

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Миколаївський національний аграрний університет
Інженерно-енергетичний факультет
Кафедра загальнотехнічних дисциплін



ІНЖЕНЕРНА ТА КОМП'ЮТЕРНА ГРАФІКА
методичні рекомендації

для виконання практичних робіт і самостійної роботи
змістовного модуля «Роз'ємні і нероз'ємні з'єднання деталей»
здобувачами першого (бакалаврського) рівня
вищої освіти ОПП «Харчові технології»
спеціальності G13 «Харчові технології»
денної форми здобуття вищої освіти

Миколаїв

2026

Друкується за рішенням науково-методичної комісії інженерно-енергетичного факультету Миколаївського національного аграрного університету.

Протокол № 5 від 19 «лютого» 2026 року.

Укладачі:

Полянський П.М. – доцент кафедри загальнотехнічних дисциплін Миколаївського національного аграрного університету;
Доценко Н.А. – професорка кафедри загальнотехнічних дисциплін Миколаївського національного аграрного університету;
Іванов Г.О. – доцент кафедри загальнотехнічних дисциплін Миколаївського національного аграрного університету;
Степанов С.М. – старший викладач кафедри загальнотехнічних дисциплін Миколаївського національного аграрного університету;
Баранова О.В. – асистентка кафедри загальнотехнічних дисциплін Миколаївського національного аграрного університету.

Рецензенти:

Марченко Д. Д. – доцент кафедри тракторів та сільськогосподарських машин, експлуатації та технічного сервісу Миколаївського національного аграрного університету;
Бабенко Д. В. – професор кафедри загальнотехнічних дисциплін Миколаївського національного аграрного університету.

Задачею методичних рекомендацій є вивчення способів зображення і позначення різьб і кріпильних виробів, а також виконання креслень роз'ємних і нероз'ємних з'єднань деталей. Складові частини виробу містять основні деталі і допоміжні, за допомогою яких здійснюється кріплення або з'єднання основних деталей. З'єднання можуть бути роз'ємними і нероз'ємними.

ВСТУП

Роз'ємні з'єднання – це такі, які можна розібрати без руйнування окремих деталей (з'єднання болтом, шпилькою, шпонкою і т.п.).

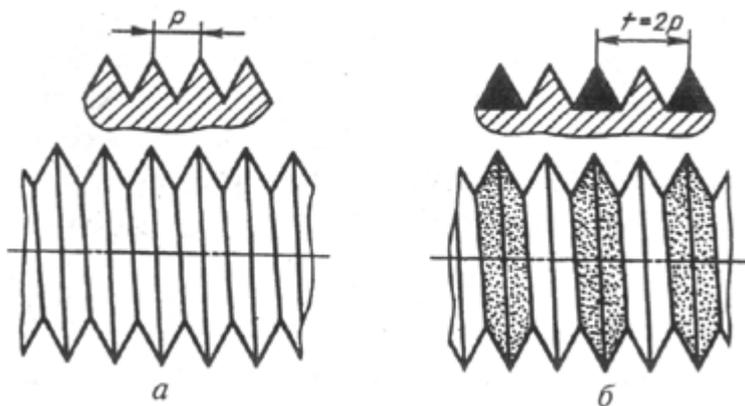
Нероз'ємні з'єднання – це такі, в яких при розбиранні окремі елементи руйнуються (клепані, зварні, паяні).

I. РІЗЬ

1.1. Види різі

В машинобудуванні, приладобудуванні і інших галузях промисловості широке розповсюдження отримали роз'ємні з'єднання деталей машин, здійснювані за допомогою різі різних профілів (трикутного, трапецеїдального, прямокутного, напівкруглого і ін.).

Різью називається поверхня, утворена при гвинтовому русі плоского контуру по циліндричній чи конічній поверхні. При цьому утвориться гвинтовий виступ відповідного профілю, обмежений



гвинтовими , циліндричними чи конічними поверхнями (рис. 1, а).

Рис.1

Різи класифікуються наступним чином:

1) *по формі профілю* (трикутна, прямокутна, трапецеїдальна, кругла);

2) *по формі поверхні, на якій вона нарізана* :

а) *циліндрична різь* – утворена на поверхні циліндра;

б) *конічна різь* – утворена на поверхні конуса.

3) *по розташуванню різі на поверхні стрижня або отвору:*

а) *зовнішня різь* – утворена на зовнішній поверхні циліндра або конуса;

б) *внутрішня різь* - утворена на внутрішній поверхні циліндра або конуса.

4) *по призначенню:*

а) *кріпильні* (нарізують звичайно на деталях, призначених для скріплення);

б) *кріпильно – ущільнювальні*;

в) *ходові* (наприклад, різь на валу для руху супорту токарного верстата, різь на гвинті домкрата та інше);

г) *спеціальні*.

4) *по напрямку різі:*

а) *права різь* – утворена контуром, що обертається за годинниковою стрілкою і переміщується уздовж осі в напрямі від спостерігача;

б) *ліва різь* – утворена контуром, що обертається проти годинникової стрілки і переміщується уздовж осі в напрямі від спостерігача;

5) по числу заходів:

- а) однозахідна різь – утворена однією гвинтовою ниткою;
- б) багатозахідна різь – утворена двома, трьома і т.д. гвинтовими нитками.

1.2. Основні параметри різі

Основні параметри різі визначені ДЕСТом 11708—82.

Різь характеризують три діаметри: зовнішній d (D), внутрішній d_1 (D_1) і середній d_2 (D_2).

Діаметри зовнішньої різі позначають d , d_1 , d_2 , а внутрішньої різі в отворі — D , D_1 і D_2 .

Зовнішній діаметр різі d (D) — діаметр уявного циліндра, описаного навколо вершин зовнішньої чи западин внутрішньої різі. Цей діаметр для більшості різь є визначальним і входить в умовне позначення різі.

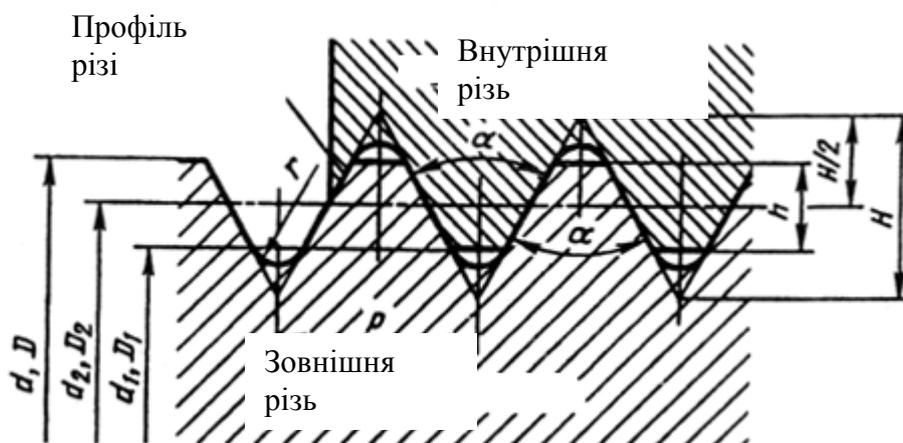


Рис.2

Гвинтова нитка – це виступ гвинтової різі, утворений одним профілем.

Крок різі (P) – відстань між відповідними точками двох сусідніх витків, заміряна паралельно осі різі.

Хід різі – відстань між відповідними точками на поверхні гвинтової нитки за один оберт контуру, заміряна паралельно осі різі. В однозахідній різі (рис. 1, а) хід дорівнює кроку, а в багатозахідній (рис. 1, б) — добутку кроку P на число заходів $n(t = nP)$.

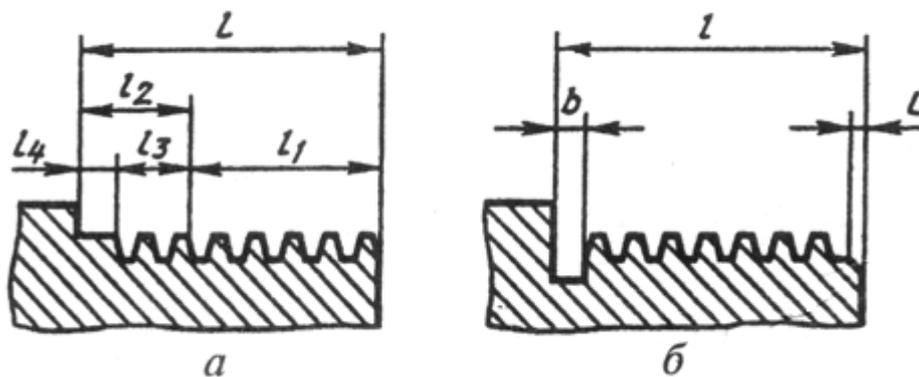


Рис.3

Число заходів різі – число ниток, утворюючих різь.

На рис. 3, а — довжина різі l , довжина різі з повним профілем l_1 .

Збіг різі — ділянка неповного профілю в зоні переходу різі в головну частину предмета l_3 .

Недовод різі l_4 — величина не нарізаної частини поверхні між кінцями стоку й опорною поверхнею деталі.

Недоріз різі l_2 містить у собі стік і недовод різі. Щоб усунути стік чи недоріз різі, виконують проточку b (рис. 3, б).

Щоб полегшити вгвинчування нарізаного стрижня, на кінці різі

виконують конічну фаску з під кутом 45^0 (рис. 3, б).

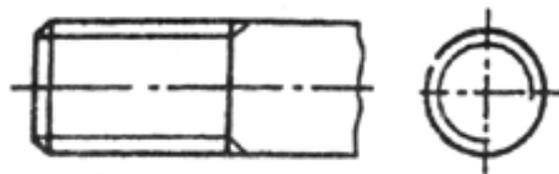
Кожний вид різі характеризується зовнішнім, внутрішнім і середнім діаметрами, кутом і висотою профілю.

1.3. Позначення різі

На кресленнях різь прийнято зображати і позначати умовно, згідно ГОСТ 2.311–68. Характер умовного зображення однаковий для всіх видів стандартизованих різьб.

Відповідно до стандарту, який встановлює правила зображення і нанесення позначення різі на кресленнях всіх галузей промисловості і будівництва, різь зображають:

а) на стрижні – суцільними товстими – основними лініями по зовнішньому діаметру і суцільними тонкими лініями – по внутрішньому; на зображеннях, отриманих проектуванням на площину, паралельну осі стрижня, суцільну тонку лінію по



внутрішньому діаметру різі проводять на всю довжину різі без збігу (рис.4); на видах, отриманих проектуванням на площину, перпендикулярну до осі стрижня, по внутрішньому діаметру різі проводять дугу, приблизно рівну колу, розімкнену в будь-якому місці (рис.4)

Рис. 4

б) в отворі – суцільними товстими – основними лініями по внутрішньому діаметру різі і суцільними тонкими лініями – по зовнішньому діаметру (рис.5).

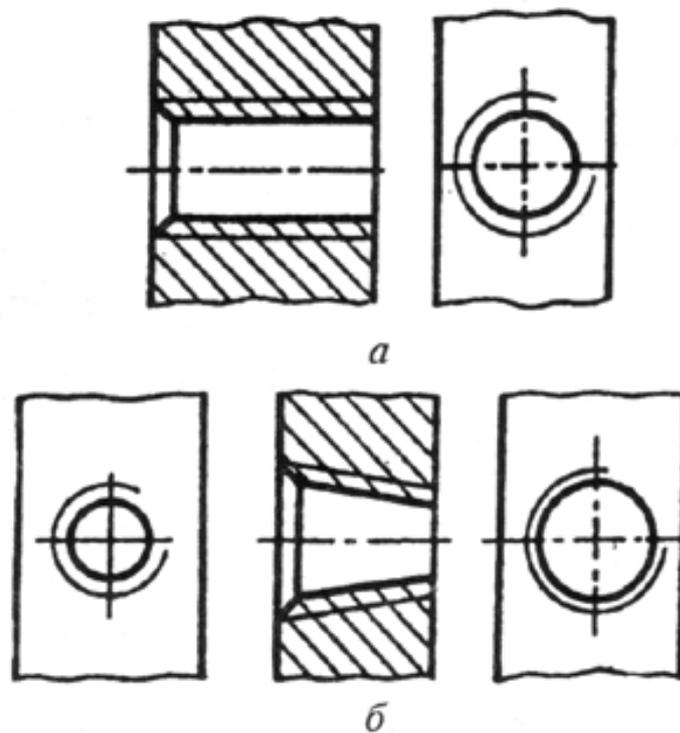


Рис.5

Різь, що показується як невидима, повинна зображатися штриховими тонкими лініями однакової товщини по зовнішньому і по внутрішньому діаметрам (рис.6); на розрізах, отриманих проектуванням на площину, паралельну осі отвору, суцільна тонка лінія по зовнішньому діаметру різі проводиться на всю довжину різі без збігу, а на зображеннях, отриманих проектуванням на площину, перпендикулярну до осі отвору, по зовнішньому діаметру різі проводять дугу, приблизно рівну колу, розімкнену в будь-якому місці (рис.5).

Лінію, що визначає межу різі, наносять на стрижні і в отворі з різзю в кінці повного профілю різі (до початку збігу).

Межу різі проводять до лінії зовнішнього діаметра різі і зображають суцільною товстою основною лінією, перпендикулярною до осі різі (рис.5), і штриховою тонкою, якщо різь зображено як невидиму (рис.6).

Штрихування в розрізах і перетинах проводять до лінії зовнішнього діаметра різі на стрижні і до лінії внутрішнього діаметра в отворі, тобто в обох випадках до суцільної товстої основної лінії (рис.5,6).

Глухий отвір з різзю називають *гніздом*. Кінцева частина свердленого гнізда звичайно має форму конуса з кутом при вершині (рис.7).

Фаски на стрижні з різзю і в отворі з різзю, не мають спеціального конструктивного призначення, в проекції на площину, перпендикулярну до осі стрижня або отвору, не зображають (рис.8).

Суцільна тонка лінія зображення різі на стрижні повинна перетинати лінію межі фаски (рис.8).

Якщо на кресленні необхідно показати профіль різи (рис.9), слід застосовувати місцевий розріз, виконувати профіль різи на розрізі або зображати ділянку профілю в збільшеному вигляді як

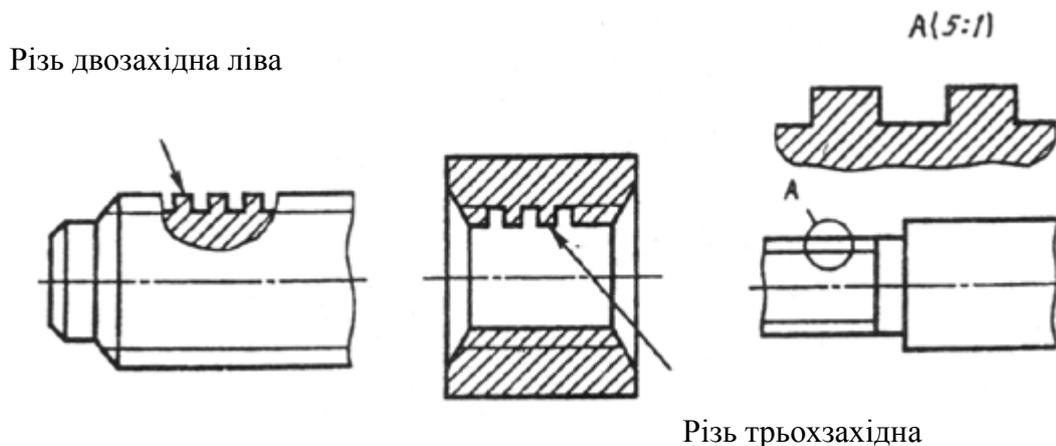
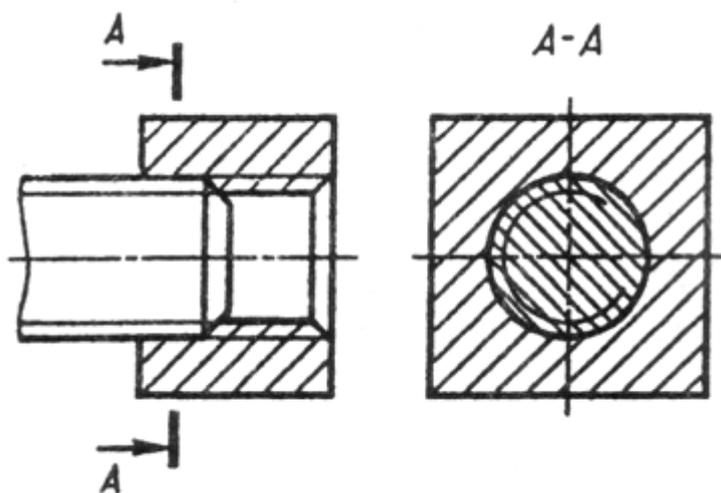


Рис.9

виносний елемент .

Окрім розмірів і граничних відхилень різи, на кресленні вказують додаткові дані про число заходів, про лівий напрям різи і т.п. з додаванням слова «Різь».

На розрізах нарізного з'єднання в зображенні на площині, паралельній його осі, в отворі показують тільки ту частину різи, яка не закрита різью вкрученого в нього стрижня (рис.10).



Розглянемо стандартні різі загального призначення.

Різь метрична. Профіль метричної різі визначається кутом, рівним 60° (рис.11); форма западини різі може бути як плоскозрізанною, так і закругленою. У болта переважно закруглена форма западини. Метрична різь стандартизована (ГОСТ 9150—81) і підрозділяється на різь з великим кроком і різь з дрібним кроком.

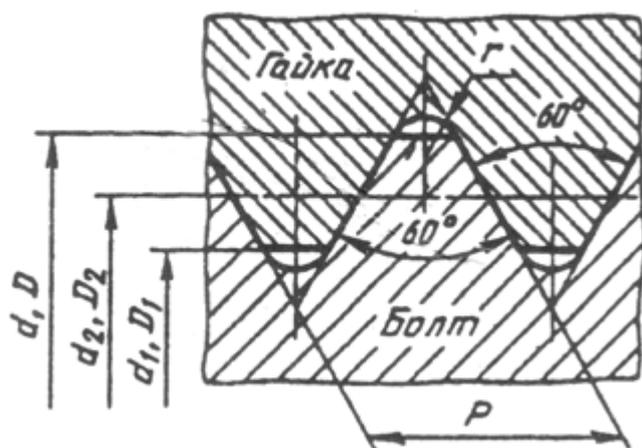


Рис.11

Метричні різі з великим кроком позначають буквою «М», зовнішнім діаметром і вказівкою поля допуску, наприклад: М24 – 6g; М64 – 6H і т.д.

Метричні різі з дрібним кроком позначають буквою «М», зовнішнім діаметром, значенням кроку і вказівкою поля допуску, наприклад: М24 2 – 6g; М64 2 – 6H і т.д.

На кресленні різь позначають по номінальному діаметру. Якщо на кресленні зображено нарізане з'єднання, то посадки нарізаних деталей позначають дробом, в чисельнику якого вказують позначення поля допуску гайки, тобто внутрішньої різі, а в знаменнику –

позначення поля допуску болта, тобто зовнішньої різі, наприклад:
M12 – 6H/6g; M64 2 – 6H/6g .

Приклади позначення різі:

M 30 — метрична різь з зовнішнім діаметром 30 мм і великим кроком різі;

M 30 x 1,5 — метрична різь з зовнішнім діаметром 30 мм, дрібним кроком 1,5 мм.

На кресленні метрична різь позначається наступним чином (рис.12).

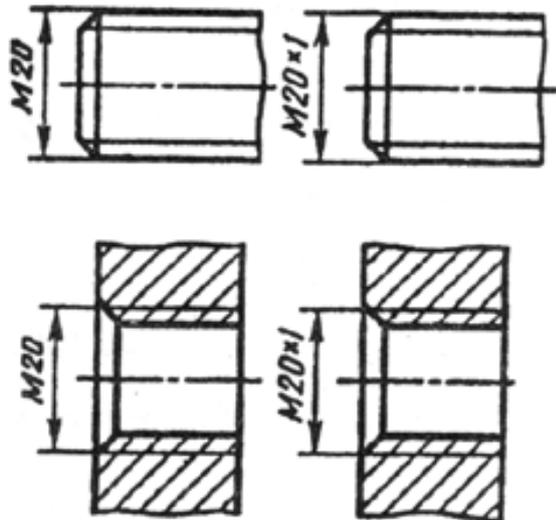


Рис.12

Різь дюймова. З метою уніфікації різьб одного і того ж значення застосування дюймової різі при проектуванні нових виробів в СРСР було заборонено. Дюймова різь має трикутний профіль з кутом при вершини в 55°.

На кресленні вона позначається зовнішнім діаметром, вираженим в дюймах, приклад: 1"; 1"; 2" (рис.13).

Рис.13

Різь трубна. Трубна циліндрична різь застосовується для з'єднання труб, арматури, трубопроводів і інших тонкостінних деталей (пробки, заглушки і ін.). Кут профілю рівний 55° . Профіль різі виконується з закругленнями (рис.14). Номінальний діаметр трубної різі умовно віднесений до внутрішнього діаметра труби.

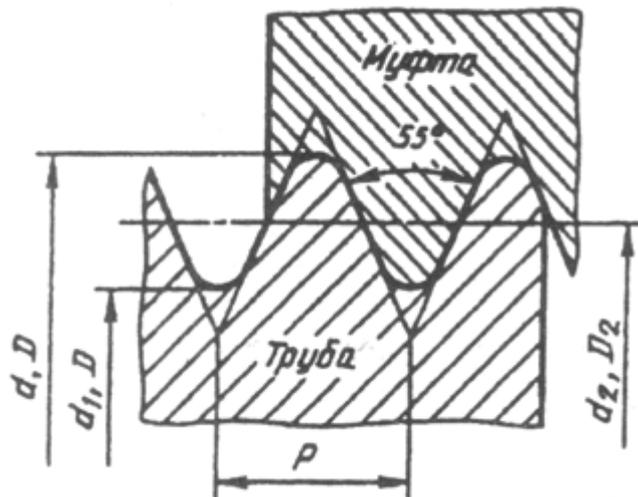


Рис.14

Приклад умовного позначення трубної різі на кресленні показаний на (рис. 15,а).

Різь трубна конічна має профіль, аналогічний профілю різі трубної циліндричної; застосовується у вентилях і газових балонах. Можливе з'єднання труб, що мають конічну різь (конусність 1:16), з виробами, що мають трубну циліндричну різь (ДЕСТ 6211—81) . Приклад умовного позначення трубної конічної різі на кресленні показаний на рис. (15, б).

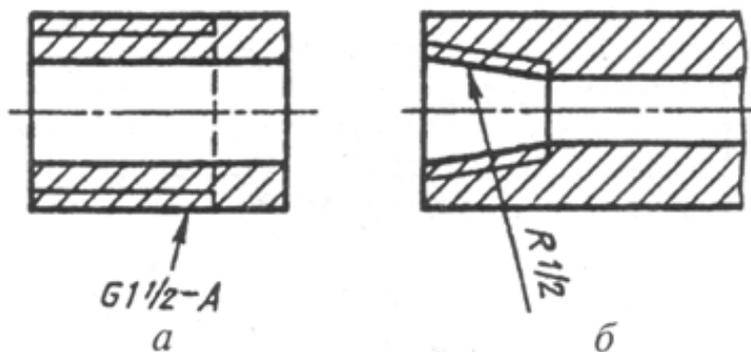


Рис.15

Розмір конічної різі і трубної циліндричної різі умовно позначається в дюймах ($1'' = 25,4$ мм), у всіх інших видів різі зовнішній діаметр різі проставляється в міліметрах.

Умовне позначення трубної різі:

$G 1 1/2$ — трубна циліндрична різь с розміром $1 1/2''$.

$R 1 1/2$ — різь трубна конічна с розміром $1 1/2''$.

Різь трапецеїдальна . Ця різь служить для перетворення руху (в ходових гвинтах верстатів, гвинтах супортів, штурвальних гвинтах, вантажних гвинтах і т. п.). Профіль трапецеїдальної різі — рівнобічна трапеція з кутом між бічними сторонами 30° (рис.16). Для кожного діаметра різь може бути однозахідною і багатозахідною, правою і лівою (ДЕСТ 9484—81).

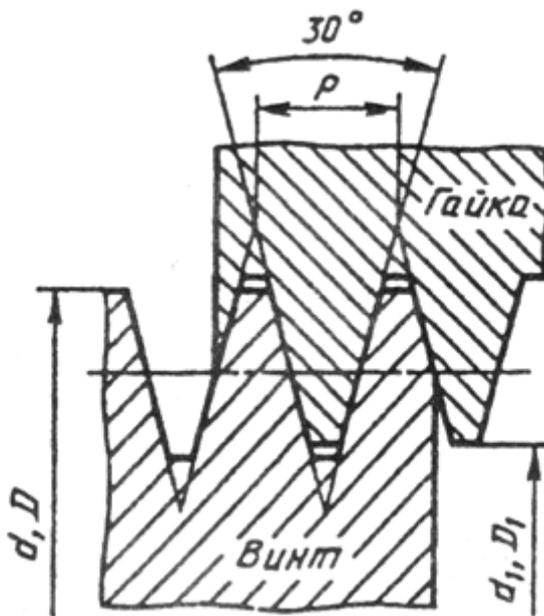


Рис.16

Умовне позначення трапецеїдальної різі: $Tr\ 36 \times 6$, де 36 — діаметр, а 6 — крок різі.

Різь упорна. Упорна різь (рис.17) застосовується в механізмах з великим осьовим зусиллям (в гвинтових пресах, в нажимних гвинтах прокатних станів і т. п.).

Різь упорна має профіль трапеції, одна із сторін якої нахилена на 30° , а друга – на 3° до нормалі, проведеної до осі різі. Упорна різь діаметром від 10 до 600 мм виконується по ГОСТ 10177–62.

Умовне позначення різі: $S\ 80 \times 10$ — упорна різь однозаходна з зовнішнім діаметром 80 мм і кроком 10 мм.

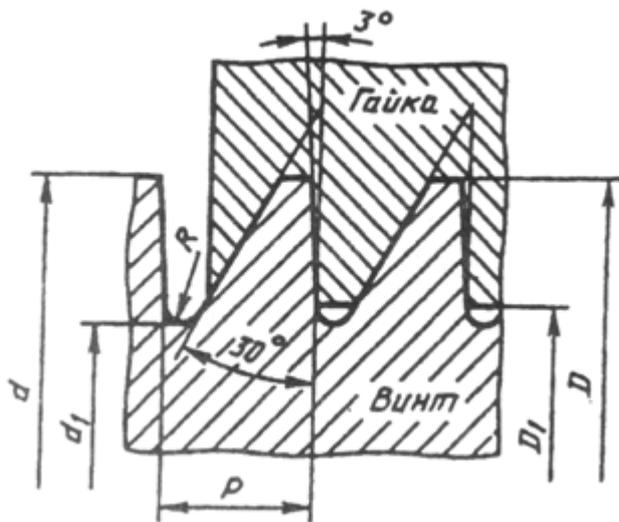


Рис.17

2. КРІПІЛЬНІ ДЕТАЛІ

До кріпильних деталей відносяться болти, гайки, гвинти, шпильки, шайби, штифти, шпонки та ін. Кріпильні деталі можуть бути викресленими за розмірами, узятими зі стандартів, або по умовних співвідношеннях. Останній спосіб застосовується на складальних кресленнях і на кресленнях, по яким деталі не виготовляються. Умовні співвідношення для всіх елементів деталей

рекомендується брати залежно від зовнішнього діаметра різі d і кроку різі P .

Стандарт розповсюджується на механічні властивості болтів, гвинтів і шпильок, виготовлених з вуглецевих і легованих сталей при нормальній температурі, діаметром різі від 1 до 48 мм.

2.1. Болт

Болт уявляє собою циліндричний стрижень з голівкою на одному кінці і різью на іншому кінці. Болти використовуються (разом з гайками, шайбами) для скріплення двох чи декількох деталей. Існують різні типи болтів, що відрізняються друг від друга за формою і розмірами голівки і стрижня, по кроку різі, по точності виготовлення і по виконанню.



Рис.18

Болти із шестиграними голівками мають від трьох (рис.18) до п'яти виконань: виконання 1 — без отворів (у голівці і стрижні); виконання 2 — з отвором на різьбовій частині стрижня; виконання 3 — із двома отворами в голівці болта.

При зображенні болта на кресленні виконують два види (рис.19)

за загальними правилами і наносять розміри довжини l болта, довжини різі l_0 , розмір під ключ S і позначення різі Md . Висота H голівки в довжину болта не включається. Гіперболи, утворені перетинанням конічної фаски голівки болта з її гранями, замінюються

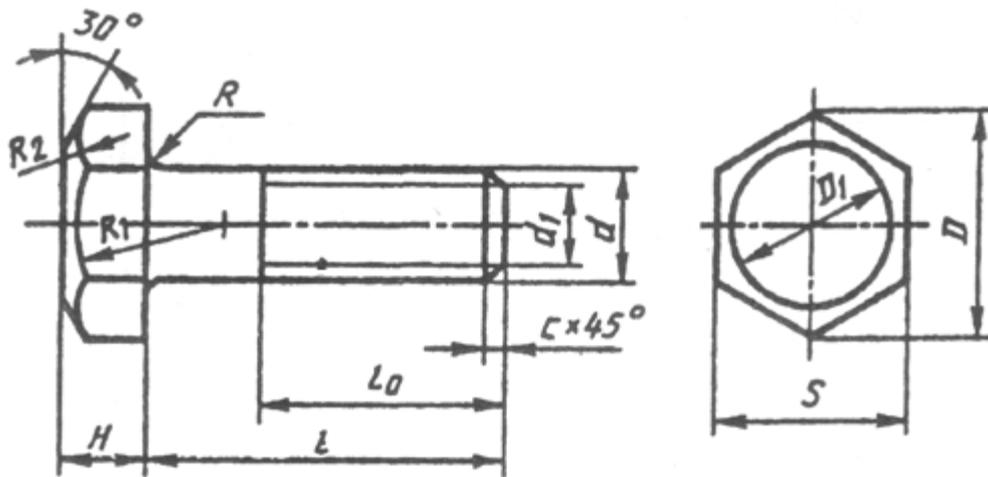


Рис.19

іншими окружностями.

Основні параметри болтів:

l – довжина болта ;

$l_0 = 2d + 6$ - довжина нарізаної частини болта;

$d_1 = 0,85d$ – внутрішній діаметр різі болта;

$H = 0,7d$ – висота голівки болта;

$D = 2d$ – діаметр кола , описаного навколо шестикутника;

$S \approx 1,7d$ (або побудовою) – розмір під ключ;

$c = (0,12 \div 0,15)d$ - висота фаски нарізаного кінця стержня;

$R = 0,08d$ - радіус закруглення під голівкою болта;

$R_1 = 1,5d$ - закруглення головки болта;

$D_1 \approx 1,6d$;

R_2 - визначається побудовою.

Приклади умовних позначок болтів:

Болт М12 х 60 ДЕСТ 7798—70 — із шестигранною голівкою, першого виконання, з різью М12, крок різі великий, довжина болта 60 мм.

Болт 2М12 х 1,25 х 60 ДЕСТ 7798—70 — із дрібною метричною різью М12х1,25, другого виконання, довжина болта 60 мм.

Стандарт на болти виконання 1 наводиться в додатку1.

2.1.Гвинт

Гвинт уявляє собою циліндричний стрижень, на одному кінці якого виконана різь, на іншому кінці є голівка.

По призначенню гвинти розділяються на кріпильні і настановні. Кріпильні гвинти застосовуються для з'єднання деталей шляхом укручування гвинта нарізаною частиною в одну з деталей, що з'єднуються.

Настановні гвинти використовуються для взаємного фіксування деталей. Їхній стрижень нарізаний цілком, вони мають натискний кінець циліндричної чи конічної форми або плоский кінець (рис. 20).

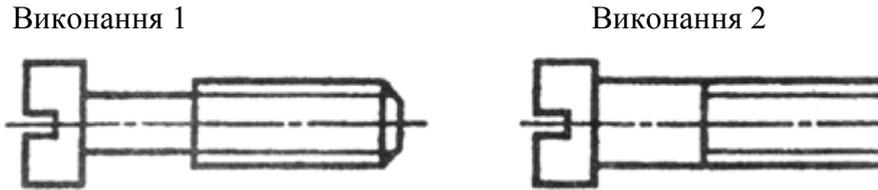


Рис.20

Кріпильні гвинти бувають чотирьох виконань; виконання 1 — діаметр різі більше діаметра гладкої частини стрижня (рис.21); виконання 2 — діаметр різі дорівнює діаметру гладкої частини;

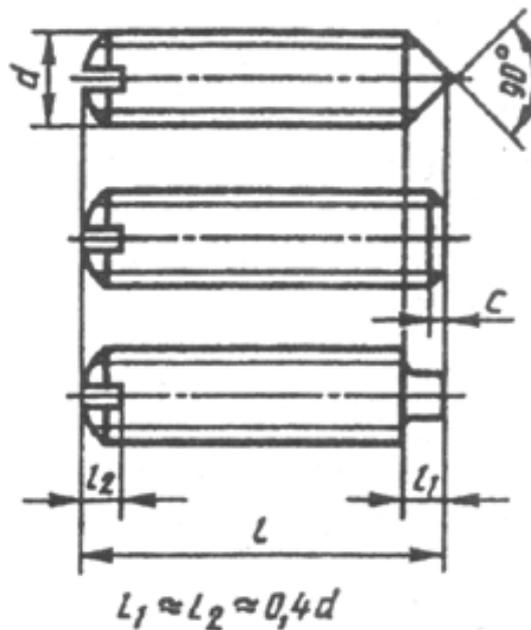


Рис.21

виконання 3 і голівка гвинта має хрестоподібний шліц для викрутки.

У залежності від умов роботи гвинти виготовляються (рис.21) з циліндричною голівкою (ДЕСТ 1491—80), напівкруглою голівкою

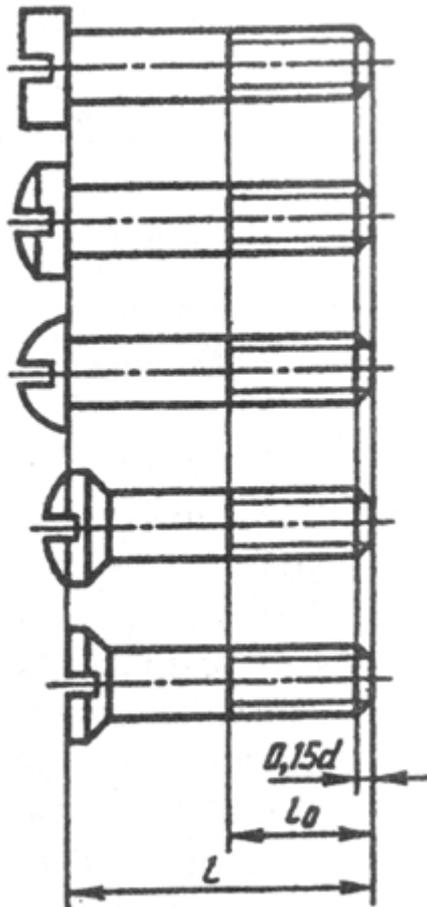
(ДЕСТ 17473—80), напівпотайною голівкою (ДЕСТ 17474—80) чи потайною голівкою (ДЕСТ 17475—80) зі шліцом, а також з голівкою під ключ і з рифленням.

Висота голівки в довжину гвинта не входить, виключення складають гвинти з потайною голівкою (рис. 22).

На кресленні форму гвинта зі шліцом цілком передає одне зображення на площини, паралельній осі гвинта. При цьому вказують розмір різі, довжину гвинта, довжину нарізаної частини ($l_0 = 2d + 6$ мм) і умовна позначка гвинта по відповідному стандарті.

Приклади умовних позначок гвинтів:

Гвинт М12х50 ДЕСТ 1491—80 — з циліндричною голівкою, першого



виконання, з різзю М12 з великим кроком, довжиною 50 мм;

Гвинт 2М12х1, 25х50 ДЕСТ 17475—80 —з потайною голівкою, другого виконання, із дрібною метричною різзю діаметром 12 мм і кроком 1,25 мм, довжина гвинта 50 мм.

2.3.Шпилька

Шпилька уявляє собою циліндричний стрижень з різзю на обох кінцях (рис.23). Шпилька служить для з'єднання двох чи декількох деталей. Один кінець шпильки l_1 вгвинчується в нарізаний отвір деталі, а на інший кінець l_0 нагвинчується гайка. Випускають шпильки з двома однаковими по довжині різі кінцями для деталей із гладкими наскрізними отворами. Довжина гладкої частини стрижня шпильки повинна бути не менш $0,5d$.

Довжина кінця шпильки l_1 залежить від матеріалу нарізаного отвору, в який в вгвинчується шпилька:

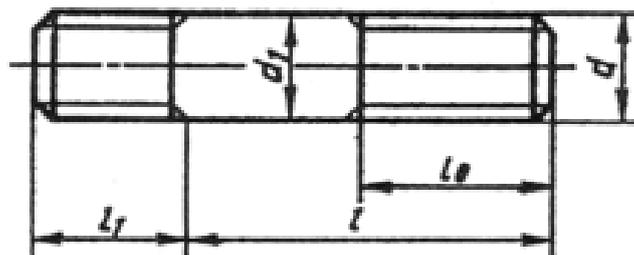


Рис.23

$l_1 = 1,0 d$ — шпилька вгвинчується в сталь, бронзу, латунь;

$l_1 = 1,25d$ — шпилька вгвинчується в чавун;

$l_1 = 2d$ — шпилька вгвинчується в легкі сплави.

Довжина другого кінця шпильки l_0 приймається рівною $2d + 6$ мм.

Довжиною шпильки l називають довжину частини шпильки без нарізаного кінця, що вгвинчується в деталь (l_1).

При зображенні шпильки викреслюють тільки один вид на площині, паралельній осі шпильки, і вказують розміри різі, довжину l шпильки і її умовну позначку.

Приклади умовних позначок шпильок:

Шпилька М8 х 60 ДЕСТ 22038—76 — з великою метричною різзю діаметром 8 мм, довжина шпильки 60 мм, призначена для вгвинчування в легкі сплави, довжина кінця, що вгвинчується, 16 мм.

Шпилька М8 х 1,0 х 60 ДЕСТ 22038—76 — та ж, але з дрібним кроком різі —1,0 мм.

2.4.Гайки

Гайка — кріпильна деталь з нарізаним отвором у центрі. Застосовується для нагвинчування на болт чи шпильку до упора в одну з деталей, що з'єднуються.

У залежності від назви й умов роботи гайки виконують шестигранними, круглими, смушковими, фасонними і т.д. Найбільше застосування мають гайки шестигранні. Їх виготовляють трьох виконань: виконання 1 — із двома конічними фасками (рис.24); виконання 2 — з однією конічною фаскою; виконання 3 — без фасок, але з конічним виступом з одного торця.

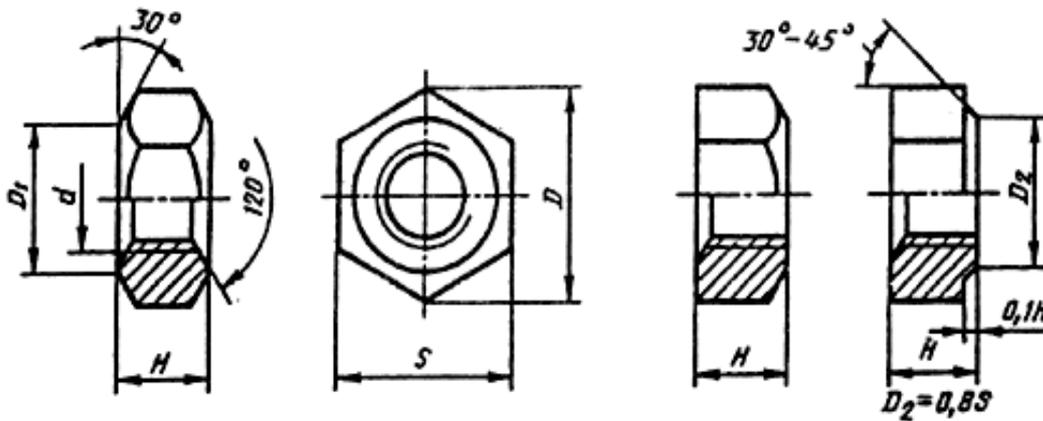


Рис.24

Форму гайки на кресленні цілком передають два її види: на площині проєкцій, паралельній осі гайки, сполучають половину виду з половиною фронтального розрізу, і на площині, перпендикулярній осі гайки, з боку фаски. На кресленні вказують розмір різі, розмір S під ключ і дають позначення гайки по стандарту.

Приклади умовних позначок гайок:

Гайка М12 ДЕСТ 5915—70 — першого виконання, з діаметром різі 12 мм, крок різі великий;

Гайка 2М12 х 1,25 ДЕСТ 5915—70 — другого виконання, із дрібною метричною різзю діаметром 12 мм і кроком 1,25 мм.

2.5.Шайби

Шайба являє собою точене чи штамповане кільце, що підкладають під гайку, голівку гвинта чи болта в нарізних з'єднаннях.

Площина шайби збільшує опорну поверхню й охороняє деталь від задирань при загвинчуванні гайки ключем. З метою запобігання нарізного з'єднання від мимовільного розгвинчування в умовах вібрації і знакозмінного навантаження застосовують шайби пружинні за ДЕСТ 6402—70 і шайби стопорні, що мають виступи-лапки.

Круглі шайби за ДЕСТ 11371—78 мають два виконання (рис.25): виконання 1 — без фаски, виконання 2 — з фаскою.

Форму круглої шайби цілком передає одне зображення на площині, паралельній осі шайби.

Виконання 1

Виконання 2

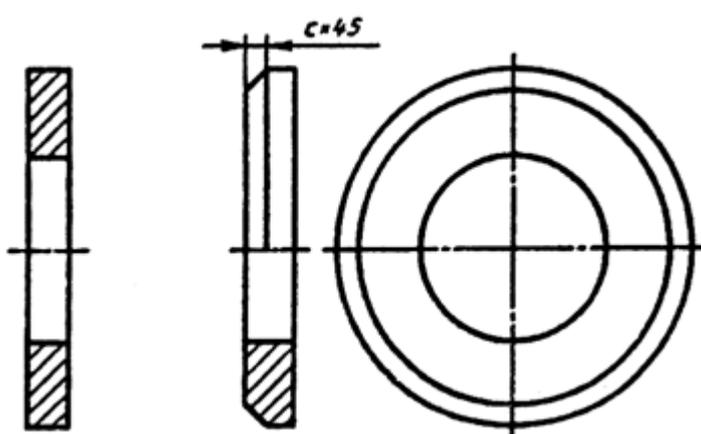


Рис.25

Внутрішній діаметр шайби звичайно на 0,5...2,0 мм більше діаметра стрижня болта, на який шайба надівається. В умовну позначку шайби включається і діаметр різі стрижня, хоча сама шайба різі не має.

Приклади умовної позначки шайби:

Шайба 20 ДЕСТ 11371—78 — кругла, першого виконання, для болта

з різью М20;

Шайба 2.20 ДЕСТ 11371—78 — та ж шайба, але другого виконання.

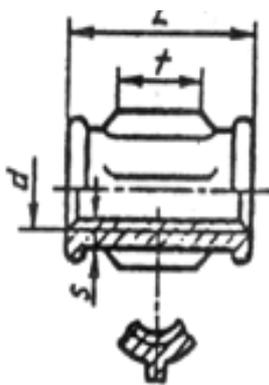
2.6.З'єднувальні деталі трубопроводів.

Роз'ємні з'єднання труб здійснюються за допомогою з'єднувальних деталей (муфт, кутовиків, трійників і т.д.).

Конструкція і розміри з'єднувальних деталей трубопроводів визначені стандартами. Кінці труб мають різь зовнішню, а з'єднувальні деталі — внутрішню.

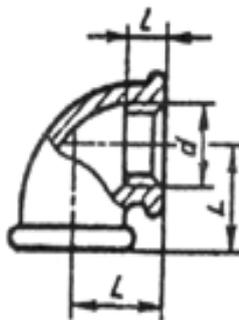
Основним параметром деталей трубних з'єднань є умовний прохід D_u — внутрішній діаметр труб у міліметрах. З'єднувальні деталі трубопроводів мають покриття в основному цинкове.

Муфта пряма
ДЕСТ 8954-75



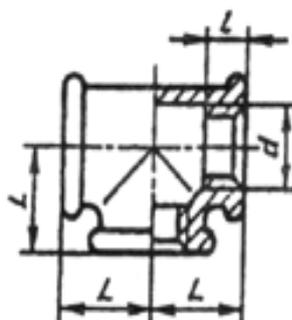
а)

Кутовик прямий
ДЕСТ 8946-75



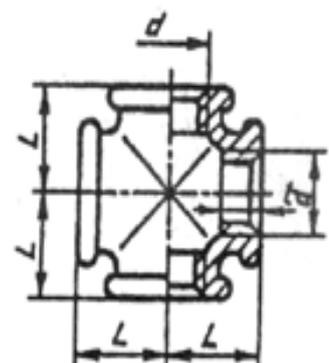
б)

Трійник прямий
ДЕСТ 8948-75



в)

Хрест прямий
ДЕСТ 8951-75



г)

Рис.26

Муфти (рис.26 ,а) використовуються для різьбового з'єднання двох труб. Муфта має наскрізний нарізний отвір з трубною циліндричною різью та ребра по зовнішній поверхні (для зручності збирання з'єднання).

Кутовики (рис.26, б) служать для різьбового з'єднання труб під кутом 90 град., мають наскрізний отвір, на обох кінцях якого нарізана трубна циліндрична різь.

Приклади умовних позначок з'єднувальних деталей трубопроводів:

Муфта довга 20 ДЕСТ 8955—75 — пряма, неоцинкована, для труб з умовним проходом 20 мм;

Кутовик Ц-25 ДЕСТ 8946—75 — прямий, оцинкований, для труб з умовним проходом 25 мм.

Стандарт на з'єднувальні деталі трубопроводів приводиться в додатку.

3. РОЗ'ЄМНІ З'ЄДНАННЯ

Різьбові з'єднання являються нерухомими роз'ємними з'єднаннями , до них відносяться:

- болтове з'єднання;
- з'єднання шпилькою;
- з'єднання болтом або гвинтом;
- з'єднання труб.

Різьбові з'єднання виконуються за допомогою кріпильних деталей: болтів, шпилек, гвинтів, гаєк, шурупів і т.д.

3.1. Болтове з'єднання

Болтове з'єднання використовують для скріплення двох та більш деталей.

Болтове з'єднання складається з болта, гайки, шайби і деталей, що з'єднуються.

У деталях, що з'єднуються, просвердлюють наскрізні отвори діаметром $d_0 = (1,05...1,10)d$, де d — діаметр різі болта. В отвір уставляють болт, надягають на нього шайбу і нагвинчують до упора гайку (рис.27).

Зображення такого з'єднання складається із зображень: болта, гайки, шайби та частин деталей, що скріплюються.

На кресленні болтового з'єднання (рис.27) виконують не менш двох зображень — на площині проєкцій, паралельній осі болта, і на площині проєкцій, перпендикулярній його осі (з боку гайки).

При зображенні болтового з'єднання в розрізі болт, гайку і шайбу показують нерозрізаними.

Голівку болта і гайку на головному виді зображують трьома гранями. Суміжні деталі штрихують з нахилом у різні сторони. На кресленні болтового з'єднання вказують три розміри: діаметр різі, довжину болта і діаметр отвору під болт.

Довжину болта визначають по формулі

$$l \geq b_1 + b_2 + S_{ш} + H + a + c,$$

де b_1 і b_2 — товщина деталей, що з'єднуються;

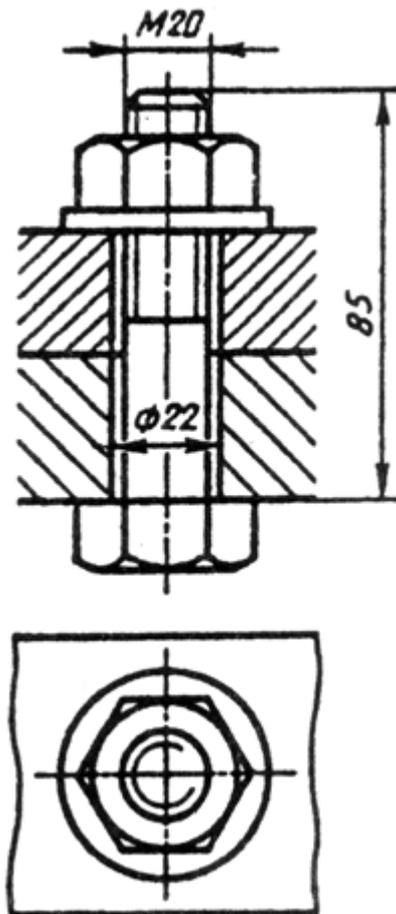
$S_{ш} = 0,15d$ - товщина шайби;

$H = 0,8d$ -висота гайки;,,

$a = (0,25 \div 0,5)d$ – запаси різі болта на виході з гайки;

$c = (0,12 \div 0,15)d$ – висота фаски нарізаного кінця стрижня.

Розрахункову довжину болта округляють до найближчої стандартної довжини болта (дивись додаток 1).



Приклад розрахунку довжини болта при заданому діаметрі його стрижня.

Дві деталі I і II з товщинами $b_1=20$ мм і $b_2 =30$ мм необхідно з'єднати за допомогою болта М24 ДЕСТ 7798 – 70, гайки 2М24 ДЕСТ 5915 – 70 і шайби 24 ДЕСТ 11371 – 68.

В відповідних ДЕСТах знаходять чисельні значення величин:

$S_{ш} =4$ мм (ДЕСТ 11371 – 68);

$H=19$ мм (ДЕСТ 5915 – 70);

$a =3$ мм (ДЕСТ 9150 – 59);

$c =2,5$ мм (ДЕСТ 7798 – 70),

потім підставляють в формулу, із якої отримують

$l = 20+30+4+19+3+2,5=78,5$ мм.

Отриману величину порівнюють зі стандартними довжинами болтів М24 в ДЕСТ 7798 – 70. В таблиці є два найближчих значення 75 і 80 мм. Вибирають довжину болта 80 мм як найближчу більшу до розрахованої. В тій же таблиці знаходять довжину нарізаної частини стрижня болта $l_0 =54$ мм.

3.2.З'єднання шпилькою

З'єднання шпилькою та гайкою використовують для скріплення двох та більш деталей, коли по конструктивним міркуванням використання болтового з'єднання неможливо або недоцільно,

наприклад: недосяжність монтажу болтового з'єднання, неможливість наскрізного свердлування всіх деталей, що скріпляються і т.д.

Шпилькове з'єднання складається зі шпильки, шайби, гайки і деталей, що з'єднуються.

З'єднання деталей шпилькою застосовується тоді, коли немає місця для голівки болта чи коли одна з деталей, що з'єднуються, має значну товщину. У цьому випадку економічно недоцільно свердлити глибокий отвір і ставити болт великої довжини. З'єднання шпилькою зменшує масу конструкцій.

Одна з деталей, що з'єднуються шпилькою, має поглиблення з різью - гніздо під шпильку, що вгвинчується в нього кінцем l_1 (див. рис.28). Інші деталі, що з'єднуються, мають наскрізні отвори діаметром $d_0 = (1,05...1,10)d$, де d - діаметр різі шпильки.

Гніздо спочатку висвердлюється на глибину l_2 , що на $0,5d$ більше кінця шпильки, що вгвинчується, а потім у гнізді нарізається різь. На вході в гніздо виконується фаска $c = 0,15d$ (рис.28 , а). При вгвинченій у гніздо шпильці з'єднання деталей далі здійснюється як у випадку болтового з'єднання.

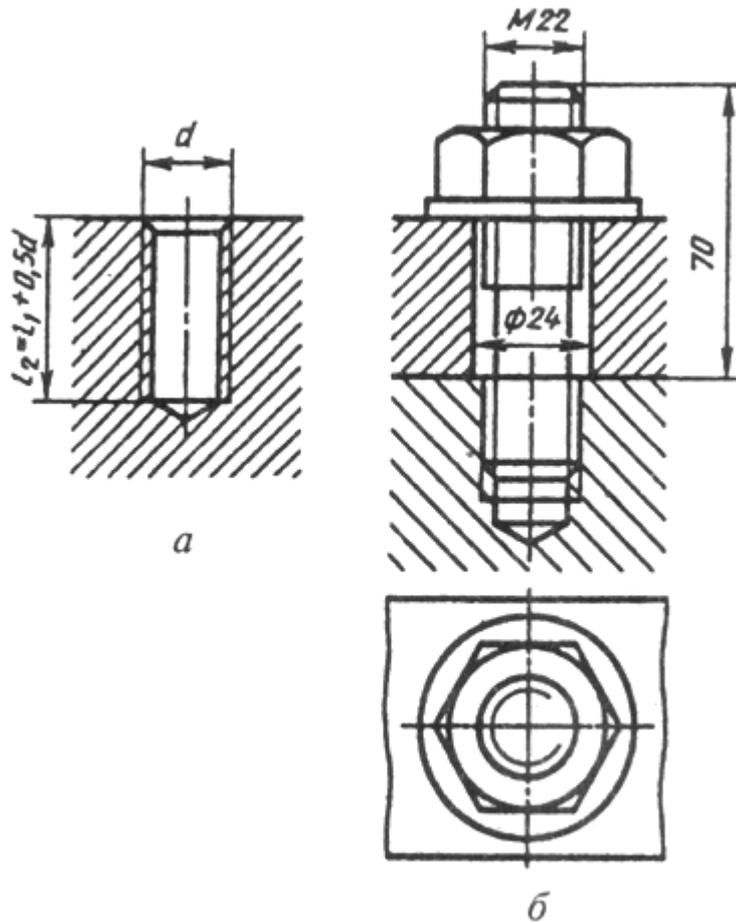


Рис.28

Довжину шпильки визначають по формулі

$$l \geq b_1 + S_{ш} + H + a + c, \text{ мм}$$

де b_1 — товщина деталі, що приєднується;

$S_{ш} = 0,15d$ - товщина шайби;

$H = 0,8d$ - висота гайки;

$a = (0,25 \div 0,5)d$ – запаси різі шпильки на виході з гайки ;

$c = (0,12 \div 0,15)d$ – висота фаски нарізаного кінця стрижня.

Розрахункову довжину шпильки округляють до стандартного значення (дивись додаток 2).

На кресленні шпилькового з'єднання лінія розділення деталей, що з'єднуються, повинна збігатися з границею різі нарізаного кінця шпильки, що вгвинчується (рис. 28 , б).

Гніздо під шпильку закінчується конічною поверхнею з кутом 120° . Нарізати різь до кінця гнізда практично неможливо, але на складальних кресленнях допускається зображувати різь на всю глибину гнізда. На кресленні шпилькового з'єднання вказують ті ж розміри, що і на кресленні болтового з'єднання. Штрихування в нарізному з'єднанні шпильки з деталлю, у яку шпилька вгвинчена, у розрізі доводять до суцільної основної лінії різі на шпильці й у гнізді.

Приклад визначення розмірів шпильки для з'єднання двох деталей шпилькою М24. Товщина деталі I - $b_1=40$ мм, матеріал деталі II – чавун, товщина її більш 50 мм.

Знаходять для шпильки М24 (при загвинчуванні її в чавун) довжину вгвинчуваного кінця $l_1 = 1,25d$, $l_1 = 1,25 \times 24 = 30$ мм.

Довжину шпильки l (довжина шпильки без вгвинчуваного кінця) визначають по формулі $l \geq b_1 + S_{ш} + H + a + c$.

Значення величин вибирають із ДЕСТів:

$$S_{ш} = 4 \text{ мм (ДЕСТ 5915 - 70);}$$

$$H = 19 \text{ мм (ДЕСТ 11371 - 66);}$$

$$a = 3 \text{ мм (ДЕСТ 9150 - 59);}$$

$c = 2,5 \text{ мм}$ (ДЕСТ 7798 – 70);

$l = 40 + 19 + 4 + 3 + 2,5 = 68,5 \text{ мм}$.

Із стандарту вибирають значення l , найближче більше до розрахункового $l = 70 \text{ мм}$.

3.3. Нарізні з'єднання труб

Рознімні з'єднання труб за допомогою різі застосовуються в трубопроводах, де повинні бути забезпечені щільність і міцність з'єднань і простота їхньої зборки і розбирання.

Нарізні сполучення труб здійснюються за допомогою різі на трубах і проміжних деталях: до них відносяться муфти, кутовики і т.д.

Для з'єднання труб застосовують циліндричну і конічну різі (метричну і дюймову). Щільність з'єднання з циліндричною різзю забезпечують застосуванням засобів, що ущільнюють. З'єднання конічною різзю спеціальних ущільнень не вимагає.

Визначальним розміром усякого з'єднання труб служить умовний прохід труби D_y .

Трубне з'єднання складається з труб, що з'єднуються, і сполучних деталей трубопроводів.

При з'єднанні двох труб муфтою крім муфти в з'єднання входять контргайка і прокладка (рис.29).

Креслення трубних з'єднань виконуються по розмірах їхніх деталей як конструктивні креслення, без спрощень.

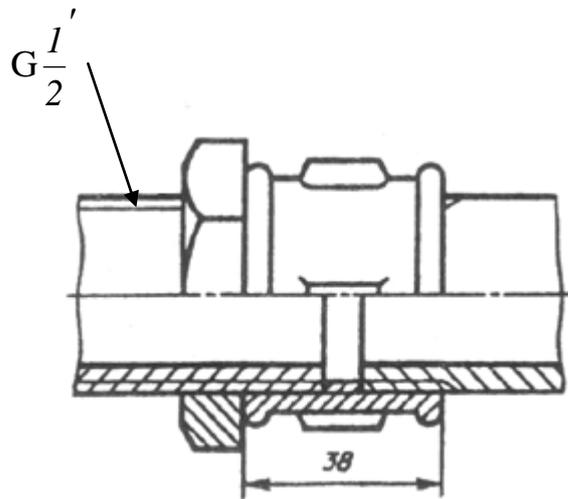


Рис.29

Перед тим як приступити до креслення трубного з'єднання, необхідно по значенню умовного проходу D_y підібрати по таблицях відповідних стандартів розміри труб і сполучних частин (див. додаток 3).

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

Базова

1. Бенке Й. З. Збірник тестів з інженерної графіки. Технічне креслення : навчальний посібник. Київ : Кондор, 2024. 184 с.
2. Браїлов О. Ю. Інженерна геометрія : підручник. Київ : Каравела, 2023. 516 с.
3. Ванін В. В., Ковальов С. М., Михайленко В. Є. Інженерна та комп'ютерна графіка : підручник. Київ : Каравела, 2018. 360 с.
4. Воронцов Б. С., Бочарова І. А. Нарисна геометрія : навчальний посібник. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 187 с.
5. Інженерна та комп'ютерна графіка: практикум для навчання в умовах інформаційно-освітнього середовища: навч. посіб. / Д. В. Бабенко, Н. А. Доценко, О. А. Горбенко, С. М. Степанов. Миколаїв: МНАУ, 2020. 256 с.
URL: <http://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/8072>
6. Козяр М.М., Фещук Ю.В. Комп'ютерна графіка: AutoCAD : навчальний посібник. Херсон : Грінь Д.С., 2024. 304 с.
7. Колосова О. П., Баскова Г. В., Лазарчук М. В. Навчальні завдання з нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки для програмованого навчання : навчальний посібник. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 94 с.
8. Костюкова Т. І. Інженерна графіка: практикум : навчальний посібник. Львів : Новий Світ–2000, 2025. 365 с.
9. Надкернична Т. М., Лебедєва О. О. Курс комп'ютерної графіки в середовищі AutoCAD. Теорія. Приклади. Завдання : навчальний посібник. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 191 с.
10. Основи інженерної графіки з елементами професійного конструювання : підручник / І. О. Чермних та ін. ; за ред. О. О. Краєвська. Київ : Кондор, 2020. 240 с.
11. Основи інженерної графіки з елементами професійного конструювання: підручник / за ред. І. О. Чермних. Київ: Кондор, 2020. 240 с.

12. Пустюльга С. І., Самчук В. П., Воробчук М. С. Інженерна та комп'ютерна графіка : навчальний посібник. Луцьк : Просто Друк, 2024. 324 с.
13. Інженерна графіка : навчальний посібник / уклад. В. І. Ковбашин, А. І. Пік. Тернопіль : Підручники і посібники, 2023. 240 с.
14. Bethune J., Byrnes D. Engineering Graphics with AutoCAD 2023. Peachpit Press, 2022. 832 p.

Допоміжна література

1. Волошкевич П. П., Бойко О. О., Базишин П. А., Мацура Н. О. Технічне креслення та комп'ютерна графіка : навчальний посібник. Київ : Кондор-Видавництво, 2017. 234 с.
2. Кравченко І. В., Микитенко В. І. Розробка конструкторської документації в середовищі AutoCAD Mechanical : навчальний посібник. Київ : НТУУ «КПІ», 2016. 342 с.
3. Пустюльга С. І., Самостян В. Р. Машинобудівне креслення : навчальний посібник. Луцьк : Луцький НТУ, 2015. 275 с.
4. Василюк А. С., Мельникова Н. І. Комп'ютерна графіка : навчальний посібник. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2016. 308 с.
5. Власій О. О., Дудка О. М. Комп'ютерна графіка. Обробка растрових зображень : навчально-методичний посібник. Івано-Франківськ : ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника», 2015. 72 с.
6. Інженерна та комп'ютерна графіка : конспект лекцій / уклад. О. П. Скиба, В. І. Ковбашин, А. І. Пік. Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2019. 60 с.
7. Лютова О. В., Скоробогата М. В., Бовкун С. А. Вплив технологічних особливостей виготовлення деталей на методику нанесення розмірів : навчальний посібник. Запоріжжя : ЗНТУ, 2018. 88 с.
8. Про затвердження порядку розроблення проектної документації на будівництво об'єктів : наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 16.05.2011

№ 45 ; станом на 08 грудня 2023 р. URL:
<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0651-11>.

9. Kernytskyy I, Hlinenko L, Yakovenko Y, Horbay O, Koda E, Rusakov K, Yankiv V, Humenuyk R, Polyansky P, Berezovetskyi S, Kalenik M, Szlachetka O. *Problem-Oriented Modelling for Biomedical Engineering Systems. Applied Sciences*. 2022; 12(15):7466. <https://doi.org/10.3390/app12157466>.

10. Nykyforov A., Antoshchenkov, R., Halych, I., Kis, V., Polyansky, P., Koshulko, V., Tymchak, D., Dombrovska, A., & Kilimnik, I. (2022). Construction of a regression model for assessing the efficiency of separation of lightweight seeds on vibratory machines involving measures to reduce the harmful influence of the aerodynamic factor. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2(1 (116), 24–34. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.253657>.

Навчальне видання

ІНЖЕНЕРНА ТА КОМП'ЮТЕРНА ГРАФІКА

Методичні рекомендації

**Укладачі: Полянський Павло Миколайович,
Доценко Наталя Андріївна,
Іванов Геннадій Олександрович,
Степанов Сергій Миколайович,
Баранова Олена Володимирівна**

Формат 60x84 1/16. Ум. друк. арк. 3,4.
Тираж 50 прим. Зам № ____.

Надруковано у видавничому відділі
Миколаївського національного аграрного університету
54020, м. Миколаїв, вул. Георгія Гонгадзе, 9.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4490 від 20.02.2013 р.