

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ**

**ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**ВЕТЕРИНАРНОЇ МЕДИЦИНИ**  
**ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ ІМЕНІ С.З. ГЖИЦЬКОГО**

**Факультет харчових технологій та біотехнології**  
**Кафедра загальнотехнічних дисциплін**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

**до виконання курсового проекту з дисципліни**  
**«ІНЖЕНЕРНА ТА КОМП'ЮТЕРНА ГРАФІКА»**

для студентів-бакалаврів спеціальності  
162 «Біотехнологія та біоінженерія»

**Львів 2021**

Методичні вказівки до виконання курсового проекту з навчальної дисципліни «Інженерна та комп'ютерна графіка» для студентів усіх форм навчання спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія» / доц. Чохань М. І., проф. Ціж Б. Р.

### **Рецензенти:**

**А. В. Фечан**, доктор технічних наук, професор,  
Національний університет «Львівська політехніка»

**Б. І. Галух**, кандидат технічних наук, доцент,  
Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького

Рекомендовано до друку методичною комісією факультету харчових технологій та біотехнології ЛНУВМБ імені С. З. Гжицького.

Протокол № 3 від 30.03.2021 р.

## ВСТУП

«Інженерна та комп'ютерна графіка» відноситься до навчальних дисциплін, які складають основу загальної-інженерної підготовки спеціалістів з вищою освітою.

Метою навчальної дисципліни «Інженерна та комп'ютерна графіка» є одержання знань, необхідних інженеру для втілення технічних думок за допомогою креслення, а також розуміння конструкції та принципу роботи представленого на кресленні технічного виробу.

Предметом «Інженерної та комп'ютерної графіки» є вміння будувати та читати креслення або графічні моделі геометричних фігур закладених в основу технічних виробів. Інженерна та комп'ютерна графіка базується на теоретичних основах побудови зображень з використанням елементів нарисної геометрії та нормативів, викладених в стандартах на виконання креслень. Нарисна геометрія, як навчальна дисципліна є теорією відображення на площині фігур розташованих у просторі, та операцій над ними. Методом нарисної геометрії є метод графічного відображення, суть якого полягає в тому, що кожній фігурі простору, яку називають прообразом, відповідає деяка фігура площини, що називається образом фігури.

Курсовий проект є завершальною стадією вивчення навчальної дисципліни «Інженерна та комп'ютерна графіка», який виконується з метою зміцнення отриманих знань із загальнотехнічних дисциплін, а також набутих навичок проектування. Він підсумовує результати вивчення студентами інших дисциплін і стимулює розвиток їх творчих інженерних здібностей.

Мета виконання курсового проекту – навчити студентів створювати робочі креслення складових частин промислових машин і механізмів, які утворюють єдину функціональну систему з'єднаних між собою елементів і деталей.

## **ЗАВДАННЯ, ОБСЯГ, СКЛАД І СТРУКТУРА КУРСОВОГО ПРОЕКТУ**

Завданням курсового проекту з «Інженерної та комп'ютерної графіки» є виконання студентами складального креслення загального виду та його специфікації.

Курсовий проект складається з 4-5 сторінок комп'ютерного набору, одного аркуша графічної частини (формат А3) та специфікації (формат А4).

В курсовому проекті повинні бути такі основні частини:

1. Титульний сторінка.
2. Вступ.
3. Опис складального креслення трубного з'єднання, яке проектується, та його місце призначення.
4. Аркуші графічної частини складального креслення (формат А3) та специфікації (формат А4).

Зразок оформлення титульного листа представлений в додатку 1.

У вступі слід висвітлити загальні підходи до створення технічних креслень, їх роль в проектуванні, виготовленні та експлуатації промислового обладнання.

В описі складального креслення потрібно дати коротку характеристику трубних з'єднань, їх класифікацію та способи і сфери застосування. Детальніше слід описати тип з'єднання, визначений варіантом завдання курсового проекту. В таблиці 1 представлені варіанти завдань до виконання курсового проекту «Складальне креслення трубних з'єднань».

Зразки і вимоги оформлення графічної частини складального креслення та специфікації будуть представлені нижче.

## Загальні відомості про з'єднання

Машини і механізми можна в загальному поділити на складові частини, які утворюють єдину функціональну систему з'єднаних між собою елементів і деталей. З'єднання деталей можуть бути роз'ємними і нероз'ємними.

До **роз'ємних** належать з'єднання, які дозволяють багаторазово з'єднувати і роз'єднувати деталі без пошкодження або пластичного деформування як з'єднуваних, так і з'єднуючих деталей.

До **нероз'ємних** відносяться з'єднання, які неможливо роз'єднати без пошкодження або пластичного деформування деталей даного з'єднання. (З'єднання зваркою, пайкою, склеюванням, пресові з'єднання за допомогою заклепок, тощо).

Роз'ємні з'єднання поділяють на рухомі, в яких можливі відносні переміщення з'єднувальних деталей (шпонкові, шліцьові та ін.), і нерухомі, в яких з'єднувані деталі не переміщуються одна відносно одної (різьбові з'єднання за допомогою кріпильних елементів та ін.).

Розглянемо **роз'ємні різьбові з'єднання**. Розглядаючи це питання необхідно вяснити основні визначення і класифікацію різьб. Основні визначення різьб наведені в ГОСТ 11708-66.

## Загальні вимоги до оформлення креслень

### Послідовність виконання ескізів деталей

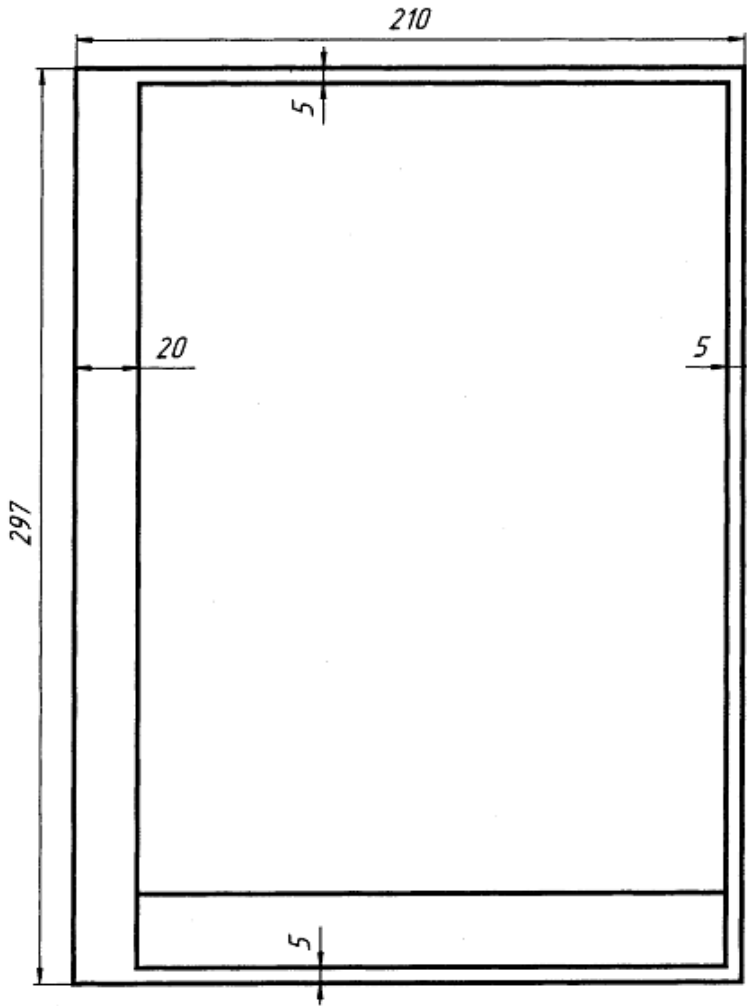
Креслення повинні бути однаково зрозумілими для тих, хто їх виконує, і для тих, хто буде користуватись ними. Тому існують єдині правила виконання креслень та вимоги до їх оформлення. Вони містяться у документах, які називають державними стандартами. Правила виконання та вимоги до оформлення креслень, встановлені держа-

вними стандартами, є обов'язковими для всіх, хто виконує креслення.

**Формати креслень.** Креслення виконують на аркушах паперу певного розміру. Розміри аркуша креслярського паперу називають форматом. Формат аркуша визначається розмірами його сторін.

**Рамка і основний напис креслення.** Кожне креслення має рамку, яка обмежує на форматі місце для побудови зображень та нанесення різних умовних позначень. Це місце всередині рамки називають полем креслення. Лінії рамки проводять на відстані 20 мм від лівої межі формату і на відстані 5 мм від верхньої, нижньої і правої меж (рис. 1). Залишена з лівого боку відстань призначена для підшивання креслень.

У правому нижньому куті поля креслення розміщують основний напис (рис. 1). До нього заносять відомості про осіб, що мають відношення до виконання креслення, назву зображеного на кресленні виробу та деякі інші дані, необхідні для кращого розуміння креслення.



*Рис. 1. Оформлення аркуша креслення формату А4*

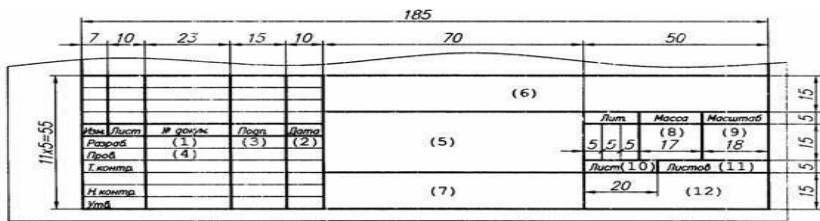
Форма і зміст основного напису для креслень визначені державним стандартом ГОСТ 2.104-68. Його розміри показано на рисунку 2.

Креслення може розміщуватися на декількох аркушах, в такому випадку в нижній частині першого аркуша

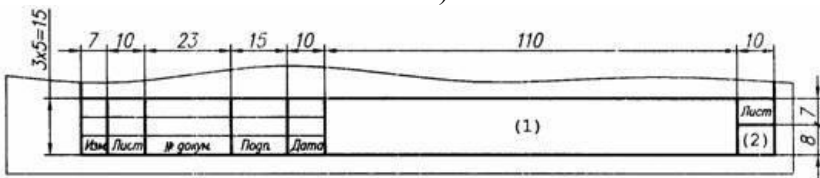
повинний бути основний напис за формою 1 (рис.2, а), на всіх наступних аркушах – за спрощеною формою 2а (рис.2, б).

На аркушах формату А4 основний напис розміщують тільки уздовж короткої сторони (як на рис. 1). На кресленнях інших форматів основний напис розміщують уздовж довгої або уздовж короткої сторони.

**Ескіз** – це креслення деталі, призначене для короткочасного виробничого використання, яке виконується без креслярських документів і без дотримання точного масштабу. Але з дотриманням основних пропорцій деталі та проекційного зв'язку між виглядами. Ескіз кожної деталі виконується на окремому форматі.



а)



б)

Рис. 2. Основний напис креслення: а – форма 1;  
б – форма 2а

Перед виконанням ескіза необхідно ознайомитись з конструкцією деталі, визначити наявність отворів. Різьб, виступів, канавок, проточок. Визначити поверхні простих геометричних форм з яких складається деталь та спосіб їх



об'єднання в одне ціле. Перед побудовою зображень аналізують розташування деталі не основному вигляді з метою отримання найповнішої уяви про її форму та розміри.

Виконання ескіза починають з нанесення на форматі рамки і виконують основний напис згідно з ГОСТом 2.104.-68. Приблизно визначають співвідношення розмірів елементів деталі і відзначають точками її контури при цьому передбачають необхідну площу для нанесення розмірів, написів, технічних вимог. Проводять осі симетрії на виглядах, осі отворів. Наносять зовнішні контури зображень та зовнішні конструктивні елементи, визначають внутрішню будову деталі в розрізі, виконують виносні перерізи. Після чого заштриховують розрізи та перерізи.

Нанесення розмірів виконують згідно з вимогами ГОСТу 2.307-68 після обміру деталі, з якої виконують ескіз. Кількість розмірів повинна бути мінімальною, але достатньою для виготовлення деталі. Нанесення розмірів проводять з урахуванням конструктивних і технологічних баз. Розміри зовнішніх елементів розташовують зі сторони вигляду, а внутрішніх – зі сторони розрізу. Обов'язково наносять габаритні розміри. Цифри розмірних чисел надписують шрифтом одного розміру.

Надалі виконують необхідні написи, заповнюють основний напис. Записують назву деталі та стандартне позначення матеріалу. Всі необхідні параметри визначають з табл. 1. Приклад виконання ескіза патрубка і розмірних схем для трійника прямого наведено на рис. 21. Розмірні схеми використовують для виконання контргайки, муфти прямої, муфти перехідної, кутника прохідного, складального креслення трубного з'єднання.

Таблиця 1  
Варіанти завдань до виконання курсового проекту  
«Складальне креслення трубних з'єднань»

| Номер варіанта | Номінальний розмір трубної різьби, дюйми | Характер з'єднання і державні стандарти на деталі  |
|----------------|--|--|
| 1              | 3/8                                      | З'єднання труб (ГОСТ 3262-75) муфтою прямою (ГОСТ 8955-75) та контргайкою (ГОСТ 8968-75)             |
| 2              | 1/2                                      |  |
| 3              | 3/4                                      |  |
| 4              | 1  |  |
| 5              | 1/1/4                                    |  |
| 6              | 1/1/2                                    |  |
| 7              | 2  |  |
| 8              | 3/8                                      | З'єднання труб (ГОСТ 3262-75) трійником прямим (ГОСТ 8948-75) та контргайкою (ГОСТ 8968-75)          |
| 9              | 1/2                                      |  |
| 10             | 3/4                                      |  |
| 11             | 1  |  |
| 12             | 1/1/4                                    |  |
| 13             | 1/1/2                                    |  |
| 14             | 2  | З'єднання труб (ГОСТ 3262-75) кутником прямим (ГОСТ 8946-79) та контргайкою (ГОСТ 8968-75)           |
| 15             | 3/8                                      |  |
| 16             | 1/2                                      |  |
| 17             | 3/4                                      |  |
| 18             | 1  |  |
| 19             | 1/1/4                                    |  |
| 20             | 1/1/2                                    | З'єднання труб (ГОСТ 3262-75) муфтою перекрідною прямою (ГОСТ 8957-75) та контргайкою (ГОСТ 8968-75) |
| 21             | 2  |  |
| 22             | $\frac{3}{4}$ -3/8                       |  |
| 23             | $\frac{3}{4}$ -1/2                       |  |
| 24             | 1-1/2                                    |  |
| 25             | 1,1/4 – 1/2                              |  |
| 26             | 1,1/4-3/4                                |  |
| 27             | 1,1/2-1/2                                |  |
| 28             | 1,1/2-1                                  |  |
| 29             | 1,1/2-1                                  |  |
| 30             | 2-1                                      |  |

## **Обсяг роботи та послідовність виконання складального креслення**

Складальне креслення трубного з'єднання повинно містити:

1. Зображення трубного з'єднання згідно з індивідуальним варіантом, яке дає повну уяву про розташування та способи спряження окремих складових частин і дає змогу передбачити певну послідовність складання вузлів та контроль складальної одиниці.
2. Розміри та інші параметри і технічні вимоги, які повинні бути виконані або проконтрольовані за даним кресленням.
3. Номери позицій деталей і виробів, які входять до складальної одиниці.
4. Габаритні та інші необхідні розміри.

Послідовність виконання складального креслення:

1. Перевіряють правильність виконання ескізів і нанесення розмірів, за якими зістиковують деталі.
2. Визначають необхідну і достатню кількість зображень для того, щоб на складальному кресленні були повністю розкриті зовнішні та внутрішні елементи виробу.
3. Визначають масштаб креслення залежно від складності виробу та його габаритів, вибирають формат, наносять рамку креслення і виділяють місце під основний напис.
4. Намічають габаритні прямокутники або кола для розміщення зображень і проводять осі симетрії.
5. Наносять контур більшої із з'єднувальних деталей. Намічають необхідні розрізи та перерізи, додаткові зображення, необхідні розміри.
6. Викреслюють решту деталей, в такій послідовності, в якій виконується трубне з'єднання. Виконують виносний переріз трубного з'єднання.

7. Перевіряють виконане креслення, наводять лінії видимого контура, заштриховують розрізи і перерізи.
8. Проводять розмірні і виносні лінії та проставляють розмірні числа.
9. Наносять позиції складових частин трубного з'єднання.
10. Заповнюють основний напис, вказують вимоги та технічну характеристику виробу, якщо це потрібно.

Складальне креслення виконують, як правило, зі спрощеними, що відповідають вимогам ЄСКД. На складальному кресленні всі складові частини нумерують згідно з номерами позицій, вказаних у специфікації трубного з'єднання. Номери позицій повинні бути розташовані паралельно до основного напису креслення, поза контуром, їх групують у рядок або в колонку, якщо, можливо, на одній лінії. Розмір шрифту, яким виконують номери позицій, повинен бути на один або два номери більший від шрифту, прийнятого на кресленні для розмірних ліній.

На складальному кресленні трубного з'єднання наносять такі розміри:

1. габаритні розміри, що характеризують довжину, ширину і глибину вузла;
2. монтажні або складальні розміри, потрібні для правильного з'єднання між собою деталей, розташованих у безпосередньому зв'язку у трубному з'єднанні;
3. встановлювальні розміри та розміри трубної різьби, що визначають величину фітингів, з якими у трубному з'єднанні сполучаються патрубки і труби.

В основному написі складального креслення заповнюють назву трубного з'єднання, а під нею напис «Складальне креслення», масштаб бажано вибрати 1:2.

Приклад виконання складального креслення трубних з'єднань наведені на рис.22.

## **Різьба. Зображення та позначення різьби на кресленнях**

**Різьбою** називається поверхня утворена при гвинтовому переміщенні довільного плоского контуру по циліндричній, конічній або іншій поверхні обертання. На кресленнях всі різьби зображують умовно, відповідно до вимог ГОСТ 2.311-68: на стержні (зовнішня різьба): зовнішній діаметр – основною лінією, внутрішній – суцільною тонкою на відстані не менше 0,8 мм і не більше розміра кроку від основної товстої лінії, на вигляді з торця стержня внутрішній діаметр різьби показують радіусною дугою, розміщеною в довільному місці поза осьовими лініями, при цьому довжина дуг становить  $\frac{3}{4}$  кола; в отворі (внутрішня різьба): внутрішній діаметр – суцільною товстою лінією, зовнішній – суцільною тонкою лінією, на вигляді з торця отвору зовнішній діаметр різьби зображують радіусною дугою рівною  $\frac{3}{4}$  кола, відстань між лініями та сама, що й для різьби на стержні.

Межі різьби по довжині стержня або отвору позначаються суцільною товстою лінією.

Для всіх різьб (крім трубної і конічної дюймової) умовні позначення проставляють над розмірною лінією зовнішнього діаметра різьби. Трубні різьби, циліндричну і конічну, позначають за допомогою ліній виносок із стрілками і поличками, над якими записують умовне позначення різьби. Для конічної дюймової різьби над поличкою записують умовне позначення і стандарти на її основні параметри.

**Циліндрична різьба** – це різьба на циліндричній поверхні, а **конічна** на конічній поверхні. Для виконання різьбових з'єднань необхідно мати дві деталі, на одній з яких різьба знаходиться на зовнішній поверхні (зовнішня різьба), а на другій – на внутрішній (внутрішня різьба). Різьба, утворена за годинниковою стрілкою і переміщується вздовж осі обертання від спостерігача, називається пра-

вою. Плоский контур, який обертається проти годинникової стрілки і переміщується вздовж осі від спостерігача утворює ліву різьбу.

Різьба може бути утворена гвинтовим переміщення одного або кількох ідентичних плоских контурів які розташовані щільно один біля одного уздовж осі обертання. У першому випадку – це однозахідна різьба, у другому – багатозахідна.

Залежно від форми плоского контуру, тобто від профілю гвинтового випуску, різьбу поділяють на трикутні, трапецієвидні, круглі, прямокутні і ін.

За призначенням різьби бувають кріпильні, ходові (перетворення обертання руху однієї деталі на прямолінійній другій) і спеціальні.

Основні параметри різьби розглянемо на прикладі трикутної різьби, зображеної на рис. 3.

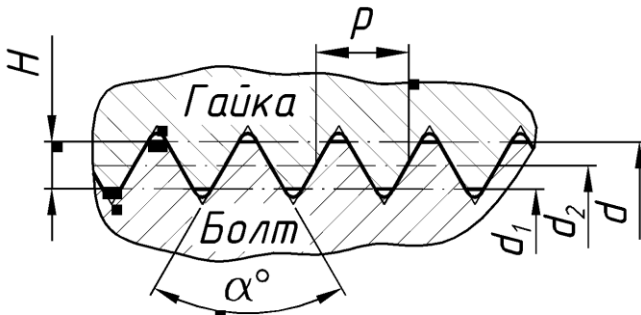


Рис. 3. Основні параметри трикутної різьби

Параметри трикутної різьби:  $d$ ,  $d_1$  – відповідно зовнішній та внутрішній діаметри зовнішньої і внутрішньої різьб,  $d_2$  – середній діаметр різьби,  $\alpha$  – кут профілю різьби,  $P$  – крок різьби,  $H$  – робоча висота профілю. Кроком різьби  $P$  називається відстань між двома сусідніми однойменними точками профілів. Хід різьби  $t$  – це відстань, на яку переміститься вздовж осі різьби один оберт різьбової поверхні.

## Класифікація різьб

За ступенем нормалізації параметрів різьби поділяють на: **стандартні** ( метрична, трубна (циліндрична і конічна), дюймова конічна, трапецієвидна та упорна), **спеціальні** і **нестандартні**. Найбільш поширені стандартні різьби.

Для всіх стандартних і деяких спеціальних різьб передбачені умовні позначення, до складу яких входять буква, що позначає різьбу і номінальний діаметр різьби, позначення поля допуску або класу точності різьби. Для однозахідної різьби позначається додатково крок, а для багатозахідної – хід і крок літерою Р в дужках, наприклад, 3 (Р 1.5). Умовне позначення лівої різьби – дві літери, LH .

### Метрична різьба

Метрична різьба є основним видом кріпильної різьби. Розміри метричної різьби регламентує ГОСТ 24705- 81, їх профіль (рис. 4) – ГОСТ 9150-81, кроки – ГОСТ 8724-81, допуски на розміри різьби – ГОСТ 16093-81. В умовне зображення метричної різьби входить літера М (рис. 5).

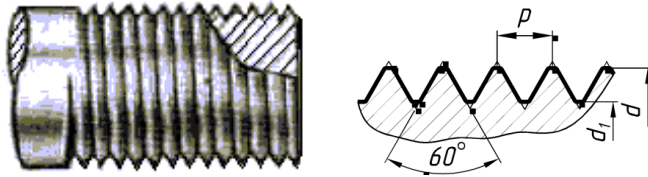


Рис.4. Профіль метричної різьби

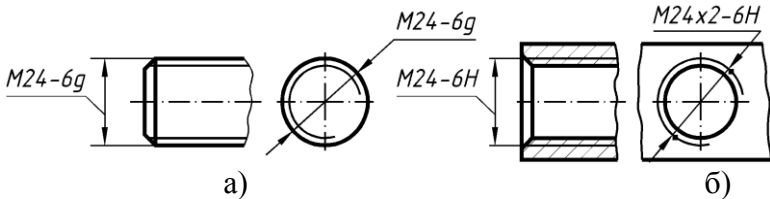


Рис.5. Умовне зображення метричної різьби:

а) на зовні; б) в отворі

Приклади умовного позначення метричної різьби з номінальним діаметром 24 мм:

1. М24 – 6g – зовнішня, права, з крупним кроком і полем допуску 6g.
2. М24x2-6Н – внутрішня, права, з дрібним кроком і полем допуску 6Н.
3. М24x3 (Р1.5) LH- 6Н – внутрішня, двозахідна, з дрібним кроком 1,5мм і ходом 3 мм, ліва, з полем допуску 6Н.

Діаметри і кроки метричної циліндричної різьби загального призначення приведені в таблиці 2. Діаметрам різьби 1-го ряду надають перевагу.

Таблиця 2

Діаметри та кроки метричної циліндричної різьби загального призначення

| Діаметр різі, мм |         | Крок, мм |                         |
|------------------|---------|----------|-------------------------|
| 1-й ряд          | 2-й ряд | крупний  | дрібний                 |
| 6                | -       | 1        | 0,75; 0,5               |
| 8                | -       | 1,25     | 1; 0,75; 0,5            |
| 10               | -       | 1,5      | 1,25; 1; 0,75; 0,5      |
| 12               | -       | 1,75     | 1,5; 1,25; 1; 0,75; 0,5 |
| -                | 14      | 2        | 1,5; 1,25; 1; 0,75; 0,5 |
| 16               | -       | 2        | 1,5; 1; 0,75; 0,5       |
| -                | 18      | 2,5      | 2; 1,5; 1; 0,75; 0,5    |
| 20               | -       | 2,5      | 2; 1,5; 1; 0,75; 0,5    |
| -                | 22      | 2,5      | 2; 1,5; 1; 0,75; 0,5    |
| 24               | -       | 3        | 2; 1,5; ( 1 )           |
| -                | 27      | 3        | 2; 1,5; 1; 0,75         |
| 30               | -       | 3,5      | ( 3 ); 2; 1,5; 1; 0,75  |
| -                | 33      | 3,5      | ( 3 ); 2; 1,5; 1; 0,75  |
| 36               | -       | 4        | 3; 2; 1,5; 1            |
| -                | 39      | 4        | 3; 2; 1,5; 1            |
| 42               | -       | 4,5      | ( 4 ); 3; 2; 1,5; 1     |
| -                | 45      | 4,5      | ( 4 ); 3; 2; 1,5; 1     |
| 48               | -       | 5        | ( 4 ); 3; 2; 1,5; 1     |



Продовження Таблиці 2.

| Діаметр різі, мм |         | Крок, мм |                   |
|------------------|---------|----------|-------------------|
| 1-й ряд          | 2-й ряд | крупний  | дрібний           |
| -                | 52      | 5        | (4); 3; 2; 1,5; 1 |
| 56               | -       | 5,5      | 4; 3; 2; 1,5; 1   |
|                  | 60      | (5,5)    | 4; 3; 2; 1,5; 1   |
| 64               | -       | 6        | 4; 3; 2; 1,5; 1   |

### Трубна циліндрична різьба

Трубна циліндрична різьба є кріпильною і застосовується в основному для з'єднання водо- і газопровідних труб і арматури. Профіль даної різьби зображений на рис. 6.

В умовних позначення трубної циліндричної різьби (рис. 7) входять: латинська літера G; номінальний умовний розмір в дюймах; клас точності середнього діаметра і при необхідності загальне позначення для лівої різьби.

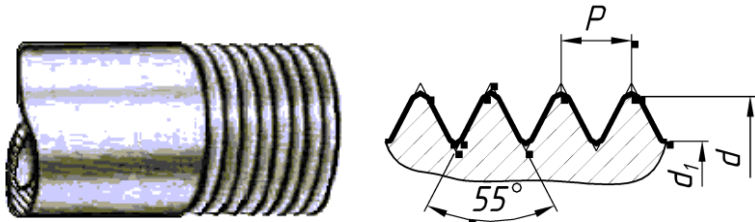


Рис. 6. Профіль трубної циліндричної різьби

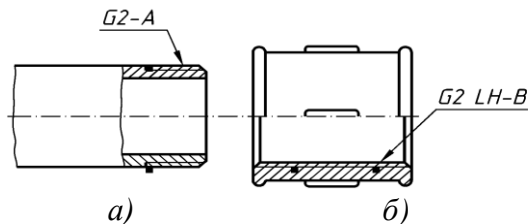


Рис. 7. Умовне зображення трубної циліндричної різьби: а) на зовні; б) в отворі

Для даної різьби встановлено два класи точності, А і В. Приклади умовного позначення трубної циліндричної різьби з номінальним розміром 1 дюйм: G1–А (для класу точності А) G 1LH –В (для лівої різьби класу точності В).

Необхідно пам'ятати, що розмір трубної циліндричної різьби не вимірюється по зовнішньому діаметру –  $d$ . На відміну від метричної та інших різей номінальний розмір трубної циліндричної різі позначається в дюймах, при цьому він наближено дорівнює діаметру умовного проходу отвора труби, на який різьба нарізана. Труба циліндрична різьба одного і того ж розміру може бути нарізана як на трубах з різною товщиною стінки так і на суцільному стежні. Параметри трубної циліндричної різі згідно з ГОСТ 6357-81 наведені в табл.3.

Таблиця 3

Розміри трубної циліндричної різьби для діаметрів від 1/4” до 2”(перший ряд)

| Діаметр умовного проходу труби $D_v$ |      | Діаметр різьби, мм |                    | Крок різьби $P$ , мм |
|--------------------------------------|------|--------------------|--------------------|----------------------|
| в дюймах                             | в мм | Зовнішній – $d$    | Внутрішній – $d_1$ |                      |
| 1/4                                  | 8    | 13.158             | 11.446             | 1.337                |
| 3/8                                  | 10   | 16.663             | 14.951             | 1.337                |
| 1/2                                  | 15   | 20.956             | 18.532             | 1.814                |
| 3/4                                  | 20   | 26.442             | 24.119             | 1.814                |
| 1                                    | 25   | 33.250             | 30.292             | 2.309                |
| 1 1/4                                | 32   | 41.912             | 38.954             | 2.309                |
| 1 1/2                                | 40   | 47.805             | 44.847             | 2.309                |
| 1 3/4                                | 45   | 53.750             | 50.791             | 2.309                |
| 2                                    | 50   | 59.616             | 56.659             | 2.309                |

## Трубна конічна різьба

Трубна конічна різьба є також кріпильною і застосовується при підвищених вимогах до герметичності з'єднання.

Розміри різьби визначає ГОСТ 6211-81. Конусність різьби становить 1:16 ( $\phi^{\circ}=1^{\circ}47'24''$ ). Профіль різьби показаний на рис. 8. Умовний розмір трубної конічної різьби та її діаметр вимірюють у так званій основній площині, яка співпадає з торцем різьбового отвору. В цій площині вони повністю ідентичні з аналогічними розмірами циліндричної трубної різьби з таким самим умовним розміром. Отже, ці деталі з трубною конічною різьбою можуть з'єднуватись з деталями на яких виконано трубну циліндричну різьбу такого самого розміру.

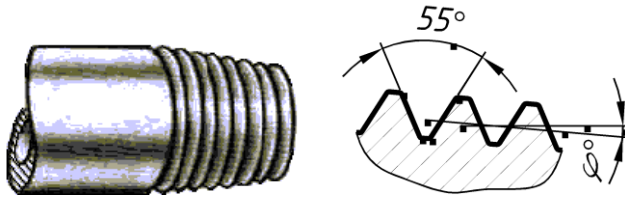


Рис. 8. Профіль трубної конічної різьби

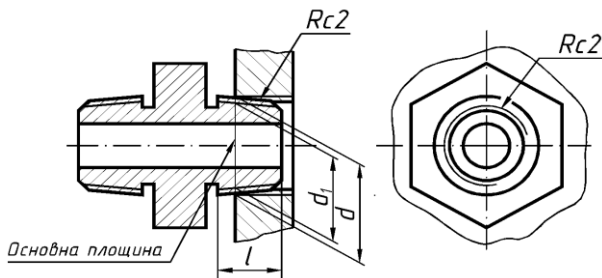


Рис. 9. Умовне зображення трубної циліндричної різьби

Умовне позначення даної різьби (рис. 9) складається з латинської літери R (для зовнішньої) або R<sub>C</sub> (для внутрішньої), номінального розміру в дюймах і при необхідності позначення лівої різьби. Приклад умовного позначення трубної конічної різьби в отворі з розміром 2 дюйма: R<sub>C</sub>2.

### Трапецієвидна різьба

Трапецієвидна різьба є ходовою. Її застосовують в основному для перетворення обертового руху на поступовий. Розміри однозахідної трапецієвидної різьби регламентують ГОСТ 9484-81, а багатозахідної – ГОСТ 2439-81. Профіль різьби зображений на рис.10.



Рис. 10. Профіль трапецієвидної різьби

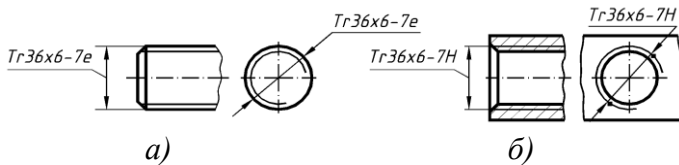


Рис. 11. Умовне зображення трапецієвидної різьби:  
а) на зовні; б) в отворі

В позначенні різьби (рис.11) входять: латинські літери T<sub>r</sub> і зовнішній (номінальний) діаметр та інші параметри відповідно до загальних правил позначення різьб.

Приклад умовного позначення різьби з номінальним діаметром 36 мм:

1. Т<sub>р</sub>36 х18(Р6)ЛН-8Н- різьба тризахідна з ходом 18 мм і кроком 6 мм, внутрішня, з полем допуску 8Н, ліва;
2. Т<sub>р</sub>36х6-6g – різьба зовнішня з полем допуску 7e і кроком 6 мм, права.

### Упорна різьба

Упорну різьбу застосовують як ходову при значних односторонніх зусиллях наприклад в домкратах, пресах і т. п. Профіль різьби зображений на рис. 10 він визначається ГОСТ 10177-82. Розміри номінальних діаметрів і кроків співпадають з відповідними параметрами трапецієвидної різьби.

В позначеннях різьби входять: латинська літера S, зовнішній (номінальний) діаметр та інші параметри згідно із загальними правилами позначення різьб. Приклад умовного позначення упорної різьби з номінальним діаметром 80мм, кроком 10мм, зовнішньої з полем допуску 7h: S80x10-7h.

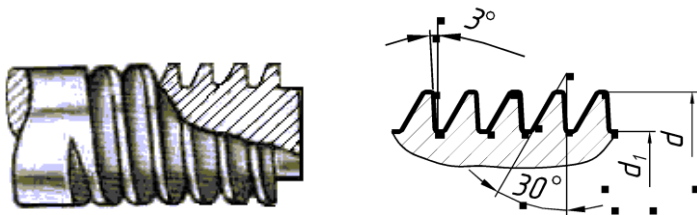


Рис. 12. Профіль упорної різьби

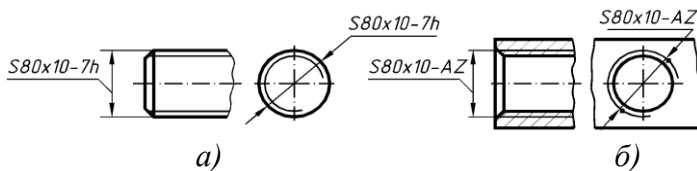


Рис. 13. Умовне зображення упорної різьби:  
а) на зовні; б) в отворі

## Прямокутна нестандартна різьба

Прямокутна нестандартна різьба. Профіль прямокутної нестандартної різьби, (рис. 14) прямокутний або квадратний. Умовного позначення різьба немає, тому на кресленні проставляють всі розміри різьби (рис. 15). Застосовують як ходову різьбу (наприклад, в домкратах і т. п.)

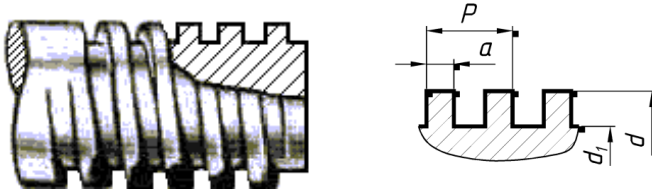


Рис. 14. Профіль прямокутної нестандартної різьби

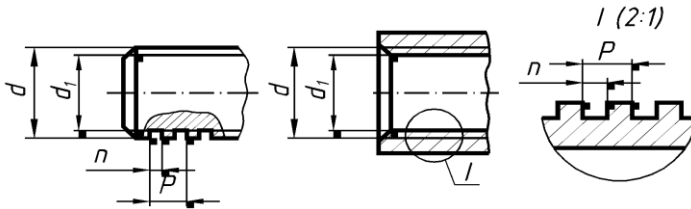


Рис. 15. Умовне зображення прямокутної нестандартної різьби

## Спеціальна різьба

До спеціальних належать різьби, які мають стандартний профіль, але відмінні від стандартних значенням діаметрів або кроків, а також різьби з нестандартним профілем (наприклад, різьба з прямокутним або круглим профілем). Для спеціальної різьби із стандартним профілем перед умовним позначенням записують літери  $S_n$  (наприклад,  $S_n M60 \times 5-6g$ , де 5 – нестандартний крок). Для різьб з нестандартним профілем розміри всіх параметрів різьби проставляють на кресленні.

## Різьбові з'єднання

Основні види з'єднань з використанням розглянутих раніше з'єднувальних елементів – це з'єднання болтом, гвинтом, шпилькою, а також трубні з'єднання. Ці види з'єднань (крім трубних) мають три види зображень: конструктивне, спрощене і умовне.

**Конструктивне** відповідає виконанню всіх конструктивних елементів деталей з'єднання.

**Спрощене** – передбачає викреслювання деталей без фасок, різьбу зображують по всій довжині стержня різьбової деталі, зазор між стержнем і отвором не показують.

**Умовне** зображення використовують у тих випадках, коли діаметр стержня на кресленні менший 2 мм. На з'єднання спрощені розповсюджується ГОСТ 2.315-68.

Трубні з'єднання виконують тільки конструктивно.

## Трубні з'єднання

Для з'єднання труб в системах парового і водяного опалення, газопроводів та інших трубопровідних мереж, призначених для транспортування неагресивних речовин (води, скрапленого газу, насиченої водяної пари та інше) з температурою не вище 175 °С, використовують з'єднувальні деталі, виготовлені з ковкого чавуну з цинковим покриттям або без нього. Можливе використання з'єднувальних деталей, виготовлених з бронзи, у системах водопостачання.

Для трубних з'єднань використовують трубку циліндричну або конічну різьбу. Всі параметри, в тому числі і зовнішній діаметр трубної різьби, визначають за умовними номінальними розмірами різьби в дюймах, який відповідає діаметру отвору труби (в дюймах), при цьому різьба нарізана на зовнішній поверхні труби.

Зовнішній діаметр трубної різьби, таким чином, завжди більший (рис. 8.) від умовного номінального розміру на дві товщини стінки труби. Параметри трубної різьби наведена в таблиці 4.

Треба пам'ятати, що діаметр отвору в трубі залежить від точності її виготовлення і досить наближено відповідає умовному номінальному розміру різьби в дюймах (1дюйм = 25,4 мм).

### Труби, патрубки

Основним параметром для труб і з'єднувальних деталей є величина умовного проходу  $D_y$ , яка наближено дорівнює розміру внутрішнього номінального діаметру отвору труби. Умовні проходи стандартизовані. Згідно ГОСТ 3262-75 сталеві зварні труби для водо- і газопроводів, для систем опалювання виготовляють неоцинкованими і оцинкованими, звичайної точності виготовлення та підвищеної. В залежності від товщини стінки труби поділяють на легкі, звичайні та підсилені. Ці труби виготовляють зі сталі згідно ГОСТ 380-71 або ГОСТ 1050-74.

Конструктивні розміри патрубка під згон, який отримують токарною обробкою труби шляхом виконання зовнішніх трубних різьб згідно із ГОСТ 3262-75, наведені на рис. 16 і в таблиці 4.

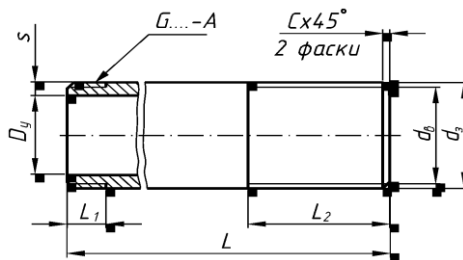


Рис. 16. Ескіз патрубка під згон



У таблиці 4 наведені числові значення параметрів різьби залежно від умовного проходу  $D_y$ .

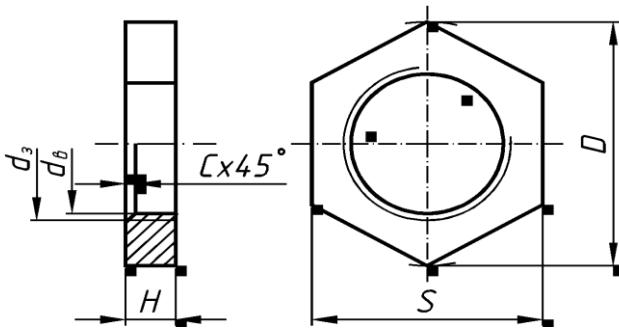
Таблиця 4

| Умовний прохід,<br>$D_y$ , мм | Різьба,<br>$G$ , дюйм | Діаметр зовнішній,<br>$d_3$ , мм | Діаметр внутрішній,<br>$d_B$ , мм | Товщина стінки труби, $s$ , мм |          |            | $L_1$ , мм | $L_2$ , мм | $L$ , мм |
|-------------------------------|-----------------------|----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|----------|------------|------------|------------|----------|
|                               |                       |                                  |                                   | легка                          | звичайна | підси-лена |            |            |          |
| 10                            | 3/8                   | 16.663                           | 14.951                            | 2                              | 2.2      | 2.8        | 8.5        | 46         | 105      |
| 15                            | 1/2                   | 20.956                           | 18.532                            | 2.5                            | 2.8      | 3.2        | 9          | 58         | 120      |
| 20                            | 3/4                   | 26.442                           | 24.119                            | 2.5                            | 2.8      | 3.2        | 10.5       | 64         | 135      |
| 25                            | 1                     | 33.250                           | 30.292                            | 2.8                            | 3.2      | 4          | 11.0       | 75         | 150      |
| 32                            | 1 ¼                   | 41.912                           | 38.954                            | 2.8                            | 3.2      | 4          | 13.0       | 85         | 160      |
| 40                            | 1 ½                   | 47.805                           | 44.847                            | 3                              | 3.5      | 4          | 15.0       | 85         | 160      |
| 50                            | 2                     | 59.616                           | 56.659                            | 3                              | 3.5      | 4.5        | 17.0       | 85         | 160      |

Приклад умовного позначення труби сталеві нецинкованої: **Труба 20 ГОСТ3262-75.**

Фасонні з'єднувальні деталі виконуються з чавуну. На них нарізається циліндрична зовнішня різьба згідно ГОСТ 6357-81 (клас точності В). Нижче наводяться креслення та конструктивні розміри фасонних деталей трубних з'єднань.

## Контргайки ( ГОСТ 8961-75 )



*Рис.17. Ескіз контргайки*

Таблиця 5

| Умовний прохід $D_y$ , мм | Різьба $G$ , дюйми | Діаметр зовнішній, $d_з$ , мм | Діаметр внутрішній, $d_в$ , мм | $H$ , мм | $D$ , мм | $S$ , мм | Фаска, $c$ , мм |
|---------------------------|--------------------|-------------------------------|--------------------------------|----------|----------|----------|-----------------|
| 10                        | 3/8                | 16.663                        | 14.951                         | 7        | 31,2     | 27       | 1               |
| 15                        | 1/2                | 20.956                        | 18.532                         | 8        | 36,9     | 32       | 1,5             |
| 20                        | 3/4                | 26.442                        | 24.119                         | 9        | 41,6     | 36       | 1,5             |
| 25                        | 1                  | 33.25                         | 30.292                         | 10       | 53,1     | 46       | 2               |
| 32                        | 1 ¼                | 41.912                        | 38.954                         | 11       | 63,5     | 55       | 2               |
| 40                        | 1 ½                | 47.805                        | 44.847                         | 12       | 69,3     | 60       | 2               |
| 50                        | 2                  | 59.616                        | 56.659                         | 13       | 86,5     | 75       | 2               |

Приклад умовного позначення контргайки:  
**Контргайка 20 ГОСТ8961-75.**

## Муфти прямі довгі ( ГОСТ 8955-75 )

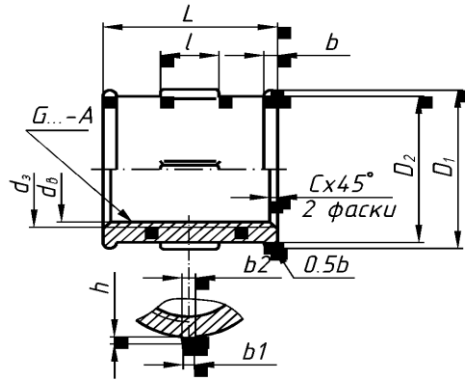


Рис. 18. Ескіз муфти прямої довгої

Таблиця 6

| Умовний прохід, $D_y$ , мм | Різьба G, дюйм | L, мм | $l$ , мм | $D_1$ , мм | $D_2$ , мм | $b$ , мм | $b_1$ , мм | $b_2$ , мм | $h$ , мм | Ребер, шт | Фаска, с, мм |
|----------------------------|----------------|-------|----------|------------|------------|----------|------------|------------|----------|-----------|--------------|
| 10                         | 3/8            | 30    | 8        | 22         | 20         | 2        | 2          | 3.5        | 2        | 2         | 1            |
| 15                         | 1/2            | 36    | 9        | 26         | 24         | 2        | 2          | 4          | 2        | 2         | 1,5          |
| 20                         | 3/4            | 39    | 10.5     | 32.5       | 30         | 2.5      | 2          | 4          | 2.5      | 2         | 1,5          |
| 25                         | 1              | 45    | 11       | 39.5       | 37         | 2.5      | 2.5        | 4.5        | 2.5      | 4         | 2            |
| 32                         | 1 ¼            | 50    | 13       | 49         | 46         | 3        | 2.5        | 5          | 3        | 4         | 2            |
| 40                         | 1 ½            | 55    | 15       | 56         | 53         | 3        | 3          | 5          | 3        | 4         | 2            |
| 50                         | 2              | 65    | 17       | 68.5       | 65         | 3.5      | 3          | 5          | 3.5      | 6         | 2            |

Примітка. Розміри величин зовнішнього та внутрішнього діаметрів  $d_3$ ,  $d_6$  наведено в табл. 4.

Приклад умовного позначення муфти прямої довгої:  
Муфта 20 ГОСТ8955-75.

## Муфти перехідні (ГОСТ 8957-75)

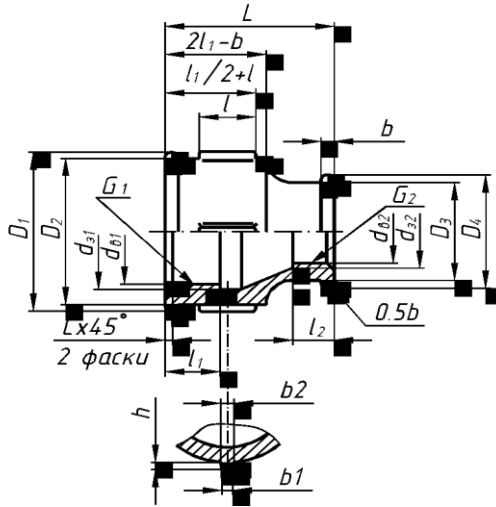


Рис. 19. Ескіз муфти перехідної

Таблиця 7

| Умов. прохід,<br>$D_y$ , мм | Різьба, $G_1 \times G_2$ ,<br>дюйм | $L$ , мм | $l$ , мм | $l_1$ , мм | $l_2$ , мм | $D_1$ , мм | $D_2$ , мм | $D_3$ , мм | $D_4$ , мм | $b$ , мм | $b_1$ , мм | $b_2$ , мм | $h$ , мм | ребер |
|-----------------------------|------------------------------------|----------|----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|----------|------------|------------|----------|-------|
| 20x10                       | 3/4x /8                            | 39       | 10       | 13         | 10         | 32         | 30         | 20         | 22         | 2        | 2          | 3.5        | 2        | 2     |
| 20x15                       | 3/4x1/2                            | 39       | 10       | 13         | 10         | 32         | 30         | 24         | 26         | 2        | 2          | 3.5        | 2        | 2     |
| 25x15                       | 1x 1/2                             | 45       | 11       | 15         | 12         | 39         | 37         | 24         | 26         | 2        | 2          | 4          | 2        | 4     |
| 32x15                       | 1¼ x1/2                            | 50       | 13       | 17         | 12         | 48.5       | 46         | 24         | 26         | 2.5      | 2          | 4          | 2.5      | 4     |
| 32x20                       | 1¼ x3/4                            | 50       | 13       | 17         | 12         | 48.5       | 46         | 30         | 32.5       | 2.5      | 2          | 4          | 2.5      | 4     |
| 32x25                       | 1¼x 1                              | 50       | 13       | 17         | 12         | 48.5       | 46         | 37         | 39.5       | 2.5      | 2          | 4          | 2.5      | 4     |
| 40x20                       | 1 ½ x3/4                           | 55       | 15       | 19         | 13         | 55.5       | 53         | 30         | 32.5       | 2.5      | 2.5        | 4.5        | 2.5      | 4     |
| 40x25                       | 1 ½ x 1                            | 55       | 15       | 19         | 13         | 55.5       | 53         | 37         | 39.5       | 2.5      | 2.5        | 4.5        | 2.5      | 4     |
| 50x25                       | 2x1                                | 65       | 17       | 21         | 15         | 68         | 65         | 37         | 40         | 3        | 2.5        | 5          | 3        | 6     |

Приклад умовного позначення муфти перехідної: **Муфта перехідна 20 ГОСТ8957-75.**

## Кутники прями (ГОСТ 8946-75)

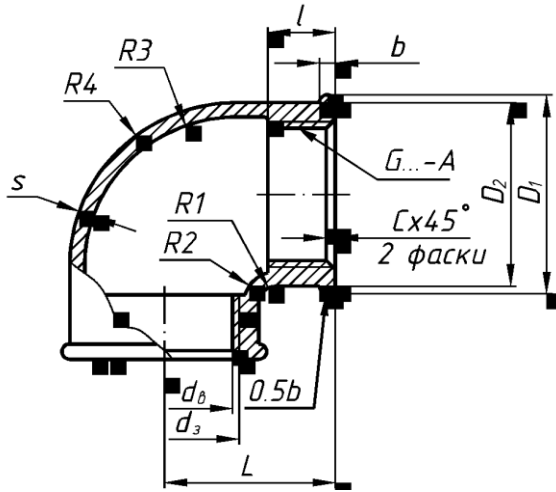


Рис. 20. Ескіз кутника прямого

Таблиця 8

| Умов. прохід, $D_y$ , мм | Різьба, $G$ , дюйм | $L$ , мм | $l$ , мм | $D_1$ , мм | $D_2$ , мм | $b$ , мм | $R_1$ , мм | $R_2$ , мм | $R_3$ , мм | $R_4$ , мм | $s$ , мм |
|--------------------------|--------------------|----------|----------|------------|------------|----------|------------|------------|------------|------------|----------|
| 10                       | 3/8                | 25       | 10.0     | 24         | 22         | 2.0      | 4          | 6.5        | 23.5       | 26         | 2.5      |
| 15                       | 1/2                | 28       | 12.0     | 28,6       | 26,6       | 2.0      | 2,7        | 5,5        | 26,5       | 29,3       | 2,8      |
| 20                       | 3/4                | 33       | 13.5     | 34,9       | 32,4       | 2.5      | 3,3        | 6,3        | 32,8       | 35,7       | 3,0      |
| 25                       | 1                  | 38       | 15.0     | 42,1       | 39,6       | 2.5      | 3,2        | 6,5        | 39,5       | 42,8       | 3,3      |
| 32                       | 1 ¼                | 45       | 17.0     | 52         | 49         | 3.0      | 3,4        | 7          | 49         | 52,6       | 3,6      |
| 40                       | 1 ½                | 50       | 19.0     | 59         | 56         | 3.0      | 3          | 7          | 55         | 60,5       | 4,0      |
| 50                       | 2                  | 58       | 21.0     | 70,5       | 67         | 3.5      | 2,5        | 7          | 67         | 71,5       | 4,5      |

Приклад умовного позначення кутника прямого:  
**Кутник прямий 20 ГОСТ8946-75.**

## Трійники прямі (ГОСТ 8948-75)

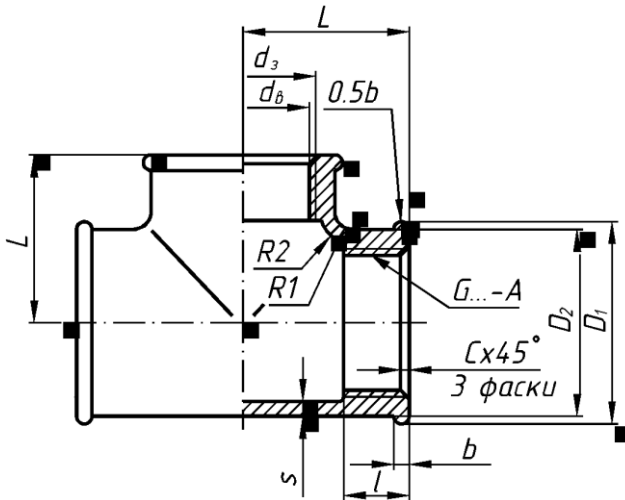


Рис.21. Ескіз трійника прямого

Таблиця 9

| Умовний прохід, $D_y$ , мм | Різьба, $G$ , дюйм | $L$ , мм | $l$ , мм | $D_1$ , мм | $D_2$ , мм | $b$ , мм | $R_1$ , мм | $R_2$ , мм | $s$ , мм |
|----------------------------|--------------------|----------|----------|------------|------------|----------|------------|------------|----------|
| 10                         | 3/8                | 25       | 10.0     | 24         | 22         | 2.0      | 4          | 6.5        | 2.5      |
| 15                         | 1/2                | 28       | 12.0     | 28.6       | 26.6       | 2.0      | 2.7        | 5.5        | 2.8      |
| 20                         | 3/4                | 33       | 13.5     | 34.9       | 32.4       | 2.5      | 3.3        | 6.3        | 3.0      |
| 25                         | 1                  | 38       | 15.0     | 42.1       | 39.6       | 2.5      | 3.2        | 6.5        | 3.3      |
| 32                         | 1 ¼                | 45       | 17.0     | 52         | 49         | 3.0      | 3.4        | 7          | 3.6      |
| 40                         | 1 ½                | 50       | 19.0     | 59         | 56         | 3.0      | 3          | 7          | 4.0      |
| 50                         | 2                  | 58       | 21.0     | 70.5       | 67         | 3.5      | 2.5        | 7          | 4.5      |

Приклад умовного позначення трійника прямого:  
**Трійник прямий 20 ГОСТ8948-75.**

Побудову з'єднання починають з викреслення труби, після чого креслять зображення з'єднувальних деталей

за розмірами взятими із таблиць (9, 5). Трубу на кресленні показують недогвинченими у з'єднувальну деталь на 2-4 мм (1-2 нитки), тому різьба на трубі виходить за торець з'єднувальної частини деталі. На рис. 22 наведено креслення з'єднання труб муфтою. Зовнішня різьба на трубі зображається так само як і на стержні болта суцільною контурною лінією по найбільшому діаметру і суцільною тонкою по внутрішньому діаметру різьби. Таке зображення різьби на трубі буде і у з'єднанні з іншими деталями.

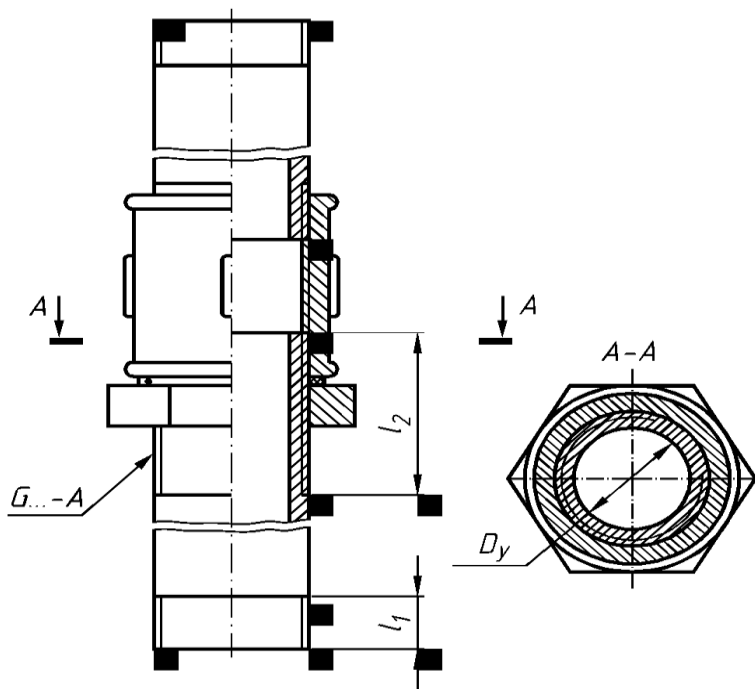


Рис. 22. З'єднання труб муфтою

Внутрішня різьба в з'єднувальних деталях залишається незмінною лише в місцях не зайнятих трубою. Найбільший діаметр зображують суцільною тонкою лінією, а

найменший діаметр суцільною контурною. В розрізі перевага зображення різьби також залишається за трубою.

В цілому, всі способи з'єднань між трубами можна розділити на два типи: безрізбові і різбові.

Різбові з'єднання труб здійснюються як шляхом безпосереднього з'єднання трубних виробів між собою, так і через різбові трійники, перехідники, крани, муфти і інші додаткові пристосування.

Особливим варіантом трубних з'єднань можна вважати накидну гайку, яка з одного боку забезпечує наявність нарізного сполучення, а з іншого – без різбового, тобто має місце поєднання двох різних способів.

Різбові трубні з'єднання також можуть бути роз'ємними і нероз'ємні. Різбові способи розглядаються як роз'ємні види трубних з'єднань. Різновидів їх існує декілька, проте найбільше практичне застосування знаходять два: зганяння і двонаправлене різблення, коли труби нерухомі щодо власної осі, і при цьому одна з них має довгий різбовий ділянку, а інша – короткий. На трубу з довгим відрізком різблення накручуються контргайка і муфта. Далі муфта знімається з довгого різблення на коротку до самого кінця, підгинаючись з іншого боку контргайкою.

Безрізбові – це всі види зварювання (ацетиленовий, водневий, пропановий, електрозварювання, зварювання в середовищі інертних газів, сплавлення полімерних труб шляхом нагрівання і т. д.); склеювання труб за допомогою двокомпонентного клею (“холодним зварюванням”) який частіше використовується для полімерних трубних виробів, але може застосовуватися і для сталевих труб, якщо тиск транспортування рідин або газів в них не дуже високий.

Фланцеві з'єднання застосовуються в тих випадках, коли конструкцію потрібно зробити рознімною.



## **Послідовність виконання специфікації трубного з'єднання**

Специфікація виконується на форматах А4 за спеціальною формою згідно з ГОСТом 2.108-68.

У загальному випадку розділ специфікації «Найменування» складається з таких підрозділів:

- |                       |                 |
|-----------------------|-----------------|
| 1. Документація       | 2. Комплекси    |
| 3. Складальні одиниці | 4. Деталі.      |
| 5. Стандартні вироби  | 6. Інші вироби. |
| 7. Матеріали          | 8. Комплекти.   |

В графі «Позначення» вказують буквенно-цифрове позначення, структура якого в навчальному закладі узгоджується викладачем і ставиться порядковий номер позиції деталі трубного з'єднання.

В графі «Формат» вказують номер формату, на якому виконано креслення (ескіз деталі).

В графі «Примітка» вказують додаткові відомості, що належать до виробів, документів, матеріалів, внесених до специфікації. Приклад заповнення специфікації наведено на рис. 23.

| № п/п            | №    | №        | Обозначение         | Наименование               | Кол.        | Примеч. |
|------------------|------|----------|---------------------|----------------------------|-------------|---------|
|                  |      |          |                     | <u>Документация</u>        |             |         |
| 4.3              |      |          | АБВГ.1234.56.000 СБ | Сборочный чертеж           | 1           |         |
|                  |      |          |                     | <u>Сборочные единицы</u>   |             |         |
| 4.3              | 1    |          | АБВГ.1234.56.100 СБ | Рычаг                      | 1           |         |
|                  |      |          |                     | <u>Детали</u>              |             |         |
| 4.3              | 2    |          | АБВГ.1234.56.001 СБ | Пластина                   | 1           |         |
| 4.4              | 4    |          | АБВГ.1234.56.002 СБ | Вал                        | 2           |         |
|                  |      |          |                     | <u>Стандартные изделия</u> |             |         |
|                  | 6    |          |                     | Гайка М4                   | 2           |         |
|                  |      |          |                     | ГОСТ 5915-70               |             |         |
| АБВГ.1234.56.100 |      |          |                     |                            |             |         |
| №                | Дат. | № докум. | Лист                | Дата                       | №           | Датум   |
| Разработчик      |      |          |                     |                            |             |         |
| Провер.          |      |          |                     |                            |             |         |
| Исполн.          |      |          |                     |                            |             |         |
| Зад.             |      |          |                     |                            |             |         |
| ПРИЖИМ           |      |          |                     |                            | Chertazh.by |         |
| №                | Дат. | № докум. | Лист                | Дата                       | Лист        |         |
|                  |      |          |                     |                            | 2           |         |

Рис.23. Приклад заповнення специфікації

## Запитання для самоперевірки

1. Що являє собою формат креслення?
2. Які розміри має аркуш формату А4?
3. Як утворюється поле креслення?
4. На якій відстані від країв аркуша проводять рамку креслення?
5. Які відомості містить основний напис креслення?
6. Які конструктивні елементи деталей виготовляються за допомогою механічної обробки?
7. Як проставляються розміри фасок, кут зрізу яких 45°?
8. Назвіть конструктивні елементи литих деталей.
9. Для чого потрібні ребра жорсткості в деталях?
10. Як розрізняються різьби за формою поверхні? За характером поверхні?
11. Яким чином на кресленні позначається ліва різьба?
12. В яких одиницях вимірюється крок різьби?
13. Яким чином зображають різьбу на стрижні та в отворі?
14. Як позначаються різьби: метрична, трубна, трапецеїдальна, упорна?
15. Що таке спеціальна різьба? Прямокутна різьба? Як вони позначаються на кресленні?
16. Що називається ескізом деталі?
17. В якій послідовності виконується ескіз деталі?
18. Які вимоги ставляться до робочого креслення деталі?
19. На які деталі допускається не розробляти робочі креслення?
20. Що на кресленні є основою для визначення розміру деталей?
21. Що таке конструкторські, вимірювальні та технологічні бази?

22. Які умовні знаки встановлені стандартом для позначення шорсткості на кресленні?
23. В яких одиницях вимірюється шорсткість поверхні?
24. Яким чином позначаються матеріали виробів на кресленнях?

## Література

1. Михайленко В. Є., Ванін В. В., Ковальов С. М. Інженерна та комп'ютерна графіка. – К. : Каравела, 2003. – 344 с.
2. Чохань М. І., Волос В. А. Інженерна та комп'ютерна графіка. Навч. посібник. – Львів : В-во ЛНУВМ та БТ ім. С.З. Гжицького, 2014. – 176 с.
3. Михайленко В. Є., Євстифеев М. Ф., Ковальов С. М., Кащенко О. В. Нарисна геометрія: Підручник. – К. : Вища школа, 1993. – 271 с.
4. Гордон В. О., Семенцов-Огиевский А. М. Курс начертательной геометрии. – М.: Высшая школа, 1988. – 345 с.
5. Бубенников А. В. Начертательная геометрия. М. : Высшая школа, 1986. – 317 с.
6. Нарисна геометрія. Навчальний посібник / О. П.Калиновська, С. С.Вахновський, Е. В., Геккер та ін. – К. : Вища школа. – 1990. – 394 с.
7. Хаскін А. М. Креслення. – К. : Вища школа, 1985. – 282 с.
8. Левицкий В. С. Машиностроительное черчение. – М. : Высшая школа. – 1988. – 314 с.
9. <https://core.ac.uk/download/pdf/11317289.pdf>
10. <http://194.44.152.155/elib/local/sk756061.pdf>
11. [http://geometry.kpi.ua/files/Inz\\_graf\\_Vanin.pdf](http://geometry.kpi.ua/files/Inz_graf_Vanin.pdf)

Додаток.

**Зразок титульної сторінки курсового проекту**

ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ВЕТЕРИНАРНОЇ МЕДИЦИНИ  
ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ ІМЕНІ С. З. ГЖИЦЬКОГО  
КАФЕДРА ЗАГАЛЬНОТЕХНІЧНИХ ДИСЦИПЛІН

**КУРСОВИЙ ПРОЕКТ**

на тему:

«Складальне креслення трубних з'єднань»

Студента(ки) 1 курсу 2 підгрупи  
спеціальності: Біотехнологія та біоінженерія  
Ковальчука Василя Петровича  
Керівник: доц. Чохань М. І.

Підсумкова оцінка:

Національна шкала \_\_\_\_\_

Кількість балів \_\_\_\_\_ ECTS \_\_\_\_\_

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

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

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

Львів – 2021

Навчальне видання

**ЧОХАНЬ Марія Іванівна**  
**ЦІЖ Богдан Романович**

**«ІНЖЕНЕРНА ТА КОМП'ЮТЕРНА ГРАФІКА»**

методичні вказівки

до виконання курсового проекту з дисципліни

Комп'ютерна верстка: *Я. Магола*

Підписано до друку 31.03.2021 р. Формат 60×84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>.

Папір офсетний. Тираж 50 прим.

Віддруковано на різнографі в ЛКТ Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С.З. Ґжицького м. Львів, вул. Пекарська, 50.

