

**МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ВНУТРІШНІХ СПРАВ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ ЛЬОТНИЙ КОЛЕДЖ**

Циклова комісія природничих дисциплін

ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ

з навчальної дисципліни «Нарисна геометрія та інженерна графіка»
обов'язкових компонент
освітньо-професійної програми
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

**272 Авіаційний транспорт
Аеронавігація**

за темою - Складальні креслення. Креслення з'єднань і передач

Кременчук 2023

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 30.08.2023 № 7

СХВАЛЕНО

Методичною радою Кременчуцького
льотного коледжу Харківського
національного університету
внутрішніх справ
Протокол від 28.08.2023 № 1

ПОГОДЖЕНО

Секцією науково-методичної ради
ХНУВС з технічних дисциплін
Протокол від 29.08.2023 № 7

Розглянуто на засіданні циклової комісії природничих дисциплін, протокол
від 28.08.2023 № 1

Розробник:

*Викладач циклової комісії природничих дисциплін, спеціаліст вищої категорії,
Сіора А.С.*

Рецензенти:

*1. Доцент кафедри автомобілів та тракторів Кременчуцького
національного університету імені Михайла Остроградського, кандидат
технічних наук, доцент Черниш А.А.*

*2. Спеціаліст вищої категорії, викладач-методист циклової комісії
аеронавігації Кременчуцького льотного коледжу Харківського національного
університету внутрішніх справ, кандидат технічних наук, старший
науковий співробітник Тягній В.Г.*

План лекції

1. Рознімні з'єднання: різьбові, шпонкові, шліцьові, штифтові.

Рекомендована література:

Основна

1. Миленька Н.В. Інженерна графіка. Навч. посібник, КЛК НАУ, 2001. – 92 с.
2. Ванін В.В., Бліок А.В., Гнітецька Г.О. Оформлення конструкторської документації: Навч. посіб.-К.: Каравела, 2003. – 160 с.
3. Михайленко В.Є., Найдиш В.М., та ін. Інженерна та комп'ютерна графіка: Підручник-К.: Вища шк., 2000, – 342 с.
4. Михайленко В.Є., Ванін В.В., Ковальов С.М. Інженерна та комп'ютерна графіка: підруч. для студ. Вищих закл. освіти / За ред. В.Є. Михайленка. – К.: Каравела, 2003. – 344 с.
5. Верхола А.П., Коваленко Б.Д. та ін. Інженерна графіка: креслення, комп'ютерна графіка: Навч. посібн. –К.: Каравела, 2006, – 304 с.
6. Антонович Є.А., Васишин Я.В., Шпільчак В.А. Креслення: Навч. Посібник / За ред. проф. Є.А. Антоновича. – Львів: Світ, 2006. – 512 с., іл.

Додаткова

7. Навчальний посібник Інженерна графіка Розробка ескізів та робочих креслеників деталей В.В.Ванін, О.М.Воробйов, А.Є.Ізволєнська, Н.А.Парахіна, – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2016, – 106 с.
8. Комплекси стандартів.

Інформаційні ресурси

9. <http://engineer.org.ua/page/yedina-sistema-konstruktorskoyi-dokumentaciyi>

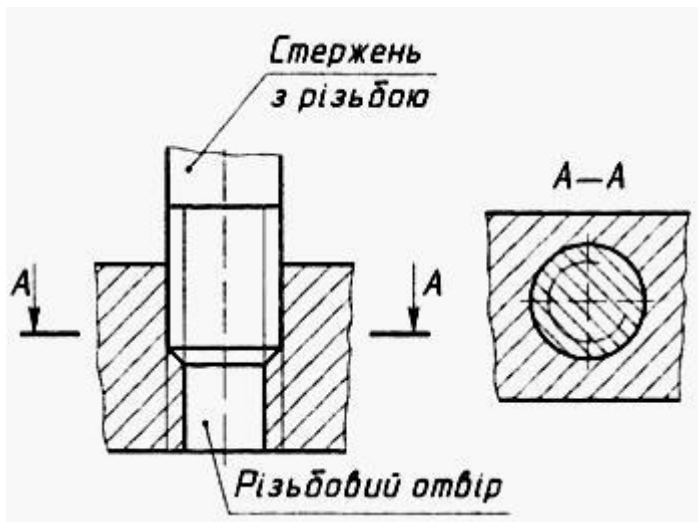
Текст лекції

1. Рознімні з'єднання: різьбові, шпонкові, шліцьові, штифтові.

Зображення різьбового з'єднання.

Для показу різьби у з'єднанні застосовують розрізи площиною, яка проходить через вісь з'єднання. Отвір з різьбою може бути наскрізним чи ненаскрізним (глухим). Якщо потрібно, для зображення деталі із зовнішньою різьбою застосовують місцевий розріз.

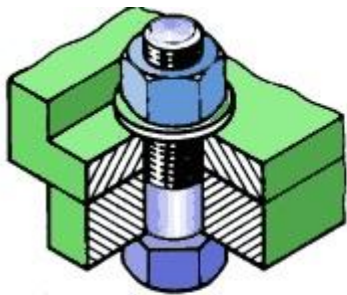
У місці з'єднання двох деталей різьбу зображують так, щоб в отворі було видно ту частину різьби, яку не затуляє різьба стержня. Суцільні товсті лінії, що відповідають виступам різьб на стержні, переходять в суцільні тонкі лінії, що відповідають западинам різьби в отворі. І навпаки, суцільні тонкі лінії, що відповідають западинам різьби на стержні, переходять в суцільні товсті лінії, що відповідають виступам різьби в отворі.



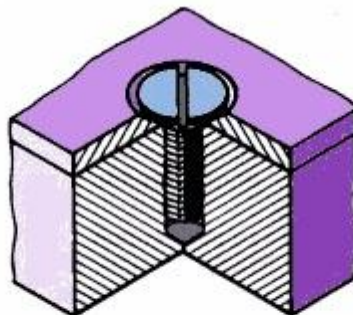
Поперечний переріз різьбового з'єднання має характерні особливості: межею між контурами деталей з різьбою є суцільна товста лінія, яка відповідає діаметру кола виступів (зовнішньому діаметру) різьби на стержні. Суцільна тонка лінія (проведена на $3/4$ кола) відповідає западинам (внутрішньому діаметру) різьби на стержні.

Кріпильні деталі болтового і шпилькового з'єднань.

З'єднання, утворені кріпильними деталями з різьбою, носять назву цих деталей:



а) болтові;



б) гвинтові;



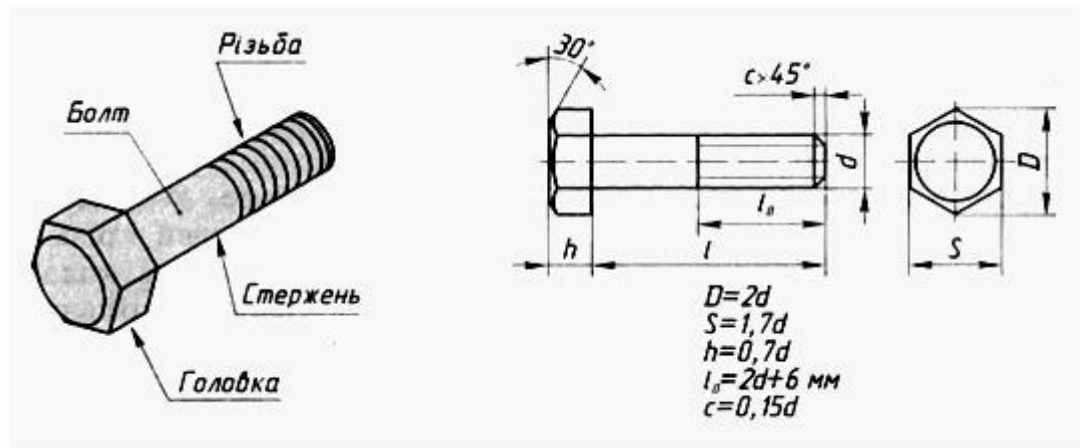
в) шпилькові

Кріпильні деталі з різьбою зустрічаються у дуже багатьох виробках.

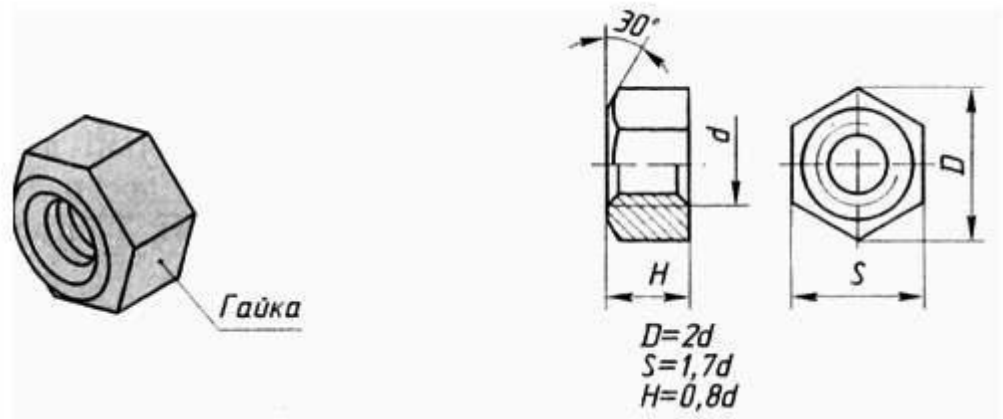
Щоб упорядкувати застосування цих деталей, їх форму і розміри стандартизовано. Тому кріпильні деталі з різьбою називають стандартними. Це дає змогу зосередити їх виробництво на спеціалізованих підприємствах і спростити виготовлення виробів.

На кресленнях з'єднань стандартні деталі зображують спрощено за відносними розмірами. Це означає, що розміри їх окремих елементів визначають за співвідношенням із зовнішнім діаметром різьби (його позначають d). Завдяки спрощеному зображенню кріпильних деталей прискорюється виконання креслень.

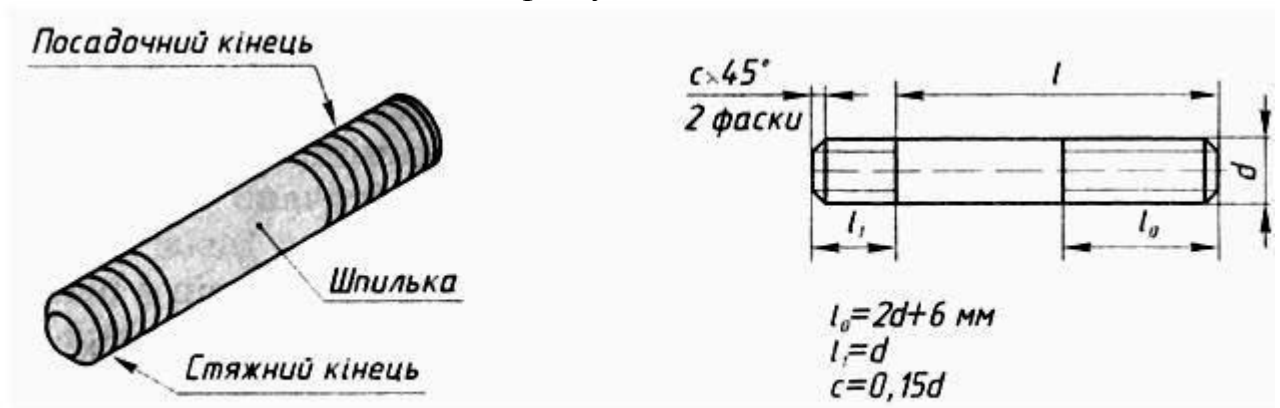
Стандартний болт - це циліндричний стержень з шестигранною головкою. На стержні болта нарізана різьба. Головку болта і кінець стержня обточено на конус (знято фаски).



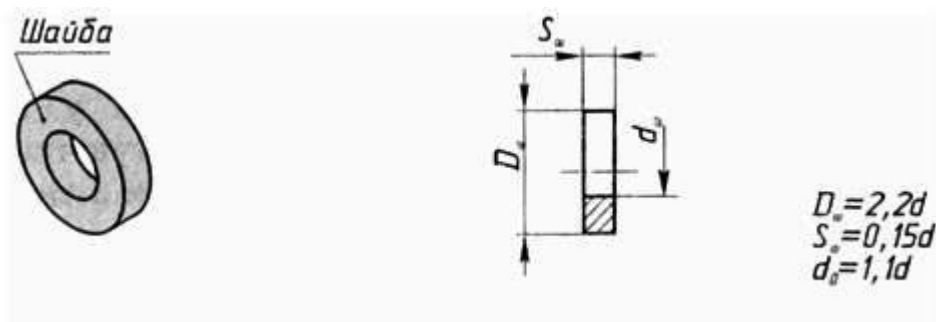
Гайка - це шестигранник, усередині якого є отвір з різьбою. Обидва плоских торці гайки і отвір з різьбою мають фаски.



Шпилька - циліндричний стержень, на обох кінцях якого нарізана різьба. З кожного кінця шпильки знято фаску.



Шайба являє собою кругле кільце.

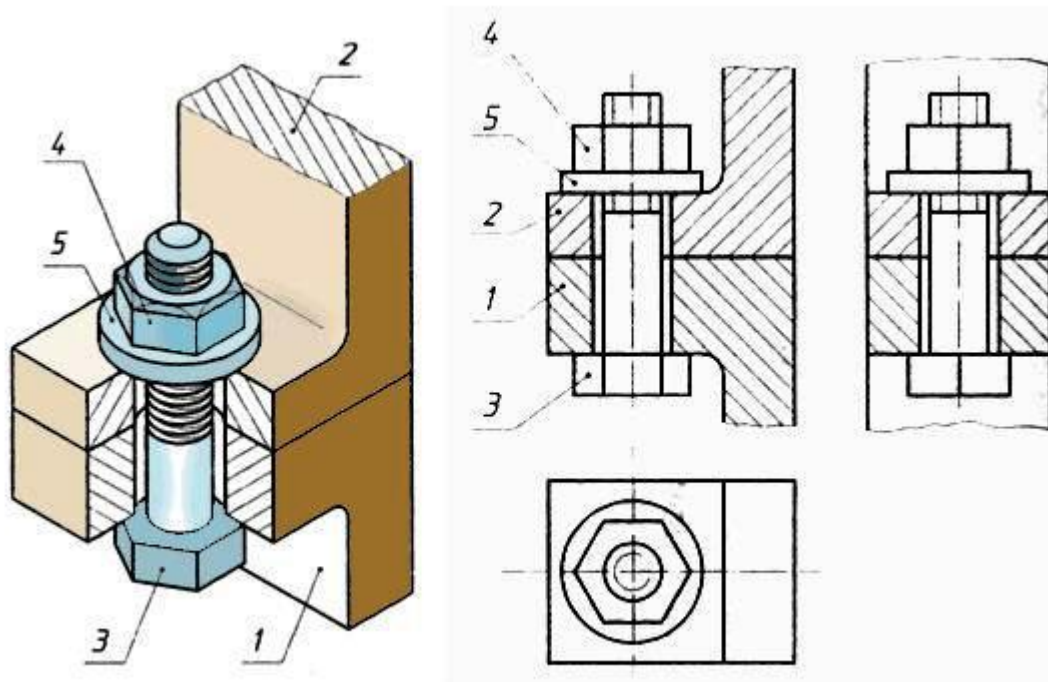


Розміри кріпильних деталей на складальних кресленнях не наносять, основні дані про них записують у вигляді умовного позначення до специфікації. Користуючись цим позначенням, потрібні розміри можна визначити з таблиць у довідниках.

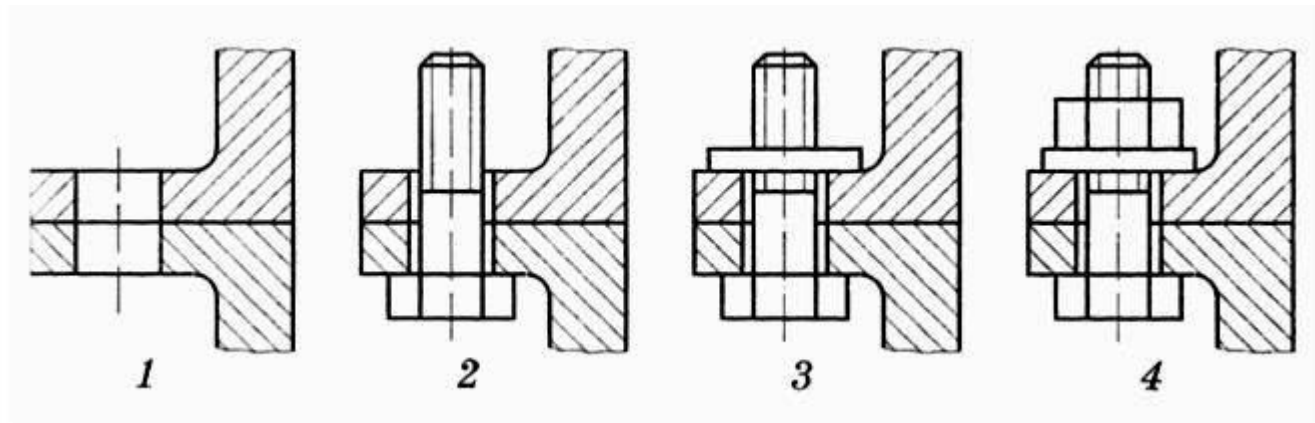
Умовне позначення болта включає тип і розміри різьби, довжину його стержня. Запис «Болт М12×1,25×60» означає: болт з метричною різьбою діаметром 12 мм, малий крок 1,25 мм, довжина стержня 60 мм.

Креслення болтового з'єднання.

Загальний вигляд болтового з'єднання показано на рисунку. У деталях 1 і 2, які треба з'єднати, просвердлюють отвори, діаметри яких трохи більші за діаметр болта 3. Щоб запобігти руйнуванню деталі 2 при загвинчуванні гайки 4, на стержень болта надівають шайбу 5. Креслення такого з'єднання складається з зображень деталей, що входять до його складу.



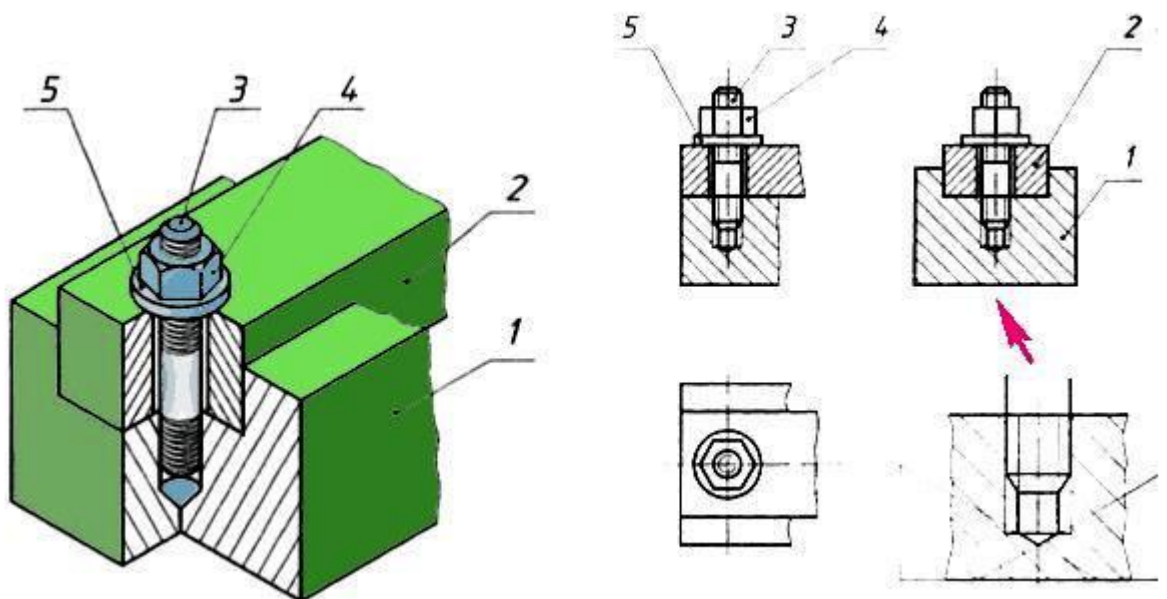
На рисунку показано етапи утворення креслення болтового з'єднання. Спочатку викреслюють з'єднувані деталі (1), потім докреслюють болт, начебто вставлений в отвір у деталях (2). Далі креслять шайбу, надіту на болт (3), і в останню чергу - гайку (4). Така послідовність виконання креслення відповідає порядку утворення самого болтового з'єднання.



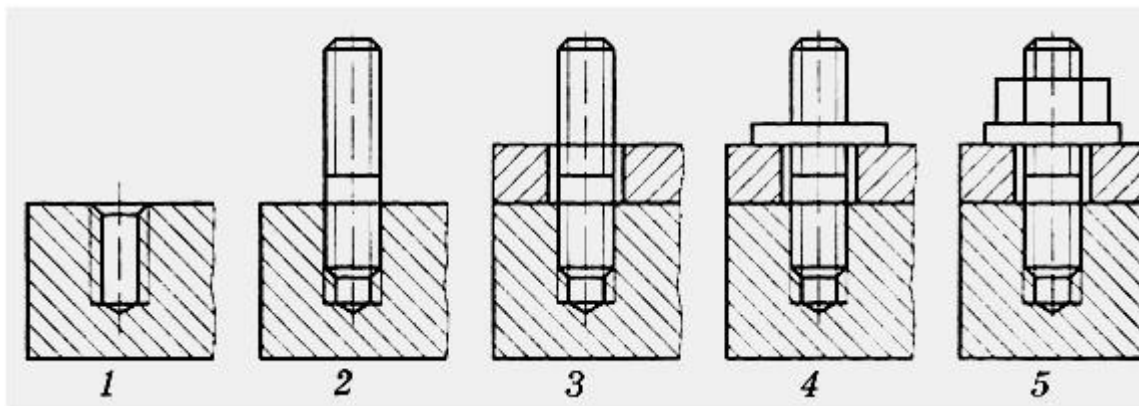
Болти на складальному кресленні показують нерозсіченими, якщо січна площина проходить вздовж їх осі. Також нерозсіченими показують гайки і шайби. Зверніть увагу, як заштриховано з'єднані деталі 1 і 2.

Креслення шпилькового з'єднання.

Загальний вигляд шпилькового з'єднання показано на рисунку. До нього входять з'єднані деталі 1 і 2, шпилька 3, гайка 4 і шайба 5. Одним кінцем шпилька 3 на всю довжину різьби вгвинчується у глухий (ненаскрізний) отвір з різьбою в деталі 1. Зверху надівають деталь 2 з отвором трохи більшого діаметра, ніж діаметр шпильки. На вільний кінець шпильки нагвинчують гайку 4, під яку підкладають шайбу 5. Загвинчуючи гайку, деталі 1 і 2 притискують одну до одної.



На рисунку показано етапи утворення креслення шпилькового з'єднання. Спочатку викреслюють деталь з різьбовим отвором (1), потім докреслюють зображення шпильки, вгвинченої в отвір з різьбою (2). Далі послідовно креслять другу з'єднувану деталь, надіту на шпильку (3), шайбу (4) і гайку (5). Шпильку на кресленні показують нерозсіченою, так само як і шайбу з гайкою.

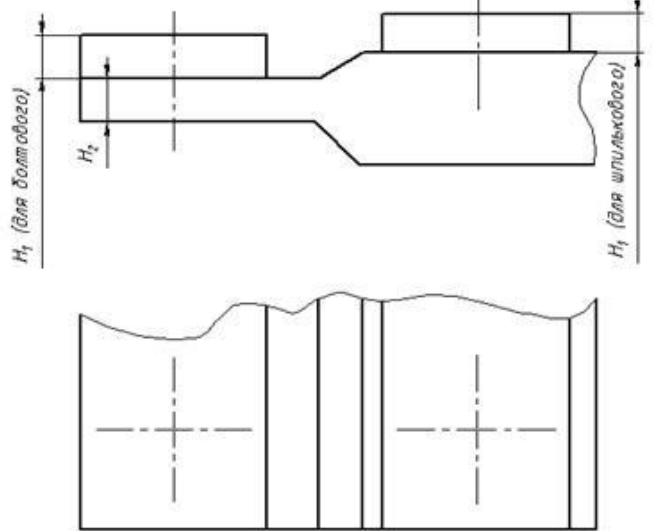


Лінію, що визначає межу різьби на нижньому кінці шпильки, завжди проводять на рівні поверхні деталі, в яку вгвинчено шпильку (деталь 1). Подивіться уважно, як зображується стержень з різьбою, вкручений в отвір. Різьбу в отворі показують тільки там, де її не закриває кінець стержня шпильки. Нижню частину глухого отвору показують незаповненою стержнем. На кінці отвору показують конічне заглиблення, утворене свердлом. Його креслять з кутом при вершині 120° . Штриховку доводять до суцільної товстої лінії.

Практичне завдання

Завдання виконується за варіантом на 2 аркушах формату А4. На першому аркуші необхідно виконати креслення з'єднання. На другому - розрахунки. Всього 12 варіантів за таблицею.

Варіант	Болтове			Шпилькове	
	d	H_1	H_2	d	H_1
1	M4	10	6	M4	12
2	M5	8	8	M5	12
3	M6	6	10	M6	14
4	M8	10	8	M8	18
5	M10	10	10	M10	18
6	M12	10	10	M12	20
7	M4	6	8	M4	14
8	M5	4	10	M5	14
9	M6	8	6	M6	15
10	M8	6	10	M8	14
11	M10	8	10	M10	16
12	M12	8	12	M12	18



При розрахунках необхідно користуватися довідковими даними.

Ряд довжин шпильок (ГОСТ 11765-76) l	10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 30, 35, 40
Ряд довжин болтів (ГОСТ 7789-76) l	8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 30, 35, 40
Розмір під ключ	5, 7, 8, 10, 13, 17, 19, 22, 24, 27, 30

Оптимізовані та рекомендовані розрахунки болта.

	<p>d – <u>номінальний діаметр різьби</u> $l = H_1 + H_2 + 1.3d$ – <u>довжина стрижня болта</u> $l_0 = 2d + 6$ – <u>довжина різьби</u> $h = 0.7d$ – <u>висота головки болта</u> $D = 2d$ – <u>діаметр описаного кола шестигранної головки</u> $S = 1.7d$ – <u>розмір під ключ</u> $c = 0.15d$ – <u>розмір фаски</u> $K = 1.3d$ – <u>запас різьби з висотою гайки та шайби</u> H_1 – <u>товщина деталі 1</u> H_2 – <u>товщина деталі 2</u> $d_f = 1.1d$ – <u>діаметр отвору в деталях</u></p>

Оптимізовані та рекомендовані розрахунки гайки та шайби.

	<p>$S_w = 0.15d$ – <u>висота шайби</u> $D_w = 2.2d$ – <u>зовнішній діаметр шайби</u> $d_w = 1.1d$ – <u>внутрішній діаметр шайби</u></p>
	<p>$H = 0.8d$ – <u>висота гайки</u> $D = 2d$ – <u>діаметр описаного кола гайки</u> $S = 1.7d$ – <u>розмір під ключ</u></p>

Приклад розрахунку та виконання креслення болтового та шпилькового з'єднань.

$d = M6 = 6 \text{ мм}$ – номінальний діаметр різьби болта

$l = H_1 + H_2 + 1.3d = 6 + 5 + 1.3 \cdot 6 = 18.8$ – довжина стрижня болта. З ряду довжин вибираємо найближче більше значення 20 мм.

$l_0 = 2d + 6 = 2 \cdot 6 + 6 = 18 \text{ мм}$ – довжина різьби

$h = 0.7d = 4.2 \text{ мм}$ – висота головки болта

$D = 2d = 2 \cdot 6 = 12 \text{ мм}$ – діаметр описаного кола шестигранної головки

$S = 1.7d = 1.7 \cdot 6 = 10.2 \text{ мм}$ – розмір під ключ

$c = 0.15d = 0.15 \cdot 6 = 0.9 \text{ мм}$ – розмір фаски

$K = 1.3d = 1.3 \cdot 6 = 7.8 \text{ мм}$ – запас різьби з висотою гайки та шайби

$d_f = 1.1d = 1.1 \cdot 6 = 6.6 \text{ мм}$ – діаметр отвору в деталях

Шайба

$S_w = 0.15d = 0.15 \cdot 6 = 0.9 \text{ мм}$ – висота шайби

$D_w = 2.2d = 2.2 \cdot 6 = 13.2 \text{ мм}$ – зовнішній діаметр шайби

$d_w = 1.1d = 1.1 \cdot 6 = 6.6 \text{ мм}$ – внутрішній діаметр шайби

Гайка

$H = 0.8d = 0.8 \cdot 6 = 4.8 \text{ мм}$ – висота гайки

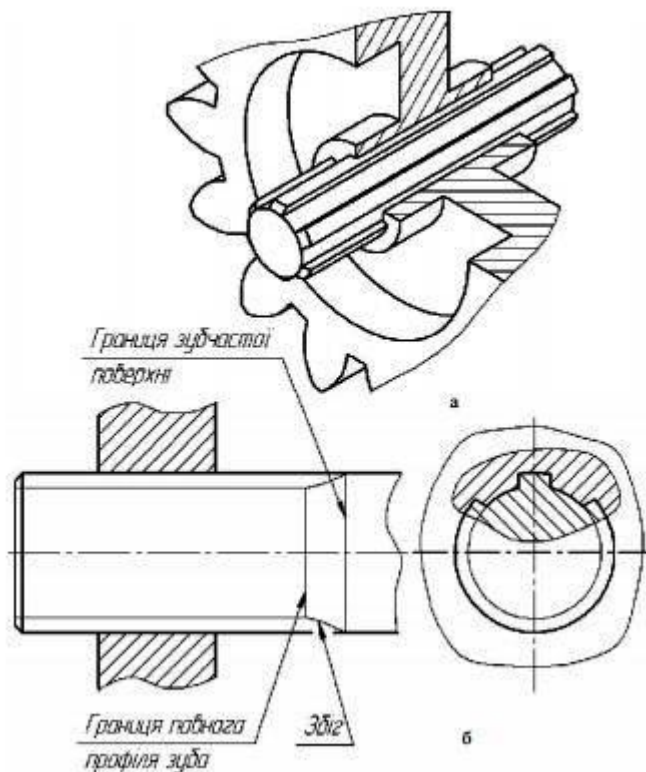
$D = 2d = 2 \cdot 6 = 12 \text{ мм}$ – діаметр описаного кола гайки

$S = 1.7d = 1.7 \cdot 6 = 10.2 \text{ мм}$ – розмір під ключ, з ряду вибираємо 10 мм.

Зубчастий вал - деталь циліндричної форми, на зовнішній поверхні якого рівномірно розташовані западини (шліці), які рівномірно чергуються з зубцями. Зубці входять у западини в створі деталі, створюючи зубчасте (шліцьове) з'єднання. Таким чином, шліцьове з'єднання являє собою багатошпонкове з'єднання, у якому шпонки з валом становлять одне ціле. Цей вид з'єднань застосовується в тому випадку, коли крутний момент, що передається від колеса на вал (чи навпаки) значний за величиною. Крім того, вони забезпечують точне центрування вала й колеса, що має велике значення для швидкохідних передач. Профілі зубців і западин бувають прямокутними, евольвентними (бічні сторони профілю зуба обмежені евольвентой) і трикутними. Шліцьове з'єднання деталей показане на наочному зображенні (рис. 1, а), відповідно до ГОСТ 2.409-74 зубчасті поверхні валів й отвору креслять спрощено. На рис. 1, б показано спрощене зображення вала із зубчастою частиною. Твірні циліндра западин повинні перетинати лінію границі фаски й проходити по її зображенню. При зображенні вала в поздовжньому розрізі твірні циліндра западин показують суцільною тонкою лінією. Цим же типом ліній показують границю між шліцами повного профілю й збігом. На зображенні торця зубчастої частини вала показують профіль тільки одного зуба й двох западин; коло, що обмежує виступи, зображують суцільною основною лінією. Дугу кола, що обмежує западини, зображують суцільною тонкою лінією, фаску на цьому зображенні не показують. Приклад умовного позначення шліцьового з'єднання: число зубців $z = 8$, внутрішній діаметр $d = 36$ мм, зовнішній діаметр $D = 40$ мм, ширина зуба $b = 7$ мм; $D - 8 \times 36 \times 40 \times 7$ (буква в позначенні характеризує спосіб центрування шліцьового з'єднання: d – по внутрішньому діаметру, D – по зовнішньому діаметру, b – по ширині зуба). Параметри шліцьових з'єднань наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 - Шліцьові прямокутні з'єднання (ГОСТ 1139-80) (фрагмент).

Номінальний розмір $z \times d \times D$	Число зубців, z	Внутрішній діаметр, d	Зовнішній діаметр, D	Ширина зуба, b
$6 \times 13 \times 16$	6	13	16	3,5
$6 \times 13 \times 20$	6	16	20	4
$6 \times 13 \times 22$	6	18	22	5
$6 \times 13 \times 25$	6	21	25	5



Шпонковим називають з'єднання, утворене двома спряженими деталями (одна з яких – вал, інша – шків, зубчасте колесо, півмуфта тощо) і шпонкою, яка перешкоджає відносному повороту чи зсуванню цих деталей. Такі з'єднання застосовують у механічних передачах, коли потрібно, щоб з валом оберталася розміщена на ньому деталь (або навпаки). Для того, що утворити шпонкове з'єднання (рис. 1), на вал у 1 і в отворі деталі 3, з'єднуваної з валом, роблять пази – шпонкові канавки. Частина шпонки 2 у паз вала, частина – у паз деталі.

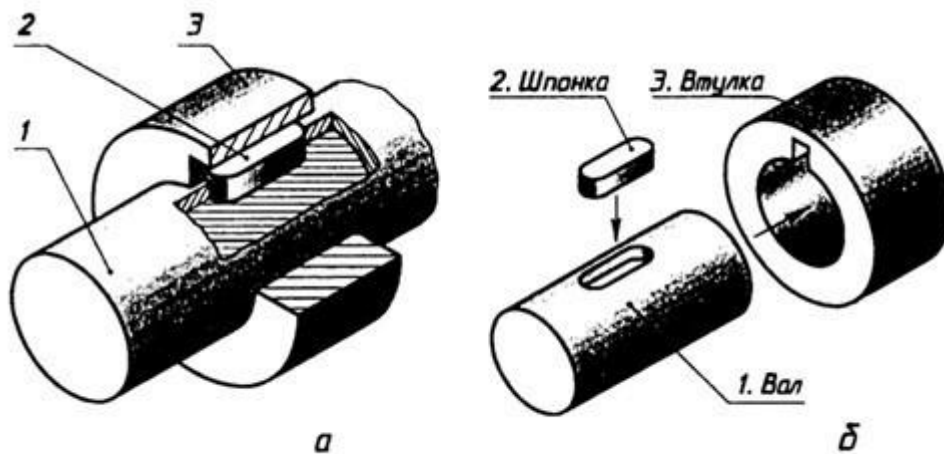


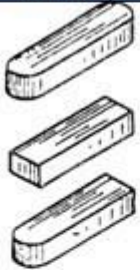
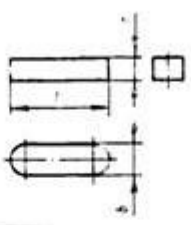
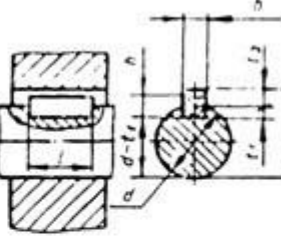
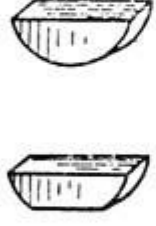
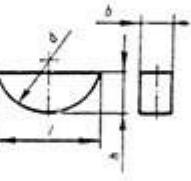
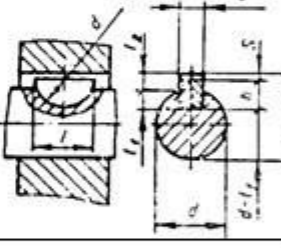
Рис. 1. Шпонкове з'єднання: а – загальний вигляд; б – деталі

Шпонки і пази для них стандартизовані. За формою шпонки бувають призматичні, клинові, сегментні (таб. 1). Розміри шпонок і пазів для них вибирають з довідкових таблиць залежно від величини діаметра вала.

На кресленні шпонкового з'єднання виконують зображення тих деталей, якими воно утворене. З'єднання шпонками на кресленнях показують двома зображеннями. На місці вигляду спереду зображують поздовжній розріз

з'єднання (уздовж осі вала і з'єднуваної з ним деталі). Згідно з існуючими правилами, вали на поздовжніх розрізах зображують нерозсіченими. Щоб виявити форму шпонки і шпонкового паза, на зображенні вала роблять місцевий розріз. Поздовжній розріз доповнюють поперечним розрізом, який розміщують на місці вигляду зліва. На цьому розрізі три деталі з'єднання (вал, втулку, шпонку) зображують розсіченими.

Таблиця 1. Форми та розміри стандартних шпонок

Форма шпонки	Виконання (загальний вигляд)	Розміри	Основні параметри з'єднання
Призматична			
Сегментна			
Клинова	