



Національний університет
водного господарства
та природокористування

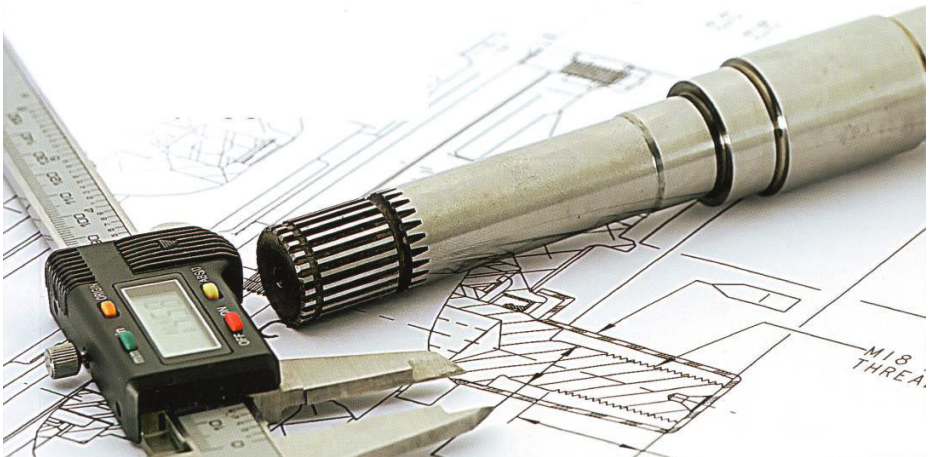
М.М. КОЗЯР

Ю.В. ФЕЩУК

МАШИНОБУДІВНІ КРЕСЛЕНИКИ



Національний університет
водного господарства
та природокористування





Національний університет

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України

Національний університет водного господарства
та природокористування

М.М. КОЗЯР
Ю.В.ФЕЩУК



Національний університет

водного господарства

МАШИНОБУДІВНІ КРЕСЛЕНИКИ

Навчальний посібник

Рівне 2011



Національний університет
УДК: 744:004 (075.8)
ББК 30.119-02я73
К 59

*Затверджено вченою радою Національного університету водного господарства та природокористування
(Протокол №2 від 25 лютого 2011 р.)*

Рецензенти:

Сяський А.О., доктор технічних наук, професор Рівненського державного гуманітарного університету;

Баранецька О.Р., кандидат технічних наук, доцент Національного університету “Львівська політехніка”;

Дєєв С.С., кандидат технічних наук, доцент Національного університету водного господарства та природокористування.

М.М. Козяр, Ю.В.Фещук

К 59 **Машинобудівні кресленики: Навчальний посібник.** – Рівне: НУВГП, 2011. – 196 с. Іл.146. Табл. 9.

Навчальний посібник складається із двох розділів, в яких розглянуто основні правила виконання та оформлення технічних робочих креслеників машинобудування відповідно до вимог стандартів України (ДСТУ) з урахуванням технологічної й конструкторської підготовки.

У навчальному посібнику описано команди та функції системи AutoCAD 2010. Він дозволяє самостійно опанувати прийомами роботи з графічною системою, яка дає змогу створювати високопрофесійні робочі кресленики за допомогою комп'ютера.

Навчальний посібник відповідає робочій програмі дисципліни “Інженерна та комп'ютерна графіка”, “Креслення з основами машинної графіки” і призначено для студентів вищих навчальних закладів за напрямками підготовки, “Енергетика та енергетичне машинобудування”, “Розробка корисних копалин”, “Транспорт і транспортна інфраструктура”, “Машинобудування та металообробка” та “Технологічна освіта”. З успіхом може бути використаний інженерно-технічними працівниками.

УДК: 744:004(075.8)
ББК 30.119-02я73

© Козяр М. М., Фещук Ю.В., 2011
© Національний університет водного господарства та природокористування, 2011



ВСТУП

Проектування, виготовлення та експлуатація машин, механізмів, приладів пов'язане із зображенням виробів (деталей) на ескізах, технічних рисунках, креслениках, схемах. Навчальні дисципліни “Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка”, “Нарисна геометрія і креслення з основами машинної графіки” готують студентів до виконання і читання креслеників так само, як знання азбуки і граматики дозволяє людині читати і писати.

Розділ “Машинобудівне креслення” дисципліни “Інженерна графіка” формує в студентів уміння та необхідні навички виконання і читання технічних креслеників.

У навчальному посібнику розглядаються основні правила виконання й оформлення технічних креслеників машинобудування відповідно до вимог стандартів СКД.

Наведено приклади оформлення і виконання технічних креслеників машинобудівельних виробів (деталей) засобами САПР (AutoCAD).

Використання САПР AutoCAD дозволяє:

- значно скоротити тривалість етапу виконання технічних креслеників;

- підвищити точність виконання креслеників;
- підвищити якість виконання креслеників;
- багатократно використовувати кресленики;
- прискорити розрахунки і аналіз при проектуванні;
- скоротити витрати часу на удосконалення конструкції;
- інтегрувати проектування з іншими видами діяльності.

Повне володіння графічною грамотою і виробничими документами, а також стійкість навиків у виконанні технічних креслеників досягається в результаті засвоєння комплексу дисциплін технічного спрямування відповідного профілю, підкріпленого практикою курсового і дипломного проектування.

Навчальне видання призначене для студентів інженерно-технічних та педагогічних спеціальностей вищих навчальних закладів.



РОЗДІЛ 1. КРЕСЛЕНИКИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН, ЗАГАЛЬНОГО ВИДУ, СКЛАДАЛЬНОЇ ОДИНИЦІ

1.1. Робочі кресленики деталей

1.1.1. Вимоги до робочого кресленика

Оформлення кресленика будь-якої деталі і його зміст повинні відповідати певним умовам. Робота з креслеником завжди зводиться до двох споріднених операцій: виконання кресленика і його читання. Всі робочі кресленики деталей можна поділити на три типи: робочі кресленики стандартних деталей, робочі кресленики деталей зі стандартним зображенням і робочі кресленики оригінальних деталей.

До основних вимог, яким повинні відповідати робочі кресленики, відносять такі: правильність оформлення робочих креслеників, зображення й позначення форми деталі, позначення стану форми деталі, зображення й позначення матеріалів, позначення стану матеріалів, оформлення основного напису й технічних вимог.

Оформлення робочого кресленика. Незалежно від конструктивного або технологічного виду деталі, її кресленик повинен бути оформлений із дотриманням стандартів, які визначають формати, масштаби, лінії та шрифти.

Зображення і позначення форми деталі. Робочий кресленик деталі повинен містити необхідну кількість зображень і розмірів, які визначають форму деталі. Зображення повинні з найбільшою ясністю та в зручному масштабі передавати форму зовнішніх і внутрішніх поверхонь деталі. На кресленіку деталей повинна бути зображена в тому вигляді, в якому вона подається на збірку.

Робочі кресленики деталей повинні відповідати загальним вимогам, встановленим стандартами СКД. Ці ж стандарти регламентують правила виконання зображень і нанесення розмірів. У стандартах оговорено правила зображення найуживаніших елементів деталей: нарізи, елементів зачеплення зубчастих коліс і рейок, зварних швів, паяних швів і інші нерознімні з'єднання, а також складні поверхні. Стандартними є зображення вальців, пружин тощо.



Стандартами обумовлені правила виконання групових креслеників деталей, які мають однакову або дзеркальну форму, одна частина розмірів яких є загальною для більшості деталей, а інша – індивідуальна.

Позначення стану форми. Розміри, які визначають форму й положення всіх робочих спряжених і приєднаних поверхонь, повинні мати певні граничні відхилення, які залежать від функції кожної поверхні. Крім того, потрібно вказати шорсткість поверхонь. Стандарти СКД встановлюють техніку нанесення граничних відхилень і шорсткості поверхонь на креслениках.

Зображення та позначення матеріалів. Матеріал, із якого виготовляють деталь, повинен бути графічно позначеним на кресленнику на всіх перерізах деталі. В деяких випадках потрібно вказати лицьову сторону матеріалу, напрям волокон, основу тощо.

Позначення стану матеріалу. Вимоги до матеріалу, його якості, повинні бути наведені в технічних вимогах. Якщо матеріал деталі підлягає обробці або на поверхню матеріалу наносять покриття, то про ці операції на кресленнику необхідно зробити відповідні написи.

Основний напис. Технічні вимоги. Кожний кресленик містить основний напис, який необхідно заповнювати за правилами, встановленими стандартами СКД.

Текстова частина вимог, написи з позначенням зображень, позначення елементів виробу й інші вказівки, які відносять до деталі або її зображення, повинні бути виконані за правилами стандартів СКД.

1.1.2. Послідовність виконання і читання робочих креслеників

Виконання і читання креслеників є взаємопов'язаним процесом. Під час виконання креслеників графічною мовою й умовними позначками описують форму деталі, її стан, записують матеріал деталі і його стан. При читанні креслеників за її зображенням і умовними позначками уявляють форму деталі, її стан, відомості про матеріал, із якого деталь виготовляють, і про його стан.

Послідовність виконання креслеників. Перед виконанням кожного кресленика необхідно вяснити всі функції деталі, її конструктивний і технологічний тип. Більшість креслеників рекомендують виконувати в такій послідовності:



1. Встановити кількість і розміщення зображень, які передають форму деталі. Вибрані зображення повинні нести повну інформацію про форму й положення всіх елементів деталі. За наявності стандартних елементів використовують їх стандартні зображення.

Вибрати масштаб і найзручніші зображення (поєднання виду й розрізу, виявлення форми елемента за допомогою штрихпунктирної лінії і т.п.).

2. Намітити осьові й центрові лінії для кожного зображення. Провести лінії контуру зображень деталі та її елементів.

3. Нанести виносні й розмірні лінії, проставити розмірні числа. Узгодити номінальні розміри з номінальними розмірами спряжених деталей.

4. Виконати всі написи (назви зображень, технічні вимоги тощо).

5. Нанести штриховку розрізів і перерізів.

6. Заповнити основний напис.

Послідовність читання креслеників. Кресленик рекомендують читати, переходячи від загальних ознак до часткових, у такому порядку:

1. Прочитати основний напис (назву деталі, матеріал, масу, масштаб тощо).

2. Прочитати всі зображення. Знайти між ними зв'язок. Розібратися в застосованих умовностях і спрощеннях. Уявити подумки форму деталі. При цьому подумки робимо ланцюжок послідовних дій: уявити геометричну форму предмета → послідовно розчленувати на окремі складові частини → уявити кожне геометричне тіло. Потім “зібрати” всі елементи в єдину форму.

3. Прочитати розміри форми й положення елементів деталі.

4. Прочитати граничні відхилення розмірів, граничні відхилення форми й положення поверхонь і позначення шорсткості поверхонь деталі.

5. Розділити поверхні деталі на вільні (неробочі) й спряжені (робочі). Знайти для останніх розміри та їх бази, які пояснюють функції деталі.

6. Ознайомитися з технічними вимогами, даними про термічну обробку, покриття тощо.



1.1.3. Групи деталей

У стандартах на певні деталі й вироби, кількість яких постійно збільшується, обумовлено їх характеристику, якість, форму та розміри, а відповідно, стандартизовані їх зображення й нанесення розмірів. На основі викладеного всі деталі можна розділити на три групи:

Група 1. Деталі стандартні.

Група 2. Деталі зі стандартним зображенням.

Група 3. Деталі оригінальні.

1.2. Кресленик деталі зі стандартним зображенням

У техніці знаходять широке використання деталі, які подібні за формою, проте відрізняються за розмірами. Якщо їх розміри не регламентовані стандартами, то для більшості з них уже встановлено стандартні зображення. Ці стандарти встановлюють і нанесення розмірів на зображеннях подібних деталей.

До деталей, зображення яких повністю регламентовано стандартами, належать пружини, а також деталі, форма й розташування всіх елементів яких повністю співпадає з формами й розміщенням елементів стандартних деталей, за винятком одного або декількох розмірів.

До деталей, у яких стандартними є зображення основних елементів і нанесення на них розмірів, відносять зубчасті колеса, рейки, черв'яки, зірочки ланцюгових передач тощо.

До деталей з частково регламентованими зображеннями відносять деталі з сортового та листового матеріалів.

1.2.1. Деталі, подібні зі стандартними деталями

Серед оригінальних деталей зустрічаються деталі, форми всіх або більшості елементів яких співпадають із формами елементів стандартних деталей. Причому розміри майже всіх елементів також співпадають із розмірами стандартних деталей.

Зображення такої деталі в більшості випадків повторює зображення стандартної деталі або відрізняється частково. Нанесення розмірів також ідентичне нанесенню розмірів на кресленні стандартної деталі. Під час виконання кресленика подібної деталі



слід використовувати зображення стандартної деталі й метод нанесення її розмірів. Прикладом служить гвинт, який відрізняється від гвинта М5х20 ГОСТ 9052:2008 тільки довжиною середньої циліндричної частини (тому його зображення повністю перенесено із ГОСТ 9052:2008, й використано всі розміри, за винятком довжини 20 мм) (рис. 1.1).

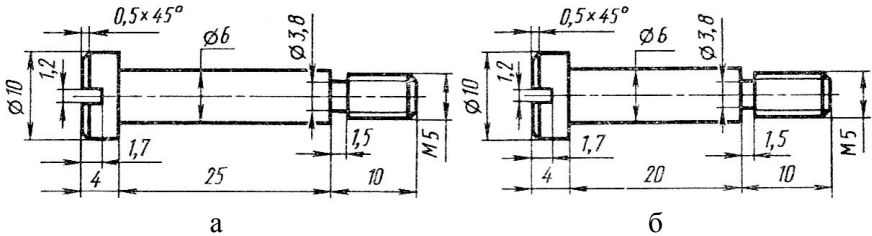


Рис. 1.1. Кресленики гвинта

1.2.2. Деталі з елементами зубчастих зачеплень

До цієї групи відносять деталі зубчастих, черв'ячних, ланцюгових і інших передач, які мають робочі елементи зачеплення у вигляді зубців різного профілю й розмірів (зубчасті колеса й рейки, черв'яки й черв'ячні колеса, зірочки ланцюгових передач тощо).

Зубчасті деталі знаходять широке використання в машинах, верстатах й механізмах для передачі обертового руху з одного вала на інший або для перетворення обертального руху в поступальний.

Кресленики деталей цієї групи характеризуються умовними зображеннями елементів зачеплення (зубів і витків) виконаних за відповідним стандартом (ГОСТ 2.402-68). Частина розмірів і інших даних, які відносяться до елементів зачеплення, вказують у таблиці параметрів. Для виконання креслеників зубчастої деталі, необхідно мати обґрунтовані знання з галузі теорії й розрахунку параметрів елементів зачеплення.

Креслення циліндричного зубчастого колеса

На рис. 1.2 зображено основні елементи зубчастого зачеплення та зубчастого колеса.

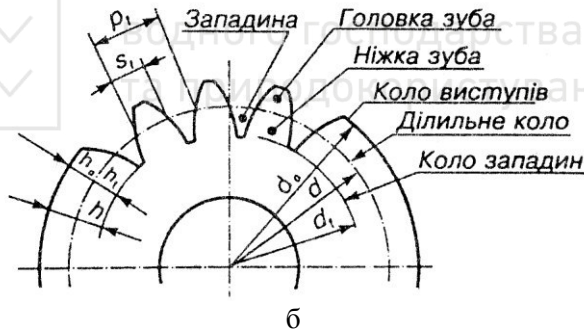
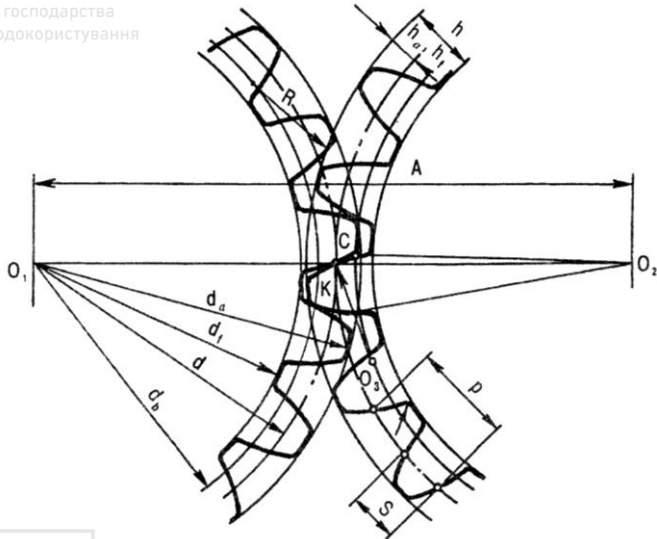


Рис. 1.2. Елементи зубчастого зачеплення та колеса

При нормальному зачепленні двох зубчастих циліндричних коліс основними геометричними фігурами є початкові циліндри, тобто такі умовні поверхні, які при обертанні коліс перекочуються одна по одній без ковзання. Цими циліндрами визначаються ділильні кола, що поділяють зуб на головку та ніжку (рис. 1.2. б). На кресленіку ділильні кола проводять штрих-пунктирною тонкою лінією, а діаметр їх позначають літерою d .

Відстань між однойменними профільними поверхнями сусідніх зубців, виміряну в міліметрах по дузі ділильного кола, називають



кроком зачеплення. Крок зачеплення позначають P_t . Крок зачеплення дорівнює довжині ділительного кола, поділеного на кількість зубців. Кількість зубців на кресленнях позначають z . Довжина ділительного кола дорівнює πd , або $\pi d = P_t \times z$. Звідси визначасмо діаметр ділительного кола: $d = \frac{P_t}{\pi} z$. Величину $\frac{P_t}{\pi}$ позначають як m і називають модулем зубчастого зачеплення. Вираз для діаметра ділительного кола можна записати так: $d = m \times z$. Звідси $m = d/z$. Тобто модулем зачеплення називають число, яке показує, скільки міліметрів діаметра ділительного кола припадає на один зуб зубчастого колеса.

Модуль m і кількість зубців z є основними величинами, які визначають зубчасті зачеплення. Значення модулів для всіх передач – величина стандартизована. Для евольвентних циліндричних зубчастих коліс із прямими зубцями рекомендують два ряди нормальних модулів, мм (ГОСТ 9563-60):

1-й ряд – 0,5; 0,6; 0,8; 1; 1,25; 1,5; 2; 2,5; 3; 4; 5; 6; 8; 10; 12; 16; 20; 25; 32; 40; 50; 60; 80; 100.

2-й ряд – 0,55; 0,7; 0,9; 1,125; 1,375; 1,75; 2,25; 2,75; 3,5; 4,5; 7; 9; 11; 14; 18; 22; 28; 36; 45; 55; 70; 90.

Перевагу слід надавати 1-му ряду. Для циліндричних коліс із косими та шевронними зубцями модуль визначають за нормальним кроком.

Ділительне коло ділить зуб зубчастого колеса на головку й ніжку. Частина зуба, яка знаходиться між ділительним колом і колом виступів, називають головою зуба. Висоту її позначають h_a .

Частина зуба, яка знаходиться між ділительним колом і колом западин, називають ніжкою зуба. Її висоту позначають h_f .

Висота головки зуба дорівнює модулю, тобто $h_a = m$.

Висота ніжки зуба (для коліс із великими модулями) становить 1,25 модуля, тобто $h_f = 1,25m$. Повна висота зуба: $h = h_a + h_f = m + 1,25 m = 2,25 m$. Для коліс (модулі яких менші ніж 1 мм), висота зуба $h = 2,3m$, а ніжки – $h_f = 1,3m$. Коло, яке проходить через вершини зубців називають колом виступів (d_a), а коло, яке проходить по основах западин, називають колом западин (d_f). Якщо висота головки зуба $h_a = m$, то діаметр виступів d_a більший ніж діаметр ділительного кола на дві висоти головки зуба, або на $2m$, тобто $d_a = d + 2m$, а так як $d = m \times z$, то $d_a = m z + 2m = m (z + 2)$. Звідси $d_a = m (z + 2)$.



Коло западин визначають із формули: $d_f = d - 2h_f$, ал $h_f = 1,25$ m; тоді $d_f = d - 2 \times 1,25$ m, або $d_f = d - 2,5$ m.

Для дрібномодульних циліндричних зубчастих коліс останню формулу змінюють, тому що зубці мають більшу висоту ніжши (1,3m). Тому для них $d_f = d - 2,6$ m.

Терміни, визначення та позначення елементів зубчастих передач установлюють ГОСТ 16530-83 і ГОСТ 16531-83.

При зображенні циліндричних зубчастих коліс потрібно дотримуватися умовностей, які установлені ГОСТ 2.402-68:

- кола й твірні поверхонь вершин зубців зображають суцільними товстими лініями;

- ділильні та початкові кола, а також твірні ділильних і початкових поверхонь на всіх видах і розрізах колеса показують штрих-пунктирними тонкими лініями;

- зубці зубчастих коліс зображають лише на осьових розрізах і перерізах, у інших випадках зображення зубців обмежують поверхнями вершин; у разі потреби профіль зубця креслять на виносному елементі або місцевому розрізі;

- якщо січна площина проходить через вісь зубчастого колеса, то на розрізах і перерізах коліс зубці зображають неперерізними;

- якщо січна площина проходить перпендикулярно до осі зубчастого колеса, то зубчасті колеса, як правило, зображають не перерізними (якщо їх потрібно показати перерізними, використовують місцевий розріз і проводять штриховку до лінії поверхні западин);

- якщо треба показати напрямком зубців зубчастого колеса, то на зображенні поверхні зубців біля осі наносять три суцільні тонкі лінії з відповідними нахилом.

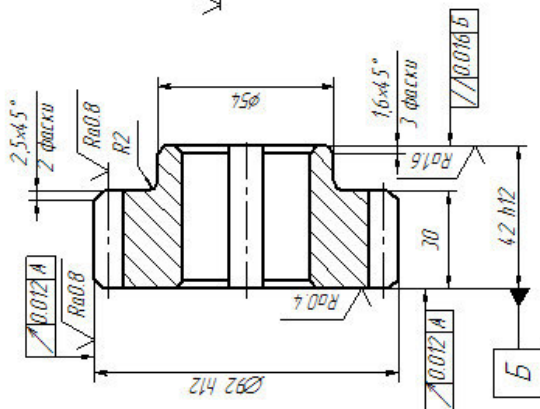
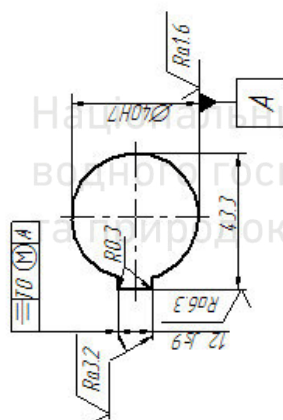
Зубчасте колесо на кресленіку можна зображувати в двох видах. Якщо для виявлення форми зубчастого колеса вистачає одного головного виду, то за наявності шпонкового паза замість повного виду допускають давати лише контур отвору й пазу.

Згідно з вимогами, встановленими ГОСТ 2.403-75, на кресленіках циліндричних зубчастих коліс зазначають: діаметр вершин зубців і граничне значення радіального биття поверхні вершин; ширину зубчастого вінця; розміри фасок або радіуси кривизни ліній притуплення на кромках зубців; шорсткість бічної

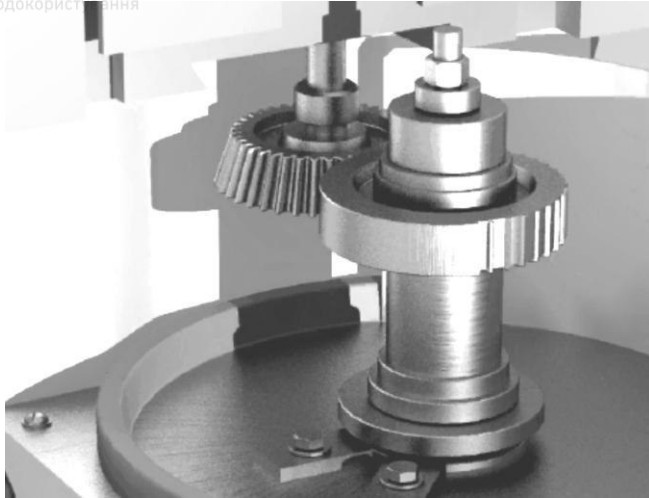


$\sqrt{Ra125}$ \sqrt{A}

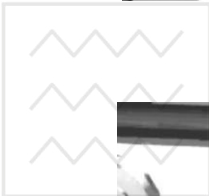
Модуль	m	4
Число зубів	z	21
Нормальний модуль конічних	-	ГОСТ 13755-81
Коефіцієнт зміщення	x	0
Степень точності по ГОСТ 1643-81	-	8-7-6-8
Довжина загальної норми	W	30,696 ^{мм}
Допуск на радіальний діаметр з'єднаного внаслідок	F_r	0,05
Допуск на кваліфікацію загальної норми	F_{rH}	0,028
Граничне відхилення кроку зчеплення	$\pm f_{\alpha}$	$\pm 0,017$
Допуск на погрешність профіля зуба	f_b	0,014
Допуск на напрям зуба	F_{α}	0,009
Валовий діаметр	d	84
Крок зчеплення	P	11,808



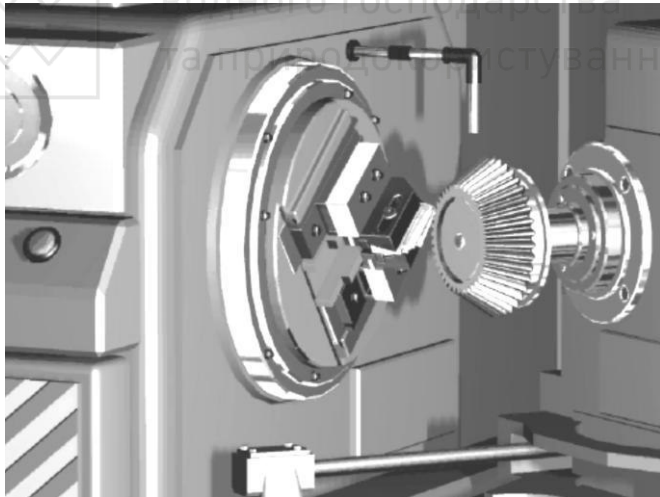
1. 320...345 HB.
2. H14, H14, $\pm IT14/2$.



б)



Національний університет
водного господарства
та природокористування



в)

Рис. 1.4. Процес виготовлення зубчастих коліс на верстатах



поверхні зубців; розміри конструктивних елементів зубчастих коліс. Інші дані, необхідні для виготовлення й контролю точності зубчастих коліс, наводять у таблиці параметрів і в технічних вимогах. Таблицю параметрів розташовують у правому верхньому куті кресленника, а технічні вимоги – під таблицею. Таблиця параметрів складається з трьох частин, відокремлених одна від одної суцільними товстими лініями – основних даних, даних для контролю та довідкових даних. На рис. 1.3 наведено кресленник циліндричного зубчатого колеса, а на рис. 1.4 процес виготовлення зубчастих коліс на верстатах.

Креслення конічного зубчатого колеса

Основою для розрахунку розмірів конічних прямозубих коліс є ділительний конус (рис. 1.5). Твірні додаткових ділительних конусів (зовнішнього і внутрішнього) розташовані під прямим кутом до твірної ділительного конуса. Діаметр кола виступів, западин, висоту головки та ніжки зуба визначають за допомогою так званого вимірювального перерізу (рис. 1.5).



Рис. 1.5. Конічне зубчасте колесо

Для виконання кресленника конічного прямозубого колеса треба знати зовнішній коловий модуль m_e і кількість зубців шестерні z .

У конічного зубчатого колеса є свої специфічні елементи й відповідні позначення й розміри:



d – кут ділильного конуса;

d_a – кут конуса виступів;

d_f – кут конуса западин;

A – конусна відстань;

α – кут зовнішнього додаткового конуса.

Основні розміри конічних зубчастих коліс можна визначати за такими формулами.

Зовнішній ділильний діаметр: $d_e = m_e \times z$.

Зовнішній діаметр виступів: $d_{ae} = m (z + 2,4 \cos d)$.

Зовнішній діаметр западин: $d_{fe} = m (z - 2,4 \cos d)$.

Конусна відстань: $A = \frac{de}{2 \cos \delta}$.

У відповідності зі стандартом ГОСТ 2.405-75 на робочих креслениках конічних зубчастих коліс частину розмірів проставляють на зображеннях, а частину в таблиці параметрів (рис. 1.6).

Креслення черв'яка

Черв'як представляє собою гвинт, який можна розглядати як шестерню з гвинтовими зубцями (витками), нарізаними на циліндричній або глобоїдній поверхні. Залежно від форми черв'яка передачі бувають циліндричні, в яких ділильні та початкові поверхні черв'яка мають форму циліндра, та глобоїдні, в яких ділильна поверхня черв'яка є частиною воунутої поверхні тора. Циліндричні черв'яки залежно від форми робочої поверхні витків (ГОСТ 19036-94) виконують трьох видів: архімедового, евольвентного і конволютного. Найпоширеніші архімедові черв'яки у зв'язку з простотою їх виготовлення.

Залежно від напрямку гвинтової лінії черв'яки поділяють на праві й ліві, залежно від кількості заходів на одно- та багатозаходні. Правила їх виконання встановлені ГОСТ 2.406-76. Кресленик черв'яка виконують у одному виді з місцевими розрізами для зображення профілю перерізу витка та інших конструктивних елементів. Відповідно до ГОСТ 2.402-68, на видах поверхню вершин витків черв'яка зображають суцільною товстою лінією, ділильну поверхню – штрих-пунктирною тонкою лінією, а поверхню западин – суцільною тонкою лінією. При осьовому перерізі циліндричного черв'яка штриховку наносять у ділянці, обмеженій поверхнею западин.



Національний університет
водного господарства
та природокористування



Національний університет
водного господарства
та природокористування



Ділильний діаметр черв'яка визначають за формулою: $d_1 = qm$, де m – модуль, а q – коефіцієнт діаметра черв'яка, який залежить від заданої величини модуля.

Діаметр вершин витків черв'яка визначають за формулою:
 $d_{a1} = d_1 + 2m$.

Діаметр западин витка черв'яка визначають за формулою:
 $d_{f1} = d_1 - 2,4m$.

На зображенні циліндричного черв'яка показують діаметр d_{a1} вершин витка; довжину нарізної частини черв'яка; дані, які визначають контур нарізаної частини черв'яка.

На рис. 1.7 наведено приклад виконання кресленника циліндричного черв'яка. У правому верхньому куті кресленника розташовують таблицю параметрів зубчастого вінця черв'яка.

Креслення черв'ячного колеса

Правила виконання креслеників циліндричних черв'яків і черв'ячних коліс встановлено стандартом ГОСТ 2.406-76. Розрахунок основних параметрів визначають за формулами (в розрахунках застосовують модуль m):

ділильний діаметр колеса $d_2 = m \times z_2$, де z_2 – кількість зубців колеса;

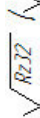
діаметр вершин зубців колеса $d_{a2} = d_2 + 2m$;

діаметр западин зубців колеса $d_{f2} = d_2 - 2,4m$;

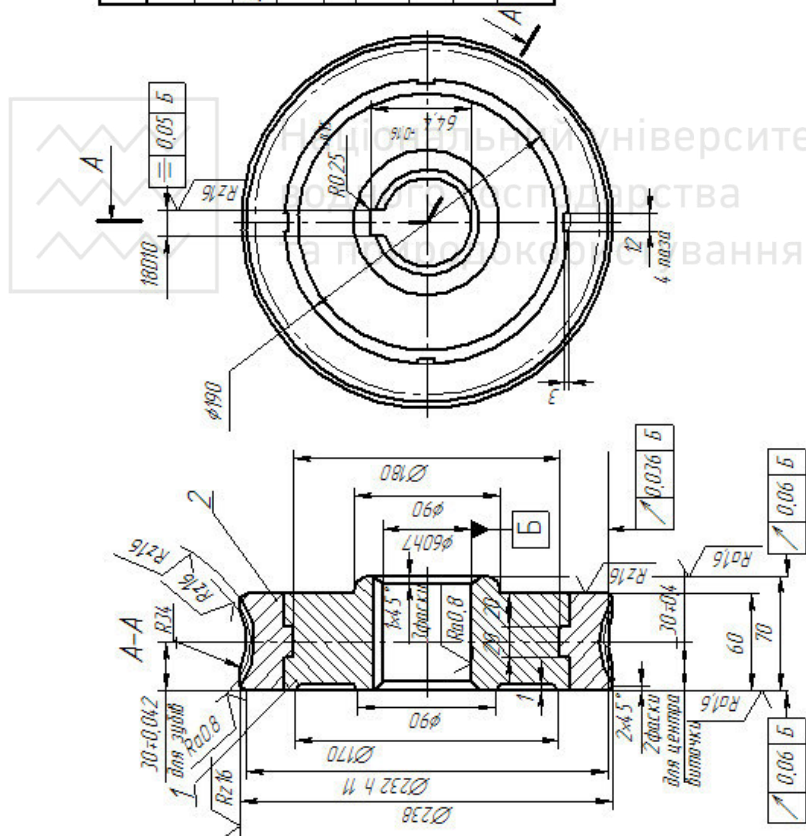
висота головки зубця $h_a = m$;

висота ніжки зубця колеса $h_{f2} = 1,2m$.

На зображенні черв'ячного колеса потрібно нанести: діаметр вершин зубців у середній площині зубчастого колеса; найбільший діаметр; ширину вінця; відстань від базового торця до середини торцевої площини колеса; радіус кривини (виїмки) вершин зубців; розміри фаски або радіуси закруглень торцевих кромek зубців; шорсткість бічних поверхонь зубців тощо. У правому верхньому куті кресленника розміщують таблицю параметрів зубчастого вінця. На рис. 1.8 наведено приклад виконання кресленника черв'ячного колеса.



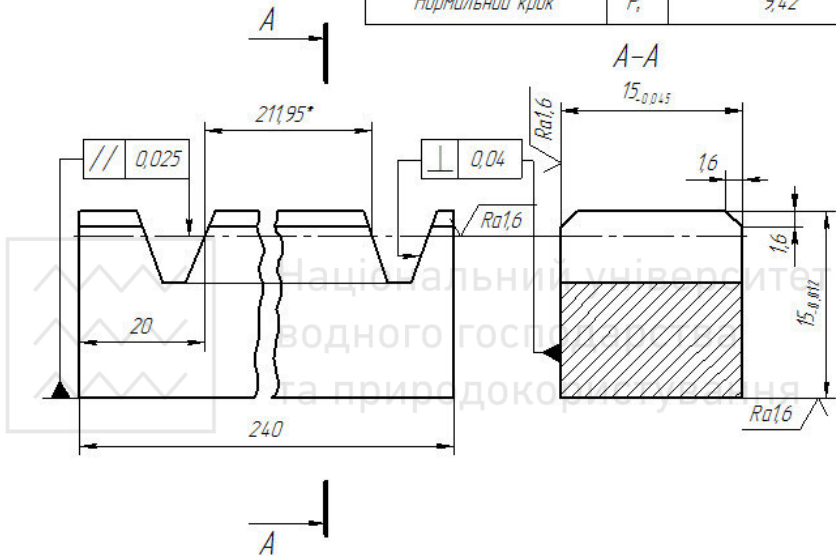
Модуль	m	4
Число зубів	Z_1	56
Напрямок лінії зуба		Правий
Вихідний виробляючий черв'як		ГОСТ 19036-81
Ступінь точності по ГОСТ 1675-81		7-С
Міжвісьова відстань	a_w	142+0,042
Вісний діаметр черв'ячного колеса	d_2	224
Від соряка еного черв'яка		zA
Число витків соряка еного черв'яка	Z_1	1
Позначення креслення соряка еного черв'яка		





$\sqrt{Ra6,3}$ ($\sqrt{\text{ }}$)

Модуль	m	3
Нормальний вихідний контур	-	ГОСТ 13755-81
Ступінь точності	-	8-7-7 за ГОСТ 1643-81
Коефіцієнт заміщення	x	0
Кількість зубців	z	23
Нормальний крок	P_n	9,42



1. Цементувати $h=0,9...1,3$, загартувати до HRC 56...62
2. $H14, h14 \pm \frac{IT14}{2}$
3. *Разміри для довідок

Рис. 1.9. Кресленник зубчастої рейки

Креслення зубчастої рейки, зірочки

Зубчасту рейку можна розглядати як розгорнутий зубчастий вінець циліндричного зубчастого колеса. Поверхні вершин зубців креслять суцільною товстою лінією, ділильні поверхні – штрихпунктирною тонкою, а поверхні западин – суцільною тонкою



лінією. У розрізі зубці не заштриховують, а на місці ділильної поверхні проводять штрих-пунктирну тонку лінію.

Усі розміри рейки, які входять у зачеплення із зубчастим колесом, дорівнюють відповідним розмірам колеса, тобто модуль, висота головки й висота ніжки зубця в них однакові.

Згідно ГОСТ 2.404-75 на робочих креслениках зубчастих рейок показують ширину зубчастої частини плоскої рейки, висоту зубчастої рейки, довжину нарізаної частини рейки, напрям нахилу і кут нахилу зубців (якщо рейка з косими зубцями). Зазначають також шорсткість бічних поверхонь зубців, поверхні виступів й поверхні впадин, розміри фасок або радіусів закруглень на кромках поверхні вершин зубців. Дані, які характеризують нарізану частину рейки, розміщують у таблиці параметрів. На рис. 1.9 наведено приклад виконання кресленика зубчастої рейки.

У табл. 1.1 наведено значення шорсткості для поверхонь зубчастих коліс і черв'яків.

Таблиця 1.1
Поверхні зубів зубчастих коліс і черв'яків

Сутність точності коліс	Параметри шорсткості, мкм			
	зубчастих коліс			черв'яків
	циліндричних	конічних	черв'ячних	
3	–	–	$R_a = 0,63$	$R_a = 0,16$
4	$R_a = 0,63$	–	$R_a = 0,63$	$R_a = 0,16$
5	$R_a = 0,63$	$R_a = 0,63$	$R_a = 1,25$	$R_a = 0,32$
6	$R_a = 1,25$	$R_a = 1,25$	$R_a = 1,25$	$R_a = 0,63$
7	$R_a = 1,25$	$R_a = 1,25$	$R_a = 1,25$	$R_a = 1,25$
8	$R_a = 2,5$	$R_a = 2,5$	$R_a = 2,5$	$R_a = 2,5$
9	$R_a = 2,5$	$R_z = 20$	–	–

На рис. 1.10 наведено робочий кресленик зірочки ланцюгової передачі. При виконанні навчального кресленика зірочки можна обмежитися даними, наведеними в таблиці параметрів, а саме:

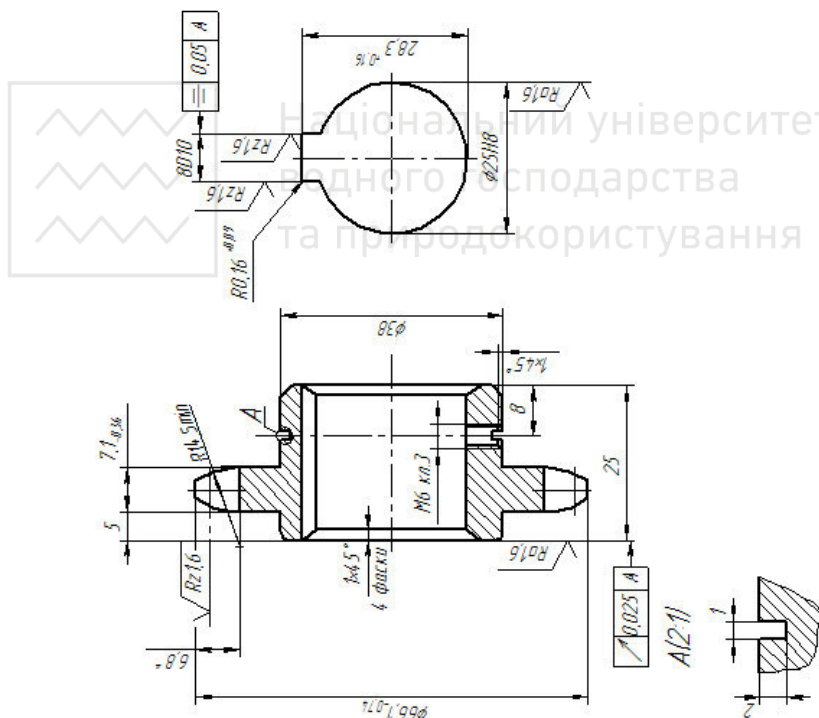
числом зубців зірочки; кроком; діаметром ролика спряженого ланцюга.

До цієї ж групи можна віднести деталі храпових передач, наприклад, храпове колесо із зовнішнім або внутрішнім зачепленням. На рис. 1.11 наведено кресленик мілкомодульного



$\sqrt{Rz12}$

Число зубів		Z	15
З'єднання панцар	Клас	P1	12,7
	Вимітар товща	D	8,51
Профіль зуба на ГОСТ 597-69		-	Без зміцнення
Клас точності на ГОСТ 597-69		-	3
Виміток на різницю кроків		δP_1	0,16
Радіусний бік округлості впадин		E_g	0,5
Торцевий бік зубчатого вентя		-	0,5
Вимітар діаметального кола		d	6108
З'єднання панцар	Ширина внутрішньої пластини	b	1181
	Відстань між внутрішніми пластинками	$b_{\text{ш}}$	7,75





храпового колеса із зубцями зовнішнього зачеплення. В якості головного виду прийнято осьовий фронтальний розріз деталі. На виді зліва наведено два елементи зубчастого вінця повністю, а решту елементів наведено умовно у відповідності з вимогами СКД. Для з'ясування форми й розмірів зубців храпового колеса застосовано виносний елемент. Дані, які характеризують модуль, число зубців колеса та крок, наведено в таблиці параметрів.

Модуль	m	2,5
Число зубців	z	30
Крок	p	7,85

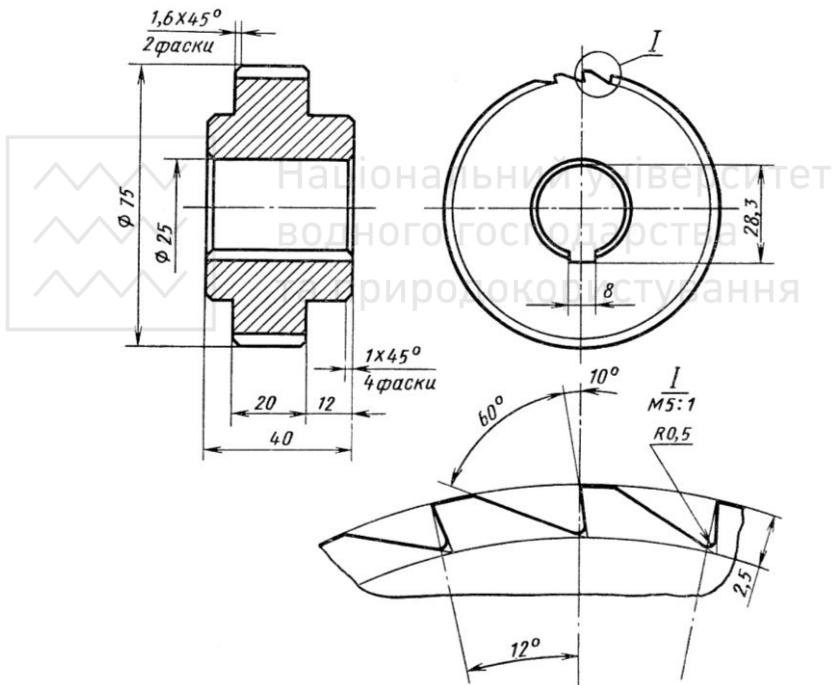


Рис. 1.11. Кресленник храпового колеса

Зубчасті деталі (циліндричні й конічні шестерні й колеса, черв'ячні та храпові колеса, зірочки ланцюгових передач) фіксують на валах і осях за допомогою шпонкових (призматичних, клинових або сегментних) та шліцьових з'єднань (із прямобічними



або евольвентними шліцями). На рис. 1.12 наведено приклад фіксації циліндричної шестерні на валу за допомогою шпонки, шайби, гайки зі стопорною шайбою.

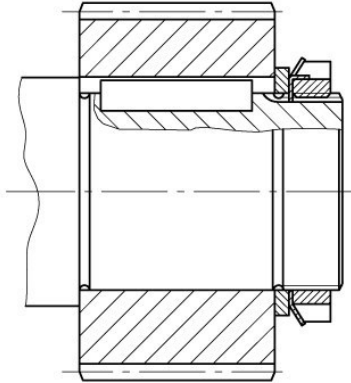
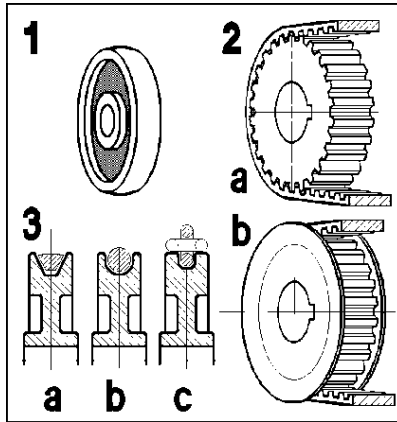


Рис. 1.12. Фіксація шестерні на валу

1.2.3. Кресленики шківів

Пасова передача складається з ведучого й відомого шківів та замкнутої форми приводного паса, котрий розміщений на шківів із деяким попереднім натягом:





Останнім часом пасові передачі застосовують досить широко. Їх використовують у приводах електрогенераторів і різних металообробних верстатах, у робочих механізмах текстильної та паперової промисловості, у приводах вентиляційних систем тощо. Шківни виготовляють із чавуну, сталі, легких сплавів, пластмас.

Шківни складаються з таких елементів: робочої частини, яка розміщена зовні поверхні обода, самого обода, диска або маточини, центрального отвору.

На рис. 1.13 наведено кресленики основних типів шківнів для плоских і клинових пасів.

Робоча частина шківни може бути виконана:

– у вигляді торової поверхні радіуса R або циліндра й двох невеликих конусів по краях ободу для плоских пасів;

– із канавками для клинових пасів; із зубцями спеціального профілю на ободі для зубчастих пасів.

На кресленику шківнів наводять два зображення:

а) розріз площиною, яка проходить через вісь центрального отвору, на фронтальній площині проєкцій;

б) вид на профільну площину проєкцій.

Цей вид обов'язковий у таких випадках: на диску виконано поздовжні отвори або замість диска застосовані спиці з прямолінійною або криволінійною віссю. У решті випадків на профільній площині проєкцій наводять тільки контур центрального отвору.

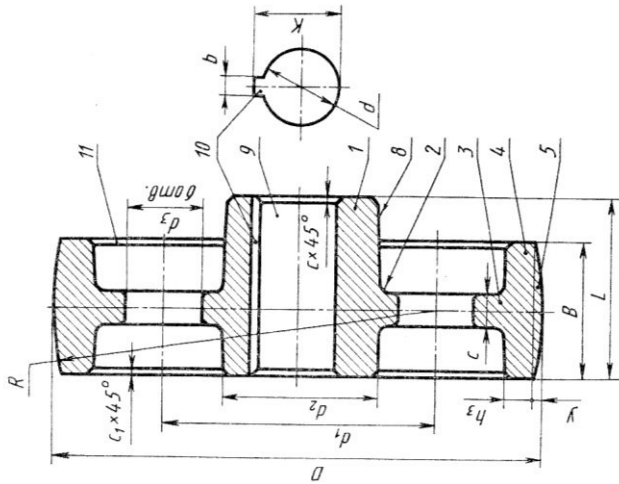
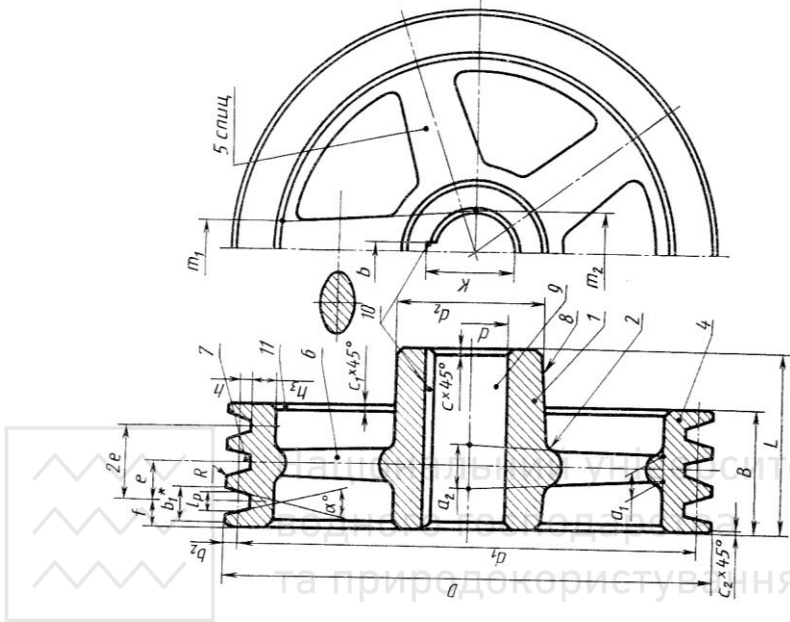
За наявності спиць виконують накладений або винесений переріз спиці площиною, яка перпендикулярна до її поперечної осі. На розрізі спиці не штрихують.

Шківни являють собою тіла обертання, тому розріз на робочих креслениках рекомендують розміщувати так, щоб вісь центрального отвору була паралельна основному напису кресленика.

На рис. 1.13 наведено рекомендований метод нанесення розмірів на шківнах.

На наведених креслениках, на полчках ліній-виносок, цифрами позначено елементи шківнів:

1 – маточина; 2 – ливарні закруглення; 3 – диск; 4 – обод; 5 – робоча частина; 6 – маточина; 7 – канавка для клинового паса; 8 – ливарний конус; 9 – центральний отвір; 10 – шпонковий паз; 11 – фаски.





1.2.4. Кресленики пружин

За формою пружини бувають таких видів: циліндричні, конічні, спіральні, пластинчаті, тарілчаті та інші.

У залежності від характеру дії робочих навантажень, пружини конструктивно поділяють на пружини стиснення, скручування, розтягування та вигину. Поперечний переріз дротину, з якої виготовляють пружину, може бути круглою, прямокутною тощо.

Пружини виготовляють зі сталі (наприклад, марки 65Г), латуні, бронзи. У табл. 1.2 наведено зображення різних типів пружин на кресленику, в розрізі та умовне, які широко використовують у машинобудуванні. Гвинтові циліндричні пружини мають різну форму зачіпок для їх кріплення (рис. 1.14).



Рис. 1.14. Форми зачіпок пружин

На рис. 1.15 наведено форми зображення пружин скручування, які найчастіше використовують у автомобілебудуванні.

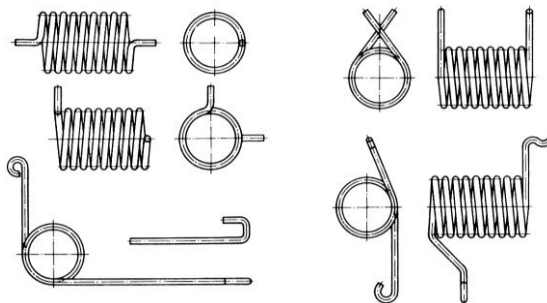


Рис. 1.15. Форми пружин скручування



Зображення пружин

Назва пружини	У мовне зображення		
	на виді	у розрізі	схематичне
Гвинтова циліндрична пружина стиснення з круглим перерізом			
Гвинтова циліндрична пружина стиснення з прямокутним перерізом			
Гвинтова конічна пружина стиснення з круглим перерізом			
Конічна пружина з пластинчастим перерізом			
Гвинтова циліндрична пружина із зачіпками, яка працює на розтягування, з круглим перерізом			
Гвинтова циліндрична пружина у вигляді тора із зачіпками, яка працює на розтягування, з круглим перерізом			
Гвинтова пружина скручування з круглим перерізом			



У машинах і технологічному обладнанні в пристроях (наприклад, для натягування пасів із певним зусиллям або повернення механізму в початкове положення) широко використовують спіральні пружини. Спіральні пружини мають різну форму кріплення замків для їх скручування (рис. 1.16).

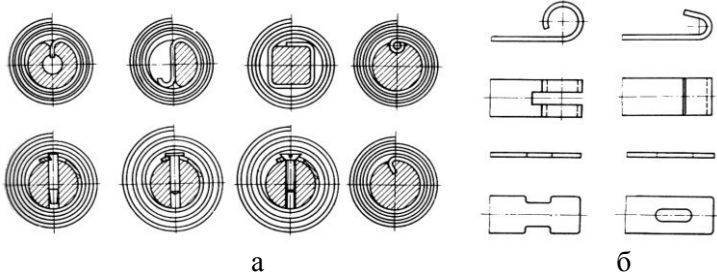


Рис. 1.16. Спіральні пружини

Для кріплення пружин застосовують різні схеми (рис. 1.17).

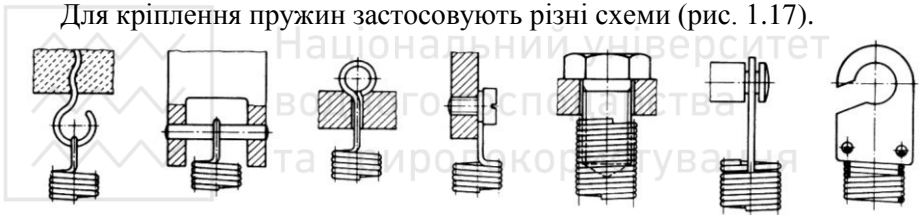


Рис. 1.17. Схеми кріплення пружин

В автомобілебудуванні застосовують види пружин, зображення яких наведено на рис. 1.18. Найпоширеніші з них гвинтові циліндричні пружини. Правила виконання креслеників пружин обумовлені ГОСТ 2.401-68. Під час зображення циліндричних пружин слід звернути увагу на такі правила:

1. На кресленіку пружини зображають умовно. Вісь пружини розміщують паралельно до основного напису. Витки пружин на виді й у розрізі зображують прямими лініями. Якщо пружина працює на розтягування, проміжок між її витками не зображують.
2. Опорні витки пружин бувають підтиснуті по довжині цілого витка або на $\frac{3}{4}$. Вони мають плоску опорну поверхню, перпендикулярну до осі пружини.



3. Для пружин, що має понад чотири витки, зображують по одному – два із кожного боку. Замість решти проводять осеві лінії центрів перерізів витків.
4. Зображення відповідає пружині з правим напрямом навивання. Дійсний напрям навивання зазначають у технічних вимогах.
5. Зображення пружин супроводжують діаграмою лабораторного випробування.

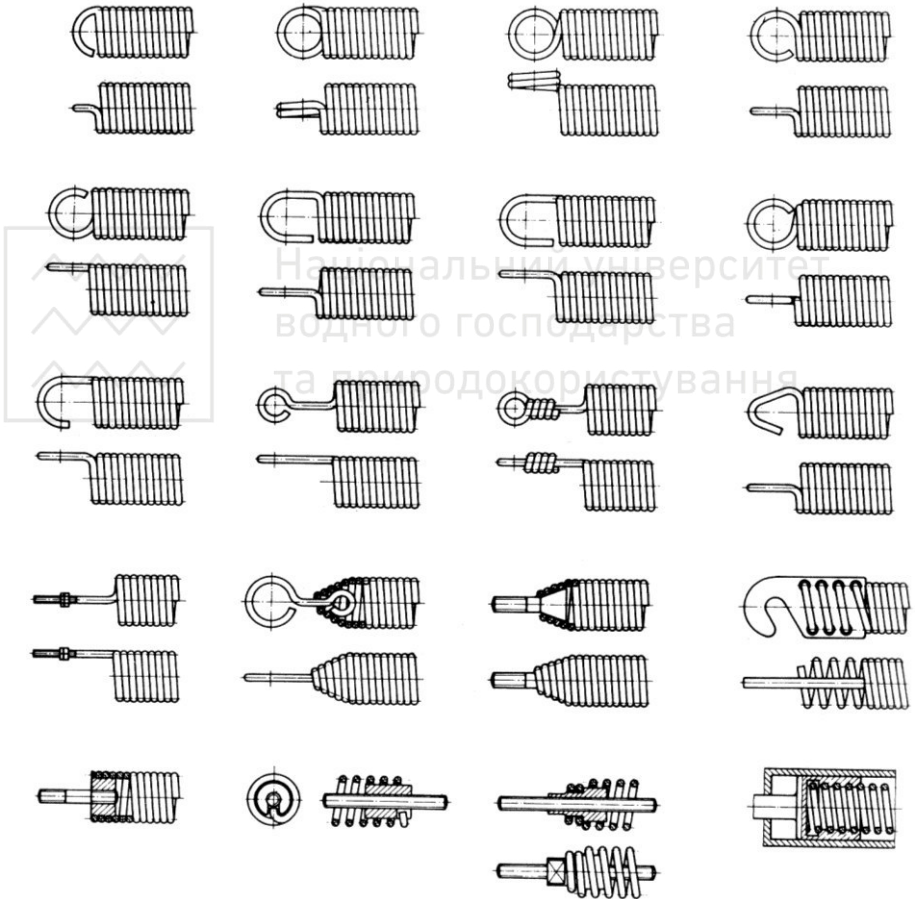
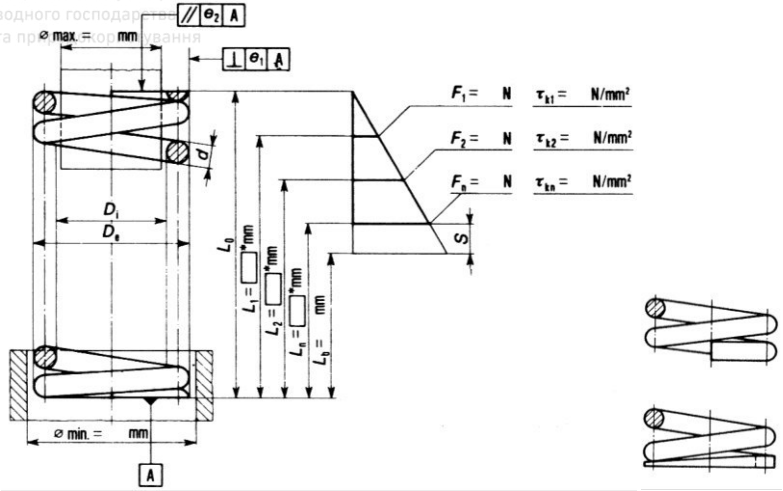


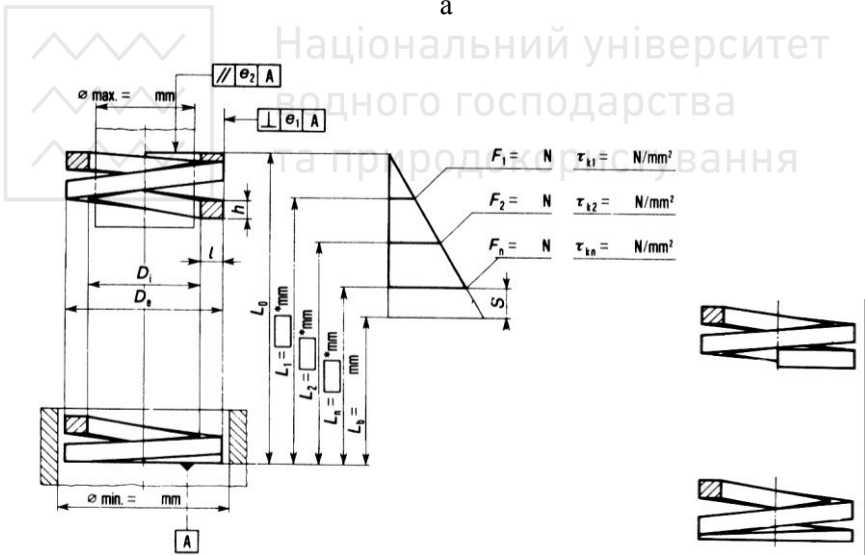
Рис. 1.18. Види пружин, які використовують у автомобілебудуванні



Національний університет
водного господарства
та природокористування



а



б

Рис. 1.19. Гвинтові циліндричні пружини

6. Технічні вимоги повинні мати дані про напрям навивання, кількість робочих витків, повну кількість витків, діаметр



контрольного стержня або гільзи, довжину розгорнутої пружини та ін.

7. Якщо діаметр дроту або перерізів витків на зображенні становить 2 мм й менше, то пружини зображають умовно суцільною лінією завтовшки 0,6...1,5 мм або зачорнюють перерізи витків.
8. На робочому кресленку літерні позначення розмірів пружин замінюють числовими значеннями.

На рис. 1.20 – 1.24 наведено приклади креслеників найпоширеніших видів пружин.

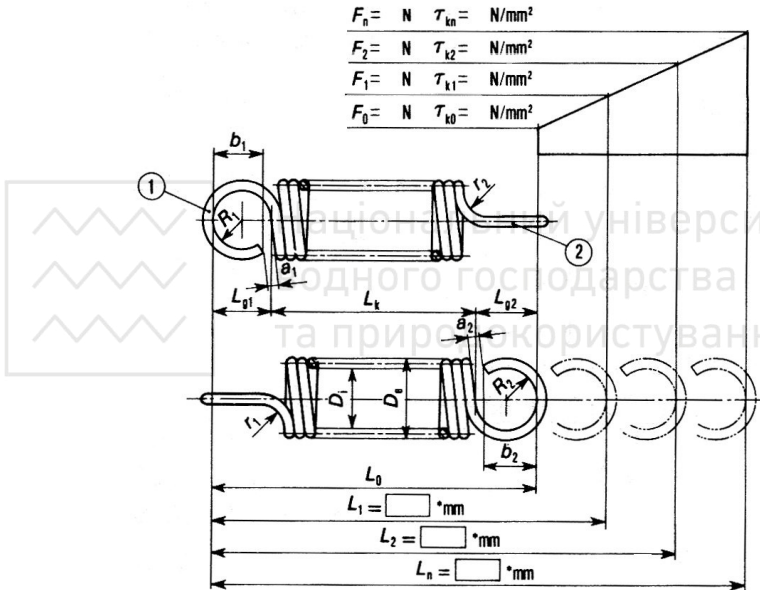


Рис. 1.20. Кресленик пружини, яка працює на розтягування, із зачіпками, відкритими із протилежних сторін і розміщених у різних площинах

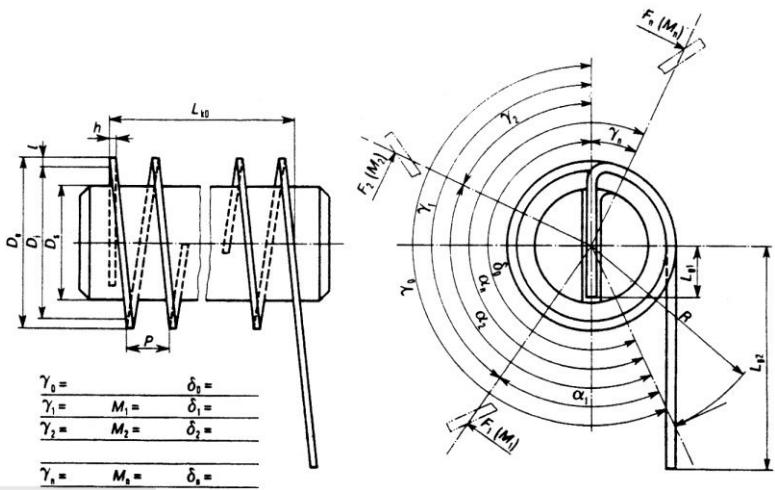


Рис. 1.21. Кресленик гвинтової пружини скручування

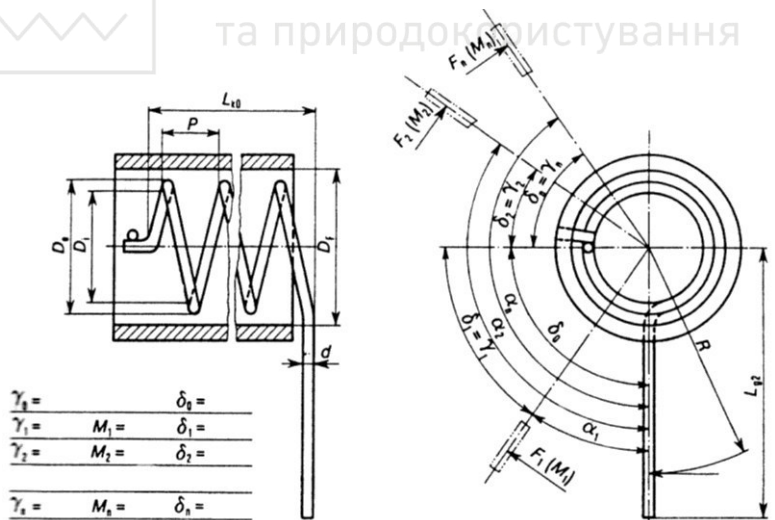


Рис. 1.22. Кресленик гвинтової пружини скручування

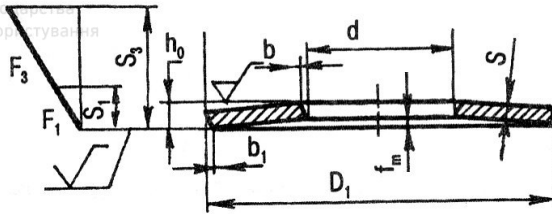


Рис. 1.23. Кресленик тарільчастої пружини

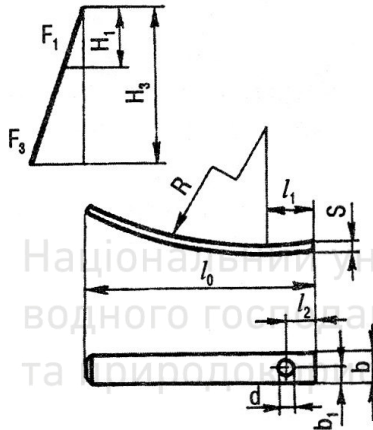


Рис. 1.24. Кресленик пластинчастої пружини

Для розрахунку пружин використовують співвідношення, які наведено нижче.

Крок витка для циліндричної пружини з круглим перерізом витка: $t = \pi (D - d) \operatorname{tg} \alpha$,

де: α – кут підйому витка ($\alpha = 5 \dots 15^\circ$; частіше $6 \dots 9^\circ$).

Довжина розгорнутої пружини:

а) для пружин стиснення

$$l = \frac{\pi D - d}{\cos \alpha} n_1;$$

де: n_1 – кількість витків повна у вільному положенні.

б) для пружини розтягування та скручування

$$l = \frac{\pi D - d}{\cos \alpha} n_1 + l_{\text{пр}},$$

де: $l_{\text{пр}}$ – довжина дроту для причепів.

Під час контролю діаметрів пружини стиснення приймають:



Національний університет
водного господарства
та природокористування

$$D_C = 0,96 D_2; \quad D_\Gamma = 1,04 D,$$

де: D_C – діаметр контрольного стержня;

D_2 – внутрішній діаметр пружини;

D – середній діаметр пружини.

Висота пружини стиснення у вільному стані:

а) зі шліфованими опорними поверхнями

$$l_o = n(t - d) + (n_1 - 0,5)d;$$

б) з нешліфованими опорними поверхнями

$$l_o = n(t - d) + n_1 d;$$

де: n – число витків повне;

t – крок пружини;

d – діаметр дроту або прутка;

n_1 – число витків повне у вільному стані.

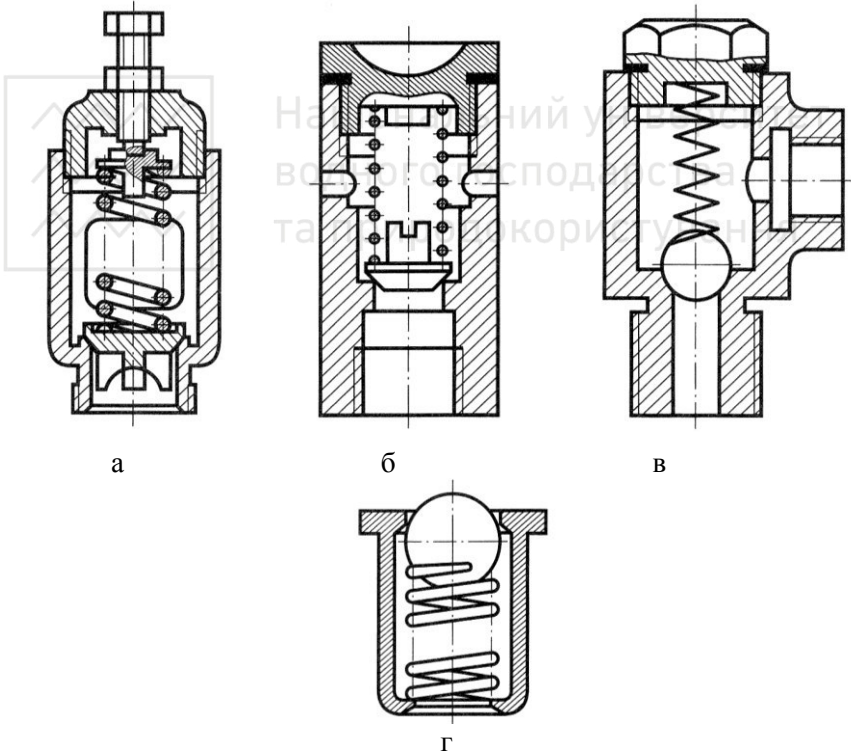


Рис. 1.25. Зображення пружин на складальних кресленнях



Стандарти ГОСТ 13766:2008 – ГОСТ 13776:2008 встановлюють параметри витків для гвинтових циліндричних пружин стиснення та розтягування з круглим перерізом. На рис. 1.25 – 1.26 наведено приклади застосування та зображення пружин на складальних креслениках, а на рис. 1.27 – варіанти оформлення кінців пружин.

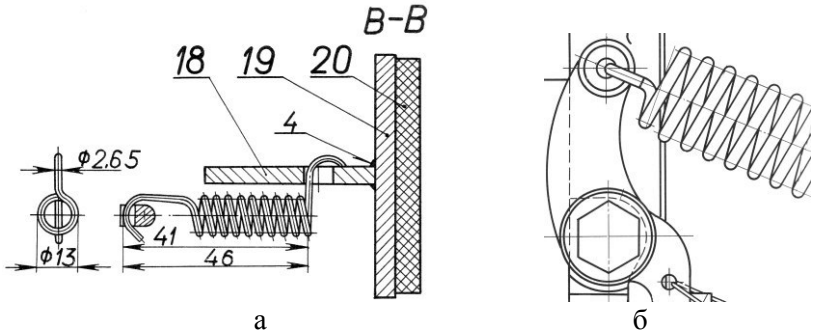


Рис. 1.26. Зображення місць кріплення пружин

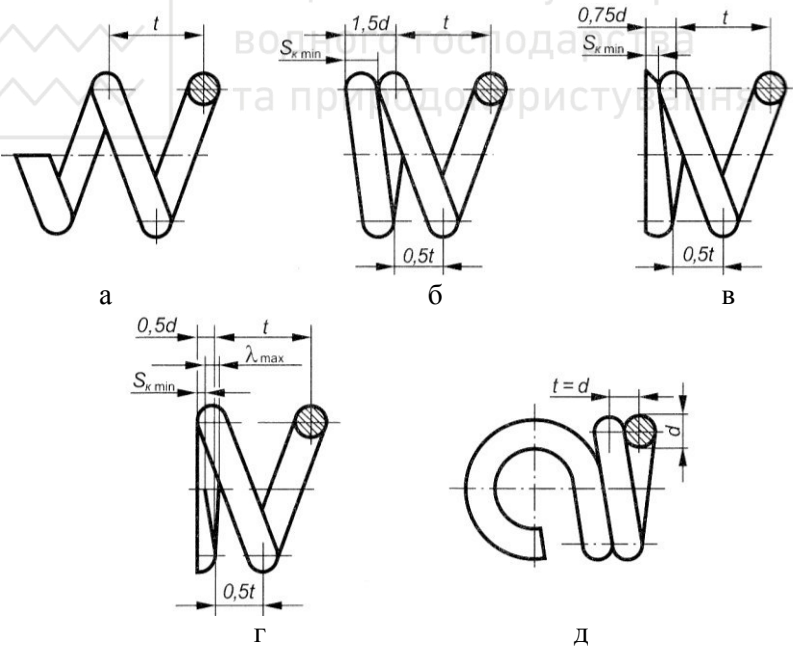


Рис. 1.27. Варіанти оформлення кінців пружин



1.3. Кресленики оригінальних деталей

До оригінальних відносять деталі, форма яких частково або повністю відрізняється від форми стандартних деталей або деталей зі стандартним зображенням (1.28). Оригінальні деталі в загальному випадку поділяють за конструктивним й технологічними типами.

Конструктивний тип деталі залежить від її функції, для виконання яких необхідно певні конструктивні елементи. Сукупність цих елементів і є основою конструкції деталі. Кожний із цих елементів має певні характерні особливості зображення, які дозволяють встановити належність деталі до певного конструктивного типу.

Одночасно вид головної обробки визначає технологічний тип деталі. Форми більшості зовнішніх і внутрішніх елементів цих деталей характерні тільки для цього технологічного типу деталі, також характерні для деталі й зображення її елементів. Прикладом можуть слугувати вилиті деталі, які мають ливарні закруглення й похили, деталі типу тіл обертання, обмежені поверхнями обертання тощо.

Перед тим, як виконувати кресленик оригінальної деталі, треба ознайомитися із призначенням деталі та її структурою. Складають зображення деталі, враховуючи, що вони складаються із зображень окремих елементів, зокрема й готових зображень стандартних елементів.

Для нанесення розмірів слід спочатку визначити їх значення й використовувати основну й допоміжну конструкторські бази. Врахувати, що всі розміри поділяють на розміри форми поверхонь і розміри їх положення.

Якщо деталь має стандартні елементи, то їх розміри переносять зі стандартів на кресленик деталі.

У сучасному машинобудуванні широко застосовують різноманітні деталі, які можна поділити за призначенням і конструкцією на декілька груп:

1) окремі деталі машин, наприклад, зубчасті колеса, маховики, шківни, блоки, гільзи, втулки, циліндри, фланці, кришки, важелі;



2) деталі на зразок стійок, опор, кронштейнів, поперечин, які слугують для з'єднання між собою окремих деталей і вузлів машин;

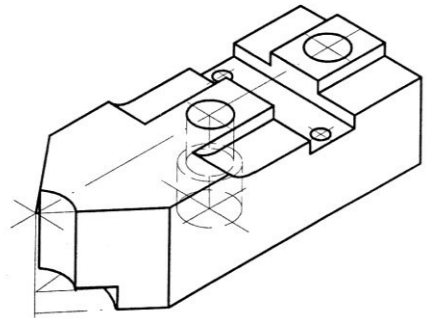
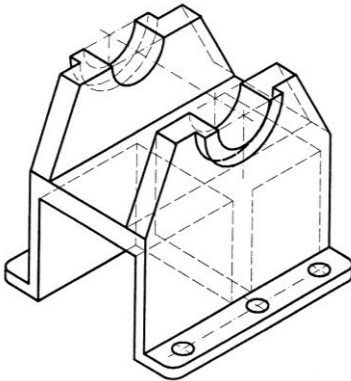
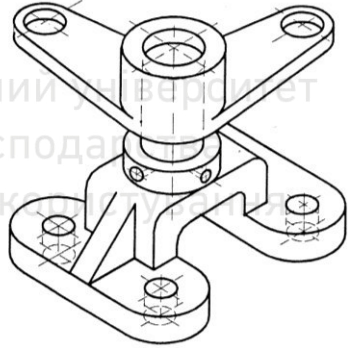
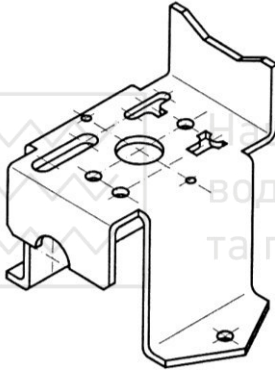
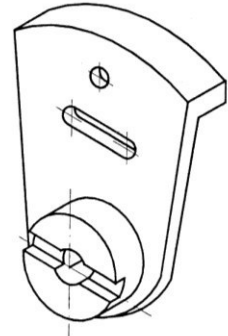
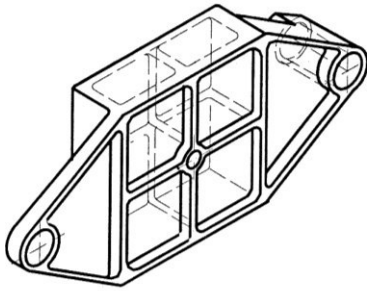


Рис. 1.28. Ізометричні зображення оригінальних деталей



3) корпусні коробчасті деталі закритого й відкритого типів.
До них відносять деталі на зразок станин, коробок, рам.

Деталі на зразок валів, зубчастих коліс, пальців, маховиків, шківів, циліндрів, фланців, тобто деталі, що являють собою тіла обертання, треба розташовувати відносно фронтальної площини проєкцій так, щоб їх вісь проєціювалась паралельно з основним написом кресленика (рис. 1.29).

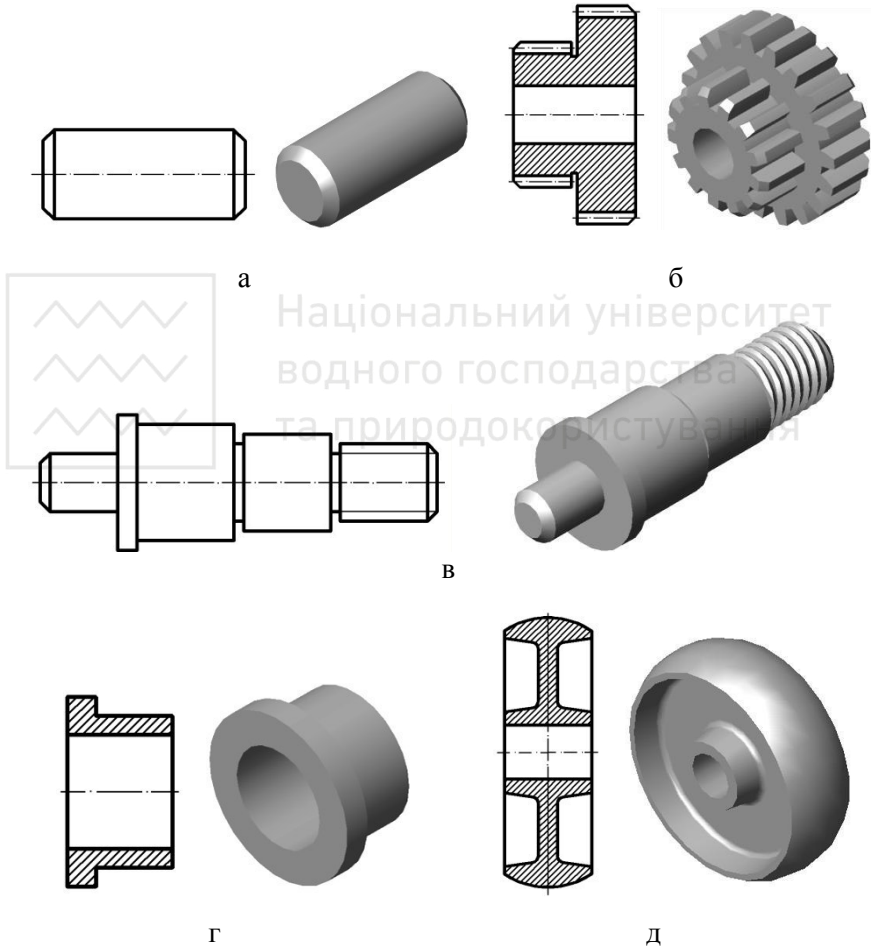


Рис. 1.29. Деталі, що являють собою тіла обертання



Деталі на зразок кронштейнів, стійок, опор треба розташовувати відносно фронтальної площини проєкцій так, щоб їх опорні базові поверхні займали горизонтальне, фронтальне або профільне положення (рис. 1.30).

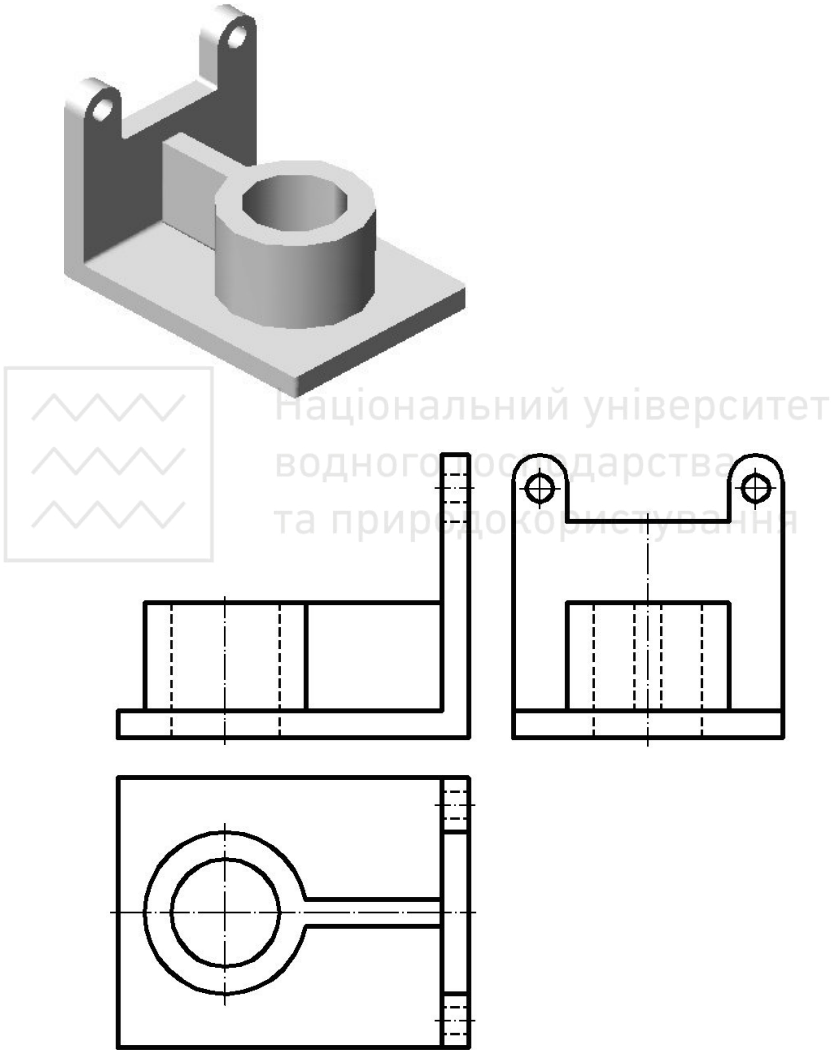
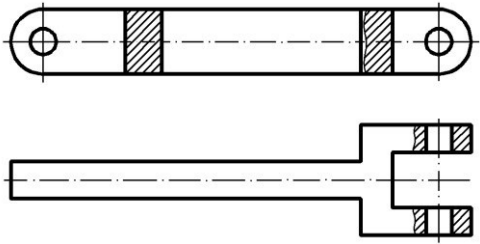
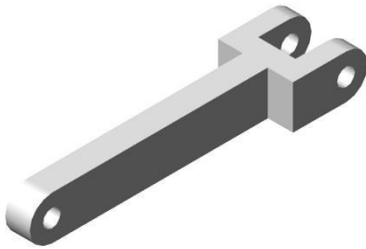


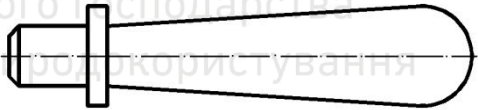
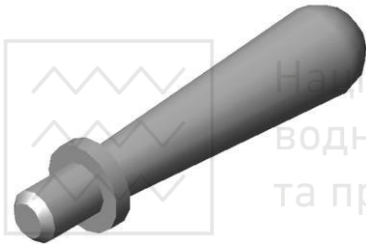
Рис. 1.30. Вибір головного виду



Деталі на зразок важелів (рис. 1.31, а), рукояток (рис. 1.31, б) і тяг (рис. 1.31, в), які мають видовжену форму, слід розташовувати так, щоб осі їх базових отворів проєціювались на головному виді перпендикулярно або паралельно з основним написом.



а



б



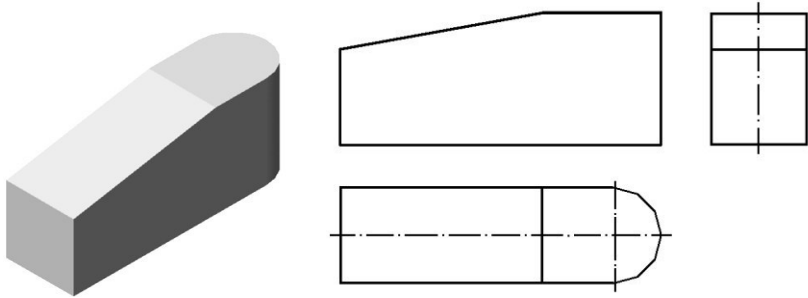
в

Рис.1.31. Вибір головного виду

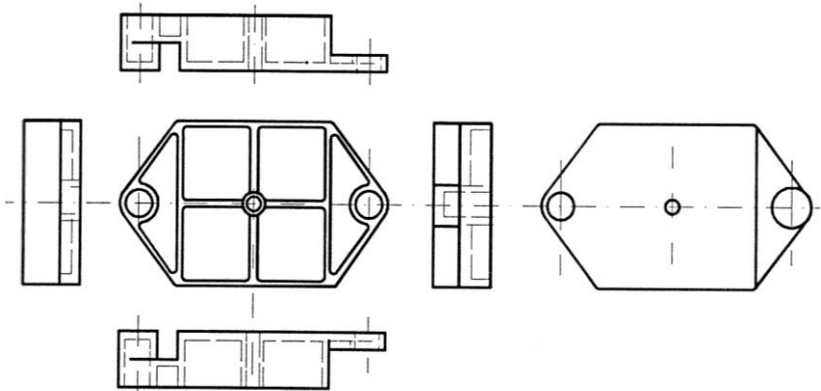
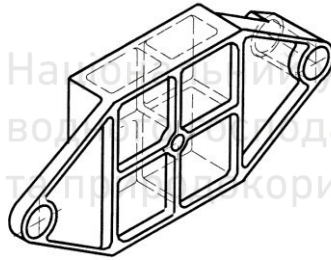
Корпусні деталі коробчастого типу прийнято розташовувати відносно фронтальної площини проєкцій так, щоб їх основні базові



опорні поверхні займали горизонтальне або (рідше) вертикальне положення (рис. 1.32).



а



б

Рис. 1.32. Вибір видів для деталей коробчастого типу



Під час вибору положення головного виду деталі, яку оброблюють на верстатах токарного типу, слід враховувати, що зображення деталі, яке частково або повністю обмежене конічною поверхнею обертання, звично розміщують так, щоб вершина конічної поверхні була розміщена справа (рис. 1.33, а), а зображення деталі, яке має отвори конічної форми (їх вершини), було розміщено зліва (рис. 1.33, б).

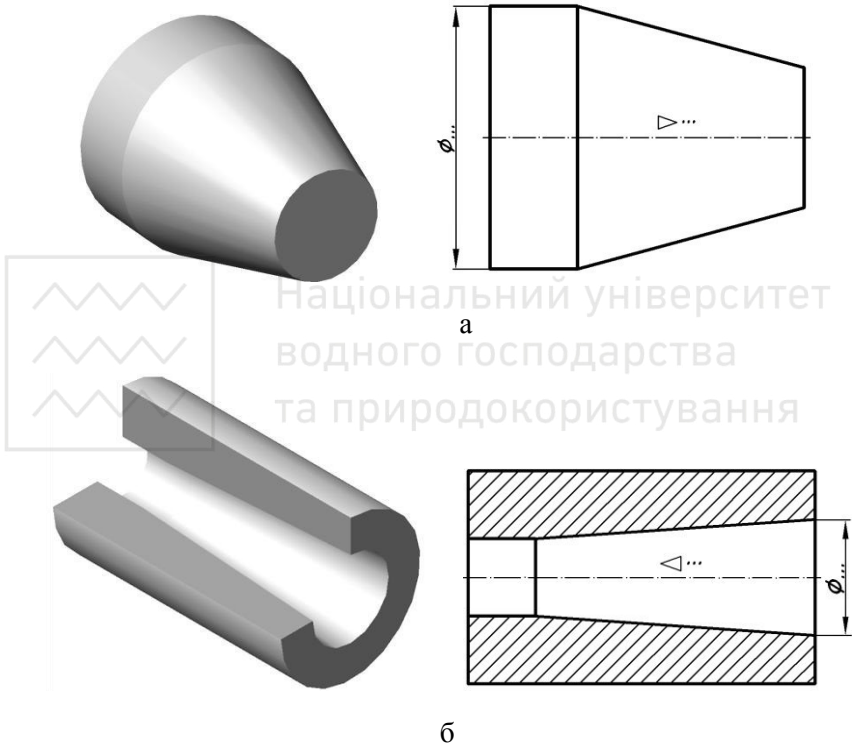
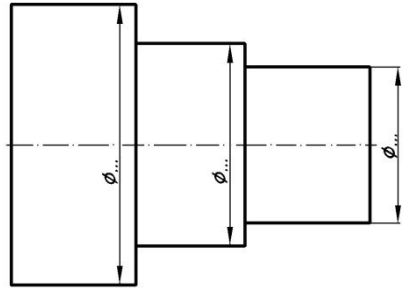
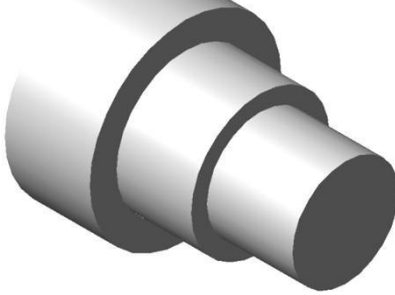


Рис. 1.33. Вибір головного виду для деталей, які обмежені конічними поверхнями

Деталі, обмежені поверхнями обертання різного діаметра, звично розміщують на верстатах так, щоб ділянки зі більшими діаметрами знаходилися лівіше ділянок зі меншими діаметрами (рис. 1.34).



В

Рис. 1.34. Вибір головного виду для деталі, яка обмежена циліндричними поверхнями

У тому випадку, якщо деталь має ступінчасті отвори, головний вид розміщують так, щоб ступені більшого діаметра розміщувалися правіше ступенів меншого діаметра (рис. 1.35).

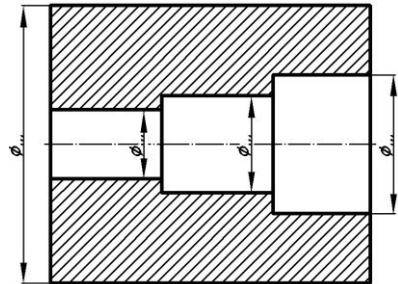


Рис. 1.35. Вибір головного виду для деталі, яка обмежена ступінчастими циліндричними поверхнями

У якості головного зображення може бути вибрано вид, розріз, а також поєднання виду з розрізом (рис. 1.36).

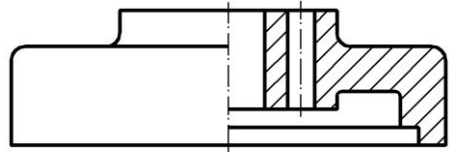
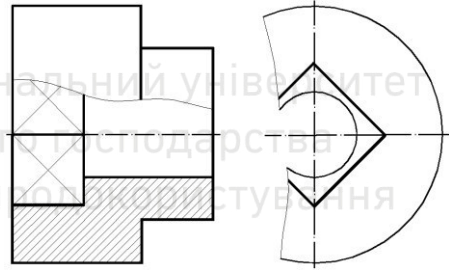
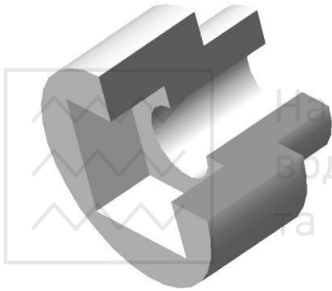
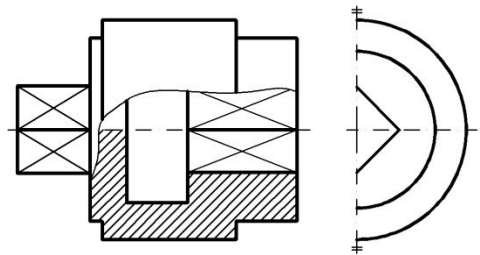
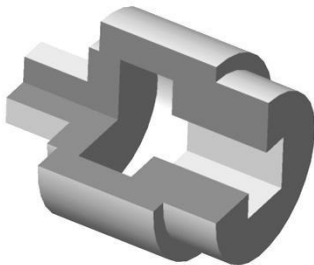


Рис. 1.36. Поєднання виду із розрізом

Якщо деталі містять деякі елементи, форми, розміри або кількість яких не виявлено за однією проекцією, то необхідно виконувати відповідні додаткові зображення (рис. 1.37).



а



б

Рис. 1.37. Приклад вибору кількості зображень для різних типів деталей



На креслениках вилитих виробів потрібно вказати низку технічних вимог; на навчальних креслениках із усього переліку технічних вимог досить вказати розміри невказаних ливарних радіусів, похилів й розмірів для довідок.

Кресленики деяких найрозповсюдженіших конструктивних і технологічних типів оригінальних деталей розглянемо нижче. До них відносять ливарні деталі; деталі, які мають вигляд тіл обертання; деталі, обмежені безпосередньо площинами; деталі, виготовлені гарячою й холодною штамповкою.

1.3.1. Ливарні деталі

Свою назву ливарні деталі отримали від способу виготовлення – заливка наперед підготовленої форми розплавленим металом, який заповнює форму й після вистигання та затвердіння утворює готову деталь (якщо немає необхідності доопрацювання її поверхні) або слугує заготовкою для наступної механічної обробки на різних металорізальних верстатах.

Для виготовлення ливарних деталей використовують чавуни, сталі та сплави кольорових металів. Марку матеріалу деталі вказують у відповідній графі основного напису.

Ливарні деталі мають характерні ознаки: плавні переходи між необробленими поверхнями (ливарні радіуси); відносну рівномірність товщин стінок; наявність приливів, бобишок, ребер тощо. Внутрішні стінки деталі мають бути тоншими за зовнішні на 10-20%.

Поверхні литих деталей виконують із ливарними похилами. Величину й напрямок похилів вибирають у залежності від технології виготовлення моделі й форми для відливки деталі. Деколи ливарні похили вказують на зображенні деталі, проте частіше в технічних вимогах.

Підходи до вибору головного зображення та його розміщення на кресленику розглянуто вище.

Під час нанесення розмірів на креслениках ливарних деталей слід враховувати поділ баз на основні ливарні та конструкторські. Особливістю нанесення розмірів на креслениках ливарних деталей є те, що частина поверхонь, яка підлягає наступній механічній обробці, повинна мати не більше одного розміру по кожному з



трьох координатних напрямів, який пов'язує механічно оброблені поверхні з поверхнями необробленими.

Перед нанесенням розмірів слід вибрати ливарні й конструкторські бази. Ливарними базами слугують необроблені поверхні, їх осі або площини симетрії. В якості ливарних баз слід вибирати по можливості менші за розміром поверхні (по одній для кожного із трьох координатних напрямів), причому бажано, щоб дані поверхні утворювались однією ливарною формою для виключення впливу перекосів половинок. Якщо неможливе співпадання ливарних баз із конструкторськими, то їх слід вибирати по можливості ближче один до одного (наприклад, бази), є сторонами однієї стінки деталі).

Після вибору ливарних баз наносять розміри, які визначають форму й положення необроблених поверхонь відносно баз. Окремо наносять розміри, які визначають форму й положення оброблених поверхонь відносно конструкторських баз. Розміри на креслениках ливарних деталей заборонено наносити у вигляді замкнутого ланцюжка, за винятком тих випадків, коли один із розмірів (наприклад, габаритний) вказано як довідковий. При цьому довідковий розмір повинен бути відмічений записом у технічних вимогах.

Ливарні деталі мають конструктивні елементи, які необхідно закладати при розробці їх креслеників. Галтелі й скруглення (рис. 1.38) для співвідношення стінок $(S_1:S_2) \leq 2$ приймають: для чавуну та алюмінієвих сплавів $R \approx 0,3h$; для сталі, бронзи, латуні $R \approx 0,4h$. Для кутових спряжень приблизно $R = 0,3(S_1+S)$.

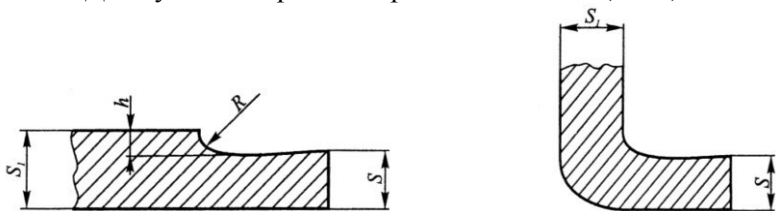


Рис. 1.38. Елементи ливарної деталі із галтеллю та скругленням

У місцях розташування отворів стінки корпусу підсилюють приливами за рахунок збільшення товщини (рис. 1.39, б) або використанням бобишок (рис. 1.39, а). На присєднувальних площинах виконують приливи прямокутної форми.

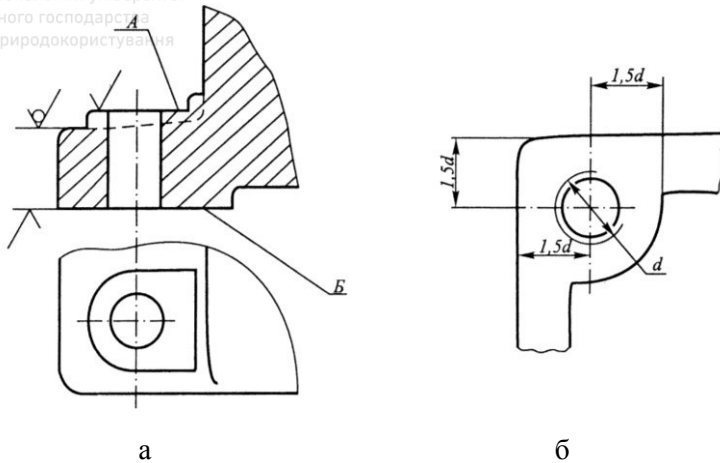


Рис.1.39. Елементи ливарної деталі із бобишкою та приливом

Така конструкція деталі дозволяє обробляти механічно не всю поверхню, а тільки поверхні бобишок і приливів, які не є суміжними до інших деталей. Висоту бобишок приймають 2...3 мм.

Ребра жорсткості підвищують міцність ливарних деталей. Коло, вписане в стінки деталі, визначає правильність положення елементів відливки. Розміри ребер жорсткості визначають за табл. 1.3.

Формувальні похили виконують на поверхнях ливарної моделі для полегшення її виймання з форми. Формувальні похили відповідають ГОСТ 3212-92 й не перевищують 3°. Інформацію про формувальні похили подають у технічних вимогах.

На робочих креслениках ливарних деталей у технічних вимогах вказують таку інформацію:

1. Дані про вид, кількість, розміри й місця розміщення ливарних дефектів (раковин, тріщин тощо), які допускають на відливках без їх усунення, а також про дефекти, які можна усунути, та способи їх усунення.

2. Клас точності відливки з чавуну або кольорових сплавів, відлитих у піщаній формі, за ГОСТ 1855-85 або за ГОСТ 2009-85 для сталевих відливок. Ці стандарти встановлюють I, II і III класи точності на розміри відливок.



Ребра жорсткості

Спряжені елементи	H	S ₁	D	r	r ₁
	≤ 5 S	0,8 S	1,5S	0,5 S	0,25 S
	≤ 5 S	S	1,25 S	0,3 S	0,25 S
	-	0,8 S	1,25 S	0,5 S	0,25 S

3. Величини не вказаних на кресленіку ливарних радіусів які вибирають за стандартом ГОСТ 10948-85.

4. Формоутворюючі похили за стандартом ГОСТ 3212-92.

5. Вид термообробки й необхідну твердість на певних поверхнях деталі.

6. Характер і матеріал покриття зовнішніх і внутрішніх поверхонь, які не вказані умовними позначками на зображеннях деталі.



7. Вказівки про сумісну з іншими деталями обробку окремих поверхонь деталі.

8. Вказівки про обробку окремих елементів (наприклад, отворів із нарізью).

Для всіх ливарних деталей виконують кресленики елементів ливарної форми.

Для деяких деталей виконують кресленики відливки з врахуванням усіх допусків на механічну обробку, а також отворів, впадин, проточок, які не виконують у відливці.

Кресленики елементів ливарної форми й кресленики відливок слід виконувати у відповідності з вимогами стандарту ГОСТ 2.423-73.

На рис. 1.40 наведено навчальні кресленики ливарних деталей (важеля й кронштейна), а на рис. 1.41 – 1.46 – робочі кресленики кришки помп автомобілів й корпусу вентиля.

1.3.2. Деталі, які мають форму тіла обертання

Під час виготовлення деталей, обмежених переважно поверхнями обертання, основною технологічною операцією є обробка на токарних і аналогічних їм верстатах. У цьому випадку при обробці деталі її вісь займає, як правило, горизонтальне положення, а різець переміщується справа наліво. Слід враховувати, що деталі (або їх заготовки), які мають форму тіл обертання, можуть виготовляти без застосування токарної обробки (відливка, ковка, штамповка, прокатка тощо). У цих випадках головний вид також слід розміщувати віссю, паралельно основному напису. Таке креслення облегує виготовлення оснастки (моделі, штамп), яку виконують на токарному верстаті.

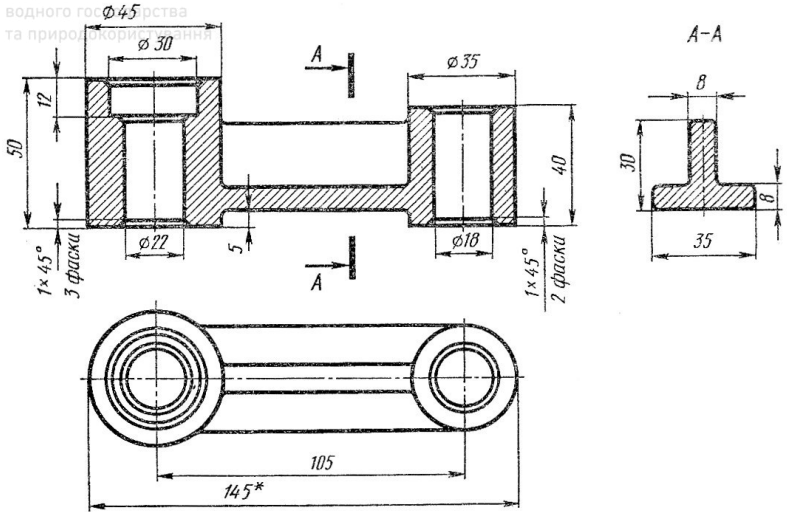
Вибір головного зображення деталі залежить від розміщення зовнішніх і внутрішніх геометричних поверхонь і їх розмірів (рис. 1.33 - 1.37).

Якщо кресленик деталі, яку обробляють на токарному верстаті, повинен дати інформацію як про зовнішні поверхні деталі, так і про внутрішні поверхні, то це може бути досягнуто поєднанням частини виду й частини фронтального розрізу (рис. 1.36).

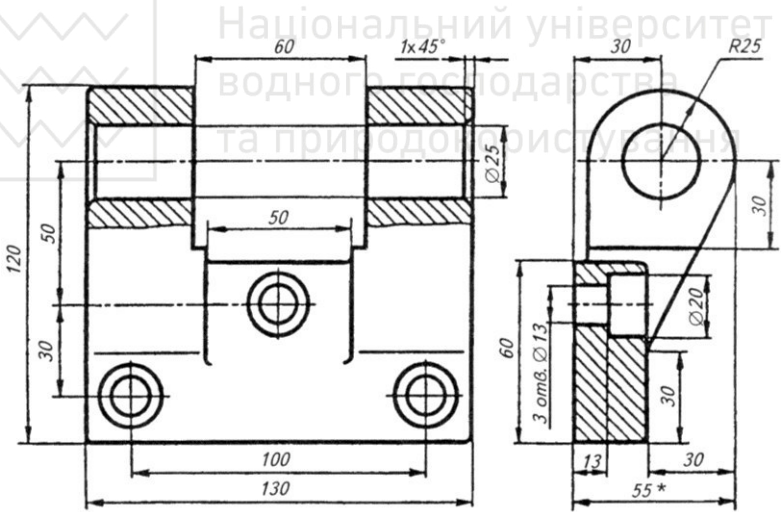
На рис. 1.47 – 1.49 наведено варіанти оформлення робочих креслеників деталей, обмежених переважно поверхнями обертання.



Національний університет
водного господарства
та природокористування



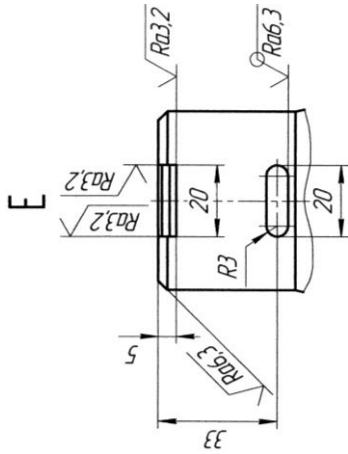
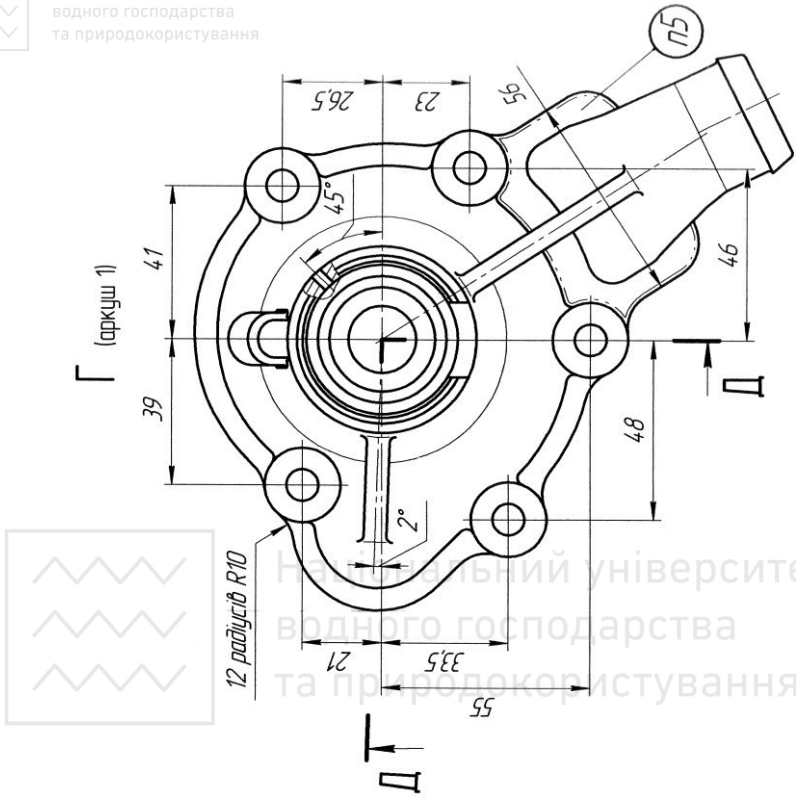
а



б

1. Клас точності відливки 8-0-0-7 за ГОСТ 26645-85.
2. Формувальні похили за ГОСТ 3212-92.
3. Ливарні радіуси 3-5 мм.
4. * Розмір для довідок.

Рис. 1.40. Кресленик важеля й кронштейна



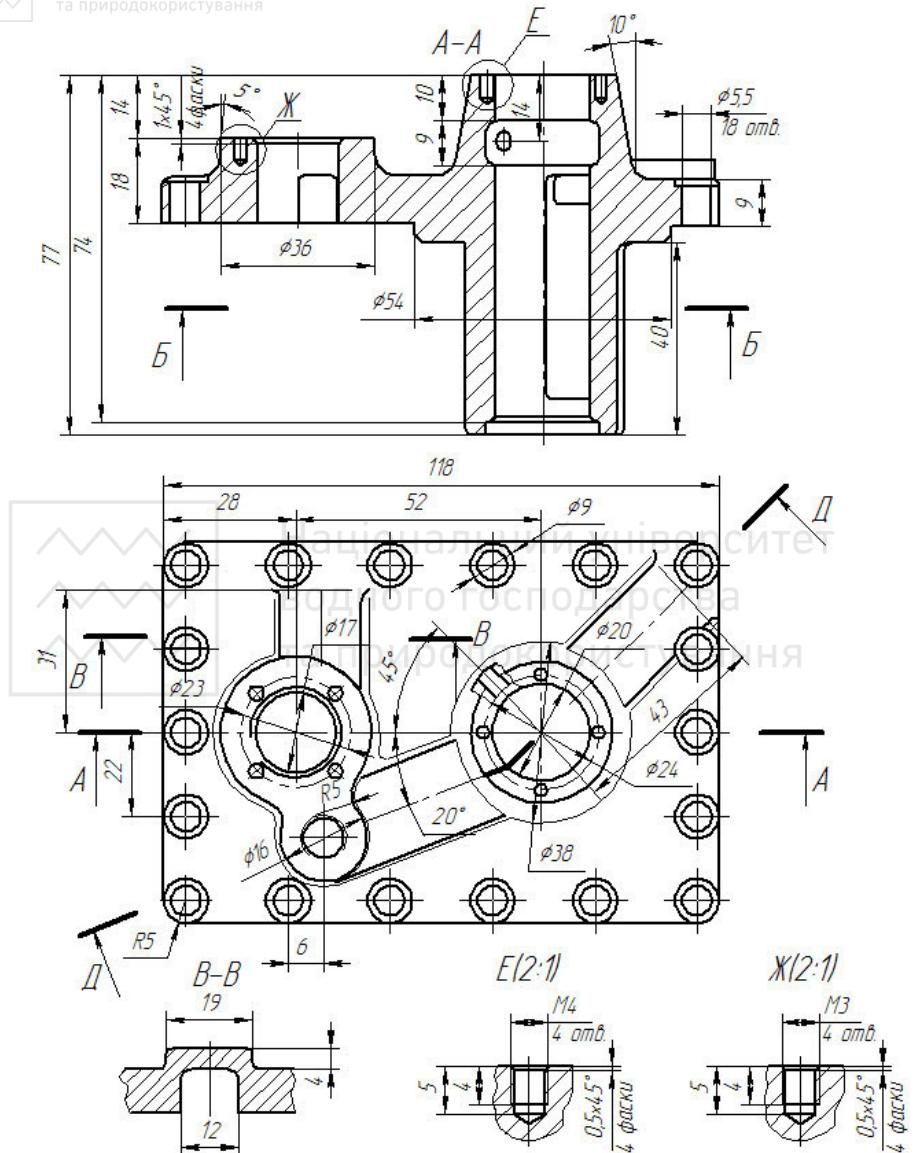
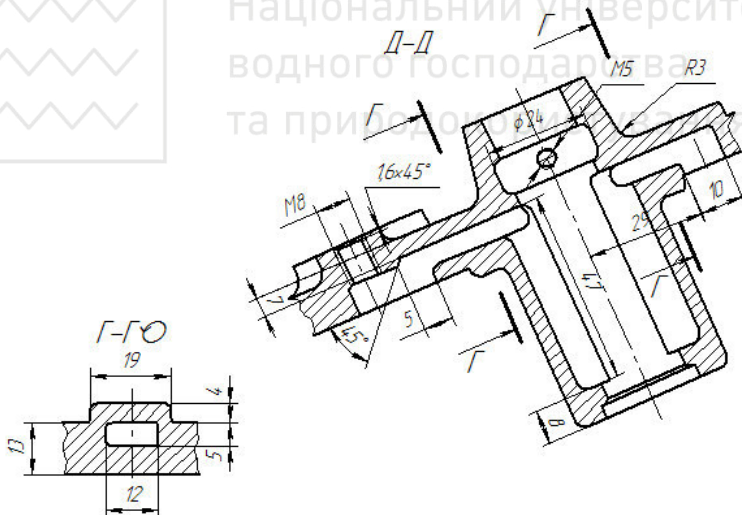
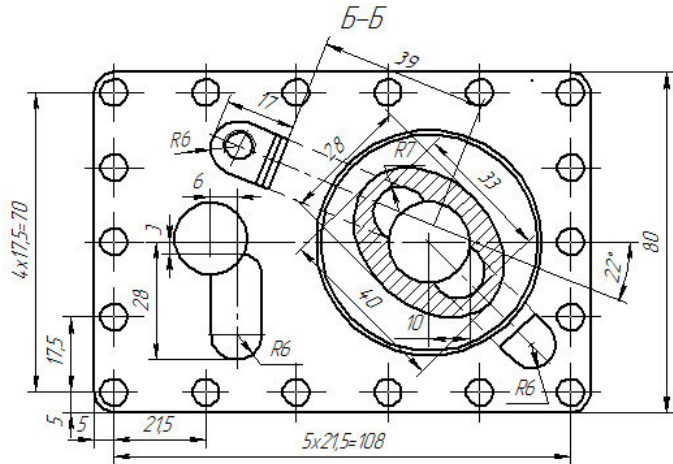
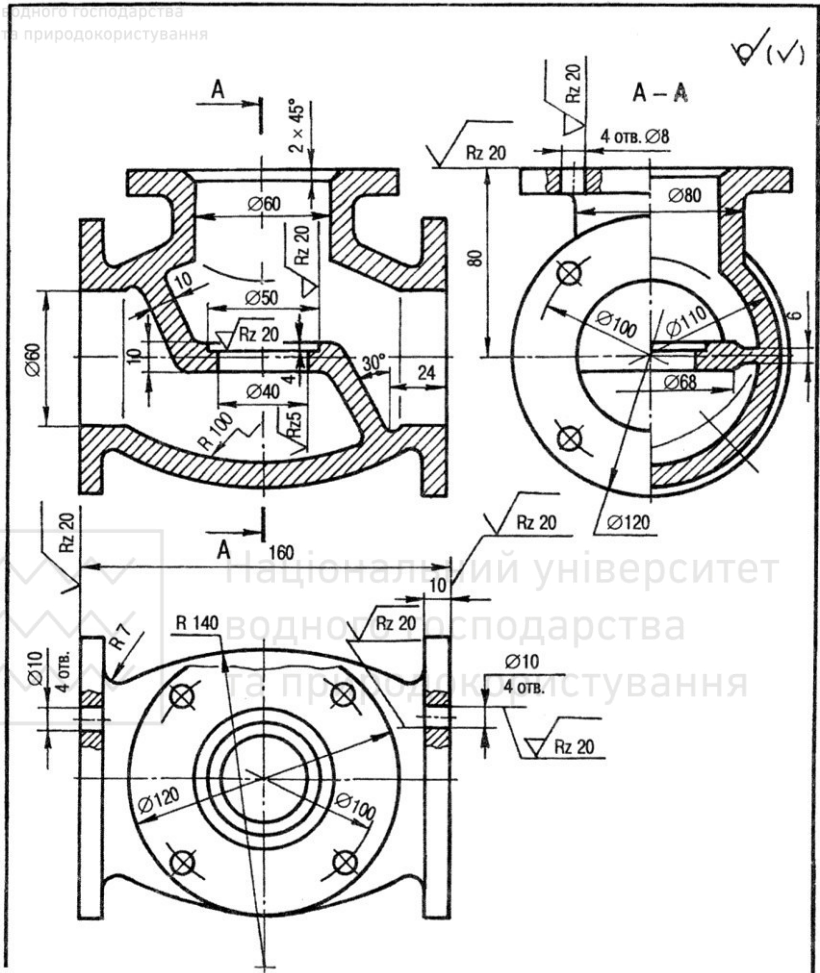


Рис. 1.44. Кресленик кришки помпи (Аркуш 1)



1. Клас точності відливки 8-0-0-7 за ГОСТ 26645-85.
2. Формувальні похили за ГОСТ 3212-92.
3. Ливарні радіуси 3-5 мм.
4. * Розмір для довідок.

Рис. 1.45. Кресленик кришки помпи (Аркуш 2)



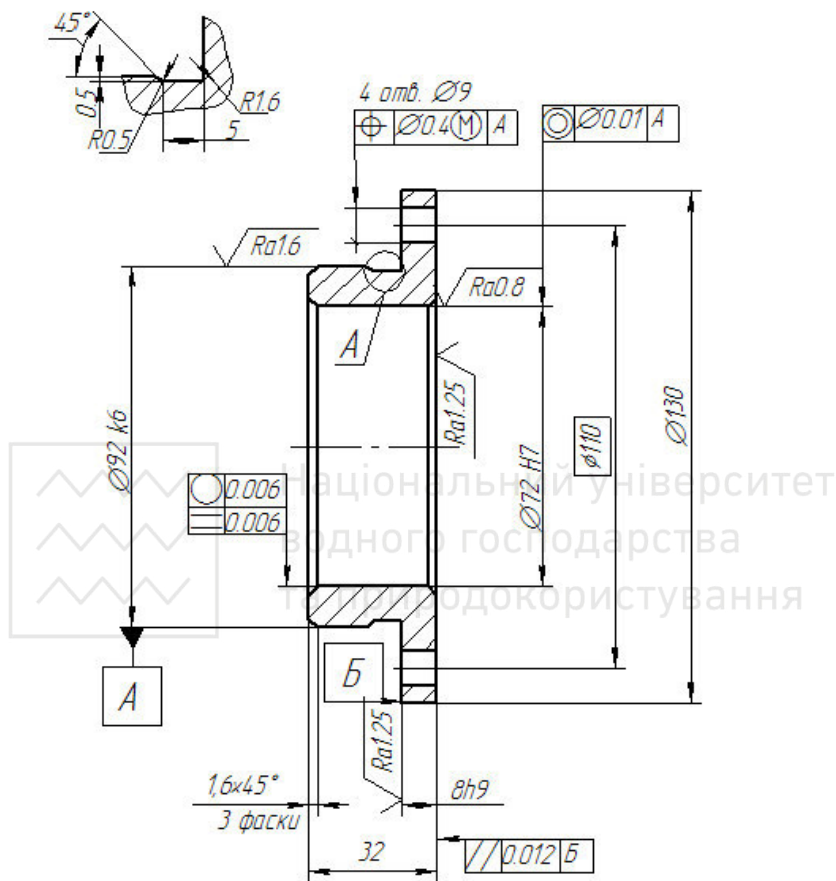
1. Клас точності відливки III за ГОСТ 1855-85.
 2. Формувальні похиби за ГОСТ 3212-92.
 3. Ливарні радіуси 3-5 мм.
 4. * Розмір для довідок.
- (Матеріал: СЧ 15 ГОСТ 1412-85)

Рис. 1.46. Кресленник корпусу вентиля



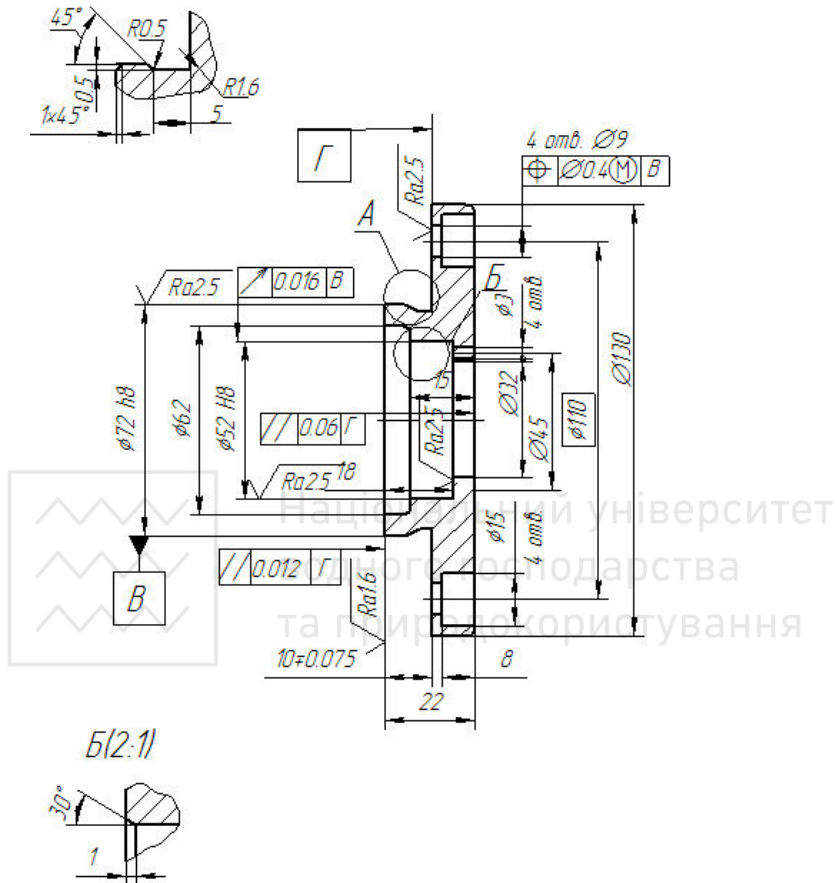
A(2:1)

$\sqrt{Ra12.5}$ (✓)



Не вказані граничні відхилення
розмірів: $H14$, $h14$, $\pm IT14/2$

Рис. 1.48. Кресленик кришки



1. H14, h14, $\pm \frac{IT 14}{2}$.
2. Зміщення осей отворів В від номінального розташування не більше 0,25 мм.
3. Неперпендикулярність поверхонь В і Г не більше 0,016 мм.
4. * Розміри для довідок.

(Матеріал: Ст. 3 ДСТУ 2651-94)

Рис. 1.49. Кресленник кришки



1.3.3. Деталі, безпосередньо обмежені площинами

До цієї групи відносять деталі типу плит, планок, пластин, кришок тощо. Деталі цієї групи відрізняються відносно простими геометричними формами з переважанням плоских поверхонь, а також присутністю таких стандартних конструктивних і технологічних елементів, як, наприклад, отвори й опорні поверхні під крипильні деталі, отвори з нарізкою, канавки для виведення інструменту, фаски тощо. Ці елементи повинні бути виконані на кресленіку у відповідності з діючими стандартами.

Відносна простота зовнішніх геометричних форм цих деталей (переважним чином призми та їх поєднання) дозволяє в більшості випадків під час виконання кресленіків обмежуватися двома видами, із яких один завжди являє собою або повний розріз деталі, або поєднання виду з місцевим розрізом. Ці розрізи виконують для виявлення форми й розмірів окремих елементів деталі.

В окремих випадках під час виконання кресленіків деталей обмежуються одним видом. Розмір товщини або довжини подібних деталей, а також розміри отворів, наносять на поличках ліній-виносок.

На рис. 1.50 – 1.52 наведено кресленіки деталей цієї групи: опорна призма, притискувач і кутова стійка.

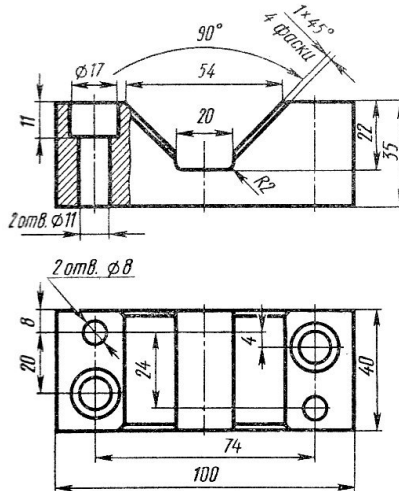


Рис. 1.50. Кресленік опорної призми



Національний університет
водного господарства
та природокористування

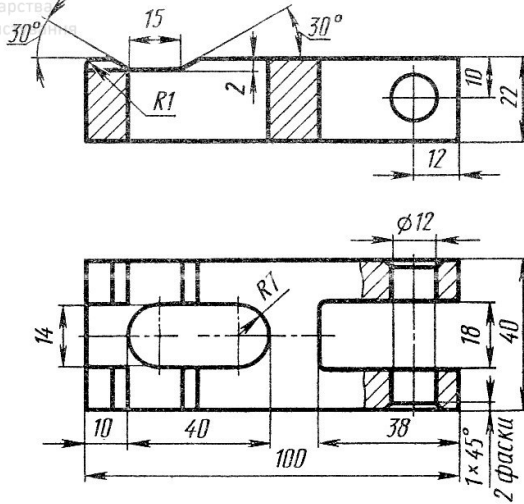


Рис. 1.51. Кресленник притискувача

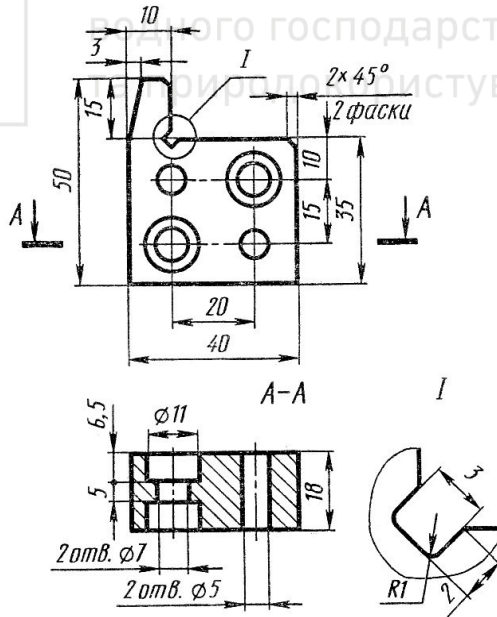
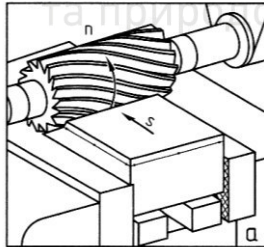
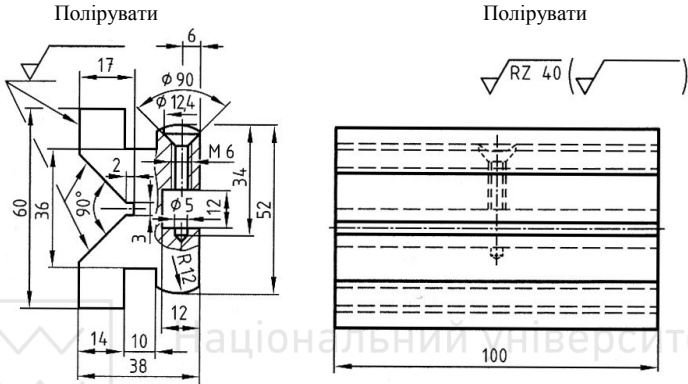


Рис. 1.52. Кресленник кутової стійки

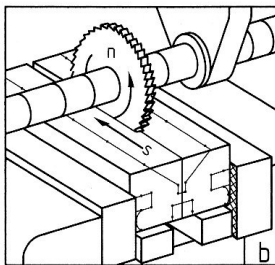
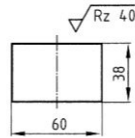


Розглянемо поетапність виготовлення деталей опорної призми (обмеженої безпосередньо площинами) та гайки накидної (обмеженої границями й циліндричними поверхнями), щоб зрозуміти правила нанесення розмірів й шорсткості на кресленику:

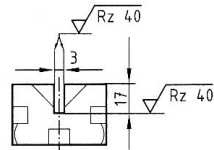
Опорна призма



1

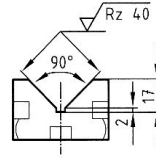
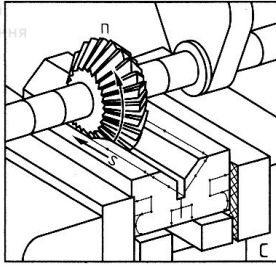


2

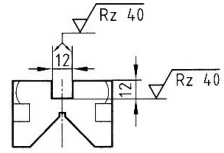
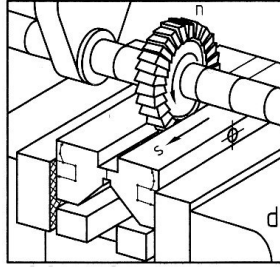




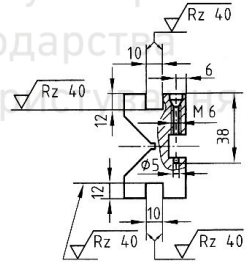
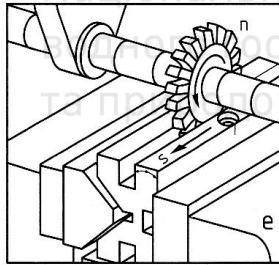
3



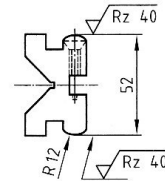
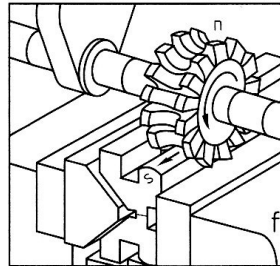
4



5

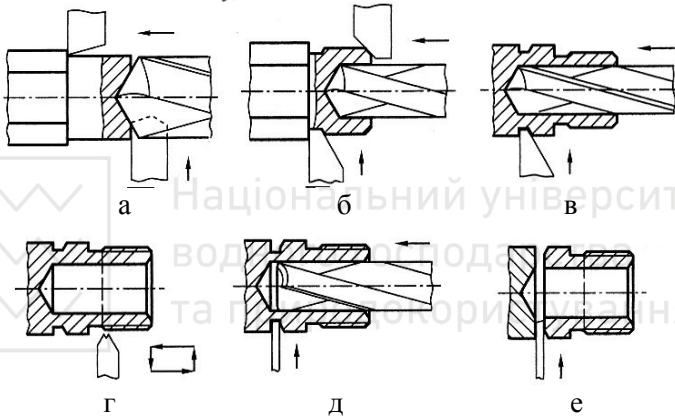
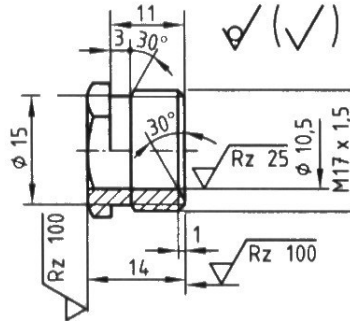


6





Гайка накидна



1.3.4. Деталі, виготовлені штамповкою

Деталі, виготовлені холодною штамповкою. Форма й зображення деталей, виготовлених холодною штамповкою з листового матеріалу, мають характерні відмінні ознаки. Форму цих деталей отримують у результаті таких операцій:

- 1) роздільних, під час яких деталь відрізають або вирубують із заготовки, а в ряді випадків у деталі пробивають отвори;
- 2) формозмінюючих, при яких змінюють форму заготовки без її розрушення (витяжка, формовка, згинання тощо);
- 3) комбінованих, які є поєднанням двох перших операцій.

Форму деталей, отриманих у результаті роздільних операцій, на кресленку передають одним зображенням, вказуючи товщину матеріалу (рис. 1.53).

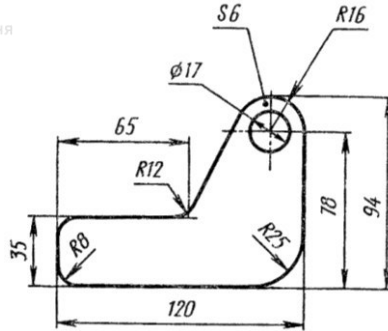


Рис. 1.53. Форма деталі, отриманої роздільними операціями

Деталі, отримані за допомогою формозмінюючих операцій, мають плавні переходи від одного елемента до іншого, без гострих кутів як внутрішніх, так й зовнішніх. Найменші радіуси закруглень (переходів) дорівнює (або більші) товщині заготовки (рис. 1.54).

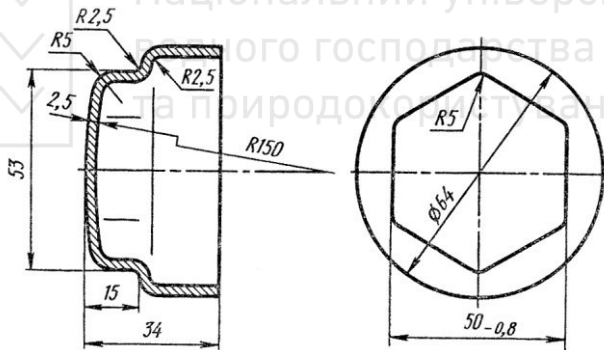
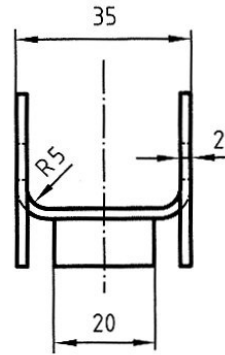
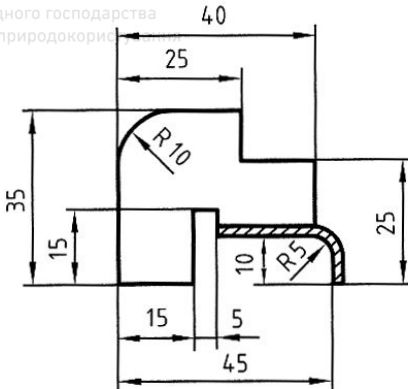


Рис. 1.54. Форма деталі, отриманої формозмінюючими операціями

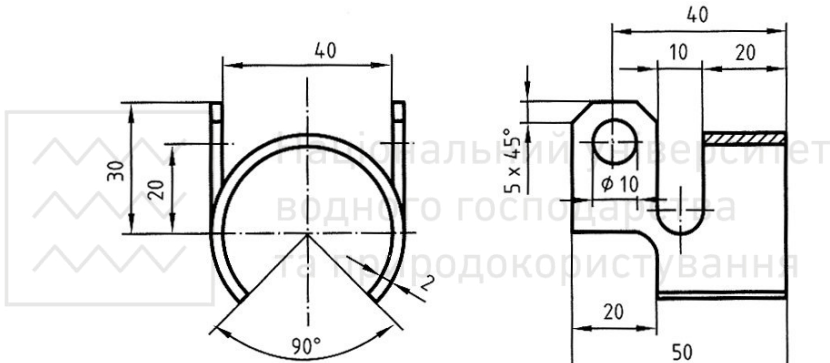
Деталі, отримані в результаті комбінованих операцій, повторюють зображення форм деталей перших двох типів (рис. 1.55).

Найпридатніші метали для згину – м'яка сталь, латунь, алюміній, а також фібра, целулоїд.

На робочих креслениках деталей, які виготовляють згином, розміри рекомендують наносити у полярних координатах: кут згину в градусах і внутрішній радіус згину.



а



б

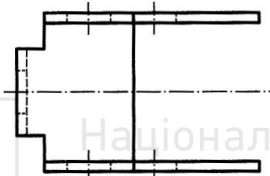
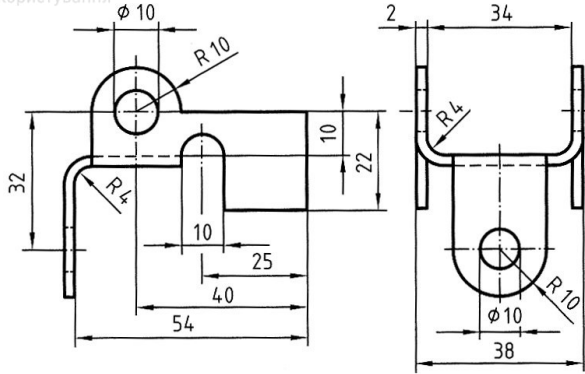
Рис. 1.55. Форма деталей, отриманих комбінованими операціями

Зображення технічних розгортки. Якщо зображення деталі, виготовленої згинанням, не дає уявлення про дійсну форму й розміри її елементів, то на кресленку наводять часткову або повну розгортку цієї деталі. На зображенні розгортки наносять тільки ті розміри, які неможливо вказати на зображенні готової деталі. Над зображенням розгортки наносять напис “Розгортка”.

Розгортку деталі зображають суцільними основними лініями, товщина яких повинна дорівнювати товщині лінії видимого контуру цієї деталі, а лінії згину – тонкою лінією. На кресленку розгортки наносять лише ті розміри, які не можуть бути визначені на кресленку готової деталі (рис. 1.56 – 1.58).



Національний університет
водного господарства
та природокористування



Національний університет
водного господарства
та природокористування

Розгортка

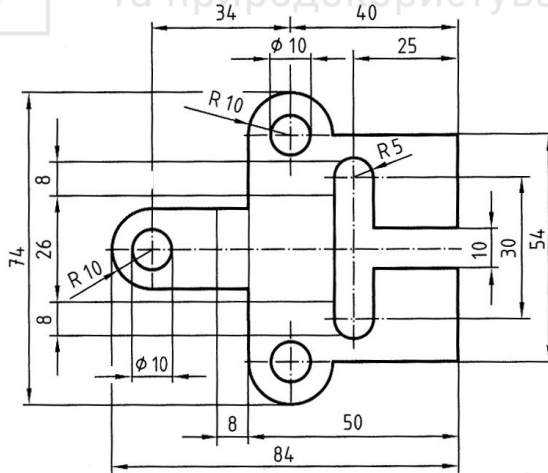


Рис. 1.56. Кресленик штампованої деталі

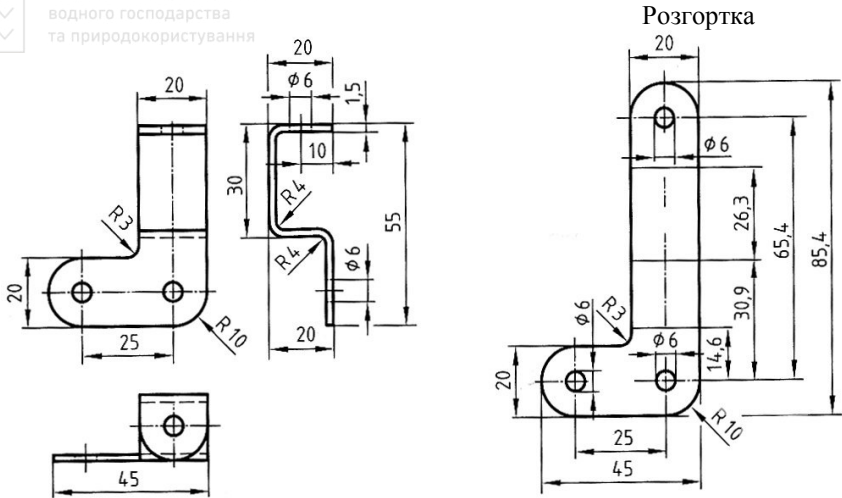


Рис. 1.57. Кресленик штампованої деталі

Для побудови розгортки визначають попередньо розміри вигнутих елементів деталі по довжині (ширині) за формулою:

$$L = a + b + v, \text{ мм}$$

де L – довжина розгортки;

a, b – довжини прямолінійних ділянок;

v – довжина ділянки згину.

Довжину лінії згину можна визначити за формулами, наведеними в табл. 1.4.

Для кресленника, зображеного на рис. 1.56, визначимо розрахункові параметри розгортки, виходячи з даних табл. 1.4.

Визначимо довжину розгортки деталі:

$$L = 54 - 4 + \frac{(8+2) \times \pi}{4} + 32 - (10 + 2 + 4) + 10 = \\ = 50 + 8 + 16 + 10 = 84 \text{ мм.}$$

Визначимо ширину розгортки деталі:

$$V = 34 - 2 \times 4 + 2 \times \frac{2 \times 5 \times \pi}{4} + 2 \times 10 + 2 \cdot 10 - 4 = \\ = 26 + 15,7 + 32 \approx 74 \text{ мм.}$$

Для деталі, зображеної на рис. 1.58, теоретична довжина розгортки: $l = 30 + 50 + 45 = 125$ мм. Довжина згину V_1 ділянки з кутом $\beta = 135^\circ$, $r = 10$, $s = 5$: $V_1 = -3,0$. Довжина згину V_2 ділянки з кутом $\beta = 45^\circ$, $r = 10$, $s = 5$: $V_2 = -1,7$. Сумарна довжина ділянок



згину: $V = V_1 + V_2 = -3,0 - 1,7 = -4,7$. Дійсна довжина розгортки:
 $l = 125 - 4,7 = 120,3 \approx 121$ мм.

Таблиця 1.4.

Довжина ліній згину

Вид згину	Розрахунок
	$\beta = 0^{\circ} \dots 90^{\circ}$ $V = \pi \times \frac{180-\beta}{180} \times r + \frac{s}{2} \times k - 2(r+s)$
	$\beta \Rightarrow 90^{\circ} \dots 165^{\circ}$ $V = \pi \times \frac{180-\beta}{180} \times r + \frac{s}{2} \times k - 2(r+s) \times \tan \frac{180-\beta}{2}$
	$\beta \Rightarrow 165^{\circ} \dots 180^{\circ}$ $V = 0$

Коефіцієнт k визначають у залежності від співвідношення (r : s) товщини деталі й радіуса закруглення за табл. 1.5.

Таблиця 1.5

Параметри	r:s	0,65...1	1...1,5	1,5...2,4	2,4...3,8	> 3,8
	k		0,6	0,7	0,8	0,9

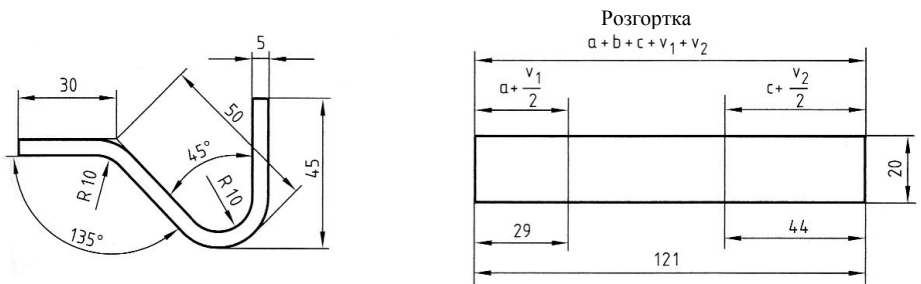
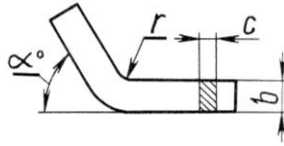


Рис. 1.58. Кресленник пластини

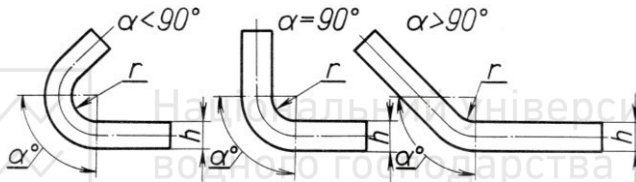


Якщо відбувається згин листового матеріалу на ребро, то величину радіуса закруглення можна прийняти:



Параметри	c	2	3	4,5	6	7	8	10	12	15	16	18	20	—
	b	від 15 до 40						від 40 до 70						> 70
	r	30						50						60

Величина радіуса згину листового матеріалу залежить від марки матеріалу, і його можна прийняти:



Матеріал	Нормалізований		Наклепаний	
	Розміщення лінії згину			
	впоперек волокон прокату	вздовж волокон прокату	впоперек волокон прокату	вздовж волокон прокату
Алюміній	0	0,2h	0,3h	0,8h
Латунь Л-68	—	—	0,4h	0,8h
Ст.0, Ст.1, Ст.2	—	0,4h	0,4h	0,8h
Сталь 15, 20, Ст.3	0,1h	0,5h	0,5h	1,0h
Сталь 25, 30, Ст.4	0,2h	0,6h	0,6h	1,2h
Сталь 35, 40, Ст.5	0,3h	0,8h	0,8h	1,5h
Сталь 45, 50, Ст.6	0,5h	1,0h	1,0h	1,7h
Сталь 55, 60, Ст.7	0,7h	1,3h	1,3h	2,0h
Дюралюміній м'який	1,0h	1,5h	1,5h	2,5h
Дюралюміній закалений	2,0h	3,0h	3,0h	4,0h



1.4. Стандартизовані елементи деталей

Типові елементи, які використовують при конструюванні деталей, забезпечують їх функціональне призначення та технологічність виготовлення. Якість кресленика деталі залежить від правильного зображення й оформлення її складових елементів. Особливістю конструювання, зображення й нанесення розмірів для основних типових елементів деталей є те, що їх зображають у відповідності зі стандартами. У додатку до навчального підручника на CD-R диску наведено нормативні дані щодо зображення найуживаніших у практиці, під час розробки креслеників деталей конструктивних елементів: форми та розміри центрових отворів і канавок для виходу шліфувального круга, розміри опорних поверхонь під кріпильні деталі; діаметри та кроки нарізи; розміри збігів, недорізів, проточок та фасок для нарізей; форми та розміри канавок для манжетних і сальникових ущільнень; форми та розміри зовнішніх і внутрішніх ексцентричних стопорних кілець і канавок; форма та розміри рифлень прямих і сітчастих тощо.

У табл. 1.6 наведено зображення геометричних форм, конструктивних елементів і найуживаніших зображень технічних форм у машинобудуванні.

1.5. Зображення на кресленку гнучких валів

У машинобудуванні найпоширеніше застосовують гнучкі вали в механічних передачах машин, механізмах і технологічному обладнанні, які передають не тільки обертовий рух, але й зворотньо-поступальний.

Гнучкі вали застосовують у якості тросів спідометрів, гальмівних тросів, тросів керування паливною апаратурою, механічними й електричними замками тощо. У табл. 1.7 наведено зображення найзастосовуваніших у машинобудуванні гнучких валів.

Умовна графічна позначка гнучкого валу:

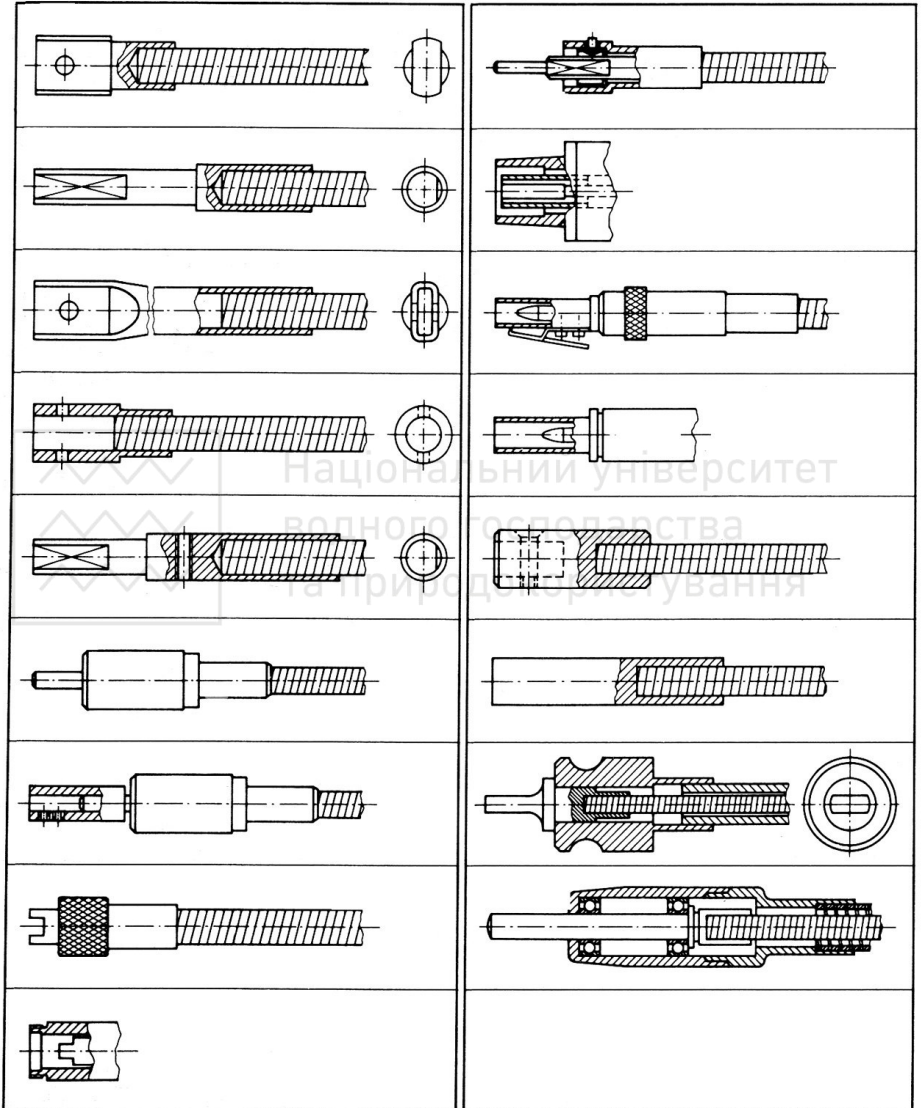




Найуживаніші технічні зображення в машинобудуванні



Зображення гнучких валів на кресленку в машинобудуванні





1.6. Кресленик загального виду

Ці кресленики належать до проектної конструкторської документації й розробляють на стадіях технічної пропозиції, ескізного та технічного проектів. Такий кресленик є основою для розробки складального кресленика, специфікації й креслеників деталей.

Кресленик загального виду повинен мати зображення складальної одиниці, яке дає повне уявлення про її склад, принцип дії та особливості конструкції її складових частин.

Відомості, потрібні для виготовлення деталей та здійснення складання виробу, як правило, на цих креслениках не наводять.

На стадії ескізного проекту кресленик загального виду, згідно із стандартом ГОСТ 2.119-73, повинен мати:

- 1) зображення виробу (види, розрізи, перерізи), текстову частину й написи, необхідні для розуміння конструктивної будови виробу, взаємодії його складових частин й принцип дії;
- 2) найменування й позначення складових частин виробу;
- 3) розміри та інші дані, які наносяться на зображення;
- 4) схему, якщо вона потрібна;
- 5) технічні характеристики виробу, якщо це необхідно для зручності зіставлення варіантів за креслеником загального виду.

Зображення виробу і його складових частин дозволяють виконувати спрощено згідно із СКД, інколи у вигляді контурних обрисів, якщо при цьому забезпечується розуміння конструктивної будови виробу, взаємодії його складових частин й принципу дії.

Найменування й позначення складових частин виробу на креслениках загального виду вказують одним із таких способів:

- 1) на поличці ліній – виносок;
- 2) у таблиці (специфікації), яка розміщується на тому ж аркуші, що й зображення виробу;
- 3) в таблиці, виконаній на окремих аркушах формату А4 як наступних аркушів кресленика загального виду.

Згідно зі стандартом ДСТУ ISO 7573:2006 специфікація в загальному випадку складається із граф: “Позиція”, “Познака”, “Кількість”, “Посилання”, “Матеріал”.



У колонці “Познака” вказують відповідний номер позиції, яким вона позначена на відповідному кресленнику.

У колонці “Позначення” наводять позначки кожної складової частини. Дозволено застосовувати абревіатури. Якщо використовують стандартну деталь, слід застосовувати її стандартну позначку згідно із відповідним стандартом.

У колонці “Кількість” вказують загальну кількість складових частин, необхідну для однієї складальної одиниці.

Колонку “Посилань” вводять для того, щоб ідентифікувати ті складові частини, які не повністю подані на складальному кресленнику, зокрема, деталі, зображені на інших кресленниках, за стандартизовані складові частини чи інші застосовані деталі. Тоді в цій колонці можна навести позначку відповідного кресленника, позначку відповідного стандарту, коду чи іншу інформацію.

У колонці “Матеріал” вказують тип або кількість застосованого матеріалу. Якщо цей матеріал є стандартним, тоді слід навести позначку стандарту щодо матеріалу.

Специфікація може містити іншу довідкову інформацію, необхідну для готового виробу, таку як: інвентарний номер; масу виробу; примітку.

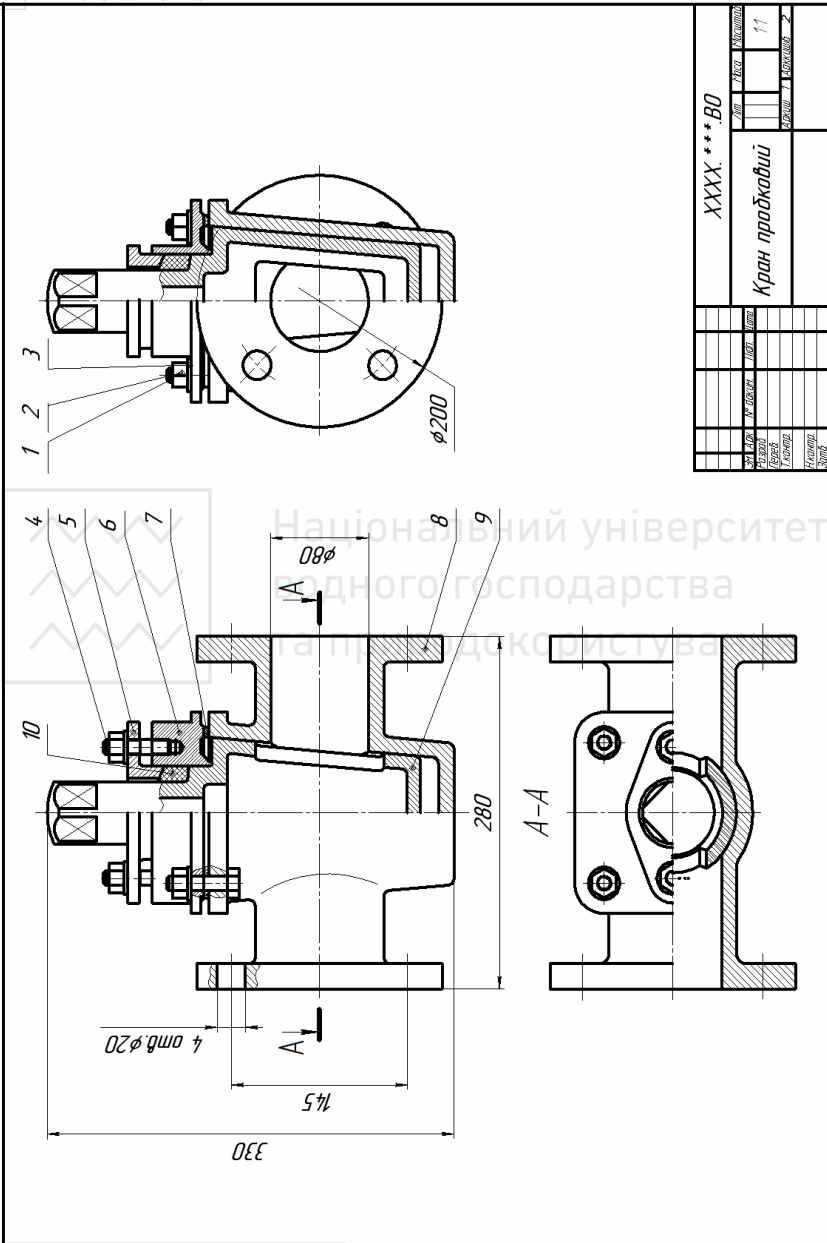
Записи слід виконувати у відповідних колонках горизонтально. Для чіткості зображення рекомендовано кожний запис відокремлювати суцільними товстими чи тонкими лініями (тип А чи В згідно із ISO 128).

Послідовність записів повинна відповідати послідовності позицій. Коли специфікацію виконують на кресленнику, то послідовність записів виконують знизу вгору, а заголовки колонок розташовують безпосередньо під ними. Коли специфікацію виконують окремо, то послідовність записів роблять зверху вниз, а заголовки колонок розташовують вгорі.

Складові частини рекомендується записувати в таблицю у такому порядку: запозичені вироби, закуплені вироби, вироби, що заново розробляються. На рис. 1.59 – 1.60 наведено кресленник загального виду й специфікацію на нього.

Номери позицій наносять так само, як на складальному кресленнику.

На стадії технічного проекту на кресленнику загального виду в разі потреби вказують такі дані:





- 1) вказівки про вибрані посадки деталей;
- 2) технічні вимоги до виробу, які треба мати на увазі при наступній розробці конструкторської документації (наприклад, про застосування деяких покривів, методів зварювання, які забезпечують відповідну якість виробу тощо);
- 3) технічні характеристики виробу, необхідні для наступної розробки креслеників.

Кресленник загального виду є основним вихідним документом для розробки креслеників деталей та креслеників складальних одиниць виробу.

1.7. Кресленник складальної одиниці

Складальна одиниця, складень – виріб, складові частини якого з'єднують між собою на підприємстві – виробнику. За складальними креслениками визначають взаємозв'язок й способи з'єднання деталей; призначаються вони для серійного та масового виробництва. Приклад складального кресленника наведено на рис. 1.59, специфікацію до нього – на рис. 1.60.

Згідно з ГОСТ 2-109-73, складальний кресленник містить:

- 1) зображення складальної одиниці, яке дає уявлення про розташування та взаємозв'язок складових частин, що з'єднуються за даним кресленням й забезпечують можливість складання та контролю складальної одиниці;
- 2) розміри з граничними відхиленнями та інші параметри й вимоги, які виконуються й контролюються за даним складальним кресленням (допускається в ролі додаткових зазначати розміри деталей й граничні відхилення, які визначають характер їх спряження);
- 3) вказівки про характер спряження рознімних частин виробу та про методи його виконання, якщо точність спряження забезпечується не заданими граничними відхиленнями розмірів, а підбиранням, припасуванням тощо (можуть наводитися вказівки про спосіб з'єднання нерознімних частин);
- 4) номери позицій складових частин, які входять до виробу;
- 5) габаритні розміри виробу;
- 6) встановлювальні, приєднувальні та інші довідкові розміри;
- 7) технічну характеристику виробу (за потреби);



1.7.1. Розроблення креслеників

Повнота зображень виробу на складальному кресленнику залежить від наявності необхідних видів, розрізів, перерізів та виносних елементів.

Визначаючи потрібну кількість видів, виходять зі складності виробу.

Кількість видів має бути мінімальною, але достатньою для повного уявлення про будову виробу. Для зменшення кількості основних видів рекомендують застосовувати місцеві й додаткові види.

У більшості випадків складальний кресленик виконують із розрізами, які дають змогу виявити характер з'єднання деталей. Застосовують розрізи прості й складні, повні й місцеві.

Якщо зображуваний виріб проєціюється у формі симетричної фігури, то в одному зображенні доцільно поєднувати половину виду із половиною розрізу або частину виду та частину розрізу.

Дуже часто в розрізи попадають суцільні деталі (вали, болти, шпонки, шпильки тощо), які стикаються із іншими частинами виробу. При перерізі у повздовжньому напрямку такі деталі умовно показують нерозрізаними й не штрихують.

Перемішувані частини виробу на креслениках зображують, як правило, в робочому положенні. Допускають зображувати їх також у крайньому або проміжному положеннях, застосовуючи для цього тонку штрих пунктирну лінію з двома точками.

На кресленнику наносять відповідні розміри, які характеризують різні положення перемішуваних частин. Якщо при зображенні цих частин утруднюється читання кресленика, то їх допускають зображувати на додаткових видах із відповідними написами (наприклад, “Крайнє положення штока, поз.5”).

На складальних креслениках виробу допускають зображувати суміжні й обжимні вироби, а також розміри, які визначають взаємне розташування виробу.



1.7.2. Послідовність виконання креслення складальна одиниця

Кресленик складальна одиниця виконують під час проектування нового, ще не існуючого виробу, або при викреслюванні з натури.

Для виконання складального креслення виробу з натури рекомендують дотримувати такої послідовності:

1. Ознайомитися з виробом, складальний кресленик якого необхідно виконувати. Встановити призначення виробу й принцип його роботи. Визначити складові частини виробу й способи з'єднання деталей (нарізі, зварні тощо).

2. Встановити порядок складання виробу. Для цього спочатку виріб необхідно розібрати на складові частини, а потім у зворотному порядку скласти.

3. Скласти схему розподілу виробу на складові частини.

4. Присвоїти позначення виробу і його складових частин у відповідності зі стандартом ГОСТ 2.201-80 й внести їх у схему виробу.

5. Виконати ескізи (робочі кресленики) всіх деталей виробу (крім стандартних) у повній відповідності до правил СКД. Перевірити наявність усіх розмірів необхідних для спряжених поверхонь.

6. Визначити необхідну кількість зображень (видів, розрізів, перерізів, місцевих видів) складального креслення.

7. У залежності від складності виробу і його габаритних розмірів встановлюють масштаб креслення (ДСТУ ISO 5455:2005) і вибирають формат паперу у відповідності з ДСТУ ISO 5457:2006. Наносять рамку креслення й виділяють місце для основного напису (ДСТУ ГОСТ 2.104:2006.).

8. Креслять габаритні прямокутники для розташування зображень й проводять осі симетрії.

9. Тонкими лініями на всіх проекціях наносять контур основної деталі виробу. Намічають необхідні розрізи, перерізи й додаткові зображення.

10. Креслять інші деталі, причому в тій послідовності, в якій складають виріб. Виконують на складальному кресленнику розрізи, перерізи, виносні елементи тощо.



11. Перевіряють виконане креслення, обводять лінії видимого й невидимого контурів, заштриховують розрізи й перерізи.

12. Проводять розмірні й виносні лінії і проставляють розмірні числа.

13. На аркуші окремого формату виконують специфікацію виробу у відповідності зі стандартом ДСТУ ISO 7573:2006.

14. Наносять номери позицій деталей на складальному кресленнику у відповідності до номерів позицій у специфікації.

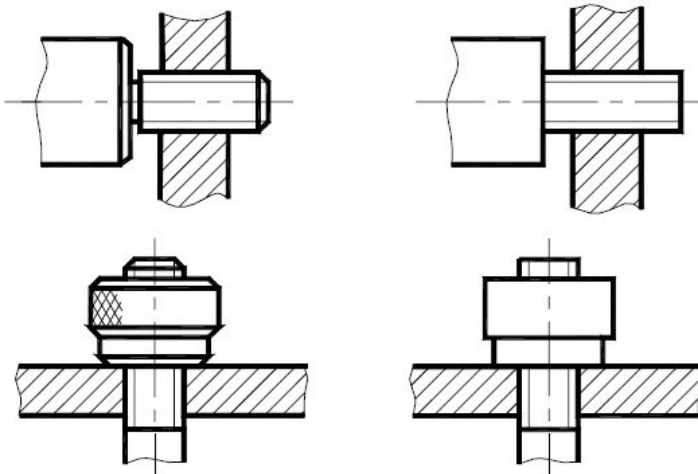
15. Заповнюють основний напис й виконують інші необхідні написи (технічні вимоги або технічну характеристику виробу).

У випадку необхідності на кресленнику зазначають позначення посадок у відповідальних спряженнях, вимоги до обробки деталей у процесі складання виробу або після його складання, характер спряження рознімних й нерознімних частин й методи зображення контролю цих спряжень тощо.

1.7.3. Умовності та спрощення на складальних кресленниках

Складальні кресленники потрібно виконувати, як правило, зі спрощеннями, які відповідають вимогам стандартів СКД. На складальних кресленниках допускається не показувати:

1) фаски, проточки, закруглення, виступи, заглибини, рифлення, насічки, обплетення та інші дрібні елементи;





2) проміжки між отвором й стрижнем, який входить у цей отвір;

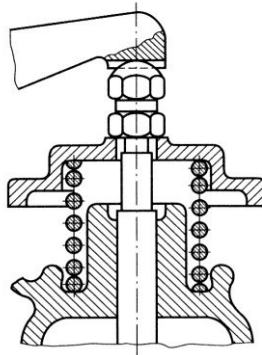
3) кришки, щити, кожухи, перегородки та ін., якщо треба показати закриті ними складові частини виробу; у цьому разі над зображенням роблять відповідний напис (наприклад, “Маховик поз. 5 не показаний”);

4) видимі складові частини виробів, які розташовані за сіткою або частково закриті розташованими спереду складовими частинами;

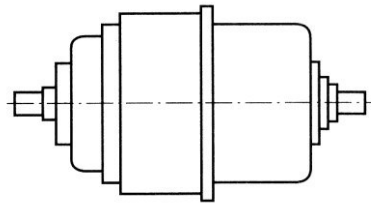
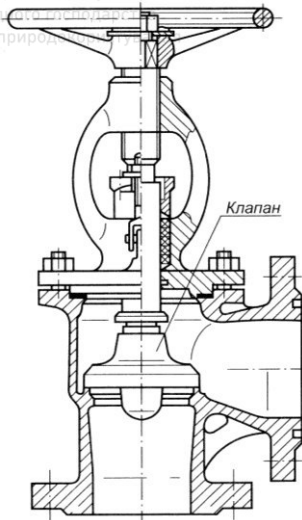
5) написи на табличках, шкалах та інших подібних деталях, а також маркувальні технічні дані й написи на виробі (креслять лише контур таблички, планки чи шкали).

Вироби, виготовлені із прозорого матеріалу, зображають непрозорими. Складові частини виробів та їхні елементи, розташовані за прозорими предметами, допускають зображувати видимими (шкали, циферблати, стрілки приладів, внутрішню будову ламп тощо).

Вироби, розташовані за гвинтовою пружиною, зображеною на складальному кресленнику в розрізі, креслять умовно лише до осьових ліній перерізу витків пружини, враховуючи, що пружина закриває частини виробу, які розміщені за нею:

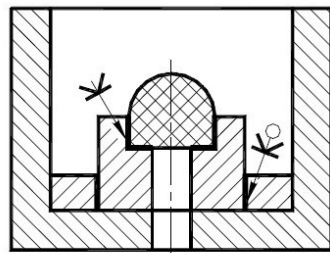
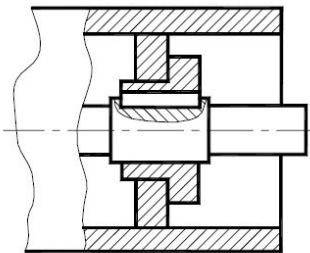


На розрізах складального кресленника допускають зображувати нерозрізаними складові частини виробів, на які є самостійно оформлені складальні кресленники, наприклад клапан, а типові, покупні і інші найуживаніші вироби, наприклад двигун – зовнішніми контурами:



Типові, куповані та інші вироби зображають зовнішніми контурами. Допускають спрощувати зовнішні контури предметів, не зображаючи дрібних виступів, заглиблень тощо. У середині таких зображень можна проводити лінії видимого контуру.

Зварний, паяний чи клеєний виріб, виготовлений із однорідного матеріалу, при складанні із іншими виробами в розрізах й перерізах штрихують як монолітне тіло, тобто в один бік, зображаючи межі між деталями суцільними основними лініями. Межі між деталями можна й не показувати, тобто зображувати конструкцію як монолітне тіло:

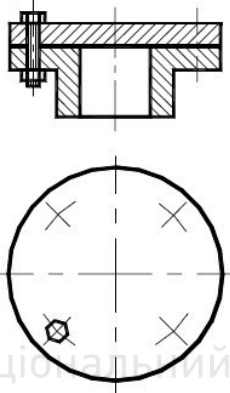


На складальних креслениках із зображеннями однакових складових частин (коліс, опорних катків тощо) допускають

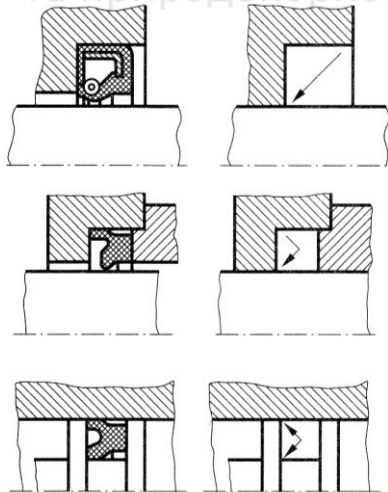


виконувати повне зображення однієї частини, а зображення інших частин давати спрощено, відповідно до зазначених вище вимог.

Кріпильні з'єднання на фланцях, які мають циліндричну форму й не попали у розріз, умовно уводять у площину розрізу. При цьому спрощено викреслюють один елемент, а решту показують умовно:



Ущільнення, вальці на складальних креслениках дозволяють зображувати умовно:



На кресленику загального виду виконують спеціальні технологічні вказівки, якщо вони є одноосібними:



Національний університет
водного господарства
та природокористування



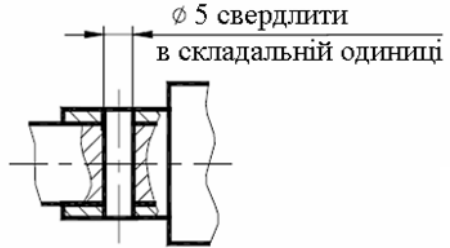
Розвальцювати



Кернити

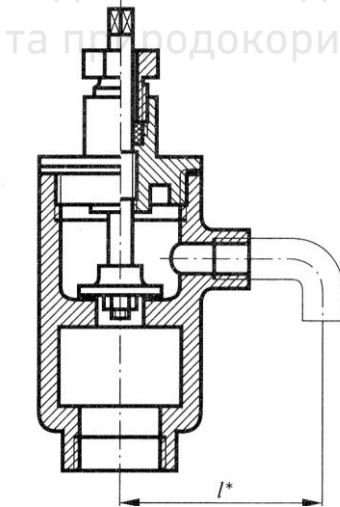


2 отв. М6 свердлити і
нарізувати в складальні одиниці

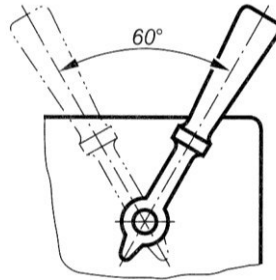


Ø 5 свердлити
в складальній одиниці

Дозволяють зображувати умовно суцільною тонкою лінією граничні (з'єднання) вироби (обстановка) і розміри, які визначають їх взаємне положення:



Крайнє положення деталі, яка переміщується в процесі роботи виробу, зображають довгоштрихово-двопунктирною тонкою лінією:



1.7.4. Деталі затворів арматури загального призначення

У галузі водного господарства широко використовують затвори для повного або часткового перекривання трубопроводів, які бувають різної конструкції. В залежності від характеру руху, затвори поділяють на основні типи арматури: крани, вентиля, задвижки.

Кран — прохід перекривається пробкою, яка здійснює обертальний рух навколо своєї осі. Пробки звично бувають конічними (із конусністю 1:20). Нижній кінець пробки не дотикається основи корпусу крана (рис. 1.61, а). Присутність зазору S дає можливість тривалий термін зберігати щільність посадки пробки при натуральному спрацюванні поверхонь, що труться. За цією ж причиною, гайка не повинна впиратися в торець виступу пробки (рис. 1.61, б).

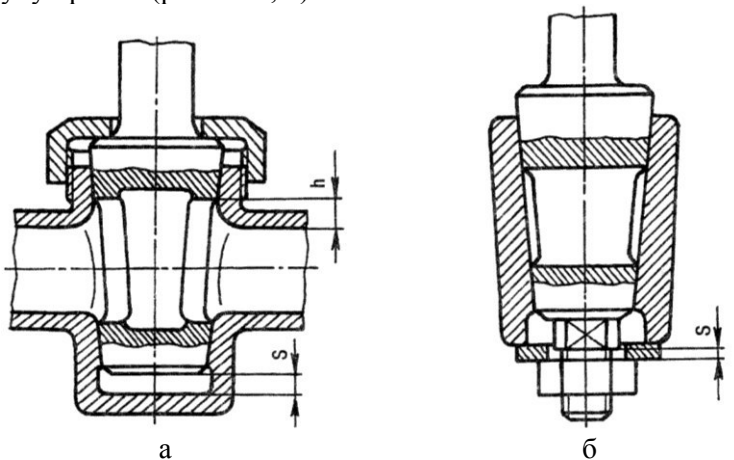


Рис. 1.61. Конструкції кранів



Вікно у пробці по висоті h повинно бути більшим ніж розмір прохідного отвору корпусу. На креслениках крани зображають у відкритому положенні.

Засувка – прохід перекривається клином (або диском), який здійснює зворотно – поступальний рух впоперек осі отвору. Конусність клина складає 1:20. На кресленику засуву зображають у закритому положенні.

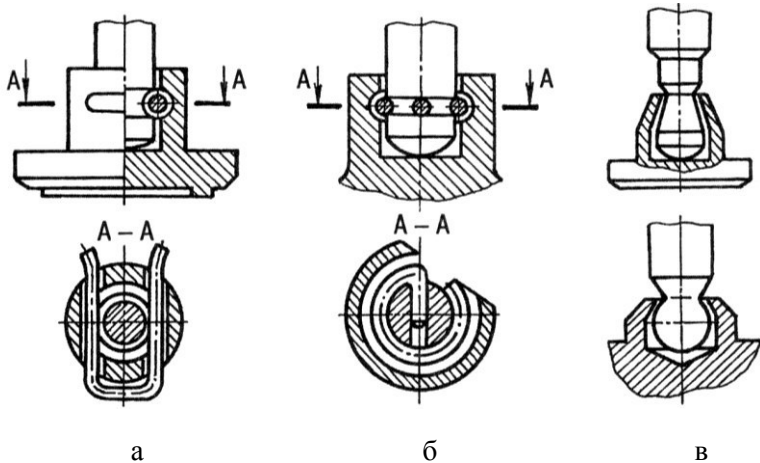
Вентиль – прохід перекривається золотником (клапаном), який здійснює зворотно – поступальний рух вздовж осі отвору. На кресленику вентиль зображають у закритому положенні.

1.7.5. Кріплення золотників й маховиків на шпинделі

Золотник – рухомий елемент системи керування тепловим або механічним процесом, який спрямовує потік рідини або газу в потрібний канал через отвір в поверхні. Застосовується у парових машинах й турбінах, пневматичних механізмах тощо.

Кріплення золотника на головці шпинделя повинно бути вільним, щоб при можливому перекосі шпинделя золотник не мав власного перекосу.

Якщо умовний прохід вентилів малий, то можуть застосовувати кріплення скобою із дроту (рис. 1.62, а), кільцями із дроту (рис. 1.62, б) або обтисненням золотника (рис. 1.62, в).



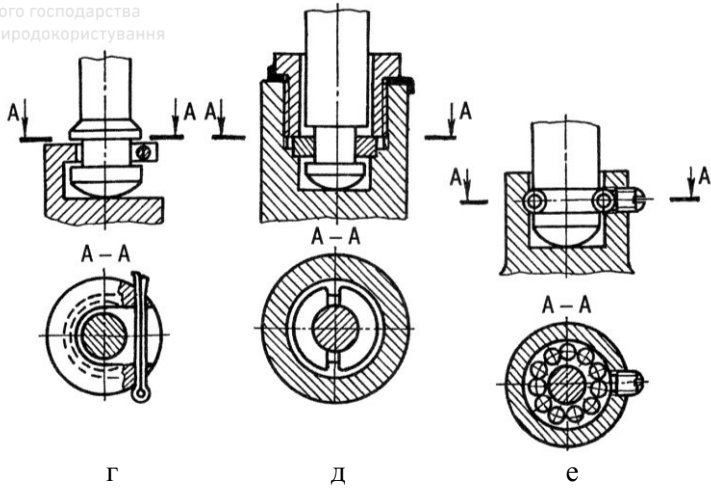


Рис. 1.62. Схеми кріплення золотників

Для вентилів великих розмірів використовують кріплення за допомогою штифтів або шплінтів (рис. 1.62, г), напівкілець та стопорної шайби із гайкою (рис. 1.62, д), сферами (рис. 1.62, е), стопорною шайбою й гайкою (рис. 1.63) та ін.

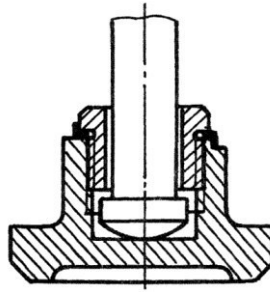


Рис. 1.63. Кріплення золотника

Напрямок руху золотника у корпусі забезпечують за допомогою верхніх або нижніх направляючих ребер (рис. 1.64 а, б, г) або конуса (рис. 1.64, в). Напряму втулку золотника запресовують в прохідний отвір корпусу вентиля. Під буртиком втулки виконують проточку S (рис. 1.64, а) й залишають зазор h (рис. 1.64, б).

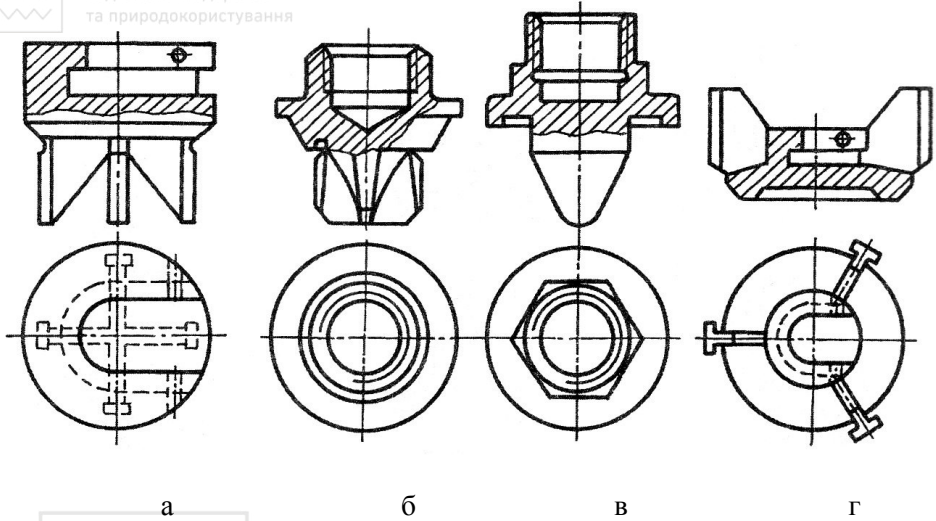


Рис. 1.64. Конструкції напрямних ребер

Кріплення маховиків на верхньому кінці шпинделя наведено на рис. 1.66, а, б. Дозволяють розклепати кінець шпинделя для арматури невеликих умовних проходів (рис. 1.66, в) або застопорити гвинтом (рис. 1.66, г).

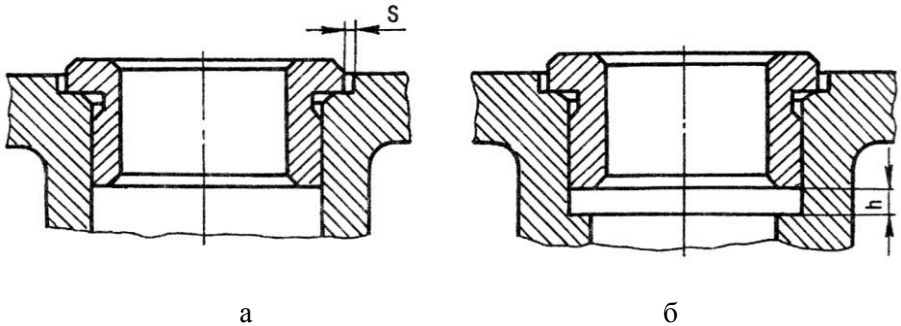
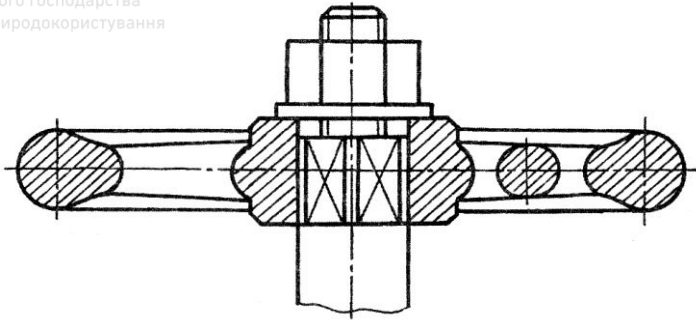
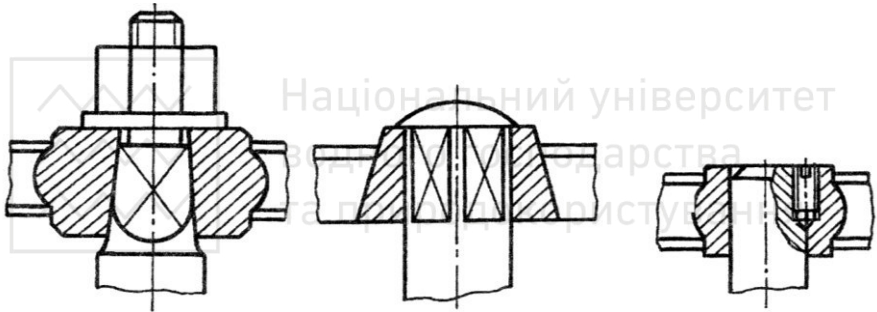


Рис. 1.64. Схема встановлення втулки в корпус



а



б

в

г

Рис. 1.66. Схеми кріплення маховиків

Самим простим ущільненням є м'яка набивка. Ущільнення набивки відбувається накидною гайкою та притискною втулкою (рис. 1.67, а, б) або сальниковою кришкою, яка закріплена шпильками (рис. 1.67, в), закладними болтами (рис. 1.67, г), відкидними болтами (рис. 1.67, д).



Національний університет
водного господарства
та природокористування

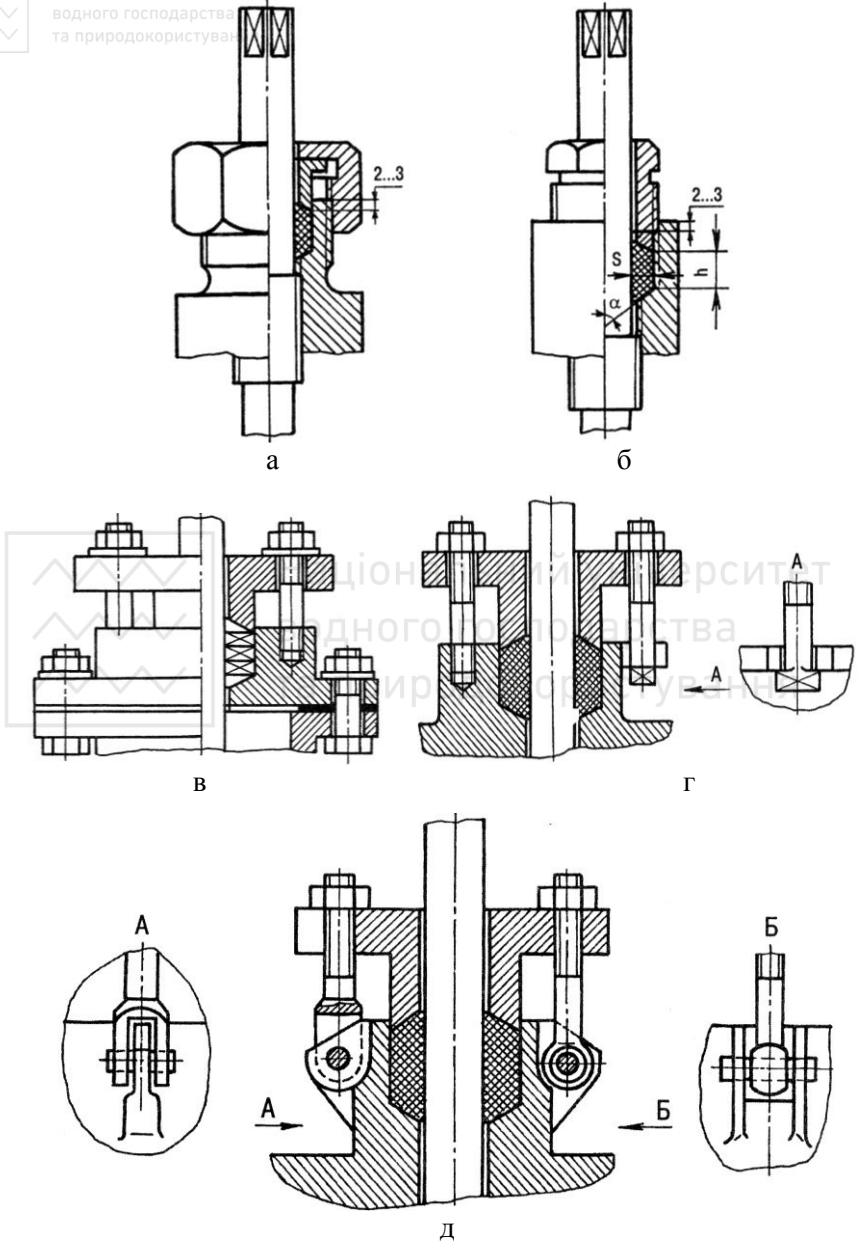


Рис. 1.67. Схема ущільнення шпинделя набивкою



На складальних кресленнях притиску втулку та сальникову кришку зображують у верхньому положенні. Втулка входить в корпус на 2...3 мм. Товщина прошарку набивки S повинна бути 3...30 мм, висота $h \leq (6...8) S$. Для кращого прилягання набивки до рухомих поверхонь на торці втулки й на дні канавки корпусу виконується зріз під кутом $\alpha = 40...60^\circ$ в осьовому напрямі.

Матеріалом набивки слугує просочений тальком або технічним жиром й графітним порошком шнурок із бавовняно-паперової пряжі, пеньки, азбесту тощо.

Найпоширеніше застосування в технічному просторі отримав кульовий кран.

Кульовий кран, який виготовляють із латуні, має стабілізаційний ущільнений шток (рис. 1.68). Сфера латунна, хромована із алмазною поліровкою поверхні. Шток (шпindel) полірований та нікельований. Шток вставлений у корпус із внутрішньої частини, що запобігає його виштовхуванню тиском робочого середовища. Маховик має теплоізоляційне покриття із ПВХ. Гвинт маховика виготовлений із анодованої сталі. Ручка – метелик виготовлена із алюмінію. Подвійне ущільнення штока кільцями із вітона збільшує термін експлуатації виробу. Присутня самоконтруюча гайка із інтегрованим поліолефіновим кільцем.

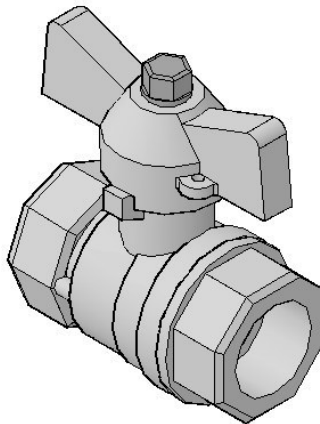
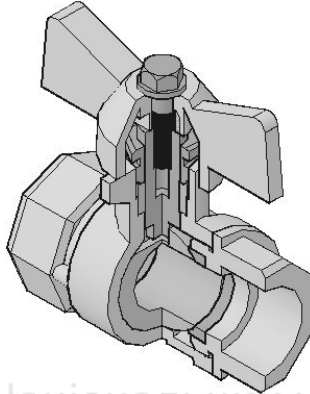


Рис. 1.68. Кульовий кран

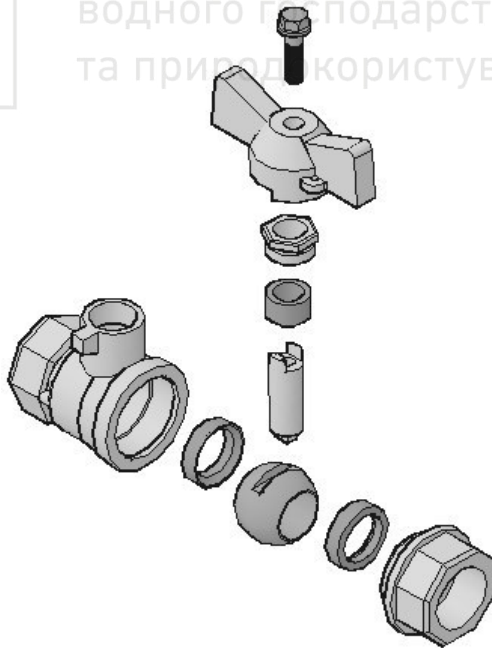


1.7.6. Поетапність виконання креслення складальної одиниці з натури на прикладі, кульового крана

1. Ознайомлюємося із виробом. Визначаємо складові частини виробу. Деталі з'єднані між собою за допомогою метричної нарізі.



2. Встановлюємо порядок складання виробу.





3. Складаємо схему розподілу виробу на складові частини (рис. 1.69).

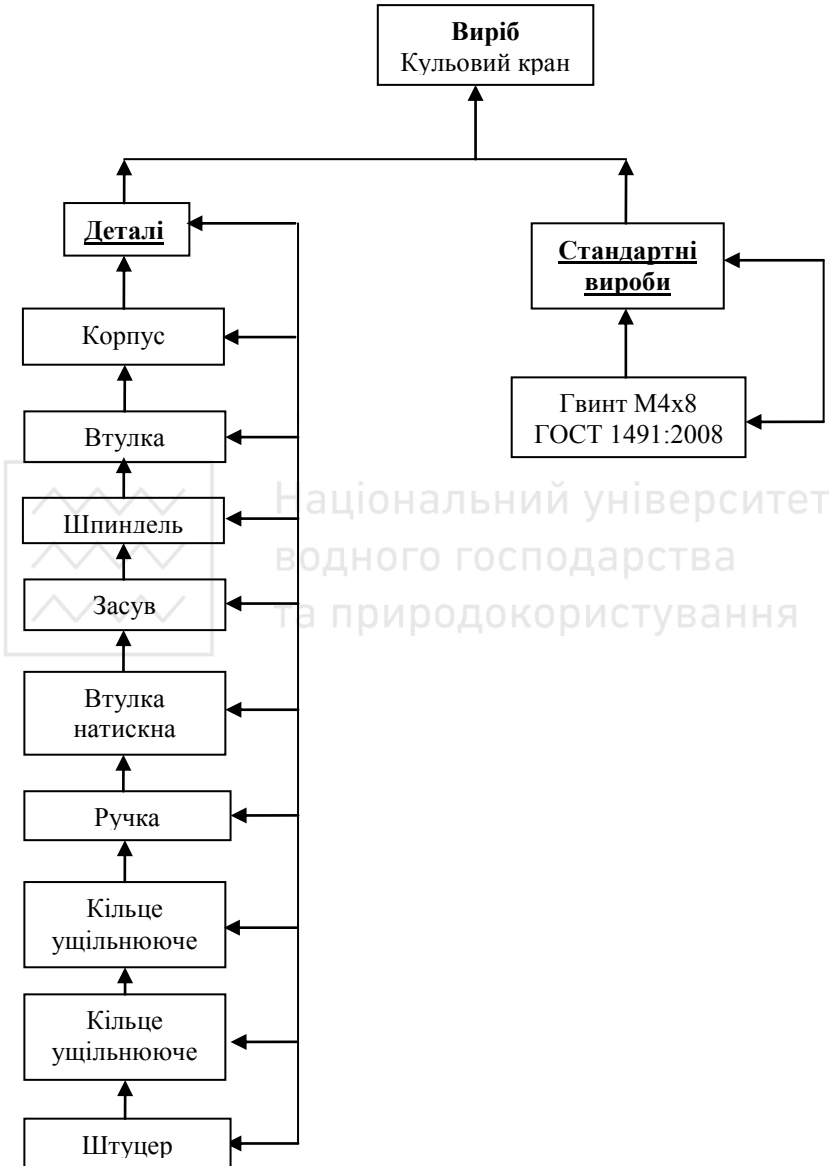


Рис. 1.69. Схема розподілу виробу на складові частини



4. Присвоюємо позначення виробу і його складовим частинам у відповідності зі стандартом ГОСТ 2.201-80 (рис. 1.70). Складаємо специфікацію. Примітка: на моделях оригінальних деталей нарізь не показана.

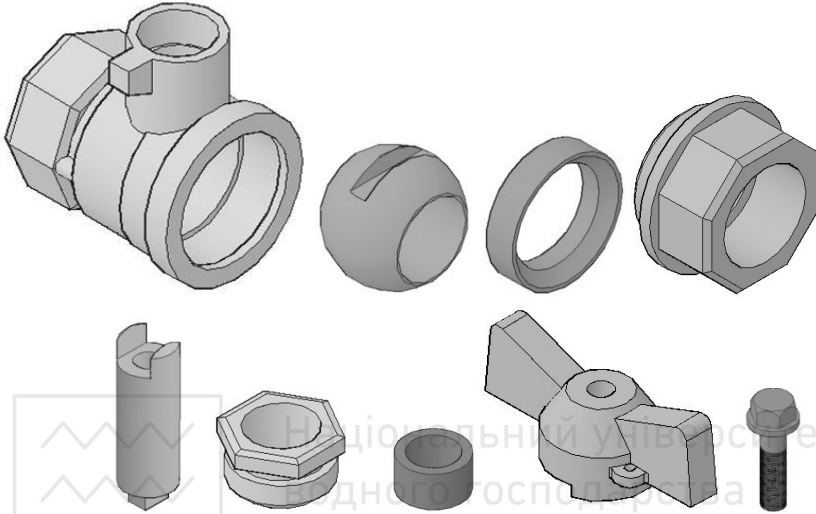


Рис. 1.70. Складові частини виробу

5. Виконуємо робочі кресленики (ескізи) всіх деталей виробу у відповідності до правил СКД (рис. 1.71 - 1.77). Перевіряємо наявність усіх розмірів необхідних для спряжених поверхонь.

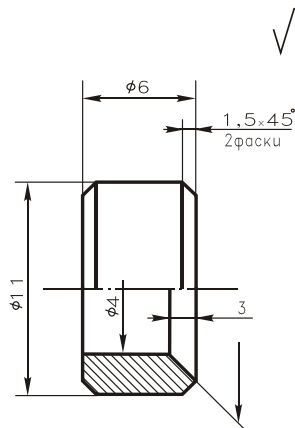


Рис. 1.71. Кресленик втулки



Національний університет
водного господарства
та природокористування

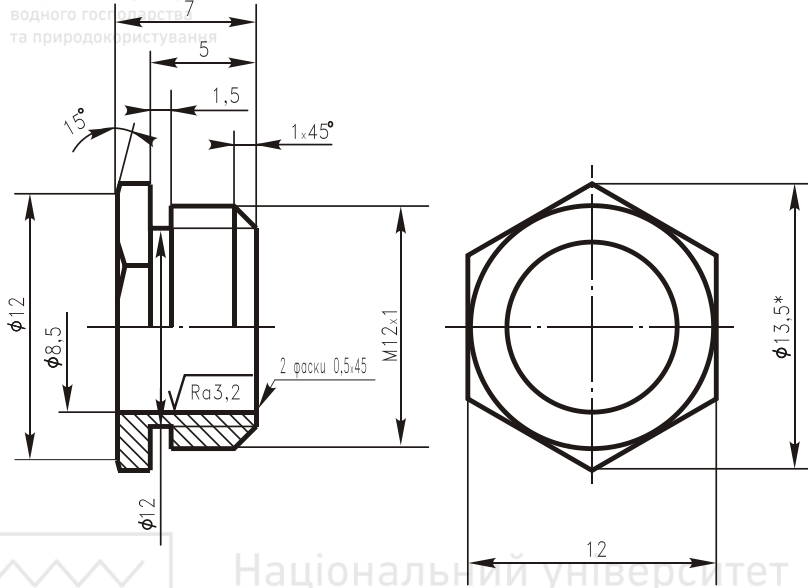


Рис. 1.72. Кресленик втулки натискної

$\sqrt{Rz40}$ (\checkmark)

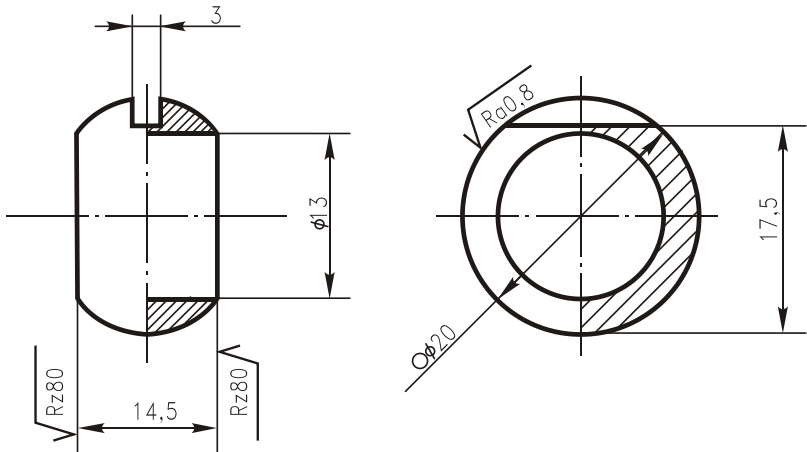


Рис. 1.73. Кресленик засуви



$\sqrt{Rz40} (\checkmark)$

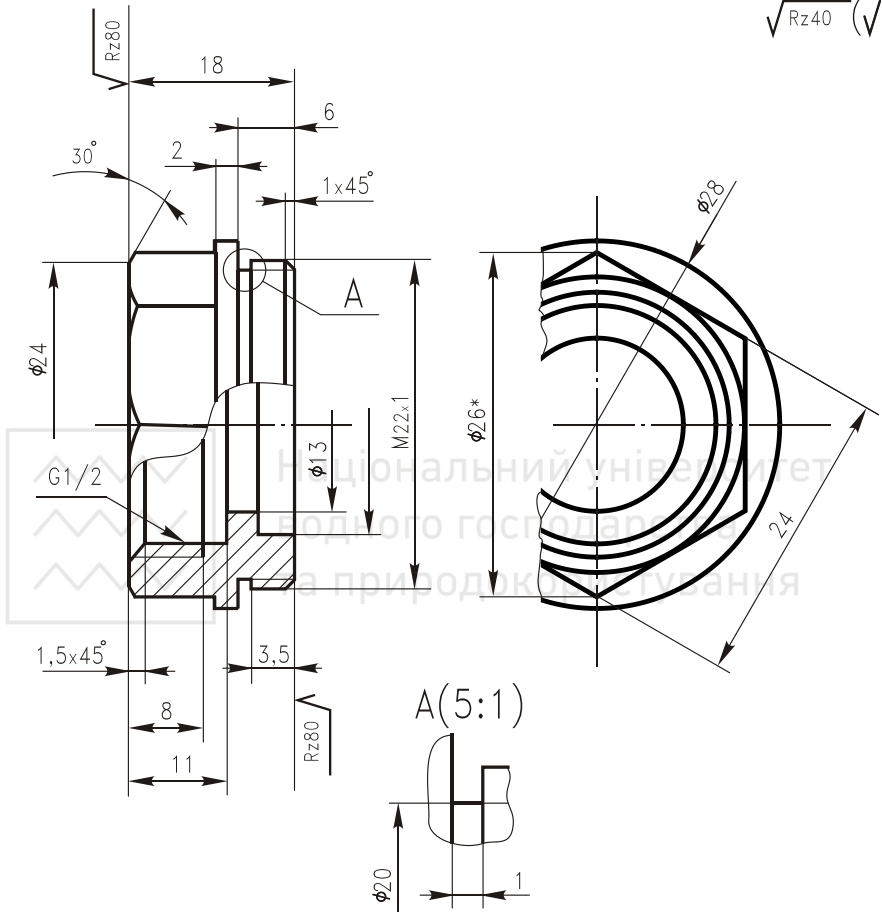


Рис. 1.74. Кресленик штуцера



$\sqrt{Rz40}$ (\checkmark)

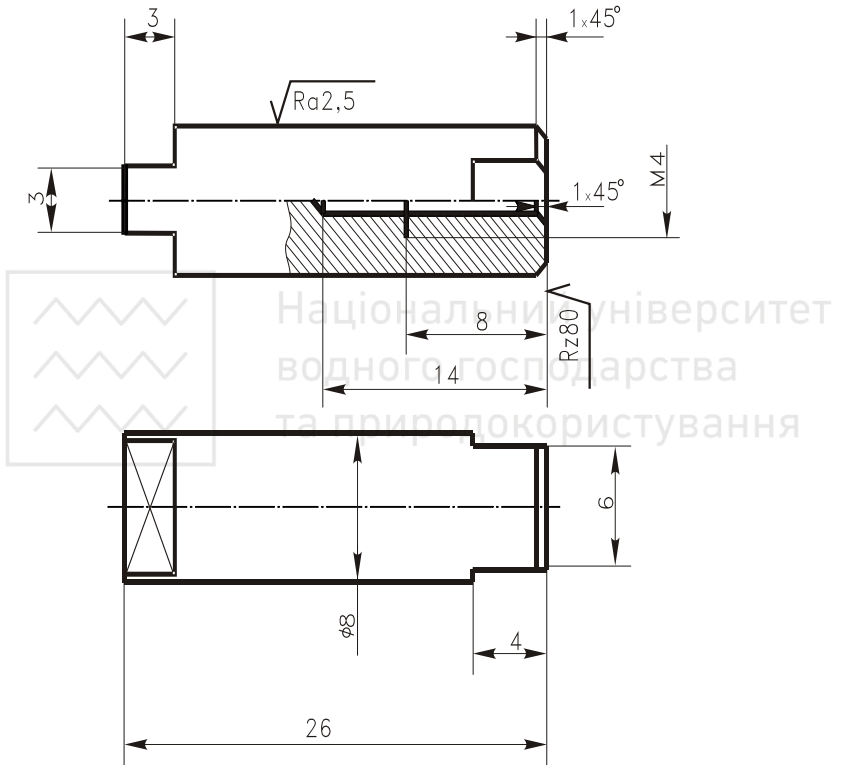
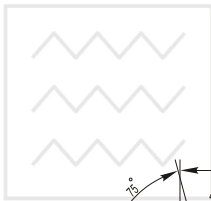
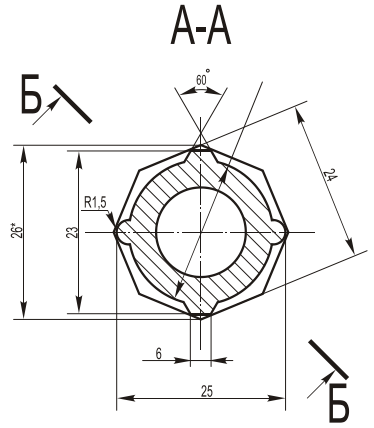
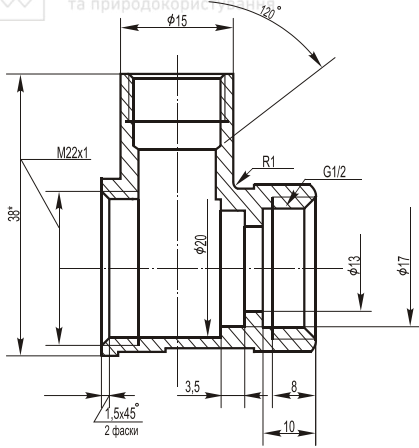


Рис. 1.75. Кресленик шпинделя



Національний університет
водного господарства
та природокористування



Національний університет
водного господарства
та природокористування

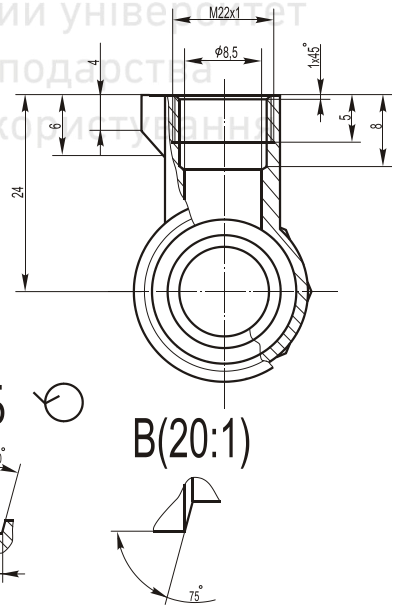
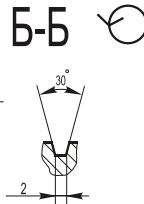
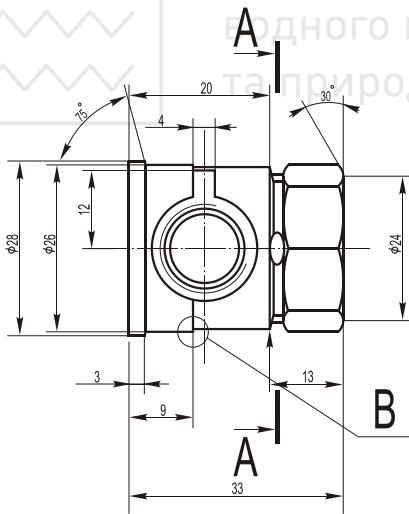
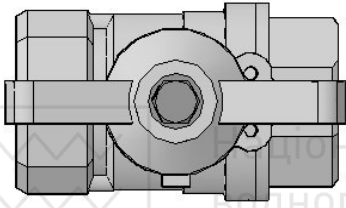
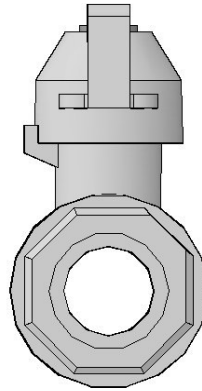
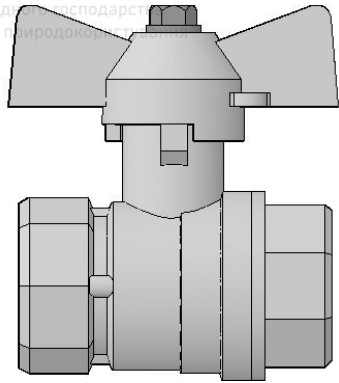
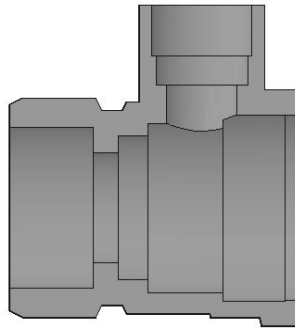
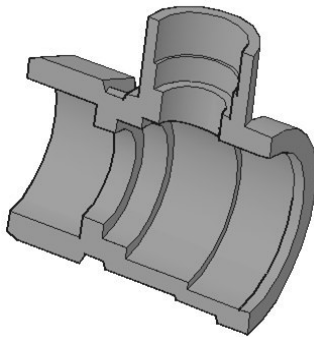


Рис. 1.76. Кресленок корпусу



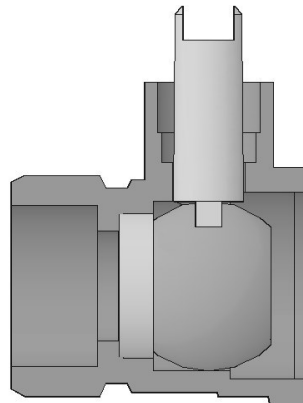
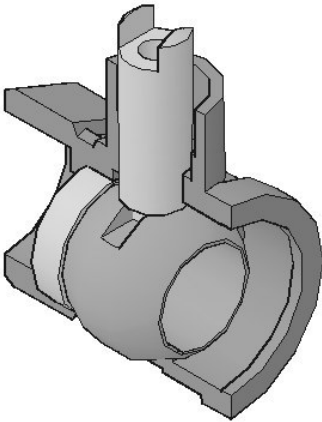
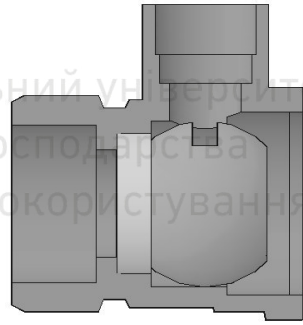
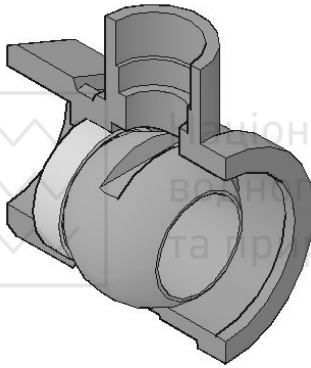
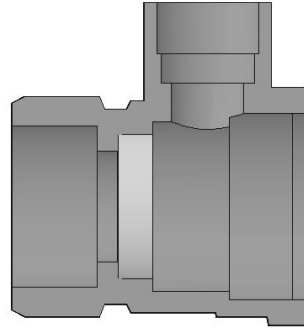
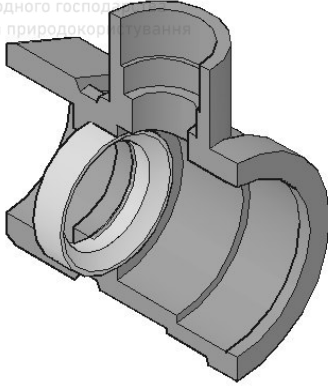
7. Масштаб кресленика 1:1. Формат кресленика А3.
8. Викреслюємо габаритні прямокутники для розташування зображень й проводимо осі симетрії.
9. Тонкими лініями наносимо контур основної деталі виробу. Намічаємо необхідні розрізи.



10. Викреслюємо інші деталі в тій послідовності, в якій складають виріб:

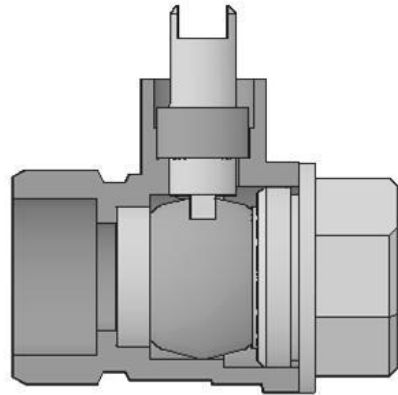
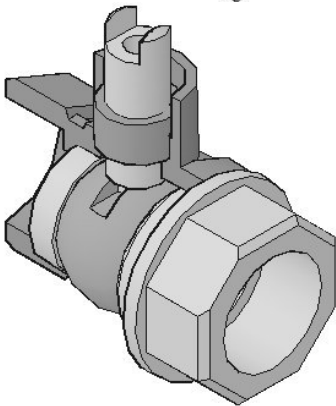
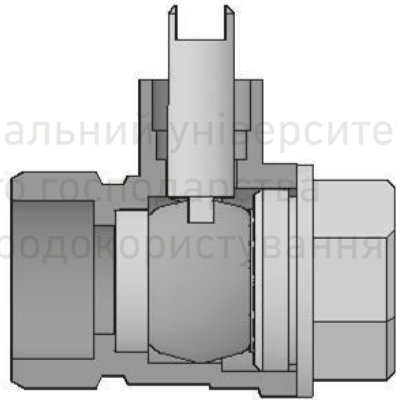
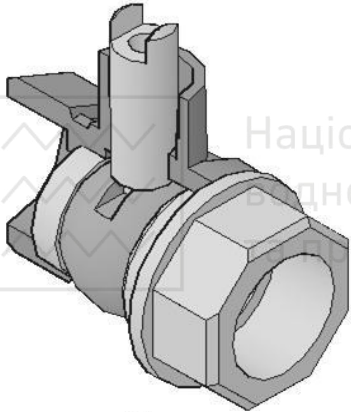
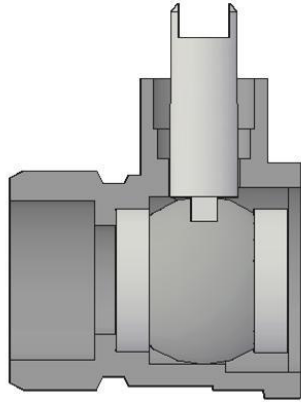
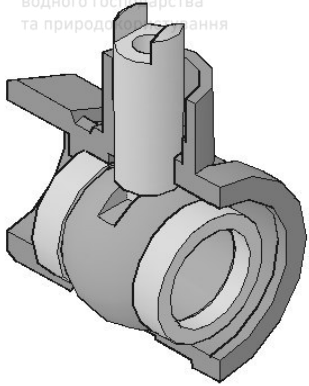


Національний університет
водного господарства
та природокористування



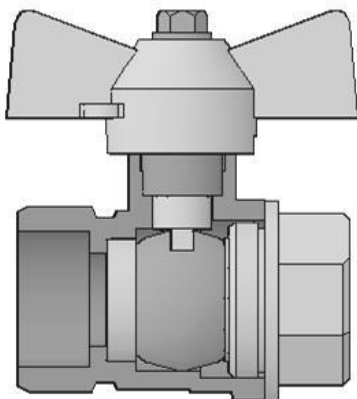
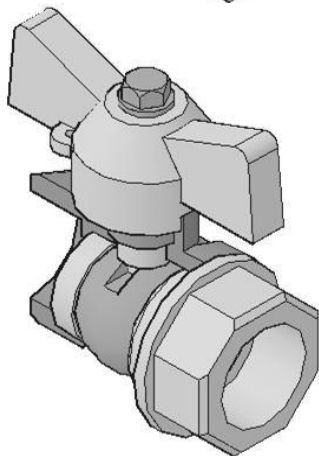
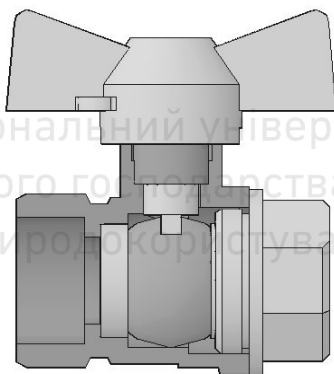
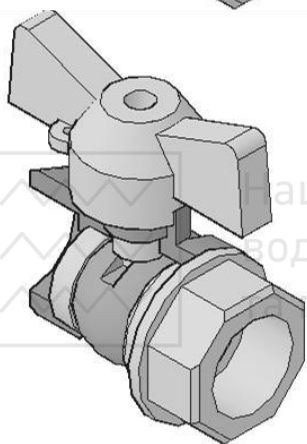
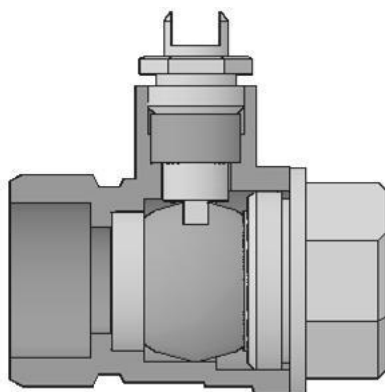
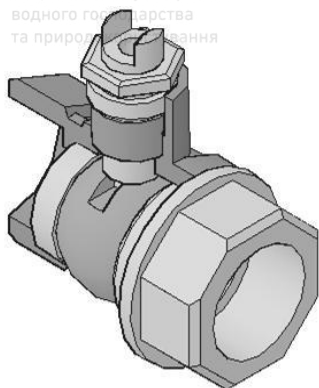


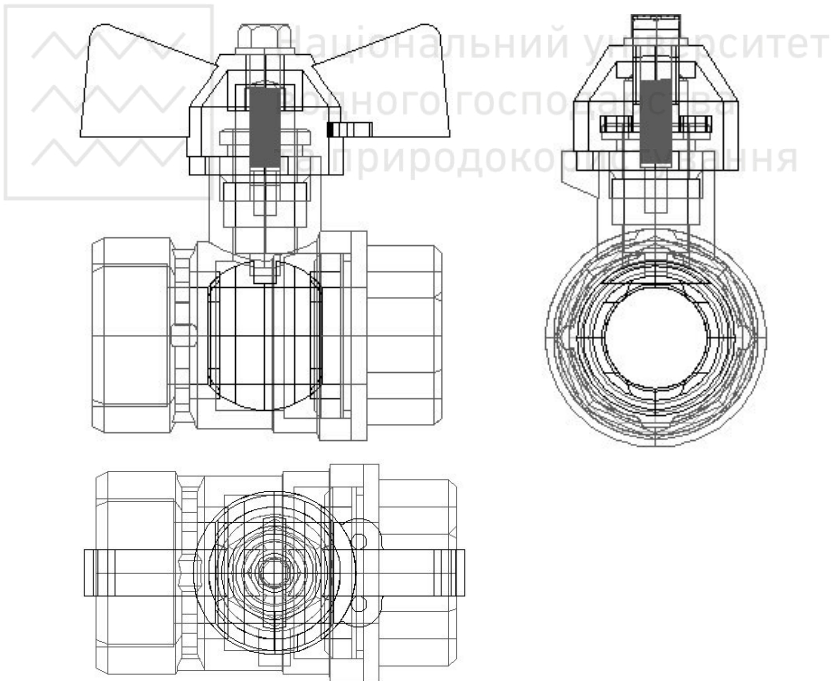
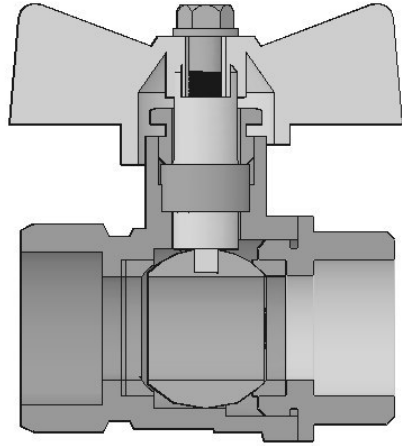
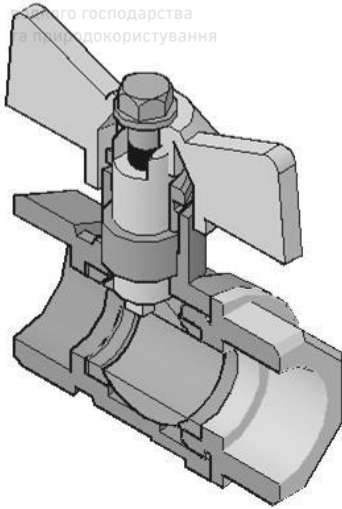
Національний університет
водного господарства
та природокористування





Національний університет
водного господарства
та природокористування





11. Оформляємо складальний кресленик у відповідності до СКД (рис. 1.78).

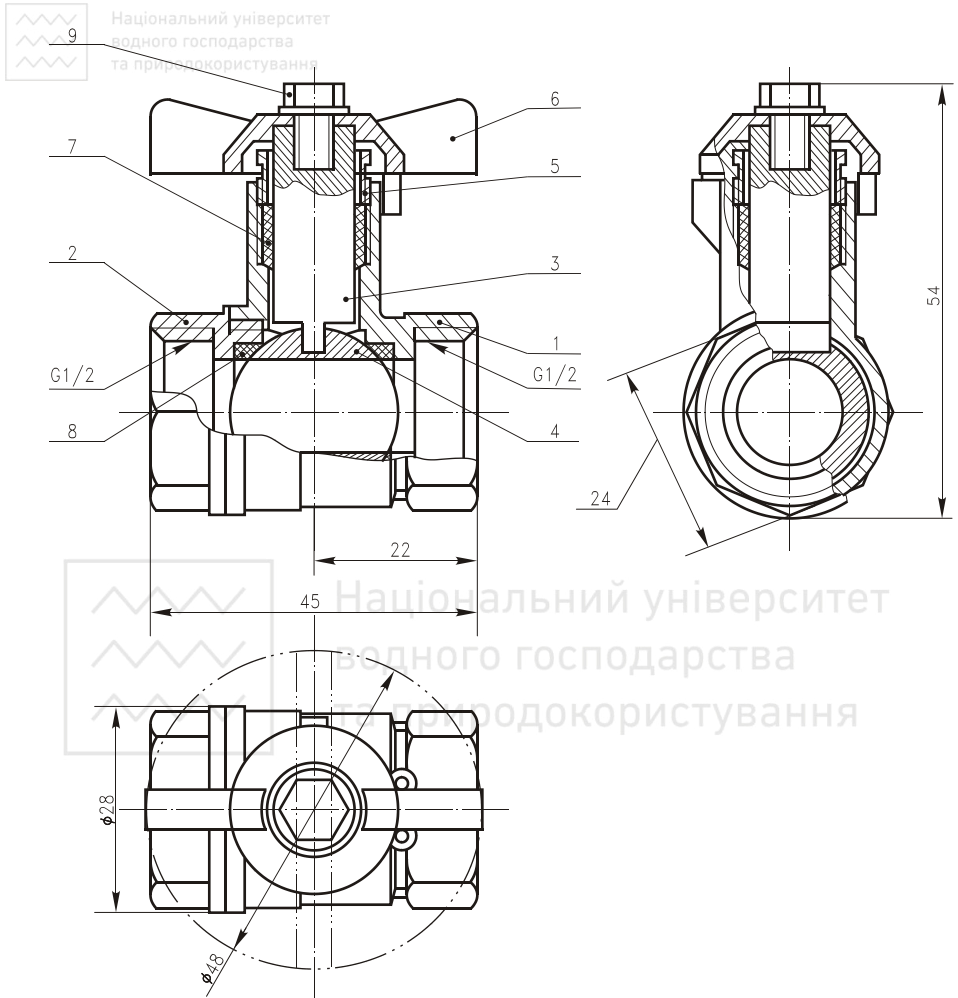


Рис. 1.78. Складальний кресленник

1.8. Читання і деталювання креслеників загального виду

1.8.1. Послідовність читання креслеників загального виду

Читання креслеників загального виду розвиває уміння умовно уявляти форму деталі за її зображенням, розвиває технічне мислення.



Під час виконання робочих креслеників розміри деталей беруть безпосередньо із кресленника загального виду, вимірюючи їх лінійкою та циркулем із врахуванням масштабу кресленника загального виду.

Послідовність читання кресленника загального виду:

1) Прочитати основний напис і дізнатись про назву виробу, масштаб зображення. За конструкторськими документами, які додаються до кресленника загального виду, вивчити принцип роботи виробу, його технічну характеристику тощо.

2) Провести аналіз зображень (видів, розрізів, перерізів, виносних елементів тощо) кресленника загального виду. З'ясувати яке призначення кожного із них.

3) За специфікацією і номерами позицій вивчити складові частини виробу.

4) Визначити розміри (габаритні, монтажні, установочні та ін.), які нанесено на кресленики.

5) Знайти на кресленнику загального виду зображення кожної деталі. З'ясувати її будову і розміри. При цьому звертаємо увагу на напрям і густість штриховки деталі в розрізах, а також на контур, який обмежує цю штриховку.

4) Вивчити способи поєднання деталей між собою. Установити характер взаємодії складових частин виробу в процесі його роботи (які частини рухомі, а які нерухомі; спосіб передачі руху; тип з'єднання; посадки спряжених поверхонь тощо).

5) Встановити послідовність розбирання і збирання виробу.

1.8.2. Послідовність деталювання креслеників загального виду

Деталювання – процес виконання робочих креслеників окремих деталей виробу за кресленником загального виду.

Процес деталювання складається з двох стадій: підготовчої і стадії безпосереднього виконання робочих креслеників.

Підготовча стадія:

1) Визначають за специфікацією всі оригінальні деталі.

2) Знаходять деталі на кресленнику загального виду, вивчають їх зовнішню й внутрішню будови та габаритні розміри.

3) Вибирають необхідну кількість видів для кожної деталі із врахуванням рекомендацій наведених вище.



4) Вибирають масштаби зображень та формати, потрібні для виконання робочих креслеників деталей.

5) Проводять розбивку аркушу формату А1 на формати А2, А3 або А4.

Основна стадія:

1) На відповідних форматах відведених для виконання робочих креслеників деталей формують технічні вимоги.

2) Виконують компоунвання (розміщення) зображень кожної деталі на вибраному форматі.

3) Тонкими лініями виконують зображення деталей.

4) Проставляють розміри і виносні лінії, узгоджуючи з нормальними рядами довжин, кутів, діаметрів, фасок тощо.

5) Наносять позначення шорсткості поверхонь, виходячи з призначення деталі, технології її виготовлення й оброблення.

6) Обводять кресленики та заштриховують розрізи і перерізи.

7) Перевіряють кресленики. Звертають увагу, щоб розміри суміжних, спряжених деталей не мали розбіжності, а розміри конструктивних елементів – відповідали стандартам на ці елементи.

1.8.3. Поетапність виконання деталювання кресленника загального виду

Розглянемо читання та деталювання кресленника загального виду на прикладі виробу “Кондуктор” (рис. 1.79).

Кондуктор (рис. 1.80) призначений для фіксації заготовок деталей в процесі виконання операцій свердління. Приставка складається із: корпусу 1, який встановлюється на стіл верстата, планки 2, в яку вкручують натискний гвинт 3, який фіксує заготовку деталі в кондукторі. На корпусі 1 закріплені накладки 4 із втулкою затиснення 5. Для спрямування свердла у процесі роботи слугує кондукторна втулка 6. Накладки 2 і 4 приєднують до корпусу 1 за допомогою п’яти гвинтів.

Виконуємо деталювання кресленника загального виду кондуктора.

1. Розбірку виробу розпочинаємо із притискного гвинта (поз. 3, рис. 1.81). Деталь являє собою тіло, обмежене поверхнями обертання різного діаметру. На кресленнику головний вид деталі



виконують так, щоб її вісь була паралельна основному напису. Ділянки з більшим діаметром розміщують лівіше ділянок з меншим діаметром.

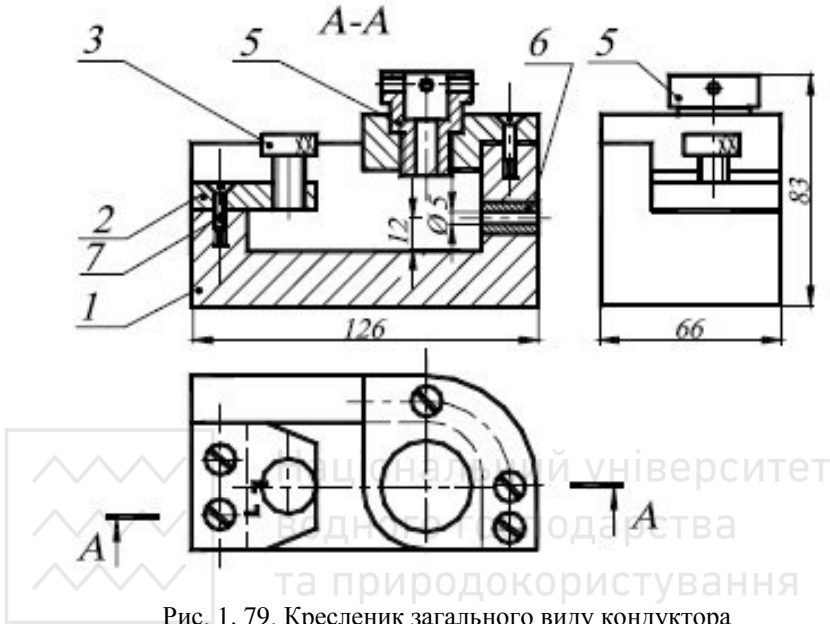


Рис. 1. 79. Кресленник загального виду кондуктора

Гвинт може бути представлений одним зображенням. Зовнішні розміри гвинта повинні відповідати розмірам у планці (поз. 2).

2. Після вилучення натискного гвинта відвертається втулка затискна (поз. 5). Деталь являє собою тіло, обмежене зовнішніми і співвісними з ними внутрішніми поверхнями обертання. В якості головного зображення приймають $\frac{1}{2}$ виду і $\frac{1}{2}$ фронтального розрізу. Вісь обертання деталі розміщують горизонтально.

Виконують виносний елемент для зображення проточки із нарізю, розміри якої вибирають із стандарту в залежності від кроку нарізі.

3. Далі із корпусу можна вилучити п'ять кріпильних гвинтів. Гвинти являють собою стандартні вироби, тому на них робочі кресленники не виконують.

4. Роз'єднуємо корпус (поз. 1) і планку (поз. 2). Дані деталі мають спільні спряжені поверхні і однакові установочні розміри під гвинти.

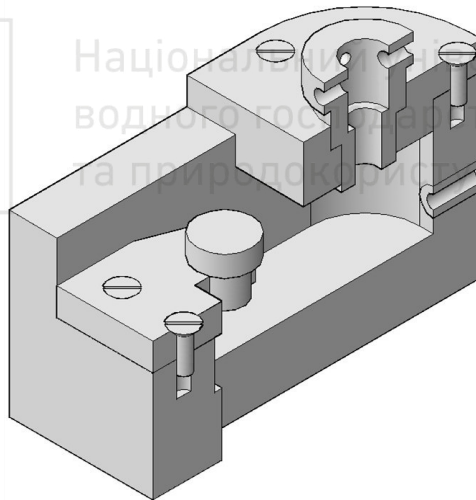
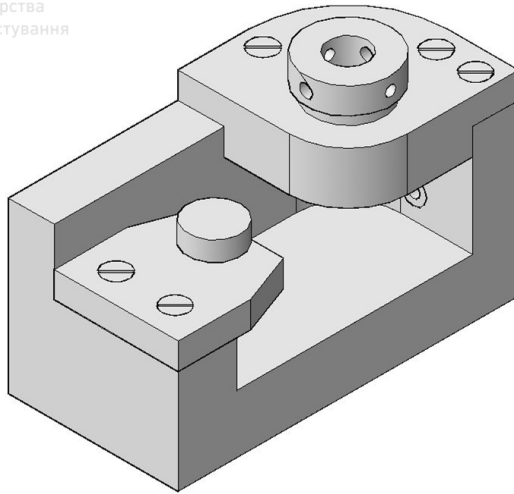


Рис. 1.80. Кондуктор

Планка (поз. 2) являє собою тіло обмежене плоскими поверхнями, і вміщує опорні поверхні під конічні головки гвинтів (поз. 7), які виконують у відповідності із діючим стандартом, й отвір із нарізкою під натискний гвинт (поз. 3).

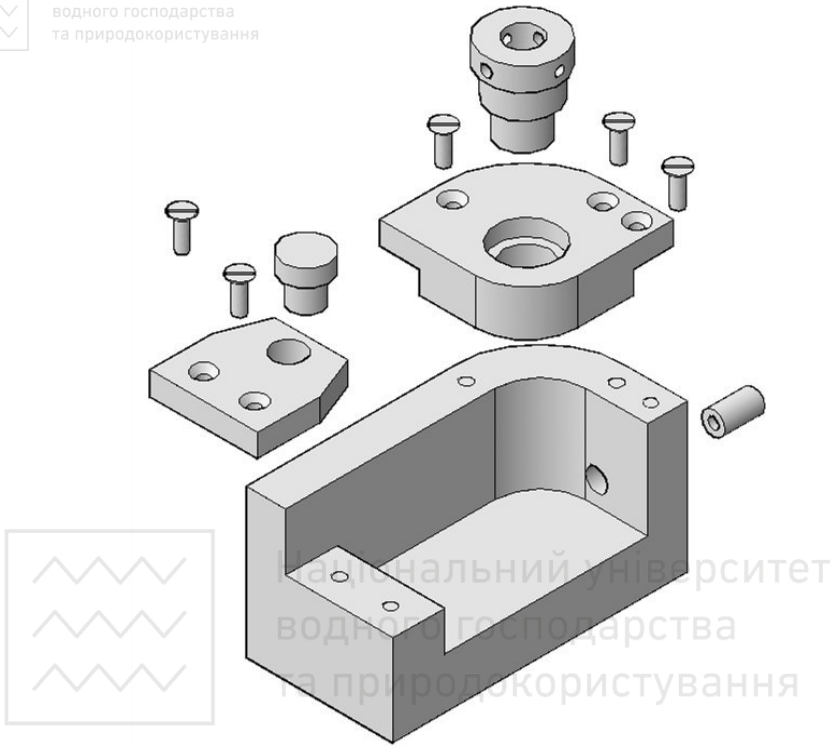


Рис. 1.81. Розбірка кондуктора

Кресленик деталі складається з двох зображень, із яких одне вміщує ломаний розріз.

5. Кресленик накладки (поз. 4) виконують аналогічно кресленнику планки (поз. 2).

6. Кондукторна втулка (поз. 6) являє собою тіло обертання із наскрізним циліндричним отвором.

На кресленнику вісь деталі розміщують паралельно основному напису і суміщають $\frac{1}{2}$ головного виду із $\frac{1}{2}$ фронтального розрізу.

7. Форма і розміри корпусу (поз. 1) може бути виявлена із робочого кресленика, за допомогою двох зображень: виду зверху і ломаного розрізу на місці фронтальної проєкції. Розміри всіх елементів корпусу повинні бути узгоджені із суміжними спряженими деталями, які складають виріб у цілому.



во 8. Якщо в якості вихідного матеріалу використовують кресленик загального виду, виконаний на паперовому носії, то на наступних етапах необхідно виконати робочі кресленики в системі AutoCAD, використовуючи завчасно розроблені ескізи оригінальних деталей. В цьому випадку процес не набагато відрізняється від традиційного, тобто AutoCAD використовують як засіб візуалізації задумів конструктора.

Якщо в якості вихідного матеріалу використовують кресленик у електронному виді (формат *.dwg або інший векторний формат) – тоді є можливість використати весь арсенал засобів AutoCAD.

Ось деякі із них:

1. Самий простий і звичний спосіб полягає у вираховуванні необхідних зображень із наступною їх модифікацією.

Наприклад, у випадку з натискним гвинтом (поз. 3) можна знищити зображення решти деталей. Повернути гвинт так, щоб він зайняв потрібне положення на кресленику.

Можна також скопіювати (або перемістити) гвинт на вільне місце кресленика, і вже там провести необхідні вище перетворення.

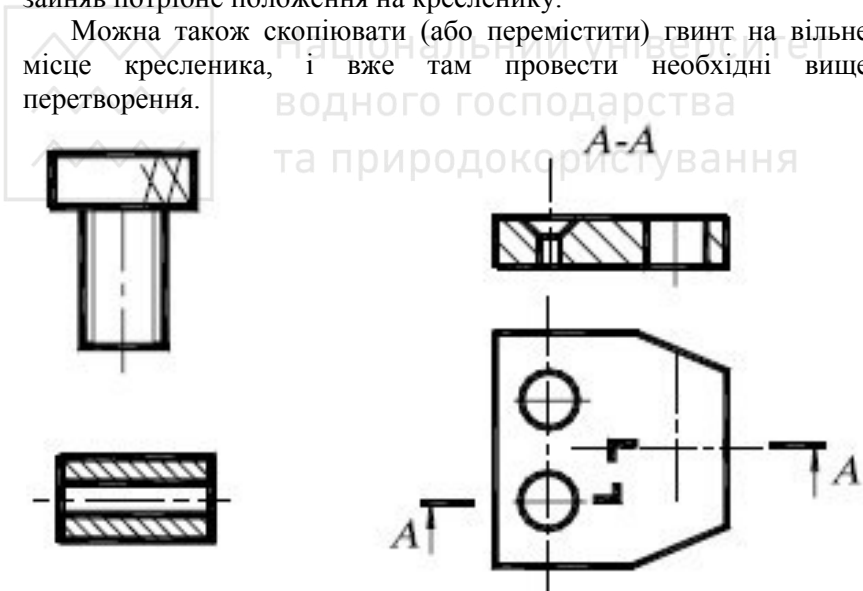


Рис. 1.82. Перший етап

Розглянемо докладно цей спосіб на прикладі гвинта (поз. 3), втулки (поз. 6) і планки (роз. 2). Процес створення робочого кресленика за креслеником загального виду, під час використання



цього способу, умовно можна розділити на три основні етапи: знищення зображень невикреслюваних деталей (рис. 1.82), реконструкція зображення (рис. 1.83) і нанесення розмірів на зображенні (рис. 1.84).

На першому етапі виокремлюють зображення деталей із кресленника загального виду. У гвинта це вид спереду, а у втулки – фронтальний розріз, у планки – вид зверху й ламаний розріз (рис. 1.82).

На другому етапі реконструкції виконують контурні і з'єднуючі лінії видів і розрізів, перекриті іншими деталями, до відтворення цілісного зображення; вирішують питання про склад і розміщення зображень; виконують елементи деталей, які на кресленнику загального виду відображені спрощено, умовно або не зображені зовсім (фаски, галтелі, проточки і т.п.) (рис. 1.83).

У випадку, у гвинта залишається одне зображення, розміщено горизонтально, виявляються фаски на головці і стержні, наріз з виконується з недорізом.

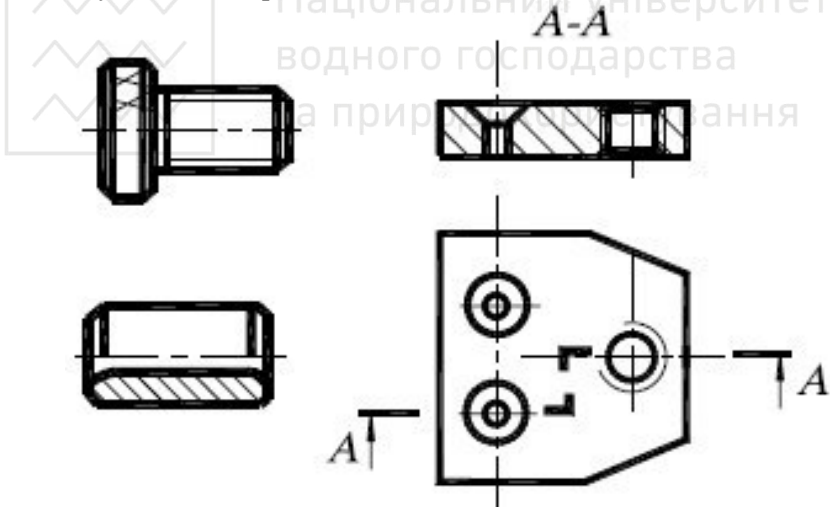


Рис. 1.83. Другий етап

Кресленник втулки вміщує одне зображення, яке поєднує частину головного виду з частиною фронтального розрізу, розділених осью лінією. З'являються зовнішні симетричні фаски. У кондукторній втулці у отворі внутрішня фаска



замінюється профілем заокругленням, для полегшення праці під час свердління заготовки.

При зображенні планки викреслюють вид зверху опорної поверхні під головку стандартних гвинтів і наскрізні отвори з нарізкою для встановлення натискного гвинта. На початку і в кінці отвору виконують фаски.

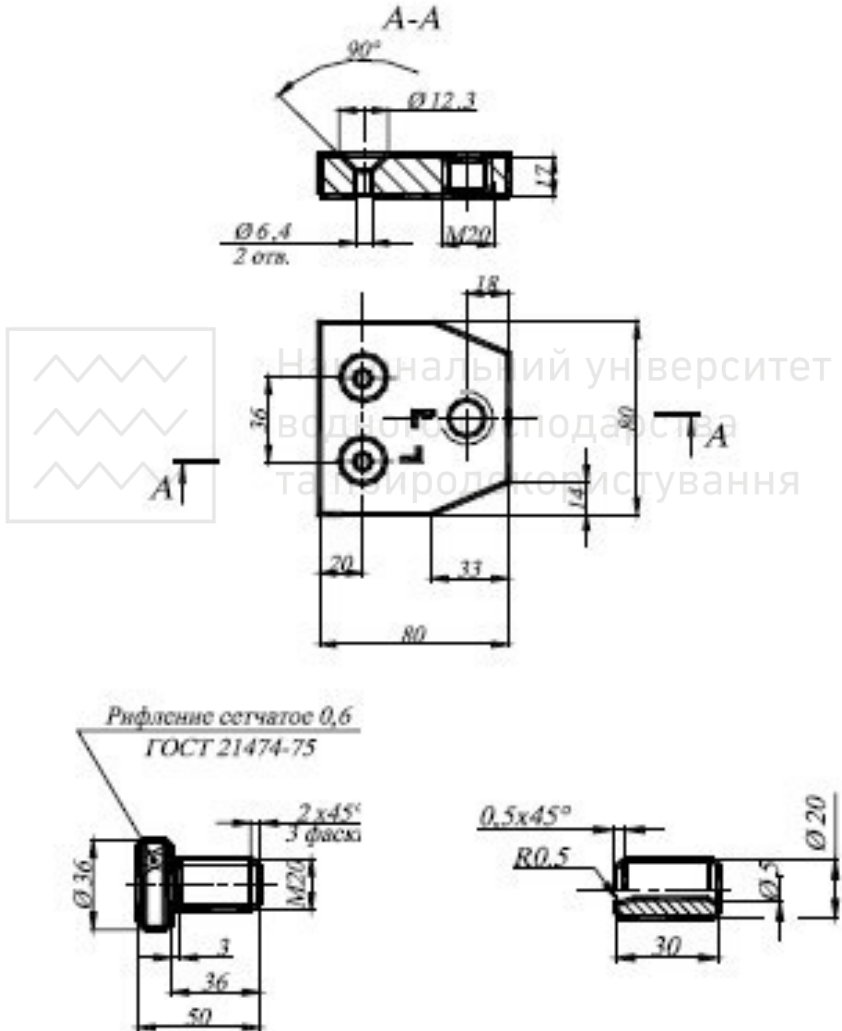


Рис. 1.84. Третій етап



На третьому етапі проводять нанесення розмірів на зображеннях (рис. 1.84).

Правила нанесення розмірів регламентують стандарти. Всі розміри поділяють на дві категорії: спряжені і вільні.

Для гвинта виконано сітчасте рифлення, крок якого вибирають за стандартом в залежності від ширини й діаметра накачуваної поверхні. Для втулки діаметр внутрішнього циліндричного отвору вказаний на кресленнику загального виду.

В планці діаметр отвору із нарізю повинен відповідати діаметру нарізі, яка нарізана на нажимному гвинті, а опорні поверхні під кріпильні гвинти вибирають за стандартом в залежності від форми головки й діаметра нарізі гвинта. Форму зрізу задають лінійними розмірами. Установлюючи розміри під стандартні гвинти (поз. 7) повинні відповідати аналогічним розмірам в корпусній деталі.

Очевидно, що при використанні вихідних документів в електронному вигляді, методи деталювання в AutoCAD відрізняються від традиційних, і в цьому випадку деталювання з використанням AutoCAD є найбільш ефективно.



1.9. КРЕСЛЕНИКИ – СХЕМИ

Схема (chart) – графічний конструкторський документ, на якому за допомогою умовних познач і зображень показано складові частини виробу і зв'язки між ними. Схеми використовують, як ілюстративний матеріал до різних описів, наочно пояснюючи зв'язок між елементами виробу, принцип їх роботи та ін. Вони необхідні при проектуванні, виготовленні, монтажі, регулюванні, експлуатації та вивченні виробу. Класифікацію схем за видами і типами встановлює ГОСТ 2.701-84.

Елемент схеми (element of chart) – складова частина схеми, яка виконує певні функції у виробі та не може бути розділена на частини, що мають самостійне призначення (резистори, трансформатори, діоди, транзистори).

Пристрій (device) – сукупність елементів, які є єдиною конструкцією (блок, плата, панель та інше).



Функціональна група (functional group) – сукупність елементів, які виконують в виробі певну функцію та які не об'єднані в єдину конструкцію (панель синхронізації головного каналу).

Функціональна частина (functional part) – елемент, функціональна група, а також пристрій, який виконує певну функцію (підсилення, фільтр, насос).

Функціональна ланцюг (functional circuit) – лінія, канал, тракт певного призначення (канал зв'язку, відеоканал).

Лінія взаємозв'язку (line of interconnection) – відрізок прямої, який вказує на наявність електричного зв'язку між елементами та пристроями.

Види схеми (type of chart) визначаються в залежності від видів елементів і зв'язків, що входять до складу виробу і позначаються літерами російського алфавіту.

Розрізняють десять видів схем:

- Е – електрична (electric);
- Г – гідравлічна (hydraulic);
- П – пневматична (pneumatic);
- Х – газова (gas);
- К – кінематична (kinematics);
- В – вакуумна (vacuum);
- Л – оптична (optical);
- Р – енергетична (power);
- Є – розподільна (distributing);
- С – комбінована (combined).

Схеми в залежності від призначення діляться на типи і позначаються арабськими цифрами. Встановлено вісім типів схем:

- 1 – структурна (structural);
- 2 – функціональна (functional);
- 3 – принципова (повна);
- 4 – з'єднань (монтажна);
- 5 – підключення (connecting);
- 6 – загальна (general);
- 7 – розміщення (placing);
- 0 – поєднання (combination).

Найменування (title) та код схеми (code of chart) визначаються її видом і типом. Код схеми складається з літерної частини, що



визначає вид схеми, і цифрової частини, що визначає тип схеми (type of chart). Наприклад, схема електрична принципова (electric principle) – ЕЗ, схема гідравлічна з'єднань – Г4.

Загальні правила виконання схем встановлюють ГОСТ 2.701-84 і ГОСТ 2.702-75.

1. Зображення (image) на схемах подають у вигляді умовних позначень (conditional denotations), квадратів (square) і прямокутників (rectangle), а також у вигляді зовнішніх контурів виробу.

2. Умовні графічні і літерні позначення повинні відповідати стандартам ДСТУ, ГОСТ і ЄСКД. Допускається всі стандартні позначення на схемах пропорційно зменшувати або збільшувати.

3. Елементи і прилади на схемі наводять, в основному, у вимкненому або в початковому положенні.

4. Одноманітні за призначенням і зображенням елементи групують, як у горизонтальному, так і у вертикальному напрямках.

5. Літерні та цифрові позначення, що виконані одним номером шрифту, наносять, по можливості, праворуч або зверху від умовного позначення.

6. Лінії зв'язку і контури позначень орієнтують за головними напрямками кресленика, вони повинні мати якнайменшу кількість перетинів і зломів. Відстань між паралельними лініями зв'язку повинна бути не менше 3 мм. з'єднання ліній зв'язку у місцях їх перетину відмічають точкою.

7. Лінії на схемах виконують у відповідності з вимогами ГОСТ 2.303-68. Товщини ліній вибираються у межах від 0,2 до 1 мм і дотримуються вибраної товщини. Графічні позначення елементів і ліній взаємозв'язку виконують лініями однакової товщини. На одній схемі рекомендується застосовувати не більш трьох типорозмірів ліній за товщиною. Для наочності і рельєфності схем використовують такі співвідношення товщин основних ліній: у кінематичних схемах вали, стержні, шатуни викреслюють суцільними лініями товщиною S (звично 1 мм); для зображення підшипників, шківів зубчатих коліс, муфт, втулок та ін. товщини ліній приймають $S/2$ (звично 0,5 мм) і тонкими лініями $S/3$ викреслюють вісі, кола зубчатих коліс, ремні та ін.; в електричних схемах лінії електричних зв'язків викреслять суцільними лініями товщиною $S/2$, лінії умовних контурів



приборів товщиною 1,5S...2 S. Нестандартні умовні позначення на схемах потрібно пояснити.

8. На схемах дозволяється вміщувати додаткові технічні вимоги: номінальні значення параметрів (під позначенням); параметри в характерних точках; таблиці та часові діаграми на полі схеми.

9. Маркірування виводів елементів на виробі повторюють біля їх зображення на схемі.

10. Елементи, що є приладом із власною принциповою схемою, відрізняють на принциповій схемі потовщеною суцільною лінією.

11. Елементи, що визначають функціональні групи, дозволяється відрізнити штрих-пунктирною лінією, зазначаючи їх найменування.

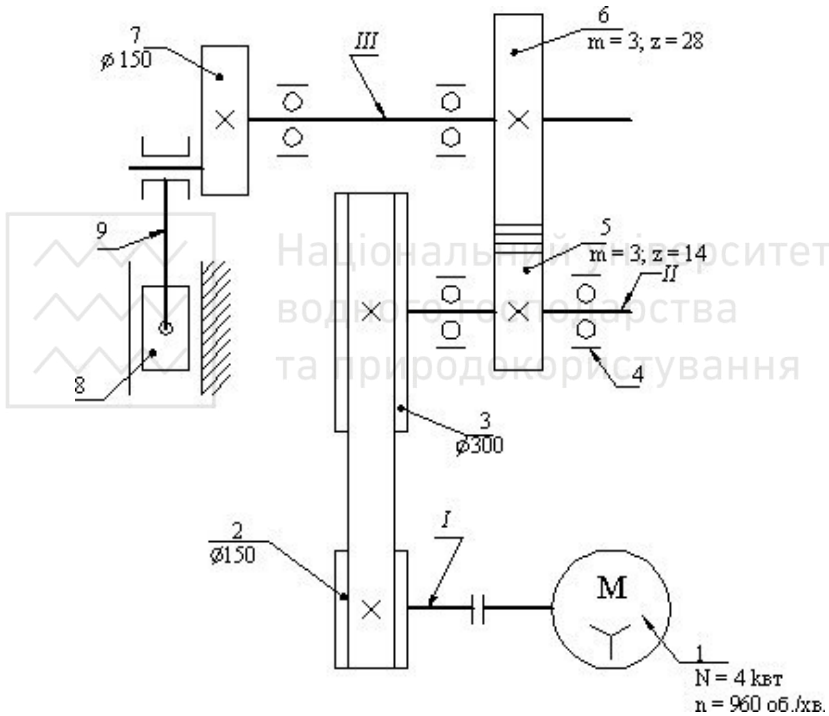
Кінематична схема – графічний конструкторський документ, який містить умовні графічні зображення або позначення кінематичних складових частин виробу і зв'язки між ними (рис. 1.85). У залежності від основного призначення кінематичної схеми поділяють на принципові, структурні і функціональні.

Правила виконання кінематичних схем встановлює стандарт ГОСТ 2.703-84. На принциповій схемі показують кінематичні зв'язки, передбачені всередині виконавчих органів, між окремими парами, ланцюгами й групами, а також зв'язки з джерелом руху. На структурній схемі зображають усі основні функціональні частини виробу (елементи, пристрої) і основні взаємозв'язки між ними. Структурні схеми представляють або графічним зображенням із застосуванням простих геометричних фігур, або аналітичним записом. На функціональній схемі зображають функціональні частини виробу простими геометричними фігурами і зв'язки між цими частинами.

На схемах крім умовних зображень деталей використовують також вказівки у вигляді текстів і цифрових написів. Так, наприклад, вали нумерують римськими цифрами в порядку передачі руху, рахуючи їх від приводу електродвигуна; для шківів вказують діаметри та їх ширину; для зубчастих коліс – модуль і кількість зубів кожного колеса. В ходових гвинтах написами вказують крок, кількість заходів і напрямок нарізі. Біля



електродвигуна вказують його потужність і кількість оборотів за хвилину, наприклад: $N=1,3$ кВт; $n = 960$ об./хв. Елементи, які закупаються, або запозичені механізми, наприклад, редуктори, не нумерують, а порядковий номер присвоюють усьому механізму в цілому. На кінематичних схемах можливо: переносити елементи вгору або вниз від дійсного положення; виносити їх за контур виробу, не змінюючи положення; повертати елементи в положення, найзручніше для зображення.



I, II, III-вали; 1-електродвигун; 2-3-шків;
4-підшипниковий вузол; 5-6- зубчаста передача;
7-зубчасте колесо з кривошипом; 8-поршень; 9-шатун

Рис. 1.85. Схема кінематична принципова

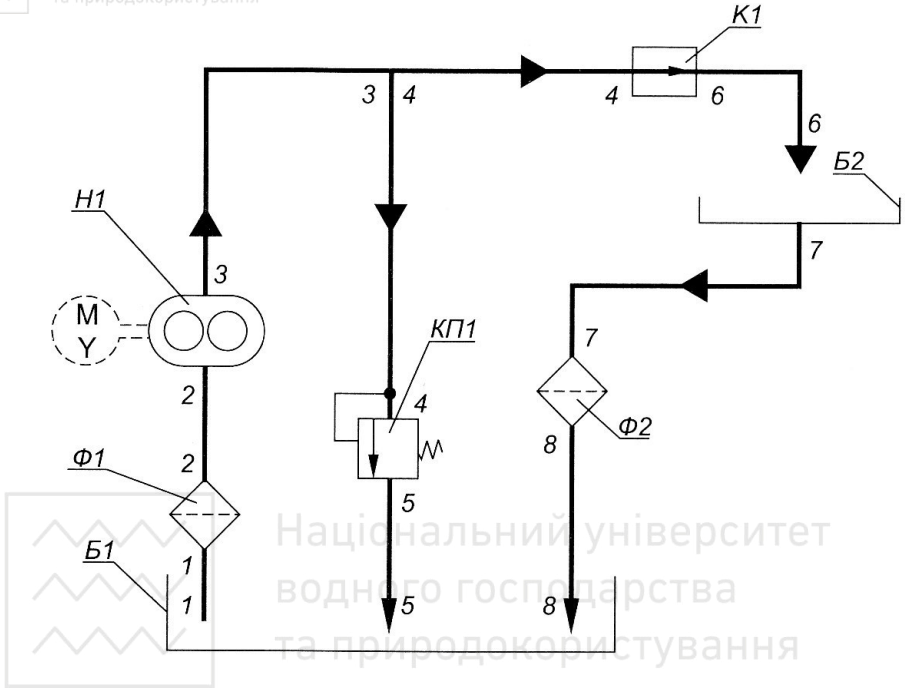


Умовні графічні позначення для кінематичних схем

Назва	Умовне позначення
Вал, валик, осі, шатун та ін.	
Підшипник кочення	
Муфта зчеплення фрикційна (загальне позначення)	
Передача пасова	
Передачі зубчасті	
Колесо зубчасте з ексцентричним валом	
Поршень, шатун і напрямна в зборі	
Електродвигун (трьохфазний)	

Умовні графічні позначення елементів на кінематичних схемах, які викреслені в ортогональних проекціях, встановлює ГОСТ 2.770 – 84. На рис. 1.85 наведено приклад виконання кресленника принципової кінематичної схеми механізму приводу у відповідності зі стандартом. У табл. 1.8 наведено деякі умовні позначення графічних елементів кінематичних схем.

Гідравлічна (пневматична) схема – графічний конструкторський документ, який містить умовні графічні зображення або позначення гідравлічних (пневматичних) складових частин виробу і зв'язки між ними (рис. 1.86 - 1.87). За основним призначенням їх поділяють на структурні, принципові, з'єднання.



Б – бак; Н – насос; Ф- фільтр; КП – контрольний прилад

Рис. 1.86. Схема гідравлічна

Правила виконання гідравлічних та пневматичних схем встановлює стандарт ГОСТ 2.704–84.

У гідравлічних схемах верстатів, машин і механізмів використовують умовні позначення для зображення агрегатів гідросистем: насосів, гідродвигунів, гідроапаратів, регулюючої гідравлічної і пневматичної апаратури, елементів трубопроводів, трубопровідної арматури та ін. згідно ГОСТ 2.780–84, ГОСТ 2.781–84, ГОСТ 2.782–84, ГОСТ 2.784–84, і ГОСТ 2.785–84 (табл. 1.9).

У табл. 1.9 наведено деякі умовні позначення графічних елементів гідравлічних і пневматичних схем.



Умовні графічні позначення для гідравлічних і пневматичних схем

Назва	Умовне позначення
Трубопроводи головні (всмоктуючі, напірні, зливні)	
Трубопроводи допоміжні	
Бак	
Насос із постійним напрямом натиску	
Насос шестерінчастий	
Насос роторний лопатковий	
Насос гвинтовий	
Гідромотор (загальне позначення)	
Регулюючий орган закритий	
Регулюючий орган відкритий	
Циліндр із одностороннім штоком	
Дросель	
Клапан зворотній	



Національний університет
водного господарства
та природокористування

З'єднання трубопроводів у вигляді хрестовини	
З'єднання трубопроводів під прямим кутом	
Перетин віток трубопроводів між собою	
Злив рідини з системи	
Підводка рідини під тиском	
Напрямок руху повітря під тиском	
Фільтр сітчастий	
Розподільник 4/2 без управління	
Розподільник 4/3 без управління	



Національний університет
водного господарства
та природокористування

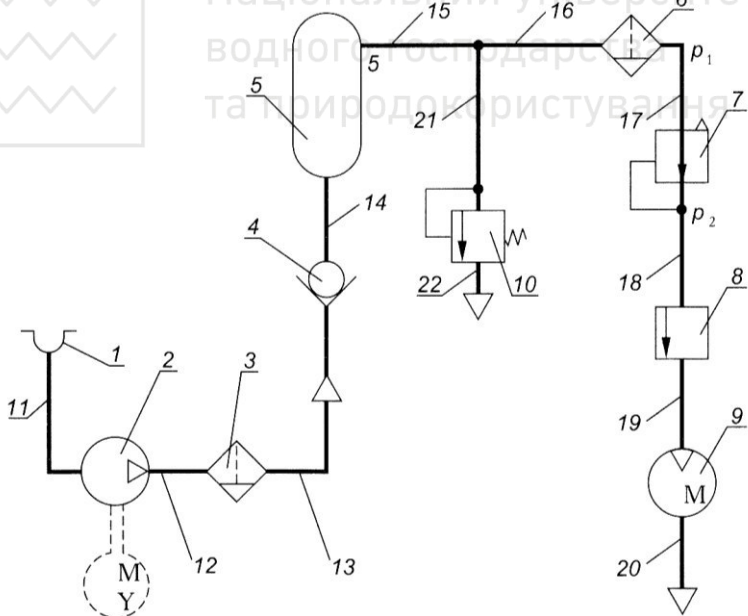


Рис. 1.87. Схема пневматична



Електрична схема – графічний конструкторський документ, який містить умовні графічні зображення або позначення електричних складових частин виробу і зв'язки між ними (рис. 1.88). Правила виконання електричних схем встановлює ГОСТ 2.702–84. Умовні позначки графічних елементів електричних схем встановлюють відповідні стандарти.

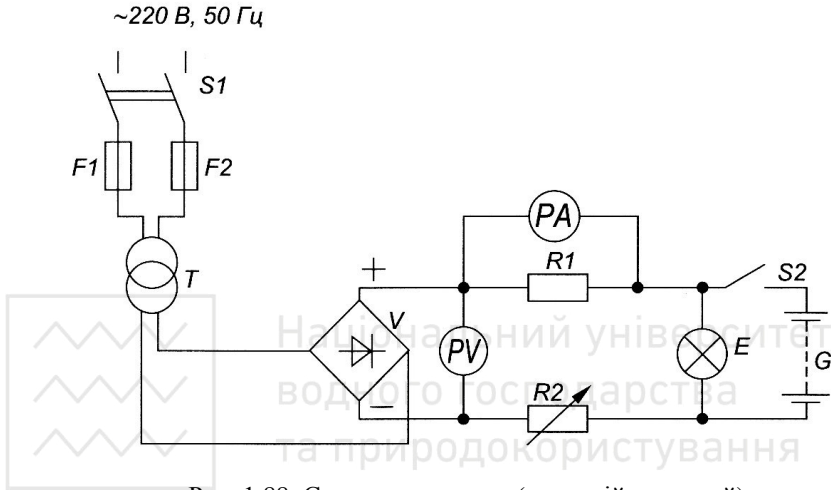


Рис. 1.88. Схема електрична (пристрій зарядний)

Типи електричних схем встановлює ГОСТ 2.701–84. За основним призначенням їх поділяють на структурні, функціональні, принципіві. На структурній схемі показують усі основні функціональні частини виробу (елементи, пристрої і функціональні групи) і основні взаємозв'язки між ними. На функціональній схемі показують функціональні частини виробу (елементи, пристрої і функціональні групи), що беруть участь у процесі, який ілюстровано схемою, і зв'язки між ними зображують у вигляді умовних графічних позначень, встановлених у стандартах. Окремі функціональні частини допускається зображувати у вигляді прямокутників. На принциповій схемі зображують усі електричні елементи або пристрої, необхідні для здійснення контролю у виробі заданих електричних процесів, усі електричні зв'язки між ними, а також електричні елементи, якими



закінчуються вхідні і вихідні ланцюги. Дозволяється зображувати з'єднувальні елементи і монтажні елементи, які встановлені у виробі з конструктивних міркувань.

На рис. 1.89 наведено геометричні розміри зображень умовних познач елементів для електричних схем: транзистор, контакт, діод, конденсатор, резистор, запобіжник плавкий, лампа, гніздо, вимикач, вилка.

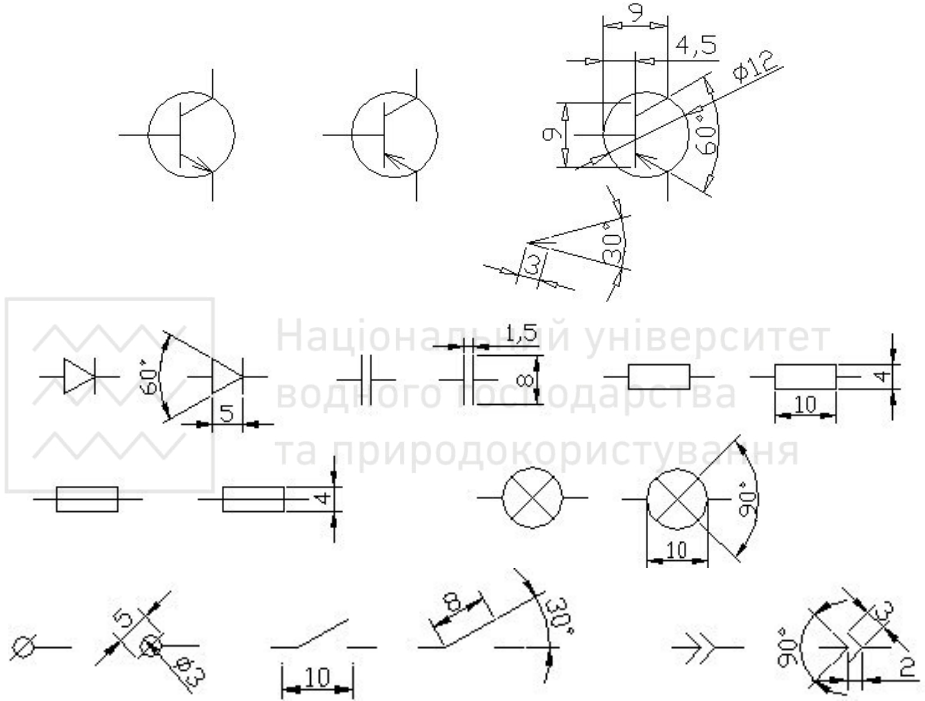


Рис. 1.89. Умовні позначки елементів електричних схем

Під час конструювання схеми треба дотримуватися таких правил: функціональні групи елементів на схемі розташовують у послідовності, що відповідає розвитку процесу, зліва направо; схеми креслять для виробів, що знаходяться у відключеному положенні; елементи на схемах зображають у вигляді умовних графічних позначень за розмірами, відповідно до встановлених стандартів, зведених у збірник стандартів “Позначення умовні графічні в схемах” ГОСТ 2.721 – 84 – 2.758 – 84; умовні графічні



позначення елементів і електричні з'єднання зображають на схемах однієї товщини від 0,3 до 0,4 мм; умовні графічні позначення елементів креслять на схемі в положенні, у якому вони зображені у відповідних стандартах, або обернутими на кут, кратний 90° , відповідно до цього положення.

Кожному елементу, що входить до складу виробу й зображеному на схемі, надається літерно-цифрове позиційне позначення відповідно до ГОСТ 2.710–84. Його роблять на схемі поряд із умовним графічним позначенням елемента, по можливості, з правого боку.

Літерно-цифрове позиційне позначення елемента складається з двох частин, які записують без розділових знаків і пропусків. Перша частина – літерний код елементів (наприклад, R – резистор, VT – транзистор, VD – діод або стабілізатор), а друга – порядковий номер елементів (наприклад, R1, R2, VT1, VT2).

Інформацію про елементи схеми записують у перелік елементів – таблицю, яка виконується згідно зі стандартом. Розміри таблиці переліку елементів подано на рис. 1.90.

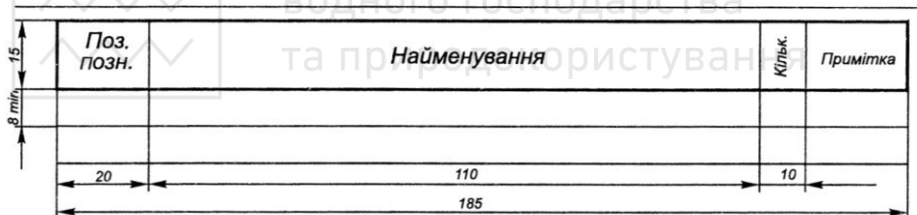
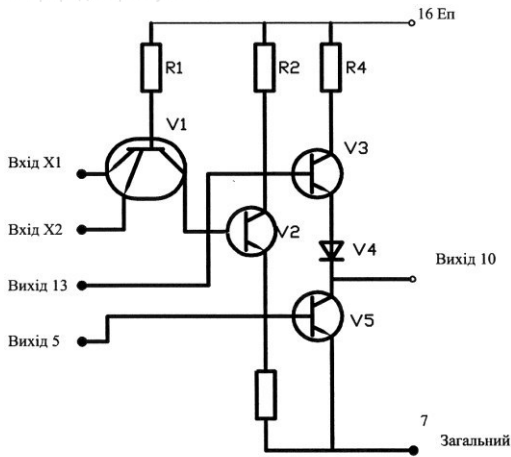


Рис. 1.90. Таблиця переліку елементів

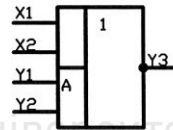
У таблиці переліку елементів вказують такі дані:

- 1) у графу “Поз. позн.” – позиційне позначення елемента;
- 2) у графі “Найменування” – назву елемента, його номінальні параметри і номер стандарту або ТУ;
- 3) у графі “Кільк.” – кількість елементів;
- 4) у графі “Примітка” – у разі необхідності вказують додаткові дані елемента.

Елементи записують у перелік групами в алфавітному порядку літерно-цифрових позначок. У межах кожної групи з однаковими літерним кодом елементи вказують за зростанням їх порядкових номерів.



Вихід	Призначення кола
1	Вхід X1
2	Вхід X2
13	Вихід Y1
5	Вихід Y2
10	Вихід Y3
7	Загальний
16	Живлення E



Зона	Позначення	Найменування	Кількість	Примітка
		Резистори ... ТУ		
	R1	МЛТ - 0,5 - 4 кОм ±10%	1	
	R2	МЛТ - 0,5 - 18 кОм ±10%	1	
	R3	МЛТ - 0,5 - 1 кОм ±10%	1	
	R4	МЛТ - 0,5 - 150 кОм ±10%	1	
	V1	Транзистор двоємітторний	1	
	V2, V3	Транзистор кремнієвий	2	
	V4	Діод напівпровідниковий	1	
	V5	Транзистор кремнієвий	1	

Рис. 1.91. Схема електрична принципова

Згідно зі стандартом перелік елементів можна оформляти окремим документом. Тоді його оформляють на окремих аркушах формату А4 (ДСТУ ISO 5457:2006) з основним написом за формою 2 і 2а (ГОСТ 2.104-88). В основному написі після назви



виробу потрібно вказати назву документа – “Перелік елементів”, а після позначення виробу – шифр документа.

Можна залишати один чи декілька вільних рядків між окремими групами елементів.

На рис. 1.91 наведено приклад виконання схеми електричної принципової сумісно з переліком елементів.

Запитання й завдання для самоперевірки

1. Який кресленик називають робочим і які вимоги до нього?
2. Яка послідовність виконання та читання робочих креслеників?
3. На які групи поділяють деталі машин і механізмів?
4. Як виконують кресленики деталей із елементами зубчастих зачеплень?
5. Що вказують на робочих креслениках конічних, циліндричних коліс (шестерен), черв'яків і черв'ячних коліс, зубчастих рейок, зірочок і храпового колеса?
6. Як відбувається фіксація зубчастих деталей на валах?
7. З чого складається пасова передача?
8. Як виконують кресленики шківів?
9. Як поділяють за формою пружини?
10. Як зображають пружини на кресленні?
11. Як виконують кресленики пружин?
12. За якими типами поділяють оригінальні деталі?
13. Як вибирають головний вид оригінальної деталі?
14. Які вимоги висувають до ливарних деталей?
15. Як виконують кресленик ливарної деталі?
16. Як виконують кресленик деталі, яка має форму тіла обертання?
17. Як виконують кресленик деталі, безпосередньо обмеженої площинами?
18. Як виконують кресленик деталі, виготовленої штамповкою?
19. Що таке конструктивна, технологічна, вимірювальна бази?
20. Що таке стандартизовані елементи деталей?
21. Як на кресленнику зображають гнучкі вали?
22. Які кресленики називають схемами?



23. Які бувають схеми залежно від виду елементів і зв'язків між ними?
24. Які існують типи схем? Як вони позначаються?
25. Із чого складається шифр схеми, і як записують її назву в основний напис?
26. Яка послідовність читання схем?
27. Яке призначення принципівих схем; у чому полягають їх особливості?
28. Що містить позначення елементів на схемах?
29. Як утворюється літерно-цифрове позначення гідравлічних і пневматичних елементів?
30. В якій послідовності нумерують елементи і трубопроводи при цифровому позначенні елементів схем?
31. Які правила нумерування валів і елементів на кінематичних схемах?
32. З якого елемента кінематичної схеми розпочинають розглядати роботу пристрою?
33. Які основні умовності графічного позначення елементів на кінематичних схемах?
34. Як утворюється літерно-цифрове позначення елементів електричної схеми?
35. Які умовні графічні і літерні позначення елементів використовують на принципівих електричних схемах?
36. З якого елемента розпочинають читати принципіву електричну схему?
37. Як оформляють таблицю переліку елементів для різних типів схем?
38. Як вибирають і зображають умовні графічні позначення елементів на схемах?



РОЗДІЛ 2. КОМП'ЮТЕРНА ГРАФІКА У СИСТЕМІ AUTOCAD 2010

2.1. Системні вимоги для роботи з AutoCAD 2010

Для 32-біткової версії AutoCAD 2010:

- Операційна система Microsoft Windows XP Professional або Home edition (SP2 або новіша).
- Процесор Intel Pentium 4 або AMD Athlon Dual Core з тактовою частотою 1,6 ГГц або вище з підтримкою технології SSE2.
- 2 Гб оперативної пам'яті.
- 1 Гб на жорсткому диску для установки.
- Монітор з дозволом 1024x768 в режимі True Color (32 біт).
- Браузер Microsoft Internet Explorer 7.0 (або новіший).

Або:

- Операційна система Microsoft Windows Vista (SP1 або новіша), включаючи версії Enterprise, Business, Ultimate, або Home Premium.
- Процесор Intel Pentium 4 або AMD Athlon Dual Core з тактовою частотою 3 ГГц або вищою з підтримкою технології SSE2.
- 2 Гб оперативної пам'яті.
- 1 Гб на жорсткому диску для установки.
- Монітор з дозволом 1024x768 в режимі True Color (32 біт).
- Браузер Microsoft Internet Explorer 7.0 (або новіший).

Для 64-біткової версії AutoCAD 2010:

- Операційна система WindowsXP Professional x64 Edition (SP2 або новіша) або Windows Vista (SP1 або новіша), включаючи версії Enterprise, Business, Ultimate, або Home Premium.
- Процесор AMD Athlon 64 з технологією SSE2, або AMD Opteron з SSE2, або Intel Xeon з підтримкою Intel EM64T і SSE2, або Intel Pentium 4 з Intel EM64T і SSE2.
- 2 Гб оперативної пам'яті.
- 1,5 Гб на жорсткому диску для установки.
- Монітор з дозволом 1024x768 в режимі True Color (32 біт).
- Браузер Microsoft Internet Explorer 7.0 (або новіший).

64-біткову версію AutoCAD не можна встановити в 32-бітвій операційній системі Windows.



Додаткові вимоги для 3D моделювання (всі конфігурації):

- Процесор Intel Pentium 4 або AMD Athlon з тактовою частотою 3 ГГц або вищою; Intel або AMD Dual Core з тактовою частотою 2 ГГц або вищою;
- 2 Гб оперативної пам'яті;
- 2 Гб на жорсткому диску для установки;
- Монітор з дозволом 1280x1024 в режимі True Color (32 біт) і пам'яттю не менше 128 Мб; необхідна підтримка Direct3D.

2.2. Основні елементи класичного інтерфейса AutoCAD 2010 і його налаштування

Під час першого запуску AutoCAD 2010 по замовчуванню використовують робочий простір *2D малювання і анотації* (2D Drafting & Annotation), який фахівці називають також *графічним інтерфейсом для користувача* (GUI – graphical user interface). В AutoCAD 2010, як і в AutoCAD 2008/2009, є три стандартні робочі простори: *2D малювання і анотації* (2D Drafting & Annotation), *3D моделювання* (3D Modeling) і *Класичний AutoCAD* (AutoCAD Classic).

Оскільки ми працюватимемо з класичними засобами AutoCAD, тому слід клікнути на вкладці рядка стану *Перемикання робочих просторів* (Workspace Switching), як показано на рис. 2.1, і вибрати з меню, що відкрилося, робочий простір *Класичний AutoCAD* (AutoCAD Classic), після чого вікно AutoCAD матиме вигляд, показаний на рис. 2.2. В додатку наведено пояснення до графічного вікна AutoCAD.

Основні елементи вікна AutoCAD 2010 з класичним інтерфейсом (*рядок заголовка, система меню і панелі інструментів*) повністю аналогічні відповідним елементам будь-якого сучасного додатку для Windows. Так, в рядку заголовка відображаються назви активного додатку AutoCAD 2010 і поточного файлу креслення *Чертеж1.dwg* (Drawing1.dwg). Система меню також повинна бути знайома будь-якому користувачу Windows. Зокрема, декілька меню (*Файл* (File), *Правка* (Edit), *Вид* (View), *Вікно* (Window) і *Довідка* (Help)) присутні практично у всіх системах меню Windows, хоча вказані меню в AutoCAD містять ряд додаткових команд (рис. 2.3-2.7).



Крім того, в систему меню AutoCAD 2010 входять меню, специфічні тільки для AutoCAD (*Вставка (Insert)*, *Формат (Format)*, *Сервіс (Tools)*, *Малювання (Draw)*, *Розміри (Dimension)*, *Редагувати (Modify)*, *Параметричні (Parametric)* і *Express*). Наповнення цих вкладок показано на рис. 2.8-2.14.

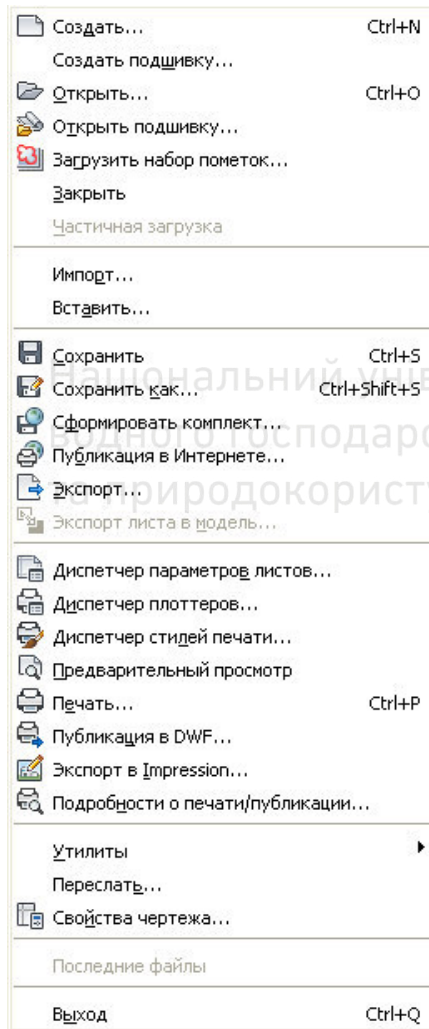


Рис. 2.3. Меню *Файл (File)*

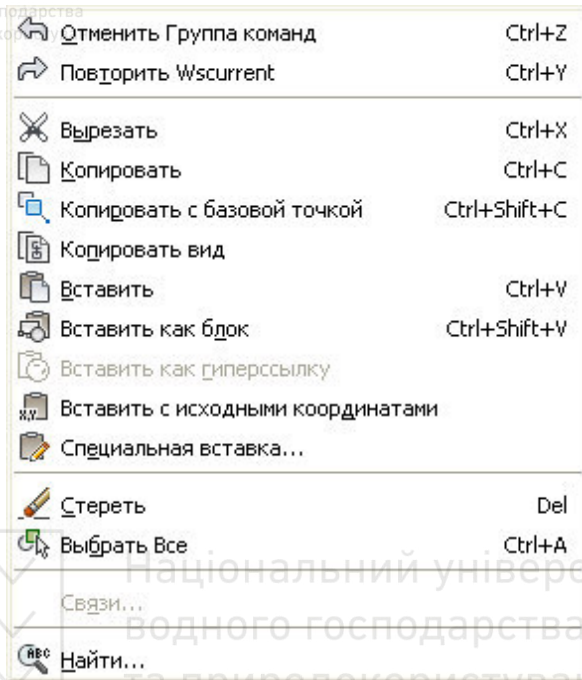


Рис. 2.4. Меню *Правка* (Edit)

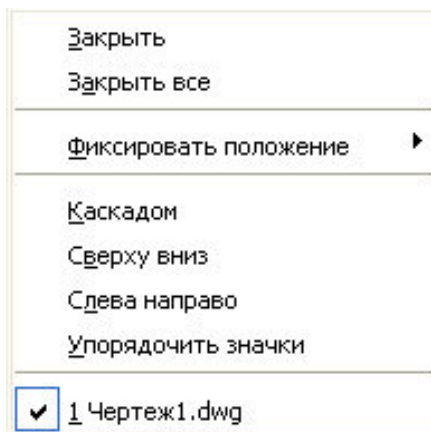


Рис. 2.5. Меню *Вікно* (Window)

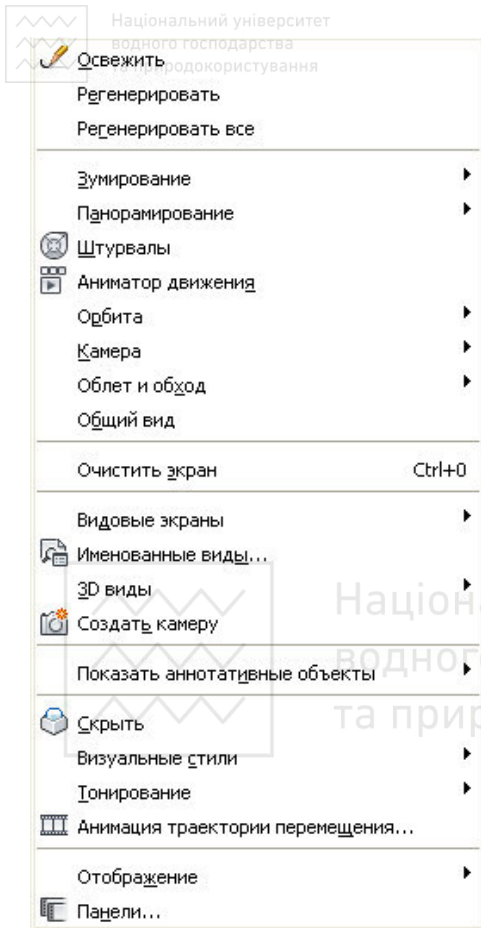


Рис. 2.6. Меню Вид (View)



Рис. 2.7. Меню Довідка (Help)

Під системою меню в класичному робочому просторі розташовані панелі інструментів *Стандартна* (Standard), *Стили* (Styles), *Робочі простори* (Workspaces), *Шари* (Layers), *Властивості* (Properties).

Біля лівої і правої меж екрану AutoCAD відображають ще три панелі інструментів: ліворуч – *Малювання* (Draw), а праворуч *Редагувати* (Modify) і *Порядок промальовування* (Draw Order). Це звичайні панелі інструментів, які за умовчанням розташовуються не по горизонталі, а по вертикалі. Об'єкт, який знаходиться в



незайнятій області вікна AutoCAD, містить ще одну панель інструментів *Згладжування мережі* (Smooth Mesh). Ця панель інструментів відображається в режимі плаваючої панелі.

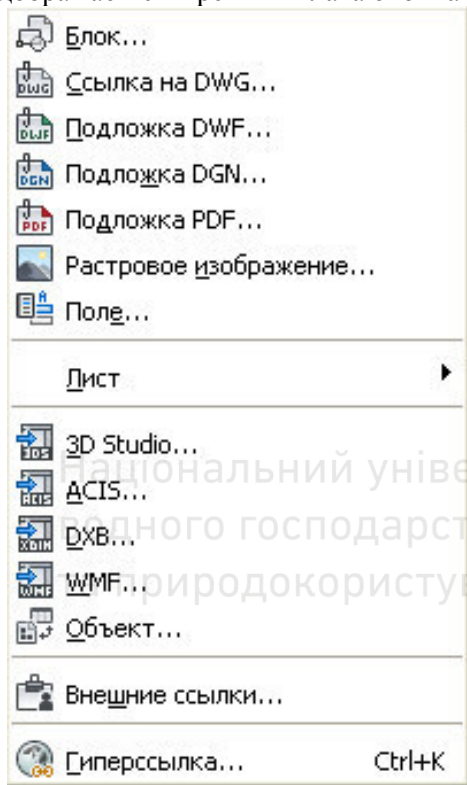


Рис. 2.8. Меню *Вставка* (Insert)

Другий об'єкт, який знаходиться в незайнятій області вікна AutoCAD, – це *палітра* (palette) *Палітри інструментів* (Tool Palettes). Її можна закрити, клікнувши на кнопці *Закрити* (Close), подібній аналогічній кнопці звичайного вікна Windows.

В AutoCAD 2010, як і в AutoCAD 2009, використовують *оглядач меню* (menu browser), подібний кнопці *Пуск* Windows. Оглядач меню представлений великою кнопкою в лівому верхньому кутку вікна AutoCAD 2010 з логотипом програми. Клікнувши на цій кнопці, можна отримати доступ до команд



Национальний університет
водного господарства
та природокористування

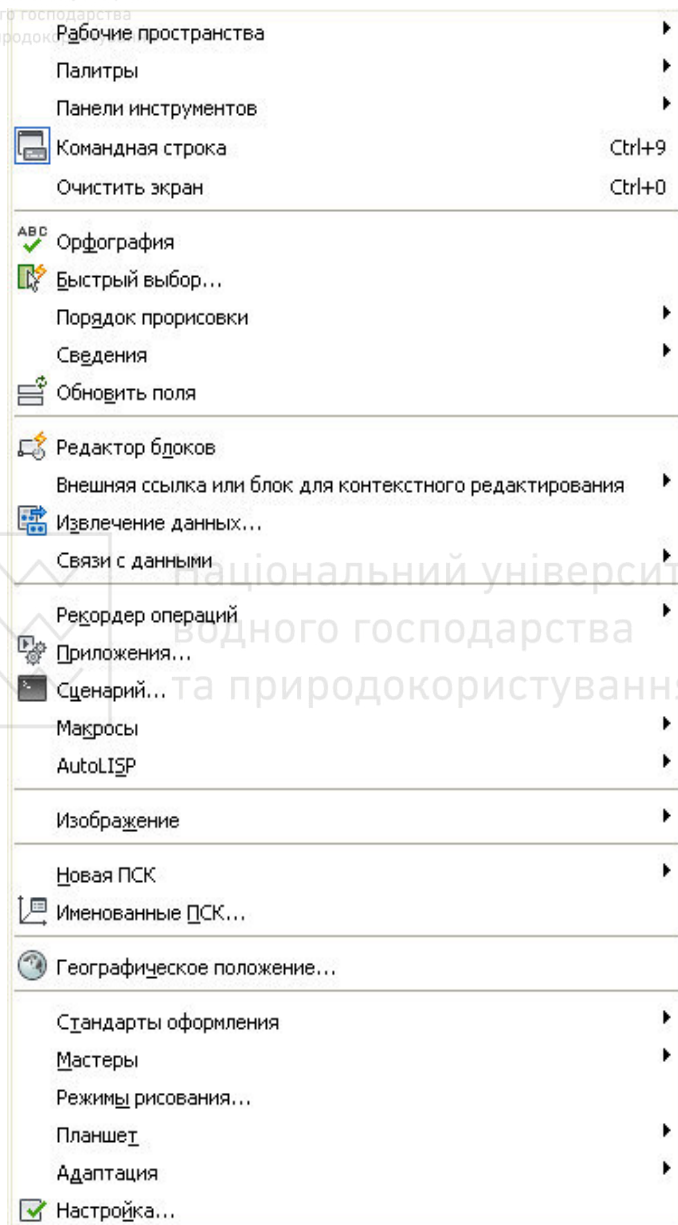


Рис. 2.9. Меню *Service* (Tools)

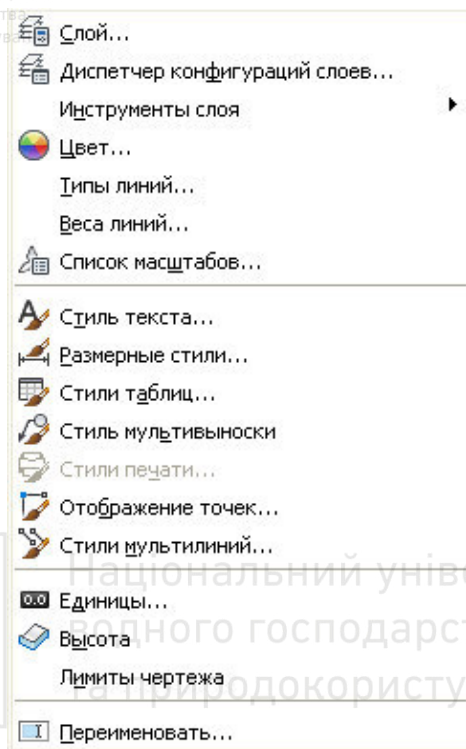


Рис. 2.10. Меню *Формат* (Format)

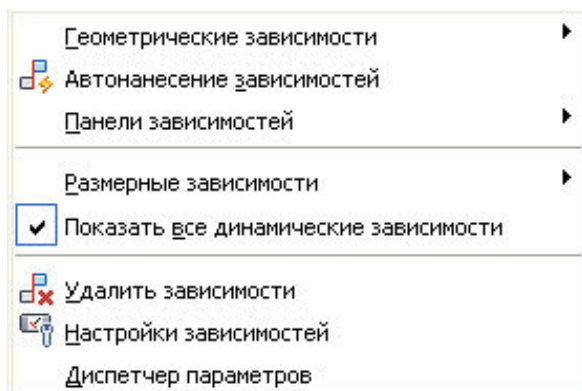


Рис. 2.11. Меню *Параметричні* (Parametric)

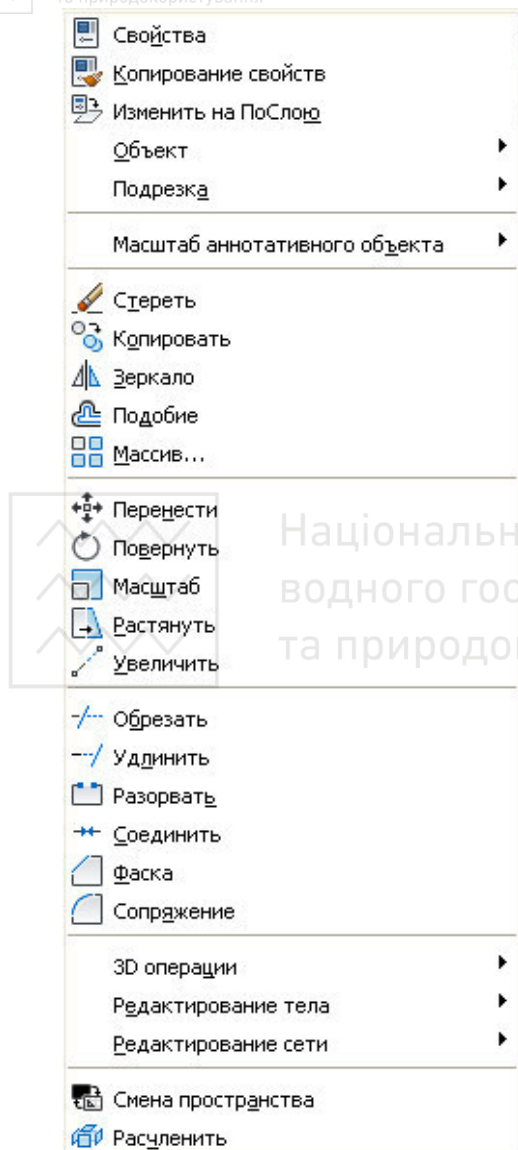


Рис. 2.12. Меню *Редагувати*
(Modify)

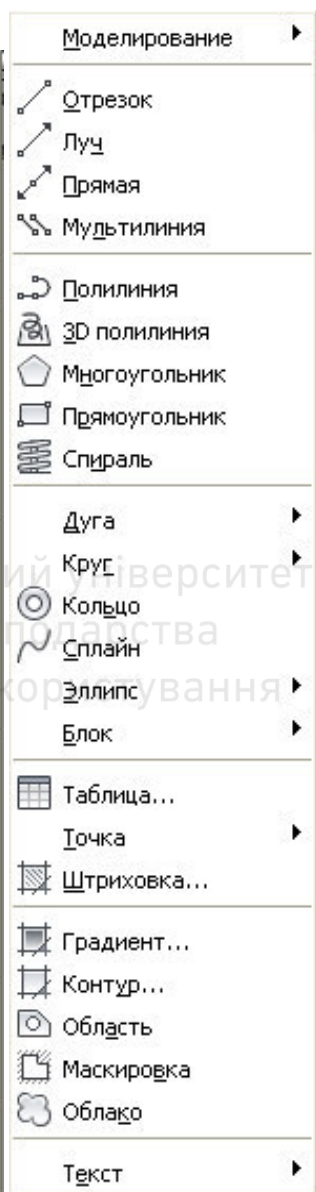


Рис. 2.13. Меню *Малювання*
(Draw)

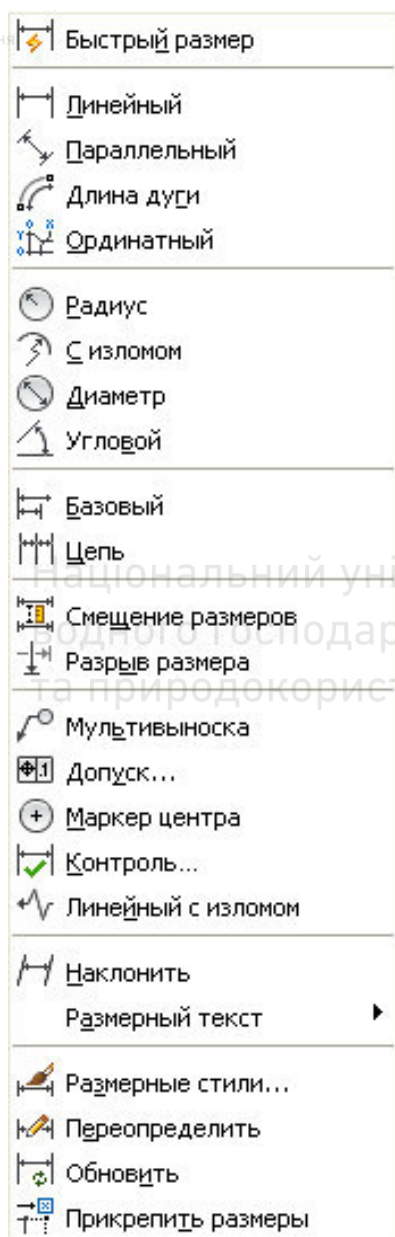


Рис. 2.14. Меню *Розміри* (Dimension)



меню, до списків креслеників і операцій, що виконувалися, що недавно відкривалися, до списку відкритих креслеників, а також до кнопки відкриття діалогового вікна *Параметри* (Options) і команди *Вихід* з AutoCAD (Exit AutoCAD).

Згадувана вище біла порожня область, що знаходиться посеред екрану, в AutoCAD має спеціальну назву – *область креслення* (drawing area). Показчик миші, потрапляючи в цю область при переміщенні по екрану, приймає форму *показчика перехрестя* (crosshair cursor). При використанні деяких команд AutoCAD показчик може приймати і інші форми, в залежності від призначення команди і етапу її виконання.

Крім того, у вікні AutoCAD 2010, як і в будь-якому іншому вікні додатку Windows, можуть відображатися смуги прокрутки. В загальному випадку використовувати смуги прокрутки в AutoCAD не рекомендується, оскільки вони не тільки менш зручні, ніж інструменти масштабування і панорамування AutoCAD але ще і займають місце в області креслення. Тому можна відключити відображення смуг прокрутки, а також змінити колір області креслення. Ці і інші операції настройки інтерфейсу AutoCAD виконуються з допомогою діалогового вікна *Налагодження* (Options).

В нижньому лівому куті вікна області креслення відображається піктограма з двома стрілками. Ця піктограма називається ПСК (призначена для користувача система координат) і використовується для позначення напрямів осей координат.

Під піктограмою ПСК знаходяться ярлики аркушів моделі *Модель* (Model) і аркушів компоновок *Аркуш1* (Layout1) і *Аркуш2*

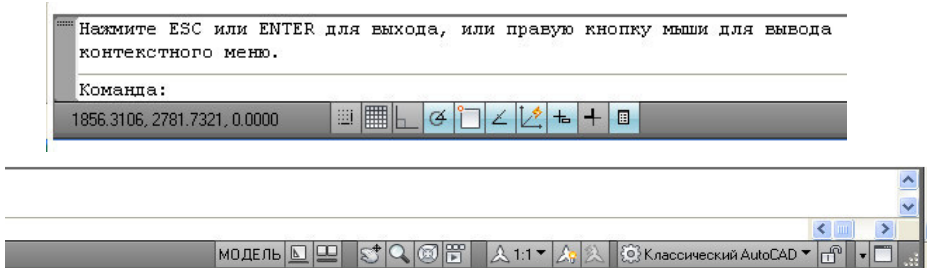


Рис. 2.15. Командне вікно (показано в режимі значків) і рядок стану AutoCAD 2010



(Layout2). Ці ярлики використовують для швидкого перемикання між режимами роботи в *просторі моделі* (model space) і в *просторі аркуша* (paper space).

Третій за порядком (але не за важливістю) елемент вікна AutoCAD 2010, – це командне вікно (рис. 2.15).

Командне вікно (command window) – це, без перебільшення, «серце» AutoCAD. В цьому вікні користувач може вводити *команди*, а також задавати їх *параметри*. Крім того, в командному вікні виводиться інформація про операції, які виконуються в AutoCAD. Значущість командного вікна дуже висока, оскільки всі команди меню і кнопки панелей інструментів є, по суті, лише «надбудовою» над командами AutoCAD, які спочатку призначалися для введення в командному вікні. Крім того, існують деякі команди, які можна ввести тільки в командному вікні.

Під командним вікном розташований *рядок стану* (status bar). У відмінність від інших додатків, в яких рядок стану використовується від випадку до випадку, в AutoCAD цей елемент інтерфейсу застосовується дуже активно. По-перше, в рядку стану відображаються поточні *координати* покажчика-перехрестя. По-друге, за допомогою кнопок-індикаторів, що знаходяться на ній можна швидко включати і відключати відповідні режими роботи AutoCAD.

В AutoCAD 2010 кнопки-індикатори (*КРОК* (SNAP), *СІТКА* (GRID), *ОРТО* (ORTHO), *ПРИВ'ЯЗКА* (OSNAP), *ОТС-ПОЛЯР* (POLAR), *ОТС-ОБ'ЄКТ* (OTRACK), *ВАГА* (LWT), *МОДЕЛЬ* (MODEL)) можуть відображатися в режимі значків (встановлений за умовчанням) і в текстовому режимі.

Кнопка *Очистити екран* (Clear Screen), яка знаходиться в правому кутку рядку стану вікна AutoCAD. Клікнувши на цій кнопці, перейдемо в повно екранний режим роботи AutoCAD. Це дозволяє забезпечити максимальне використання екрану дисплея, що буває достатньо зручним при роботі з складними креслениками. Повторне натискання на кнопці *Очистити екран* (Clear Screen) приводить до повернення в початковий режим відображення вікна AutoCAD.

По Замовчуванню у вікні AutoCAD відображають декілька *панелей інструментів* (toolbar). Проте це тільки вершина айсберга – всього в AutoCAD 2010 є 44 панелі інструментів, на багатьох з



яких налічують не один десяток кнопок. Для того, щоб побачити список всіх панелей інструментів, достатньо клікнути на будь-якій панелі інструментів правою кнопкою миші. На екрані з'явиться контекстне меню, що є повним списком панелей інструментів AutoCAD (рис. 2.16).

Ті панелі інструментів, які на момент відкриття списку відображаються у вікні AutoCAD, відмічені в списку «галочкою». Якщо клікнути на поміченому елементі списку, контекстне меню закриється, а відповідна панель інструментів перестане відображатися у вікні AutoCAD. Для включення відображення панелі — потрібно знову відкрити це контекстне меню, клікнувши правою кнопкою миші на будь-якій з панелей інструментів, що залишилися, і вибрати з списку панель, поряд з назвою якої немає «галочки».

Крім того, будь-яка панель інструментів AutoCAD може бути як *пристикованою* (docked toolbar), так і *плаваючою* (floating toolbar). Пристикованими називаються панелі інструментів, які прикріплені до однієї з меж вікна документа AutoCAD, тобто панелі інструментів в їх традиційному значенні, як, наприклад, всі панелі, показані на рис. 2.16, окрім панелі *Згладжування сітми* (Smooth Mesh). Остання, як вже наголошувалося вище, є плаваючою панеллю інструментів. Плаваючі панелі інструментів є невеликими вікнами, які

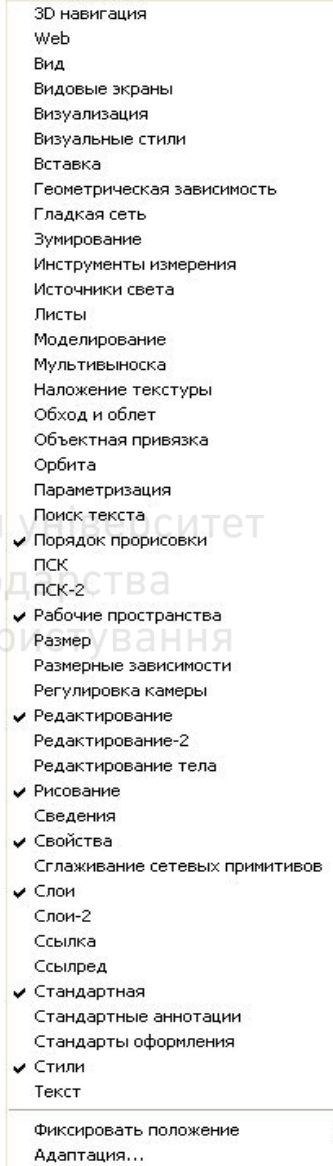


Рис. 2.16. Список панелей інструментів AutoCAD 2010



водного господарства та природокористування
можна вільно переміщати по екрану. Будь-яка плаваюча панель, поміщена поряд з межею вікна, автоматично стає пристикованою і навпаки – будь-яку пристиковану панель можна зробити плаваючою.

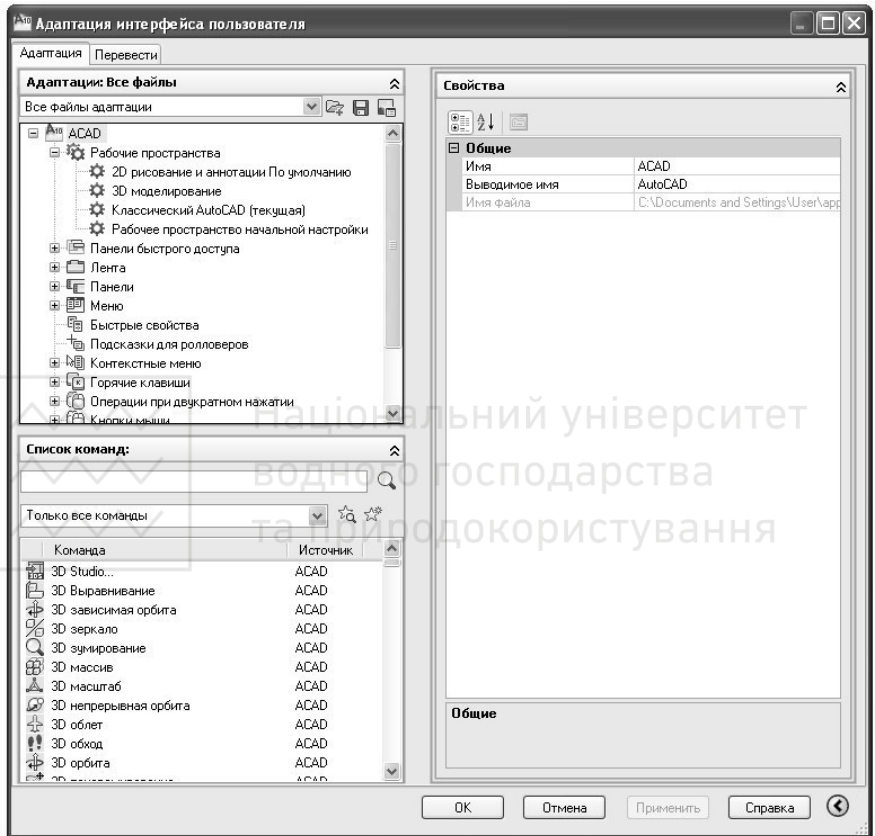


Рис. 2.17. Диалоговое окно *Настройка интерфейса пользователя* (Customize User Interface)

Користувач AutoCAD може набудувати конфігурацію будь-якої панелі інструментів на свій розсуд – додати або видалити кнопки, створити нову панель і навіть створити нові інструменти, відсутні в AutoCAD. Ці операції виконують за допомогою діалогового вікна *Настройка интерфейса пользователя* (Customize User



Interface) (рис. 2.17), відкрити яку можна за допомогою команди *Сервіс - Адаптація - Інтерфейс* (Tools - Customize - Interface).

2.3. СИСТЕМА КООРДИНАТ

Система координат – фіксована система, яка включає точку – початок координат та зв’язану з нею вісь для визначення положення об’єкту в просторі. Точка перетину горизонтальної осі (вісь X) з вертикальною віссю (вісь Y) називається початком координат.

Координата X приймає додатні значення вправо, і від’ємне значення вліво від початку координат. Координата Y приймає додатні значення вгору, і від’ємне значення вниз від початку координат. Такий спосіб за дання положення точки на площині називається декартовою системою координат (рис. 2.18). За умовчанням початок координат розміщений в нижньому лівому кутку графічної зони екрану.

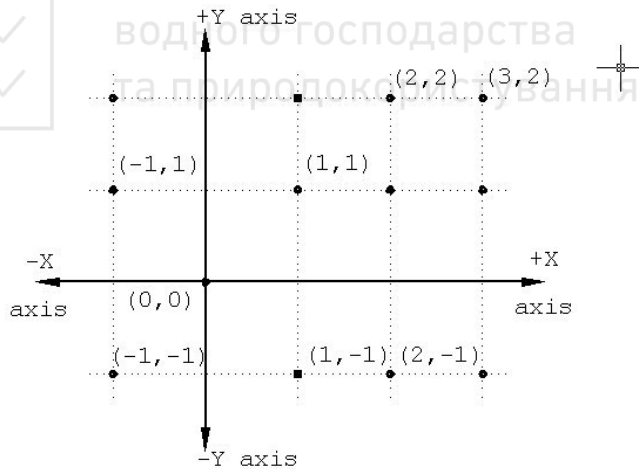


Рис. 2.18. Декартова система координат

В AutoCAD увід систем координат можливий у вигляді: абсолютних, відносних, полярних координат та безпосереднім введенням розмірів.



Система абсолютних координат

В абсолютній (світовій) системі координат точки розміщуються відносно початку координат $(0,0)$, рис. 2.19. Значення координат X і Y при введенні розділяється комою.

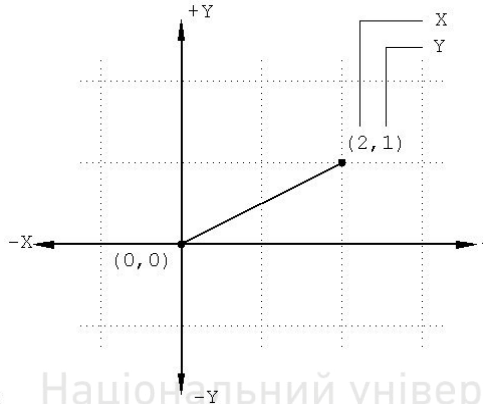


Рис. 2.19. Система абсолютних координат

Система відносних координат

В системі відносних координат зміщення вздовж вісі X і Y (DX і DY) відкладається від останньої побудованої точки. Перед введенням відносних координат задається символ $@$. Наприклад: $@ 4, 0$ (рис. 2.20).

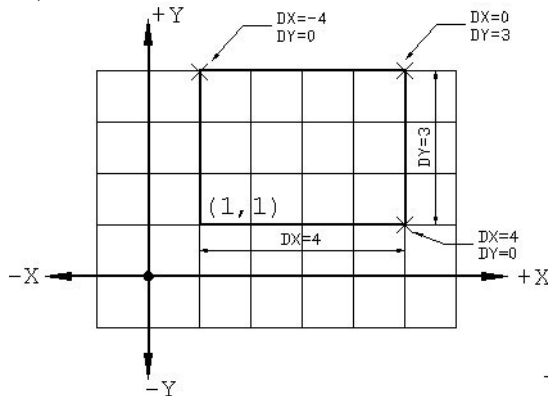


Рис. 2.20. Система відносних координат



Якщо зміщення в напрямках двох осей додатні, то наступна точка буде розміщена правіше і вище відносно попередньої. Якщо два зміщення від'ємні, то наступна точка буде знаходитися лівіше і нижче.

Система полярних координат

Для введення нової точки в полярних координатах задається відстань від поточної точки та кут, утворений відрізком, який з'єднує точки між собою, і додатнім напрямком осі X . Для полярних координат $r < A$; де r – радіус, A – кут від попередньої точки, який задається в градусах проти годинникової стрілки (рис. 2.21).

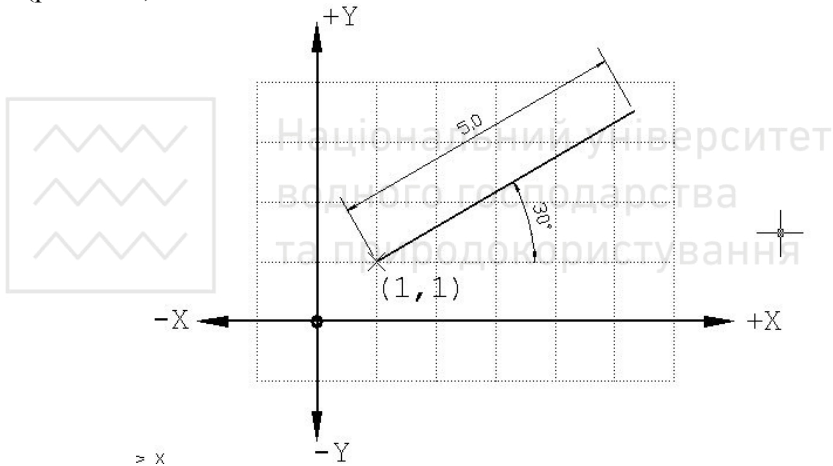


Рис. 2.21. Система полярних координат

Система циліндричних координат

Задання циліндричних координат аналогічно заданню полярних координат на площині, тільки додатково потрібно ввести значення, яке визначає координату z за віссю Z , яка перпендикулярна до площини XY . Циліндричні координати визначають відстань від початку системи координат (або від попередньої точки – при відносних координатах) до точки на площині XY , кут відносно осі X і відстань від точки до площини XY . Кут задається в градусах.



На рис. 2.22 дано точку з координатами $7 < 30, 5$. Точка знаходиться на віддалі 7 одиниць від початку системи координат в площині **XY**, під кутом 30° до вісі **X** на площині **XY** та має координату **Z**, рівну 5 одиницям. Відносні циліндричні координати будуються так само, як і абсолютні, просто уявний початок координат переноситься в останню введену точку. Дана система координат використовується для введення точок тривимірного простору для побудови спіральних об'єктів.

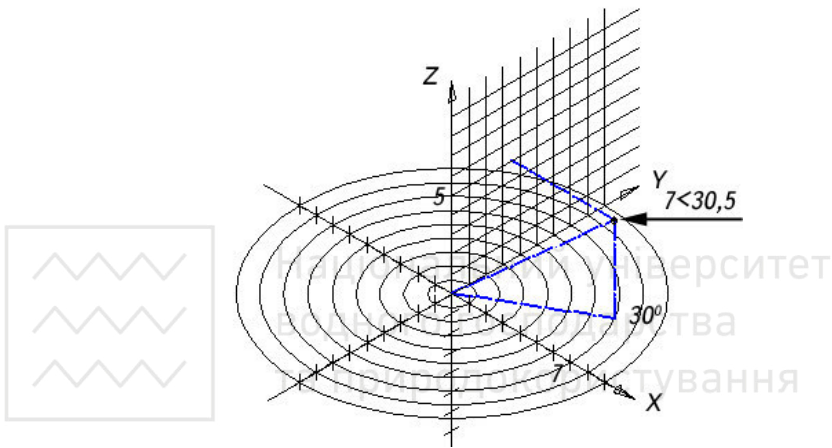


Рис. 2.22. Задання циліндричних координат

Система сферичних координат

Введення сферичних координат в тривимірному просторі відбувається аналогічно введенню полярних координат на площині. Положення точки визначається її віддаллю від початку координат пошукової системи UCS, кутом до осі **X** в площині **XY** і кутом до площини **XY**. Всі координати відділяються символом \langle . Кут задається в градусах. На рис. 2.23 дано точку з координатами $7 < 30 < 45$. Точка знаходиться на віддалі 7 одиниць від початку системи координат UCS, під кутом 30° до осі **X** в площині **XY** і під кутом 45° до площини **XY**. Дана система координат використовується для одержання точок на сферичній поверхні або, наприклад, для побудови трубопроводів, коли критичною є довжина об'єкта (який будується), а не його орієнтація.

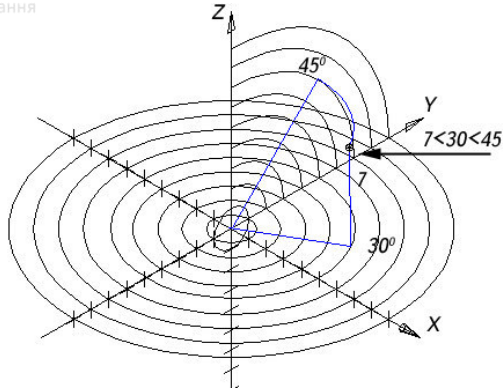


Рис. 2.23. Задання сферичних координат

Задання кутів

Значення кутів в системі вводяться з десятковими долями градуса; додатнім вважають напрям проти годинникової стрілки. Ілюстрація показує, як AutoCAD вимірює кути (рис. 2.24).

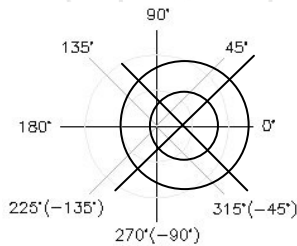


Рис. 2.24. Система вимірювання кутів

Безпосередній ввід розмірів

При побудові відрізків можна задавати їх довжину і напрямок безпосереднім вказанням миші (рис. 2.25). Напрямок відрізка визначають положенням курсора, а його довжину можна ввести з клавіатури. Якщо системна змінна Ortho має значення ON, то відрізки будують паралельно координатним осям. Задати



фіксований кут нахилу відрізка відносно вісі X можна за допомогою системної змінної SNAPANG (при вимкненому режимі ортогонального переміщення курсора) або в режимі полярного відображення.

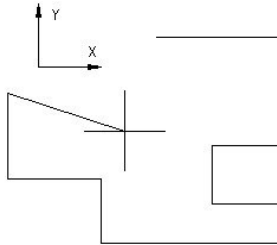


Рис. 2.25. Безпосередній ввід розмірів при побудові відрізків

Слід пам'ятати, що AutoCAD запам'ятовує координати останньої введеної точки. При роботі в тривимірному просторі додаються координату **Z**. Після завантаження системи в нижньому лівому куті з'являється піктограма системи координат (світової або користувача). Програма дозволяє робити перехід з однієї системи координат в іншу та повертати її під будь-яким кутом зору. МСК і ПСК з'єднані між собою променем. В рядку стану виведені текучі координати (у нижній частині екрану). Вони змінюються по мірі переміщення миши.

Система використовує три формати відображення координат: динамічне та статичне абсолютне; динамічне полярне. Динамічне – показує положення курсора; статичне – змінюється тільки в момент за дання точки побудови; динамічне полярне – полярні координати показують положення курсора. Переключення режимів відображення значень координат відбувається за допомогою **Control-D**. В AutoCAD є можливість встановити полярні (POLAR) і ортогональні (ORTHO) режими. Одночасно вони працювати не можуть.

2.4. ПОБУДОВА НАЙПРОСТІШИХ ГЕОМЕТРИЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

Комплексне креслення будь-якого геометричного об'єкта можна побудувати на основі обмеженого набору геометричних примітивів, які створюються в будь-якому графічному інтерактивному пакеті. До



основних двовимірних геометричних примітивів належать: точка, відрізок прямої, дуга кола, коло, еліпс, багатокутник, сплайни та ін. Кожний примітив задається однозначно певним набором параметрів. Наприклад, щоб задати точку на площині, потрібно знати дві її координати; щоб задати коло – координати його центра та радіус і т. п. Параметри визначають форму примітива та його положення відносно вибраної системи координат. Крім параметрів, для кожного примітива існують певні атрибути, до яких, зокрема, належать: тип; колір; товщина лінії, якими він візуалізується на екрані дисплея; номер прошарку, в якому він створюється. Отже, атрибути визначають візуальні властивості примітива. Якщо користувач не задає атрибути, то графічна система візуалізує примітив суцільною білою лінією стандартної товщини в нульовому прошарку. Стандартна товщина може використовуватися для візуалізації тонких ліній (суцільної, хвилястої, штрих-пунктирної, штрихової). Товщина основної суцільної, потовщеної штрихпунктирної, потовщеної розімкнутої лінії задається коефіцієнтом "потовщення" стандартної лінії.

Для оптимального використання можливостей графічного редактора під час роботи в інтерактивному режимі треба чітко знати розміщення відповідних команд в його "меню". При створенні геометричних примітивів та виконанні інших операцій користувачеві графічного редактора типу AutoCAD допомагають спеціально розроблені путівники, які показують розміщення команд у "меню".

2.5. АЛГОРИТМИ ПОБУДОВИ КРЕСЛЕНИКІВ МАШИНОБУДІВНИХ ДЕТАЛЕЙ

Автоматизована побудова креслеників принципово відрізняється від виготовлення робочих креслеників "вручну". Вона передбачає створення графічних зображень, починаючи з ескізів і закінчуючи перспективним зображенням тривимірної геометрії деталі. Можна говорити про різноманітні можливості створення графічних зображень залежно від обробки дво- чи тривимірної геометрії за принципом варіювання чи генерування. Розглянемо обробку двовимірної геометрії за принципом генерування.

Принцип генерування реалізується на основі геометричних примітивів, які визначаються й обробляються в конкретній



графічній системі. Для двовимірної системи, як уже зазначалося, це точки, відрізки, кола, дуги кола та інших кривих другого порядку. Для побудови різних проєкцій деталі її геометрія має бути розкладена на геометричні примітиви, які може обробляти конкретна графічна система. Геометричні примітиви створюються користувачем на екрані дисплея і послідовно відносяться до контурних ліній. Для спрощення опису геометрії можна застосовувати такі функції, як зсув, поворот, симетрія. При побудові геометричних елементів можна використовувати побудови дотичної до поверхні; перпендикуляра до площини, паралельної прямої.

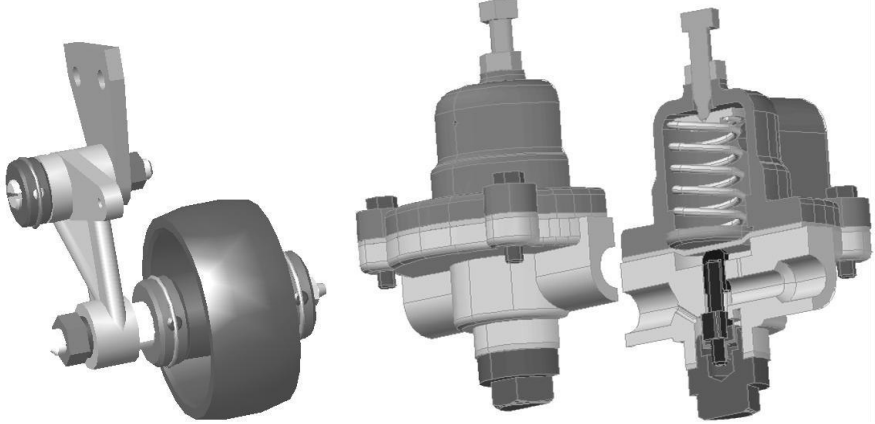
Виконуючи кресленики, крім контурних, осьових та інших ліній, використовують такі графічні функції, як штриховка та нанесення розмірів. Штрихуються тільки області й поверхні всередині замкненої контурної лінії. Після визначення області вона штрихується автоматично із заданою користувачем відстанню між лініями штриховки та кутом їх нахилу у відповідності зі стандартом (ДСТУ ISO).

Розміри на окремих зображеннях користувач наносить графічно в режимі діалогу. На основі "меню" вибирають потрібний тип нанесення розміру (горизонтальний, вертикальний, діаметральний тощо). Потім користувач зазначає геометричний елемент, на якому мають бути нанесені розміри та місце розміщення розмірного числа. Розмірні, виносні лінії із стрілками та розмірним числом виставляються системою автоматично. Розмірне число може бути визначене двома способами: автоматично і введенням числового значення з клавіатури. Графічні системи реалізують функції проставлення шорсткості, допусків, нанесення текстових написів.

Використання тривимірних систем комп'ютерної графіки передбачає вищий рівень геометричного мислення, ніж при використанні двовимірних систем. Описувати деталь можна не тільки системою ребер і площин, а й об'ємно. При виконанні креслеників переважає метод тривимірного опису деталей, оскільки ЕОМ може побудувати які завгодно види деталей, до яких належать також звичайні ортогональні проєкції деталі. При цьому можна візуалізувати на екрані дисплея необхідні для зображення деталі проєкції, і в графічно-діалоговому режимі нанести на них розміри. На рис. 2.26 наведено зразок створення реалістичного



водного господарства та природокористування
зображення складаних одиниць та виконання розрізів системою AutoCAD.



а)

б)

Національний університет
водного господарства
та природокористування



в)

Рис. 2.26. Тривимірна модель складальної одиниці. Виконання розрізів на тривимірній моделі



2.5.1. Моделювання втулки

Вихідні дані: $D_1=90$ мм; $D_2=50$ мм; $L=150$ мм; $d_1=70$ мм; $d_2=30$ мм; $l_1=50$ мм; $l_2=40$ мм; $C=3 \times 45^\circ$ 2 фаски.

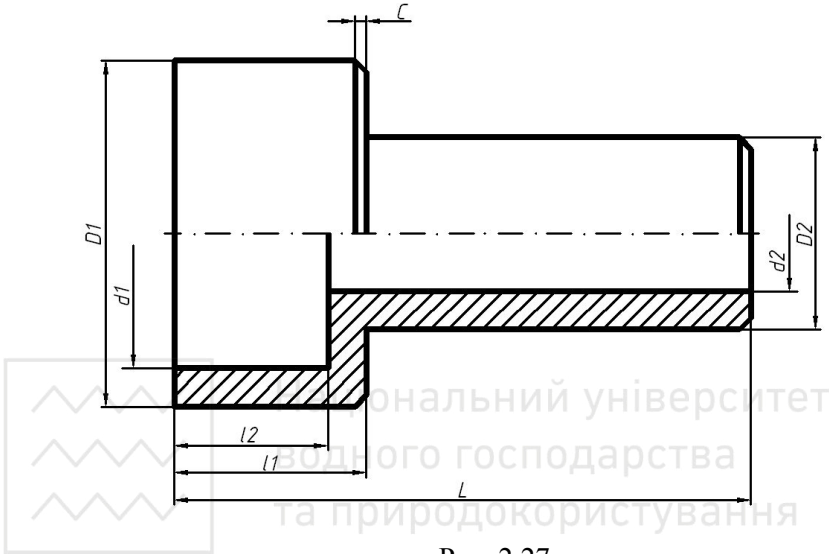


Рис. 2.27

Модель втулки (рис. 2.27) складається з двох зовнішніх та двох внутрішніх циліндричних поверхонь. На зовнішніх циліндричних поверхнях виконано фаски розміром $3 \times 45^\circ$.

Оскільки втулка є тілом обертання, а отже має вісь обертання, то побудову розпочнемо з проведення осьової лінії (рис. 2.28) і плоского контуру (рис. 2.29) командою LINE (відрізок). Координати точок для вісі: 1(0, 0), 2(150, 0); для плоского контуру: 1(0, 0), 2(0, 45), 3(50, 45), 4(50, 25), 5(150, 25), 6(150, 0).

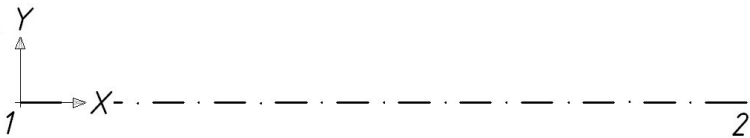


Рис. 2.28

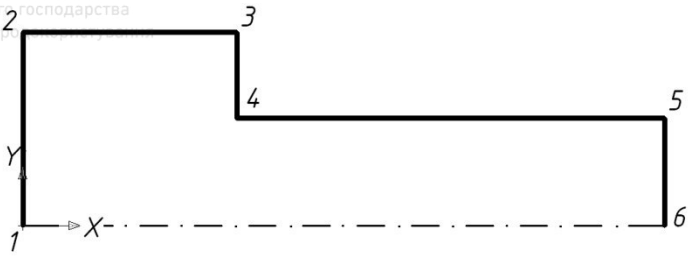


Рис. 2.29

Виконаємо фаску командою CHAMFER (фаска) параметром $3 \times 45^{\circ}$ (рис. 2.30) та відзеркалимо отримане зображення командою MIRROR (дзеркало) відносно осової лінії (рис. 2.31).

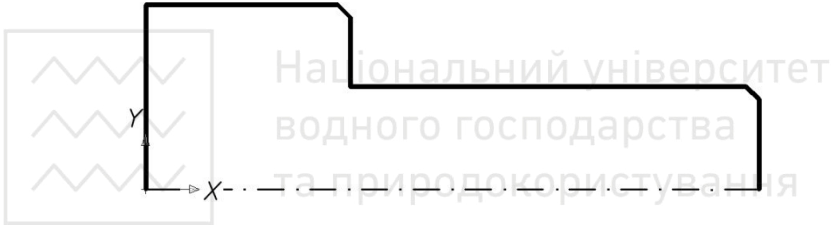


Рис. 2.30

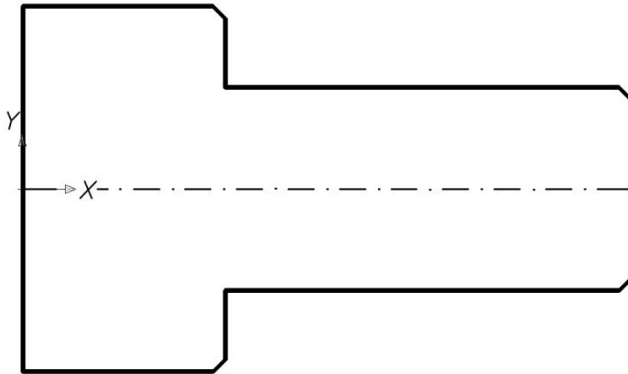


Рис. 2.31



Побудуємо плоский контур розрізу (рис. 2.32) командою LINE (відрізок). Координати точок для плоского контуру: 1(0, -35), 2(40, -35), 3(40, -15), 4(150, -15).

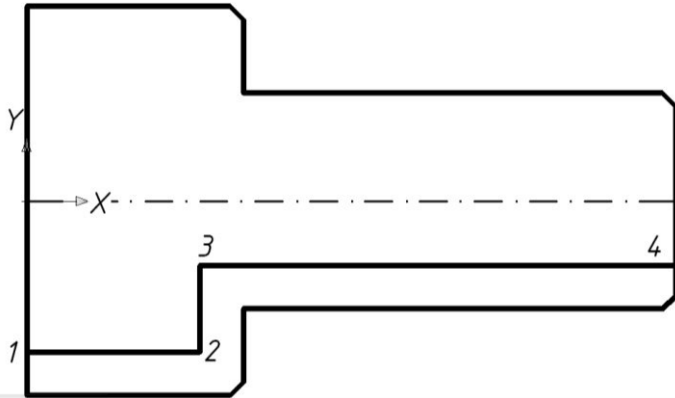


Рис. 2.32

Використовуючи команду LINE (відрізок) проведемо лінії, яких не вистачає (рис. 2.33).

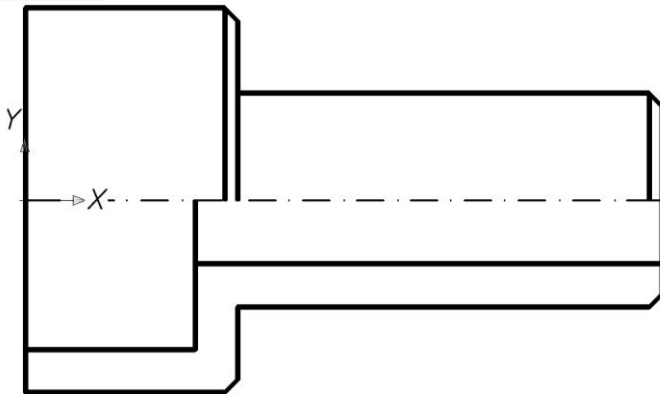


Рис. 2.33

Виконаємо штриховку командою HATCH (штриховка) за такими параметрами: тип штриховки – ANSI-31, кут повороту – 0, масштаб – 1 (рис. 2.34).

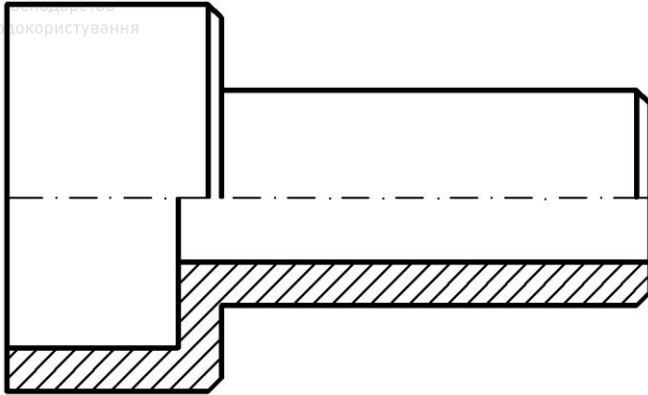


Рис. 2.34.

Видовжимо осьову лінію на 2-3 мм за межі ортогонального зображення. Використовуючи панель інструментів DIMENSION (розміри) поставимо необхідні розміри (рис. 2.35). Мінімальна відстань між паралельними розмірними лініями має становити 7 мм, а між розмірною і лінією контуру – 10 мм.

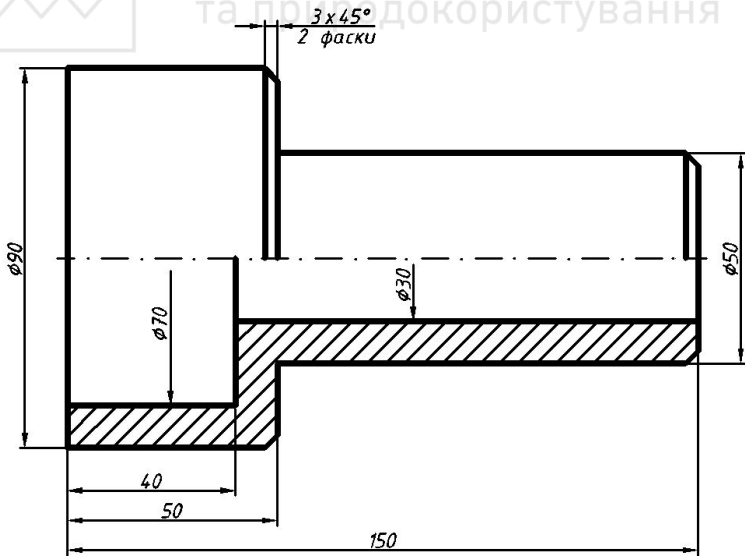


Рис. 2.35



2.5.2. Створення наочного зображення втулки

Тривимірну модель втулки створимо шляхом обертання плоского контуру навколо осі.

Будуємо вісь і плоский контур командою LINE (відрізок). Координати точок для вісі: 1(0, 0), 2(150, 0); для плоского контуру: 1(0, 35), 2(0, 45), 3(50, 45), 4(50, 25), 5(150, 25), 6(150, 15), 7(40, 15), 8(40, 35) (рис. 2.36).

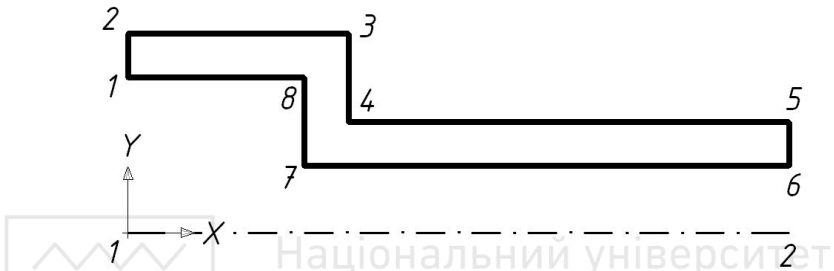


Рис. 2.36

Виконаємо фаску командою CHAMFER (фаска) параметром $3 \times 45^\circ$ (рис. 2.37).

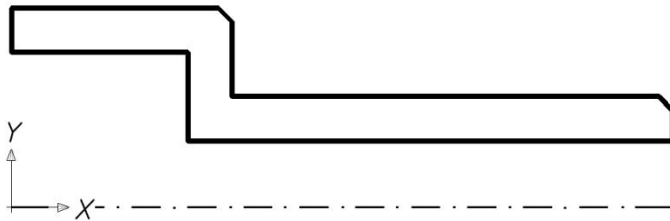


Рис. 2.37

Командою REGION (область) плоский контур перетворюємо в замкнений. За допомогою команди REVOLVE (обертати) створимо модель втулки шляхом обертання плоского контуру навколо осі на кут 270° (рис. 2.38).

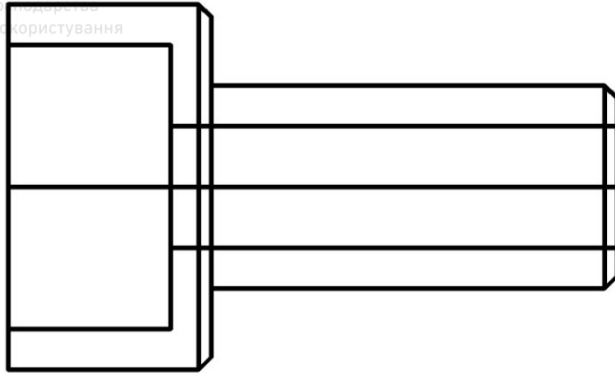


Рис. 2.38

Розмістимо модель маточина в положення «ПЗ ізометрія», використавши панель інструментів VIEWPOINT (вид). Візуалізуємо тривимірне зображення втулки за допомогою панелі інструментів SHADE (розфарбувати), вибравши візуальний стиль «Реалістичний» (рис. 2.39). Для відображення місць вирізу передньої чверті втулки скористаємось опцією «Зміна кольору окремих граней» панелі інструментів SOLIDS EDITING (редагування тіл).

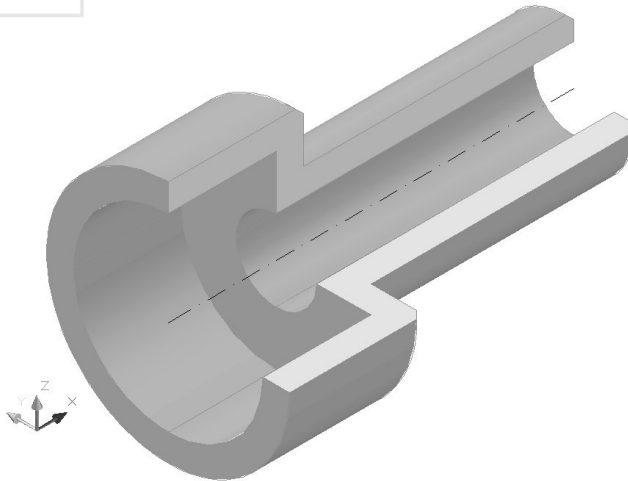


Рис. 2.39

Збережемо креслення моделі втулки.



2.5.3. Моделювання корпусної деталі

Вихідні дані: $A=164$ мм; $B=60$ мм; $B=60$ мм; $\Gamma=108$ мм; $D=16$ мм; $E=36$ мм; $\text{Ж}=42$ мм; $З=136$ мм; $I=36$ мм; $K=30$ мм; $L=8$ мм; $M=M16$; $O=8$ мм (4 отв.); $C=2 \times 45^0$ (5 фасок) (рис.2.40).

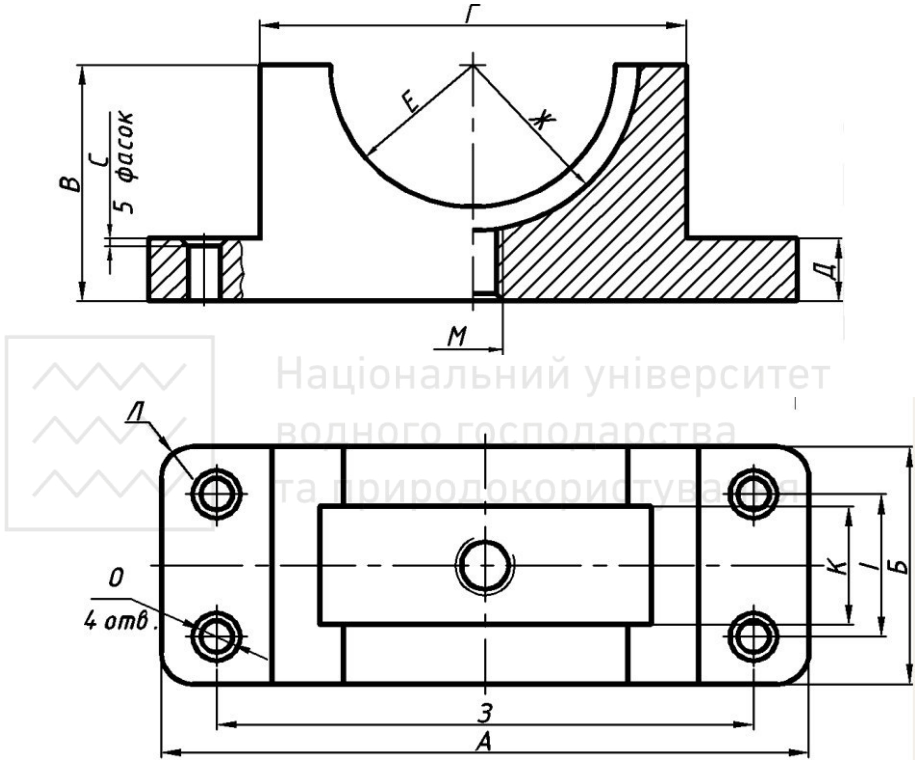


Рис. 2.40

Створення ортогональних проєкцій корпусної деталі

Виконуючи креслення деталі (рис. 2.40) скористаємося панелью інструментів LAYERS (шари). Перший крок: побудуємо в прошарку «Осьова» всі необхідні осі (рис. 2.41) і виконаємо додаткові побудови в іншому прошарку «Тонка суцільна», використовуючи при цьому команду LINE (відрізок) (рис. 2.42).



Вони допоможуть визначити контурні лінії і опорні точки майбутнього кресленника.



Національний університет
водного господарства
та природокористування

Рис. 2.41

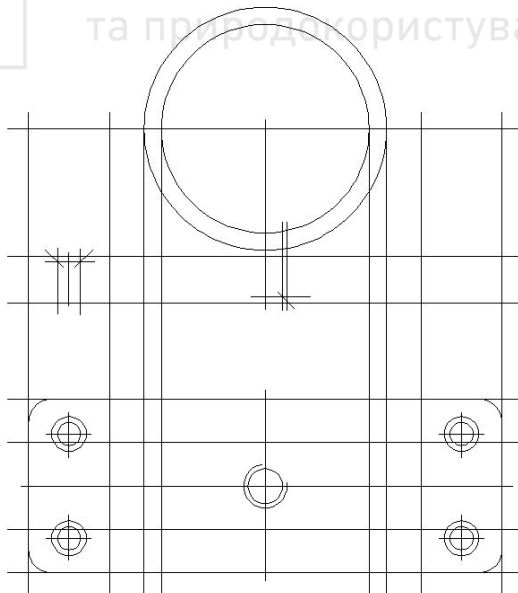


Рис. 2.42



Другий крок: в прошарку «Основна суцільна» ліній видимого контуру виконаємо «обводку» деталі командою PLINE (полілінія) (рис. 2.43). Після закінчення можна вимкнути прошарок додаткових побудов (рис. 2.44).

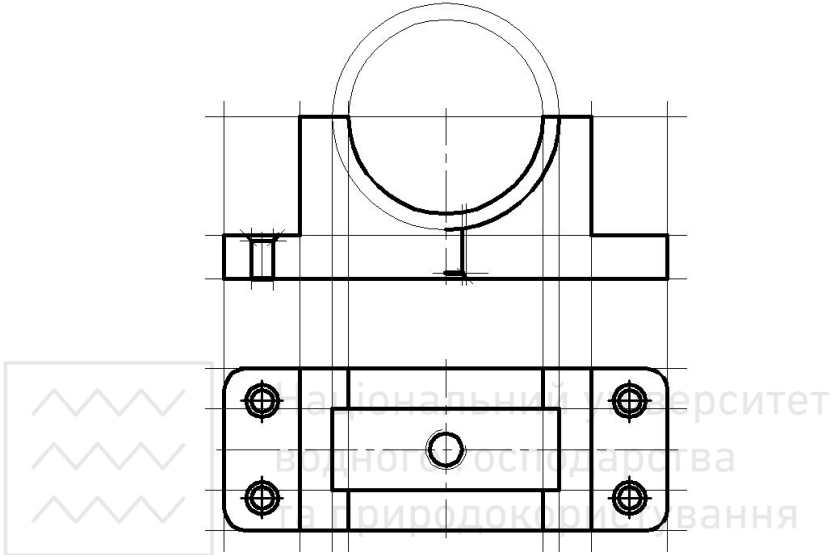


Рис. 2.43

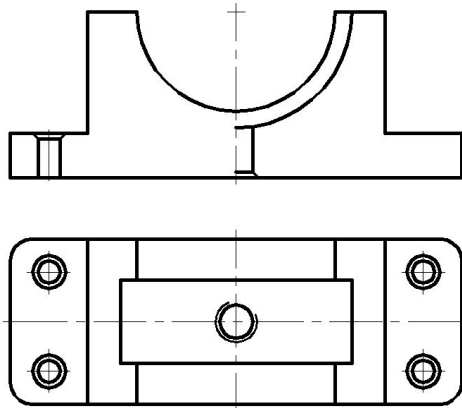


Рис. 2.44



Третій крок: виконаємо штриховку командою HATCH (штриховка) за такими параметрами: тип штриховки – ANSI-31, кут повороту – 0, масштаб – 1 (рис. 2.45). Проставимо розміри, використовуючи панель інструментів DIMENSION (розміри) (рис. 2.46).). Мінімальна відстань між паралельними лініями має становити 7 мм, а між розмірною і лінією контуру – 10 мм.

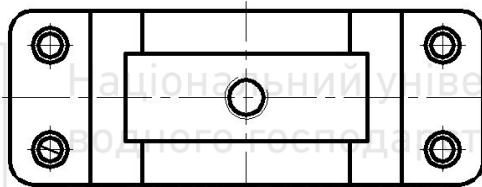
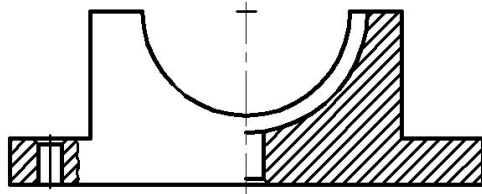


Рис. 2.45

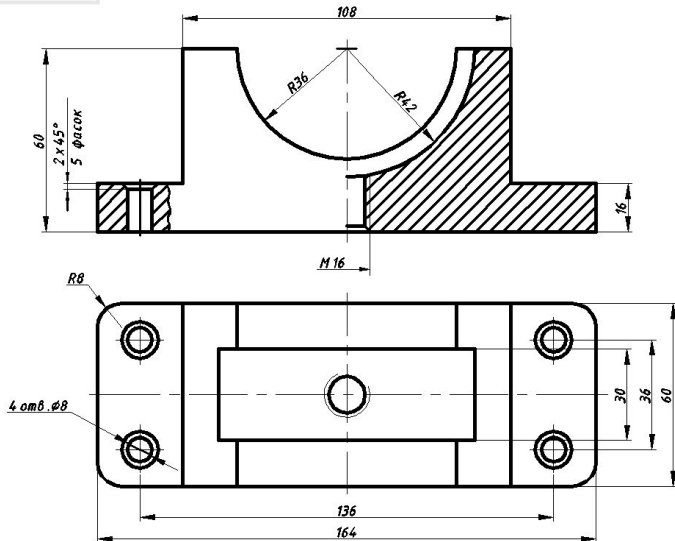


Рис. 2.46



Побудова наочного зображення корпусної деталі

Основу корпусної деталі створимо методом «видавлювання» її плоского контуру (рис. 2.44). Конфігурацію контуру створюємо з графічних примитивів LINE (відрізок) за координатами точок 1(0,0); 2(0,16); 3(28,16); 4(28,60); 5(136,60); 6(136,16); 7(164,16); 8(164,0) та CIRCLE (Коло) за координатами центру (82, 60) і радіусом 36 мм (рис. 2.48).



Рис. 2.47

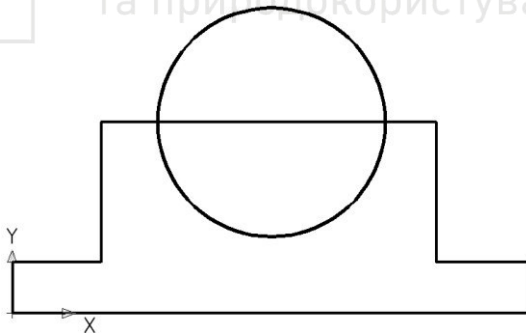


Рис. 2.48

Командою TRIM (обрізати) зітремо зайві лінії (рис. 2.49). Далі за допомогою команди REGION (область) плоский контур перетворюємо в основу для створення твердотілої моделі корпусної деталі. Командою EXTRUDE (видавити) видавимо об'єкт на 60 мм (рис. 2.50).



Національний університет
водного господарства
та природокористування

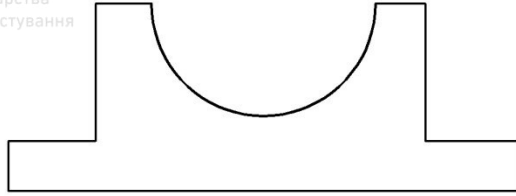


Рис. 2.49

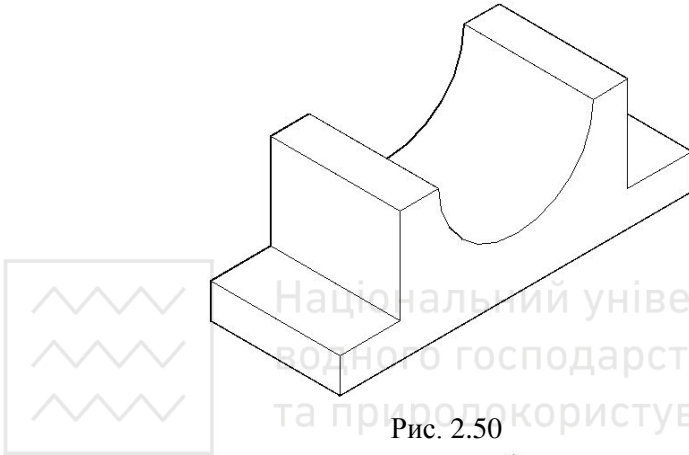


Рис. 2.50

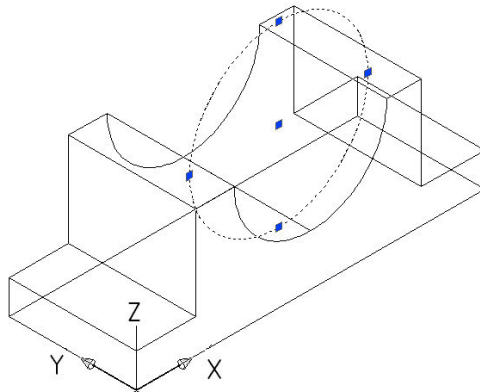


Рис. 2.51

Побудуємо заглибину циліндричної форми на основі корпусної деталі. Для цього побудуємо коло, скориставшись командою CIRCLE (Коло) за координатами центру (82, 15, 60) і радіусом 42



мм (рис. 2.51). Командою EXTRUDE (видавити) видавимо коло на 30 мм (рис. 2.52).

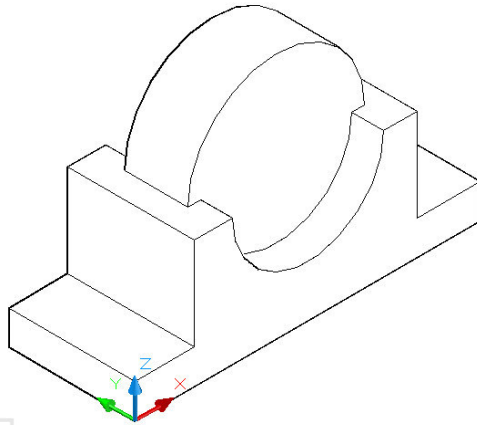


Рис. 2.52

Отриману циліндричну поверхню вираховуємо з моделі корпусної деталі командою SUBTRACT (вирахувати) (рис. 2.53).

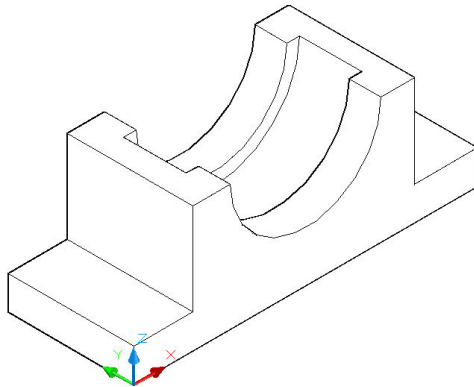


Рис. 2.53

Для побудови наскрізьних отворів перемістимо модель корпусної деталі в положення «Вид зверху», використавши панель



інструментів Viewpoint (вид) (рис. 2.54). Використаємо команду CYLINDER (циліндр) для побудови циліндричних отворів. Коло 1: центральна точка (14, 12), радіус основи – 4 мм, довжина – 40 мм. Коло 2: центральна точка (14, 48), радіус основи – 4 мм, довжина – 40 мм. Коло 3: центральна точка (150, 12), радіус основи – 4 мм, довжина – 40 мм. Коло 4: центральна точка (150, 48), радіус основи – 4 мм, довжина – 40 мм. Коло 5: центральна точка (82, 30), радіус основи – 7,8 мм (для нарізі М16 діаметр внутрішньої частини нарізі становить 14,6 мм згідно ГОСТ 9150-59), довжина – 40 мм (рис. 2.55).

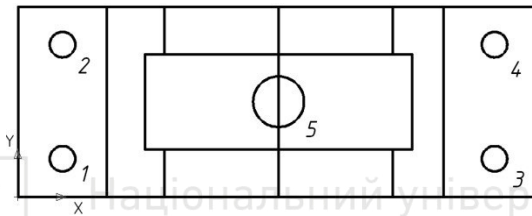


Рис. 2.54

Отримані циліндричні поверхні вираховуємо з моделі корпусної деталі командою SUBTRACT (вирахувати) (рис. 2.56).

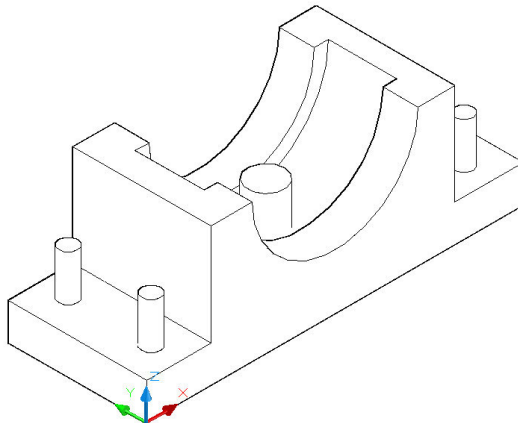


Рис. 2.55

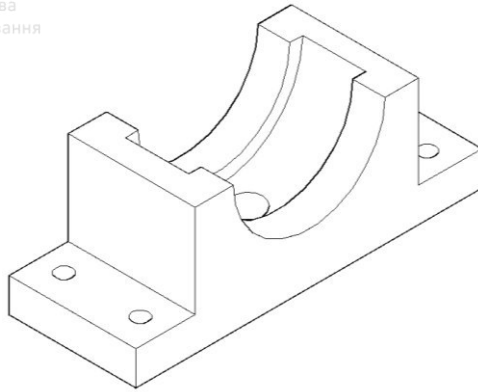


Рис. 2.56

На корпусній деталі виконаємо 5 фасок командою CHAMFER (фаска) параметром $2 \times 45^\circ$, а командою FILLET (спряження) побудуємо 4 спряження радіусом 8 мм (рис. 2.57).

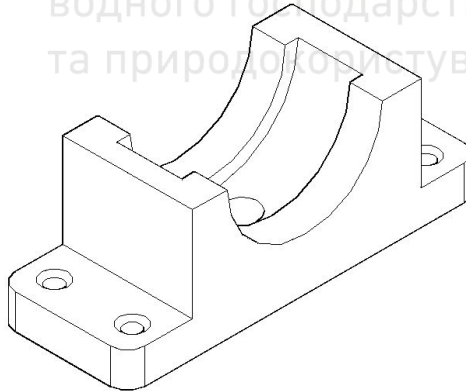
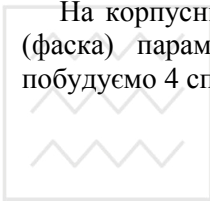


Рис. 2.57

Для кращої візуалізації моделі, видалимо її передню чверть та затонуємо. Для цього розмістимо модель корпусної деталі в положення «Вид зверху», використавши панель інструментів Viewpoint (вид). За допомогою команди RECTANG (прямокутник) побудуємо прямокутник за двома точками вершин: перша має



виходити з центру моделі, а інша – має бути за межами моделі (рис. 2.58)

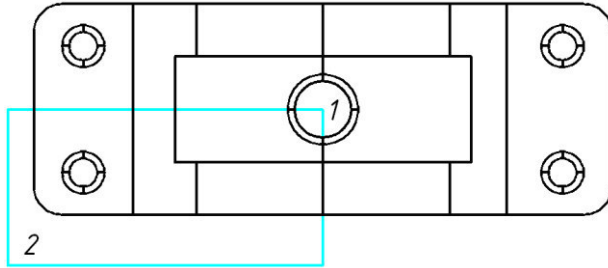


Рис. 2.58

Призматичну поверхню створимо методом видавлювання плоского контуру командою EXTRUDE (видавлення) на довжину 70 мм (рис. 2.59). Отриману поверхню вирахуємо з моделі корпусної деталі командою SUBTRACT (вирахувати). Візуалізуємо тривимірне зображення втулки за допомогою панелі інструментів SHADE (розфарбувати), вибравши візуальний стиль «Реалістичний». Для відображення місць вирізу передньої чверті втулки скористаємось опцією «Зміна кольору окремих граней» панелі інструментів SOLIDS EDITING (редагування тіл) (рис. 2.60).

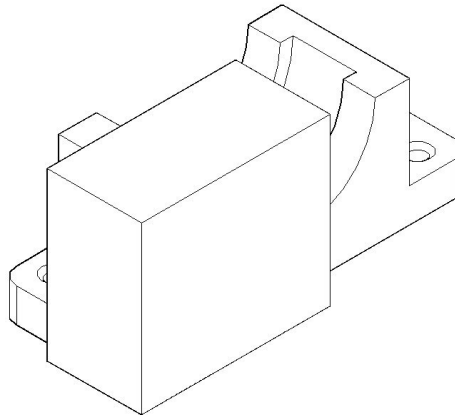


Рис. 2.59

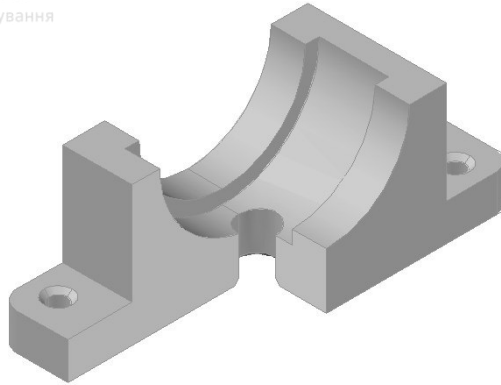


Рис. 2.60

Зберігаємо отримане наочне зображення моделі корпусної деталі.

2.5.4. Моделювання моделі шліцевого з'єднання

Розглянемо створення тривимірної моделі шліцевого з'єднання, що складається зі шліцевого вала 1 та ступиці 2 (рис. 2.61).

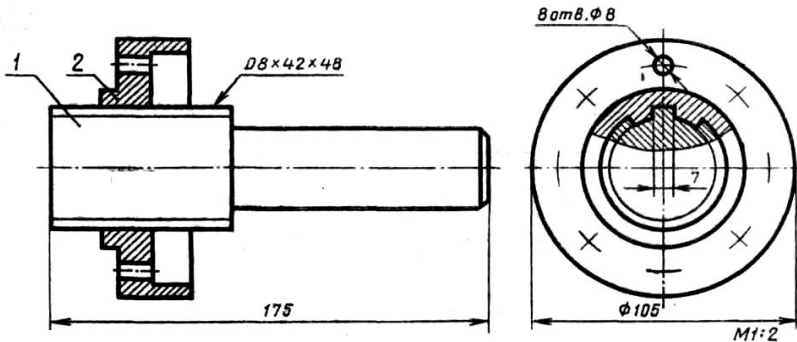


Рис. 2.61

Конструктивні й геометричні розміри деталей шліцевого з'єднання визначають за вихідними даними.



Створення шліцевого вала

Модель шліцевого вала (рис. 2.62) складається з двох циліндричних поверхонь, на яких виконано конструктивні елементи. На першій – шліци (8 шліців шириною 7 мм на всю довжину поверхні) та фаска ($2 \times 45^\circ$), на другій – фаска ($3 \times 45^\circ$). Побудову тривимірної моделі шліцевого вала виконуємо в такій послідовності.

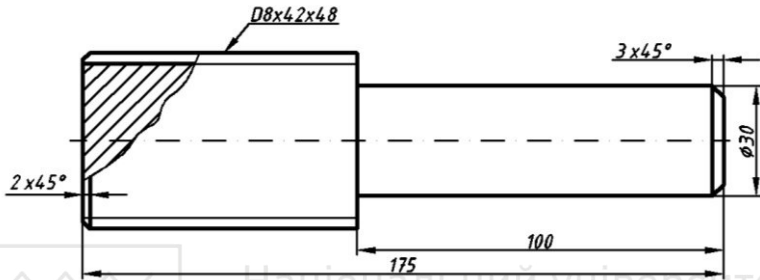


Рис. 2.62.

Першу циліндричну поверхню створимо методом «видавлювання» її плоского контуру. Конфігурацію контуру створюємо із графічних примітивів LINE (Відрізок) за координатами точок 1(-26, 0), 2(26, 0), 3(0, 26), 4(0, -26) та CIRCLE (Коло) за координатами центру (0, 0) і радіусами 21 та 24 мм відповідно (рис. 2.63).

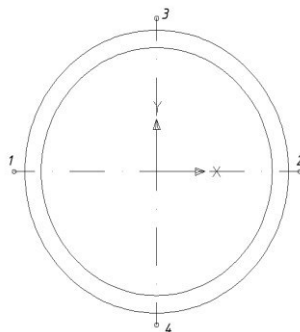


Рис. 2.63



Побудуємо профіль одного з восьми шліців. Для цього командою **OFFSET** (подібність) змістимо відрізок 3-4 на 3,5мм ліворуч і на таку ж відстань праворуч (рис. 2.64). Командою **TRIM** (обрізати) зітремо зайві лінії (рис. 2.65).

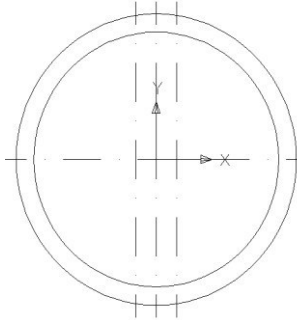


Рис. 2.64

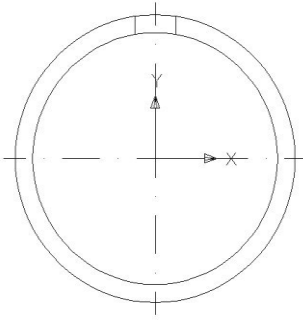


Рис. 2.65

За допомогою команди **ARRAY** (масив) розмножимо по колу профіль шліца відносно центра за координатами (0, 0), вказавши при цьому кількість елементів – 8 (рис.2.66). Командою **TRIM** (обрізати) зітремо зайві лінії (рис. 2.67). Далі за допомогою команди **REGION** (область) плоский контур перетворюємо в основу для створення твердотільної моделі першої частини шліцевого вала.

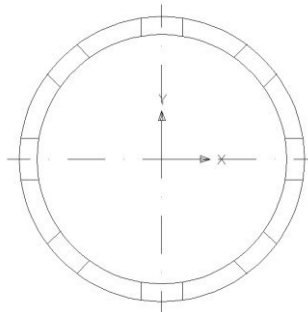


Рис. 2.66

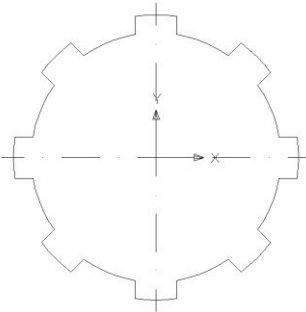


Рис. 2.67

Командою **EXTRUDE** (видавити) видавимо об'єкт на 75мм (рис. 2.68).

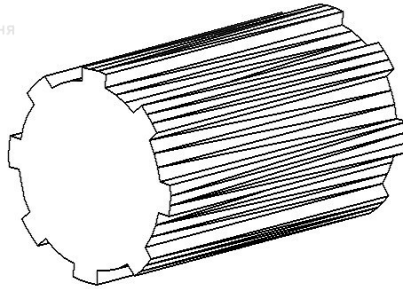


Рис. 2.68

На торці цієї ступені шліцевого вала виконаємо фаску командою CHAMFER (фаска) параметром $2 \times 45^\circ$. Приховуємо невидимий контур командою Render (рис. 2.69).

Другу циліндричну поверхню створюємо командою CYLINDER (циліндр) панелі інструментів SOLIDS (тіла) за такими параметрами: центральна точка $(0, 0, 75)$, діаметр – 15 мм, довжина – 100 мм. На торці цієї ступені шліцевого вала виконаємо фаску командою CHAMFER (фаска) параметром $3 \times 45^\circ$ (рис. 2.70).

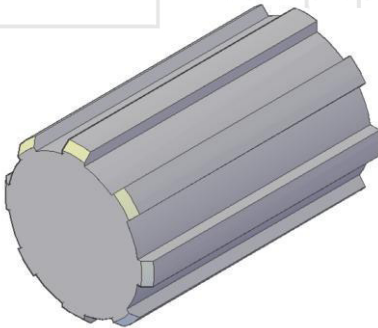


Рис. 2.69

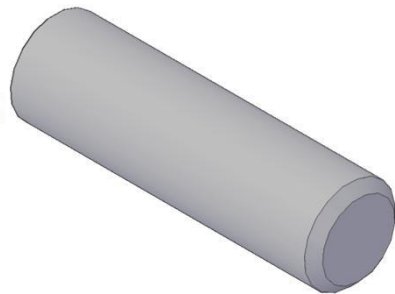


Рис. 2.70

Отримані тіла об'єднуємо в одне ціле командою UNION (об'єднання). Приховуємо невидимий контур командою Render (рис. 2.71). Зберігаємо зображення.

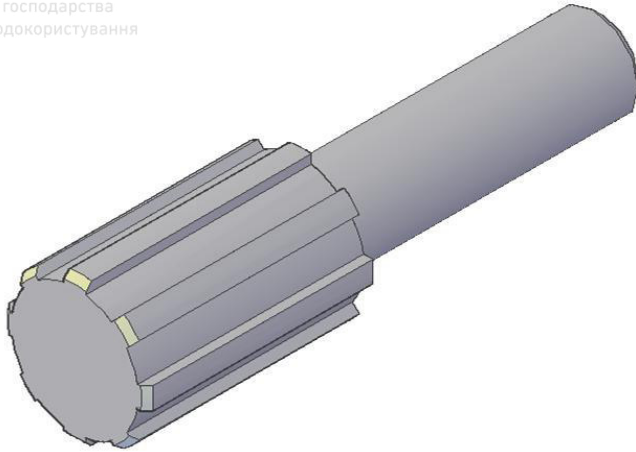


Рис. 2.71

Примітка. Якщо шліци розміщено не на всій довжині циліндричної поверхні, то спочатку командою EXTRUDE (видавити) видавимо профілі шліців на потрібну довжину (рис. 2.72), а потім командою FILLET (спряження) побудуємо спряження потрібним радіусом (рис. 2.73).

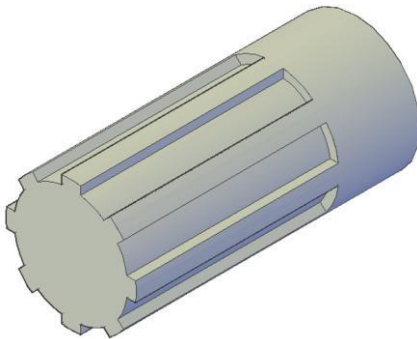


Рис. 2.72

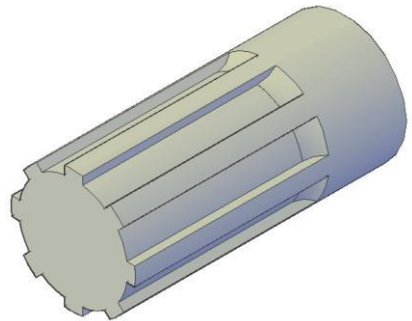


Рис. 2.73



Створення ступиці

Модель об'єкта (ступиця – рис. 2.74) створимо шляхом обертання плоского контуру навколо осі.

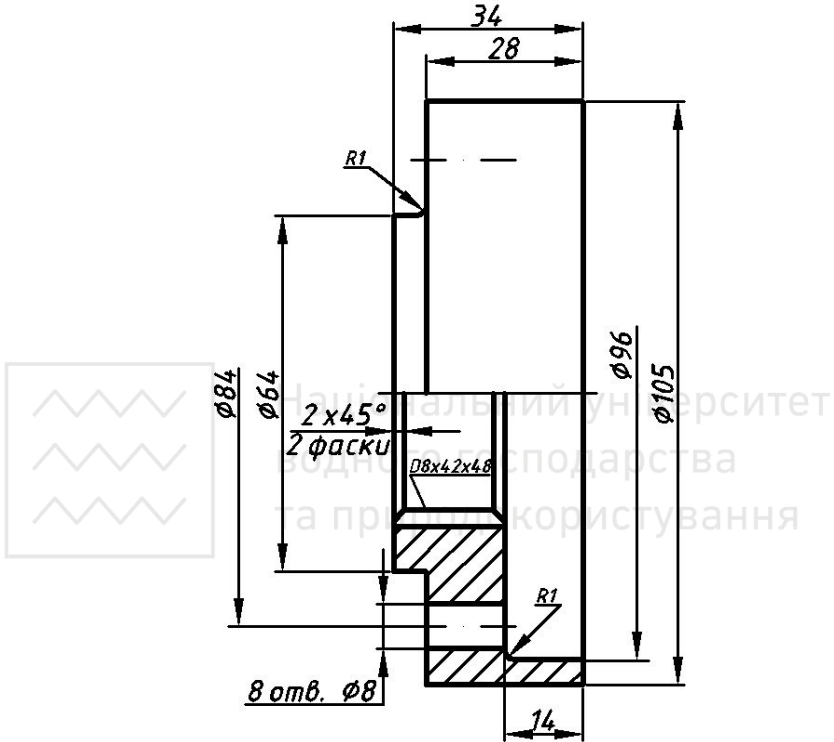


Рис. 2.74

Будуємо ось і плоский контур командою LINE (відрізок). Координати точок для осі: 1(0, 0), 2(34, 0); для плоского контуру: 3(0, 25), 4(0, 32), 5(6, 32), 6(6, 52.5), 7(34, 52.5), 8(34, 48), 9(20, 48), 10(20, 25) (рис. 2.75).

Командою REGION (область) плоский контур перетворюємо в замкнений. За допомогою команди REVOLVE (обертати) створимо модель ступиці шляхом обертання плоского контуру навколо осі на кут 360° (рис. 2.76-2.77).



Національний університет
водного господарства
та природокористування

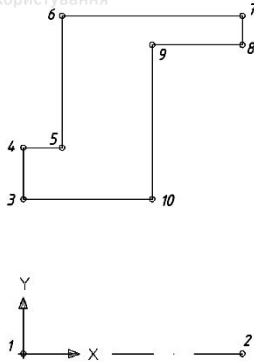


Рис. 2.75

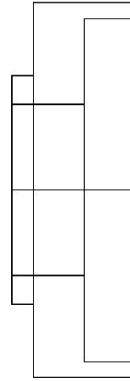


Рис. 2.76

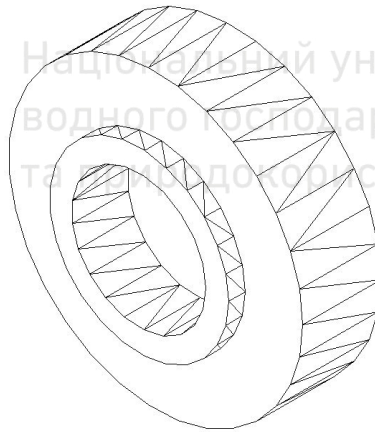


Рис. 2.77

Побудуємо профіль одного з восьми шліців на моделі ступиці (аналогічно побудові шліців на моделі шліцевого вала). Для цього створюємо спочатку профіль одного шліця (плоский контур), видавлюємо його на висоту 20 мм (рис. 2.78), розмножуємо по коловій структурі (команда ARRAY) та командою UNION (об'єднання) отримані шліці об'єднуємо в одне ціле зі ступицею (рис. 2.79-2.80).

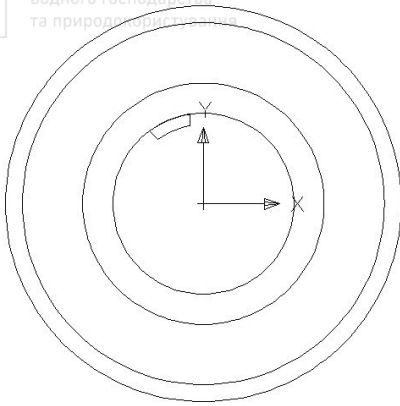


Рис. 2.78

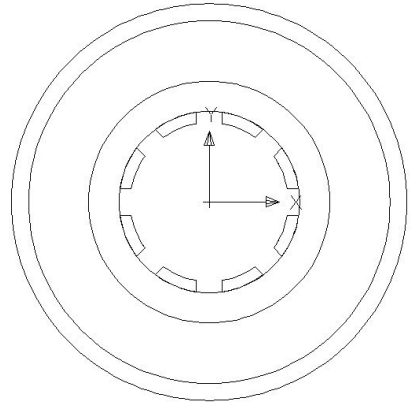


Рис. 2.79

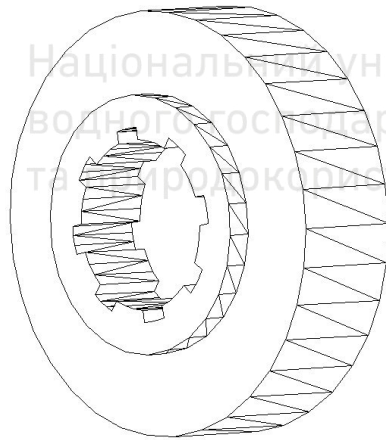


Рис. 2.80

Побудуємо на моделі ступиці 8 наскрізних циліндричних отворів діаметром 8мм. Для цього розмістимо модель ступиці в положення «Вид зверху», використавши панель інструментів Viewpoint (вид). Використаємо команду CYLINDER (циліндр) для побудови циліндричного отвору за такими параметрами: центральна точка (0, 42), діаметр – 4мм, довжина – 40мм (рис. 2.81). Отриману циліндричну поверхню розмножуємо



водного господарства та природокористування
командою **ARRAY** (масив) у коловій структурі (рис. 2.82).
Отримані поверхні вираховуємо з моделі ступиці командою **SUBTRACT** (вирахувати) (рис. 2.83).

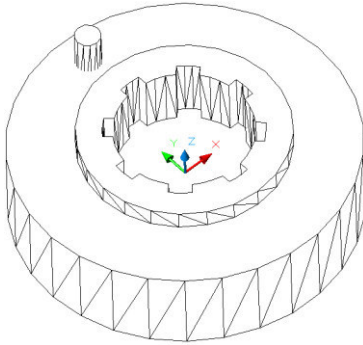


Рис. 2.81

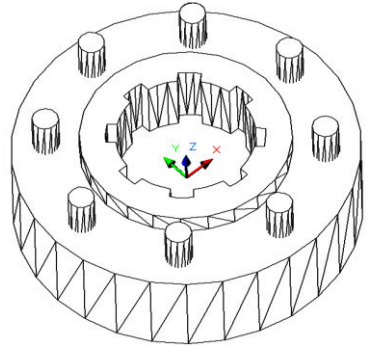


Рис. 2.82

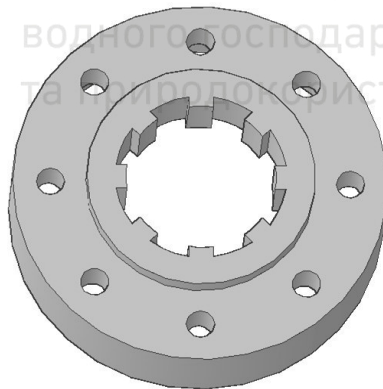


Рис. 2.83

На ступиці виконаємо фаску командою **CHAMFER** (фаска) параметром $2 \times 45^{\circ}$, а командою **FILLET** (спряження) побудуємо спряження радіусом 1 мм (рис. 2.84-2.85).

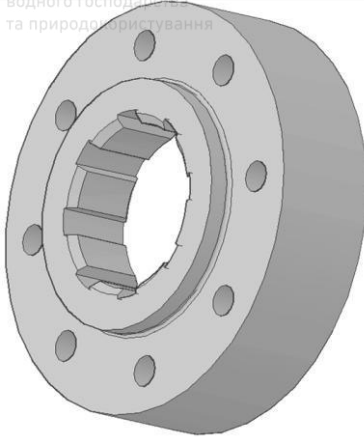


Рис. 2.84

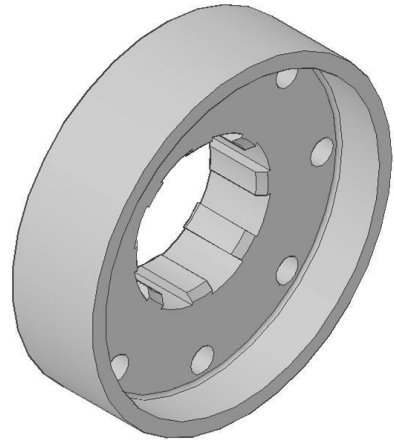


Рис. 2.85

Створення шліцевого з'єднання

За допомогою команди **ALIGN** (вирівняти) перемістимо ступицю на шліцевий вал, вказавши послідовно три точки на осі ступиці й відповідні ним три точки на осі шліцевого вала. За необхідності командою **MOVE** (перемістити) переміщуємо ступицю відносно шліцевого вала в необхідне положення (рис. 2.86-2.87).

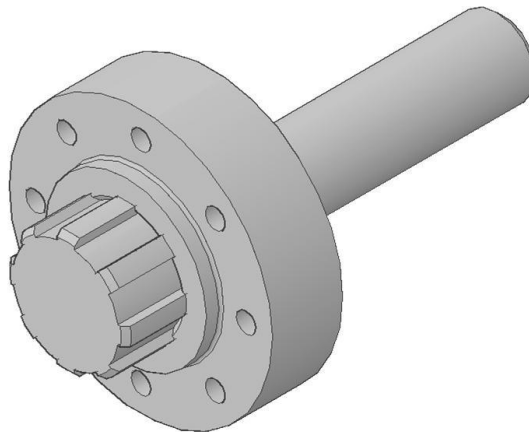


Рис. 2.86

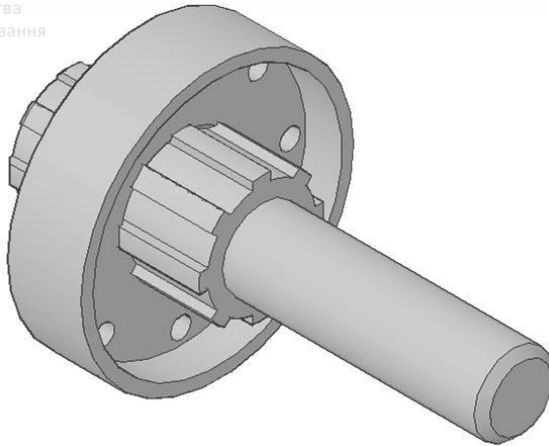


Рис. 2.87

Виріз передньої чверті та візуалізація шліцевого з'єднання

Для кращої візуалізації шліцевого з'єднання, видалимо його передню чверть та затонуємо. Для цього розмістимо модель шліцевого з'єднання в положення «Вид зліва», використавши панель інструментів Viewpoint (вид). За допомогою команди RECTANG (прямокутник) побудуємо прямокутник за заданими двома точками вершин (0, 0 та 60, 60) (рис. 2.88).

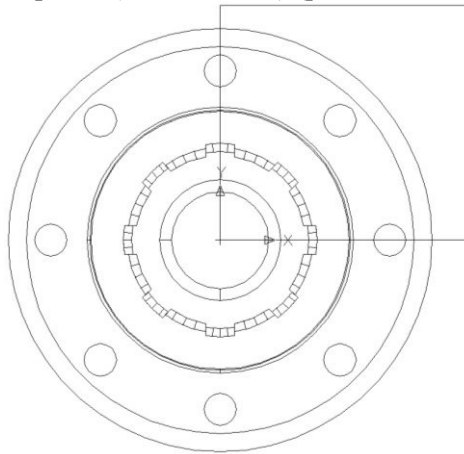


Рис. 2.88



Призматичну поверхню створимо методом видавлювання плоского контуру командою EXTRUDE (видавлення) на довжину 200мм (рис. 2.89).

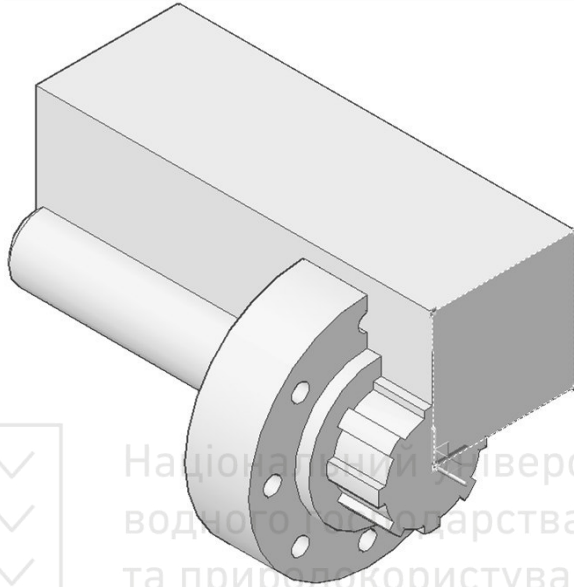


Рис. 2.89

Отриману поверхню вираховуємо з моделі шліцевого з'єднання командою SUBTRACT (вирахувати) (рис. 2.90).

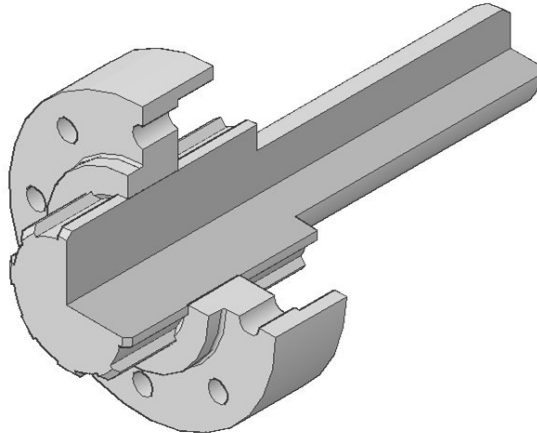


Рис. 2.90



Можливості системи AutoCAD дозволяють за тривимірними моделями об'єктів отримувати їх двовимірні зображення. Це в кілька разів скорочує час проектування машинобудівних об'єктів і забезпечує відповідність конструкторської документації вимогам СКД. Використовуючи панель інструментів Viewpoint (Вид), отримуємо різні зображення шліцевого з'єднання (рис. 2.91-2.92).



Рис. 2.91

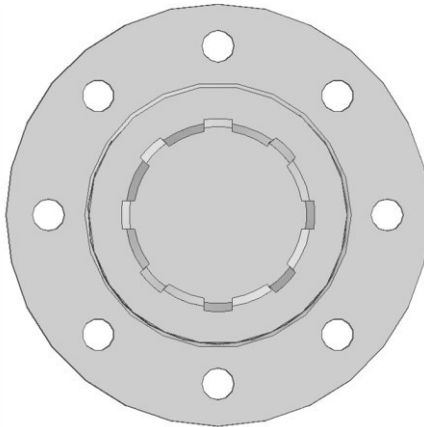


Рис. 2.92



Національний університет
водного господарства
та природокористування



Національний університет
водного господарства
та природокористування



Національний університет
водного господарства
та природокористування



Національний університет
водного господарства
та природокористування



Національний університет
водного господарства
та природокористування



Національний університет
водного господарства
та природокористування



Національний університет
водного господарства
та природокористування



Національний університет
водного господарства
та природокористування



Національний університет
водного господарства
та природокористування



Національний університет
водного господарства
та природокористування



Національний університет
водного господарства
та природокористування



Національний університет
водного господарства
та природокористування



СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Антонович Є.А., Василюшин Я.В., Шпильчак В.А. Креслення: Навч. посібник. - Львів: Світ, 2006. – 512 с.
2. Ванін В.В., Блюк А.В., Гнітецька Г.О. Оформлення конструкторської документації. - К.: Каравела, 2004. – 160 с.
3. Верхола А.П., Коваленко Б.Д., Богданов В.М. Інженерна графіка: креслення, комп'ютерна графіка. – К.: Каравела, 2005. – 304 с.
4. Інженерна графіка: Довідник / В.М.Богданов, А.П.Верхола, Б.Д. Кова-ленко та ін.; за ред. А.П. Верхоли. – К.: Техніка, 2001. – 268 с.
5. Інженерна та комп'ютерна графіка: Підручник / В.Є. Михайленко, В.В. Ванін, С.М. Ковальов; за ред. В.Є. Михайленко. – К.: Каравела, 2010. – 360 с.
6. Інженерна та комп'ютерна графіка: Підручник/ В.Є. Михайленко, В.М. Найдиш, А.М. Підкоритов, І.А.Скидан; за ред. В.Є. Михайленко. – К.: Вища шк., 2001. – 350 с.
7. Коваленко Б.Д., Ткачук Р.А., Серпученко В.Г. Інженерна графіка. – К.: Каравела, 2008. – 512 с.
8. Козяр М.М. Інженерна графіка: Побудова зображень: навч. посіб. [для студ. вищ. навч. закл.] / М.М. Козяр, В.Ф. Вовк, І.І. Гордійчук. – Рівне: НУВГП, 2006. – 206 с.
9. Козяр М.М. Сучасні програмні засоби проектування та геометричного моделювання на ЕОМ+CD: навч. посіб.[для студ. вищ. навч. закл.] / Микола Миколайович Козяр. – Рівне: НУВГП, 2006. – 298 с.
10. Михайленко В.Є., Ванін В.В., Ковальов С.М. Інженерна графіка. – К.: Каравела, 2008. – 272 с.
11. Новичихина Л.И. Справочник по техническому черчению. – Минск: “Книжный Дом”, 2008. – 320 с.
12. Хаскін А.М. Креслення. – К.: Вища школа, 1976. – 279 с.
13. Luida Santapada, Matteo Trasi. AutoCAD 2010. Guida complete. APOGEO s.r.l. Milano, 2009. - 574 p.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Антонович Є.А., Василюшин Я.В., Шпильчак В.А. Креслення: Навч. посібник. - Львів: Світ, 2006. – 512 с.
2. Ванін В.В., Блюк А.В., Гнітецька Г.О. Оформлення конструкторської документації. - К.: Каравела, 2004. – 160 с.
3. Верхола А.П., Коваленко Б.Д., Богданов В.М. Інженерна графіка: креслення, комп'ютерна графіка. – К.: Каравела, 2005. – 304 с.



Національний університет

водного господарства
та природокористування

4. Інженерна графіка: Довідник / В.М.Богданов, А.П.Верхола, Б.Д. Коваленко та ін.; за ред. А.П. Верхоли. – К.: Техніка, 2001. – 268 с.
5. Інженерна та комп'ютерна графіка: Підручник / В.Є. Михайленко, В.В. Ванін, С.М. Ковальов; за ред. В.Є. Михайленко. – К.: Каравела, 2010. – 360 с.
6. Інженерна та комп'ютерна графіка: Підручник / В.Є. Михайленко, В.М. Найдиш, А.М. Підкоритов, І.А.Скидан; за ред. В.Є. Михайленко. – К.: Вища шк., 2001. – 350 с.
7. Коваленко Б.Д., Ткачук Р.А., Серпученко В.Г. Інженерна графіка. – К.: Каравела, 2008. – 512 с.
8. Козяр М.М. Технічне креслення: Підручник– К.: Каравела, 2011. – 418 с.



Національний університет
водного господарства
та природокористування



Національний університет
водного господарства
та природокористування

Додаток



Національний університет
водного господарства
та природокористування



ЗМІСТ

	Вступ.....	3
Розділ 1.	Кресленики деталей машин, загального виду, складальної одиниці.....	4
1.1.	Робочі кресленики деталей.....	4
1.1.1.	Вимоги до робочого кресленника.....	4
1.1.2.	Послідовність виконання і читання креслеників.....	5
1.1.3.	Групи деталей.....	7
1.2.	Кресленик деталі зі стандартним зображенням.....	7
1.2.1.	Деталі, подібні зі стандартними деталями.....	7
1.2.2.	Деталі з елементами зубчастих зачеплень.....	8
1.2.3.	Кресленики шківів.....	24
1.2.4.	Кресленики пружин.....	27
1.3.	Кресленики оригінальних деталей.....	37
1.3.1.	Ливарні деталі.....	46
1.3.2.	Деталі, які мають форму тіла обертання.....	50
1.3.3.	Деталі, безпосередньо обмежені площинами.....	61
1.3.4.	Деталі, виготовлені штамповкою.....	65
1.4.	Стандартизовані елементи деталей.....	72
1.5.	Зображення на кресленнику гнучких валів.....	72
1.6.	Кресленик загального виду.....	75
1.7.	Кресленик складальної одиниці.....	79
1.7.1.	Розроблення креслеників.....	80
1.7.2.	Послідовність виконання креслеників складальної одиниці.....	81
1.7.3.	Умовності та спрощення на складальних кресленниках.....	82
1.7.4.	Деталі затворів арматури загального призначення.....	87
1.7.5.	Кріплення золотників й маховиків на шпинделі.....	88
1.7.6.	Поетапність виконання кресленника складальна одиниця із природи на прикладі, кульовий кран.....	94
1.8.	Читання і деталювання креслеників загального виду.....	107
1.8.1.	Послідовність читання креслеників загального виду.....	107
1.8.2.	Послідовність деталювання креслеників загального виду.....	108
1.8.3.	Послідовність виконання деталювання кресленника загального виду.....	109
1.9.	Кресленики – схеми.....	116
Розділ 2.	Комп’ютерна графіка у системі AutoCAD 2010.....	131
2.1.	Системні вимоги для роботи з системою AutoCAD 2010.....	131
2.1.	Основні елементи класичного інтерфейсу AutoCAD 2010 і.....	



Національний університет

	його налаштування.....	132
2.3.	Система координат.....	147
2.4.	Побудова найпростіших геометричних об'єктів.....	152
2.5.	Алгоритм побудови креслеників машинобудівних деталей	153
2.5.1.	Моделювання втулки.....	156
2.5.2.	Створення наочного зображення втулки.....	160
2.5.3.	Моделювання корпусної деталі.....	162
2.5.4.	Моделювання моделі шліцевого з'єднання.....	172
	Термінологічний словник.....	185
	Список використаних і рекомендованих джерел.....	191
	Додаток. Вид AutoCAD 2010 з класичним інтерфейсом.....	193



Національний університет
водного господарства
та природокористування



Національний університет
водного господарства
та природокористування

*Козяр Микола Миколайович
Фещук Юрій Вікторович*

МАШИНОБУДІВНІ КРЕСЛЕНИКИ



Національний університет
водного господарства
та природокористування

Друкується в авторській редакції

Підписано до друку2011 р. Формат 60x84 1/16.
Папір друкарський №1. Гарнітура Times. Друк різнографічний.
Ум.- друк. арк. Обл. вид. арк.
Тираж прим. Зам. №....

*Редакційно-видавничий центр
Національного університету
водного господарства та природокористування
33028, Рівне, вул. Соборна, 11.*

*Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до державного
реєстру видавців, виготівників і розпоряджувачів видавничої
продукції РВ №31 від 26.04.2005 р.*



Національний університет
водного господарства
та природокористування



Національний університет
водного господарства
та природокористування