8-9	Маловідповідальні робочі поверхні машинобудівних деталей	Шліфування, чистове обточування і розточування
10-12	Плоскі поверхні під установку прокладок, під арматуру і т.п. Вільні поверхні	Шліфування, обточування, розточування
<i>Відхилення від співвісності (радіальне биття)</i>		
3-4	Робочі поверхні шпинделів, столів та інших деталей верстатів підвищеною та нормальною точністю. Деталі гідравлічних машин. Вимірювальні інструменти та прилади	Доведення, тонке шліфування, тонке обточування, суперфінішування, хонінгування
5-6	Точні машинобудівні деталі, що виготовляються за 6-7 квалітетами	Чистове шліфування, тонке обточування і розточування
7	Машинобудівні деталі, що виготовляються за 8-9 квалітетами	Шліфування, чистове обточування і розточування
8	Машинобудівні деталі, що виготовляються за 10-11 квалітетами	Точіння, розточування, зенкування, витяжка в штампах
9-10	Машинобудівні деталі, що виготовляються за 12-13 квалітетами	
<i>Примітка.</i> Ступені точності, вказані в дужках, рекомендуються для відхилень від паралельності осі однієї деталі по відношенню до осі іншої(сполученої).		

Для вибору числових значень допусків розташування осей отворів визначають розрахункове зміщення осей з'єднання.

Величина граничного зсуву осі від номінального розташування  $\Delta_{\text{розрах.}}$  визначається за формулами:

а) для з'єднання болтами;

б) для з'єднання гвинтами або шпильками;

де  $\Delta_{\text{розрах.}}$  - розрахункове значення зміщення осей болта (гвинта,



шпильки) і отвору, мм;  $d_{\text{отв}}$  - діаметр отвору, мм;  $d$  - діаметр болта (гвинта, шпильки), мм.

Отримане розрахунком значення  $\Delta_{\text{розрах}}$  заокруглюється до найближчого меншого стандартного значення з ряду: 0,08; 0,10; 0,12; 0,16; 0,20; 0,25; 0,30; 0,40; 0,50; 0,60; 0,80; 1,00; 1,20; 1,60; 2,00.

За величиною граничного зміщення визначаються величини допуску на лінійні розміри  $L_i$ , а також визначаються величини допусків на діаметри  $D$  та радіуси  $R$  розташування центрів отворів, допуски на центральні кути  $\alpha$  між осями двох будь-яких отворів і на кути між віссю кожного отвору і віссю базового отвору за ГОСТ14140-81

## 8.2 ВИБІР ПАРАМЕТРІВ ШОРСТКОСТІ

Вибір параметрів шорсткості слід проводити з урахуванням призначення та експлуатаційних властивостей поверхні деталі. Необхідно враховувати і раціональність методу обробки.

ГОСТ 2789-73 встановлює перелік параметрів і типів напрямків нерівностей, які повинні застосовуватися при встановленні вимог і контролі шорсткості поверхні, числові значення параметрів і загальні вказівки щодо встановлення вимог до шорсткості поверхні. Параметр  $Ra$  є переважним, рекомендації по вибору якого надані у табл.3.

**Таблиця3**

**Параметри шорсткості в залежності від характеру і призначення поверхонь виробів**

<i>Параметри шорсткості, мкм</i>	<i>Характеристика і призначення поверхні</i>
Ra 100-50	Неробочі контури деталей. Поверхні деталей, що встановлюються на бетонних, цегляних і дерев'яних основах.
Ra 25	Отвори на прохід кріпильних деталей. Виточки, проточки, отвори масляних каналів на силових валах, кромки деталі під зварні шви. Опорні поверхні пружин стиску. Підшви станин, корпусів.
Ra 12,5	Внутрішній діаметр шліцьових з'єднань. Вільні несполучені торцеві поверхні валів, муфт, втулок. Поверхні головок гвинтів. Неробочі торцеві поверхні зубчастих і черв'ячних коліс і зірочок. Канавки, фаски, виточки, заокруглення і т.п. Болти і гайки нормальної і підвищеної точності (крім різьби).
Ra 6,3	Торцеві поверхні підшипники кочення. Поверхні втулок, кілець, маточин, прилеглі до інших поверхонь, але які не є посадочними. Неробочі торці валів, втулок, планок. Шийки валів 12-го квалітету діаметром (80-500)мм. Поверхні отворів 11-го і 12-го квалітету діаметром (18-500)мм.

## Продовження Таблиці 3

Ra 3,2	Канавки під ущільнювальні гумові кільця рухомих і нерухомих торцевих з'єднань. Радіуси заокруглень на силових валах. Поверхні осей для ексцентриків. Опорні площини рейок. Поверхні виступаючих частин швидкохідних деталей. Шийки валів 9-го квалітету діаметром (80-500)мм, 11-го квалітету діаметром (3-300)мм. Поверхні отворів 7-го квалітету діаметром (80-500)мм, 9-го квалітету діаметром (18-300)мм, 11-го квалітету діаметром (1-10)мм. Отвори в нерухомих з'єднаннях всіх квалітетів. Отвори в рухомих з'єднаннях 10-го і 11-го квалітетів. Торцеві поверхні під підшипники кочення 0-го і 6-го класів. Торцеві поверхні втулок, кілець, маточин коліс і шківів. Неробочі поверхні шпонкових пазів коліс
Ra 2,5	Поверхні (прилеглі одна до одної, але які не труться, високої якості) деталей, граничні відхилення яких знаходяться в межах допусків на неточність виготовлення до 7-го квалітету включно. Бокові поверхні зубців 8-й і 9-й ступенів точності (у тому числі черв'ячних). Робочі поверхні шківів, зірочок і шпонкових пазів на валах.
Ra 1,6	Зовнішні діаметри шліцьового з'єднання. Отвори пригнаних і регульованих сполучень (вкладиші підшипників та ін.) з допуском зазору-натягу (25-40) мкм. Циліндри, що працюють з гумовими манжетами. Третєві поверхні малонавантажених деталей. Посадочні поверхні отворів і валів під нерухомі посадки. Шийки валів 6-го квалітету діаметром (120-500)мм, 8-го квалітету діаметром (6-80)мм. Поверхні отворів 6-го квалітету діаметром (50-500)мм, 7-го квалітету діаметром (10-180)мм, 9-го квалітету діаметром (1-18)мм. Отвори в рухомих з'єднаннях 7-го і 8-го квалітетів. Бічні поверхні зубців коліс 7-го ступеня точності (у тому числі черв'ячних). Робочі поверхні шпонкових пазів коліс.
Ra 1,25	Поверхні: тертя, до яких не пред'являються високі вимоги щодо зносостійкості і стабільності збереження зазору або взаємного розташування, опорні, центрувальні; базові, призначені для установки деталей, відхилення яких знаходяться в межах допусків на неточність виготовлення 8 і більш точних квалітетів; муфт зчеплення робочі. Поверхні роз'єму герметичних з'єднань без прокладок. Отвори корпусів під підшипники кочення 0-го і 6-го класів. Поверхні валів під підшипники кочення 0-го і 6-го класів. Бічні поверхні зубців коліс 6-го ступеня точності (в тому числі черв'ячних). Робоча поверхня витка черв'яка черв'ячної передачі 9-го ступеня точності.

Ra 0,63	Вали в пригнаних і регульованих з'єднаннях з допуском зазору - натягу (7-25) мкм. Тертьові поверхні навантажених деталей. Посадочні поверхні 7-го квалітету з тривалим збереженням заданої посадки - осі ексцентриків, точні черв'яки, зубчасті колеса. Зв'язані поверхні бронзових зубчастих коліс. Робочі шийки розподільних валів. Штоки і шийки валів в ущільненнях. Шийки валів 5-го квалітету діаметром (30-500)мм, 6 квалітету діаметром (10-120)мм. Поверхні отворів 5-го квалітету діаметром (3-50) мм, 6-го квалітету діаметром (1-10)мм. Поверхні валів під підшипники кочення 0-го і 6-го класів.
Ra 0,4	Шийки валів 5-го квалітету діаметром понад 1мм до 30мм, 6-го квалітету діаметром понад 1мм до 10мм. Вали в пригнаних і регульованих з'єднаннях (шийки шпинделів, золотники) з допуском зазору - натягу (16-25) мкм. Отвори пригнаних і регульованих з'єднань (вкладиші підшипників) з допуском зазору- натягу (4-7) мкм. Тертьові елементи сильно навантажених деталей.
Ra 0,32	Поверхні: тертя, що добре протистоять зношуванню; деталей з підвищеними вимогами до точності і корозійної стійкості; точних кульових з'єднань; ущільнюючих. Тертьові елементи сильнонавантажених деталей (робоча поверхня витка черв'яка черв'ячної передачі 6-го і 7-го ступенів точності). Поверхні валів під гумові манжети.
Ra 0,2	Поверхні деталей, що працюють на тертя, від зносу яких залежить точність роботи механізму.
Ra 0,16	Поверхні: тертя, особливо відповідальних деталей; кочення високої якості; площин, для забезпечення контролю яких необхідна притирання (контроль інтерференційним способом); напрямних лінійок; пазів високої точності.
Ra 0,1	Робочі шийки валів прецизійних швидкохідних верстатів і механізмів. Шейки валів у пригнаних з'єднаннях з допуском зазору - натягу (2,5-6) мкм. Поверхні отворів пригнаних і регульованих з'єднань з допуском зазору - натягу до 2,5 мкм.
Ra 0,08	Поверхні: кочення високої точності, наприклад: робочі поверхні підшипників, фрикційних механізмів та ін.; полірованих деталей без гальванічних покриттів з метою підвищення відбиття теплових променів.

### 8.3 КОНСТРУЮВАННЯ ЦИЛІНДРИЧНИХ ЗУБЧАСТИХ КОЛІС ЗОВНІШНЬОГО ЗАЧЕПЛЕННЯ

В умовах одиничного і дрібносерійного виробництва форми коліс мають бути найпростішими, як показано на рис.2. При невеликих діаметрах коліс їх виготовляють з прутка, а при великих - заготовки отримують вільним куванням з наступною токарною обробкою.

Щоб зменшити обсяг точної обробки різанням, на дисках коліс виконують виточки (рис.2, б; в). При діаметрі  $d_a$  менше 80мм ці виточки, як правило, не роблять.

Довжину посадкового отвору колеса  $l_{cm}$  бажано приймати рівною або більше ширини зубчастого вінця  $b_2$  ( $l_{cm} > b_2$ ). Прийняту довжину маточини узгоджують з розрахунковою і з діаметром посадкового отвору  $d$ :

$$l_{cm} = (0,8-1,5) d$$

Діаметр маточини  $d_{cm}$ , ширину торців зубчастого вінця приймають:

$$d_{cm} \approx 1,6d; S = 2,5m + 2\text{мм},$$

де  $m$  – модуль зачеплення.

На торцях зубчастого вінця виконуються фаски розміром  $f$ , які заокруглюють до стандартного значення:

$$f = (0,5-0,7)m$$

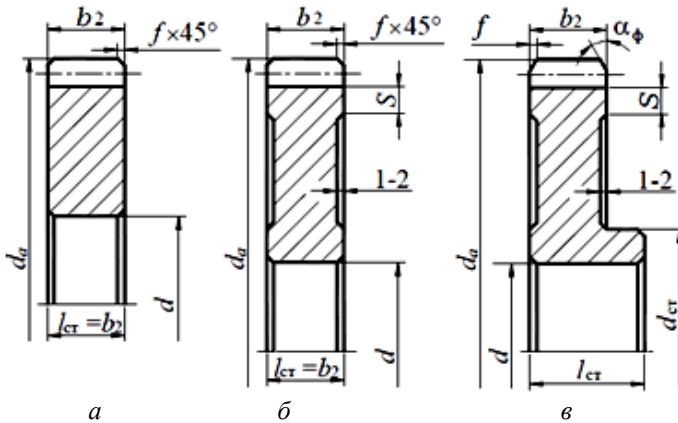


Рис.2 Форми коліс у одиничному і дрібносерійному виробництві

На прямозубих зубчастих колесах фаску виконують під кутом  $\alpha_{\phi} = 45^\circ$ , на косозубих і шевронних колесах при твердості робочих поверхонь  $HV < 350$  – під кутом  $\alpha_{\phi} = 45^\circ$  (рис.2, а, б), а при  $HV > 350$  -  $\alpha_{\phi} = 15-20^\circ$  (рис.2, в).

При серійному виробництві заготовки коліс отримують з прутка вільним куванням, а також куванням в штампах.

При річному обсязі випуску коліс більше 50 штук використовують ковку в найпростіших односторонніх підкладних штампах. Форма зубчастих коліс в цьому випадку, після додаткової обробки на металообробних верстатах, рекомендується за типом, показаним на рис.3, а, б.

При річному обсязі випуску більш 100 штук застосовують двосторонні штампи. Форму зубчастих коліс в цьому випадку проектують за рис.3, в, з.

Для зменшення впливу термічної обробки зубчастих коліс на точність геометричної форми зубчасті колеса роблять масивними:

$$c = (0,35 - 0,40) b_2$$

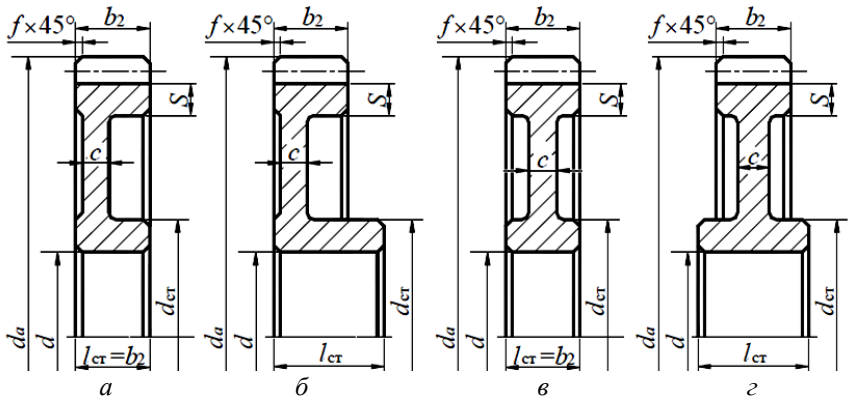


Рис.3 Форми коліс при серійному виробництві

### 8.3.1 Конструювання валів-шестерень

Використовуються два конструктивних поєднання шестерень зубчастих передач звалом:

- вал-шестерня - шестерня виготовляється заодно з валом (див. рис.4);
- шестерня з'єднується з валом при посередництві шпонкових, шліцьових та інших з'єднань (насадна шестерня).

Якість (жорсткість, точність та ін.) вала-шестерні виявляється вищою, а вартість виготовлення нижчою, ніж сумарна вартість валу і насадної шестерні, тому їх використовують досить часто.

Крім того, вали шестерні використовують при шестернях невеликого діаметра (щодо діаметра валу), коли неможливо застосувати з'єднання, що передають крутний момент з шестерні на вал або навпаки.

Основним недоліком цієї конструкції є те, що при виході з ладу зубчастого вінця доводиться міняти і вал.

На рис.4,а показана конструкція вала-шестерні, яка забезпечує нарізування зубів з вільним виходом інструменту.

При великих передавальних числах зовнішній діаметр шестерні, як правило, мало відрізняється від діаметра валу і вали-шестерні конструюють за рис.4,б. У цьому випадку зуби нарізають на поверхні вала. Бажано уникати врізних шестерень, оскільки в цьому випадку ускладнюється зубофрезерування і шліфування зубців.

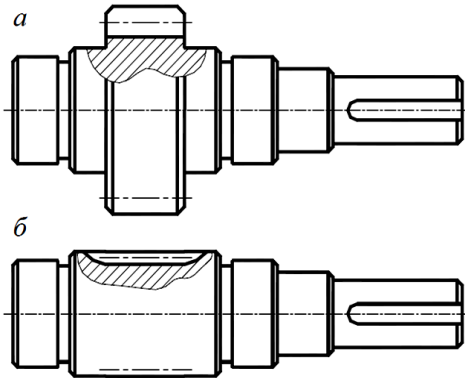


Рис.4 Конструкції валів шестерень

#### 8.4 КОНСТРУЮВАННЯ КОНІЧНИХ ЗУБЧАСТИХ КОЛІС

Конструктивні форми конічних зубчастих коліс із зовнішнім діаметром вершин зубів  $d_{ae} \leq 120$  мм показані на рис.5, а, б. При куті ділального конуса  $\delta \leq 30^\circ$  колеса виконують по рис.5, а, а при куті  $\delta \geq 30^\circ$  - по рис.5, б.

Якщо кут ділального конуса знаходиться між  $30^\circ$  і  $45^\circ$ , то допускаються обидві форми конічних коліс.

Розмір маточини визначають за співвідношенням для циліндричних зубчастих коліс.

На рис.5, в показана форма конічних зубчастих коліс при зовнішньому діаметрі вершин зубів  $d_{ae} \geq 120$  мм.

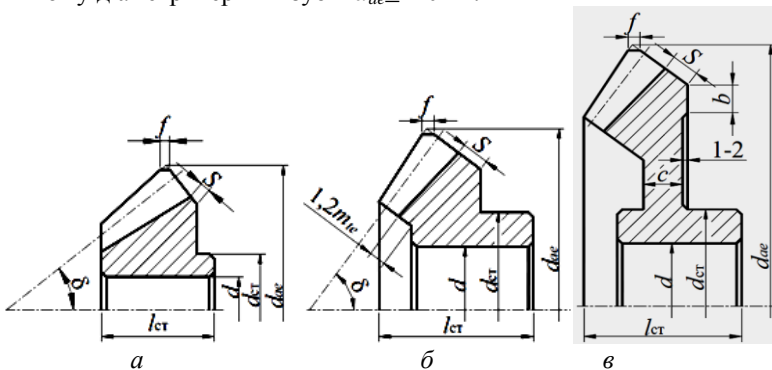


Рис.5 Форми конічних коліс

При зовнішньому діаметрі  $d_{ae} \geq 180$  мм з метою економії дорогих сталей колеса іноді виконують складеними з вінця і маточини.

##### 8.4.1 Конструювання валів-шестерень

Конструювання конічних валів-шестерень проводиться аналогічно

конструюванню циліндричних валів-шестерень. На рис.6 показаний варіант виконання конічного вала-шестерні.

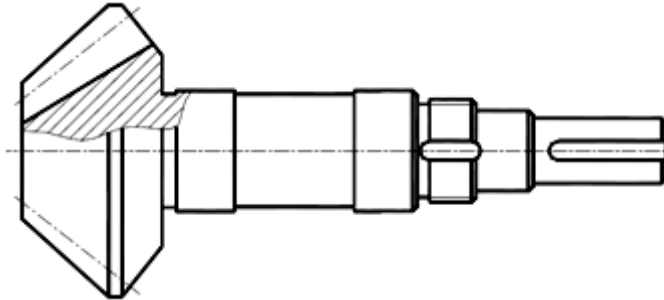


Рис.6 Конструкція вала шестерні конічної

### 8.5 КОНСТРУЮВАННЯ ЧЕРВ'ЯЧНИХ КОЛІС

Основні геометричні розміри черв'ячного колеса визначаються з розрахунку. Найчастіше черв'ячні колеса виготовляють складеними: центр виконують з сірого чавуну або зі сталі, зубчастий вінець - з бронзи. З'єднання вінця з центром повинно забезпечувати передачу великого обертового моменту і порівняно невеликої осьової сили. Конструкція черв'ячного колеса і спосіб з'єднання вінця з центром залежать від обсягу випуску.

При одиничному і дрібносерійному виробництві, коли річний обсяг випуску менше 50шт. і при невеликих розмірах коліс зубчасті вінці з'єднують з центром посадкою з натягом (див. рис.7, а).

При постійному напрямку обертання черв'ячного колеса на зовнішній поверхні центру передбачають буртик, на який направляють осьову силу.

При великих розмірах коліс ( $d_{ae2} > 350\text{мм}$ ) кріплення вінця до центру можна здійснювати болтами, поставленими без зазору (рис.7, б) або заклепками (рис.7, в). У цьому випадку вінець центрують по діаметру  $D$ . Сполучення центрувальних поверхонь виконують по перехідній посадці.

У такій конструкції необхідно передбачати надійне стопоріння гайки від самовідгвинчування.

Фіксує болти (в кількості 3-4) мають такі розміри:

$$d_{\text{болт}} = (1,2-1,4) m;$$

$$l_{\text{болт}} = (1,6-1,8) b_2.$$

Черв'ячні колеса обертаються з невеликою швидкістю і, як правило, не вимагають балансування, тому неробочі поверхні обода диска маточини колеса залишають необробленими і роблять конусними з великими радіусами заокруглень.

Гострі кромки на торцях вінця притупляють фасками  $f = 0,5m$ .

Розміри інших основних конструктивних елементів приймають за співвідношеннями:

$$S = 2,5m;$$

$$c = \square 3,6-4, 2 \square m;$$

$$h = 0,15b_2;$$

$$t = 0,8h.$$

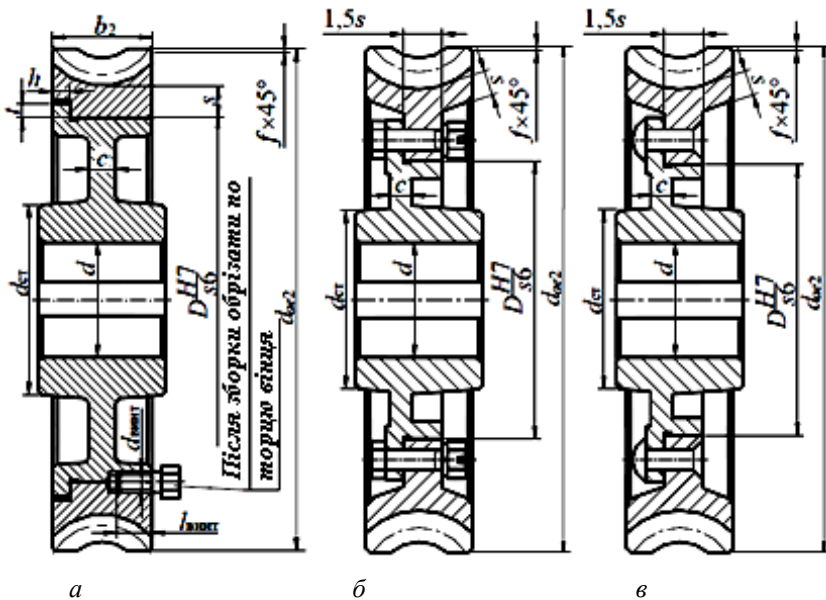


Рис.7 Конструкції черв'ячних коліс

Решта конструктивних елементів черв'ячних коліс слід приймати такими ж, як для циліндричних зубчастих коліс зовнішнього зачеплення.

При будь-якій конструкції зубчастого вінця механічну обробку і нарізування зубців виконують після з'єднання вінця з центром.

## 8.6 КОНСТРУЮВАННЯ ЧЕРВ'ЯКІВ

Черв'яки, як правило, виконують сталевими і, найчастіше, заодно з валом (див.рис.8).

Геометричні розміри черв'яка, у тому числі довжина нарізаної частини  $b_1$  і орієнтовну відстань  $l$  між опорами, визначають з розрахунків та ескізного креслення редуктора. Тому при конструюванні вала-черв'яка ці дані є вихідними.

Однією з основних вимог, що ставляться до них, є забезпечення високої жорсткості черв'яка. Для цього відстань між опорами намагаються робити якомога меншою. Діаметр вала-черв'яка в ненарізаній частині призначають таким, щоб забезпечити по можливості вільний вихід інструменту при обробці витків і необхідну величину прилеглого заплечика для підшипника.



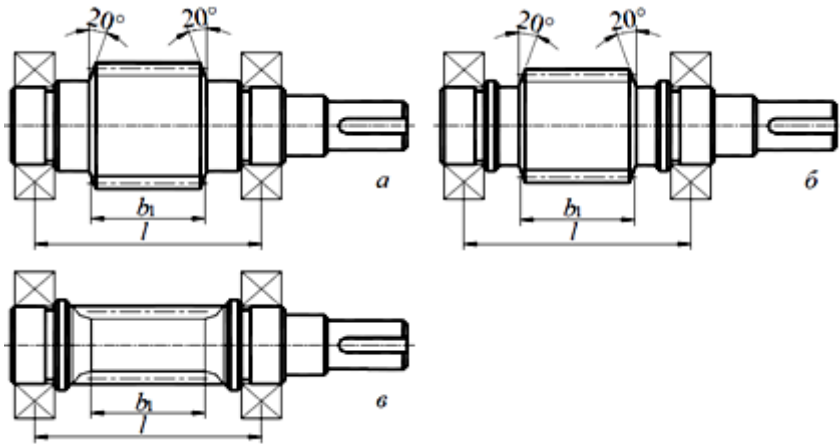


Рис.8 Конструкції черв'яків

На рис.8 а, б діаметр вала-черв'яка перед нарізаною частиною задовольняє умові вільного виходу інструменту при обробці витків. На рис.8,а висота заплечика при цьому виявляється достатньою для упору підшипника, а на рис.8, б вона замала. Тому для упору підшипника передбачений спеціальний заплечик. При малому діаметрі черв'як доводиться виконувати по рис.8в. В цьому випадку прилеглі заплечики в місцях установки підшипників виконують як за рис.8, б, так і за рис.8, в.

### 8.7 КОНСТРУЮВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ЛАНЦЮГОВИХ ПЕРЕДАЧ

Конструкція зірочок ланцюгових передач відрізняється від конструкції циліндричних зубчастих коліс зовнішнього зачеплення лише зубчастим вінцем. Тому діаметр і довжину маточини виконують по співвідношеннях для зубчастих коліс зовнішнього зачеплення.

Геометричні параметри зубчастого вінця зірочки для приводних роликів ланцюгів по ГОСТ 13568-75 мають відповідати ГОСТ 591-69.

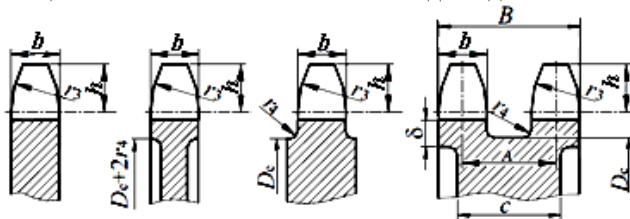


Рис.9 Конструкції зубчастих вінців зірочок

Радіус заокруглення зуба (найменший) -  $r_3 = 1,7d_1$ ,  
де  $d_1$  – діаметр ролика.

Відстань від вершини зуба до лінії центру дуг заокруглень -  $h = 0,8d_1$ .

Діаметр ободів зірочок (найбільші) відповідно:

$$D_{c1} = p \operatorname{ctg} \frac{180^\circ}{z_1} - 1,3h$$

$$D_{c2} = p \operatorname{ctg} \frac{180^\circ}{z_2} - 1,3h,$$

де  $p$  – крок ланцюга, мм;  $z$  – кількість зубців зірочки.

При  $d_o < 150$  мм допускається  $D_c = p \operatorname{ctg} \frac{180^\circ}{z} - 1,2h$

Товщина диска з визначається за рекомендацією:

$$c = 0,6 \dots 0,7(D_a - D_c)$$

## 8.8 КОНСТРУЮВАННЯ ШКВІВ ПАСОВИХ ПЕРЕДАЧ

### 8.8.1 Конструювання шківів плоскопасових передач

Основні геометричні розміри шківів для плоскопасових передач визначаються ГОСТ17383-73 (див. рис.10)

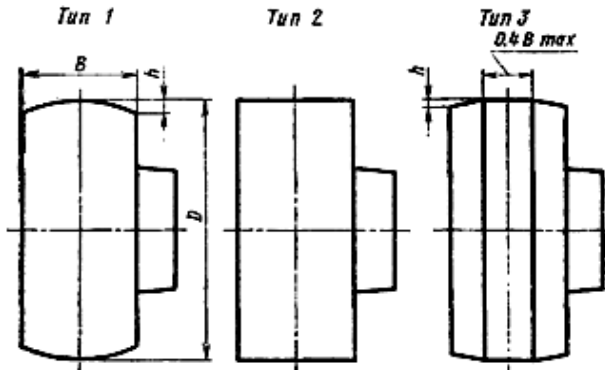


Рис.10 Типові конструкції шківів

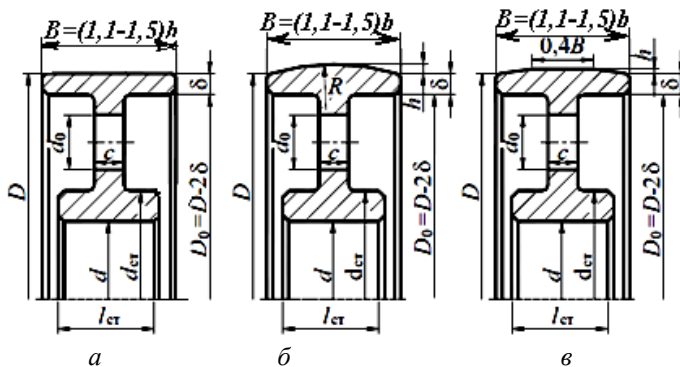


Рис.11 Варіанти конструкцій шківів ( $b$  - ширина пасу)

Шківні плоскопасової передачі можуть мати зовнішню поверхню циліндричну (при невеликих лінійних швидкостях) (рис.11, а), сферичну (рис.11, б) або циліндричну з кінцями у формі конусів (рис.11, в), які

зменшують можливість сходу паса зі шківів в процесі роботи, особливо при наявності непаралельності осей валів, а також в швидкохідних передачах.

Діаметр і довжину маточини виконують по співвідношеннях для зубчастих колі зовнішнього зачеплення.

### 8.8.2 Конструювання шківів клинопасових передач

Шківів клинопасових передач для клинових пасів ГОСТ1284.1-89 мають відповідати ГОСТ 20889-88. У стандарті представлено 9 типів шківів, вибір яких пов'язаний з розмірами перерізу пасів.

Геометричні параметри профілів канавок шківів показано на рис.12.

Діаметр і довжину маточини виконують по співвідношеннях для зубчастих колі зовнішнього зачеплення.

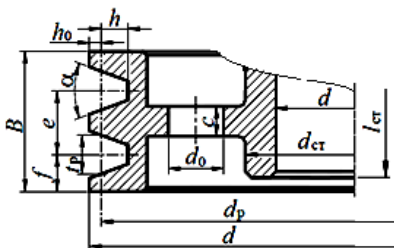


Рис.12 Геометричні параметри профілів канавок шківів

### 8.8.3 Установка шківів

Шківів, як правило, встановлюють консольно і фіксують в осьовому напрямку. Приклад установки шківів представлений на рис.13. Обидва шківів, встановлені на консольній ділянці вала, для зменшення згинального моменту слід розташовувати якомога ближче до опори.

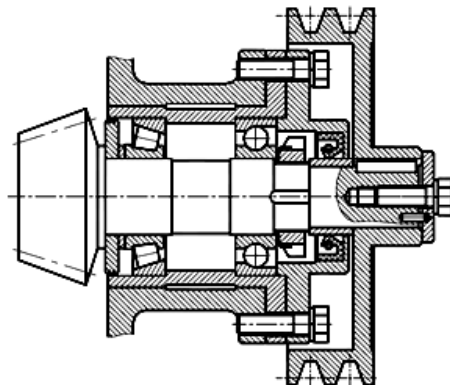


Рис.13 Установка шківів

## 8.9 КОНСТРУЮВАННЯ КОРПУСА РЕДУКТОРА

Корпуси редукторів серійного виробництва виконують литими найчастіше з чавуну марок СЧ15, СЧ18. При вібраційних та ударних навантаженнях застосовують високоміцні чавуни типу ВЧ40-10 або сталеві виливки марок 30Л, 25Л. В індивідуальному і дрібносерійному виробництві корпуси виконують зварними з листової сталі марок Ст2, Ст3 або зварно-литими. На рис.14 наведено конструктивне оформлення литого роз'ємного корпусу редуктора.

Конструкція повинна бути такою, щоб забезпечувався швидкий і зручний монтаж деталей і задовольнялися вимоги технологічності при його виготовленні.

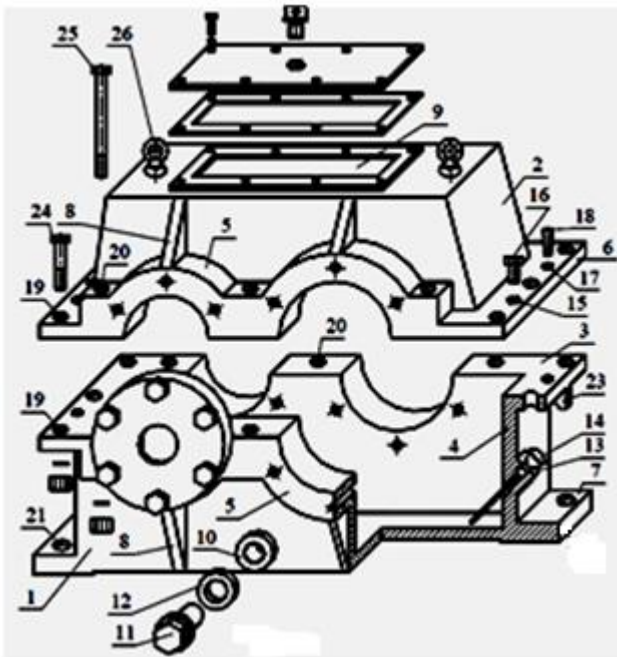


Рис.14 Узагальнена конструкція корпусу редуктора

Корпус складається з нижньої частини - основи (1) і верхньої - кришки (2). У площині роз'єму (3) лежать осі валів. Ця площина, як правило, горизонтальна. У деяких випадках застосовують похилий роз'єм, що дозволяє зменшувати обсяг мастильної ванни, забезпечити однакове занурення коліс в рідке мастило і знизити втрати потужності на тертя в мастилі.

Прокладки між корпусом і кришкою не допускаються, так як вони можуть порушити посадки підшипників.

При розташуванні валів у вертикальній або декількох площинах застосовують більш складні конструкції корпусів з декількома роз'ємами.

Незважаючи на те, що конструкції корпусів досить різноманітні, в них є спільні конструктивні елементи:

- стінки (4);
- бобишки (5) для отворів підшипників;
- фланці (6) для кріплення кришки і корпусу;
- ніші або фланці (7) для кріплення корпусу до плити або рами;
- ребра жорсткості (8);
- оглядовий люк (9);
- бобишка (10) з різьбовим отвором для установки пробки (11) з кільцем ущільнювача (12) в отвір для зливу мастила;
- бобишка (13) з різьбовим отвором для установки мастиловказівника (14);
- різьбові отвори (15) для віджимних болтів (16);
- отвори (17) для конічних (циліндричних) штифтів (18), використовуваних для фіксації кришки і корпусу;
- отвори (19-21) для установки гвинтів (шпильок) (24-25) для кріплення кришки з корпусом і корпусу з рамою (плитою);
- отвори (22) для встановлення підшипників / кришок підшипників;
- вушка (23) або рим-болти (26) для транспортування основи і кришки і т. п.

Литий корпус повинен задовольняти вимогам, що пред'являються до лиття в частині форми переходів, конструктивних і технологічних (формувальних) нахилів.

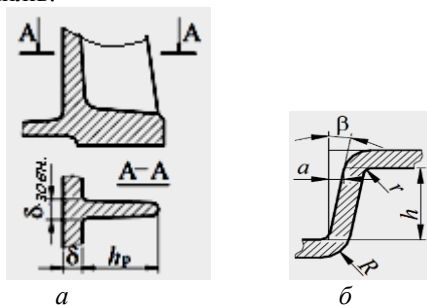


Рис.15 Елементи литих деталей

Товщину стінок можна обчислювати за формулою  $\delta = 0,005L + 4$  мм, де  $L$  – довжина деталі, мм.

Товщина внутрішніх стінок і перегородок приблизно на 20% менше товщини зовнішніх стінок.

Товщина фланців, оброблюваних з одного боку дорівнює  $\delta_{\text{ф}} = \square(1,5-1,8)\delta$ , з двох боків -  $\delta_{\text{ф}} = (1,8-2,0)\delta$

Товщина зовнішніх ребер жорсткості у їх основи (див. рис. 15, а):

$$\delta_{\text{зовн.}} = (0,9-1,0)\delta.$$

Товщина внутрішніх ребер дорівнює  $\delta_{\text{вн}} = (0,7-0,8)\delta$ .

Висота ребер -  $h_p \leq 5\delta$  (див. рис.15, а).

Площини стінок, що перетинаються під прямим або тупим кутом, сполучаються дугами радіусом  $r$  і  $R$  (див. рис.15, б):

$$r = 0,5 \delta; \quad R = 1,5 \delta$$

Конструктивне оформлення внутрішнього контуру редуктора показано на рис.16:

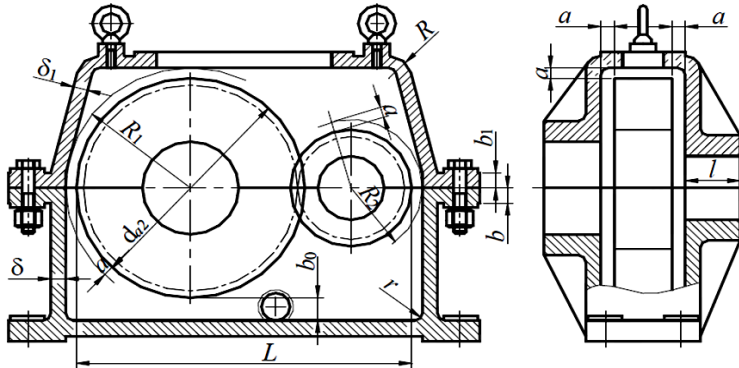


Рис.16 Внутрішнє конструктивне оформлення редуктора  
( $R_1, R_2$  – радіуси зовнішніх діаметрів зубчастих коліс)

Зазор  $a$  повинен бути таким, щоб обертові деталі не зачіпали за внутрішні поверхні стінок корпусу. Його величину визначають за формулою:

$$a = \sqrt{L} + 4 \text{ мм},$$

де  $L$  - найбільша відстань між зовнішніми поверхнями деталей передач, мм.

Обчислене значення  $a$  заокруглюють у більшу сторону до цілого числа. Товщину стінки кришки корпусу  $\delta_1$  визначають за формулою:

$$\delta_1 = 0,9\delta$$

Розміри конструктивних елементів:

$$b_0 \approx 4a; \quad b = 1,5\delta; \quad b_1 = 1,5\delta_1; \quad l = (2,0-2,2)\delta$$

Конструкції зварних корпусів редукторів різноманітні. Можливий варіант конструктивного оформлення зварного корпусу показаний на рис.17. Корпус і кришку редуктора зварюють з елементів, виготовлених з прокату (лист, полоса, пруток круглого перетину і ін.).

Товщину стінок зварного корпусу приймають рівною  $\delta_{зв.} = 0,8 \delta$ , де  $\delta$  - товщина стінок литого чавунного корпусу.

Після зварювання корпус і кришку відпалюють і іноді правлять (рихтують). Потім проводять обробку різанням площин і отворів деталі.

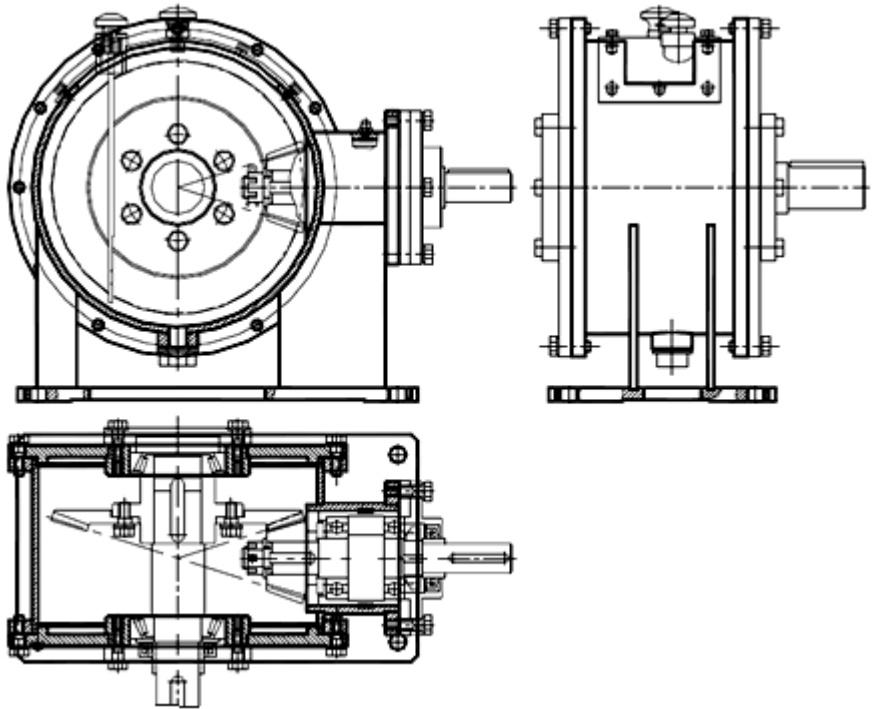


Рис.17 Зварний корпус кінцевого одноступінчастого редуктора

## 8.10 КОНСТРУЮВАННЯ ПЛИТ І РАМ

Фундаментні плити (див. рис.18) і рами (див. рис.19), призначені для монтажу на них агрегатів машини і для забезпечення нормального функціонування машини, повинні забезпечувати співвісність їх валів, технологічно просту збірку і розбирання машини. Їх міцність і жорсткість забезпечується вибором раціональної форми і розмірів елементів, застосуванням ребер жорсткості, перегородок, приливів і т. п.

Плити виконують литими, а рами - зварними.

Конструкції плит (рам) різні. Однак у них є загальні конструктивні елементи (див. рис.18,19):

- 1 - стінки;
- 2 - приливи з отворами для розміщення фундаментних болтів, що кріплять плиту до фундаменту;
- 3 - ребра жорсткості;
- 4 - опорні фланці;
- 5 - вікна в горизонтальних і вертикальних стінках;
- 6 - опорні поверхні(призначені для зменшення площі оброблювання);
- 7, 8 - різьбові отвори для установки шпильок (болтів, гвинтів);

9 - отвори для штифтів, використовуваних для фіксації агрегату.

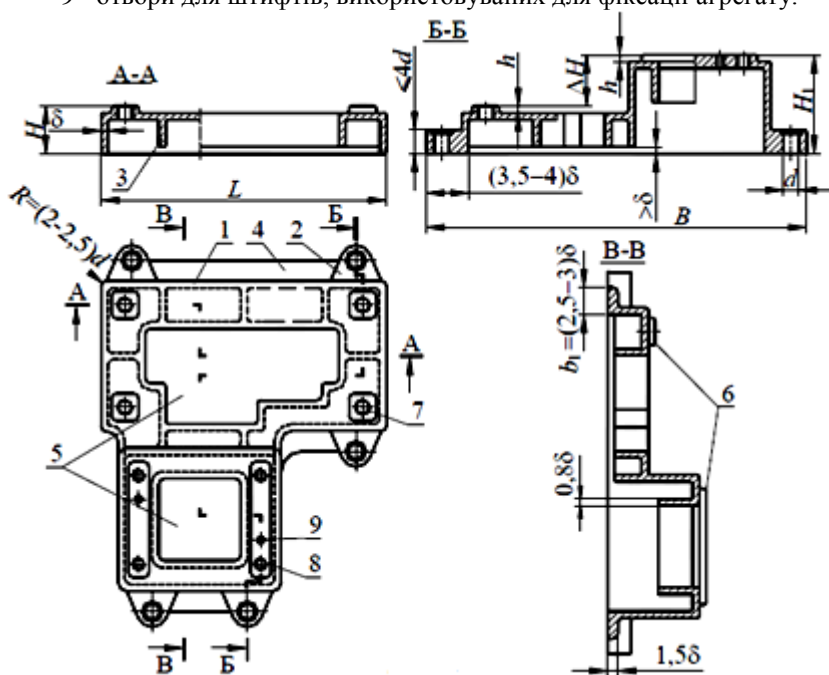


Рис.18 Варіант конструкції плити

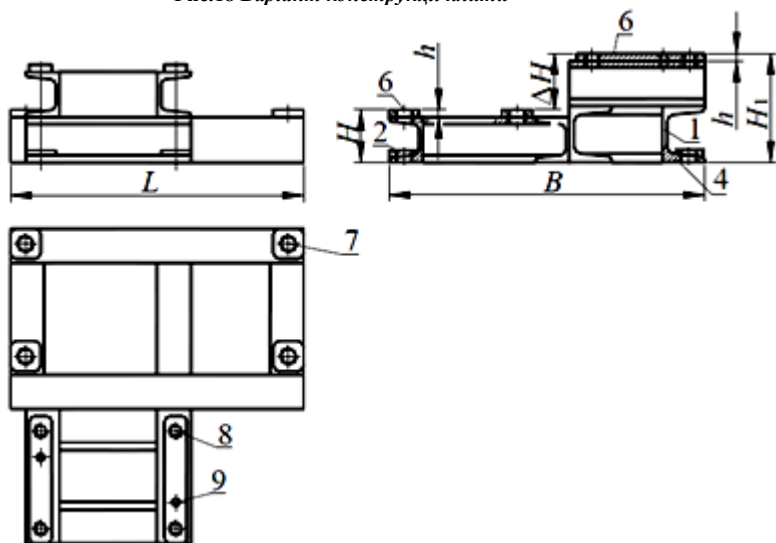


Рис.19 Варіант конструкції рами



Висоту плити  $H$  ( $H_1$ ) вибирають, виходячи з умови забезпечення критерію її працездатності:

$$H = (0,09 - 0,11) L,$$

де  $L$  - довжина плити.

Товщину стінок  $\delta$  призначають сталою у всіх перерізах і вибирають в залежності від приведенного габаритного розміру  $N$ :

$$N = 0,33(2L + B + H)$$

## 9 ЗМАЩУВАННЯ ПОВЕРХОНЬ ТЕРТЯ

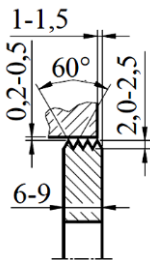
Для змащування передач в редукторі широко використовується картерне змащування, якщо колова швидкість зубчастих передач не перевищує 12м/с, а черв'ячних - 10м/с. При обертанні коліс рідке мастило розбризкується зубцями, потрапляє на внутрішні стінки корпусу і стікає в його нижню частину. Усередині корпусу утворюється масляний туман, який покриває поверхню розташованих усередині корпусу деталей.

При колових швидкостях, більших за вказані, а також при малих колових швидкостях (менше 1м/с) для черв'ячних передач з нижнім розташуванням черв'яка для подачі мастила в зону зачеплення застосовують циркуляційне мастило.

### 9.1 ЗМАЩУВАННЯ ПІДШИПНИКІВ

При картерному змащуванні коліс підшипники кочення змащуються мастильним туманом, що утворюється при розбризкуванні мастила обертаними деталями редуктора. Мастило, стікаючи по стінках корпусу, потрапляє в підшипники.

Щоб уникнути зайвого поливу мастилом підшипники захищають мастилозахисними шайбами (кільцями), встановлюваними так, щоб кільце виступало всередину корпусу на 1,0-1,5 мм (див. рис. зліва).



Така конструкція використовується у випадках, коли на швидкохідному валу встановлені косозубе колесо або черв'як. Похилі зубці коліс або витки черв'яка нагнітають мастило на підшипник, що призводить до зайвого його нагрівання.

Ці кільця виконують й іншу функцію - вони захищають підшипники від вимивання з них консистентного мастила, яке використовується при малих швидкостях обертання кільця підшипника, що обертається, і в тих випадках, коли опора вала розташована на значній відстані від рівня масляної ванни (наприклад, верхня опора вертикального вала). Підшипники в цьому випадку змащують пластичним мастилом, яким заповнюють вільний простір усередині опори між кришкою підшипника і кільцем (див. рис.20, а)

Пластичне мастило підшипників застосовують і при горизонтальному

розташуванні валів, коли частота обертання валу відносно мала, внаслідок чого ускладнено утворення мастильного туману.

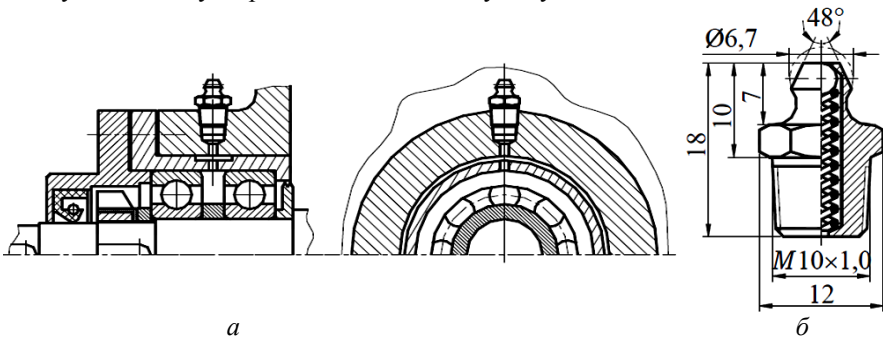


Рис.20 Застосування пластичного мастила

Критерієм застосування останнього способу змащення є умова:

$$d \cdot n = 3 \times 10^6 \text{ мм} \cdot \text{хв}^{-1},$$

де  $d$  - діаметр внутрішнього кільця підшипника, мм;  $n$  - частота обертання внутрішнього кільця підшипника,  $\text{хв}^{-1}$ .

Для подачі в підшипники пластичного мастильного матеріалу застосовують прес-мастильніці (рис.20, б). Мастило подають під тиском спеціальним шприцом.

## 9.2 УЩІЛЬНЕННЯ

Ущільнюючий пристрій (ущільнення) призначений для розділення середовищ, запобігання витікання мастильного матеріалу з підшипникових вузлів, а також для захисту підшипникових вузлів від попадання в них ззовні пилу і вологи.

При змащенні підшипників найбільшого поширення набули манжетні ущільнення (див. рис.21).

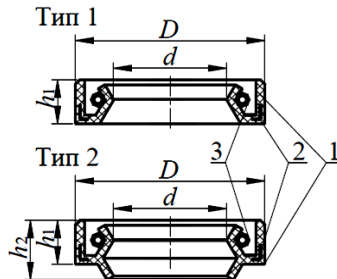


Рис.21 Манжети гумові армовані для валів (ГОСТ 8752-79)

Манжета складається з каркаса (1), виготовленого з бензوماстиlostійкої гуми, каркаса (2), який є сталевим кільцем Г- подібного перерізу, і браслетної пружини (3).

Манжети, призначені для роботи в засміченому середовищі,

виконують з додатковою робочою кромкою - «пильником». (рис.21, тип2).

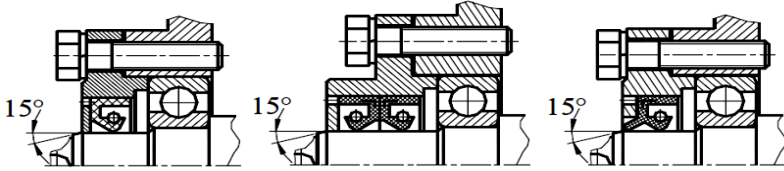


Рис.22 Встановлення ущільнюючих манжет

### 9.3 МАСТИЛЬНІ ПРИСТРОЇ

#### 9.3.1 Пробки

У процесі роботі передач і підшипників мастило поступово забруднюється продуктами зносу, його мастильні властивості погіршуються. Тому рідке мастило, залите в корпус редуктора, періодично міняють. Для цієї мети в корпусі передбачають отвір для зливу мастила, що закривається різьбовою пробкою (див. рис.23, табл.4), під яку ставлять ущільнюючі прокладки з фібри, алюмінію, пароніту, гуми.

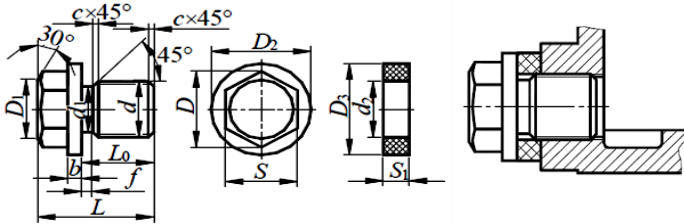


Рис.23 Пробка з прокладкою

Таблиця 4

Пробки з прокладками. Номінальні розміри

$d$	$d_1$	$d_2$	$D$	$D_1$	$D_2$	$D_3$	$L_0$	$L$	$b$	$f$	$C$	$S$	$S_1$
M10×1,00	8,5	10	16,2	13	18	20	10	18	2	2,0	1,0	14	3
M12×1,25	10,2	12	19,6	16	20	22	12	22	3	2,5	1,5	17	
M16×1,00	13,8	16	21,9	18	25	28	13	24				19	
M20×1,50	17,8	20	25,4	21	30	32	13	25				22	

Поле допуску різьби - 8g по ГОСТ 16093-70. Матеріал пробки - сталь Ст.3. Оксидувати. Матеріал прокладки - пароніт

#### 9.3.2 Мастилопоказчики і віддушини

Для контролю рівня рідкого мастила, що знаходиться в корпусі редуктора, встановлюють мастилопоказчик, найбільш поширеними з них є ліхтарні мастилопоказчики, один з різновидів яких наведений на рис.24, а, і жезлові мастилопоказчики (щупи) - різьбовий (рис.24, б), з гумовою пробкою (рис.24, в).

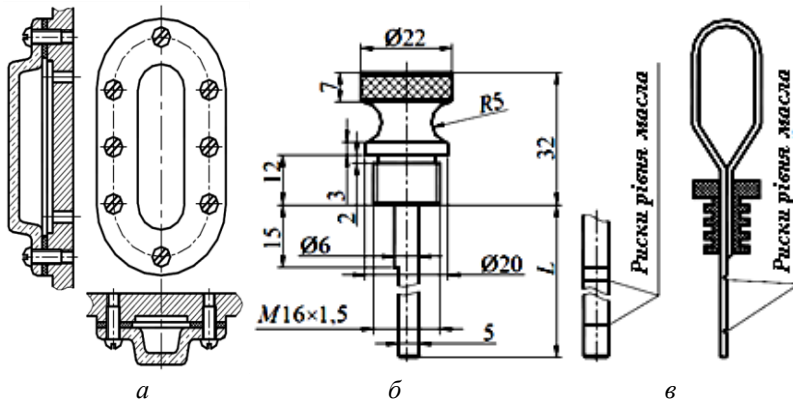


Рис.24 Конструкції мастилопоказчиків (розмір  $L$  визначається конструктивно)

Ліхтарні мастилопоказчики зручні для корпусів, розташованих на відстані більше 400мм над рівнем підлоги.

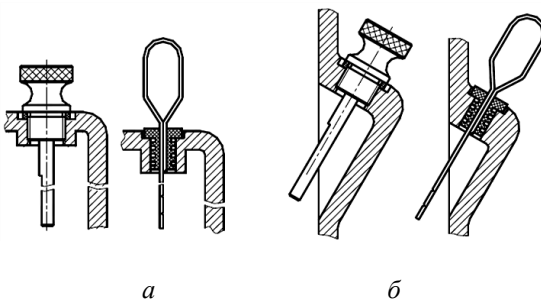


Рис.25 Схеми встановлення мастилопоказчиків

При тривалій роботі через нагрівання мастила та мастильно-повітряної суміші підвищується тиск усередині корпусу, що призводить до протікання масла через ущільнення і стики.

Установку щупів в корпус виконують за схемами, представленими на рис.25.

Виконання по рис.25, б викликає технологічні труднощі при виконанні корпусу і при свердлінні похилого отвору. Тому більш краща установка щупа по рис.25, а.

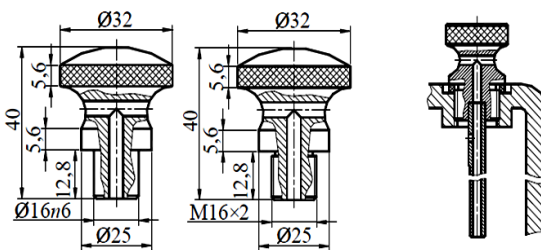


Рис.26 Конструкції віддуш

Для стравлювання зайвого тиску внутрішню порожнину корпусу сполучають із зовнішнім середовищем через віддушини, які слід розміщувати в верхній частині корпусу. Найбільш поширені віддушини, зображені на рис.26.

## ЛІТЕРАТУРА

### *Основна*

1. Коновалюк Д. М. Деталі машин: Підручник. / Д. М. Коновалюк, Р. М. Ковальчук. – Київ: Кондор, 2004. – 584 с. – (2-е видання).
2. Павлище В. Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин. / В. Т. Павлище. – Львів: Афіша, 2003. – 560 с.
3. Малещенко В. О. Деталі машин. Курсове проектування: Навчальний посібник. / В. О. Малещенко, В. В. Янків. – Львів: Новий Світ, 2000. – 232 с.
4. Дунаев П. Ф. Конструирование узлов и деталей машин: Учеб. Пособие для техн. спец. вузів / П. Ф. Дунаев, О. П. Леликов. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 496 с. – (8-е изд., перераб. и доп.).
5. Павлище В. Т. Підшипники кочення: Основні параметри, конструкції опор, змашування, ущільнення та розрахунки ресурсу: Довідник / В. Т. Павлище. – Львів: Національний університет "Львівська політехніка" Інтелект-Захід, 2001. – 136 с.

### *Додаткова*

6. Деталі машин. Практикум: Навчальний посібник / Д. Ю. Коновалюк, Р. М. Ковальчук, В. О. Байбула, М. М. Товстушко. – К.: Кондор, 2009. – 278 с.
7. Иосилевич Г. Б. Детали машин: Учебник для студентов машиностроит. спец. вузов. / Г. Б. Иосилевич. – М.: Машиностроение, 1988. – 368 с.
8. Чернин И. М. Расчеты деталей машин: Справочник / И. М. Чернин, А. В. Кузьмин, Г. М. Ицкович. – Минск: Вышэйшая школа, 1974. – 592 с.
9. Иванов М. Н. Детали машин. Курсовое проектирование: Учебное пособие для студентов машиностроит. спец. вузов / М. Н. Иванов, В. Н. Иванов. – М.: Высшая школа, 1975. – 551 с.

## ДОДАТОК А

Взірець оформлення титульної сторінки

МУКАЧІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

*Кафедра проектування взуття і механіко-технологічних процесів*

### ПРИВІД СТРИЧКОВОГО КОНВЕЄРА

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

**КПДМ08.00.00 ПЗ**

Студент\_ \_\_ курсу групи \_\_\_\_\_  
напряму підготовки \_\_\_\_\_

Керівник \_\_\_\_\_

Національна шкала \_\_\_\_\_  
Кількість балів: \_\_\_\_ Оцінка: ECTS \_\_\_\_\_

Голова комісії \_\_\_\_\_  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Члени комісії \_\_\_\_\_  
(підпис) (прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Мукачево 201\_\_ рік



