МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова

О. Ю. КУКЛІНА, А. П. БОЙКО

РІЗЬБИ І РІЗЬБОВІ З'ЄДНАННЯ:

методичні вказівки для аудиторної та самостійної роботи студентів

Рекомендовано Методичною радою НУК

Миколаїв • НУК • 2017

УДК 004.92(075.8)
ББК 32.97я73
К 89

Автори : О. Ю. Кукліна, канд. техн. наук, доцент;
А. П. Бойко, канд. техн. наук, доцент

Рецензент О. Г. Бідніченко, канд. техн. наук, доцент

Рекомендовано Методичною радою НУК

Кукліна О. Ю.

К 89 Різьби і різьбові з'єднання : методичні вказівки для аудиторної та самостійної роботи студентів / О. Ю. Кукліна, А. П. Бойко. – Миколаїв : НУК, 2017. – 64 с.

Уміщено інформацію щодо основних кріпильних виробів та їх з'єднань відповідно до вимог державних стандартів України. Наведено рекомендації до зображення та позначення кріпильних виробів на кресленні, особливості виконання їх креслень у середовищі автоматизованого комп'ютерного проектування AutoCAD. Наведено варіанти графічних робіт "Вироби кріплення" і "Різьбові з'єднання".

Призначено для аудиторної та самостійної роботи студентів першого і другого курсів денної та заочної форм навчання.

УДК 004.92(075.8)
ББК 32.97я73

© Кукліна О. Ю., Бойко А. П., 2017
© Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, 2017

ВСТУП

Відповідно до робочої програми дисципліни "Інженерна та комп'ютерна графіка" студенти першого і другого курсів денної та заочної форм навчання мають ознайомитись з існуючими типами виробів кріплення та виконати графічні роботи по виконанню роз'ємних з'єднань.

У даних методичних вказівках наводиться теоретичний матеріал, необхідний для виконання креслень основних кріпильних виробів та їх з'єднань, відповідно до вимог державних стандартів України. Розглядаються роз'ємні різьбові з'єднання, що виконуються за допомогою болтів, шпильок, гайок і шайб. Ці з'єднання набули широкого застосування в сучасному машинобудуванні.

Надано варіанти завдань та методичні рекомендації щодо виконання графічних робіт "Вироби кріплення" та "З'єднання різьбові" як для ручного креслення, так і для креслення у середовищі автоматизованого комп'ютерного проектування AutoCAD.

1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ. ЗОБРАЖЕННЯ ТА ПОЗНАЧЕННЯ РІЗЬБИ НА КРЕСЛЕННІ. СТАНДАРТНІ РІЗЬБИ ЗАГАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

1.1. Види з'єднань

Машини і механізми можна в загальному поділити на складові частини, які утворюють єдину функціональну систему з'єднаних між собою елементів і деталей. З'єднання є важливими елементами конструкцій. Більшість аварій та різних неполадок у роботі машин і споруд обумовлені незадовільною якістю з'єднань.

Способи здійснення та конструктивні особливості виконання з'єднань деталей можуть бути досить різноманітними. Але незважаючи на існування цієї різноманітності, види спряження поверхонь з'єднуваних деталей надто обмежені.

Складання двох чи декількох деталей можна виконати у вигляді нерухомого чи рухомого з'єднання. Крім того, з'єднання деталей у виробі можуть бути *нероз'ємними* (нерозбірними) чи *роз'ємними* (розбірними). Нероз'ємні з'єднання застосовують у тих випадках, коли при експлуатації виробів розбирання з'єднаних деталей не передбачено. Якщо за умовами експлуатації необхідно здійснювати розбирання з'єднань, їх виконують роз'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.).

1.2. Класифікація різьб

Різьбою називається поверхня, утворена при гвинтовому переміщенні довільного плоского контуру по циліндричній, конічній або іншій поверхні обертання. Різьби класифікуються наступним чином:

1) *за формою профілю* (трикутна, прямокутна, трапецеїдальна, кругла);

2) *за формою поверхні, на якій вона нарізана*:

– циліндрична різьба (утворена на поверхні циліндра);

– конічна різьба (утворена на поверхні конуса);

3) *за розташуванням різьби на поверхні стержня або отвору*:

– зовнішня різьба (утворена на зовнішній поверхні циліндра або конуса);

– внутрішня різьба (утворена на внутрішній поверхні циліндра або конуса);

4) *за призначенням*:

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

– кріпильно-ущільнювальні;

– ходові (наприклад, різьба на валу для руху супорту токарного верстата, різьба на гвинті домкрата та інше);

– спеціальні;

5) *за напрямом різьби*:

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

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

6) за числом заходів:

– однозахідна різьба (утворена однією гвинтовою ниткою);

– багатозахідна різьба (утворена двома, трьома і т. т. д. гвинтовими нитками).

1.3. Основні параметри різьби

Основні параметри різьби розглянемо на прикладі трикутної різьби, зображеної на рис. 1.

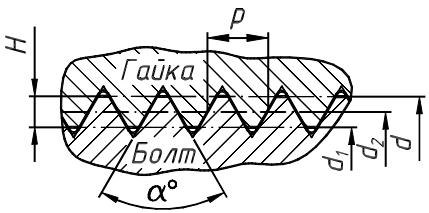


Рис. 1

Параметри трикутної різьби:

d, d_1 – відповідно зовнішній та внутрішній діаметри зовнішньої і внутрішньої різьб;

d_2 – середній діаметр різьби;

a – 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.

1.4. Зображення та позначення різьби на кресленнях

На кресленнях усі різьби зображують умовно, відповідно до вимог ГОСТ 2.311–68, який установлює правила зображення та нанесення позначення різьби на кресленнях всіх галузей промисловості і будівництва.

Різьба на стержні (зовнішня різьба) зображується суцільними товстими основними лініями по зовнішньому діаметру d та суцільними тонкими лініями по внутрішньому діаметру $d_1 = 0{,}85d$ на відстані не менше 0,8 мм і не більше розміру кроку від основної товстої лінії. На вигляді з торця стержня внутрішній діаметр різьби d_1 показують радіусною дугою, розімкненою в довільному місці поза осьовими лініями на 1/4 довжини кола. Довжину різьби l на стержні або в отворі проводять до лінії зовнішнього діаметра різьби і зображають суцільною товстою основною лінією, перпендикулярною до осі різьби. Суцільна тонка лінія зображення різьби на стержні повинна перетинати лінію межі фаски (рис. 2).

Рис. 2

Різьба в отворі (внутрішня різьба) показується суцільними товстими основними лініями по внутрішньому діаметру d_1 та суцільними тонкими по зовнішньому діаметру d. На вигляді з торця отвору зовнішній діаметр різьби d зображують радіусною дугою, рівною 3/4 довжини кола, відстань між лініями та сама, що й для різьби на стержні (рис. 3).

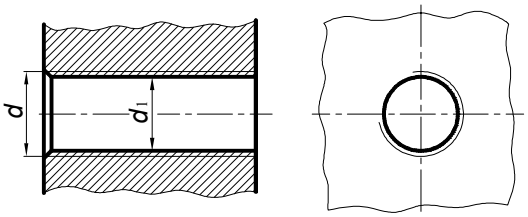


Рис. 3

Штрихування в розрізах і перерізах проводять до лінії зовнішнього діаметра різьби на стрижні і до лінії внутрішнього діаметра в отворі, тобто в обох випадках до суцільної товстої основної лінії (див. рис. 3, 4).

Глухий отвір з різьбою називають *гніздом*. Виконується цей отвір спочатку свердлом на глибину *l*, потім нарізується різьба в гнізді за допомогою різця. Ріжуча кромка свердла утворює конічну форму дна, приймаємо значення кута при вершині за 120° – це оптимальний кут більшості свердел (рис. 4).

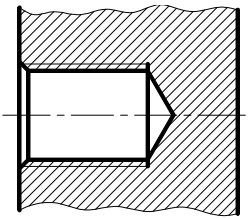


Рис. 4

1.5. Стандартні різьби загального призначення

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 від різьби, номінальний діаметр різьби, позначення поля допуску або класу точності різьби. Для однозахідної різьби позначається додатково крок, а для багатозахідної – хід і крок літерою *P* у дужках, наприклад 3 (*P* 1.5). Умовне позначення лівої різьби – дві літери *LH*.

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.

1.5.1. Метрична різьба. Метрична різьба є основним видом кріпильної різьби. Розміри метричної різьби регламентує ГОСТ 24705–81, її профіль (рис. 5) – ГОСТ 9150–81, кроки – ГОСТ 8724–81, допуски на розміри різьби – ГОСТ 16093–81. В умовне зображення метричної різьби входить літера *M*, значення зовнішнього діаметра різьби в міліметрах, крок різьби та поле допуску. Крок різьби проставляється у випадку, якщо він дрібний.

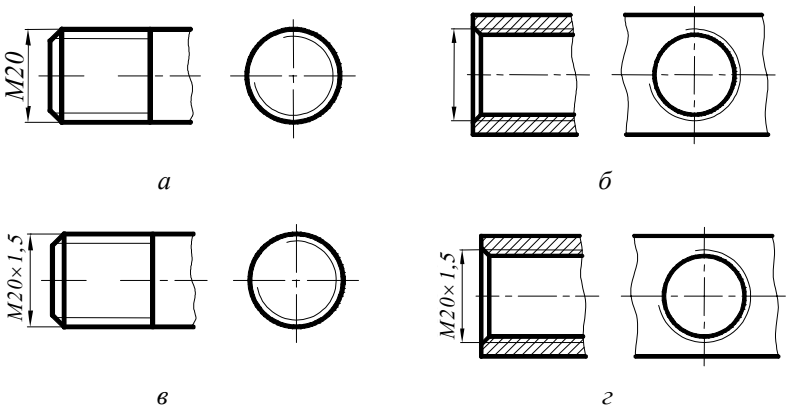
Рис. 5

Приклади умовного позначення метричної різьби з номінальним діаметром 24 мм:

*M*24 – 6*g* – зовнішня, права, з великим кроком і полем допуску 6*g*;

*M*24×2 – 6*H* – внутрішня, права, з дрібним кроком і полем допуску 6*H*.

На учбових кресленнях можна обмежитися позначенням номінального діаметра різьби та, в разі необхідності, кроку. На рис. 6 наведено умовне позначення метричної різьби: *а* – зовнішня з великим кроком; *б* – в отворі з великим кроком; *в* – зовнішня з дрібним кроком; *г* – в отворі з дрібним кроком.



а *б* *в* *г*

Рис. 6

Співвідношення діаметрів і кроків метричної циліндричної різьби загального призначення наведено в табл. 1. Діаметрам різьби 1-го ряду надають перевагу.

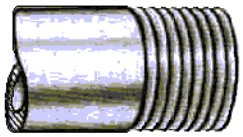
Таблиця 1. **Діаметри та кроки метричної циліндричної різьби, мм**

Діаметр різьби		Крок	
1-й ряд	2-й ряд	великий	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

Продовж. табл. 1

Діаметр різьби		Крок	
1-й ряд	2-й ряд	великий	дрібний
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
–	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

1.5.2. Трубна циліндрична різьба. Трубна циліндрична різьба є кріпильною і застосовується в основному для з'єднання водопровідних і газопровідних труб та арматури. Профіль даної різьби зображений на рис. 7.



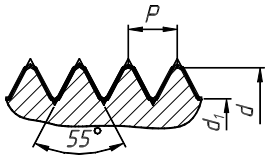


Рис. 7

В умовні позначення трубної циліндричної різьби входять: латинська літера *G*, номінальний умовний розмір у дюймах,

клас точності середнього діаметра і, при необхідності, загальне позначення для лівої різьби (рис. 8).

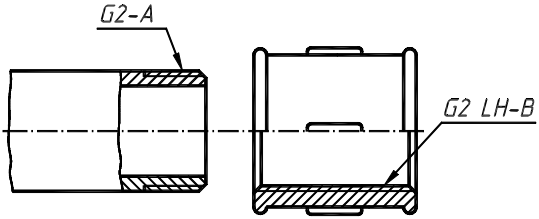


Рис. 8

Для даної різьби встановлено два класи точності *A* і *B*. Приклади умовного позначення трубної циліндричної різьби з номінальним розміром 1 дюйм: *G1–A* (для класу точності А), *G2 LH–B* (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 різьб, номінальний розмір трубної циліндричної різьби позначається в дюймах, при цьому він наближено дорівнює діаметру умовного проходу отвору труби, на якій різьба нарізана. Трубна циліндрична різьба одного і того ж розміру може бути нарізана як на трубах з різною товщиною стінки, так і на суцільному стержні. Параметри трубної циліндричної різьби згідно з ГОСТ 6357–81 наведені в табл. 2.

Таблиця 2. **Розміри трубної циліндричної різьби для діаметрів від 1/4' до 2', мм (перший ряд)**

Діаметр умовного проходу труби D_y		Діаметр різьби		Крок різьби P
дюйми	міліметри	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

Продовж. табл. 2

Діаметр умовного проходу труби D_y		Діаметр різьби		Крок різьби P
дюйми	міліметри	зовнішній d	внутрішній d_1	
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

1.5.3. 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. 9.

Рис. 9

У позначення різьби входять: латинські літери T_r, зовнішній (номінальний) діаметр та інші параметри відповідно до загальних правил позначення різьб. На рис. 10 наведено умовне зображення зовнішньої трапецієвидної різьби та в отворі.

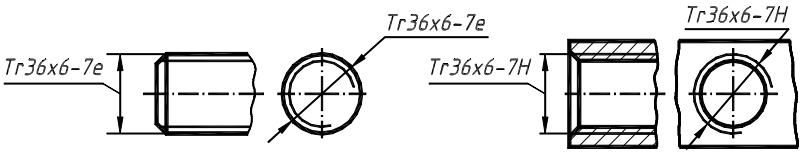


Рис. 10

Приклад умовного позначення різьби з номінальним діаметром 36 мм:

T_r36×18(P6)LH-8H – різьба тризахідна з ходом 18 мм, кроком 6 мм, внутрішня, з полем допуску 8H, ліва;

T_r36×6-6g – різьба зовнішня з полем допуску 7e, кроком 6 мм, права.

1.5.4. Упорна різьба. Упорну різьбу застосовують як ходову при значних односторонніх зусиллях, наприклад у домкратах, пресах і т. п. Профіль різьби визначається згідно з ГОСТ 10177–82 (рис. 11). Розміри номінальних діаметрів і кроків збігаються з відповідними параметрами трапецієвидної різьби.

В позначення різьби входять: латинська літера S, зовнішній (номінальний) діаметр та інші параметри згідно із загальними правилами позначення різьб (рис. 12). Приклад умовного позначення зовнішньої упорної різьби з номінальним діаметром 80 мм, кроком 10 мм, з полем допуску 7h: S80×10-7h.

Рис. 11

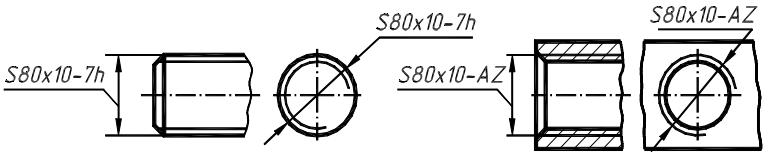


Рис. 12

1.5.5. Прямокутна нестандартна різьба. *Спеціальними* називають різьби, деякі параметри яких відмінні від параметрів стандартизованих різьб. Є два типи спеціальних різьб:

– різьба має стандартизований профіль, але розміри діаметра або кроку її відмінні від розмірів, установлених відповідними стандартами;

– різьба має нестандартизований профіль. Найпоширенішою нестандартизованою ходовою різьбою є прямокутна (рис. 13), її застосовують як ходову різьбу (наприклад, у домкратах і т. п.). У цьому випадку профіль різьби виконують як виносний елемент і на ньому показують усі потрібні розміри (рис. 14).

Рис. 13

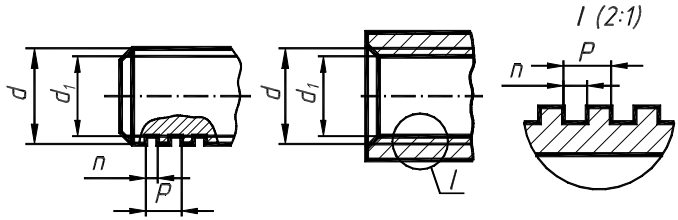


Рис. 14

2. КРІПИЛЬНІ ВИРОБИ

Усі роз'ємні нерухомі різьбові з'єднання здійснюють за допомогою кріпильних різьбових і нерізьбових виробів.

До кріпильних різьбових виробів відносяться болти, гвинти, шпильки і гайки. Форму і розміри різьбових кріпильних виробів регламентують відповідні стандарти.

На стандартизовані кріпильні різьбові вироби робочі креслення, як правило, не виконують, а самі вироби замовляють на основі умовного стандартного позначення. В умовне позначення стандартних різьбових виробів у вказаній послідовності входять: назва виробу, вказівки про точність виготовлення і варіант виконання; стандартне позначення метричної різьби; клас міцності матеріалу, з якого виготовлений виріб; товщина захисного антикорозійного покриття; стандарт на конструкцію.

У нерухомих різьбових з'єднаннях широко застосовують нерізьбові кріпильні вироби (шайби, шплінти, фіксуючі кільця та ін.). Найбільш поширені конструкції цих виробів теж стандартизовані, для них існують умовні стандартні позначення.

2.1. Болти

Болт являє собою стержень з різьбою на одному кінці і головкою на другому. Найпоширеніша конструкція болта з шестигранною головкою. На головному вигляді болтів і гайок показують три грані шестигранників (рис. 15).

Виконання 1

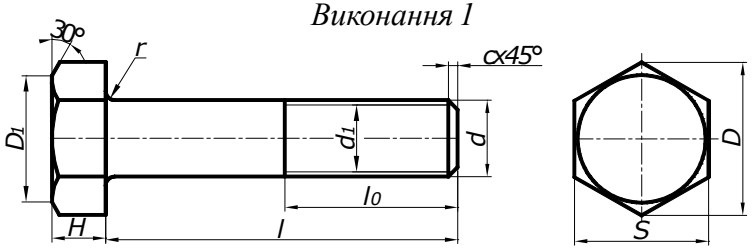


Рис. 15

Болти виготовляють з нормальною, підвищеною і грубою точністю. Якщо необхідно створити креслення, по якому виготовляють болт, то його розміри беруться за відповідними таблицями стандарту (табл. 3, 4). Але на учбових кресленнях часто болти викреслюються по умовних співвідношеннях між зовнішнім діаметром різьби і розмірами елементів болта:

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

$d_1 = 0{,}85d$ – внутрішній діаметр різьби болта;

$H = 0{,}7d$ – висота головки болта;

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

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

$c = (0{,}12 / 0{,}15)d$ – висота фаски нарізаного кінця стержня;

$R = 0{,}08d$ – радіус закруглення під головкою болта;

$R_1 = 1{,}5d$ – закруглення головки болта;

$D \approx (0{,}90...0{,}95)S$;

R_2 – визначається побудовою.

Для болтів передбачена метрична, як основна кріпильна, різьба із великим і дрібним кроками. Робоча довжина болта дорівнює довжині стержня без головки. Приклад умовного позначення болта нормальної точності, виконання *1* без отворів у головці та стержні, з діаметром різьби 20 мм, дрібним кроком 2 мм, полем допуску 6*g* робочою довжиною 100 мм, класом міцності 5.8, без покриття згідно з ГОСТ 7798–70:

"Болт *M*20×2-6*g*×100.5.8 ГОСТ 7798–70".

Болти виконання *2* та *3* використовуються для з'єднання деталей машин, що знаходяться під вібрацією. Вона приводить до самовідгвинчування гайок і болтів. На рис. 16 зображено болт виконання *2* (з отвором для шплінта) та виконання *3* (з двома отворами в головці болта для з'єднання групи болтів за допомогою дроту).

Виконання 2 *Виконання 3*

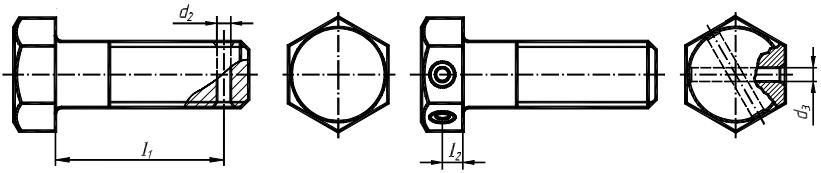


Рис. 16

Таблиця 3. **Основні розміри болтів нормальної точності, мм**

Номінальний діаметр різьби, *d*	Розмір "під ключ", *S*	Висота головки, *H*	Діаметр описаного кола *D*, не менше
6	10	4,0	10,9
8	13	5,5	14,2
10	17	7,0	18,7
12	19	8,0	20,9
(14)	22	9,0	24,3
16	24	10,0	26,5
(18)	27	12	29,9
20	30	13,0	33,3
(22)	32	14	35,0
24	36	15,0	39,6
(27)	41	17	45,2
30	46	19,0	50,9
38	55	23,0	60,8
42	65	26,0	72,1
48	75	30,0	83,4

Таблиця 4. **Довжина різьби болта, мм**

Довжина болта, *l*	Довжина різьби для болтів номінального діаметра *d* (знаком х позначені болти з різьбою по всій довжині)														
	6	8	10	12	(14)	16	(18)	20	(22)	24	(27)	30	36	42	48
8	х	х	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10	х	х	х	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
12	х	х	х	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
14	х	х	х	х	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
16	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х
(18)	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х
20	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х
(22)	18	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х
25	18	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х
(28)	18	22	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х
30	18	22	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х
(32)	18	22	26	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х
35	18	22	26	30	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х
(38)	18	22	26	30	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х
40	18	22	26	30	34	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х
45	18	22	26	30	34	38	х	х	х	х	х	х	х	х	х
50	18	22	26	30	34	38	42	х	х	х	х	х	х	х	х
55	18	22	26	30	34	38	42	46	х	х	х	х	х	х	х
60	18	22	26	30	34	38	42	46	50	х	х	х	х	х	х
65	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54	х	х	х	х	х
70	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54	60	х	х	х	х

Продовж. табл. 4

Довжина болта, *l*	Довжина різьби для болтів номінального діаметра *d* (знаком *x* позначені болти з різьбою по всій довжині)														
	6	8	10	12	(14)	16	(18)	20	(22)	24	(27)	30	36	42	48
75	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54	60	66	x	x	x
80	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54	60	66	x	x	x
(85)	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54	60	66	x	x	x
90	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54	60	66	78	x	x
(95)	–	22	26	30	34	38	42	46	50	54	60	66	78	x	x
100	–	22	26	30	34	38	42	46	50	54	60	66	78	x	x
(105)	–	–	26	30	34	38	42	46	50	54	60	66	78	90	x
110	–	–	26	30	34	38	42	46	50	54	60	66	78	90	x
(115)	–	–	26	30	34	38	42	46	50	54	60	66	78	90	102
120	–	–	26	30	34	38	42	46	50	54	60	66	78	90	102
(125)	–	–	26	30	34	38	42	46	50	54	60	66	78	90	102
130	–	–	32	36	40	44	48	52	56	60	66	72	84	96	108
140	–	–	32	36	40	44	61	52	56	60	66	72	84	96	108
150	–	–	32	36	40	44	61	52	56	73	66	72	84	96	108
220	–	–	–	49	53	57	61	65	69	73	79	85	97	109	121
240	–	–	–	49	53	57	61	65	69	73	79	85	97	109	121
260	–	–	–	49	53	57	61	65	69	73	79	85	97	109	121
280	–	–	–	–	53	57	61	65	69	73	79	85	97	109	121
300	–	–	–	–	53	57	61	65	69	73	79	85	97	109	121

Примітка:

1. Розміри болтів, які взяті у дужки, використовувати не рекомендується.

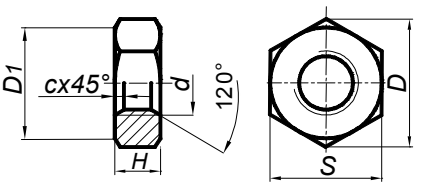
2. Для практичних побудов головки болта діаметр описаного кола D, який відповідає заданному розміру під ключ S, можно розрахувати за формулою $D = 1{,}15S$.

2.2. Гайки

Гайка – це деталь з різьбовим отвором для нагвинчування на різьбовий кінець болта або шпильки. Для стандартизованих гайок визначена форма зовнішньої поверхні, варіант виконання і точність виготовлення. На рис. 17 зображено три варіанти виконання гайки. В стандартних гайках застосовують метричну різьбу з великим і дрібним кроками. Найбільшого поширення отримали стандартні шестигранні гайки різної висоти.

Форму гайки на кресленні цілком передають два її вигляди: на площині проекцій, паралельній осі гайки сполучають половину виду з половиною фронтального розрізу, та вигляд на площині, перпендикулярній осі гайки. На кресленні вказують розмір різьби, розмір S під ключ і дають позначення гайки по стандарту.

Виконання 1



Виконання 2 *Виконання 3*

Рис. 17

Приклад умовного позначення гайки виконання 1, нормальної точності з діаметром метричної різьби 12 мм, дрібним кроком 1,25 мм:

"Гайка *М*12×1,25 ГОСТ 5915–70".

Таблиця 5. **Основні параметри гайок, мм**

Номінальний діаметр різьби, $d_н$	Крок різьби		Розмір "під ключ", *S*	Діаметр описаного кола *D*, не менше	Висота, *H*
	великий	дрібний			
6	1,0	–	10	10,9	5,2
8	1,25	1,0	13	14,2	6,8
10	1,5	1,25	16	17,6	8,4
12	1,75	1,25	18	19,9	10,8
(14)	2,0	1,5	21	22,8	12,8
16	2,0	1,5	24	26,2	14,8
18	2,5	1,5	27	29,6	16,4
20	2,5	1,5	30	33,0	18,0
(22)	2,5	1,5	34	37,3	19,8
24	2,5	2,0	36	39,6	21,5
(27)	2,5	2,0	41	45,2	23,6
30	3,5	2,0	46	50,9	25,6
36	4,0	3,0	55	60,8	31,0
42	4,5	3,0	65	71,3	34,0
48	5,0	3,0	75	82,6	38

2.3. Шпильки

Шпилька – це циліндричний стержень з різьбою на обох кінцях. Шпилька служить для з'єднання двох чи декількох деталей. В основному шпильки застосовують у тих випадках, коли нераціонально використовувати болти і гвинти великої довжини. Конструкцію і розміри шпильок загального призначення регламентують ГОСТ 22032–76 / ГОСТ 22043–76. Параметри метричної різьби такі самі, як і для болтів, гайок і гвинтів.

Один кінець шпильки l_1 вгвинчується в нарізаний отвір деталі, а на інший кінець l_0 нагвинчується гайка. Довжина різьбового кінця l_1 для загвинчування в деталь залежить від міцності матеріалу даної деталі і вибирається по відповідній таблиці стандарту (табл. 6). Робоча довжина шпильки l дорівнює частині її довжини без кінця шпильки, який загвинчують у деталь. Довжина різьби на робочому кінці шпильки l_0 визначається її номінальним діаметром та ідентична довжині різьби на болті (див. табл. 4).

При зображенні шпильки викреслюють тільки один вид на площині, паралельній осі шпильки, і вказують розміри різьби, довжину l шпильки та її умовне позначення (рис. 18).

Приклад умовного позначення шпильки нормальної точності для загвинчування в чавунну деталь робочою довжиною 60 мм:

"Шпилька *М*16×60 ГОСТ 22034–76".

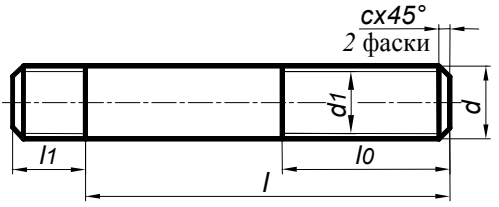


Рис. 18

Таблиця 6. **Вибір шпильки залежно від матеріалу деталі, мм**

Довжина кінця, що загвинчується, l_1	ГОСТ на шпильку	Матеріал деталі
$l_1 = d$	22032–76	Сталь, бронза, латунь, титанові сплави
$l_1 = 1{,}25d$	22034–76	Чавун
$l_1 = 1{,}6d$	22036–76	Чавун, допускається використання сталі, бронзи
$l_1 = 2d$	22038–76	Легкі сплави, допускається використання сталі

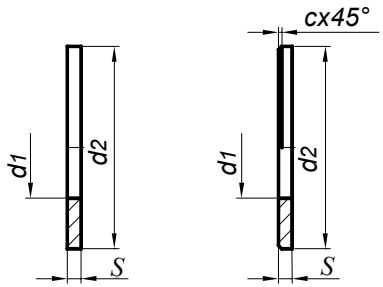
2.4. Шайби

Шайба – це плоска деталь з отвором без різьби. Найбільш поширені круглі, пружинні, стопорні, косі шайби. На рис. 19 зображено два варіанти виконання круглої шайби. Основні параметри круглих шайб по ГОСТ 11371–78 наведено в табл. 7.

Внутрішній діаметр шайби звичайно на 0,5...2,0 мм більше діаметра стержня болта, на який шайба надівається. В умовне позначення шайби включається діаметр різьби стержня болта чи шпильки, хоча сама шайба різьби не має.

Приклад умовного позначення круглої шайби виконання 1 для кріпильної деталі з різьбою *М*20:

"Шайба 20 ГОСТ 11371–78".



Примітка:
$c = (0{,}20\ldots0{,}40)S$

Рис. 19

Таблиця 7. **Основні параметри гайок, мм**

Номінальний діаметр різьби, $d_н$	d_1 виконання		d_2	S
	1	2		
5	5,5	5,3	10	1,0
6	6,6	6,4	12	1,6
8	9,0	8,4	16	1,6
10	11	10,5	20	2,0
12	13,5	13	24	2,5
14	15,5	15	28	2,5
16	17,5	17	30	3,0
18	20	19	34	3,0
20	22	21	37	3,0
22	24	23	39	3,0
24	26	25	44	4,0
27	30	28	50	4,0
30	33	31	56	4,0
36	39	37	66	5,0
42	45	43	78	7,0
48	52	50	92	8,0

3. РІЗЬБОВІ З'ЄДНАННЯ

Зображення різьбових з'єднань на кресленнях виконуються відповідно до вимог стандартів. Основні види різьбових з'єднань – це з'єднання за допомогою болтів, гвинтів, шпильок, гайок і сполучних деталей трубопроводів. Розрізняють *конструктивне*, *спрощене* й умовне зображення кріпильних деталей та їх з'єднань.

При *конструктивному* зображенні розміри деталей та їх елементів точно відповідають стандартам. При *спрощеному* зображенні розміри кріпильних деталей визначають за умовними співвідношеннями залежно від діаметра різьби та спрощено викреслюють фаски, шліци, різьбу в глухих отворах і т. д.

Умовні позначення використовуються при діаметрах стержнів кріпильних деталей 2 мм і менше. Зображення спрощені й умовні кріпильних деталей встановлені ГОСТ 2.315–68. У цьому розділі наводяться спрощені зображення кріпильних деталей у різьбових з'єднаннях, рекомендовані в навчальних кресленнях.

3.1. З'єднання болтом

З'єднання болтом використовують для скріплення двох та більше деталей. У деталях, що з'єднуються, просвердлюють наскрізні отвори діаметром $d_0 = (1{,}05 \ldots 1{,}10) \times d_н$, де $d_н$ – номінальний діаметр різьби болта. В отвір вставляють болт, надягають на нього шайбу і нагвинчують до упору гайку.

Робочу довжину болта знаходять за формулою

$$L = H_1 + H_2 + H_г + S_ш + 0{,}25d_н,$$

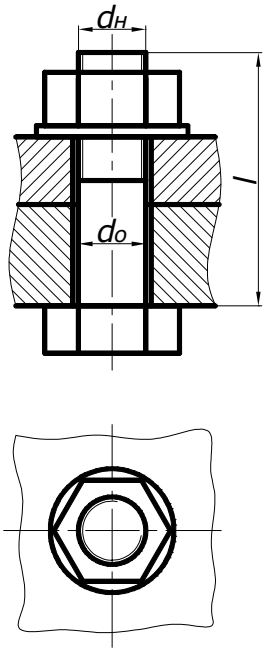
де H_1 і H_2 – товщини з'єднувальних деталей; $H_г$ – висота гайки; $S_ш$ – товщина шайби; $d_н$ – номінальний діаметр різьби.

При спрощеному зображенні болтового з'єднання для розрахунку робочої довжини болта можна використовувати наступну залежність:

$$L = H_1 + H_2 + 1{,}3d_н,$$

де H_1 і H_2 – товщини з'єднувальних деталей; $d_н$ – номінальний діаметр різьби. Параметр $1{,}3d_н$ наближено враховує конструктивні розміри товщини шайби, висоти гайки і запас по довжині болта.

Розраховану довжину болта округлюють до найближчої стандартної довжини болта. Ряд стандартних довжин L болтів по ДСТУ 7798–70: *8*; *10*; *12*; *14*; *16*; *20*; *25*; *30*; *35*; *38*; *40*; *45*; *50*; *55*; *60*; *65*; *70*; *75*; *80*; *85*; *90*; *95*; *100*; *105*; *110*; *115*; *120*; *125*; *130*; *140*; *150*; *160*; *170*; *180*; *190*; *200*; *220*; *240*; *260*; *280*; *300 мм*.



Для виконання спрощеного зображення болтового з'єднання у відповідних таблицях обирається решта параметрів згідно довжині болта та діаметру (табл. 3, 4). Розміри гайки та шайби обираються з табл. 5, 7 по діаметру болта.

Рис. 20

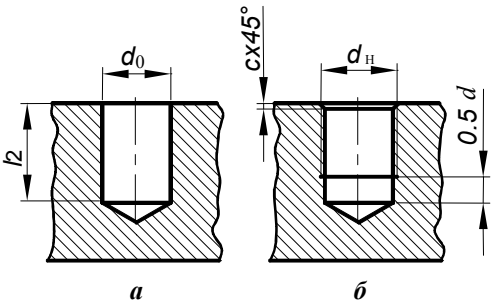
На кресленні болтового з'єднання виконують не менше двох зображень – на площині проекцій, паралельній осі болта, і на площині проекцій, перпендикулярній його осі (з боку гайки).

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 різьби, довжину болта і діаметр отвору під болт (рис. 20).

3.2. З'єднання шпилькою

Шпилькове з'єднання складається зі шпильки, шайби, гайки і деталей, що з'єднуються. З'єднання деталей шпилькою застосовується тоді, коли немає місця для головки болта або коли одна з деталей, що з'єднуються, має значну товщину. В 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 різьбою – гніздо під шпильку, яка вгвинчується в нього кінцем l_1. Інші деталі, що з'єднуються, мають наскрізні отвори діаметром $d_0 = (1{,}05...1{,}10)\times d$, де d – діаметр різьби шпильки. Гніздо спочатку висвердлюється на глибину l_2, що на $0{,}5d$ більше кінця шпильки, що вгвинчується (рис. 21, ***а***) , а потім у гнізді нарізується різьба (рис. 21, ***б***). На вході в гніздо виконується фаска $c = 0{,}15d$. При вгвинченій у гніздо шпиль ціподальше з'єднання деталей здійснюється як у випадку болтового з'єднання.



а ***б***

Рис. 21

Дійсну робочу довжину шпильки знаходять як суму наступних параметрів:

$$L = H_1 + H_г + S_ш + 0{,}25d_н,$$

де H_1 – товщина деталі, що приєднується; $H_г$ – висота гайки; $S_ш$ – товщина шайби; $d_н$ – номінальний діаметр різьби. Отриману суму заокруглюють до найближчої більшої із наведеного стандартного ряду робочих довжин L за таблицею 4, з цієї ж таблиці за дійсним значенням робочої довжини L визначають довжину різьбової частини шпильки l_0.

При спрощеному зображенні шпилькового з'єднання для розрахунку робочої довжини шпильки L використовують залежність

$$L, = H_1 + 1{,}3d_н,$$

де H_1 – товщина деталі, що приєднується; $d_н$ – номінальний діаметр різьби. Параметр $1{,}3d_н$ наближено враховує конструктивні розміри товщини шайби, висоти гайки і запас різьби по довжині шпильки.

Для виконання спрощеного зображення шпилькового з'єднання у відповідних таблицях обирається решта параметрів для гайки та шайби згідно з діаметром шпильки (табл. 5, 7).

На рис. 22 представлено спрощене зображення шпилькового з'єднання. На кресленні шпилькового з'єднання лінія розділення деталей, що з'єднуються, повинна збігатися з границею різьби нарізаного кінця

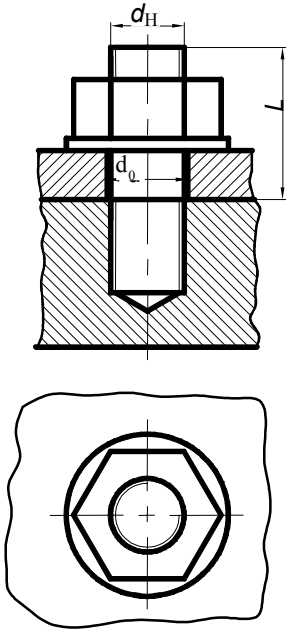


Рис. 22

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

3.3. Умовні зображення кріпильних деталей і з'єднань

Умовні зображення кріпильних деталей (табл. 8) регламентує ГОСТ 2.315–68. Умовно в з'єднаннях зображують кріпильні деталі, для яких на кресленні діаметр стержня дорівнює 2 мм або менше. Умовне зображення і його розміри повинні давати вичерпну і необхідну інформацію про вигляд з'єднання та його складові частини.

Таблиця 8. **Умовні зображення кріпильних деталей**

Назва деталі	Вигляд	Зображення
Болти і гвинти з півкруглою та циліндричною головкою	Головний	
	Зверху	
	Знизу	
Гвинти з півпотайною і потайною головками	Головний	
	Зверху	
	Знизу	

Продовж. табл. 8

Назва деталі	Вигляд	Зображення
Гайки	Головний	
	Зверху	
Шайби	Головний	
	Зверху	
Шпильки	Головний	
	Зверху	

На рис. 23 наведено приклади виконання умовного зображення різьбових з'єднань: ***а*** – болтом на вигляді і в розрізі; ***б*** – шпилькою на вигляді і в розрізі.

а ***б***

Рис. 23

3.4. Специфікація на вироби

Кожне складальне креслення супроводжують специфікацією. *Специфікація* – це документ, який визначає склад складальної одиниці. Він потрібний для виготовлення, комплектування конструкторських документів і планування запуску у виробництво складових частин складальної одиниці. Специфікація має вигляд таблиці, до якої заносять номери позицій, позначення робочих креслень деталей, що входять до складальної одиниці. Виконують її на окремих аркушах формату А4 за формою

і заданими розмірами (рис. 24). Необхідно звернути увагу, що графи основного надпису таких окремих листів відрізняються від основного надпису, який використовується на кресленнях. Якщо креслення виконується на форматі А1, то специфікацію дозволяється розміщувати на ньому над основним надписом.

На навчальних складальних кресленнях до специфікації здебільшого заносять розділи "*Документація*", "*Деталі*", "*Стандартні вироби*", "*Матеріали*".

Кріпильні вироби, їх найменування і позначення відповідно до стандартів на цей виріб (наприклад "Болт М12×70 ГОСТ 7805–70") вказують в розділі "Стандартні вироби".

У межах кожної категорії стандартів на стандартні вироби запис роблять за однойменними групами, в межах кожної групи – в алфавітному порядку зростання позначень стандарту, в порядку зростання розмірів або основних параметрів виробів. Наприклад: групу кріпильних виробів потрібно записувати в такій послідовності: болти, гвинти, гайки, шайби, шпильки і т. д.

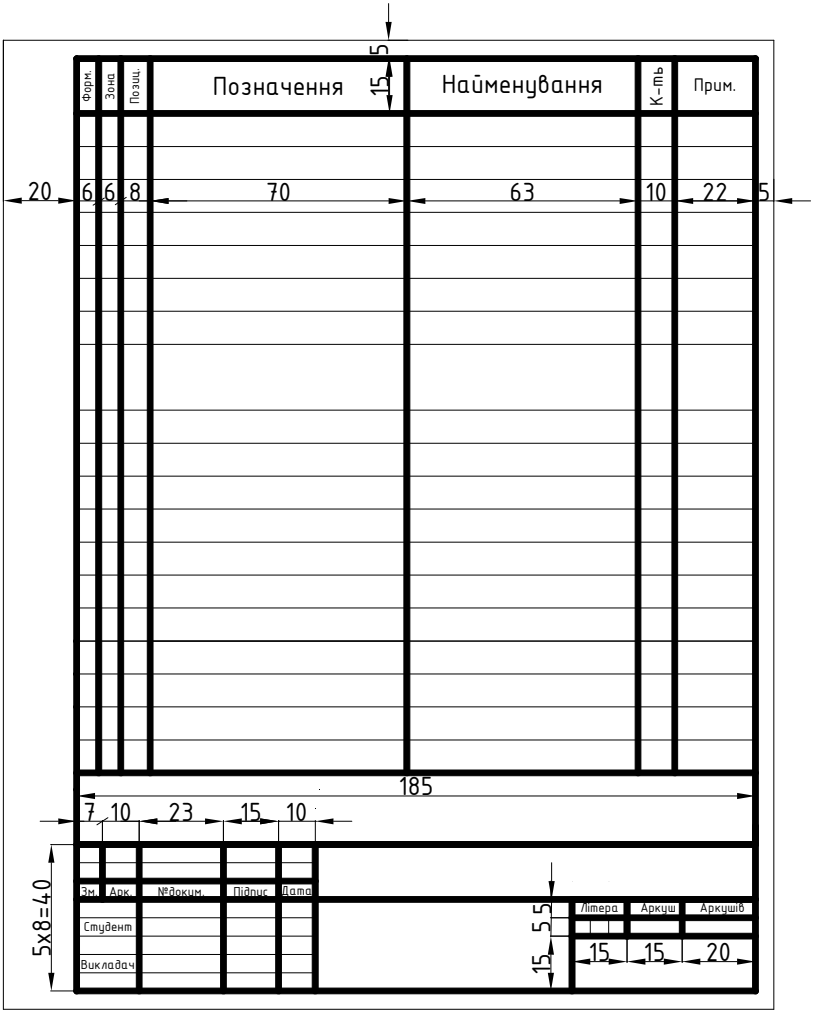

Форм.
Зона
Позиц.
Позначення
Найменування
К-ть
Прим.
5
15
20
6
6
8
70
63
10
22
5
185
7
10
23
15
10
Зм.
Арк.
№докум.
Підпис
Дата
Студент
Викладач
5x8=40
Літера
Аркуш
Аркушів
5
5
15
15
15
20

Рис. 24

4. МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ ГРАФІЧНИХ РОБІТ

По даній темі передбачено виконання двох графічних робіт: "Вироби кріплення" та "Різьбові з'єднання". Згідно з робочими програмами, студенти різних спеціальностей можуть виконувати ці завдання як за допомогою ручного креслння, так і у середовищі автоматизованого комп'ютерного проектування AutoCAD.

4.1. Виконання роботи "Вироби кріплення"

Завдання. На форматі А3 накреслити кріпильні вироби: болт, гайку, шайбу та шпильку по розмірах з відповідних стандартів залежно від значення номінального діаметра різьби. Вихідні дані для виконання завдання "Кріпильні вироби" згідно з номером варіанта наведено в табл. 9.

Незалежно від робочого положення кріпильні вироби викреслюються так, щоб їх вісь розташовувалася паралельно основному напису креслення.

Гайку та шайбу необхідно викреслювати по розмірах, які відповідають розмірам болта даного варіанту. Креслення болта виконується в трьох проекціях, а гайки – у двох.

4.1.1. Креслення болта. Болт визначається номінальним діаметром різьби d і довжиною болта l. Креслення болта починають з викреслювання головки болта. Рекомендується наступний порядок побудови у середовищі автоматизованого комп'ютерного проектування AutoCAD:

1) Викреслюємо проекції правильної шестигранної призми без фасок. Для цього спочатку креслять шестигранник головки болта. Будуємо шестикутник по розміру головки болта "під ключ". Для цього використовуємо команду **Многоугольник**

(POLYGON), задаємо кількість сторін – 6, вибираємо опцію – *Описаний навколо кола* (рис. 25).

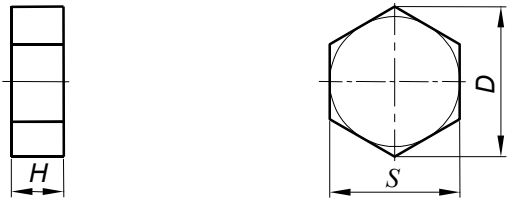


Рис. 25

2) Виконуємо фаску для зрізання гострих крайок кутів шестигранної призми, які можуть служити причиною порізів.

Для цього визначають величину діаметра $D_1 = 0{,}95S$, потім проводять на профільній площині проекції окружність діаметра D_1 та визначають точки 1_3 і 2_3 її перетину з вертикальною віссю. За допомогою горизонтальних ліній зв'язку на фронтальній проекції знаходять відповідні точки 1_2 та 2_2 (рис. 26).

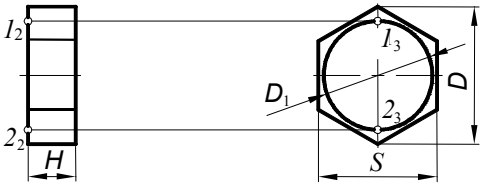


Рис. 26

3) Через точки 1_2 та 2_2 проводять прямі (твірні конуса) під кутом 30° до перетину з ребрами призми в точках 5_2 та 8_2 .При цьому точки 6_2 та 7_2 (точки перетину інших ребер з поверхнею конуса) будуть знаходитися на лінії, яка з'єднує точки 5_2 та 8_2. Отримані точки 5_2, 6_2, 7_2, 8_2 являються точками перетину гіпербол, які утворюються при перетині конічної поверхні фаски з гранями головки болта (рис. 27).

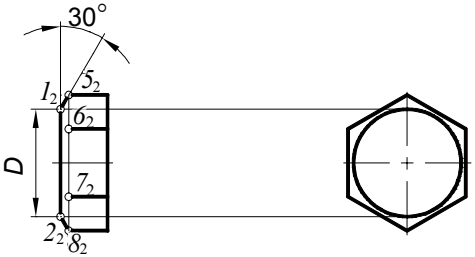


Рис. 27

4) Для знаходження вершин гіпербол на профільній проекції проводять допоміжну окружність, дотичну до сторін шестикутника, і відмічають на ній точки 9_3, 10_3, 11_3 – профільні проекції вершин гіпербол. Фронтальні проекції вершин гіпербол будуть знаходитися на фронтальній проекції цієї окружності, яка на дану площину проектується в пряму лінію, паралельну 1_2, 2_2. Після того, як побудована фронтальна проекція цієї окружності, визначають на ній положення точок 9_2, 10_2 та 11_2 – фронтальні проекції вершин гіпербол (рис. 28).

5) Лекальні криві – гіперболи умовно заміняють дугами окружностей, проведеними через три точки. Для цього використовуємо команду **Дуга** (ARC) з опцією по трьох точках (рис. 29).

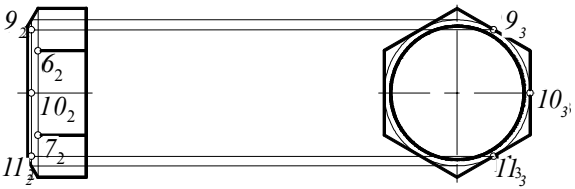


Рис. 28

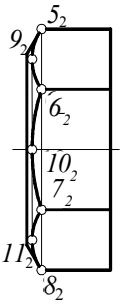


Рис. 29

6) Для побудови горизонтальної проекції головки болта знаходять точки 3_1 та 4_1, від яких проводять під кутом 30° прямі

лінії (твірні конуса), а потім, визначивши за допомогою ліній зв'язку точки 5_1, 6_1, та 9_1, проводять через них дугу (рис. 30).

Потім креслять основну частину болта та проставляють розміри за допомогою стандартних команд AutoCAD. Результат побудов болта *M*20×65 представлено на рис. 31.

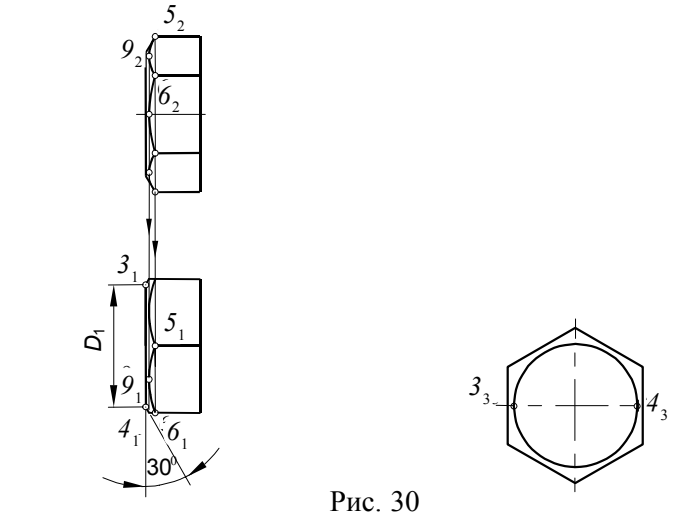


Рис. 30

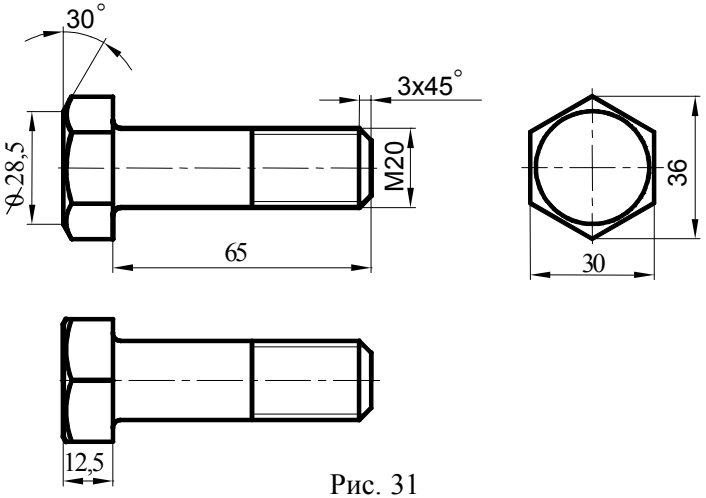


Рис. 31

4.1.2. Креслення гайки. Побудова гайки аналогічна побудові головки болта, з тією різницею, що висота гайки більша, ніж висота головки болта. Спочатку викреслюємо дві проекції гайки аналогічно кресленню головки болта (рис. 32), потім на фронтальній проекції виконуємо розріз (рис. 33). Далі проставляємо розміри (рис. 34).

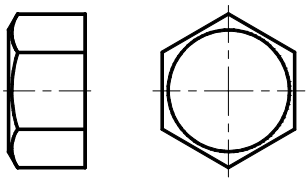


Рис. 32

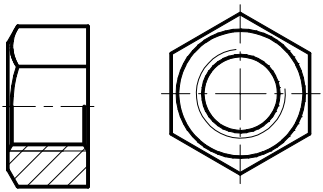


Рис. 33

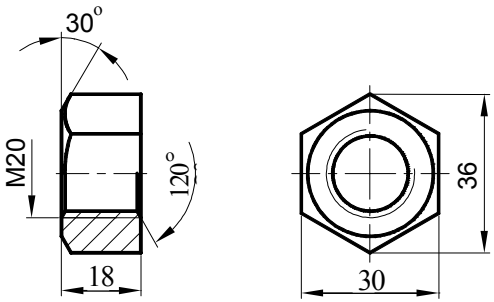


Рис. 34

Виконання креслення шайби та шпильки складності не представляє, тому окремо не розглядається.

Приклад виконання індивідуального графічного завдання "Вироби кріплення" представлено на рис. 35.

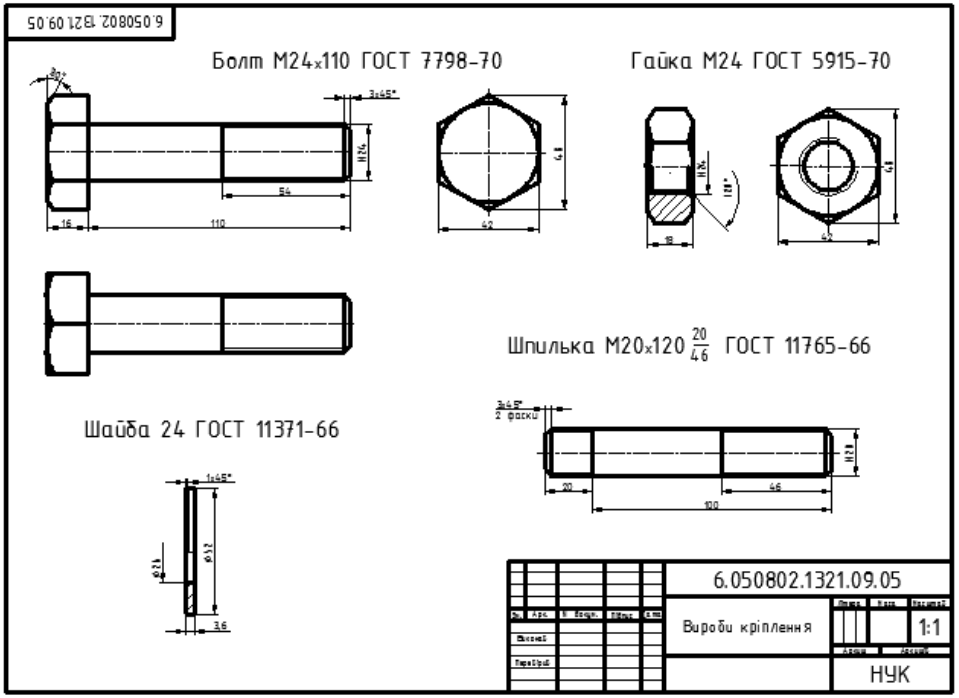

6.050802.1321.09.05
Болт М24х110 ГОСТ 7798-70
Гайка М24 ГОСТ 5915-70
Шайба 24 ГОСТ 11371-66
Шпилька М20х120 20/46 ГОСТ 11765-66
6.050802.1321.09.05
Вироби кріплення
1:1
НУК

Рис. 35

Таблиця 9. **Варіанти індивідуального завдання до виконання роботи "Вироби кріплення"**

Болт з шестигранною головкою (ГОСТ 7798–70)

№ варіанта	Умовне позначення болта
1	Болт *М*20 × 1,5 × 100
2	Болт *М*24 × 110
3	Болт *М*12 × 1,25 × 50
4	Болт *М*16 × 120
5	Болт *М*24 × 2 × 130
6	Болт *М*12 × 60
7	Болт *М*22 × 1,25 × 110
8	Болт *М*30 × 2,0 × 140
9	Болт *М*20 × 1,5 × 130
10	Болт *М*16 × 1,25 × 120
11	Болт *М*12 × 80
12	Болт *М*20 × 100
13	Болт *М*24 × 2,5 × 140
14	Болт *М*12 × 100
15	Болт *М*22 × 1,25 × 120
16	Болт *М*30 × 150
17	Болт *М*22 × 1,5 × 100
18	Болт *М*24 × 110
19	Болт *М*12 × 70
20	Болт *М*16 × 120
21	Болт *М*24 × 2 × 130
22	Болт *М*12 × 1,25 × 60
23	Болт *М*22 × 1,5 × 110

Продовж. табл. 9

№ варіанта	Умовне позначення болта
24	Болт *M*30 × 2,5 × 140
25	Болт *M*20 × 130
26	Болт *M*16 × 1,25 × 120
27	Болт *M*12 × 80
28	Болт *M*20 × 110
29	Болт *M*24 × 2,5 × 140
30	Болт *M*12 × 100
31	Болт *M*22 × 1,25 × 130
32	Болт *M*30 × 150

Шпилька (ГОСТ 22043–76)

№ варіанта	Умовне позначення шпильки
1	Шпилька $M12 \times 1{,}25 \times 50\ \frac{24}{30}$
2	Шпилька $M20 \times 100\ \frac{25}{46}$
3	Шпилька $M24 \times 110\,\frac{30}{54}$
4	Шпилька $M16 \times 65\ \frac{15}{30}$
5	Шпилька $M30 \times 2 \times 120\ \frac{25}{46}$
6	Шпилька $M18 \times 90\ \frac{20}{46}$
7	Шпилька $M22 \times 1{,}25 \times 110\,\frac{30}{54}$

Продовж. табл. 9

№ варіанта	Умовне позначення шпильки
8	Шпилька $M12 \times 1{,}5 \times 90\ \frac{26}{34}$
9	Шпилька $M16 \times 100\ \frac{36}{48}$
10	Шпилька $M24 \times 1{,}5 \times 90\ \frac{16}{34}$
11	Шпилька $M20 \times 120\ \frac{35}{64}$
12	Шпилька $M24 \times 2{,}0 \times 130\ \frac{30}{54}$
13	Шпилька $M18 \times 1{,}25 \times 110\ \frac{35}{54}$
14	Шпилька $M20 \times 1{,}5 \times 90\ \frac{24}{30}$
15	Шпилька $M12 \times 80\ \frac{12}{30}$
16	Шпилька $M16 \times 2{,}5 \times 120\ \frac{30}{54}$
17	Шпилька $M14 \times 1{,}25 \times 70\ \frac{24}{30}$
18	Шпилька $M20 \times 100\ \frac{25}{46}$
19	Шпилька $M24 \times 120\ \frac{30}{54}$
20	Шпилька $M16 \times 65\ \frac{15}{30}$
21	Шпилька $M12 \times 2{,}0 \times 120\ \frac{25}{36}$

Продовж. табл. 9

№ варіанта	Умовне позначення шпильки
22	Шпилька $M18 \times 100\,\frac{20}{36}$
23	Шпилька $M22 \times 1{,}25 \times 110\,\frac{30}{54}$
24	Шпилька $M12 \times 1{,}5 \times 90\,\frac{26}{34}$
25	Шпилька $M16 \times 100\,\frac{30}{48}$
26	Шпилька $M24 \times 1{,}25 \times 90\,\frac{16}{34}$
27	Шпилька $M20 \times 120\,\frac{35}{64}$
28	Шпилька $M24 \times 2{,}0 \times 130\,\frac{30}{54}$
29	Шпилька $M18 \times 1{,}25 \times 110\,\frac{35}{54}$
30	Шпилька $M20 \times 1{,}5 \times 90\,\frac{24}{30}$
31	Шпилька $M12 \times 80\,\frac{12}{30}$
32	Шпилька $M14 \times 2{,}5 \times 100\,\frac{24}{54}$

4.2. Виконання роботи "Різьбові з'єднання"

Завдання. На форматі А4 виконати спрощене зображення болтового з'єднання у двох проекціях відповідно до варіанта. Нанести розміри на складальне креслення, проставити номери

позицій. Виконати специфікацію до складального креслення. Дані для креслення наведено в табл. 10.

Таблиця 10. **Варіанти індивідуального завдання на виконання роботи "Різьбові з'єднання", мм**

№ варіанта	Діаметр різьби болта	Товщина основи, *n*	Товщина кришки, *m*
1	*M*6	15	20
2	*M*8	18	24
3	*M*10	20	25
4	*M*12	22	28
5	*M*14	24	32
6	*M*16	26	36
7	*M*18	28	40
8	*M*20	30	38
9	*M*22	32	36
10	*M*24	34	32
11	*M*27	36	30
12	*M*30	38	28
13	*M*36	40	26
14	*M*42	34	30
15	*M*48	30	45
16	*M*6	20	25
17	*M*8	18	24
18	*M*10	20	30
19	*M*12	25	28
20	*M*14	32	24
21	*M*16	30	35
22	*M*18	38	22
23	*M*20	35	40
24	*M*22	38	24

Продовж. табл. 10

№ варіанта	Діаметр різьби болта	Товщина основи, *n*	Товщина кришки, *m*
25	*M*24	35	25
26	*M*27	30	36
27	*M*30	28	40
28	*M*36	38	22
29	*M*42	44	26
30	*M*48	45	30
31	*M*6	35	25
32	*M*8	26	24

Примітка. Стандарти для виконання болта – ГОСТ 7798–70, гайки – ГОСТ 5915–70, шайби – ГОСТ 11371–68.

Порядок виконання роботи "Різьбові з'єднання" у системі AutoCAD

Креслення болтового з'єднання звичайно виконують, виходячи із заданого діаметру болта, товщини *n* і *m* деталей, що з'єднуються.

Болти, гайки та шайби на складальному кресленні у розрізі показують такими, що є нерозрізаними. На кресленнях з'єднань стандартні деталі зображують спрощено. Завдяки спрощеному зображенню кріпильних деталей прискорюється процес виконання креслень.

Розглянемо приклад створення болтового з'єднання.

Дві деталі (основа товщиною $n = 38$ мм, кришка товщиною $m = 20$ мм) необхідно з'єднати за допомогою болта *M*24.

Запропонована наступна методика виконання різьбового з'єднання – окремо викреслити у двох проекціях з'єднувані деталі, болт, гайку та шайбу, а потім переміщенням розташувати спочатку болт в отворі деталей, потім на нього надіти шайбу та,

в останню чергу, накрутити гайку. Така послідовність виконання креслення відповідає порядку утворення самого болтового з'єднання.

Розглянемо детально порядок виконання з'єднання деталей болтом.

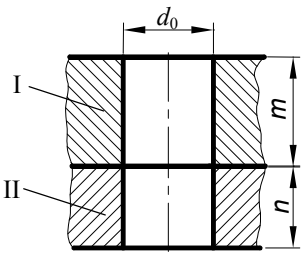


Рис. 36

Спочатку викреслюють деталі I і II, що з'єднуються, та отвір під болт (рис. 36). При конструктивному зображенні різьбового з'єднання співвідношення між отвором та діаметром болта є наступним: $d_о = 1{,}1 \times d_н$ (де $d_н$ – номінальний діаметр різьби болта). Таким чином креслимо отвір діаметром 26,5 мм.

За допомогою команди **Сплайн** (SPLINE) креслимо лінії обриву по ширині деталей, що з'єднуються. Необхідно звернути увагу, що з'єднувальні деталі I та II штрихуються лініями під різними кутами нахилу. Штрихування виконується командою **Штриховка** (HATCH), тип штриховки ANSI31 з вкладки ANSI. Одну деталь штрихуємо без зміни параметрів штрихування. Для штрихування другої змінюємо параметр *Угол* (*Angle*) з 0° на 90°.

Тепер переходимо до креслення болта. Для з'єднання задано болт *М*24 ГОСТ 7798–70, підбираємо гайку *М*24 ГОСТ 5915–70, шайбу 24 ГОСТ 11371–78.

Спочатку розраховується необхідна довжина болта за формулою:

$L = H_1 + H_2 + 1{,}3d_н$;

$L = 38 + 20 + 1{,}3 \times 24 = 89{,}2$ мм.

Отриману величину порівнюють зі стандартними довжинами болтів *М*24 відповідно з ГОСТ 7798–70 (див. табл. 4)

та обирають найближчу більшу до розрахованої, а саме 90 мм. У тій же таблиці знаходять довжину нарізаної частини стержня болта $l_0 = 54$ мм. Підберемо розмір "під ключ" S та висоту головки болта H за таблицею 3: $S = 36$ мм; $H = 15$ мм.

Спочатку креслять шестигранник головки болта. Викликаємо команду **Полигон** (POLYGON).

Запит: *Количество сторон:*

Обираємо 6.

Наступний запит: *Укажите центр многоугольника:*

Вказуємо центр на перехресті осьових ліній.

Наступний запит: *Задайте опцію размещения [Вписанный в окружность/ Описанный вокруг окружности]:*

Будемо будувати шестикутник по розміру "під ключ" S, тому обираємо опцію описаний навколо кола.

Наступний запит: *Радиус окружности:*

Радіус кола дорівнює половині розміру S "під ключ".

При виконанні складального креслення необхідно враховувати деякі особливості, а саме те, що головку болта та гайки на головному вигляді показують трьома гранями, тому шестикутник повинен бути розташований відповідно до цієї умови. Головку болта на головному вигляді будують у проекційній відповідності до ребер шестикутника, для цього необхідно застосувати команду **Прямая** (CONSTRUCTION LINE). Висота проекції дорівнює висоті головки болта $H = 15$ мм (рис. 37).

На головному вигляді креслимо циліндричний стержень болта у вигляді прямокутника з довжиною $L = 90$ мм та шириною 24 (діаметр болта), симетричний відносно осьової лінії. Наносимо на стержень різьбову частину на відстані $l_0 = 54$ мм від кінця стержня. Для цього можна застосувати, наприклад, команду **Сместить** (OFFSET), та перемістити лінію, що відповідає

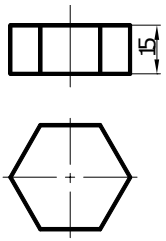


Рис. 37

торцевій кромці стержня болта на відстань 54 мм. Внутрішній діаметр різьби наближено можна обчислити за формулою $d_1 = 0{,}85d_н = 0{,}85 \times 24 = 20{,}4$ мм, виконується тонкими суцільними лініями між торцевою частиною та границею різьби (рис. 38).

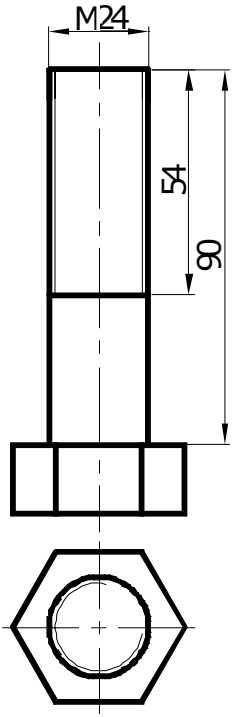


Рис. 38

На вигляді зверху необхідно накреслити коло товстими суцільними лініями, що відповідає торцевому кінцю стержня болта діаметром *M*24. Наносимо лінії внутрішнього діаметра різьби болта, креслимо коло діаметром d_1 = 20,4 мм тонкими суцільними лініями, а потім виконуємо обрив кола на 1/4, застосувавши команду **Разорвать** (BREAK). При цьому треба мати на увазі, що частину кола, яку необхідно видалити, вказуємо від першої точки до другої проти годинникової стрілки.

Наступним кроком виконується креслення шайби та гайки. Згідно зі стандартом основні параметри шайби 24 по ГОСТ 11371–78 (див. табл. 7): висота $s = 4$ мм, діаметр d_1 = 26 мм, d_2 = 44 мм. На вигляді зверху зображення шайби – це два концентричних кола діаметрами d_1, d_2. На головному вигляді проекцією шайби є прямокутник зі сторонами розмірами $d_2 = 44$ мм та $s = 4$ мм (рис. 39).

Зображення гайки та головки болта одного типорозміру відрізняються тільки висотою, тому доцільно скопіювати вигляд зверху з креслення болта та головку болта з головного вигляду (рис. 40).

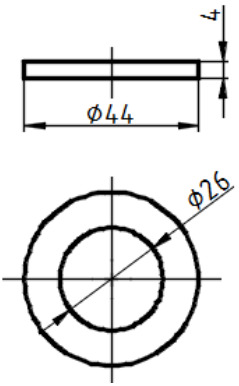


Рис. 39

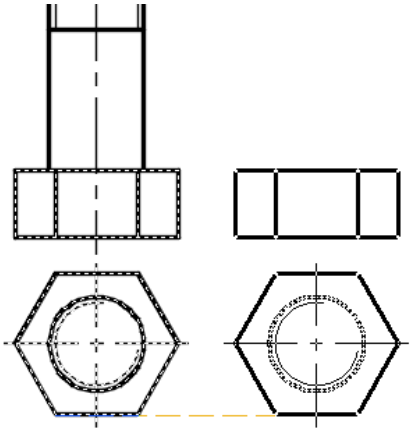


Рис. 40

Висота гайки *M*24 дорівнює *H* = 21,5 мм (див. табл. 5), тому видаляємо верхню основу шестигранника, а нижню командою **Сместить** (OFFSET) переносимо на відстань *H* = 21,5 мм (рис. 41).

Доречно скористатися командою **Удлинить** (EXTEND) для подовження проекцій бокових граней до нової верхньої основи. Необхідно виправити на вигляді зверху позначення різьби – зараз там позначена зовнішня різьба стержня болта, а потрібно показати внутрішню різьбу гайки. Для цього коло меншого діаметру необхідно зробити замкненим і виконати товстою суцільною лінією, а коло більшого діаметру, навпаки, зробити тонкою суцільною лінією і розімкненим на 1/4 (рис. 42).

Маємо креслення деталей, що з'єднуються, та усіх кріпильних виробів (рис. 43), потім переходимо до процесу з'єднання. Виконуємо креслення болтового з'єднання у двох зображеннях – на площині проекцій, паралельній осі болта (головний вигляд) і на вигляді зверху, з боку гайки. Тобто болт заводимо знизу вгору так, щоб гайка опинилась зверху деталей, що з'єднуються.

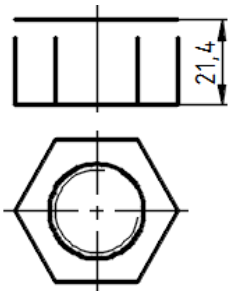


Рис. 41

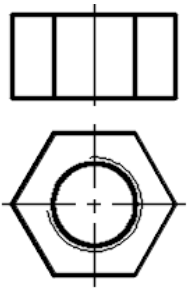


Рис. 42

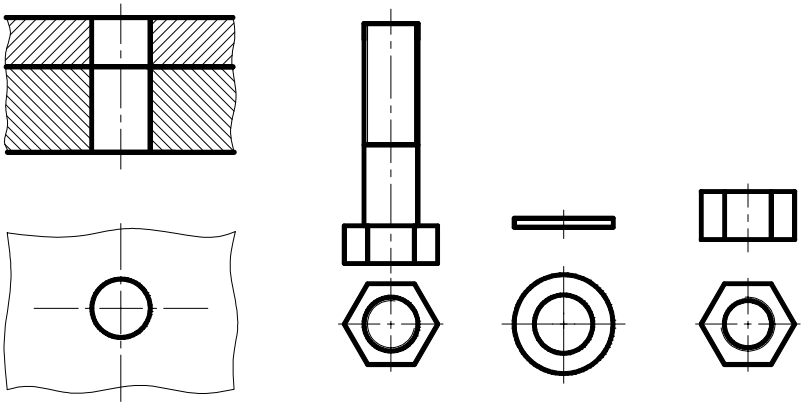


Рис. 43

Розглянемо спочатку процес з'єднання на головному вигляді. Виділяємо всю проекцію на головному вигляді болта (окрім осьової лінії, бо вона вже накреслена в отворі з'єднувальних деталей) та командою переміщення **Перенести** (MOVE) або копіювання **Копировать** (COPY) відносно базової точки *1*, що розташована в центрі верхньої основи головки болта переносимо (або копіюємо) зображення на креслення деталей у точку *2* (рис. 44).

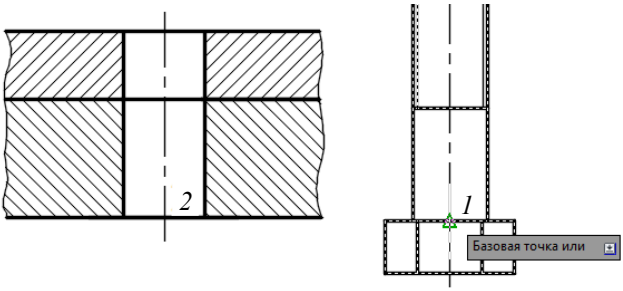


Рис. 44

Проекція болта закриває собою лінію, що позначає границі двох деталей в отворі, тому її потрібно прибрати з креслення всередині болта. Накладаємо шайбу на стержень болта зверху кришки, за базову точку беремо середину ніжної основи (точка *3*) та переносимо у точку *4* на кришці (осьову лінію переносити не потрібно) (рис. 45). Командою **Обрезать** (TRIM) видаляємо всі лінії всередині шайби, бо вони будуть невидимі.

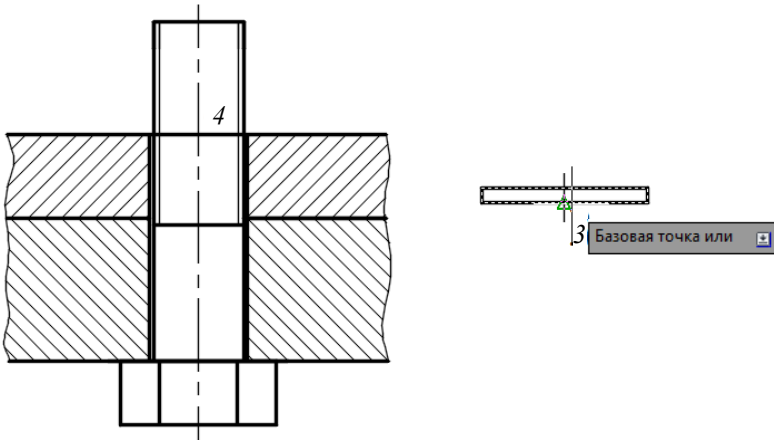


Рис. 45

Аналогічним способом останньою розташовуємо гайку на шайбі, також прибираючи всі лінії, що не відносяться до проекції самої гайки. Результат болтового з'єднання двох деталей на головному вигляді показано на рис. 46.

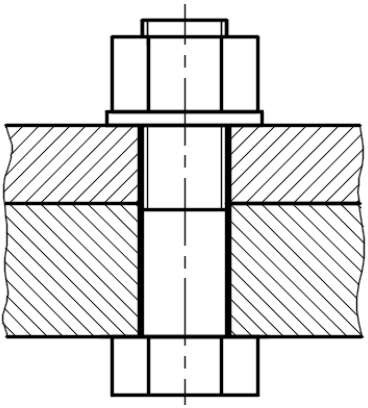


Рис. 46

Переходимо до вигляду зверху: крім деталей, що з'єднуються, ми бачимо кінець циліндричного стержня болта з зовнішньою різьбою, шестигранну призму гайки та шайбу. Тому проекції кріпильних деталей будемо переносити з урахуванням цього.

Взагалі виходячи з того, що гайка та головка болта одного типорозміру, можна скопіювати повністю вигляд зверху болта – шестикутник разом з проекцією стержня, маючи на увазі проекцію гайки.

Перед цим на проекціях деталей видаляємо коло, що позначає отвір під кріплення у зв'язку з тим, що він не є видимим під шайбою та гайкою (рис. 48).

Копіюємо або переміщуємо вигляд зверху болта (без осьових ліній), за базову точку обираємо центр кіл та поєднуємо його з точкою перетину осьових ліній на проекції деталей (рис. 47).

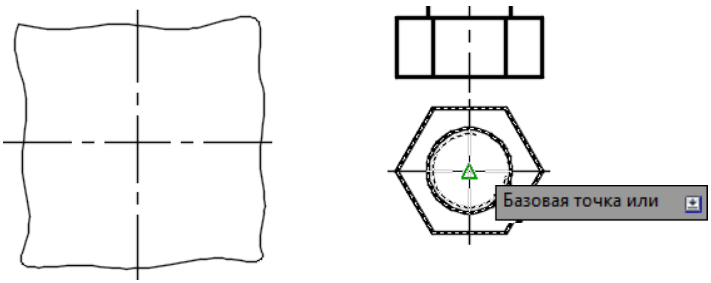


Рис. 47

Заключний крок – це нанести проекцію зовнішнього діаметру шайби (рис. 48).

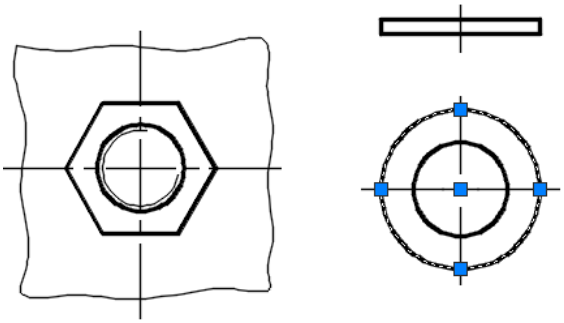


Рис. 48

Повністю результат виконання креслення кріплення болтом показано на рис. 49. Маючи коректно підібрані та накреслені елементи кріплення, процес їх поєднання у складальне креслення не займає багато часу та є більш зрозумілим для сприйняття.

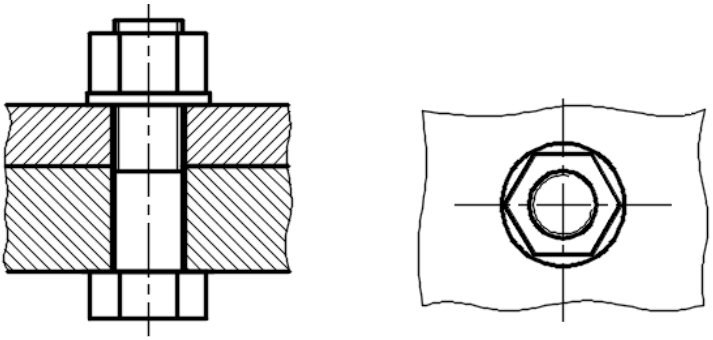


Рис. 49

Після виконання креслення наносимо номера позицій деталей для оформлення специфікації за допомогою команди **Мультивыноска** (MULTILEADER), що знаходиться на вкладці **Аннотации**, панель **Выноски**. Спочатку необхідно налаштувати стиль мультивиноски.

Для створення стилю мультивиноски використовується **Диспетчер стилей Мультивыноски**, який можна викликати наступним способом: вкладка **Аннотации**, панель **Выноски**, стрілка у правій нижній частині панелі (рис. 50).

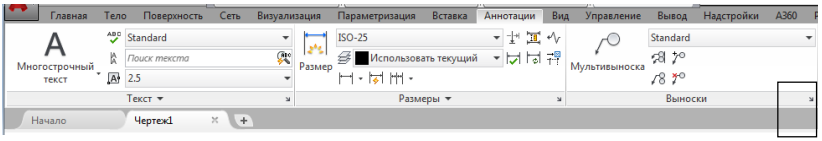


Рис. 50

Налаштовуємо наступні елементи мультивиноски:

– формат виноски: символ – мала точка, розмір 3 мм (рис. 51);

– структура виноски: величина полки 6 мм (рис. 52);

– зміст: висота тексту – 5 мм. Також обираємо опцію *Подчеркивание первой строки* (рис. 53).

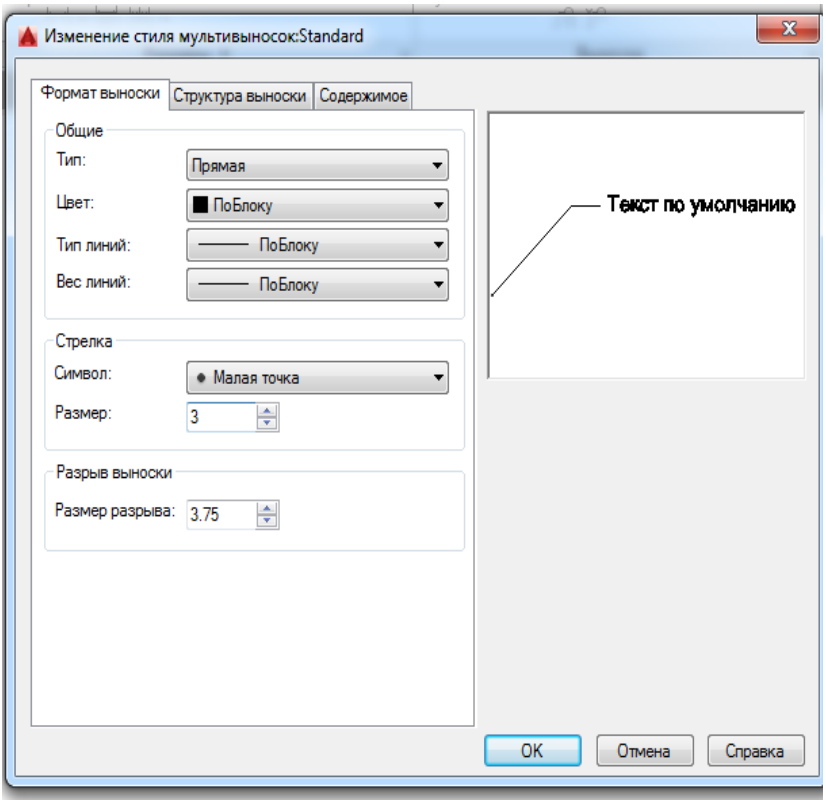

Изменение стиля мультивыносок:Standard
Формат выноски
Структура выноски
Содержимое
Общие
Тип:
Прямая
Цвет:
ПоБлоку
Тип линий:
ПоБлоку
Вес линий:
ПоБлоку
Стрелка
Символ:
Малая точка
Размер:
3
Разрыв выноски
Размер разрыва:
3.75
Текст по умолчанию
OK
Отмена
Справка

Рис. 51

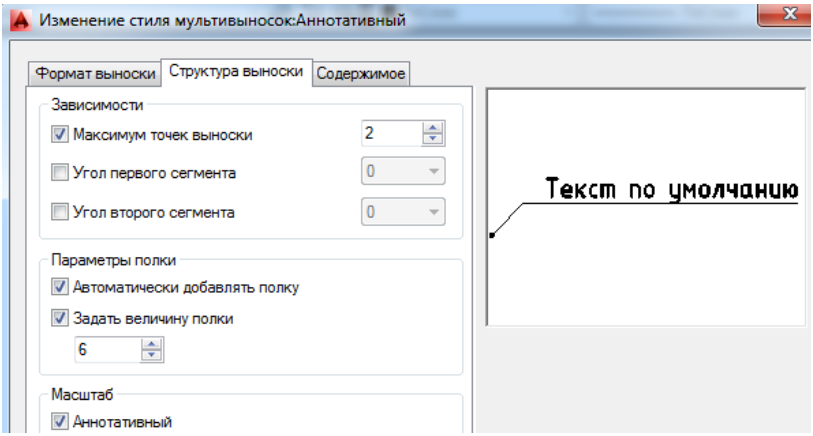

Изменение стиля мультивыносок:Аннотативный
Формат выноски
Структура выноски
Содержимое
Зависимости
Максимум точек выноски
2
Угол первого сегмента
0
Угол второго сегмента
0
Параметры полки
Автоматически добавлять полку
Задать величину полки
6
Масштаб
Аннотативный
Текст по умолчанию

Рис. 52

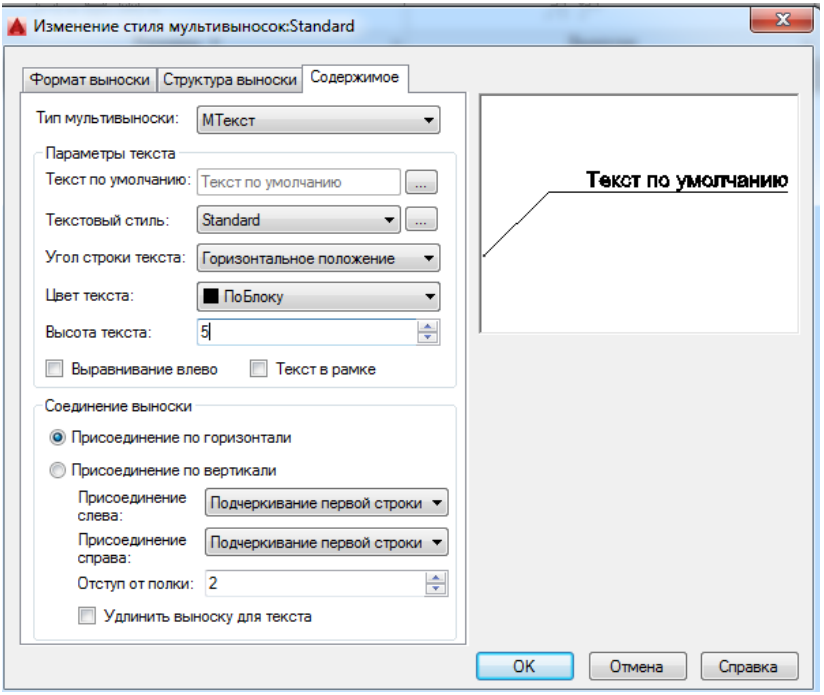

Изменение стиля мультивыносок:Standard
Формат выноски
Структура выноски
Содержимое
Тип мультивыноски:
МТекст
Параметры текста
Текст по умолчанию:
Текст по умолчанию
Текстовый стиль:
Standard
Угол строки текста:
Горизонтальное положение
Цвет текста:
ПоБлоку
Высота текста:
5
Выравнивание влево
Текст в рамке
Соединение выноски
Присоединение по горизонтали
Присоединение по вертикали
Присоединение слева:
Подчеркивание первой строки
Присоединение справа:
Подчеркивание первой строки
Отступ от полки:
2
Удлинить выноску для текста
Текст по умолчанию
OK
Отмена
Справка

Рис. 53

Рекомендується накреслити допоміжну вертикальну лінію для визначення положення полочок виносок та позначення номерів позицій (рис. 54).

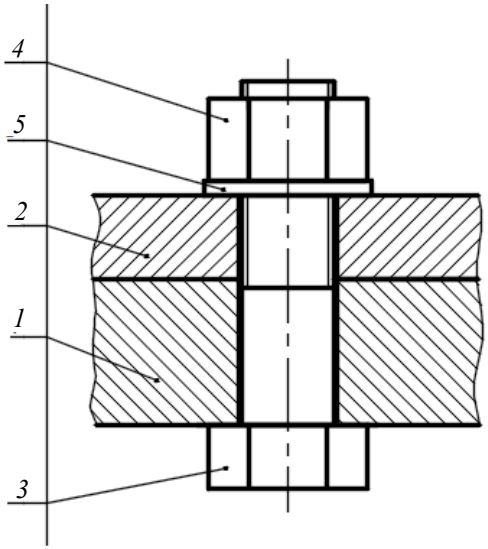


Рис. 54

Наносимо номери позицій деталей, починаючи з деталей, що з'єднуються, а далі в алфавітному порядку зростання назв кріпильних виробів. Видаляємо допоміжну пряму, проставляємо розміри та заповнюємо специфікацію. Приклад заповнення специфікації показано на рис. 55.

Приклад виконання індивідуального завдання "З'єднання болтом" наведено на рис. 56.

Форм	Зона	Позиц.	Позначення	Найменування	К-ть	Прим.
				Документація		
А4			6.050802.1321.13.06.СК.	Складальне креслення		
				Деталі		
		1		Основа	1	
		2		Кришка	1	
				Стандартні вироби		
		3		Болт М24х90 ГОСТ 7798-70	1	
		4		Гайка М24 ГОСТ 5919-70	1	
		5		Шайба 24 ГОСТ 1131-78	1	

Рис. 55

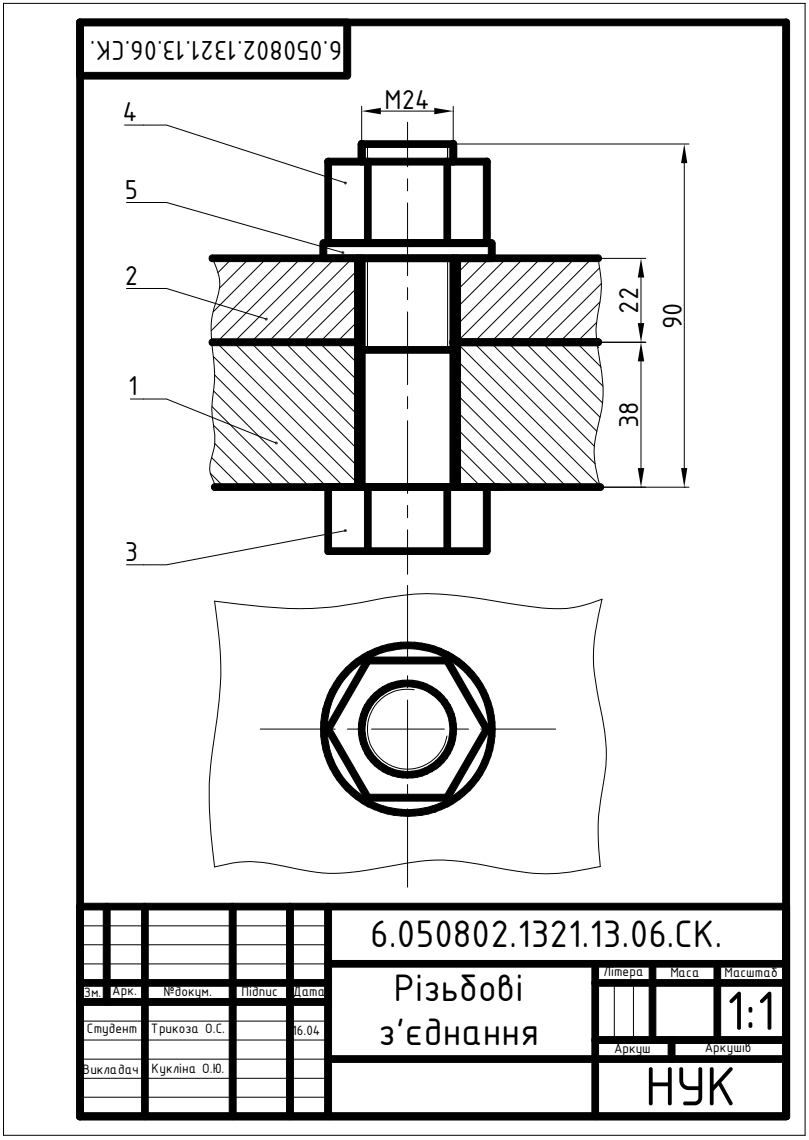

6.050802.1321.13.06.СК.
M24
4
5
2
1
3
22
38
90
6.050802.1321.13.06.СК.
Різьбові з'єднання
Літера
Маса
Масштаб
1:1
Аркуш
Аркушів
НУК
Зм.
Арк.
№докум.
Підпис
Дата
Студент
Трикоза О.С.
16.04
Викладач
Куклiна О.Ю.

Рис. 56

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. **Борисенко, В. Д.** Правила оформлення креслень : методичні вказівки [Текст] / В. Д. Борисенко, В. Ю. Кремсал, О. Ю. Кукліна. – Миколаїв : НУК, 2006. – 52 с.

2. **Градиль, В. П.** Справочник по единой системе конструкторской документации [Текст] / В. П. Градиль, А. К. Моргун, Р. А. Егошин. – Харьков : Прапор, 1988. – 255 с.

3. **Куклина, О. Ю.** Лабораторные работы по компьютерной графике в среде проектирования AutoCAD : учебное пособие [Текст] / О. Ю. Куклина, А. П. Бойко. – Николаев : НУК, 2013. – 110 с.

4. **Михайленко, В. Є. І**нженерна та комп'ютерна графіка [Текст] / В. Є. Михайленко, В. М. Найдиш, А. М. Підкоритов. – К. : Вища школа, 2001. – 350 с.

ЗМІСТ

ВСТУП 3
1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ. ЗОБРАЖЕННЯ ТА ПОЗНАЧЕННЯ РІЗЬБИ НА КРЕСЛЕННІ. СТАНДАРТНІ РІЗЬБИ ЗАГАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ 4
1.1. Види з'єднань 4
1.2. Класифікація різьб 5
1.3. Основні параметри різьби 6
1.4. Зображення та позначення різьби на кресленнях 7
1.5. Стандартні різьби загального призначення 8
2. КРІПИЛЬНІ ВИРОБИ 16
2.1. Болти 16
2.2. Гайки 21
2.3. Шпильки 23
2.4. Шайби 24
3. РІЗЬБОВІ З'ЄДНАННЯ 26
3.1. З'єднання болтом 26
3.2. З'єднання шпилькою 28
3.3. Умовні зображення кріпильних деталей і з'єднань 30
3.4. Специфікація на вироби 31
4. МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ ГРАФІЧНИХ РОБІТ **34**
4.1. Виконання роботи "Вироби кріплення" 34
4.2. Виконання роботи "Різьбові з'єднання" 43
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА 60

Навчальне видання

КУКЛІНА Ольга Юріївна
БОЙКО Анжела Петрівна

РІЗЬБИ І РІЗЬБОВІ З'ЄДНАННЯ:
методичні вказівки
для аудиторної та самостійної роботи студентів

Комп'ютерне складання та верстання *В. В. Москаленко*
Коректор *М. О. Паненко*

Формат 60×84/16. Ум. друк. арк. 3,7. Тираж 100 прим. Вид № 15. Зам. № 24.
Видавець і виготівник Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова
просп. Героїв України, 9, м. Миколаїв, 54025
E-mail : publishing@nuos.edu.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2506 від 25.05.2006 р.