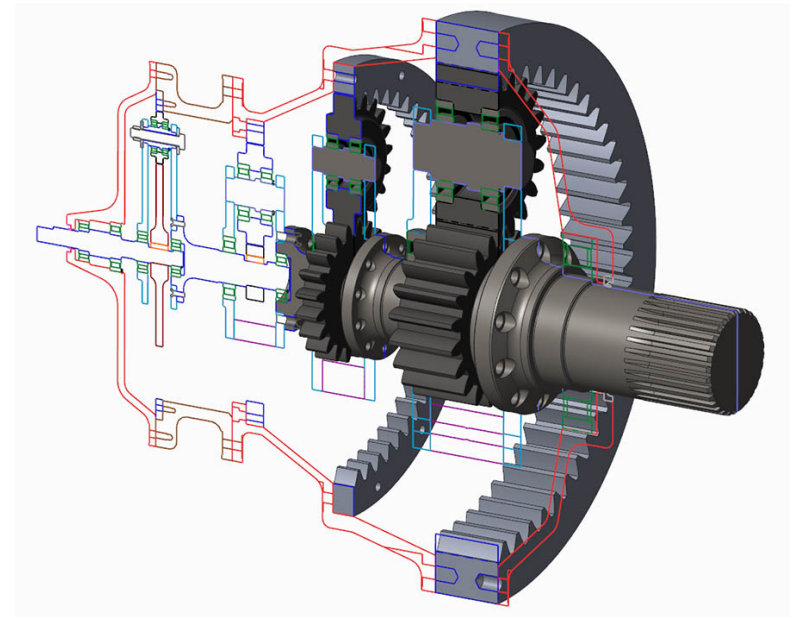


А. Г. Буда, О. В. Петров

**ВИКОНАННЯ КРЕСЛЕНИКІВ
ТА ТРИВИМІРНИХ МОДЕЛЕЙ
МАШИНОБУДІВНИХ ВИРОБІВ
ЗА ДОПОМОГОЮ САД-СИСТЕМИ**



Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

А. Г. Буда, О. В. Петров

**ВИКОНАННЯ КРЕСЛЕНИКІВ ТА ТРИВИМІРНИХ
МОДЕЛЕЙ МАШИНОБУДІВНИХ ВИРОБІВ
ЗА ДОПОМОГОЮ САД-СИСТЕМИ**

Навчальний посібник

Вінниця
ВНТУ
2019

УДК 744(075)

Б90

Рекомендовано до друку Вченою радою Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України (протокол № 11 від 25.04.2019 р.)

Рецензенти:

В. І. Савуляк, доктор технічних наук, професор

В. М. Тонконогий, доктор технічних наук, професор

О. В. Грушко, доктор технічних наук, професор

Буда, А. Г.

Б90 Виконання креслеників та тривимірних моделей машинобудівних виробів за допомогою САД-системи : навч. посібник / А. Г. Буда, О. В. Петров. – Вінниця : ВНТУ, 2019 – 104 с.

Навчальне видання призначено студентам машинобудівних спеціальностей та містить головні теми, які відносять до розділів «Складальні одиниці», «Складальні кресленики» й «Виконання та читання складальних креслеників» з використанням державних стандартів.

Посібник містить розділ виконання тривимірних креслеників в САД-системах, а саме: приклади побудови просторових моделей за робочими креслениками деталей та етапи складання 3D моделей вузла.

УДК 744(075)

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1 Складальні одиниці.....	5
1.1 Вироби та їх складові частини	5
1.2 Рознімні з'єднання	5
1.2.1 Різьбові з'єднання	5
1.2.1.1 З'єднання болтом	6
1.2.1.2 З'єднання шпилькою	8
1.2.1.3 З'єднання гвинтом	10
1.2.2 З'єднання штифтом	12
1.2.3 З'єднання шпонкою.....	12
1.2.4 З'єднання шліцьові	15
1.2.5 З'єднання шплінтом	16
1.3 Нерознімні з'єднання.....	17
1.3.1 З'єднання зварюванням.....	17
1.3.1.1 Умовні позначення зварних швів.....	19
1.3.1.2 Приклади позначення зварних швів	23
1.3.1.3 Умовності та спрощення позначень зварних швів.....	24
1.3.2 З'єднання заклепками.....	26
2 Виконання та читання складальних креслеників.....	28
2.1 Правила оформлення	28
2.1.1 Умовності та спрощення на складальних креслениках.....	28
2.1.2 Штрихування на складальних креслениках	29
2.2 Деталювання.....	30
2.2.1 Послідовність виконання деталювання	30
2.2.2 Основні вимоги до робочого кресленика деталі	31
2.2.2.1 Зображення деталей.....	31
2.2.2.2 Нанесення розмірів	32
2.2.2.3 Графічні позначення матеріалів, правила їх нанесення.....	33
2.2.3 Шорсткість поверхонь.....	33
2.2.4 Оформлення основних написів і технічних вимог.....	35
2.2.5 Приклад читання та деталювання складального кресленика.....	36
3 Виконання тривимірних креслеників в CAD-системах	51
3.1 Інтерфейс системи	51
3.2 Типи документів системи.....	52
3.3 Робота з документами системи.....	53
3.4 Інструменти тривимірного моделювання.....	55
3.5 Приклад побудови тривимірних моделей креслеників деталей	61
3.6 Визначення маси деталей за побудованою тривимірною моделлю ...	82
3.7 Складання моделей деталей у тривимірний вузол	84
Література	102

ВСТУП

Будь-яка технічна галузь неможлива без попередньої розробки технічної документації. Все навколо нас, що було створено людиною та оточує нас, створювалось на підставі *конструювання* креслеників.

Історично людина почала передавати форми зображень у вигляді рисунків, в яких суттєве значення відігравали розміри та пропорції. Досягнення точності побудов та проєкційного відображення висувалось до побудови креслеників об'єктів: предметів озброєння та військових кораблів.

З розвитком науки та техніки почали зростати вимоги до надійності, довговічності та економічності виробів. Це, в свою чергу, привело до створення технічної документації, до складу якої почали вносити різноманітні умовні знаки та символи.

В кресленики почали вносити вказівки щодо точності дотримання розміру (з'явилась система допусків та посадок), підвищувались вимоги до якості виготовлення поверхні (введено поняття параметрів шорсткості) та до геометрії виробу (запропоновані допуски форм та розташування поверхонь) тощо.

Для уникнення ускладнень при створенні креслеників і скорочення часу на їх проєктування стали розроблятися єдині підходи до спрощення на зображеннях та введення різноманітних технічних вимог. Тому правила виконання креслеників *стандартизовані*.

Здатність до просторової уяви та відображення побаченого на папері закладено в кожній особі, однак особливої важливості воно має саме для технічних, зокрема машинобудівних, спеціальностей. При вивченні курсу «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка» стоїть завдання навчити студентів:

а) просторової уяви для розуміння технічного кресленика, створення та вдосконалення нових конструкцій;

б) застосовувати графічні методи під час вирішення інженерних завдань;

в) грамотно виконувати робочі кресленики деталей, вузлів і механізмів, правильно їх читати.

Потужним засобом для побудови зображень технічних деталей та пристроїв машинобудівної галузі є CAD-системи, що їх відносять до графічних редакторів. Найбільш використовуваною в машинобудуванні, особливо для студентів молодших курсів, є система КОМПАС. Ця система використовує можливості 2D/3D-моделювання, що забезпечує ефективність створення та побудову двовимірних і тривимірних моделей креслеників машинобудівних виробів.

1 СКЛАДАЛЬНІ ОДИНИЦІ

1.1 Вироби та їх складові частини

Виробом називають будь-який предмет або набір предметів, які підлягають виготовленню на підприємстві.

Залежно від призначення їх поділяють на вироби головного та допоміжного виробництва. Вироби головного виробництва призначені для реалізації, а допоміжного – для власних потреб підприємства, яке здійснює їх виготовлення.

За ГОСТ 2.101-68 розрізняють такі види виробів: деталі, складальні одиниці, комплекси та комплекти.

Деталь – це виріб, який виготовлений з однорідного матеріалу без застосування операцій складання (валик з частини прутка, ливарний корпус, маховик із пластмаси, частина кабелю, гвинт та ін.).

Складальна одиниця – виріб, складові частини якого призначені для з'єднання між собою із застосуванням операції складання (різьбові з'єднання, зварювання, паяння, пресування, вальцювання, склеювання та ін.).

Комплекс – два або більше виробів, призначених для виконання взаємопов'язаних експлуатаційних функцій (автоматична лінія верстатів, цех-автомат, завод-автомат, бурильна установка та ін.).

Комплект – це два та більше виробів, які не використовують на підприємстві операції складання та мають загальне експлуатаційне призначення допоміжного характеру (комплект запасних частин, комплект вимірювальних інструментів та ін.).

До найбільш поширених в машинобудуванні *складальних одиниць* належать рознімні та нерознімні з'єднання.

1.2 Рознімні з'єднання

Рознімне з'єднання допускає неодноразове збирання та розбирання виробу без руйнування кожної деталі, що входить до складальної одиниці. До них відносять різьбові, штифтові, шпонкові та шліцьові з'єднання.

1.2 1 Різьбові з'єднання

Нерухомі роз'ємні з'єднання деталей машин найчастіше здійснюються за допомогою таких різьбових виробів, як болти, гвинти, шпильки, гайки, на яких нарізана метрична різьба.

Перелічені вироби відносять до стандартних і позначають на креслениках відповідно до стандартів на болти, гвинти тощо.

До кріпильних виробів машин відносять також деталі для стопоріння: шплінти, шайби, пружини, шайби з лапками тощо.

1.2.1.1 З'єднання болтом

Його використовують для з'єднання двох або декількох деталей, що мають наскрізний отвір, за допомогою стандартного комплекту: *болт*, *гайка* і *шайба* (рис. 1.1, а).

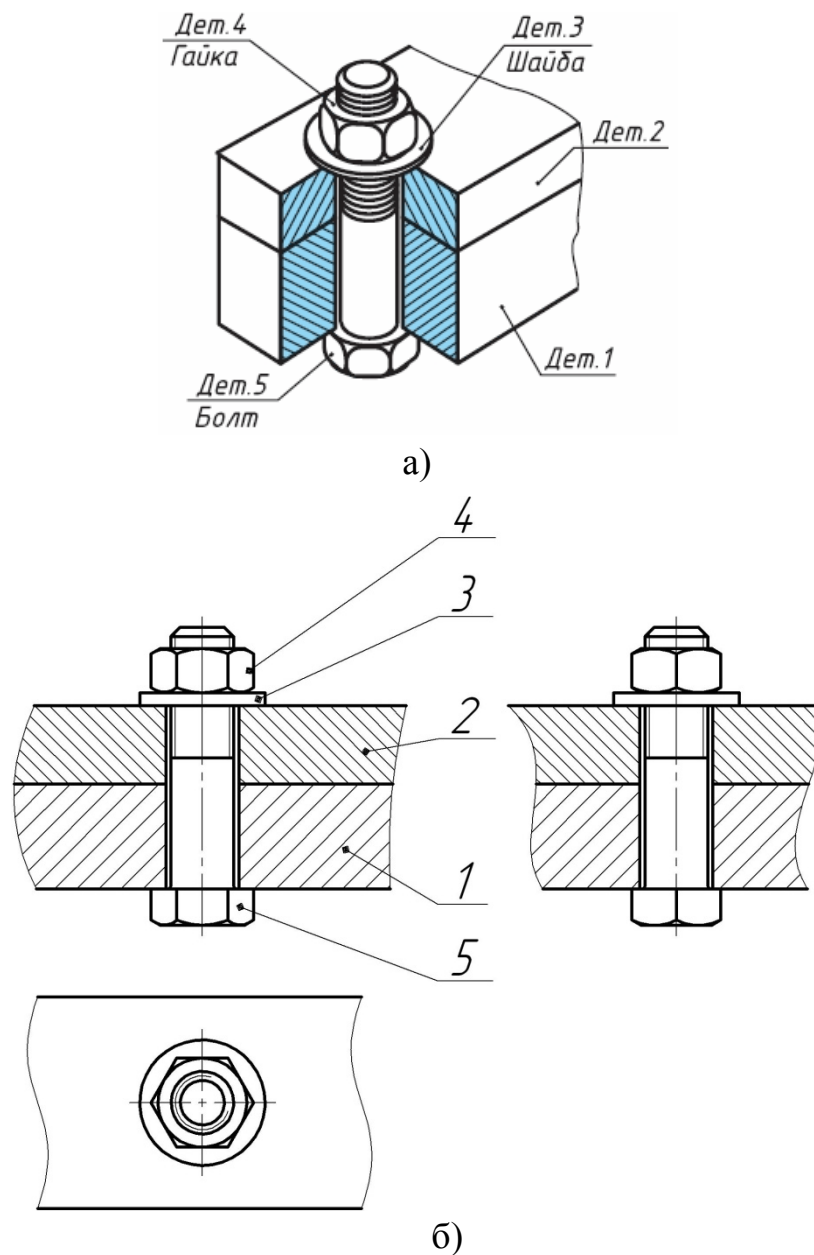


Рисунок 1.1 – З'єднання болтом

Болт – різбовий виріб, який є з'єднувальною деталлю для з'єднання і має вигляд стержня з різбою для гайки на одному кінці і головкою на іншому (рис. 1.2).

Болти виконань 2 і 3 використовують для з'єднання деталей машин, які зазнають вібрації, поштовхів, ударів, що призводить до самовідвертання гайок і болтів. Шплінт та дріт перешкоджатимуть цьому.

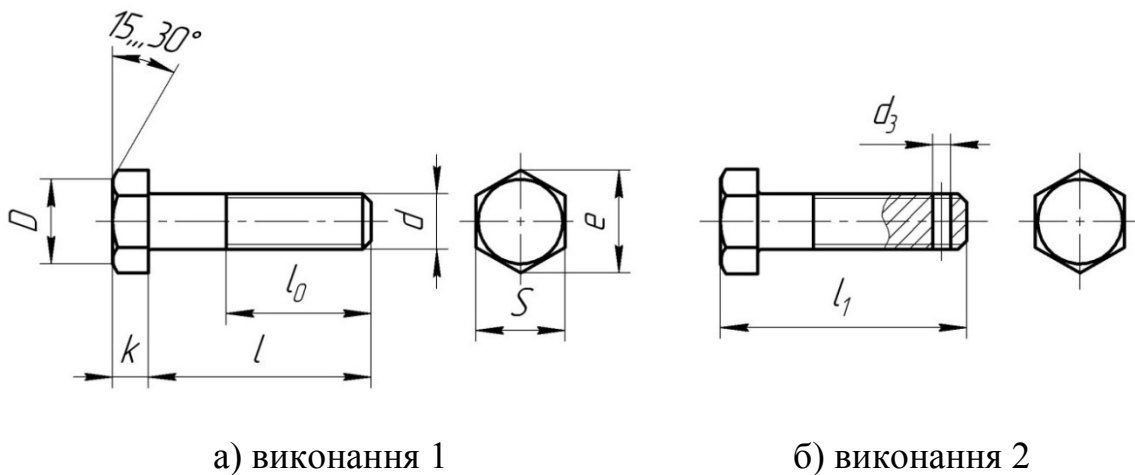


Рисунок 1.2 – Болт

Гайка – це деталь, яка має різьбовий отвір для нагвинчування на болт або шпильку (рис. 1.3).

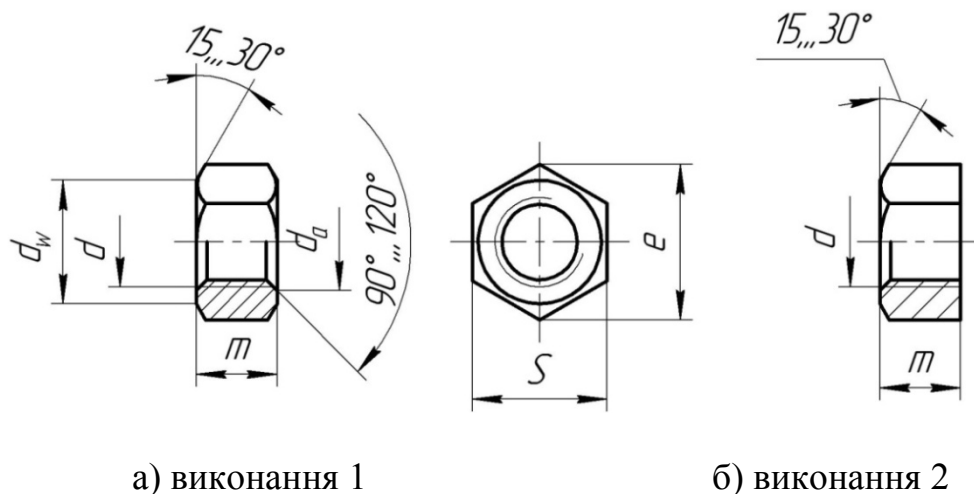
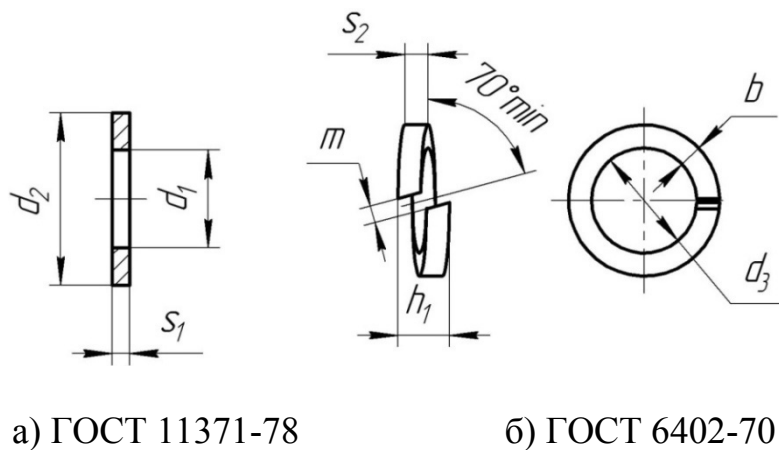


Рисунок 1.3 – Гайка

Певний тип гайки вибирають залежно від її призначення й умов роботи. Високі та особливо високі гайки використовують тоді, коли в процесі експлуатації необхідно часто розбирати різьбове з'єднання, а також у випадках, коли на з'єднання діє велике осьове зусилля. При незначних осьових зусиллях використовують низькі гайки, для нагвинчування вручну – гайки-баранчики.

Для з'єднань, які зазнають вібрації, використовують прорізні і корончасті гайки зі шплінтами або звичайні гайки зі стопорними пристроями різної конструкції.

Шайба – деталь, яку підкладають під гайку чи головку болта для запобігання задирів і зім'яття матеріалу деталей (рис. 1.4). при затягуванні гайки, а також для запобігання самовідгвинчування кріпильної деталі.



а) ГОСТ 11371-78

б) ГОСТ 6402-70

Рисунок 1.4 – Шайби

Умовні позначення стандартних виробів для з'єднання болтом при діаметрі різьби M24

Болт виконання I, з діаметром різьби $d = 24$ мм, довжиною $l = 90$ мм, з великим кроком різьби, з полем допуску 6g, класу міцності 5.8, без покриття:

Болт M24 – 6g × 90.58 ГОСТ 7798-70.

Гайка виконання I, з діаметром різьби $d = 24$ мм, з великим кроком різьби, з полем допуску 6H, класу міцності 5, без покриття:

Гайка M24 – 6H.5 ГОСТ 5915-70.

Шайба кругла, виконання I, за ГОСТ 11371-78 для кріпильної деталі з діаметром різьби $d = 24$ мм, товщиною, обумовленою стандартом, із сталі марки 08КП, з цинковим покриттям, товщиною 6мкм, хромованим:

Шайба 24.01.08 КП.016 ГОСТ 11371-78

1.2.1.2 З'єднання шпилькою

Вузол (рис. 1.5), що складається з двох нестандартних деталей, одна з яких (дет. 2) має наскрізний отвір, друга (дет. 1) – глухий різьбовий отвір; та стандартного комплекту – шпилька, гайка і шайба.

Шпилькові з'єднання застосовують тоді, коли у конструкції немає місця для головок болтів, або коли одна зі з'єднуваних деталей має велику товщину і недоцільно свердлити наскрізний отвір для встановлення довгих болтів. Крім економії у габаритних розмірах, шпилькові з'єднання полегшують вагу конструкції.

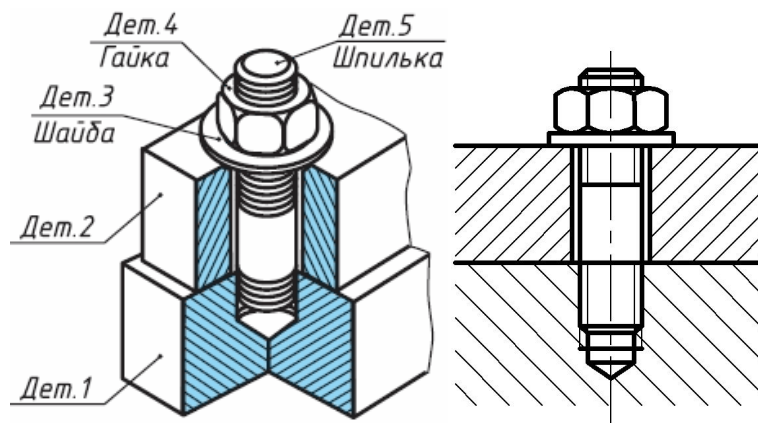


Рисунок 1.5 – З'єднання шпилькою

Шпилька має вигляд циліндричного стержня (рис. 1.6), на одному кінці якого є різьба (довжиною l_1) для загвинчування шпильки в одну зі з'єднувальних деталей, а на іншому – різьба (довжиною l_0) для нагвинчування гайки.

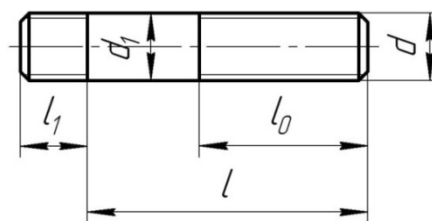


Рисунок 1.6 – Шпилька

Умовне позначення стандартних виробів для з'єднання шпилькою при діаметрі різьби М33

Шпилька з діаметром різьби $d = 33$ мм, з великим кроком різьби, довжиною $l = 70$ мм, з полем допуску різьби $6g$, класу міцності 5.8, без покриття:

Шпилька М27 × 1,5– 6g × 70.58 ГОСТ 22034–76.

Гайка виконання І, з діаметром різьби $d = 33$ мм, з великим кроком різьби, з полем допуску $6H$, класу міцності 5, без покриття:

Гайка М33 – 6H.5 ГОСТ 5915–70.

Шайба кругла, виконання І, за ГОСТ 11371-78 для кріпильної деталі з діаметром різьби $d = 33$ мм, товщиною, обумовленою стандартом, із сталі марки 08 КП, з цинковим покриттям, товщиною 6 мкм, хромованим:

Шайба 3.01.08 КП.016 ГОСТ 11371–78

1.2.1.3 З'єднання гвинтом

Різбовий виріб, в якому за допомогою *гвинта* забезпечується з'єднання однієї нестандартної деталі (наскрізного отвору) з іншою (глухого різбового отвору).

Гвинтове з'єднання (рис. 1.7) складається з гвинта 1 та двох деталей 2 і 3. В деталі 2 розточують отвір з тим, щоб циліндрична головка гвинта не виступала над її поверхнею та свердлять отвір діаметром $1,1 d$.

В базовій деталі 3, що з'єднується з попередньою 2, нарізають різьбу. Гвинт вільно входить в отвір деталі 1 та скріплюється з деталлю 3.

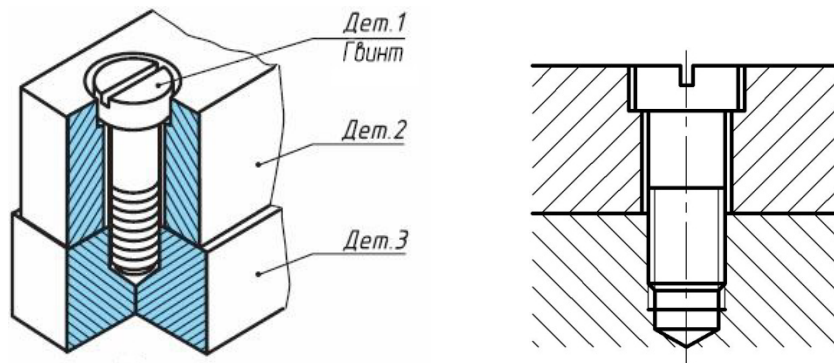
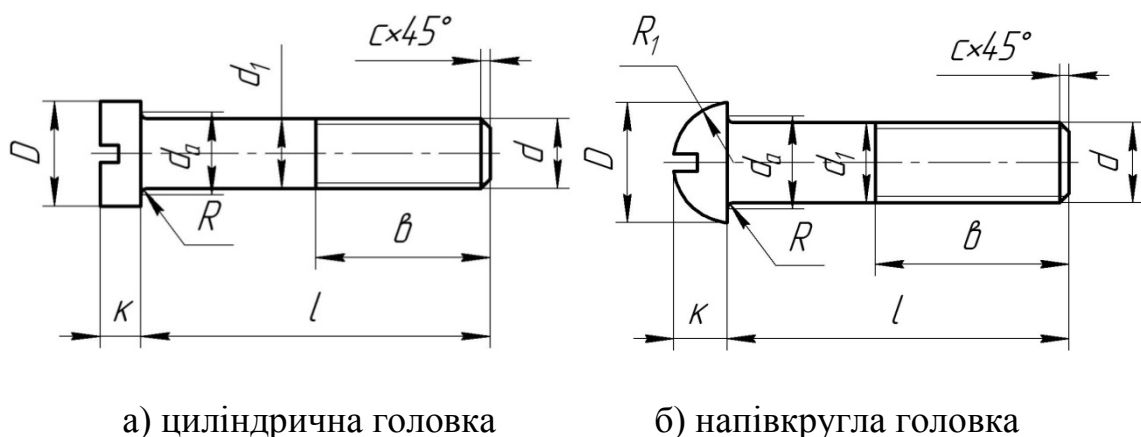


Рисунок 1.7 – З'єднання гвинтом

Гвинт – стандартизований різбовий виріб, який є з'єднувальною деталлю для рознімного з'єднання і має вигляд стержня з різьбою на одному кінці і головкою на іншому.

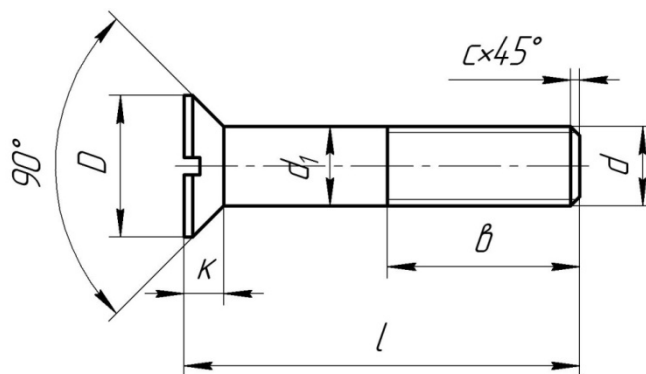
Головка у гвинта може бути циліндричною, напівкруглою, потайною (рис. 1.8, а–в).



а) циліндрична головка

б) напівкругла головка

Рисунок 1.8 – Різновиди гвинтів



в) потайна головка

Рисунок 1.8

Умовне позначення гвинтів з метричною різьбою М8

Гвинт з циліндричною головою класу точності А, з діаметром різьби $d = 8$ мм, з великим кроком різьби, з полем допуску різьби 6g, довжиною $l = 50$ мм, класу міцності 4.8, без покриття

Гвинт А.М8 – 6g × 50.48 ГОСТ 1491-80.

Гвинт з напівкруглою головою класу точності А, діаметр різьби $d = 8$ мм, з великим кроком різьби, з полем допуску різьби 6g, довжиною $l = 50$ мм, класу міцності 4.8, без покриття

Гвинт А.М8 – 6g × 50.48 ГОСТ 17473-80.

Гвинт з потайною головою класу точності В, виконання 2, діаметром різьби $d = 8$ мм, з великим кроком різьби, з полем допуску різьби 6g, довжиною $l = 50$ мм, класу міцності 4.8, з цинковим покриттям, товщиною 6 мм, хромованим

Гвинт В2.М8 – 6g × 50.48 ГОСТ 17475-80.

Для виконання показаних різьбових з'єднань, залежно від розмірів різьби М... стандартних виробів (болта, шпильки, гвинта) та геометричних особливостей нестандартних деталей, що входять до кожного комплекту, виконують конструкторські розрахунки, визначають:

- стандартні розміри болта, шпильки, гвинта;
- розміри наскрізних отворів оригінальних деталей під болт;
- розміри глухих різьбових отворів оригінальних базових деталей, в які вгвинчується шпилька або гвинт.

1.2.2 З'єднання штифтом

З'єднання (рис. 1.9) складається з корпусу (дет. 1), вала (дет. 2) та штифта (дет. 3).

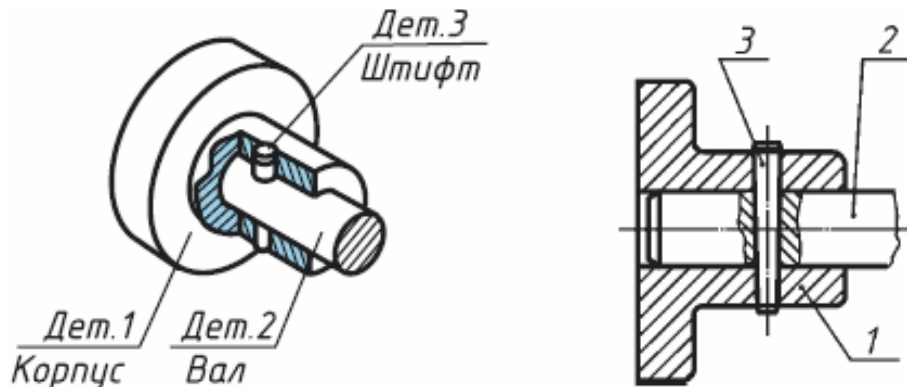


Рисунок 1.9 – З'єднання штифтом

Штифт – стандартизований циліндричний або конічний стержень, який застосовується для точної фіксації взаємного розташування двох спражених деталей (рис. 1.10, а, б).

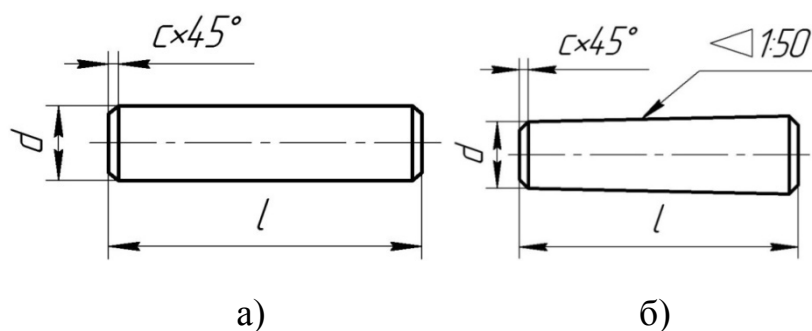


Рисунок 1.10 – Різновиди штифтів

Умовне позначення штифта циліндричного діаметром 12 мм, довжиною 60 мм, виконання 2

Штифт 12 h8 × 60 ГОСТ 3128-70.

1.2.3 З'єднання шпонкою

З'єднання (рис. 1.11) складається з вала (дет. 1), втулки (дет. 2) або зубчастого колеса та шпонки (дет. 3). В спеціальну канавку-паз, що знаходиться на валу, вставляють шпонку, потім насаджують на вал втулку чи колесо.

Шпонка – з'єднувана стандартна деталь, яка слугує для передачі руху обертання між валом та насадженим на нього колесом, забезпечуючи їх одночасне обертання.

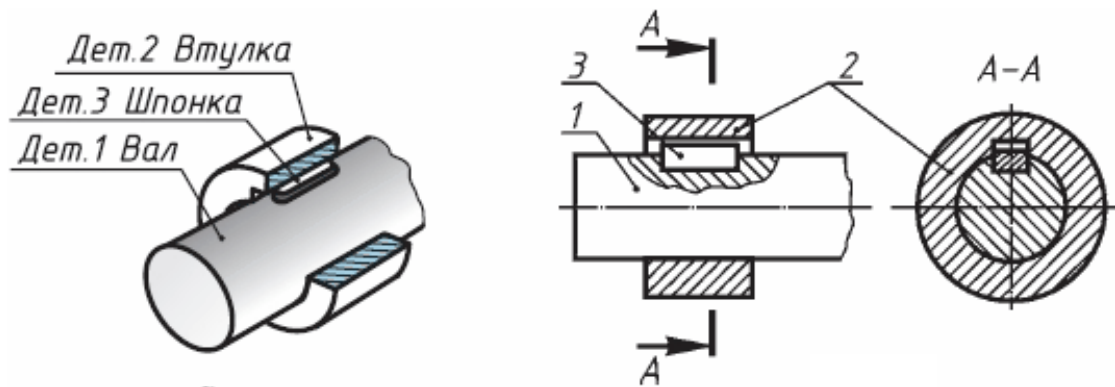


Рисунок 1.11 – З'єднання шпонкою

Для механічних виробів перевагу надають призматичним шпонкам за ГОСТ 23360-78*. Розміри ширини b , висоти h та довжини l шпонки підбирають за діаметром вала d (рис. 1.12), на який насаджені колесо та шпонка.

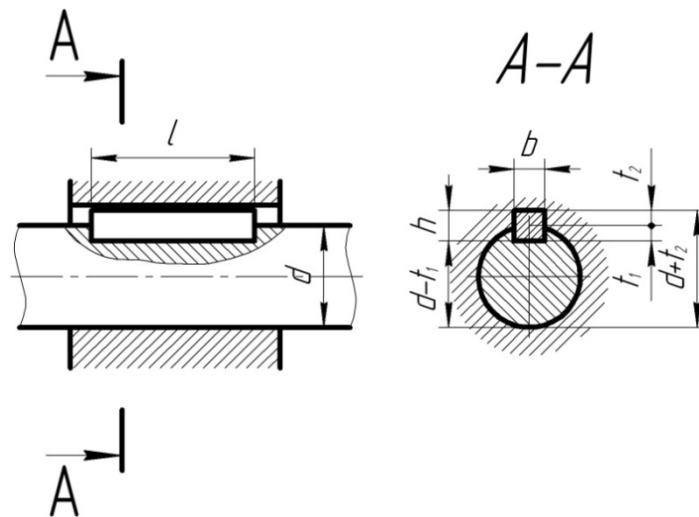


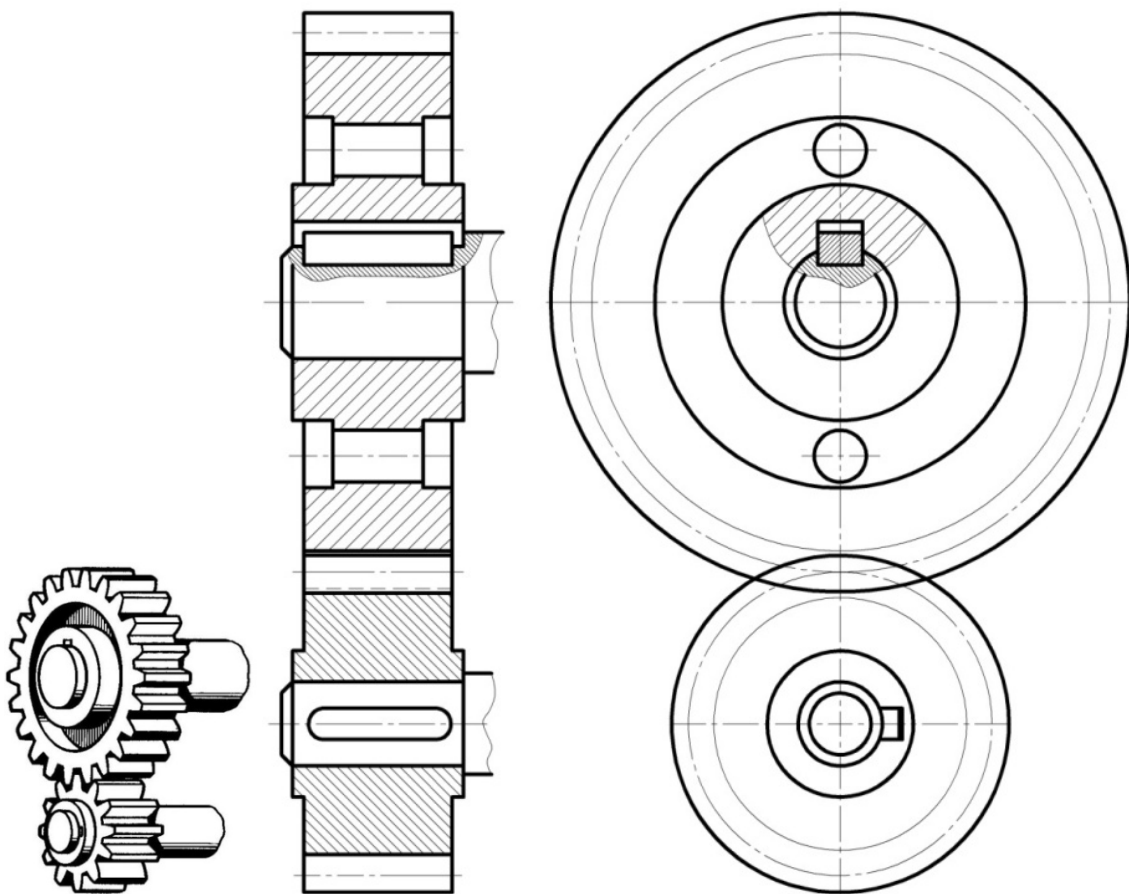
Рисунок 1.12 – Стандартні розміри шпонки

Шпонку можна застосовувати не тільки для передачі обертального руху від деталі до вала але й, навпаки, від вала до деталі – шківа, зубчастого колеса, маховика, кулачка, ручки тощо.

Умовне позначення шпонки виконання 1, шириною $b = 8 \text{ мм}$, висотою $h = 7 \text{ мм}$, довжиною $l = 40 \text{ мм}$

Шпонка 8×7×40 ГОСТ 23360-78.

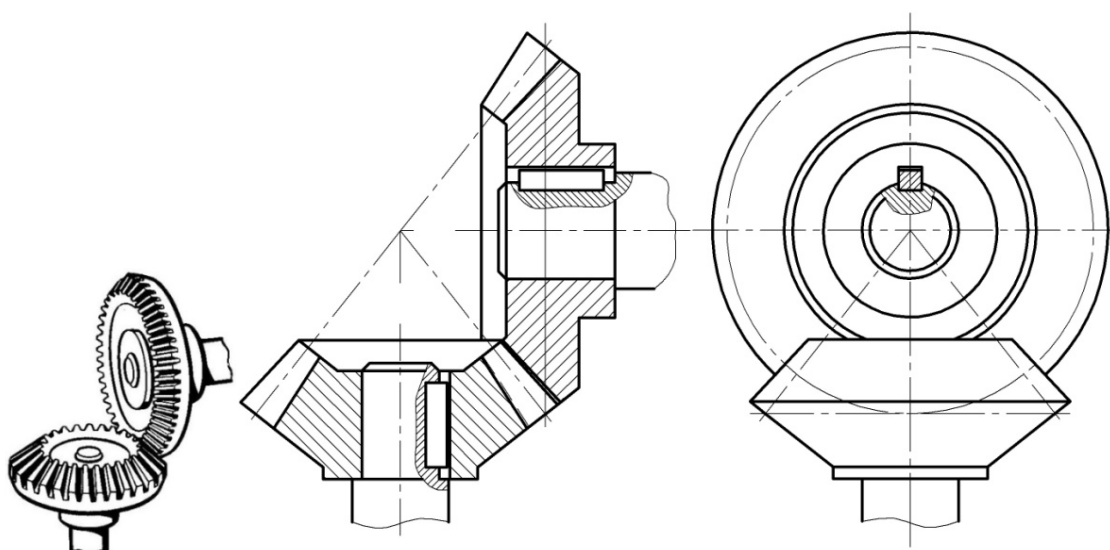
В машинобудуванні до найбільш поширених передач зі з'єднанням «шпонкою» відносять циліндричну, конічну, черв'ячну зубчасті передачі (рис. 1.13–1.15).



а) наочне зображення

б) кресленик зображення

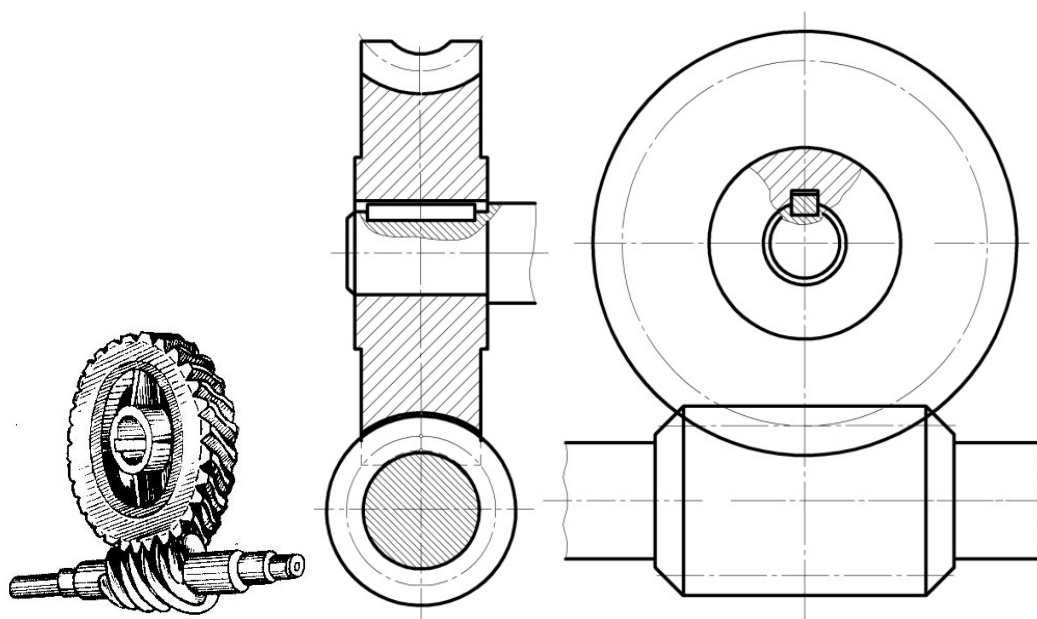
Рисунок 1.13 – Циліндрична зубчаста передача



а) наочне зображення

б) кресленик зображення

Рисунок 1.14 – Конічна зубчаста передача



а) наочне зображення

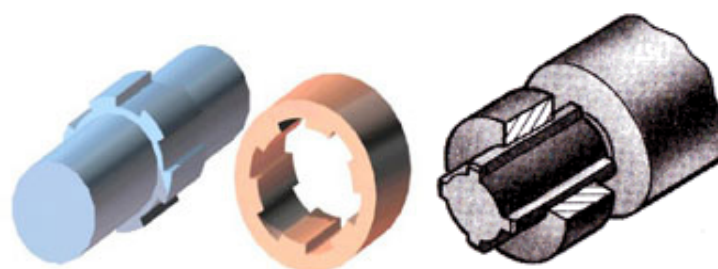
б) кресленик зображення

Рисунок 1.15 – Черв'ячна зубчаста передача

1.2.4 З'єднання шліцьові

З'єднання (рис. 1.16) складається з вала (дет. 1), який утримує шліци, та втулки (дет. 2), або зубчастого колеса. Форма шліців може мати прямокутний, евольвентний або трикутний профіль.

Шліци – це паралельні пази, які виконані на циліндричній поверхні деталі та направлені паралельно осі.



а) складові з'єднання

б) з'єднання

Рисунок 1.16 – З'єднання шліцями

В умовному позначенні шліцьового з'єднання з прямим бічним профілем зубців, що є найбільш розповсюдженим, вказують: систему центрування втулки відносно вала, число зубців z , внутрішній діаметр d , зовнішній діаметр D , ширину зубця b , граничні відхилення.

Приклад умовного позначення: з центруванням щодо внутрішнього діаметра; з'єднання з числом зубців $z = 8$, внутрішнім діаметром $d = 46$ мм,

зовнішнім діаметром $D = 54 \text{ мм}$, шириною зубця $b = 9 \text{ мм}$, з полем допуску вала за внутрішнім діаметром $d-h7$, з боковими гранями зубців – $f8$, з полем допуску отвору відцентрованого діаметра $d-H7$, з боковими гранями зубців – $D9$

позначення вала: $d-8 \times 46h7 \times 54 \times 9f8$,

позначення втулки: $d8 \times 46H7 \times 54 \times 9D9$.

1.2.5 З'єднання шплінтом

Шплінт – конструктивний елемент, являє собою частину дроту (з лискою за довжиною), зігнутий вдвоє плоскою частиною всередину так, що в місці згинання утворюється петля, а кінці дроту щільно притиснуті один до одного (рис. 1.17).

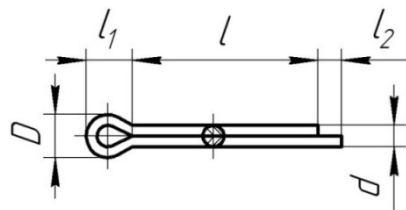


Рисунок 1.17 – Зображення шплінта

Шплінт використовується як фіксувальний елемент слабо навантажених спряжених деталей та для запобігання самовідгвинчування корончатої гайки з вихідним різьбовим кінцем болта чи шпильки (рис. 1.18).

Шплінт вставляють в наскрізний отвір. Кінці шплінта, що виходять з гайки, розводять (для зручності процедури розведення одну половинку шплінта виготовляють довшою за іншу).



Рисунок 1.18 – З'єднання шплінтом

Умовне позначення шплінта циліндричного діаметром 12 мм , довжиною 60 мм , виконання 2

Шплінт 12 h8 × 60 ГОСТ 397-79.

1.3 Нерознімні з'єднання

Такі з'єднання передбачають лише одну операцію збирання, оскільки процедура розбирання веде до руйнування складових виробу.

До вказаних з'єднань відносять: зварні, паяні, клейові шви.

1.3.1 З'єднання зварюванням

Зварюванням називається процес отримання нерознімного з'єднання двох або більше деталей з твердих матеріалів (металів) шляхом їх місцевого сплавлення або спільного деформування.

Зварюванням з'єднуються марки сталі, чавуну, міді, латуні, бронзи, алюмінієвих сплавів та термопластичні пластмаси (вініпласт, капрон, полістирол та ін.).

Різновиди зварних швів. Залежно від взаємного розташування в просторі з'єднуваних металевих деталей (рис. 1.19) розрізняють такі шви: стикові (С), кутові (У), таврові (Т) і внапусток (Н).

Ці шви, залежно від форми підготовлених кромок, характеру зварного шва, мають відповідні стандартизовані цифрові позначення:

С1, С2, С5, С7, С8, С10, С15, С17 – для стикових швів;

У1, У4, У5, У6, У7, У9, У10 – для кутових швів;

Т1, Т3, Т6, Т8 – для таврових швів;

Н1, Н2 – швів внапусток.

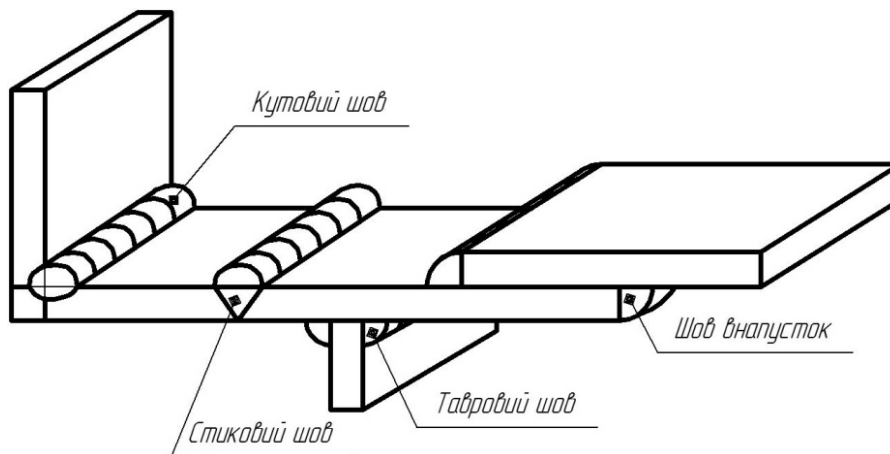


Рисунок 1.19 – Різновиди зварних швів

Стикове зварне з'єднання. В цих з'єднаннях зварні елементи розташовуються в одній площині або на одній поверхні. Вони найбільш поширені та використовуються при виготовленні сталевих колон, балок, резервуарів, трубопроводів, доменних печей, газоходів, газопроводів тощо. Ці з'єднання також мають своє застосування в машинобудуванні, зокрема при виготовленні літаків, ракет, суден.

Кутове зварне з'єднання. Зварне з'єднання двох елементів, розташованих під кутом і зварених в місці дотикання їх країв, називається кутовим. Зустрічається в сталевих колонах, балках, фермах, резервуарах, трубопроводах.

Таврове з'єднання. Набуло використання в сталевих колонах, фермах, машинобудівних конструкціях, балках, літаках, суднах тощо.

З'єднання внапусток. Зварні елементи розташовуються паралельно і перекривають один одного. Величина перекриття має бути в певних межах і залежить від товщини зварюваних деталей. Зустрічаються при виготовленні ферм, резервуарів, баків.

Для кутового, таврового та з'єднання внапусток використовують позначення $\triangle$ катета шва k . Значення катета залежить від товщини скріплювальних деталей S_1 та S_2 . Значення товщини S_1 і S_2 порівнюють між собою та вибирають менше. Величину катета шва k визначають як половину товщини з меншим значенням. Наприклад, якщо $S_1 > S_2$, то значення катета $k = 0,5 S_2$.

Знак $\triangle$ виконують суцільними тонкими лініями. Висота знаки має бути однаковою з висотою цифр, якими позначають шов.

Форми підготовлених кромки для виконання зварного шва показані на рисунку 1.20: з одного боку деталі товщиною S_1 (рис. 1.20, а), з двох боків деталі товщиною S_1 (рис. 1.20, б), та двох деталей (рис. 1.20, в).

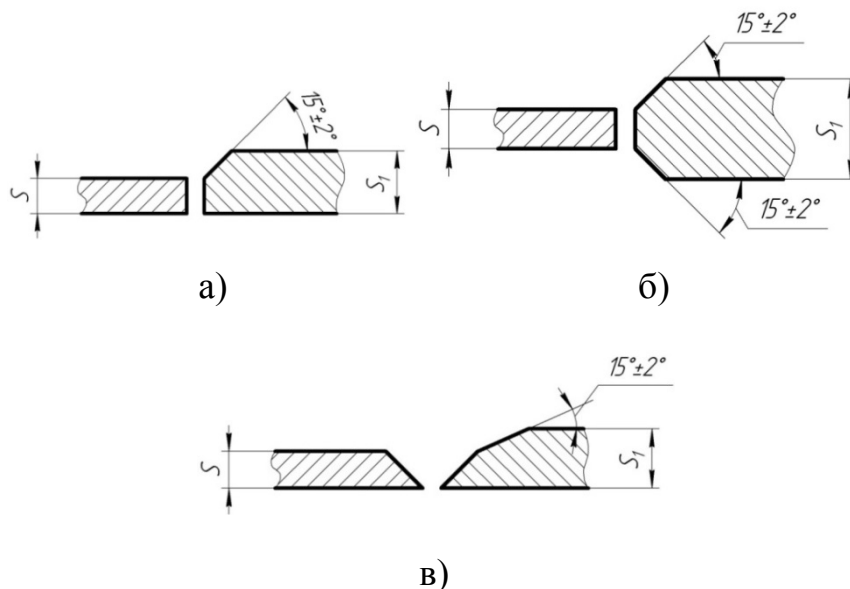


Рисунок 1. 20 – Форми підготовлених кромки

Згідно з ГОСТ 19521-80 зварювання металів класифікується за фізичними, технічними і технологічними ознаками. Залежно від характеру джерел тепла і способу з'єднання деталей зварювання поділяють на декілька видів (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Різновиди зварювання

ГОСТ	Вид зварювання
5264-80	Ручне електродугове
8713-79	Автоматичне і напівавтоматичне під флюсом
11533-75	Автоматичне та напівавтоматичне під флюсом
11534-75	Ручне електродугове (з гострим та тупим кутами)
ІЗ77І-76	Електродугове в захисних газах
14776-79	Електрозаклепкове
14806-80	Дугове з аргонія та алюмінієвих сплавів
15164-78	Електрошлакове
15878-79	Електрозварювання контактне
16037-80	Шви зварних з'єднань трубопроводів
16038-80	Шви зварних з'єднань трубопроводів з міді та мідно-нікелевого сплаву
16310-60	Зварні з'єднання з вініпласту та поліетилену
16090-80	Шви зварних з'єднань з двошарової корозійностійкої сталі

Джерелом тепла може бути електродуга, полум'я автогену, струм високої частоти, вибух, тертя деталей між собою, промінь світла тощо.

Найбільш поширене дугове електрозварювання (ГОСТ 5264-80), яке здійснюється електричною дугою, що виникає між електродом і зварюваними деталями.

На рис. 1.21 показана структура умовного позначення нестандартного шва.

1.3.1.1 Умовні позначення швів зварних з'єднань

ГОСТ 2.312-72 встановлює умовні зображення та позначення швів зварних з'єднань.

1. Шов зварного з'єднання, незалежно від способу зварювання, умовно зображують: видимий – суцільною основною лінією (рис. 1.22, а); невидимий – штриховою лінією (рис. 1.22, б).

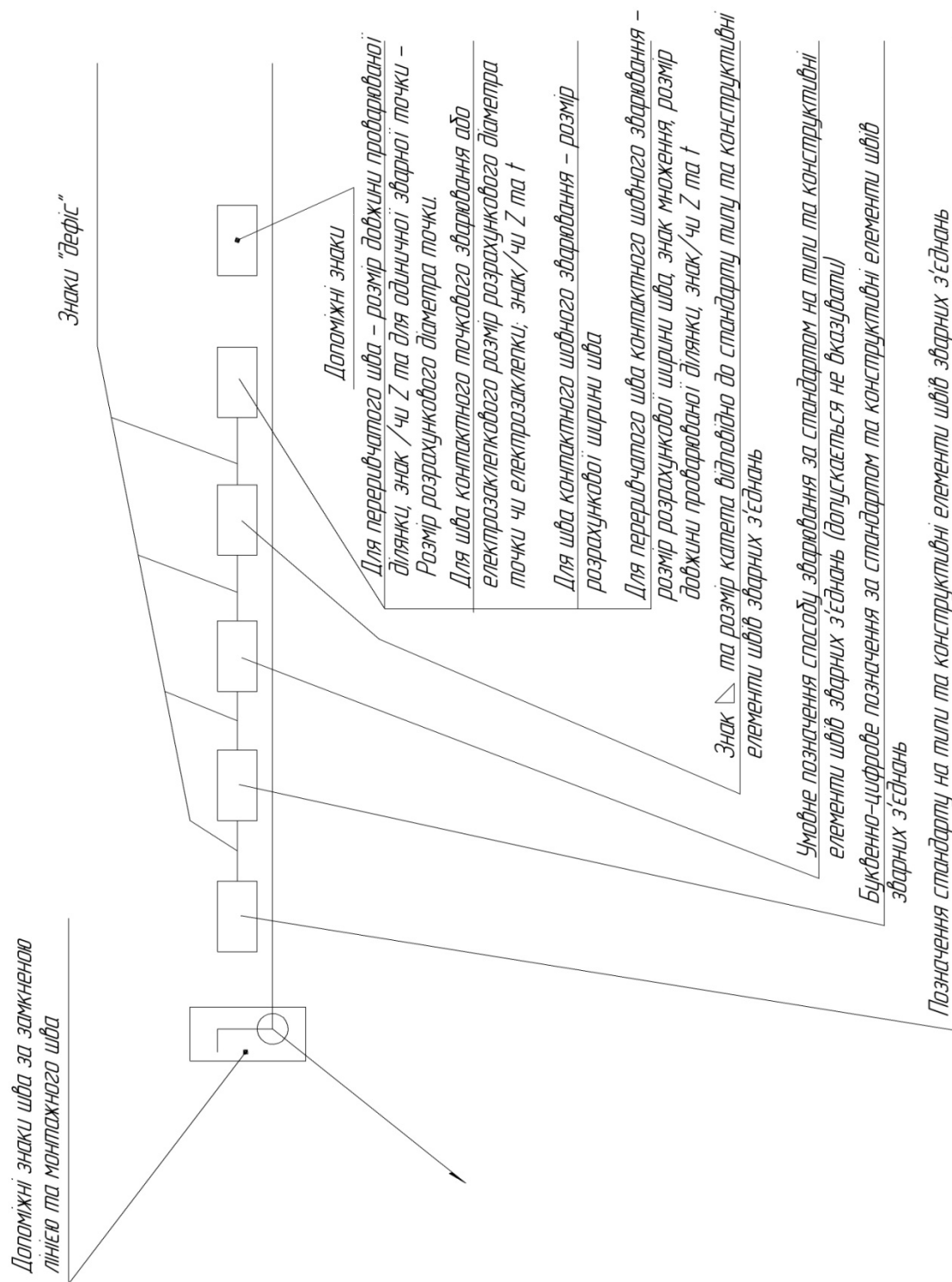


Рисунок 1.21 – Структура позначення зварного шва

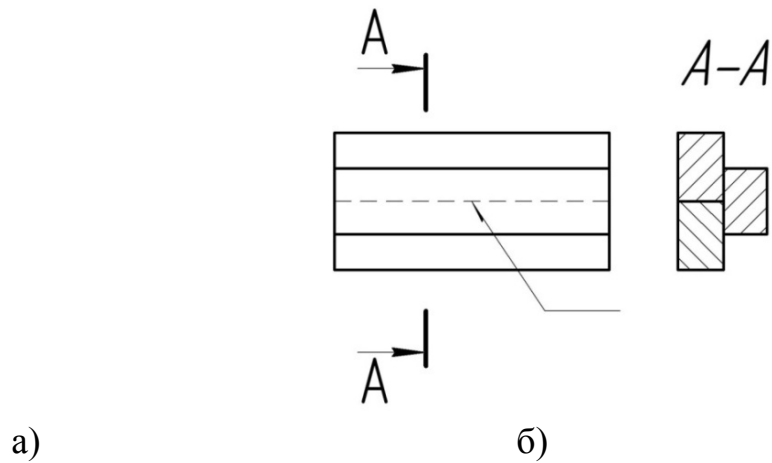


Рисунок 1.22 – Позначення видимого та невидимого зварних швів

2. Видиму окрему точку, незалежно від способу зварювання, зображують знаком «+» (рис. 1.23, а), який виконують суцільними лініями (рис. 1.23, б).

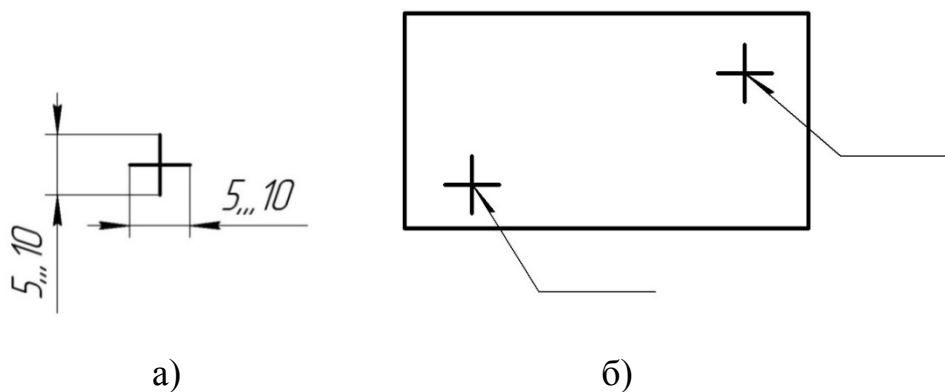


Рисунок 1.23 – Позначення точкового зварного шва

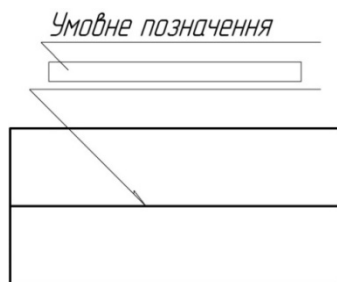
3. Умовне позначення шва наносять:

а) на поличці лінії-виноски, яка проводиться від зображення шва з лицьової сторони (рис. 1.24, а);

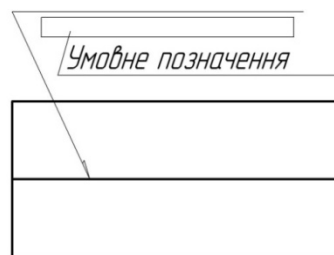
б) під поличкою лінії-виноски, яка проводиться від зображення шва зі зворотної; сторони (рис. 1.24, б).

4. Позначення шорсткості механічно обробленої поверхні шва наносять на поличці або під нею після умовного позначення шва.

Допоміжні знаки (табл. 1.2) мають бути однакової висоти з цифрами, які входять в позначення шва. В основному позначенні шва допоміжні знаки виконують суцільними тонкими лініями.



а) для видимого шва



б) для невидимого шва

Рисунок 1.24 – Умовне позначення зварного шва

Таблиця 1.2 – Допоміжні знаки для позначення зварних швів

Ч. ч.	Допоміж-ний знак	Значення допоміжного знака	Розташування допоміжного знака відносно полички лінії виноски	
			З лицьової сторони	Зі зворотної сторони
1.		Підсилювання шва зняти		
2.		Напливи і нерівності шва обробити з плавним переходом до основного металу		
3.		Шов виконати при монтажі виробу, на місці застосування		
4.		Шов переривчастий або точковий з шаховим розташуванням. Кут нахилу лінії 60°		
5.		Шов переривчастий або точковий з шаховим розташуванням		
6.		Шов по замкнутій лінії. Діаметр знака – 3.....5 мм		
7.		Шов за незамкненою лінією. Знак застосовують, якщо розташування шва зрозуміло з кресленика.		

6. За наявності на кресленику однакових швів, наприклад восьми, позначення наносять біля одного із зображень (рис. 1.25, а), а від зображень інших однакових швів проводять лінії-виноски з поличками (рис. 1.25, б) та присвоюють один порядковий номер (№1), який наносять як 8№1.

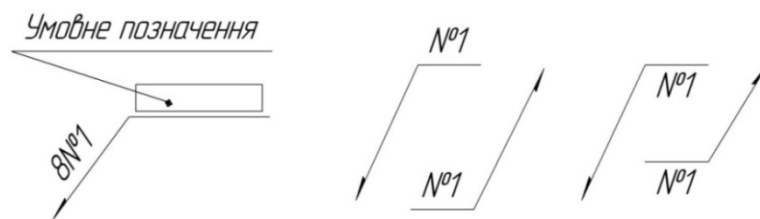


Рисунок 1.25 – Умовне позначення шести однакових зварних швів

1.3.1.2 Приклади умовних позначень стандартних швів

З'єднання внапусток (рис. 1.26, а, б). Вказане на рис. 1.26 позначення читається так: «Шов з'єднання внапусток без скошу країв, однобічний, виконаний ручним дуговим зварюванням. Шов за незамкненою лінією. Катет шва 3 мм.»

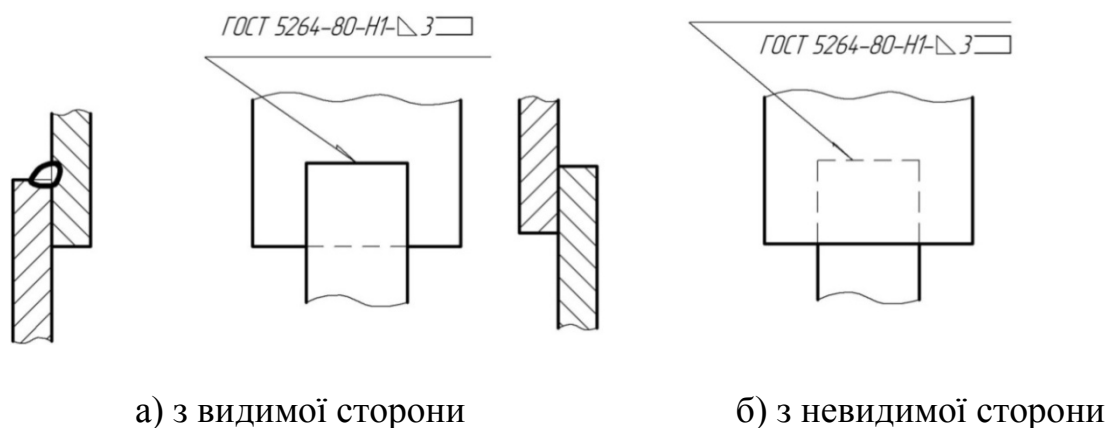


Рисунок 1.26 – Умовне позначення з'єднання внапусток

Кутове зварне з'єднання (рис. 1.27). Вказане позначення читається так: «Шов кутового з'єднання без скошу країв, однобічний, виконаний ручним дуговим зварюванням. Шов переривчастий, з шаховим розташуванням. Довжина зварювальної ділянки 50 мм. Крок 100 мм. Катет шва 6 мм.»

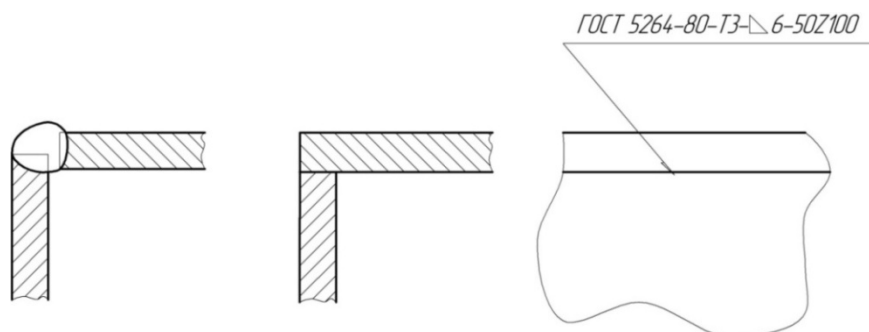


Рисунок 1.27 – Умовне позначення кутового з'єднання

Таврове з'єднання (рис. 1.28). Вказане позначення читається так: «Шов таврового з'єднання без скосу країв, двобічний, виконаний ручним дуговим зварюванням. Катет шва 4 мм.»

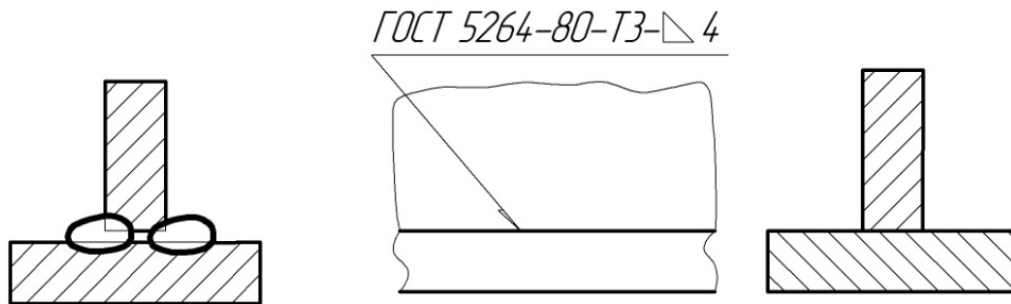


Рисунок 1.28 – Умовне позначення таврового з'єднання

Стикове з'єднання (рис. 1.29). «Шов стикового з'єднання зі скосом одного краю, однобічний, виконаний ручним дуговим зварюванням.»

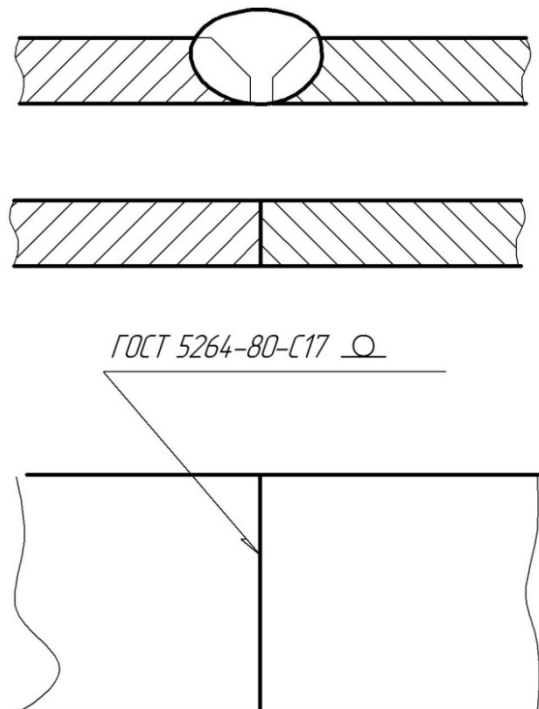


Рисунок 1.29 – Умовне позначення стикового з'єднання

1.3.1.3 Умовності та спрощення позначень зварних швів

1. Кількість однакових швів допускається вказувати на лінії-виносці, яка має поличку з нанесеним позначенням (рис. 1.30). Шви вважають однаковими, якщо: однакові їх типи і розміри конструктивних елементів в поперечному перерізі; до них висуваються одні і ті ж технічні вимоги.

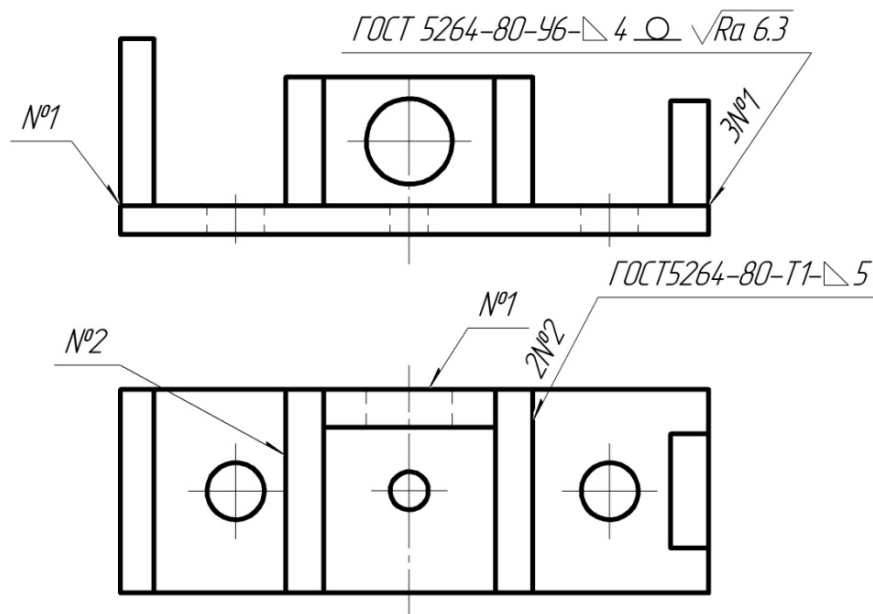


Рисунок 1.30 – Позначення однакових швів

2. На креслениках симетричних виробів (рис. 1.31), при наявності на зображенні осі симетрії, допускається відмічати лініями-виносками і позначати шви тільки на одній із симетричних частин зображень виробу.

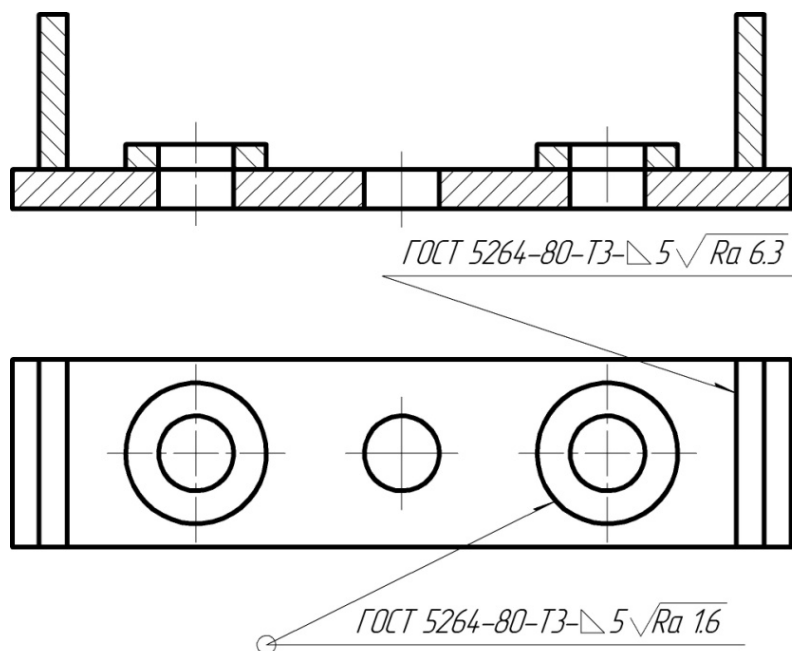


Рисунок 1.31– Позначення симетричних швів

3. На креслениках виробу, що має однакові складові частини, приварені однаковими швами (рис. 1.32), допускається ці шви відмічати лініями-виносками і позначати тільки біля одного з зображень однакових частин, переважно біля зображення, від якого показана лінія-виноска з номером позиції.

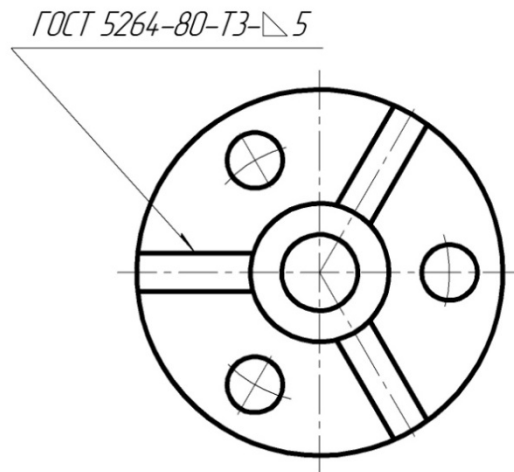
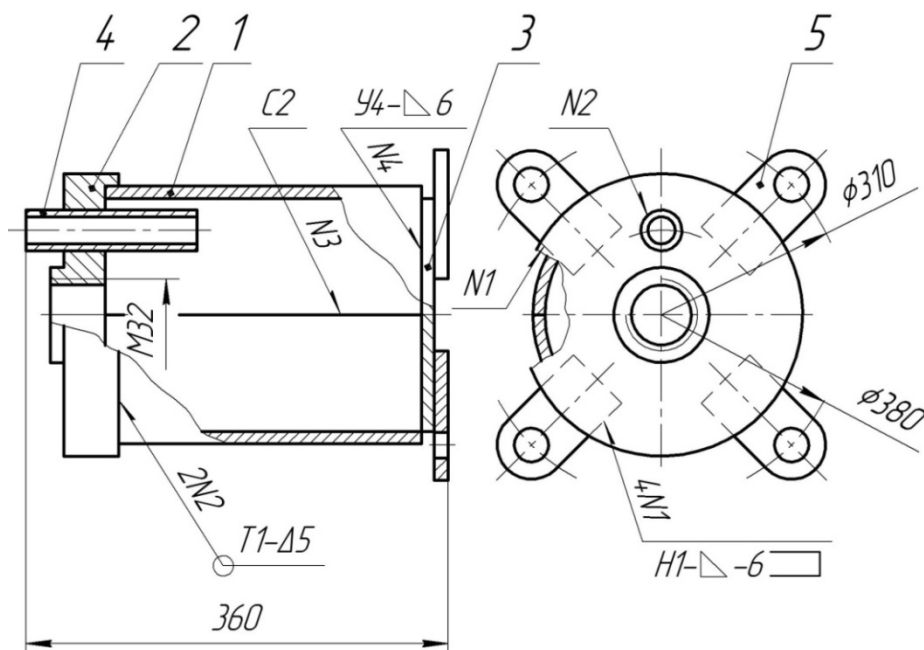


Рисунок 1.32 – Позначення однакових складових частин швів

4. При наявності на кресленку більше трьох швів, які виконані за одним і тим же стандартом (рис. 1.33), позначення стандарту вказують в технічних вимогах кресленка записом типу «Зварні шви за ГОСТ...».



Зварні шви за ГОСТ 5264-80

Рисунок 1.33– Позначення зварних швів, які виконані за одним стандартом

1.3.2 З'єднання заклепками

Заклепкові шви (рис. 1.34) виконують за допомогою заклепок – деталей, що являють собою циліндричний стержень, який має на одному кінці закладну головку і призначений для нерознімного з'єднання виробів або частин споруд. Замикальна головка утворюється під час клепаання.

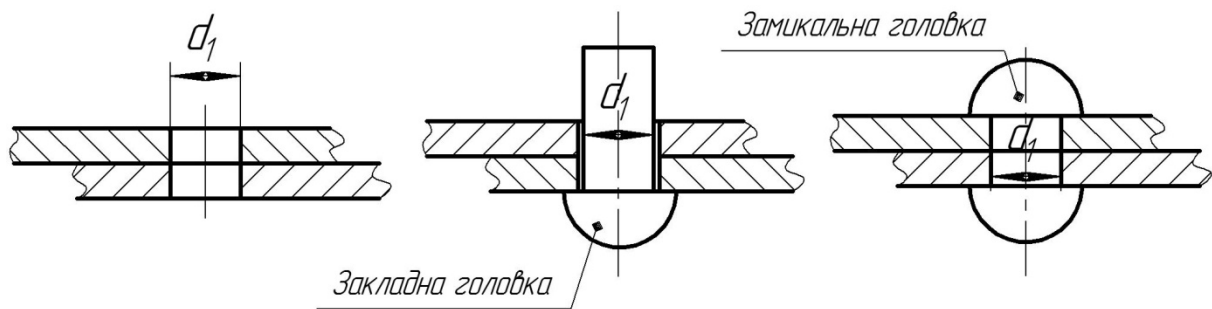
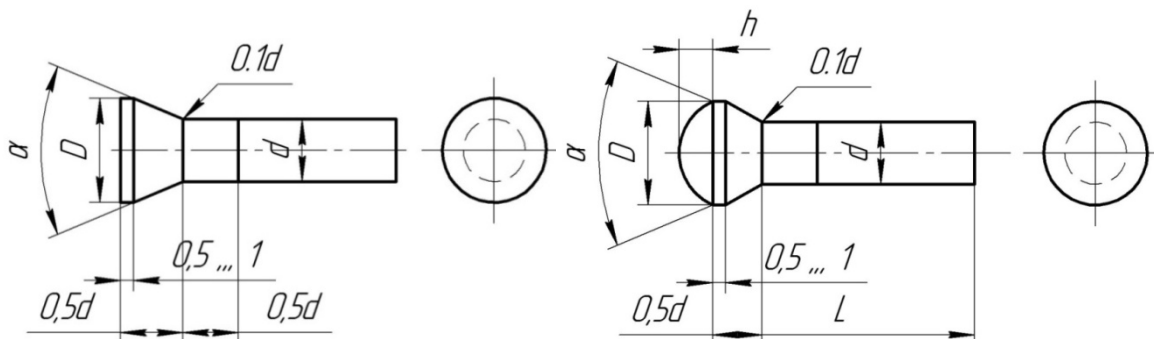


Рисунок 1.34 – Заклепкові шви

В сучасному машинобудуванні використовуються заклепки з різноманітною формою головки, серед них найбільш розповсюджені заклепки з напівкруглою, з потайною та напівпотайною головками (рис. 1. 35, а–в).

а) напівкругла



$\alpha=90^\circ$ при α до 8мм
 $\alpha=75^\circ$ при α від 10 до 14мм
 $\alpha=60^\circ$ при α від 16 до 24мм

б) потайна

в) напівпотайна

Рисунок 1.35 – Форми головок для заклепок

2 ВИКОНАННЯ ТА ЧИТАННЯ СКЛАДАЛЬНИХ КРЕСЛЕНИКІВ

Складальним креслеником називається кресленик, що містить зображення виробу та інші дані, необхідні для його складання (виготовлення) та контролю.

2.1 Правила оформлення

Згідно з вимогами ГОСТ 2.109-73 складальний кресленик має містити:

- а) зображення виробу з достатньою кількістю виглядів, розрізів і перерізів, необхідних для виконання з'єднання;
- б) відомості щодо шорсткості при обробці деталей в процесі складання;
- в) розміри, необхідні для виготовлення, інші параметри та вимоги, що виконуються та контролюються в процесі складання;
- г) вказівки про характер сполучення рознімних частин виробу, якщо точність сполучення забезпечується не заданими відхиленнями розмірів, а підбором, підгонкою тощо;
- д) габаритні, встановлювальні, експлуатаційні, монтажні розміри;
- е) основний напис, який виконується за стандартом (ГОСТ 2.104-68);
- є) технічні характеристики виробу.

До складального кресленика додають специфікацію (ГОСТ 2.108-68), де вказується найменування виробу, позначення, найменування та кількість деталей, інші дані.

Специфікація є одним з основних конструкторських документів для складальної одиниці. Виконується згідно зі стандартом (ГОСТ 2.108-68). Складають специфікацію на кожний вузол на окремих аркушах формату А4.

В загальному випадку специфікація складається з розділів, які розміщуються в такій послідовності: документація, комплекси; складальні одиниці; деталі; стандартні вироби; інші вироби; матеріали; комплекти.

В навчальній практиці розробку складальних креслеників рекомендується наближати до вимог, що стосуються креслеників загального вигляду, тобто з найбільш повною інформацією відносно кожної деталі та складальної одиниці в цілому щодо форми, розмірів, взаємодії деталей, характеру з'єднань тощо

2.1.1 Умовності та спрощення, що використовуються на складальних креслениках

Відповідно до вимог ГОСТ 2.109-73 складальні кресленики допускається виконувати спрощено.

1. На складальних креслениках можуть бути не показані:

- а) фаски, скруглення, проточки, заглибини, накатки, насічки, ухили, збіги та недорізи різьби, інші дрібні елементи деталей;

- б) щілини між різьбовими стержнями і отворами;
 - в) деталі кришки, кожухи, перегородки, щитки тощо, якщо необхідно показати закриті ними частини виробу. В цьому випадку над зображеннями поміщають напис типу: «Кришка 3 не показана»;
 - г) написи на табличках, шкалах, фірмових планках тощо із зображенням тільки контуру планки, таблички та інше.
2. Вироби з прозорих матеріалів на складальних кресленнях зображають як непрозорі; допускається показувати як видимі елементи, які розташовані за прозорими предметами, наприклад, стрілки приладів, шкали тощо.
3. Частини виробу, що знаходяться за пружиною, зображають лише до зони, обмеженої осьовими лініями витків.
4. Складові частини виробу, на які оформлені самостійні складальні креслення, допускається зображати без розрізу.
5. Якщо виріб містить декілька однакових складових частин (колеса, опорні котки тощо), допускається виконувати повне зображення лише однієї частини, а решта зображають – спрощено у вигляді зовнішніх обрисів.
6. Зварні, паяні, клейові вироби на складальних кресленнях в розрізах та перерізах заштриховують як одне монолітне тіло.
7. Відповідно до ГОСТ 2.315-68 кріпильні деталі можуть бути виконані спрощено або умовно.

2.1.2 Штрихування на складальних кресленнях

Правила штрихування полягають в тому, що:

- а) одна і та ж деталь на всіх розрізах та перерізах штрихується однаково, тобто з нахилом в одну і ту ж сторону, з однаковими відстанями між штриховими лініями;
- б) суміжні деталі штрихуються у різних напрямках (зустрічне штрихування). Якщо в розріз потрапляють декілька суміжних деталей, то слід змінити відстань між лініями штрихування або створити зсув ліній штрихування в одному перерізі відносно іншого, не змінюючи їх нахилу;
- в) якщо зварний, паяний, клейовий вузли зображені окремо, то штрихування всіх його деталей виконують в різних напрямках.

Якщо ж такий вузол зображений на складальному кресленнику з іншими вузлами або деталями, то всі деталі зварного вузла штрихуються в одну сторону.

Приклад складального кресленника та специфікація до нього відповідно показано на рис. 2.4, 2.5. Читання трьох деталей до них будуть розглянуті в підрозділі «Деталювання».

2.2 Деталювання

Деталювання – це процес розробки робочих креслеників деталей за складальним креслеником.

Тобто, під деталюванням розуміють процес розробки робочих креслеників деталі за складальним виробом, призначених для виготовлення, ремонту і контролю виробу та його складових частин. Процес деталювання складається з підготовчої стадії та стадії безпосереднього виконання робочого кресленика.

2.2.1 Послідовність виконання деталювання

1. Перед початком роботи з деталювання складального кресленика в специфікації відзначають всі оригінальні деталі, не беручи до уваги стандартні вироби.

2. У специфікації знаходять найменування зображеної деталі, матеріал, з якого вона виготовлена, її масу.

3. Зазначену деталь знаходять на всіх зображеннях складального креслення, вивчають її зовнішню та внутрішню форми, визначають її габаритні розміри.

4. Відповідно до ГОСТ 2.305-68 вибирають головне зображення деталі. Головним зображенням може бути вигляд, розріз або поєднання вигляду з розрізом (для симетричних деталей). Положення головного зображення деталі на робочому кресленні може і не відповідати її положенню на головному вигляді складального кресленика.

Деталі, виготовлені обточуванням і розточуванням (осі, втулки, вали, штоки, фланці та їм подібні), показують на головному зображенні, як правило, горизонтально, тобто в тому положенні, в якому вони обробляються на токарному верстаті.

5. Визначають необхідну кількість зображень (виглядів, розрізів, перерізів, виносних елементів), виходячи з того, що кількість зображень має бути мінімальною, але достатньою для повного уявлення про форму, розміри деталі. Кількість і характер зображень деталі на робочому кресленні може відповідати або не відповідати числу зображень на складальному кресленні.

6. Вибирають масштаб зображення деталі (ГОСТ 2.302-68). При деталюванні не обов'язково дотримуватися одного і того ж масштабу для всіх робочих креслеників деталі. Деталі малих розмірів або складної форми рекомендується виконувати в збільшеному масштабі, це дасть можливість чіткіше виявити окремі конструктивні форми деталі, нанести всі розміри та написи. Якщо деталь дуже велика, то її креслять в зменшеному масштабі.

7. Відповідно до ГОСТ 2.301-68 вибирають формат, необхідний для виконання робочого кресленика. При необхідності використовують не тільки основні, але й додаткові формати.

8. Виконують компонування кресленика, тобто намічають розміщення всіх зображень деталей на прийнятому форматі.

9. Тонкими лініями креслять вигляди, розрізи, перерізи та виносні елементи, дотримуючись вимог ГОСТ 2.305-68.

10. Проводять виносні та розмірні лінії. Кількість розмірів має бути мінімальною, але достатньою для виготовлення та контролю деталей. Особливу увагу слід звертати на те, щоб номінальні розміри деталей, що з'єднуються між собою, не мали розбіжностей. Розміри конструктивних елементів (фасок, центрових отворів, проточок, ухилів та ін.) визначають не на складальному кресленнику, а за відповідними стандартами на ці елементи.

12. Обводять кресленики, виконують штрихування розрізів і перерізів.

13. Наносять позначення шорсткості поверхонь, виходячи з технології виготовлення деталі та її призначення.

14. Кресленики перевіряють, при необхідності вносять виправлення, заповнюють основний напис, записують технічні вимоги, тобто остаточно оформлюють робочий кресленик деталі відповідно до вимог ГОСТ 2.109-73.

15. Будують наочні зображення деталей, рекомендованих викладачем (ізометрію та диметрію з вирізом 1/4 частини зображення) згідно з варіантом.

2.2.2 Основні вимоги до робочого кресленика деталі

Виконуючи робочий кресленик деталі слід враховувати вимоги стандарту (ГОСТ 2.109-73).

Згідно зі стандартом креслення має містити:

– необхідну кількість виглядів, розрізів, перерізів, виносних елементів з тим, щоб з їх допомогою можна було повністю показати конструктивну форму деталі, при цьому деталь потрібно розташувати так, щоб головний вигляд давав найбільш повне уявлення про форму та розміри деталі;

– розміри, необхідні для виготовлення та контролю деталей;

– позначення шорсткості поверхонь;

– дані про термообробку, інші технічні вимоги;

– матеріал, з якого виготовлена деталь, та стандарт на нього.

2.2.2.1 Зображення деталей

1. Як зазначалось вище, розташування та число проєкцій деталі на складальному кресленнику вузла, в який вона входить, не є визначальними для її робочого кресленика.

2. Робочий кресленик деталі має містити необхідну кількість виглядів, розрізів, перерізів, що дають можливість зрозуміти конструктивну форму та її елементи.

Деталі, що мають форму тіла обертання, зображають в одній або двох проєкціях. Деталі нескладної конфігурації показують в двох проєкціях.

Деталі, що мають порівняно складну конфігурацію – станини, корпуси, кришки, важелі тощо, – креслять в трьох, а іноді, в більшій, кількості зображень.

При зображенні деталі, якою б вона не була складною, на робочому кресленні слід уникати невидимого контуру, використовуючи для виявлення внутрішньої форми розрізи, перерізи, виносні елементи.

3. Головний вигляд деталі не завжди визначається її зображенням на головному вигляді складального креслення вузла, в який вона входить.

Головний вигляд деталі на робочому кресленні має відповідати: робочому положенню деталі вузла чи положенню, зручному для креслення.

Деталі, що мають форму обертання та оброблені на токарному верстаті обточуванням, розточуванням (вали, осі, втулки, шпинделі тощо), слід розташовувати горизонтально; деталі складних форм (корпуси, стояки, кришки, станини тощо) зображають в робочому положенні або в положенні, зручному для викреслювання.

4. При виборі масштабу зображень слід враховувати величину і складність форми деталі.

5. На робочому кресленнику деталі мають бути відображені всі елементи її конструкції, які на складальному кресленнику не показуються. До них відносять елементи деталі, пов'язані з технологією виготовлення та обробки:

- а) ливарні та штампувальні заокруглення, ухили, конусності;
- б) проточки та канавки для виходу різьбонарізного і шліфувального інструменту;
- в) конструктивні особливості пружин, які на складальному кресленнику зображають спрощено, на робочому кресленнику мають бути виконані відповідно до ГОСТ 2.401-68;
- г) зовнішні і внутрішні фаски на деталях, які полегшують процес складання виробу.

2.2.2.2 Нанесення розмірів

1. Розміри деталей визначаються, в основному, за масштабом складального кресленника.

2. При нанесенні розмірів потрібно враховувати:

- а) спосіб виготовлення деталей (лиття, штампування тощо);
- б) обробку деталі (на яких верстатах, якими інструментами, як встановлюється деталь на верстаті);
- в) порядок обміру деталі при виготовленні;
- г) необхідність деяких розмірів при з'єднанні їх з іншими деталями.

3. Вказані вище умови визначають вибір баз, від яких проставляються розміри.

Розрізняються такі різновиди баз:

а) конструктивні бази – сукупність поверхонь, ліній або точок, що визначають положення елементів деталі щодо вузла за розрахунками конструктора;

б) технологічні або встановлювальні бази – поверхні щодо яких орієнтують оброблювану деталь при виготовленні;

в) вимірювальні бази – поверхні або сума поверхонь, відносно яких встановлюється відлік розмірів при обмірі готових деталей; вимірювальною базою можуть слугувати вісь обертання деталі, вісь симетрії;

г) складальні бази – сукупність поверхонь, ліній і точок, відносно яких орієнтують решту деталей при складанні виробу.

Основною, звичайно, вважається встановлювальна база. Деталь може мати декілька баз, які мають бути пов'язані між собою точними розмірами.

4. На креслениках застосовують три способи нанесення розмірів: ланцюговий, координатний і комбінований.

5. Число розмірів на кресленнику має бути мінімальним, але необхідним та достатнім для повного визначення геометричної форми, величини та взаємного розташування поверхонь, а також для виготовлення та контролю деталей.

6. Кожен розмір проставляється на кресленнику тільки один раз.

7. При зображенні на одній проекції зовнішньої форми деталі спільно з розміром доцільно проставляти зовнішні розміри з боку зовнішнього вигляду, а розміри внутрішніх форм – з боку розрізу.

8. На невидимому контурі деталі розміри не проставляються.

9. При нанесенні розмірів на кресленнях слід керуватися вимогами ГОСТ 2.307-68.

2.2.2.3 Графічні позначення матеріалів і правила нанесення їх на креслениках

1. Графічні позначення матеріалів в розрізах та перерізах виконуються відповідно до ГОСТ 2.306-68.

2. Перерізані деталі штрихують суцільними тонкими лініями під кутом 45° до рамки креслення, з відстанню між лініями штрихування 1–10 мм.

3. Для всіх перерізів даної деталі, виконаних в одному масштабі, відстань між сусідніми лініями штрихування приймають однаковою.

Лінії штрихування наносять з нахилом під кутом 45° . У випадку, коли лінії контуру збігаються з напрямом штрихування, нахил ліній штрихування становить 30° або 60° .

2.2.3 Шорсткість поверхонь

Шорсткістю поверхні називають сліди, нерівності у вигляді западин і виступів, які залишаються на оброблюваній поверхні від різальних інструментів (різців, фрез, шліфувальних кругів тощо).

Терміни й означення шорсткості поверхонь встановлено ГОСТ 25142-82, а параметри та характеристики – ГОСТ 2789-73. На креслениках шорсткість поверхні позначають відповідно до ГОСТ 2309-80.

Для оцінювання шорсткості поверхні ГОСТ 2789-73 встановлює шість параметрів шорсткості, серед яких переважно використовуються середнє арифметичне відхилення R_a та висота нерівностей R_z .

Для позначення шорсткості поверхонь (ГОСТ 2.309-80) на креслениках застосовують знаки, показані на рис. 2,1 (а–в).

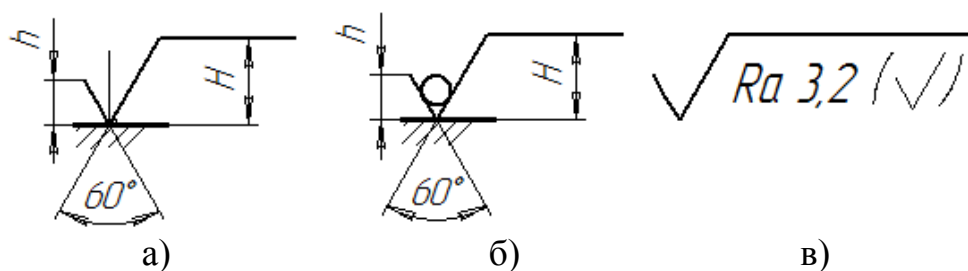


Рисунок 2.1 – Знаки шорсткості

Числа, які показують допустиму величину шорсткості у мікрометрах, потрібно проставляти під знаком (рис. 2.1, в), висотою вибраного шрифту на кресленику.

Згідно зі змінами стандарту (ГОСТ 2.309-73) на креслениках знак шорсткості разом із зазначеним параметром R_a не підводиться знизу, в цьому разі всі позначення шорсткості слід показувати на лініях-виносках (рис. 2.2, а, б).

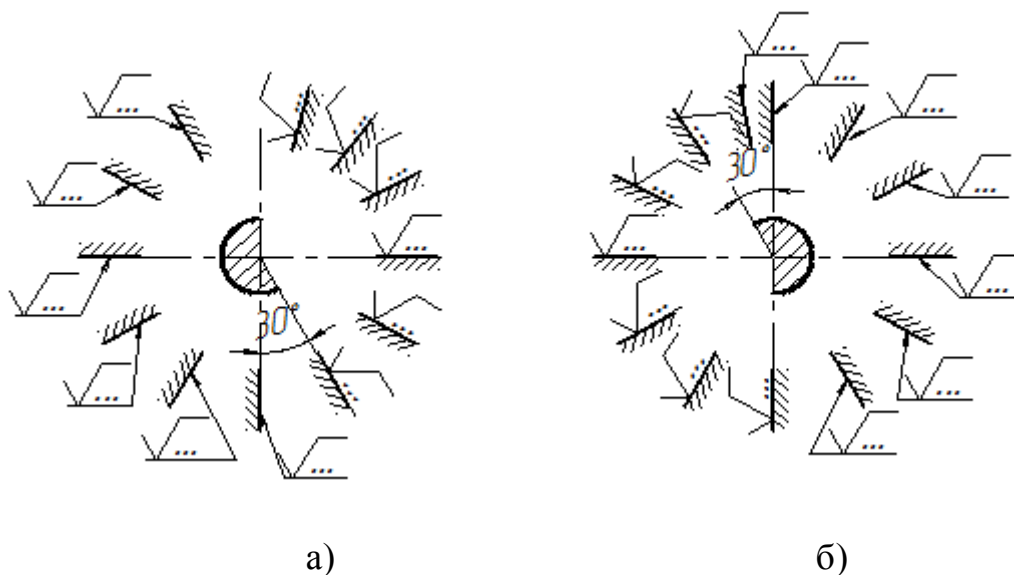


Рисунок 2.2 – Нанесення знаків шорсткості на поверхнях

Залежно від способу виготовлення деталі (рис. 2.3), її поверхні можуть мати різну шорсткість.

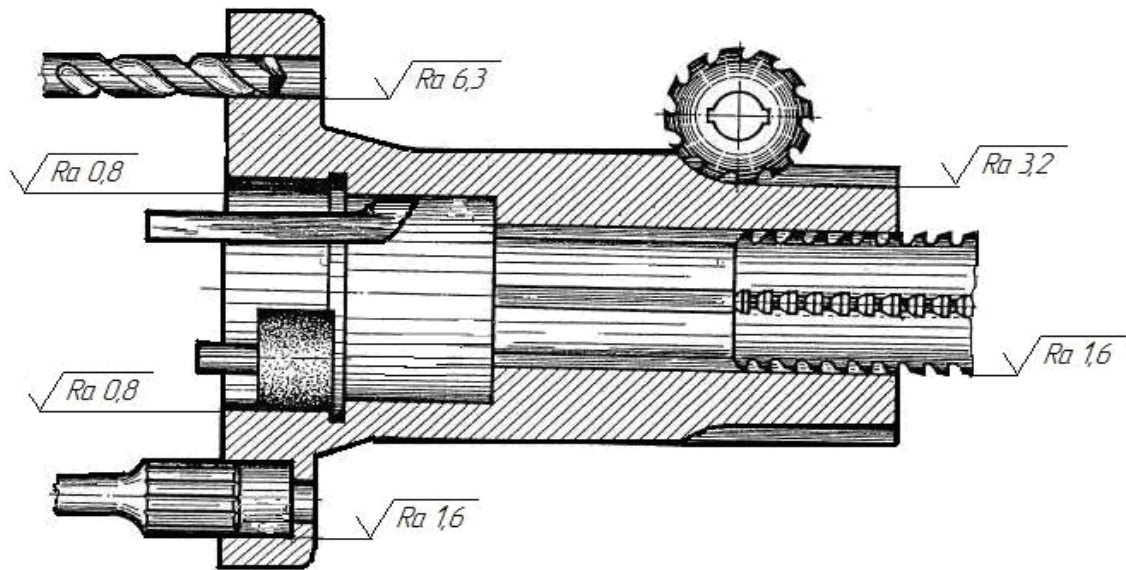


Рисунок 2.3 – Значення параметра Ra в залежності від способу обробки

2.2.4 Оформлення основних написів і технічних вимог

1. На кожному робочому кресленику окремої деталі в правому нижньому кутку розміщується основний напис за ГОСТ 2.104-68.

На чистому полі кресленика, вище над основним написом, перераховуються необхідні технічні вимоги до зображуваної деталі.

2. Найменування деталей мають бути, по можливості, короткими, переважно однослівними та записуватися в називному відмінку однини. Якщо найменування складається з двох і більш слів, то на першому місці ставиться іменник, потім – прикметник, наприклад: «стояк лівий», «планка відкидна» тощо.

3. При записах на креслениках не має бути скорочень слів, за винятком загальноприйнятих за правилами орфографії та встановлених стандартом.

4. Матеріали позначаються їх найменуванням і марками, присвоєними відповідними стандартами та нормами. До металів відносять сталі, чавуни, кольорові метали та їх сплави. До неметалевих матеріалів відносять природні (деревину, глину, пісок) та штучні (скло, бетон, різні пластмаси тощо) матеріали.

5. В технічних вимогах обумовлюються різні додаткові вимоги, що стосуються матеріалу, обробки, підгонки та інше.

Зміст тексту має бути коротким і точним. Текст написів і таблиць розміщують паралельно основному напису кресленика.

Технічні вимоги групують та подають в такій послідовності: вимоги, що висуваються до матеріалу, заготовки, термообробки; розміри, граничні відхилення розмірів; вимоги до якості поверхонь, їх обробки, покриття; щільності, розташування окремих елементів конструкції; вимоги до налаштування та регулювання виробу; умови та методи випробувань, рекомендації про маркування і клеймування; правила транспортування та зберігання; особливі умови експлуатації та інше.

На навчальних креслениках рекомендується вказувати деякі з технічних вимог:

1. «Гострі кромки заокруглити радіусом 0,3–0,5 мм »;
2. «Не вказані ливарні ухили 1:20»;
3. «Не вказані ливарні радіуси 3...5 мм».

Пункти технічних вимог мають мати наскрізну нумерацію, а кожен пункт записується з абзацу над основним написом кресленика.

2.2.5 Приклад читання та деталювання складального кресленика

На підставі складального кресленика амортизатора та специфікації до нього (рис. 2.4, 2.5) нижче студенту пропонується ознайомитись з вичитуванням зі складального кресленика трьох оригінальних деталей (гайки ковпачкової, упора та штока) з наступним виконанням робочих креслеників до них. Для цього слід використати вигляди, розрізи, перерізи, які є на складальному кресленнику, та з'ясувати форми зовнішніх і внутрішніх поверхонь деталі; добре уявити форму всіх елементів деталі й подумки об'єднати ці елементи.

Приклад читання ковпачкової гайки (позиція 2). На фрагменті складального кресленика (рис. 2.6) вона з'єднана різьбою з корпусом (позиція 1). Виділимо потовщеними лініями контур цієї гайки. Отже, враховуємо зображення зовнішньої різьби на корпусі та внутрішньої – в гайці. Зображення корпусу закриває зображення різьби в гайці, але на фронтальному розрізі вона читається частково. Після роз'єднання корпусу та гайки слід продовжити основну і тонку лінії до кінця гайки. Поруч показано наочне зображення *ковпачкової гайки*. Робочий кресленик гайки (рис. 2.7) потребує лише одного зображення, оскільки має циліндричну форму та симетрично розміщені отвори.

В аналогічній послідовності читають зображення, відповідно, *упора* (рис. 2.8, 2.9) та *штока* (рис. 2.10, 2.11). Кресленики на рис. 2.9 та 2.11, для прикладу, виконані з нанесенням графічних позначень підвищених вимог точності, як це прийнято у конструкторських документах.

Робочі кресленики для решти оригінальних деталей (корпуса, кришки, пружини) відповідно показані на рис. 2.12–2.14.

Для кришки (*позиція 4*) побудована ізометрична проекція (рис. 2.15), а для ковпачкової гайки (*позиція 2*) – диметрична проекція (рис. 2.16).

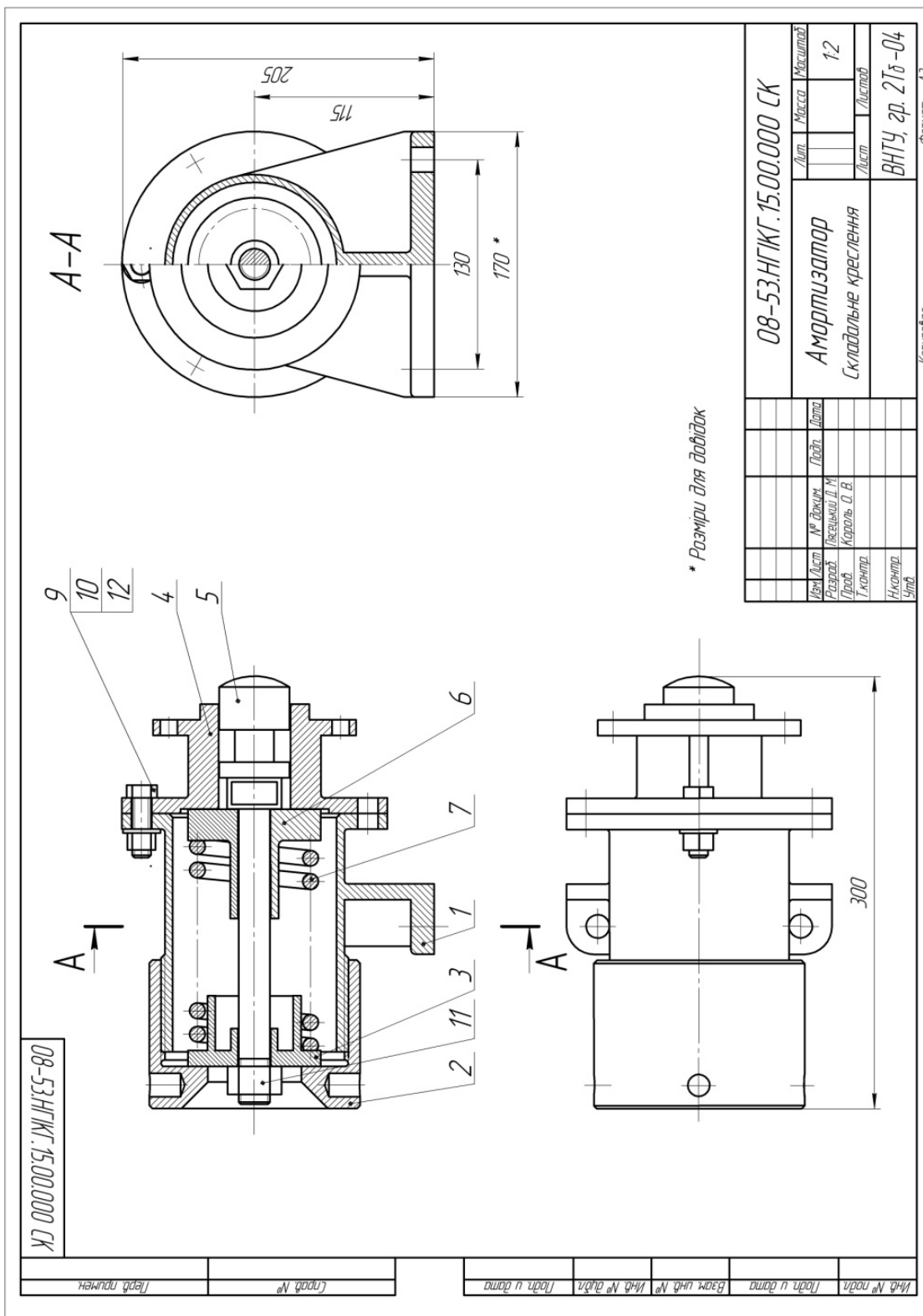


Рисунок 2.4 – Складальний кресленник амортизатора

Форм. зона		Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч		
Перв. примен.	Справ. №	A3	08-53.НГІКГ.15.00.000 СК	Складальне креслення				
				Документація				
Подп. и дата	Взам. инв. №	A3	08-53.НГІКГ.15.00.001	Корпус	1			
		A4	08-53.НГІКГ.15.00.002	Гайка ковпачкова	1			
		A4	08-53.НГІКГ.15.00.003	Упор	1			
		A4	08-53.НГІКГ.15.00.004	Кришка	1			
		A4	08-53.НГІКГ.15.00.005	Шток	1			
		A4	08-53.НГІКГ.15.00.006	Втулка	1			
		A4	08-53.НГІКГ.15.00.007	Пружина	1			
Подп. и дата	Инв. №							
Инв. № подл.	Подп. и дата							
08-53.НГІКГ.15.00.000								
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
Разраб.	Пясецький Д. М.							
Проб.	Король О. В.							
Н.контр.								
Утв.								
Амортизатор						Лит.	Лист	Листов
						ВНТУ, зр. 2Тδ-04		

Копіював Формат А4

Рисунок 2.5 – Специфікація до амортизатора

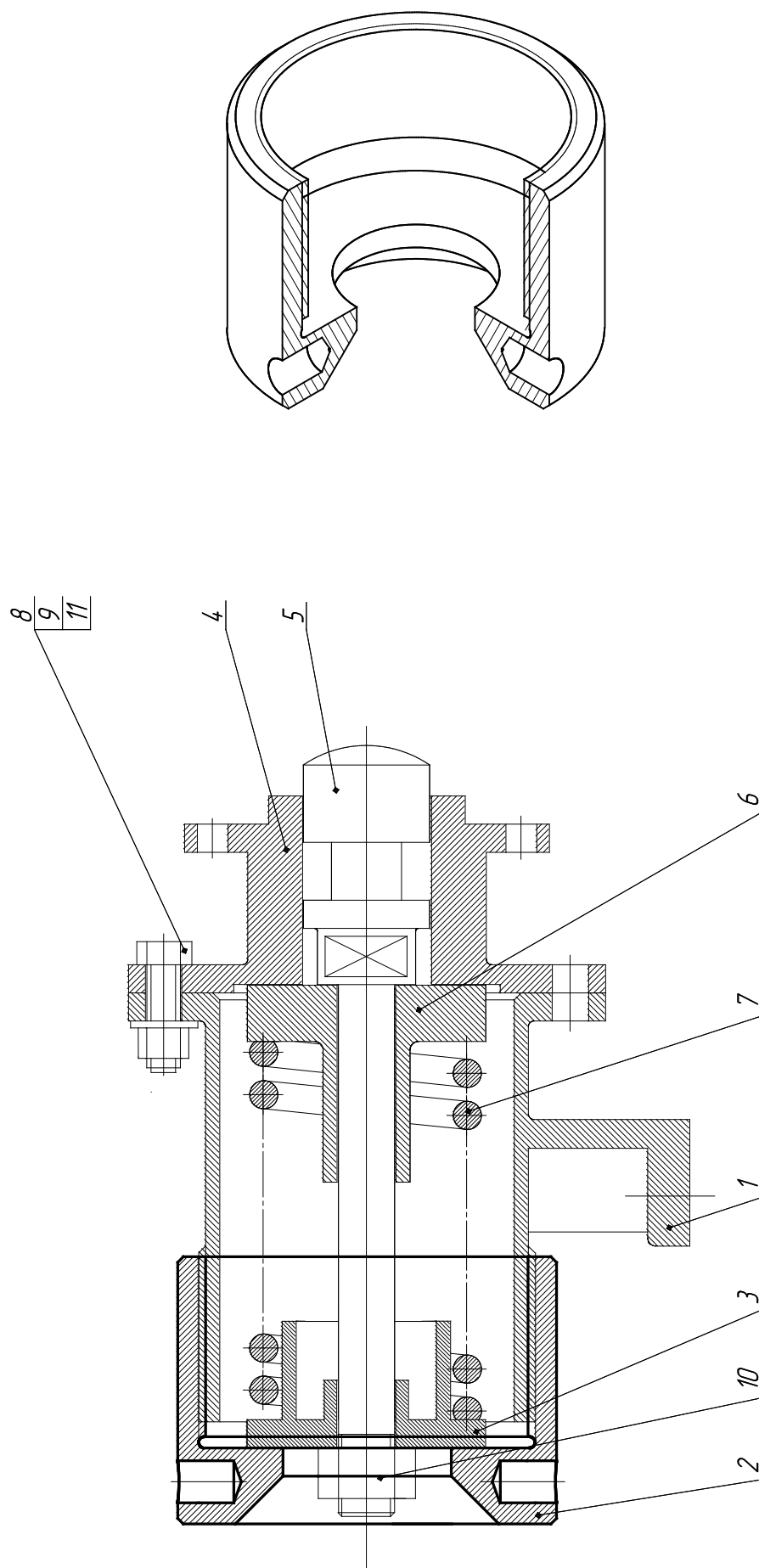


Рисунок 2.6 – Приклад читання зображення гайки ковпачкової

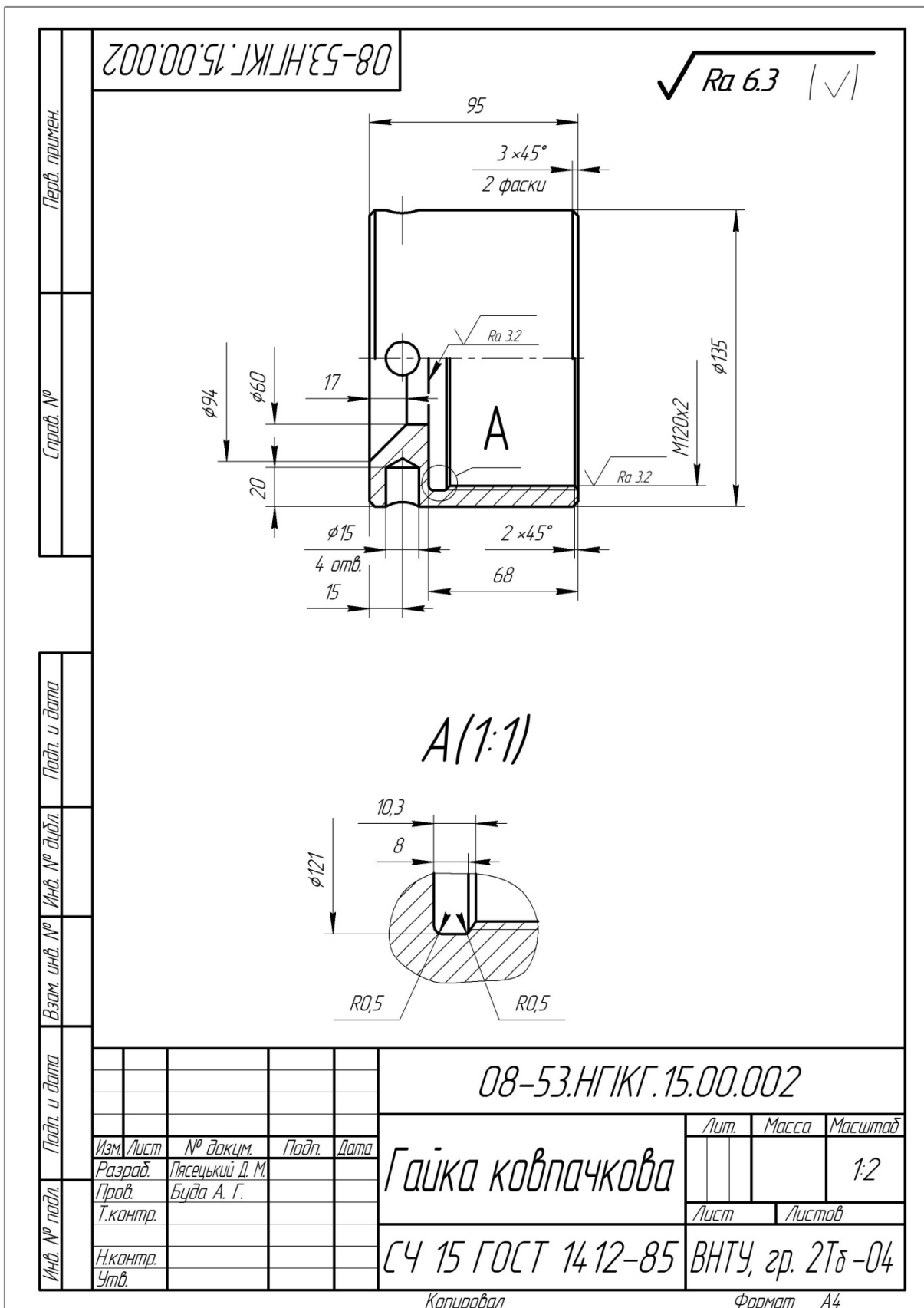


Рисунок 2.7 – Робочий кресленик гайки ковпачкової

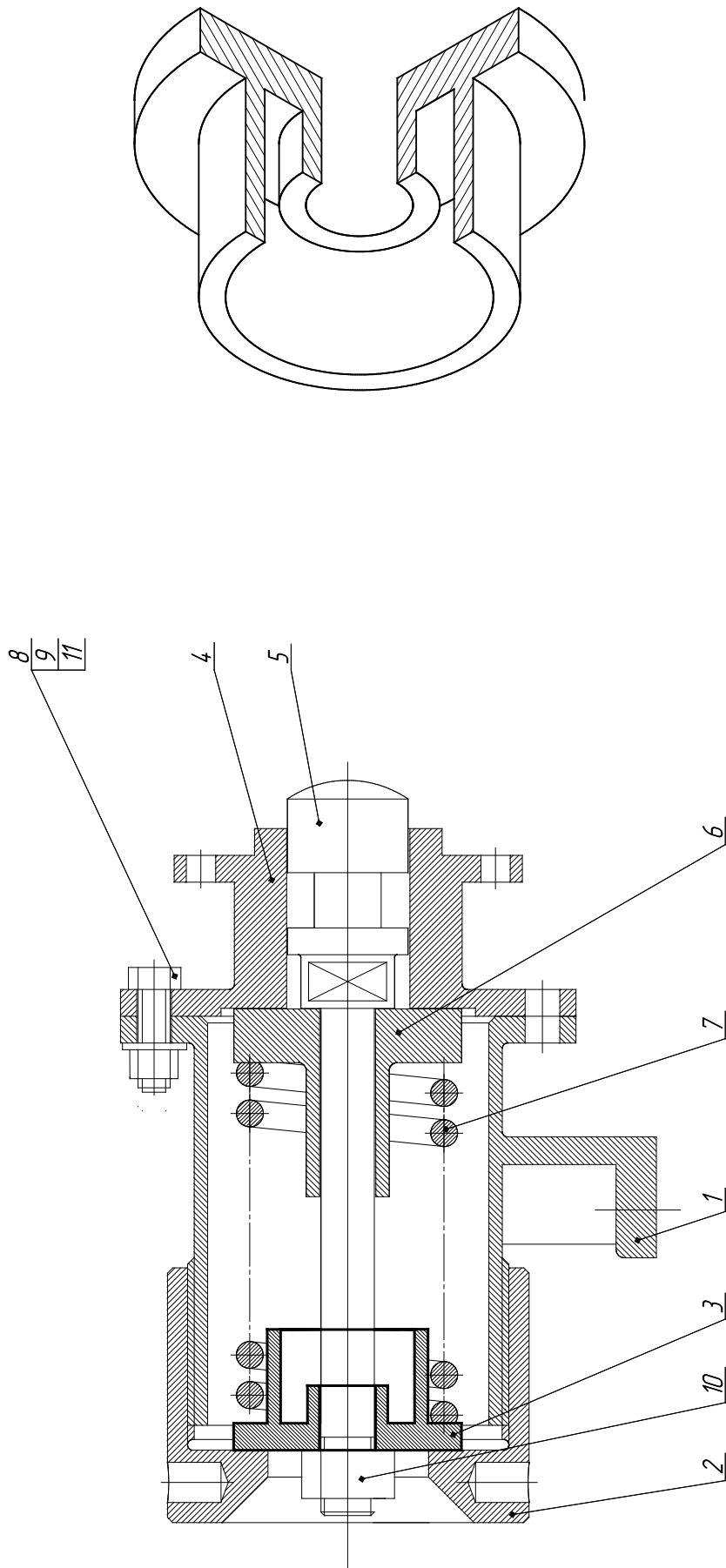


Рисунок 2.8 – Приклад читання зображення упора

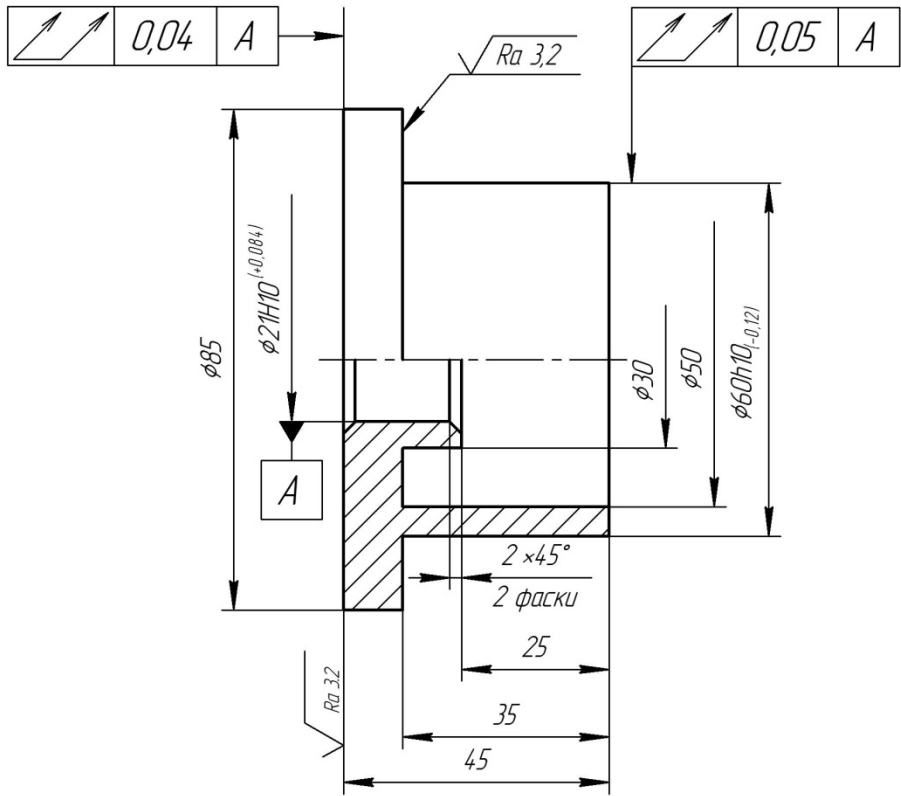
Перв. примеч.	08-53.НГКГ.15.00.003				$\sqrt{Ra\ 6,3\ (\checkmark)}$						
Справ. №											
Подп. и дата	1. Невказані ливарні радіуси 2...3 мм 2. Нахили формовочні за ГОСТ 3212-80 3. Невказані граничні відхилення: отворів H14, валів h14, інші $\pm IT14/2$.										
Взам. инв. №	Инв. № дубл.	08-53.НГКГ.15.00.003						Лист	Масса	Масштаб	
Подп. и дата	Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Упор		1:1	Лист	Листов
Инв. № подл.	Утв.	Разраб.	Пров.	Т.контр.	Н.контр.	Утв.	СЧ 15 ГОСТ 1412-85		ВНТУ, зр. 2Тδ-04		Формат A4
Копировал											

Рисунок 2.9 – Робочий кресленик упора

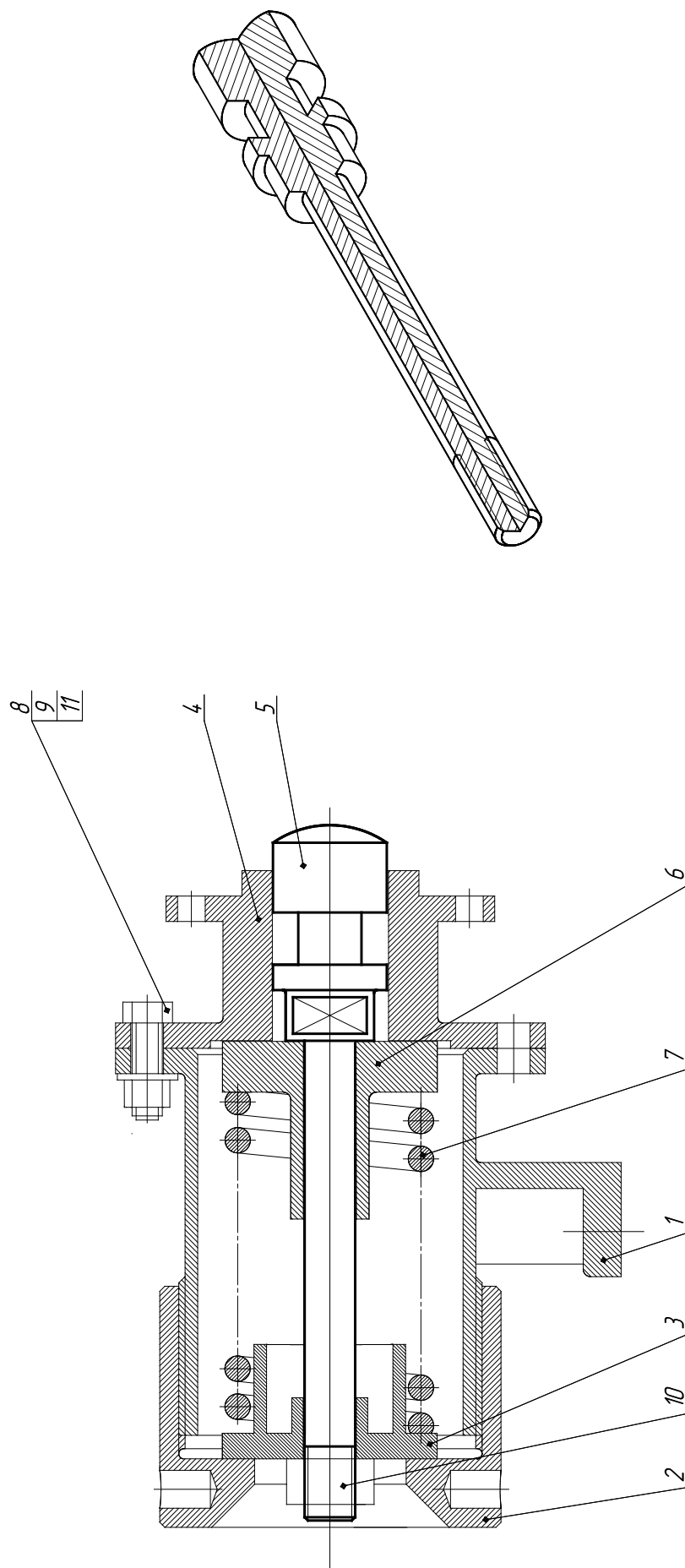


Рисунок 2.10 – Приклад читання зображення штока

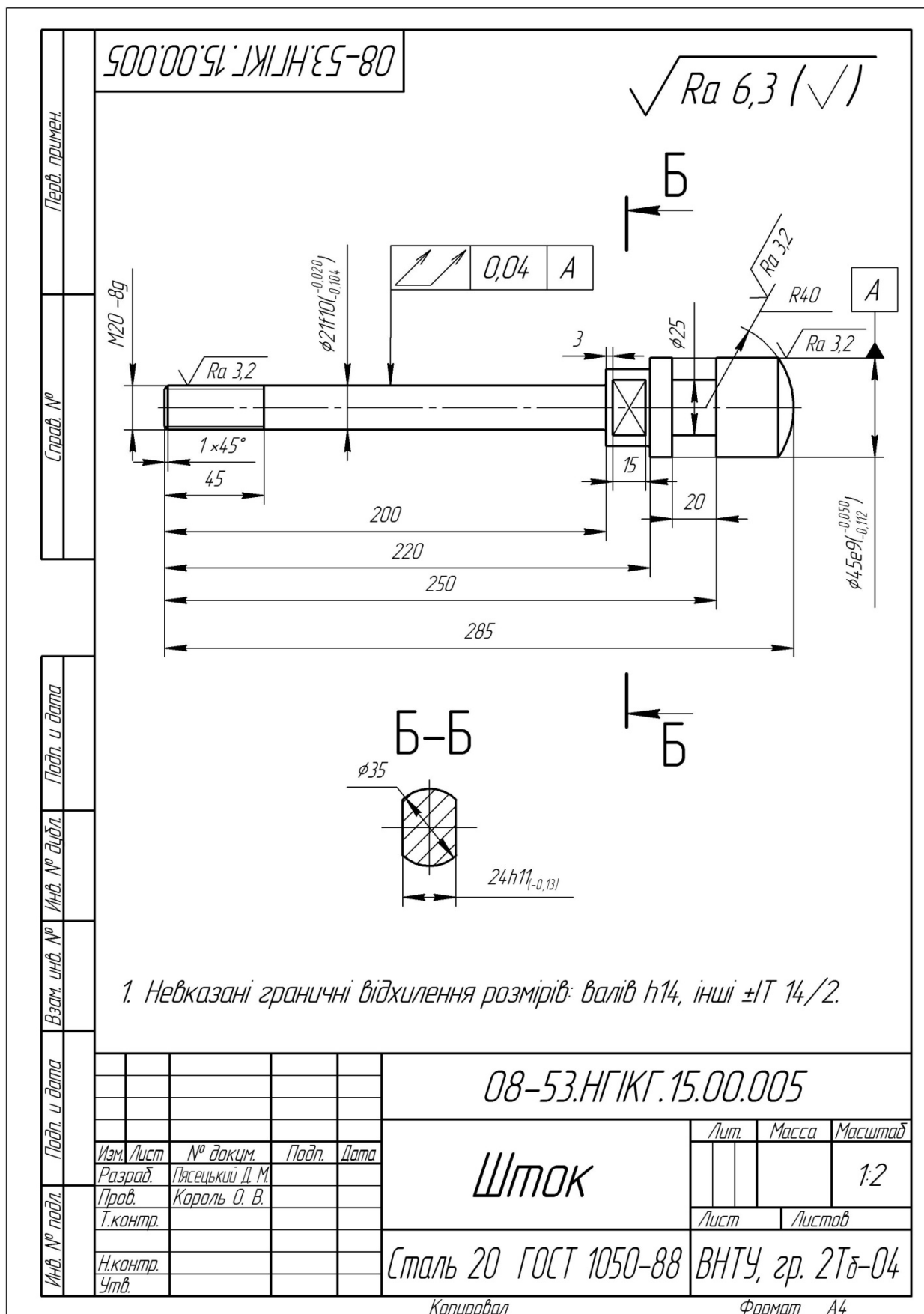


Рисунок 2.11 – Робочий кресленик штока



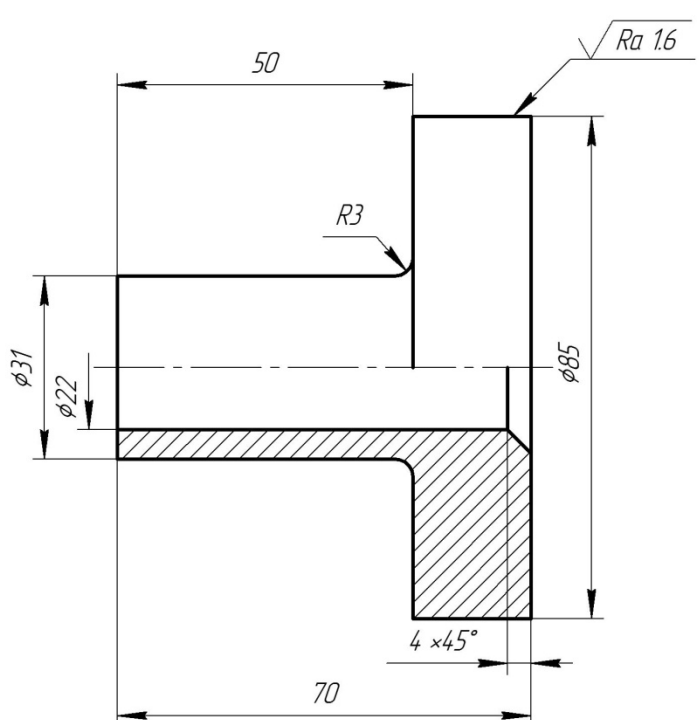
Перв. примен.	08-53.НГІКГ.15.00.006 $\sqrt{Ra\ 3.2}$									
Справ. №										
Подп. и дата	Инв. № дробл.	Взам. инв. №	08-53.НГІКГ.15.00.006							
Инв. № подл.	Подп. и дата	Изм. / Лист	№ докум.	Подп.						
Н.контр.	Дата	Разраб.	Пясецкий Д. М.	Дата						
Утв.	Подп.	Пров.	Буда А. Г.	Дата						
		Т.контр.								
		Втулка		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 20%;">Лист</th> <th style="width: 20%;">Масса</th> <th style="width: 20%;">Масштаб</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td></td> <td style="text-align: center;">1:1</td> </tr> </table>	Лист	Масса	Масштаб	1		1:1
Лист	Масса	Масштаб								
1		1:1								
		Сталь 20 ГОСТ 1050-88		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 50%;">Лист</th> <th style="width: 50%;">Листов</th> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Лист	Листов				
Лист	Листов									
		ВНТУ, зр. 2Тδ-04								
Копировал Формат A4										

Рисунок 2.13 – Робочий кресленик втулки

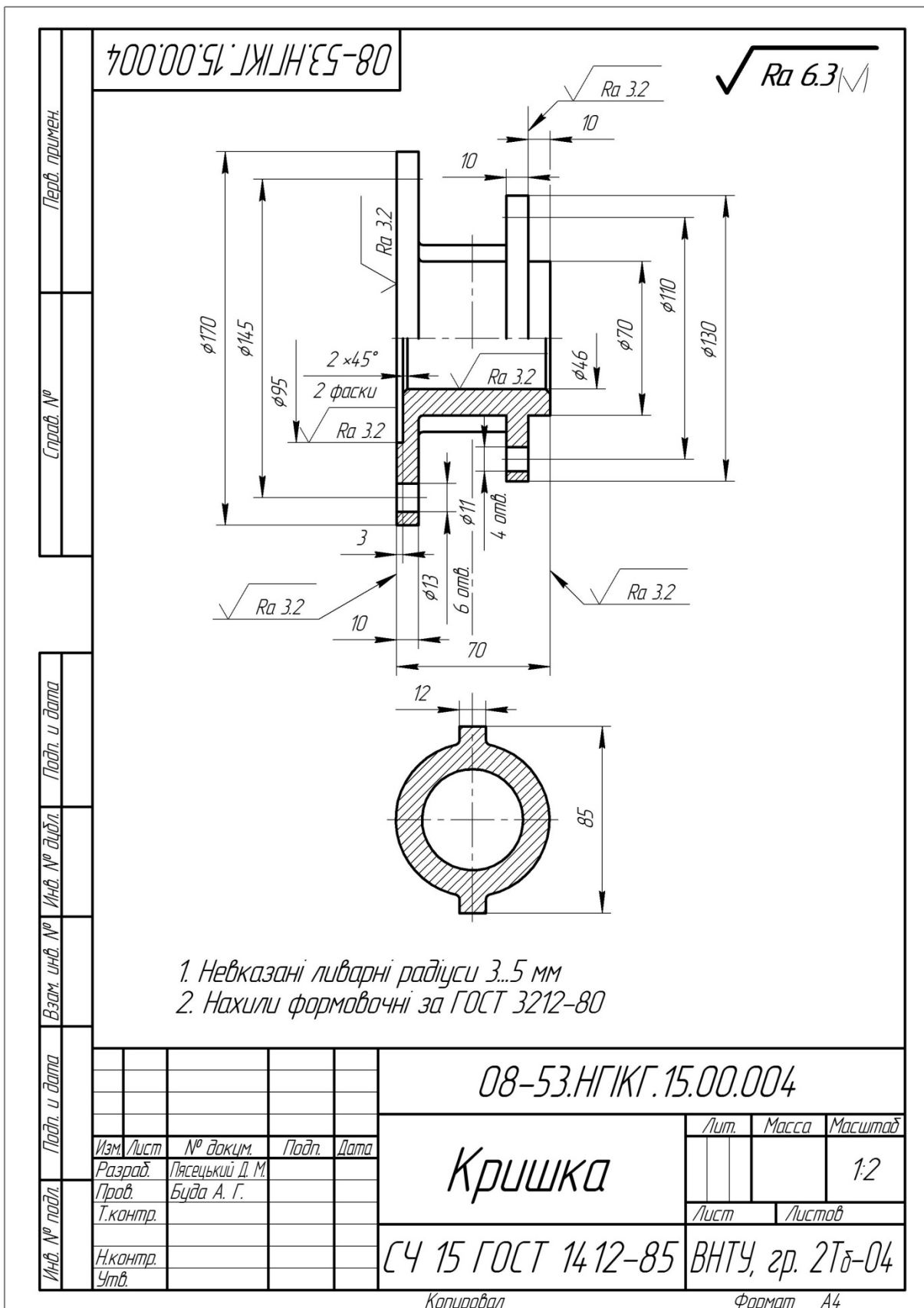
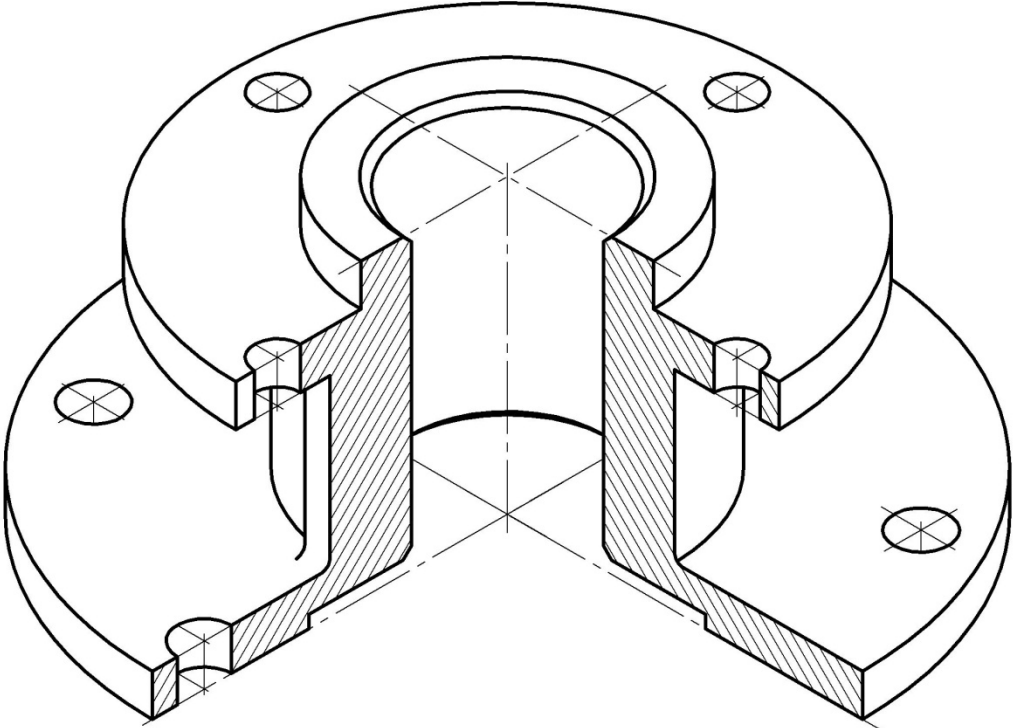


Рисунок 2.14 – Робочий кресленик кришки

Перв. примен.	08-53.НГІКГ.15.00.007				✓/✓
Справ. №					
Подп. и дата	1. Напрямок навивки – правий 2. Число витків робоче – $n=12.5$ 3. Число витків повне – $n_1=14$ 4. Діаметр контрольного стержня – $D_{ст}=40$ 5. * Розміри для довідок				
Взам. инв. №	Инв. № дубл.	08-53.НГІКГ.15.00.007			
Подп. и дата	Изм. / Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит. Масса Масштаб
Инв. № подл.	Разраб.	Пясецький Д. М.			1:1
	Пров.	Буда А. Г.			Лист Листов
	Т.контр.				ВНТУ, зр. 2Тδ-04
	Н.контр.				Дріт І-15.0 ГОСТ 9389-75
	Утв.				Копировав Формат А4

Рисунок 2.15 – Робочий кресленик пружини

Перв. примен.		08-53.НГІКГ.15.00.004							
Справ. №									
Подп. и дата									
Инв. № дробл.									
Взам. инв. №									
Подп. и дата	08-53.НГІКГ.15.00.004								
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Кришка (Изометрия)	Лит.	Масса	Масштаб
	Разраб.	Лясецький Д. М.							
	Пров.	Буда А. Г.							
	Т.контр.								
	Н.контр.								
	Утв.								
						Лист	Листов		
						ВНТУ, зр. 2Тδ-04			

Копировав

Формат А4

Рисунок 2.16 – Ізометрична проекція кришки

Перв. примен.		Справ. №		Подп. и дата		Инв. № дробл.		Взам. инв. №		Подп. и дата		08-53.НГІКГ.15.00.002		
												08-53.НГІКГ.15.00.002		
Инв. № подл.	Подп. и дата		Взам. инв. №		Инв. № дробл.		Подп. и дата		08-53.НГІКГ.15.00.002					
	Изм./Лист		№ док-м.		Подп.		Дата		Гайка ковпачкова (Диметрія)					
	Разрад.		Лясецький Д М											
	Пров.		Король О В						Лист		Масса		Масштаб	
	Т.контр.								Лист		Листов			
	Н.контр.													
Утв.												ВНТУ, зр. 2Тδ-04		
Копировав														
Формат А4														

Рисунок 2.17 – Диметрична проекція гайки ковпачкової

3 ВИКОНАННЯ КРЕСЛЕНИКІВ ТРИВИМІРНИХ МОДЕЛЕЙ ТА СКЛАДАЛЬНИХ КРЕСЛЕНИКІВ ЗА ДОПОМОГОЮ CAD-СИСТЕМИ

Виконання креслеників тривимірних моделей та складальних креслеників можна проводити у CAD-системі КОМПАС. Система КОМПАС належить до класу систем CAD (Computer Aided Design) та призначена для автоматизації комп'ютерного креслення, проектно-конструкторських робіт та тривимірного моделювання у різних галузях промисловості, досліджень, наукової діяльності. Програма є одним із лідерів серед програм подібного призначення, що пояснюється наявністю бібліотек, до яких входить значна більшість стандартизованих прикладних креслеників і готових просторових моделей найбільш розповсюджених деталей та виробів.

3.1 Інтерфейс системи

Робочий екран CAD-системи КОМПАС схожий на екрани інших прикладних систем у середовищі Windows. На рис. 3.1 наведений загальний вигляд та опис характерних елементів системи.

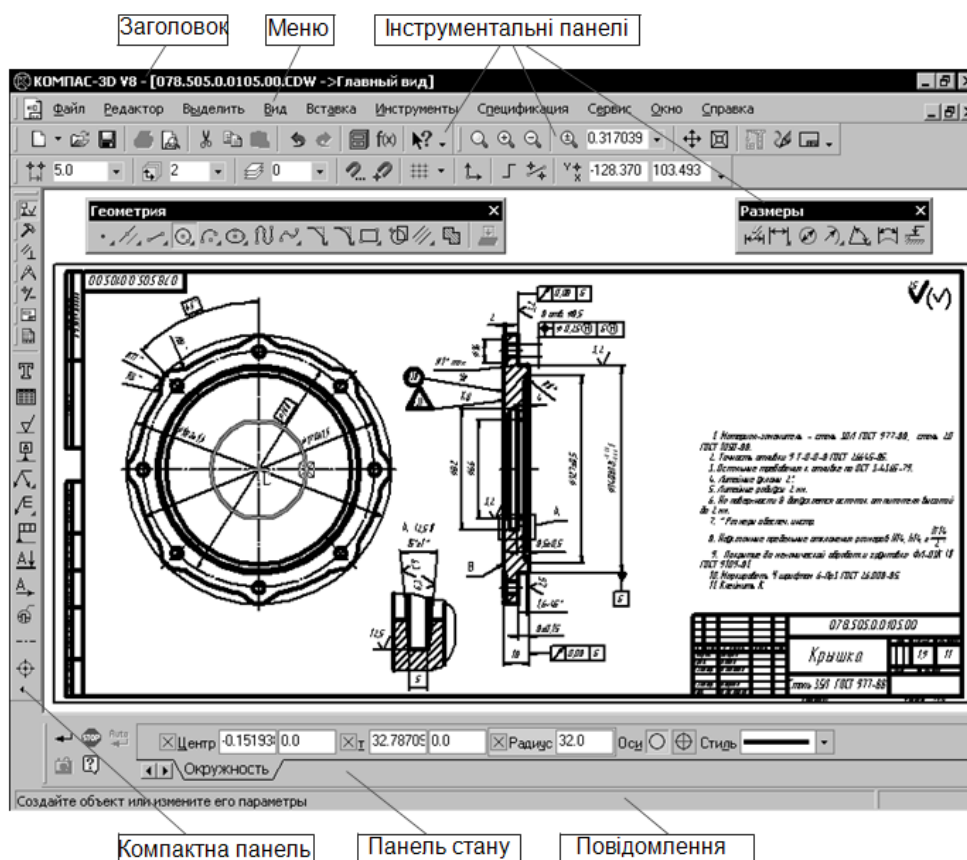


Рисунок 3.1 – Элементы интерфейсу CAD-системы КОМПАС

Розглянемо елементи інтерфейсу

Заголовок – містить назву, номер версії системи, ім'я поточного документа, кнопку системного меню, а також кнопку керування вікном системи.

Меню – служить для виклику команд системи, вміст меню залежить від типу поточного документа та режиму роботи системи.

Інструментальні панелі – містять кнопки виклику команд.

Компактна панель – містить декілька інструментальних панелей і кнопки перемикання між ними, вміст компактної панелі залежить від типу активного документа.

Панель стану – служить для налаштування об'єкта при його створенні або редагуванні.

Повідомлення – містить повідомлення системи, що стосуються поточних команд або елементів робочого вікна, на яке вказує курсор.

3.2 Типи документів системи

Основні типи документів у системі КОМПАС:

- кресленик;
- фрагмент;
- текстово-графічний документ;
- специфікація.

Кресленик є основним документом у системі КОМПАС, зберігається в окремому файлі і має розширення файлу *.cdw. Якщо конструкторський документ складається з декількох аркушів, то вони створюються й обробляються окремо (у різних файлах). Кресленик має певний формат і складається з зображень (виглядів, розрізів, перерізів), технічних вимог, основного напису (штампа креслення) і позначення шорсткості невказаних поверхонь деталі.

Під виглядом розуміється будь-яке ізольоване зображення на кресленику, а не обов'язково яка-небудь проекція деталі. Положення кожного вигляду задається в абсолютній системі координат кресленика і визначається точкою прив'язки і кутом повороту. Для кожного вигляду задається масштаб відображення. Все зображення на кресленику може бути накреслене в одному вигляді, якщо це зручно при роботі. При відкритті нового кресленика створюється автоматично спеціальний системний вигляд (у системі КОМПАС називається «Вид») з номером 0.

Фрагмент відрізняється від кресленика відсутністю меж і об'єктів оформлення (рамки, основного напису, знака не вказаної шорсткості і технічних вимог). Файл фрагмента має розширення *.frw. Фрагмент зручно застосовувати для зберігання зображень, що не потрібно оформляти як лист кресленика (ескізи, чорнові розробки та ін.). Крім того, у фрагментах зручно зберігати створені типові рішення та конструкції для наступного використання в інших документах. Також надається можливість

посилатися на зовнішній фрагмент без його фізичного копіювання в кресленик. При цьому після редагування зовнішнього фрагмента автоматично буде відкоректований кресленик.

Текстово-графічний документ має розширення *.kdw. Крім текстової частини він може містити в собі таблиці, графічні ілюстрації (кресленики і фрагменти), рамку й основний напис.

Специфікація – документ системи КОМПАС, який має розширення *.spw і повністю відповідає креслярському документу (ГОСТ 2.106-96). Використовуються два типи специфікацій – проста і групова. Правила їхнього заповнення (склад бланка, нумерація позицій і сортування рядків, назви розділів та ін.) відповідають ГОСТ 2.106-96. Можливе створення користувацького типу специфікації. Передбачено режим ручного і напівавтоматичного заповнення специфікації. Здійснюється двонаправлений асоціативний зв'язок між специфікацією та відповідними їй креслениками. Завдяки наявності цього зв'язку зміни в складальному кресленику чи деталюванні автоматично відображаються у специфікації. Зміни у специфікації можуть автоматично передаватися в складальний кресленик і деталювання.

3.3 Робота з документами системи

Для створення нового документа (файлу) необхідно викликати команду

Файл⇒Создать або вибрати піктограму  на інструментальній панелі. На екрані з'явиться діалог для створення документа (рис. 3.2).

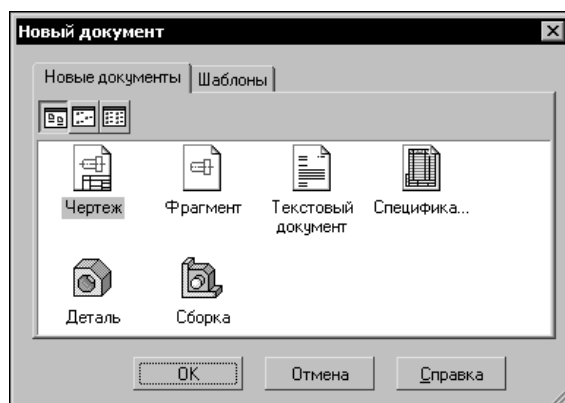


Рисунок 3.2 – Вікно створення документа

У списку документів вибирається необхідний тип документа і натискається кнопка ОК.

Для відкриття вже існуючого документа (файлу) необхідно викликати команду **Файл⇒Открыть** або вибрати піктограму  на інструментальній панелі.

У діалоговому вікні, що з'явилося, вказується необхідне ім'я файлу (чи групи файлів) і натискається кнопка ОК.

Відкрити документ програми КОМПАС можна і у середовищі операційної системи за допомогою подвійного натискання лівої кнопки миші на вибраному файлі чи за допомогою контекстного меню.

Для збереження документа (файлу) необхідно викликати команду

Файл⇒Сохранить або вибрати піктограму  на інструментальній панелі.

У діалоговому висхідному вікні вибирається місце для зберігання файлу, записується назва файлу і натискається кнопка **Сохранить**. Іноді вимагається зберегти документ після певного редагування та (чи) в іншому місці. Для цього у меню викликається команда **Файл⇒Сохранить как...**, після чого проводиться збереження за алгоритмом, описаним вище.

При необхідності збереження кресленника у форматі рисунка (наприклад, *.jpg) необхідно викликати команду **Файл⇒Сохранить как...** і у діалоговому висхідному вікні в розділі **Тип файла** вибрати зі списку тип **JPEG(*.jpg)** та натиснути **Сохранить**. У діалоговому висхідному вікні необхідно виставити параметри збереження зображення (рис. 3.3).

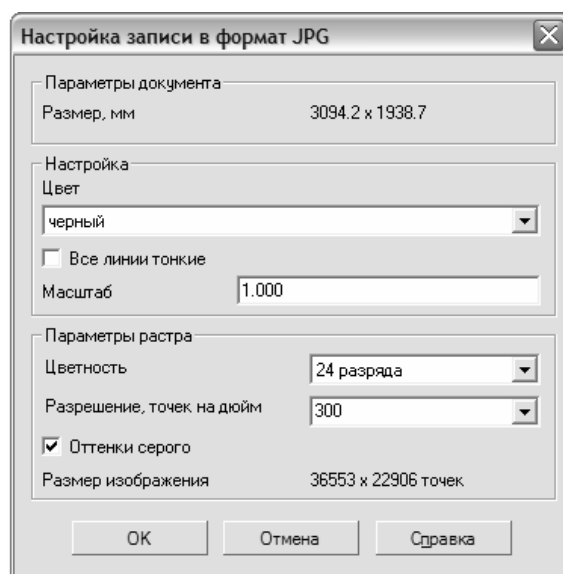


Рисунок 3.3 – Параметри збереження зображення

Для оформлення навчальної технічної документації курсового проекту рекомендуються такі параметри збереження зображення:

Цвет – чорний;

Все линии тонкие – відключити опцію;

Масштаб – 1.000;

Цветность – 24 розряди;

Разрешение, точек на дюйм – 150;

Оттенки серого – включити опцію.

3.4 Інструменти тривимірного моделювання

Для створення нового файлу тривимірної моделі в системі КОМПАС слід викликати команду **Файл⇒Создать**. Далі, у висхідному вікні діалогу слід вибрати тип документа – **Деталь**. Або можна використати команду створення нового файлу КОМПАС  на панелі інструментів та у



діалоговому вікні вибрати створення документа **Деталь** **Деталь**.

Інтерфейс САД-системи КОМПАС при роботі з тривимірними моделями відрізняється від інтерфейсу при роботі з графічними документами. На панелі **Вид** з'являються кнопки, що забезпечують виклик команд для роботи з тривимірними моделями (рис. 3.4).



Рисунок 3.4 – Панель **Вид** в режимі роботи з тривимірними моделями

Одними з найчастіше використовуваних кнопок є:

 **Поворот моделі** – після виклику команди зовнішній вигляд курсору зміниться і, натиснувши та утримуючи ліву кнопку миші, переміщенням миші можна обертати модель.

 **Каркас** – відображення моделі сукупністю ребер та ліній обрисів.

 **Без невидимих ліній** – відображення моделі сукупністю видимих ребер при поточній орієнтації моделі, видимих частин ребер та ліній обрисів.

 **Невидимі лінії тонкі** – відображення моделі сукупністю видимих ребер при поточній орієнтації моделі, а невидимих частин ребер і ліній обрисів – світлішим кольором.

 **Напівтонове відображення** – відображення поверхні моделі, при якому враховуються її оптичні властивості (колір, блиск).

 **Напівтонове відображення з каркасом** – відображення поверхні моделі, при якому враховуються її оптичні властивості та видимі ребра й лінії обрисів.

 **Орієнтація** – вибір орієнтації моделі з переліку стандартних: **Сверху**, **Снизу**, **Слева** та ін. (рис. 3.5)

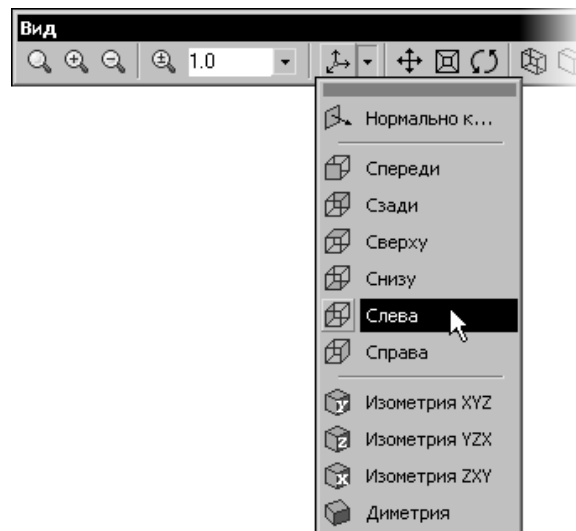


Рисунок 3.5 – Вибір орієнтації моделі

При роботі з тривимірною моделлю на екрані також відображається вікно, що містить **Дерево построения** моделі (рис. 3.6).

Дерево построения – це подання у графічному вигляді послідовності об'єктів, з яких складається тривимірна модель. В ньому відображаються такі елементи: початок координат, площини, осі, просторові криві, поверхні, умовні позначення, ескізи, операції.

Ескіз, задіяний у операції, розміщується на «гілці» дерева побудови моделі відповідно до виконаної операції. Зліва від назви операції в дереві відображається знак «+». Якщо натиснути курсором на «+», то в дереві розкривається список ескізів, задіяних у операції. Ескізи, що не задіяні у операціях, відображаються на верхньому рівні дерева побудови моделі.

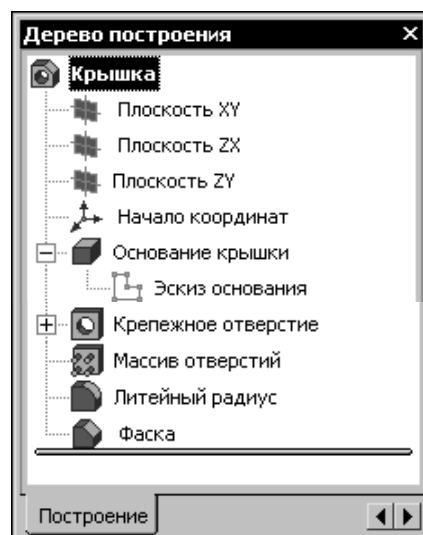


Рисунок 3.6 – Дерево построения моделі деталі

Побудова тривимірної моделі починається зі створення основи – першого формоутворювального елемента. Як основу можна використовувати будь-який з чотирьох типів формоутворювальних елементів – елемент видавлювання, елемент обертання, кінематичний елемент та елемент з перерізів. Також основою деталі може бути інша, вже існуюча, деталь.

Перед створенням тривимірної моделі слід ретельно продумати, який елемент використати як основу. Для цього необхідно приблизно уявити конструкцію моделі та подумки вилучити з цієї конструкції фаски, заокруглення, проточки та інші елементарні конструктивні елементи.

Модель уявно можна розділити на складові формоутворювальні елементи: паралелепіпеди, призми, циліндри, конуси, тори, кінематичні елементи тощо. Найчастіше за основу використовують найкрупніший елемент. Іноді як основу використовують простий елемент, описаний навколо проекрованої моделі. Універсальної рекомендації щодо вибору основи деталі немає. Студент як конструктор самостійно напрацьовує прийоми роботи, керуючись власним досвідом.

Побудова основи починається зі створення кресленика ескізу. Ескіз розміщується на площині. Як правило, для побудови ескізу основи вибирають одну з існуючих проекційних площин. Вибір площини для побудови ескізу основи не впливає на подальший порядок створення моделі, але визначає розташування моделі під час вибору стандартної орієнтації.

Вибір необхідної площини (горизонтальної ZX , фронтальної XU чи профільної ZU) здійснюється у дереві побудови, як показано на рис. 3.7. Після того, як була вибрана площина, слід викликати команду

Операции⇒**Эскиз** або натиснути на кнопку **Эскиз**  на панелі інструментів.

Система КОМПАС переходить у режим створення (редагування) ескізу, який практично не відрізняється від режиму роботи з фрагментом чи креслеником. При цьому доступні всі команди побудови чи редагування графічних об'єктів: виділення, вимірювання, виставлення розмірів та ін. Ескіз також може містити текст.

Після того, як ескіз було побудовано, слід натиснути на кнопку **Эскиз** і модель автоматично повертається у орієнтацію **Нормально к...** відносно площини ескізу. Тепер необхідно вказати, яким способом буде створено основу, тобто здійснити вибір однієї з формоутворювальних операцій.

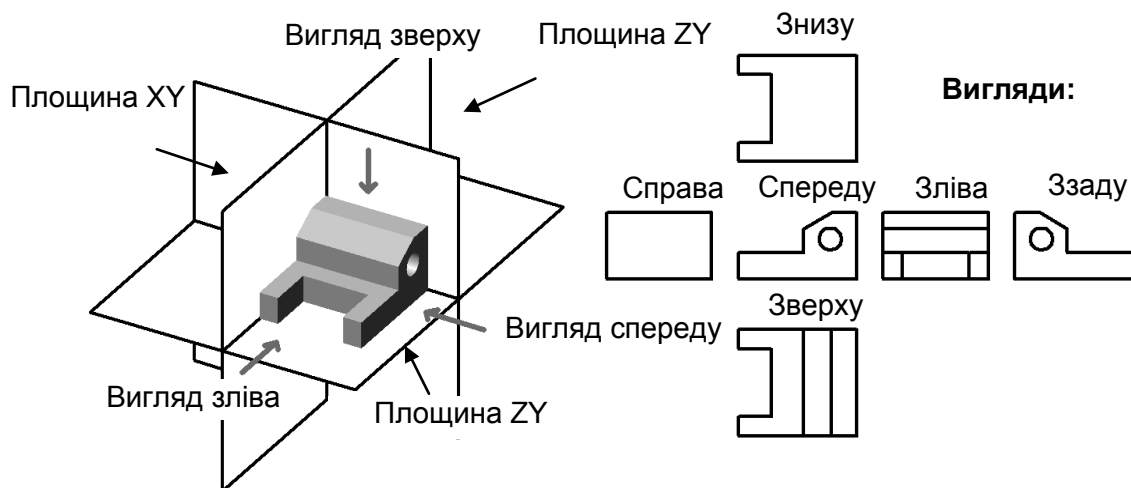


Рисунок 3.7 – Розташування моделі відносно площин проєкцій

Команди побудови елементів основи знаходяться у меню **Операции** або викликаються однією із команд на панелі **Редактирование модели** (рис. 3.8).



Рисунок 3.8 – Команди побудови елементів основи

Як видно з рис. 3.8, для створення основи моделі можуть використовуватись операції видавлювання, обертання, кінематична та з перерізів. Після завершення операції її результат фіксують за допомогою кнопки **Создать объект** .

Після створення основи деталі можна до неї додавати чи видаляти з неї різні формоутворювальні елементи. Вони, як і основа, можуть бути отримані за допомогою однієї з чотирьох операцій: видавлювання, обертання, кінематичної чи з перерізів (рис. 3.9).

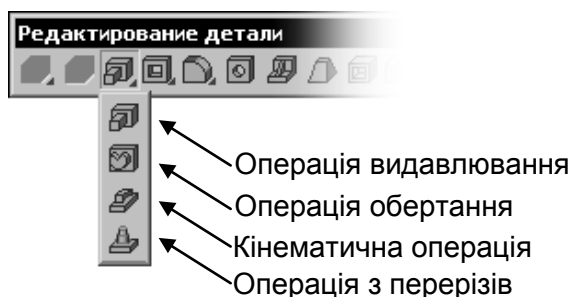


Рисунок 3.9 – Команди додавання елементів основи

Крім додавання до моделі нових формоутворювальних елементів можна також видаляти такі ж самі формоутворювальні елементи, що можуть бути отримані за допомогою однієї з чотирьох операцій: видавлювання, обертання, кінематичної чи з перерізів (рис. 3.10).

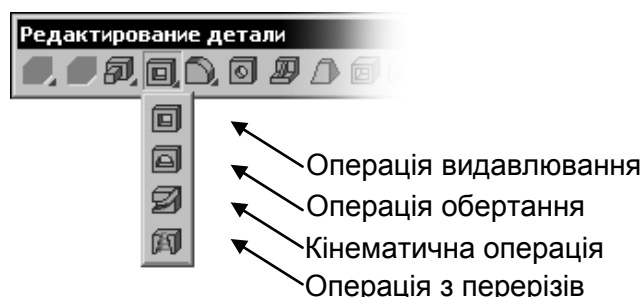


Рисунок 3.10 – Команди видалення елементів основи

Незалежно від того, яка формоутворювальна операція здійснюється над моделлю, всі вони мають спільні характеристики.

Під час формування елемента видавлювання ескіз елемента переміщується у напрямі, перпендикулярному до власної площини. Напрямок видавлювання можна вибрати зі списку **Направление:**



Прямое – прямий напрям відносно площини ескізу;



Обратное – зворотний напрям відносно площини ескізу;



Два направления – напрям відносно площини ескізу у прямому та зворотному напрямках одночасно.

Після вибору напрямку видавлювання слід обрати спосіб видавлювання, який може бути одним із стандартних:



На расстояние – видавлювання виконується на задану відстань;



Через все – глибина видавлювання визначається автоматично до межі, найбільш віддаленої від площі ескізу в заданому напрямі;



До вершины – глибина видавлювання визначається автоматично до вершини, вказаної користувачем;



До поверхности – глибина видавлювання визначається автоматично до поверхні, вказаної користувачем;



До ближайшей поверхности – глибина видавлювання визначається автоматично до поверхні, яка зустрінеться у обраному напрямі.

Під час формування елемента обертання ескіз елемента обертатиметься навколо осі, що знаходиться в цьому ескізі. Напрямок обертання може бути прямий, зворотний або обидва напрями одночасно. Контур в ескізі може бути замкнений або незамкнений, при цьому можливі два варіанти побудови елемента обертання – **Тороїд** та **Сфероїд**.



Тороїд – обертається контур ескізу і до отриманої поверхні додається шар матеріалу, в результаті чого утворюється тонкостінна оболонка.



Сфероїд – обертається контур ескізу і в результаті утворюється суцільний елемент.

Тип стінки оболонки або її відсутність можна вибрати з переліку стандартних типів, що є у списку **Тип построения тонкой стенки**.



Немає – тонкої стінки немає;



Назовні – виконується тонка стінка у напрямі відносно побудованого ескізу;



Всередину – виконується тонка стінка у зворотному напрямі відносно побудованого ескізу;



Два напрями – виконуються тонка стінка у прямому та зворотному напрямках;



Середня площа – виконуються тонка стінка симетрично відносно поверхні побудованого ескізу.

Після виконання основних формоутворювальних елементів моделі часто виникає необхідність виконати типові конструктивні елементи, до яких можна віднести фаски, скруглення, круглі отвори та ін. У системі КОМПАС такі елементи можна виконати швидко, без попереднього креслення ескізу або інших додаткових операцій. Для побудови фаски чи скруглення достатньо вказати лише ребро або набір ребер та задати параметри – радіус скруглення, розмір фаски та її кут. Аналогічно під час побудови отвору достатньо вказати його тип і параметри. Команди створення таких типових конструктивних елементів розміщені у меню **Операции** або можуть бути викликані на палені інструментів нижчевказаними кнопками.



Скругление – побудова скруглення зі змінним чи постійним радіусом;



Фаска – побудова фаски з вказуванням величини сторони та кута або за величинами двох сторін;



Круглое отверстие – побудова круглого отвору зі складним профілем на вказаній грані.

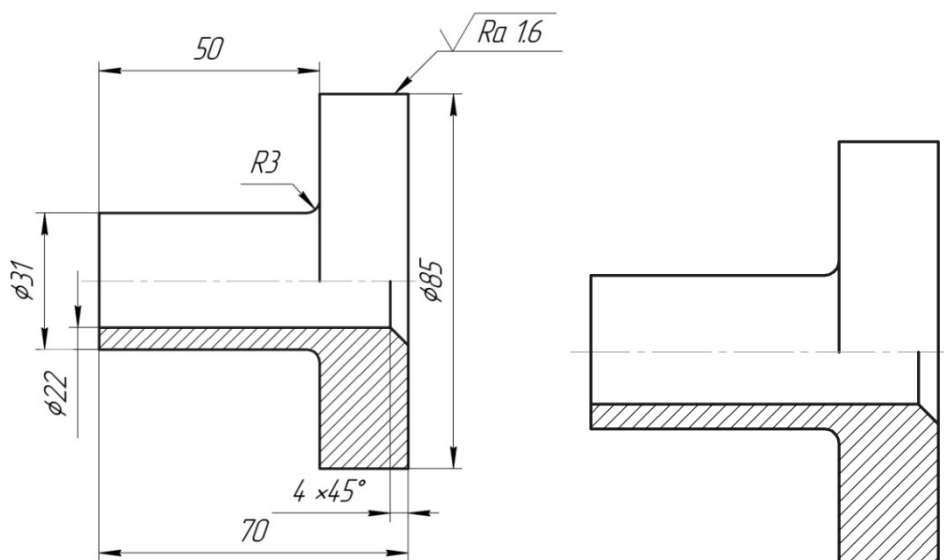
3.5 Приклад побудови тривимірних моделей креслеників деталей

Розглянемо приклади побудов тривимірних моделей деталей складального кресленника «Амортизатор» (див. рис. 2.4) відповідно до робочих креслеників деталювання, що наведені на рисунках 2.7–2.15.

Тривимірні моделі креслеників деталей можна отримати в результаті виконання операцій видавлювання чи обертання, вирізання чи приклеювання різних об'ємних форм на основі попередньої побудови відповідних ескізів. Іноді для отримання готової тривимірної моделі деталі достатньо однієї об'ємної операції.

Наприклад, розглянемо алгоритм побудови тривимірної моделі деталі «Втулка» за її робочим креслеником (див. рис. 2.13). За основу буде взято кресленик деталі, що попередньо створено у CAD-системі Компас. Створимо новий файл – фрагмент, що має розширення «frw.*».

Скопіюємо зображення деталі (рис. 3.11, а) у фрагмент. На даному зображенні видалимо позначення розмірів та шорсткості. В результаті отримаємо фрагмент, що показаний на рис. 3.11, б.



а) копіювання зображення втулки

б) видалення розмірів

Рисунок 3.11 – Створення нового фрагмента

Тривимірну модель даної деталі можна отримати за допомогою однієї операції – обертання. Для цього необхідно побудувати ескіз, на якому буде зображено замкнений контур та вісь, відносно якої він обертатиметься. Всі інші лінії чи елементи кресленика потрібно видалити, інакше здійснення операції буде неможливим. Для підготовки ескізу побудови тривимірної моделі деталі «Втулка» на рисунку 3.11 потрібно видалити всі зайві лінії, в результаті чого отримаємо готовий ескіз для операції обертання (рис. 3.12).

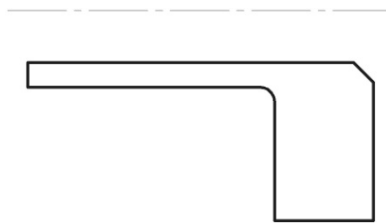
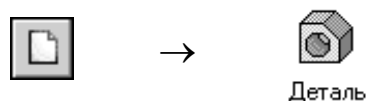


Рисунок 3.12 – Ескіз для операції обертання деталі «Втулка»

Створимо нову тривимірну модель. Можна використати головне меню системи та виконати команди: **Файл** → **Создать** → **Деталь** або можна скористатися кнопками на панелі інструментів:



У створеному вікні з'явилось «**Дерево модели**» (рис. 3.13), де потрібно вибрати площину, на якій буде побудовано ескіз. Для спрощення побудов моделей рекомендується користуватися однією площиною і, як правило, це площина *XY*.

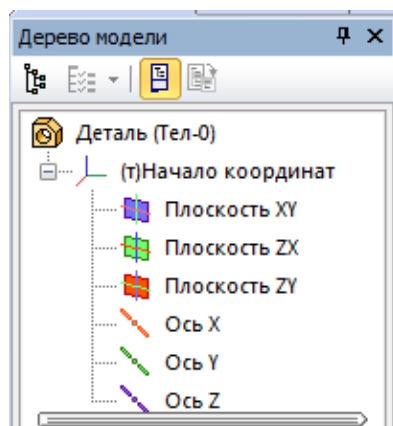


Рисунок 3.13 – Панель «Дерево модели»

Вибравши площину, потрібно приступити до побудови ескізу, що можна зробити за допомогою головного меню **Операции** → **Эскиз** або

натисканням відповідної кнопки  на панелі інструментів.

Далі необхідно скопіювати ескіз, показаний на рис. 3.12, з прив'язкою до початку системи координат (рекомендується) та завершити роботу у режимі побудови ескізу за допомогою головного меню **Операции** → **Эскиз** або натисканням відповідної кнопки на панелі інструментів.

Далі слід вибрати операцію формоутворення, в нашому випадку це буде операція обертання. Для цього можна скористатися головним меню: **Операции** → **Операция** → **Вращения** або можна скористатися кнопками на панелі інструментів (рис. 3.14).

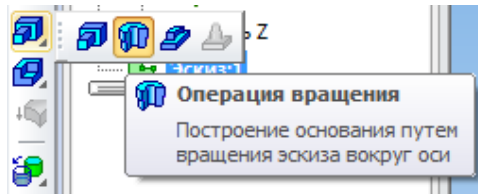


Рисунок 3.14 – Вибір операції формоутворення деталі «Втулка»

В результаті на екрані з'явиться зображення, що умовно показуватиме приклад виконання операції обертання, щоб можна було переконатися, що операція виконається правильно (рис. 3.15). При цьому на даному етапі можна вносити параметри обертання. Наприклад, можна задати кут обертання, напрям обертання, виконання тонкої стінки чи отримання суцільного матеріалу. Всі опції можна задати у нижній панелі властивостей.

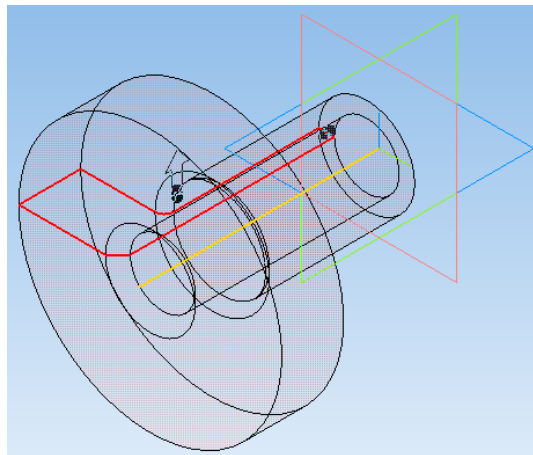


Рисунок 3.15 – Здійснення операції обертання деталі «Втулка»

Як бачимо з рис. 3.15, побудова моделі виконуватиметься відповідно до заданого кресленника, тому залишається лише підтвердити виконання операції і тим самим завершити побудову тривимірної моделі. Для цього потрібно натиснути комбінацію клавіш Ctrl + Enter або відповідну кнопку на панелі інструментів (рис. 3.16).

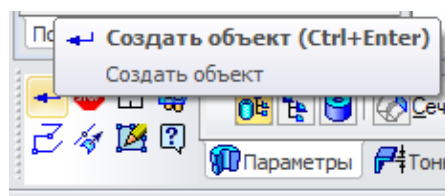


Рисунок 3.16 – Підтвердження побудови тривимірної моделі

В результаті підтвердження команди виконання операції обертання було отримано тривимірну модель деталі «Втулка» (рис. 3.17).

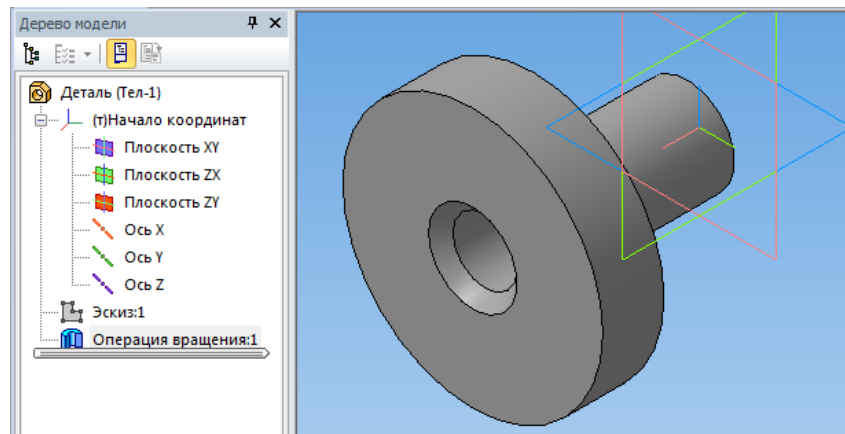


Рисунок 3.17 – Тривимірна модель деталі «Втулка»,

На рис. 3.17 крім побудованої тривимірної моделі також показано дерево її побудови, яке утворюється автоматично в результаті виконання відповідних ескізів та формоутворювальних операцій. Наявність дерева дозволяє не тільки прослідкувати алгоритм побудови моделі, але і вносити корективи у зображення ескизу або параметрів формоутворювальної операції на будь-якому з виконаних етапів. Внести корективи можна, виділивши курсором миші відповідне розгалуження (ескіз чи операцію), викликати контекстне меню та вибрати команду **«редактировать»**.

Аналогічним чином можна побудувати тривимірну модель деталі «Упор» за її робочим креслеником (див. рис. 2.9). Ескіз, на основі якого буде виконана операція обертання, також необхідно приготувати до формоутворювальної операції, видаливши всі розміри, позначення та зайві лінії. Після необхідних перетворень ескіз буде виглядати так, як показано на рис. 3.18.

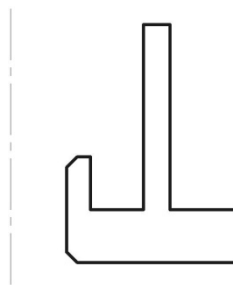


Рисунок 3.18 – Ескіз для операції обертання деталі «Упор»

Далі операція формоутворення буде виконуватись аналогічно: копіюємо ескіз до буфера обміну, створюємо нову деталь, вибираємо площину XY, вмикаємо режим роботи з ескізом, вставляємо створений ескіз на площину, завершуємо роботу з ескізом, викликаємо операцію обертання (при параметрах – на 360°, суцільне тіло), підтверджуємо команду виконання операції. Таким чином отримаємо тривимірну модель (рис. 3.19) деталі «Упор».

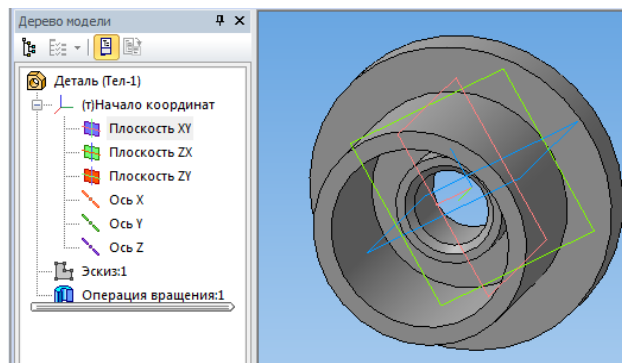


Рисунок 3.19 – Тривимірна модель деталі «Упор»

Побудова тривимірної моделі складнішої форми, що потребує більше однієї формоутворювальної операції. Розглянемо приклад створення тривимірної моделі деталі «Шток» за її робочим креслеником (див. рис. 2.11).

Деталь «Шток» є тілом обертання, тому за основу буде взято операцію обертання. Ескіз буде виглядати так, як показано на рис. 3.20.



Рисунок 3.20 – Ескіз для операції обертання деталі «Шток»

Після виконання операції обертання проміжна тривимірна модель деталі «Шток» виглядатиме так, як показано на рис. 3.21.

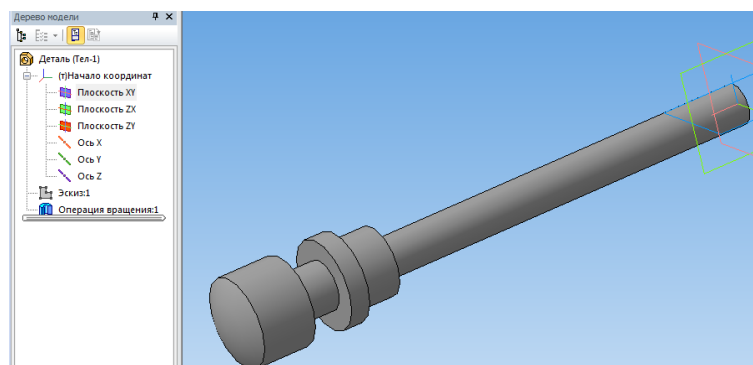


Рисунок 3.21 – Проміжна тривимірна модель деталі «Шток»

Відповідно до робочого кресленика деталі «Упор», на циліндричній поверхні $\varnothing 35$ мм є дві лиски (див. рис. 2.11). Побудова лисок потребуватиме виконання операції вирізання. Для побудови відповідного ескізу потрібно вибрати площину, що не перпендикулярна до осі, відносно якої виконувалась операція обертання. В даному випадку це

будуть площини XU та ZX . Оскільки у попередніх випадках ескізи виконувались на площині XU , то наступні побудови можна продовжувати виконувати на ній.

Після вибору площини XU та переходу у режим побудови ескізу, потрібно побудувати ескіз лисок, що відповідає розмірам деталі на кресленику. Ескіз побудови лисок буде містити кресленики двох прямокутників, які однією стороною будуть паралельні між собою та знаходитись на відстані 24 мм, як задано на кресленику. Крайні сторони прямокутників мають знаходитись на відстані більшій за діаметр циліндричної поверхні, тобто на відстані більшій 35 мм. Приклад ескізу показаний на рис. 3.22.

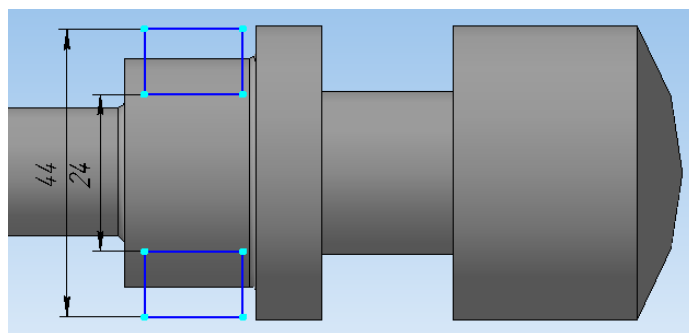


Рисунок 3.22 – Ескіз побудови лисок деталі «Шток»

Далі слід вибрати операцію формоутворення, в нашому випадку це буде операція вирізання видавлюванням. Для цього можна скористатися головним меню: **Операции** → **Вырезать** → **Выдавливанием** або можна скористатися кнопками на панелі інструментів (рис. 3.23).

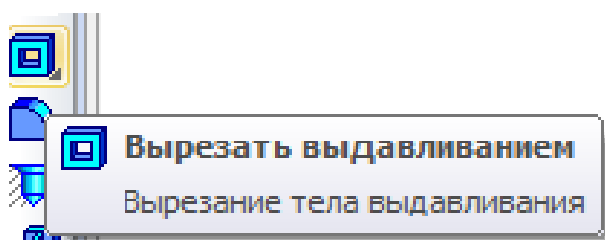


Рисунок 3.23 – Вибір операції формоутворення деталі «Шток»

У параметрах виконання операції, що з'являться внизу, потрібно вибрати напрям вирізання – **два напрями** – та обмеження по довжині вирізання – **через все** (для кожного з двох напрямів). Після підтвердження виконання операції вирізання буде отримано дві лиски та тривимірну модель деталі «Шток» в цілому, що показано на рис. 3.24.

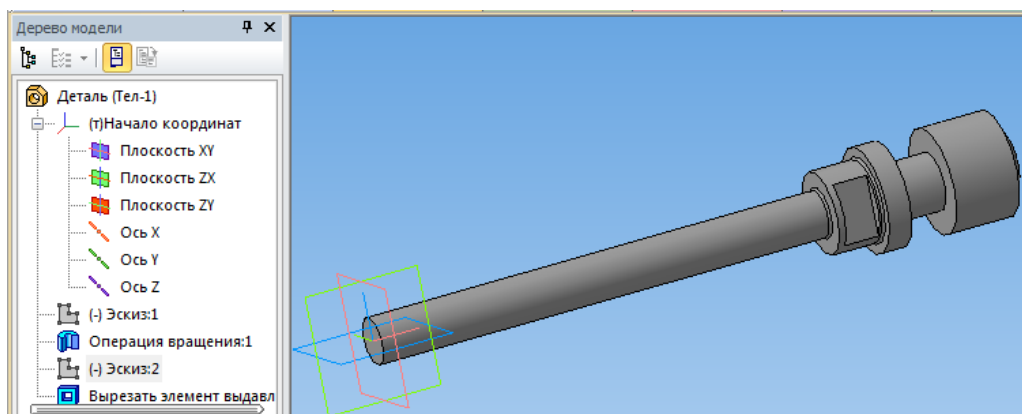


Рисунок 7.24 – Остаточна тривимірна модель деталі «Шток»

Розглянемо інший випадок використання операції вирізання видавлюванням під час побудови тривимірної моделі деталі «Гайка ковпачкова» за її робочим креслеником (див. рис. 2.7).

Деталь «Гайка ковпачкова» також є тілом обертання, тому за основу буде взято операцію обертання. Ескіз буде виглядати так, як показано на рисунку 3.25.

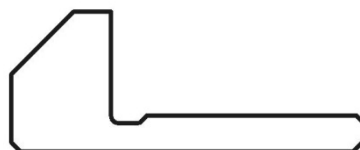


Рисунок 3.25 – Ескіз для операції обертання деталі «Гайка ковпачкова»

Після виконання операції обертання проміжна тривимірна модель деталі «Гайка ковпачкова» виглядатиме так, як показано на рис. 3.26.

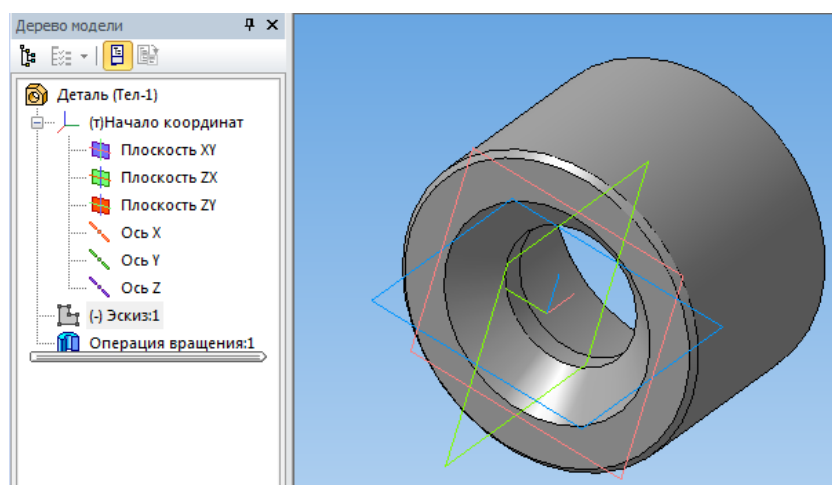


Рисунок 3.26 – Проміжна тривимірна модель деталі «Гайка ковпачкова»

Відповідно до робочого кресленика деталі «Гайка ковпачкова», на циліндричній поверхні $\varnothing 135$ мм є чотири глухі отвори $\varnothing 15$ мм та довжиною 20 мм, розташованих під кутом 90° між собою (див. рис. 2.7). Побудова отворів потребуватиме побудови допоміжної площини.

Для побудови допоміжної площини потрібно вибрати площину, що не перпендикулярна до осі, відносно якої виконувалась операція обертання. В даному випадку це знову будуть площини XU та ZX . Для подальших побудов виберемо площину XU . Після вибору площини XU необхідно вибрати тип допоміжної площини. Найкращим варіантом буде використання паралельної площини, побудованої на заданій відстані. Для цього можна скористатися головним меню **Операции → Плоскость → Смещенная** або можна скористатися кнопками на панелі інструментів (рис. 3.27)

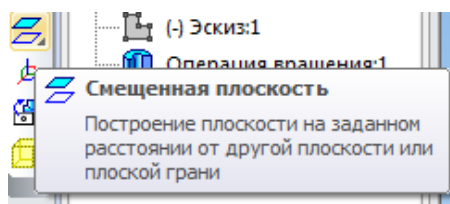
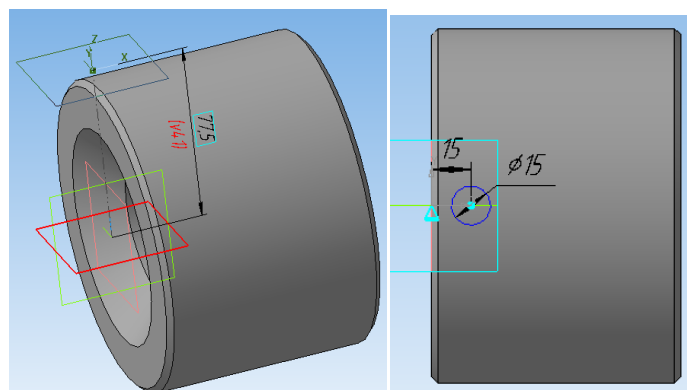


Рисунок 3.27 – Вибір операції формоутворення деталі «Гайка ковпачкова»

У параметрах побудови площини, що з'являться внизу, потрібно вибрати відстань. В даному випадку відстань має бути більша радіуса циліндричної поверхні $\varnothing 135$ мм (додатково невеликий запас щодо відстані – 5...10 мм). Вибираємо відстань 77,5 мм. Після підтвердження побудови площини буде отримано проміжну тривимірну модель з побудованою допоміжною площиною, як показано на рис. 3.28, а. На отриманій допоміжній площині у режимі побудови ескізу креслимо коло $\varnothing 15$ мм з центром, що на відстані 15 мм від більшого торця деталі, як показано на рис. 3.28, б.



а) вибір відстані 77,5 мм б) викреслювання кола 15 мм

Рисунок 3.28 – Тривимірна модель з побудованою допоміжною площиною деталі «Гайка ковпачкова»

Після виходу з режиму побудови ескізу потрібно вибрати операцію вирізання видавлюванням. У параметрах виконання операції, що з'являється внизу, слід вибрати напрям вирізання – **прямий напрям** та обмеження щодо довжини вирізання – **на довжину 30 мм** (значення довжини буде сумою глибини отвору 20 мм та відстані до циліндричної поверхні 10 мм). Після підтвердження виконання операції вирізання буде отримано глухий отвір $\varnothing 15$ мм та довжиною 20 мм, як показано на рис. 3.29.

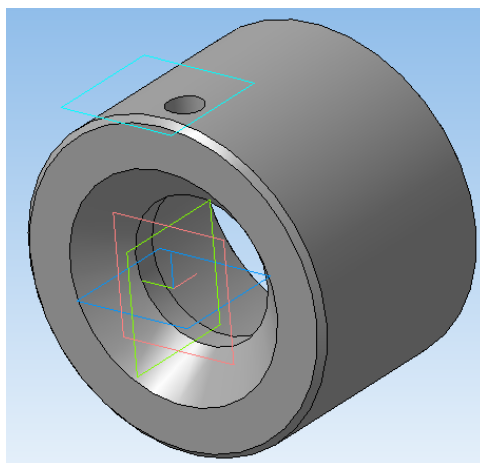


Рисунок 3.29 – Тривимірна модель з операцією вирізання глухого отвору деталі «Гайка ковпачкова»

Побудувати інші три отвори можна аналогічним способом, а можна використати масиви операцій. Другий варіант є набагато продуктивнішим, тому розглянемо його. Для побудови масиву виділяємо у дереві побудови операцію вирізання отвору. Далі можна скористатися головним меню: **Операции → Массив → По концентрической сетке** або можна скористатися кнопками на панелі інструментів (рис. 3.30)

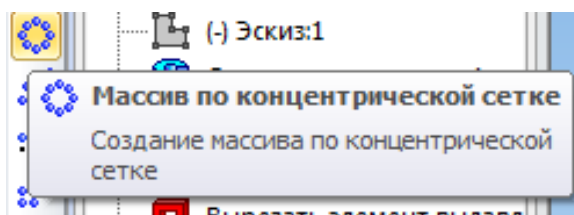


Рисунок 3.30 – Вибір операції вирізання отвору деталі «Гайка ковпачкова»

У параметрах виконання операції, що з'являється внизу, потрібно вибрати кількість елементів масиву – 4, вісь виконання масиву – вісь X, кут у кільцевому напрямку – 90° . Під час вибору даних параметрів система запропонує переглянути попередній вигляд результату виконання операції, як показано на рис. 3.31, а. Після підтвердження виконання операції буде отримано глухий отвір (інші три отвори $\varnothing 15$ мм) довжиною 20 мм, а також тривимірну модель (рис. 3.31, б) деталі «Гайка ковпачкова».

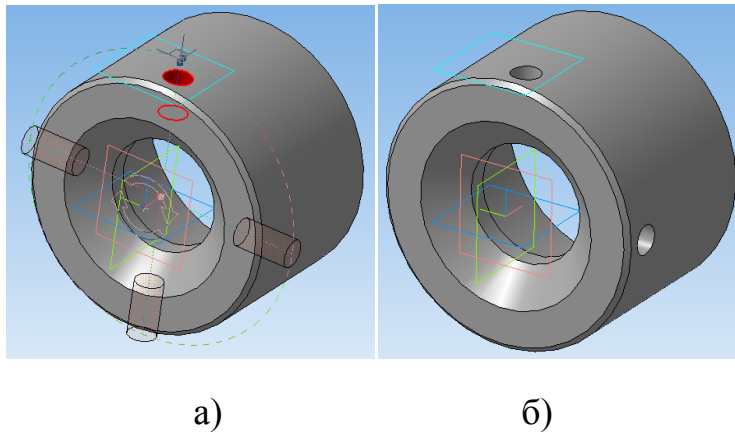


Рисунок 3.31 – Остаточна тривимірна модель деталі «Гайка ковпачкова»

Розглянемо побудову тривимірної моделі за робочим креслеником деталі «Кришка» (див. рис. 2.14). Ця деталь також є тілом обертання, тому за основу буде взято операцію обертання. Ескіз для операції обертання показаний на рис. 3.32.

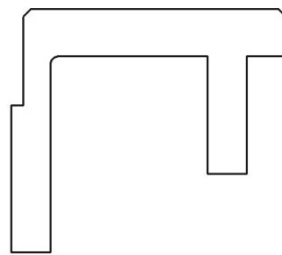


Рисунок 3.32 – Ескіз деталі «Кришка» для операції обертання

На підставі показаного вище ескізу виконано операцію обертання, в результаті чого отримана проміжна тривимірна модель деталі «Кришка» (рис. 3.33).

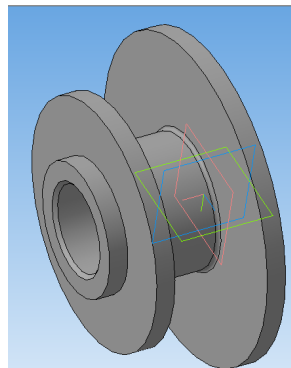


Рисунок 3.33 – Проміжна тривимірна модель деталі «Кришка»

Відповідно до робочого кресленика деталі «Кришка», на більшій та меншій торцевих поверхнях знаходяться наскрізні отвори. На більшій торцевій поверхні $\varnothing 170$ мм є шість отворів $\varnothing 13$ мм, розташованих під кутом 60° між собою, а на меншій торцевій поверхні $\varnothing 130$ мм є чотири отвори $\varnothing 11$ мм, розташованих під кутом 90° між собою. Розглянемо два способи побудови груп наскрізних отворів.

Наприклад, для побудови чотирьох наскрізних отворів $\varnothing 11$ мм побудуємо ескіз на торцевій поверхні $\varnothing 130$ мм. Ескіз побудови отворів буде у вигляді чотирьох кіл $\varnothing 11$ мм, які розташовані під кутом 90° між собою (рис. 3.34).

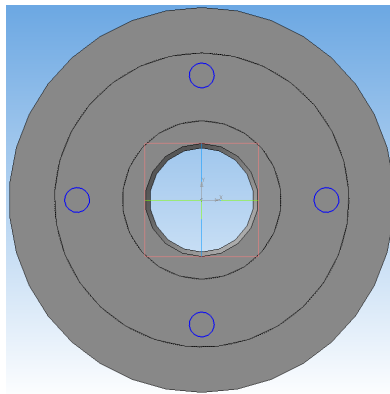


Рисунок 3.34 – Ескіз побудови отворів у вигляді чотирьох кіл $\varnothing 11$ мм

Далі слід вибрати операцію вирізання видавлюванням, яка вже була розглянута раніше. У параметрах виконання операції, що з'являться внизу, слід вибрати напрям вирізання – **Прямий напрямок** та обмеження щодо довжині вирізання – **До поверхні**. Далі слід вказати поверхню, якою буде обмежено вирізання отворів – це зворотна торцева поверхня $\varnothing 130$ мм.

Після підтвердження виконання операції вирізання буде отримано чотири наскрізних отвори $\varnothing 11$ мм та проміжну тривимірну модель деталі «Кришка», що показано на рис. 3.35.

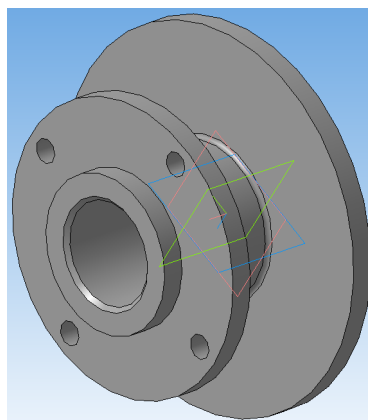


Рисунок 3.35 – Проміжна тривимірна модель деталі «Кришка»

Для побудови шести наскрізних отворів $\varnothing 13$ мм побудуємо ескіз на торцевій поверхні $\varnothing 130$ мм. Відповідно до кресленика деталі «Кришка», вісь одного із отворів $\varnothing 13$ мм має бути у одній площині з віссю одного з отворів $\varnothing 11$ мм. З урахуванням цієї відповідності побудовано ескіз одного кола $\varnothing 13$ мм (рис. 3.36).

Для того, щоб переконатися у відповідності отворів $\varnothing 13$ мм та $\varnothing 11$ мм, можна змінити вигляд подання моделі. Для цього потрібно перейти від вигляду **Напівтоновий з каркасом** (рис. 3.36, а) до **Невидимі лінії тонкі** (рис. 3.36, б). Для цього можна скористатися головним меню: **Вид → Отображение → Невидимые линии тонкие** або скористатися відповідною кнопкою на панелі інструментів.

Повернення до попереднього вигляду моделі виконується також через головне меню: **Вид → Отображение → Полутоновое с каркасом** або можна скористатися відповідною кнопкою на панелі інструментів.

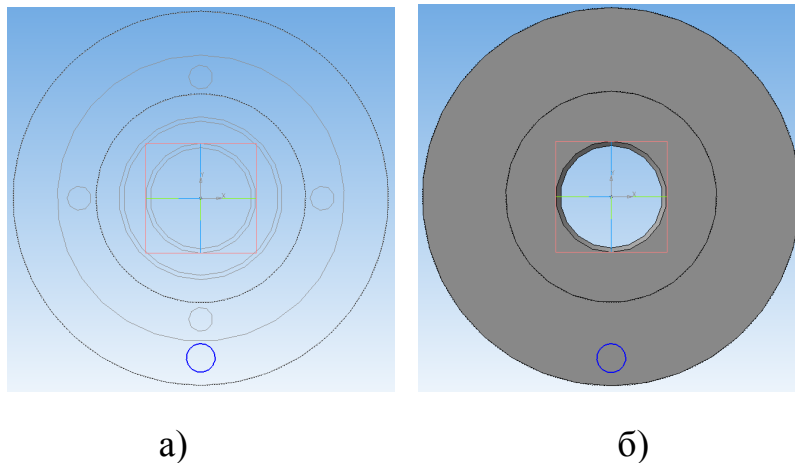


Рисунок 3.36 – Зміна вигляду моделі деталі «Кришка»

Далі потрібно вибрати операцію вирізання видавлюванням до поверхні зворотного торця $\varnothing 170$ мм за прикладом, наведеним вище. Після підтвердження виконання операції вирізання буде отримано проміжну тривимірну модель деталі «Кришка», що показано на рис. 3.37.

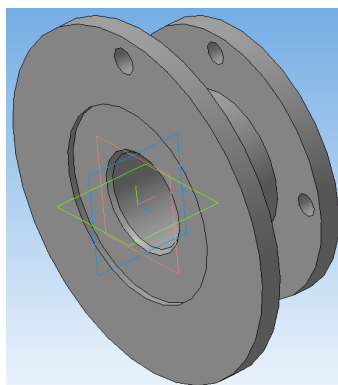


Рисунок 3.37 – Проміжна тривимірна модель деталі «Кришка»

Побудувати інші п'ять отворів можна способом, що був описаний для тривимірної моделі «Гайка ковпачкова». Даний спосіб полягає у використанні масиву операцій побудови отворів. Як і в попередньому випадку, для виконання операції побудови масиву отворів слід виділити операцію побудови отвору $\varnothing 13$ мм та вісь моделі. У параметрах виконання операції, що з'являться внизу, слід вибрати кількість елементів масиву – 6, вісь виконання масиву – вісь X , кут по кільцевому напрямку – 60° . Під час вибору даних параметрів система запропонує переглянути попередній вигляд результату виконання операції, як показано на рис. 3.38.

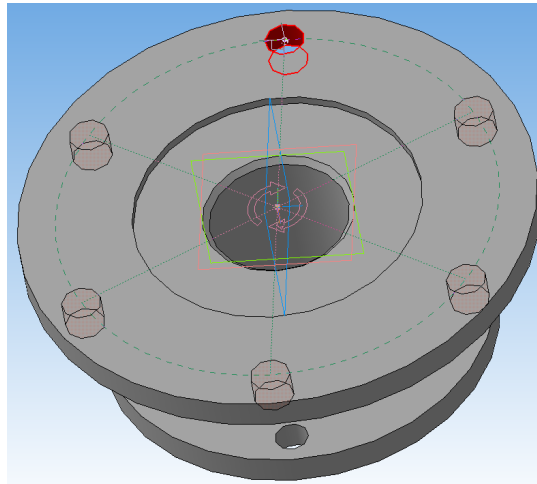


Рисунок 3.38 – Попередній вигляд результату виконання операції деталі «Кришка»

Після підтвердження виконання операції буде отримано шість наскрізних отворів $\varnothing 13$ мм (рис. 3.39).

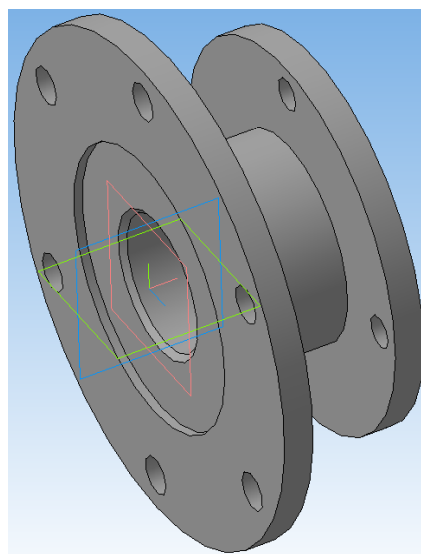


Рисунок 3.39 – Підтвердження виконання операції деталі «Кришка»

Відповідно до кресленика деталі «Кришка», між торцями поверхонь $\varnothing 170$ мм та $\varnothing 130$ мм є два ребра жорсткості шириною 12 мм. Для побудови ребер жорсткості потрібно виділити площину торця $\varnothing 130$ мм та побудувати ескіз, який показаний на рис. 3.40.

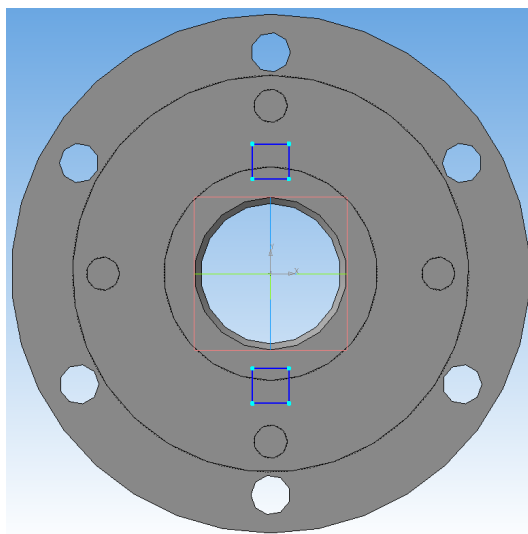


Рисунок 3.40 – Виділення площини торця $\varnothing 130$ мм деталі «Кришка»

Побудований ескіз уявляє собою два однакові прямокутники, ширина яких становить 12 мм, як ширина ребер жорсткості. Висота прямокутників обмежена геометричними параметрами: між дальніми лініями відстань 85 мм, між нижніми – 62 мм (що знаходиться в межах циліндричної поверхні $\varnothing 70$ мм). Далі потрібно виконати операцію видавлювання приклеюванням на відстань – до торця поверхні $\varnothing 170$ мм, як це показано на рис. 3.41.

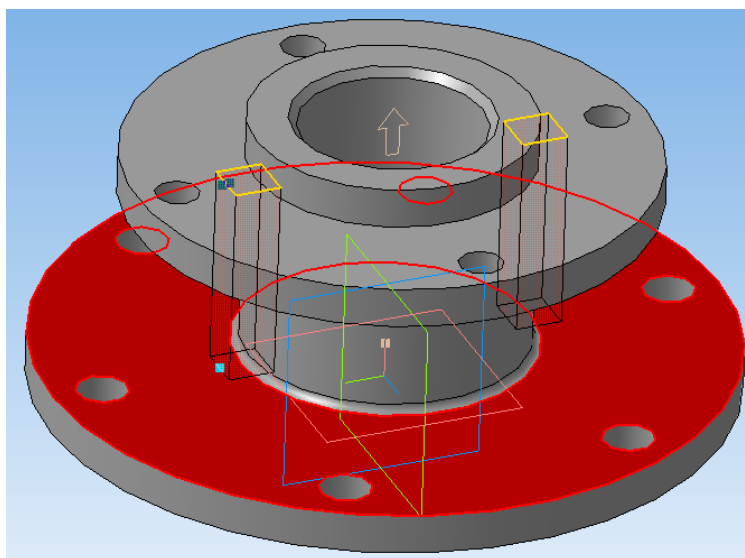


Рисунок 3.41 – Операція видавлювання приклеюванням до торця поверхні $\varnothing 170$ мм деталі «Кришка»

В результаті підтвердження команди виконання видавлювання приклеюванням буде отримана тривимірна модель деталі «Кришка» (рис. 3.42).

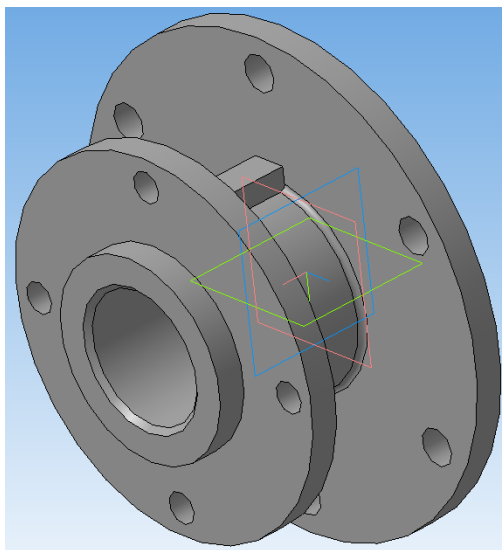


Рисунок 3.42 – Тривимірна модель деталі «Кришка»

Розглянемо побудову тривимірної моделі за робочим креслеником деталі «Корпус» (див. рис. 2.12). Ця деталь має ознаки тіла обертання з корпусними елементами. Послідовність побудови тривимірної моделі може бути різною, але буде запропонована найраціональніша послідовність операцій побудови.

За основу буде взято операцію обертання, принцип якої вже був наведений неодноразово. Ескіз для операції обертання наведено на рис. 3.43.

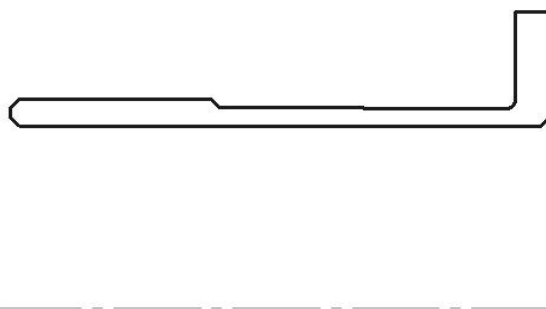


Рисунок 3.43 – Ескіз для операції обертання деталі «Корпус»

На основі показаного вище ескізу виконано операцію обертання, в результаті чого отримана проміжна тривимірна модель деталі «Корпус», що показана на рис. 3.44.

Відповідно до кресленика деталі «Корпус», від циліндричної поверхні перпендикулярно до осі деталі проходить вертикальна стінка, що утворює кронштейн, на якому виконано монтажні отвори.

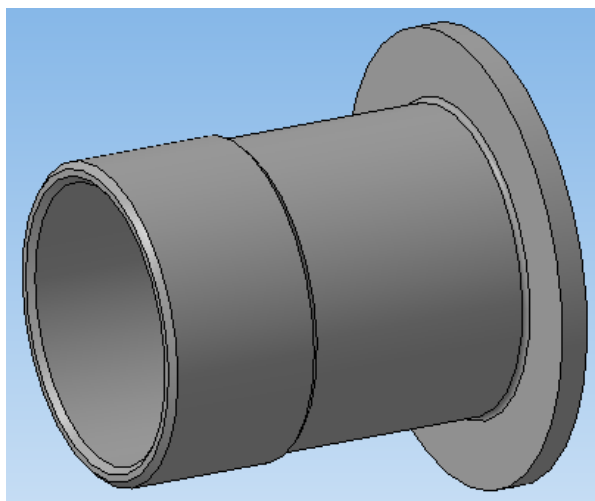


Рисунок 3.44 – Проміжна тривимірна модель деталі «Корпус»

Побудова вертикальної стінки потребує введення на моделі допоміжної площини. У даному випадку допоміжна площина буде побудована паралельно торцю циліндричної поверхні деталі $\varnothing 170$ мм та на відстані 45°мм від неї. Після вибору площини торця циліндричної поверхні деталі $\varnothing 170$ мм торця необхідно вибрати тип допоміжної площини. Як і у попередньому випадку, найкращим варіантом буде використання паралельної площини, побудованої на заданій відстані.

Після вибору команди побудови паралельної площини у параметрах побудови площини, що з'являється внизу, потрібно вибрати відстань 45 мм, як зазначено на кресленнику. Після підтвердження побудови площини буде отримано проміжну тривимірну модель з побудованою допоміжною площиною, як показано на рис. 3.45.

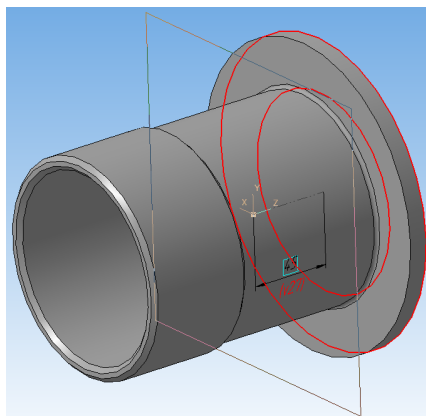


Рисунок 3.45 – Проміжна тривимірна модель з побудованою допоміжною площиною деталі «Корпус»

На отриманій допоміжній площині у режимі побудови ескізу необхідно накреслити ескіз стінки, відповідно до кресленника деталі, як показано на рис. 3.46, а. Після виходу з режиму побудови ескізу потрібно вибрати

операцію видавлюванням. У параметрах виконання операції, що з'являється внизу, слід вибрати напрям вирізання – **прямий напрям** (або зворотний, якщо потрібно) на довжину 10 мм. Після підтвердження виконання операції буде отримано проміжну модель деталі, що показана на рис. 3.46, б.

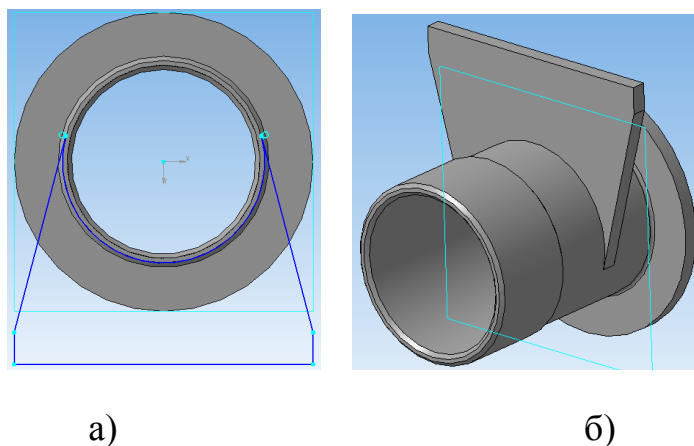


Рисунок 3.46 – Проміжна тривимірна модель з побудованою стінкою деталі «Корпус»

Далі потрібно побудувати елемент кронштейна «лапа» за допомогою кресленика відповідного ескізу на нижній площині стінки. До складу ескізу можна одразу внести два отвори $\varnothing 15$ мм, щоб не виконувати окрему операцію їх вирізання. Остаточний ескіз побудови лапи показано на рис. 3.47, а.

Після виходу з режиму побудови ескізу слід вибрати операцію видавлюванням на довжину 15 мм, відповідно до кресленика деталі. Після підтвердження виконання операції буде отримано проміжну модель деталі, що показана на рис. 3.47, б.

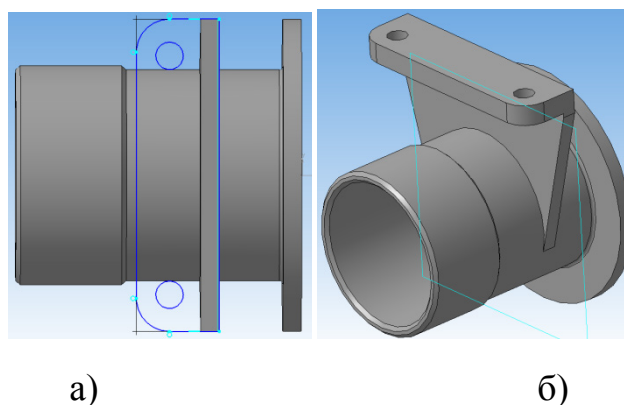
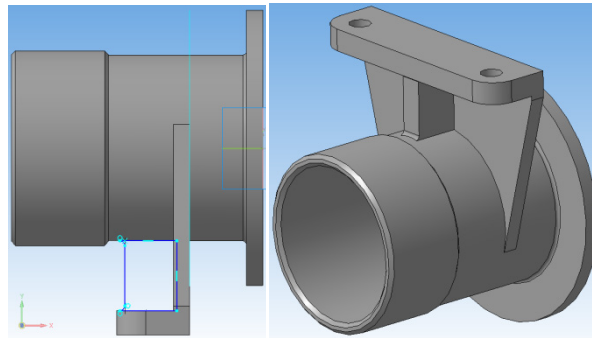


Рисунок 3.47 – Підтвердження виконання операції для елемента «лапа» деталі «Корпус»

Далі потрібно виконати побудову ребра жорсткості. Для цього необхідно побудувати ескіз відповідного профілю у площині, що перпендикулярна до лапи та проходить через вісь деталі, в даному випадку

це буде площина XU . Ескіз побудови ребра жорсткості показаний на рис. 3.48, а. Побудований ескіз насправді є прямокутником, ліва частина якого має скруглення назовні.

Оскільки даний ескіз побудований у площині, що проходить через вісь деталі, то операцію видавлювання потрібно виконувати у два напрямки і на довжину 7,5 мм. Таким чином утвориться ребро жорсткості, як це показано на рис. 3.48, б.



а)

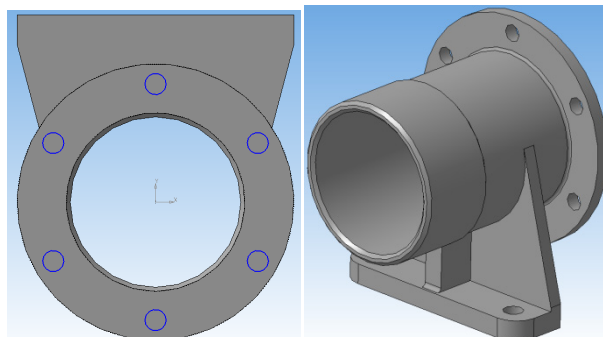
б)

Рисунок 3.48 – Побудова ребра жорсткості деталі «Корпус»

Далі слід виконати побудову шести наскрізних отворів $\varnothing 13$ мм, які розташовані під кутом 60° між собою. Для цього слід побудувати ескіз відповідний на торцевій поверхні $\varnothing 170$ мм (рис. 3.49, а).

Вибираємо операцію вирізання видавлюванням, яка вже була розглянута раніше. У параметрах виконання операції, що з'являться внизу, слід вибрати напрям вирізання – **Пряме напрямлення** та обмеження по довжині вирізання – **До поверхні**. Вказуємо поверхню, якою буде обмежено вирізання отворів – це зворотна торцева поверхня $\varnothing 170$ мм.

Після підтвердження виконання операції вирізання буде отримано шість наскрізних отворів $\varnothing 13$ мм та остаточний вигляд тривимірної моделі деталі «Кришка» (рис. 3.49, б).



а)

б)

Рисунок 3.49 – Тривимірна модель деталі «Корпус»

Розглянемо побудову моделі деталі «Пружина», що показана на рис. 2.12. Побудова цієї деталі не схожа на попередні приклади, оскільки буде використовуватись зовсім інший принцип.

Для початку необхідно побудувати спіраль з параметрами, які вказані на кресленику. Спочатку виділяємо певну площину, на якій буде виконуватись побудова, а потім вибираємо команду **«Спіраль циліндрична»**. Ця команда знаходиться на панелі інструментів (рис. 3.50).

Або можна скористатися головним меню: **Операции → Пространственные кривые → Спираль цилиндрическая**.



Рисунок 3.50 – Панель інструментів команди «Спіраль циліндрична» деталі «Пружина»

Для побудови спіралі звернемось вниз до панелі властивостей та оберемо конструктивні параметри спіралі: число витків та крок (рис. 3.51, а), а також діаметр (рис. 3.51, б), як вказано на кресленику деталі (рис. 2.15).



а)

б)

Рисунок 3.51 – Вибір конструктивних параметрів спіралі деталі «Пружина»

Після підтвердження команди побудови буде отримано геометричний об'єкт «спіраль», що показаний на рис. 3.52.

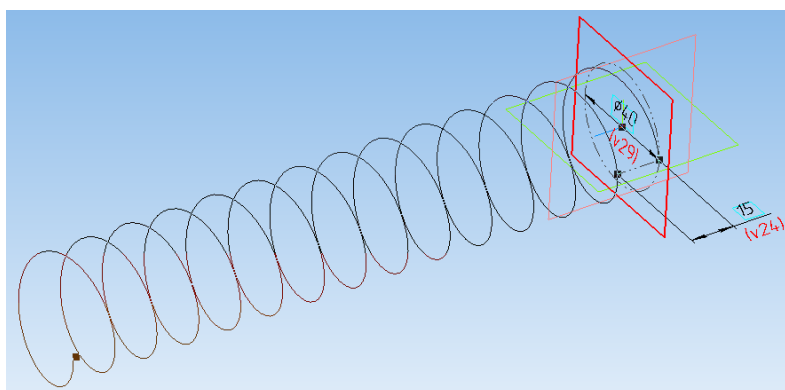


Рисунок 3.52 – Геометричний об'єкт «спіраль» деталі «Пружина»

Оскільки пружина – це спіраль з дроту, то наступним кроком буде креслення ескізу профілю дроту. Згідно з креслеником (див. рис. 2.15), профіль дроту круглого перерізу становить 10 мм, тому слід накреслити коло відповідного діаметра $\varnothing 10$ мм, але з центром у точці початку спіралі та у площині, що перпендикулярна до осі спіралі. Ескіз профілю пружини наведено на рис. 3.53.

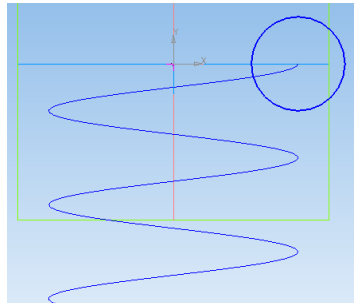


Рисунок 3.53 – Ескіз профілю деталі «Пружина»

Для завершення побудови пружини слід виконати формоутворювальну операцію, яка об'єднає ескіз із траєкторію його руху. Така формоутворювальна операція називається «кінематична». Це операція викликається на панелі інструментів натисканням відповідної кнопки (рис. 3.54), або за допомогою головного меню **Операции** → **Операция** → **Кинематическая**.

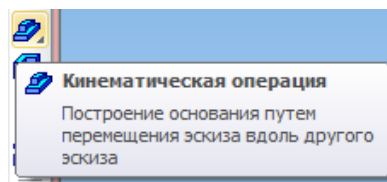


Рисунок 3.54 – Панель інструментів команди «Кінематична» деталі «Пружина»

В результаті підтвердження виконання операції буде отримана спіраль із профілем у вигляді кола діаметром $\varnothing 10$ мм, що показана на рис. 3.55.

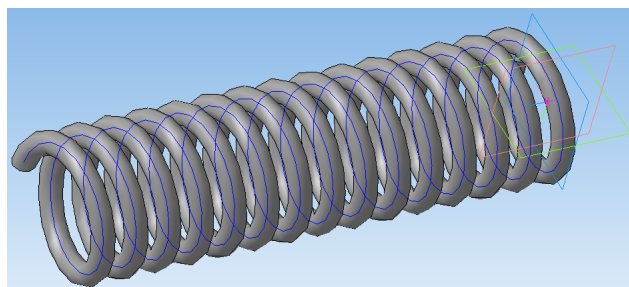


Рисунок 3.55 – Спіраль пружини з профілем $\varnothing 10$ мм

Для утвореної тривимірної моделі пружини залишилось виконати підрізання витків, що дозволить застосовувати модель пружини у складальних операціях.

Підрізання витків можна виконати за допомогою операції перерізу площиною, але перед цим потрібно побудувати необхідні площини. Першою площиною, за допомогою якої буде підрізатися виток, може бути площина, на якій була побудована спіраль. В даному випадку це площина XU . Після виділення площини необхідно вибрати команду на панелі інструментів «Переріз поверхнею» (рис. 3.56), або за допомогою головного меню: **Операции → Сечение → Поверхностью**.

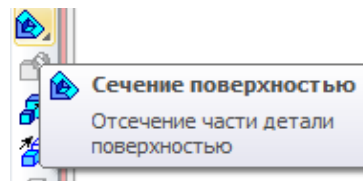


Рисунок 3.56 – Вибір команди на панелі інструментів «Переріз поверхнею»

Таким чином можна підрізати ближчий торець пружини, а для підрізання дальнього торця необхідно побудувати допоміжну площину, паралельну площині XU , на відстані 150 мм (як вказано на кресленіку деталі «Пружина» на рис. 2.15) за методикою, описаною вище.

Отже, в результаті виконання операцій підрізання торців буде отримана тривимірна модель деталі «Пружина». Оскільки модель містить зображення спіралі, що ускладнює її візуальне сприйняття, то рекомендується приховати спіраль, що дозволить спростити вигляд моделі. Для цього потрібно у головному меню вибрати: **Вид → Скрыть → Пространственные кривые**.

В результаті виконання наведених дій тривимірна модель деталі «Пружина» набуде вигляду, показаного на рис. 3.57.

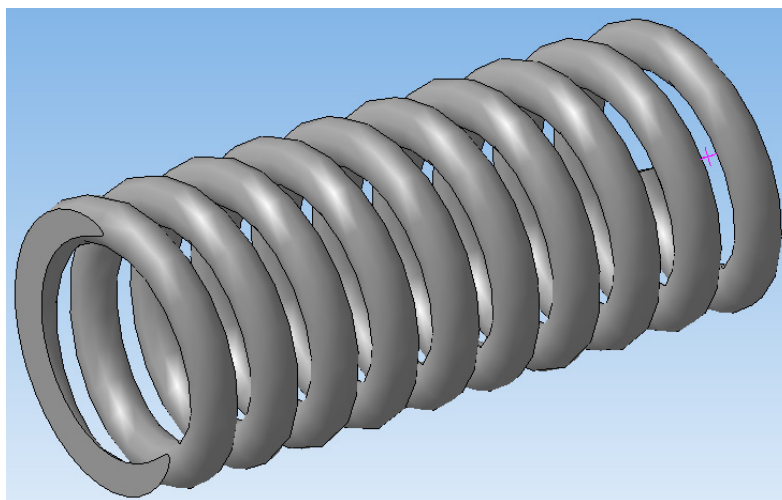


Рисунок 3.57 – Тривимірна модель деталі «Пружина»

3.6 Визначення маси деталі за побудованою тривимірною моделлю

Дуже корисною є функція визначення маси складної за конструкцією деталі за її тривимірною моделлю, особливо в умовах проектування нових деталей або вдосконалення конструкцій існуючих виробів. У CAD-системі Компас така функція також присутня, але при цьому потрібно знати матеріал, з якого виготовлена деталь.

Розглянемо приклад. Припустимо, що необхідно дізнатися масу корпусної деталі, що показана на рис. 3.49, б. Для цього потрібно у дереві побудови моделі навести курсором миші на назву деталі (в даному випадку просто «Деталь (Тел.-1)» та викликати контекстне меню (рис. 3.58).

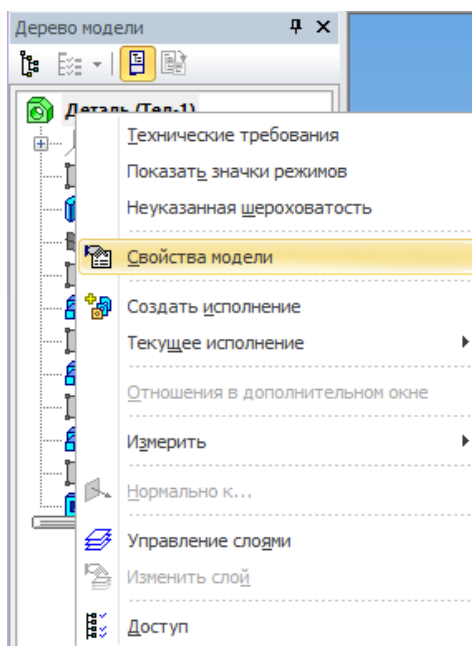


Рисунок 3.58 – Контекстне меню для визначення маси деталі

У меню, що з'явилося, необхідно вибрати команду «Свойства модели». В результаті, внизу, на панелі властивостей, з'явиться перелік додаткових опцій, де потрібно вибрати «**Параметры МЦХ**» (МЦХ – масо-центрувальні характеристики). У даній опції можна побачити, який базовий матеріал система надала моделі (рис. 3.59).

Якщо вибраний системою матеріал підходить, то можна натиснути опцію «**Пересчитать МЦХ**». Припустимо, що необхідно вибрати інший матеріал, наприклад *Сталь 45 ГОСТ 1050-88*. Для цього потрібно вибрати команду «Выбрать материал из списка» (рис. 3.60).

Далі з'являється список доступних у системі матеріалів. З переліку різних матеріалів вибираємо: **Металлы** → **Стали** → **Сталь 45 ГОСТ 1050-88** (рис. 3.61).

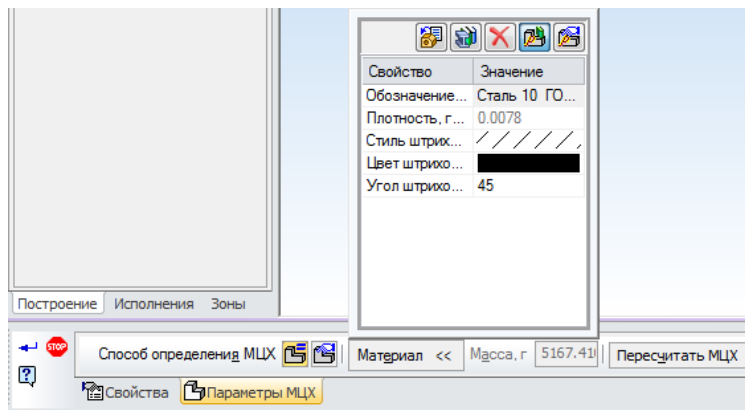


Рисунок 3.59 – Меню для отримання матеріалу, з якого виготовлена деталь

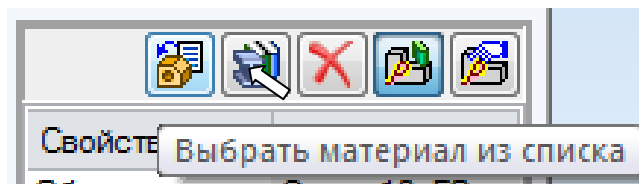


Рисунок 3.60 – Меню для вибору матеріалу із списку

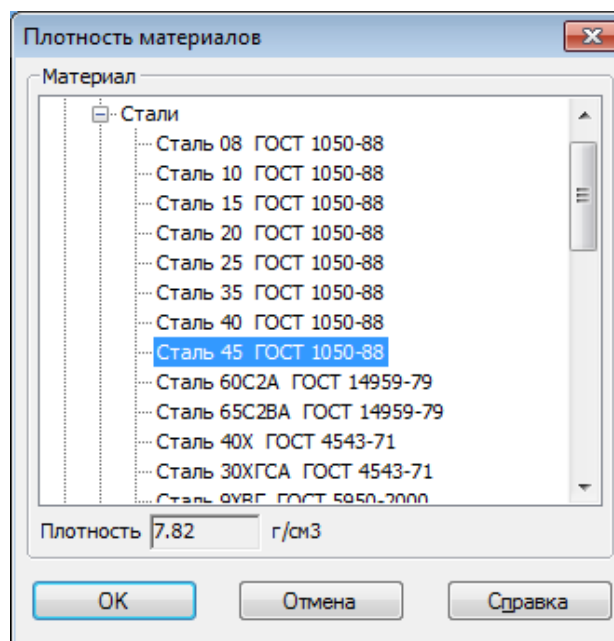


Рисунок 3.61 – Меню для вибору марки сталі

Після вибору необхідного матеріалу відбудеться повернення до діалогового вікна, що показано на рис. 3.59, де потрібно вибрати команду «Пересчитать МЦХ», в результаті чого з'явиться вікно з характеристиками деталі, де буде вказана не тільки її маса, але і матеріал, густина, площа поверхні, об'єм тощо (рис. 3.62).

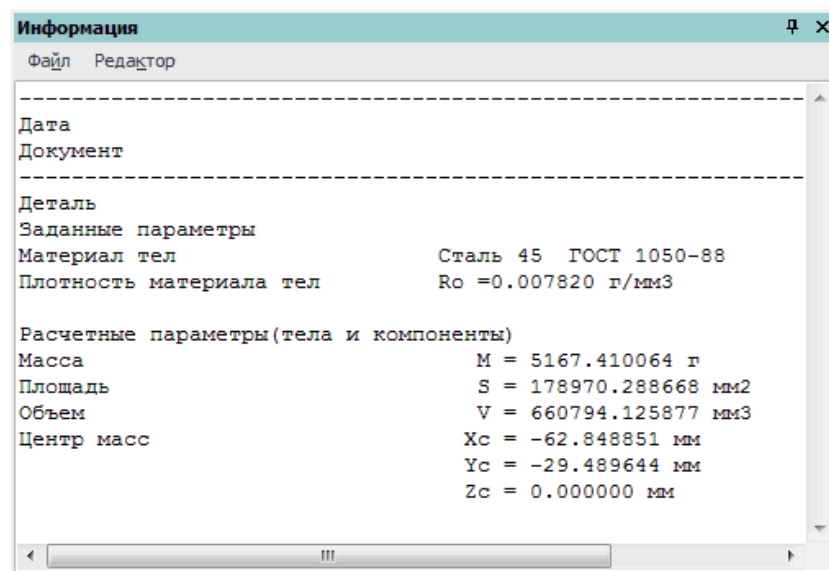


Рисунок 3.62 – Меню з розрахунковими параметрами

3.7 Складання моделей деталей у тривимірний вузол

Для створення нового файлу тривимірної складальної конструкції в системі КОМПАС потрібно викликати команду **Файл ⇒ Создать**. Далі, у висхідному вікні діалогу, потрібно вибрати тип документа – **Сборка**. Або можна використати команду створення нового файлу КОМПАС на панелі інструментів  і у діалоговому вікні вибрати створення документа

Сборка (розширення файлу *.a3d) .

В результаті створюється файл з вікном, в якому присутнє дерево побудови та тривимірна система координат. Для того, щоб додати у складальну конструкцію компонент (тривимірну модель деталі), необхідно викликати команду **Операции ⇒ Добавить компонент из файла...** Далі, у висхідному вікні діалогу відкриття файлу потрібно вибрати файл тривимірної моделі деталі. Також дана команда викликається в результаті натискання

кнопки  на панелі інструментів.

Після виконання команди вставлення компонента у складальну конструкцію на екрані з'явиться вибраний компонент, який буде прив'язаний до курсору миші. Натисканням лівої кнопки миші компонент буде вставлений у задану точку, яку можна вказати довільно або за допомогою прив'язки.

Можна також ввести координати точки вставлення у полі **Точка вставки** на панелі стану. Компонент буде вставлений у поточний файл. Початок абсолютної системи координат компонента буде збігатися з

вказаною точкою вставлення, а напрям осей – з напрямками осей поточної системи координат складальної конструкції.

У дереві побудови з'явиться піктограма, що відповідає типу компонента. Поруч із піктограмою з'явиться назва компонента, взята з його файлу. Якщо у складальну конструкцію додається стандартний виріб,

то у дереві побудови з'являється відповідна піктограма



Додані у складальну конструкцію компоненти можна зсувати та повертати. Для цього передбачені команди у головному меню або кнопки на панелі інструментів



Сервис ⇒ Переместить компонент – зсув компонента;



Сервис ⇒ Повернуть компонент – поворот компонента.

Для виконання маніпуляції над компонентом необхідно викликати команду зсуву чи повертання, встановити курсор на необхідному компоненті, натиснути ліву кнопку миші і, не відпускаючи її, переміщувати курсор. При цьому компонент буде рухатися в тому ж напрямку. Коли необхідне положення компонента буде досягнуте, необхідно відпустити кнопку миші.

Після того, як у **Сборку** додані всі необхідні компоненти, можна починати роботу з їх складання, що полягає у накладанні спряжень поверхонь компонентів між собою.

Наприклад, після накладання спряження «Паралельність площин» на дві грані різних компонентів, то і самі компоненти стають спряженими. Положення компонентів змінюється таким чином, що вибрані грані стають паралельними. В подальшому, при переміщенні одного зі спряжених компонентів інший автоматично переміщується таким чином, щоб паралельність граней зберігалась. У спряженні можуть бути координатні площини та осі, початки координат, грані, ребра, вершини тіл та поверхонь, точки, вершини кривих, сегменти ламаних, дуги, графічні об'єкти у ескізах, а також допоміжні осі та площини.

Команди керування спряженнями компонентів зосереджені у головному меню **Операции ⇒ Сопряжения компонентов**. Кнопки

виклику команд спряження знаходяться на панелі **Сопряжения**



У системі КОМПАС існують команди позиційного спряження (рис. 3.63)

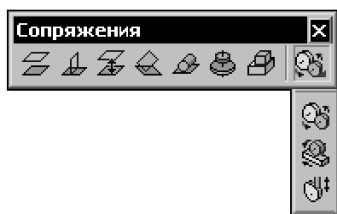


Рисунок 3.63 – Команди панелі **Сопряжения**

Позиційні спряження виконуються за допомогою таких команд



Збігання компонентів.



Співвісність осей, циліндричних та конічних поверхонь.



Паралельність площин, граней, ребер та ін.



Перпендикулярність площин, граней, ребер та ін.



Розташування елементів на заданій відстані, накладається на вершини, паралельні площини, грані, ребра та ін.



Розташування елементів під кутом один до одного, накладається на площини, грані, ребра та ін.



Дотикання компонентів, які мають обмежені варіанти спряження (наприклад, прямолінійне ребро та циліндрична поверхня).

Розглянемо на прикладі використання команд спряження для побудови складального тривимірного проекту вузла «Амортизатор» (див. рис. 2.4).

Перед початком складання деталей у проект потрібно дуже ретельно обміркувати послідовність складання. Є багато варіантів використання команд складання та послідовностей використання деталей, але обрати потрібно найраціональніший варіант.

Наведена для прикладу послідовність складання деталей, на думку авторів, є найбільш раціональною, але, можливо, недосконалою, тому користувачі можуть самі спробувати покращити наведений приклад.

Пропонується почати з додавання у файл складання тривимірну модель деталі «Кришка» (поз. 4 на рис. 2.4). Для цього слід використати команду додавання моделі з файлу (рис. 3.64) або у головному меню вибрати **Операции → Добавить из файла → Компонент**.

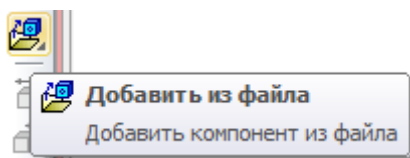


Рисунок 3.64 – Вибір команди додавання моделі з файлу

У меню, що з'явилося, знаходимо файл моделі деталі «Кришка» та вибираємо його. В результаті з'явиться перша модель у файлі складання (рис. 3.65).

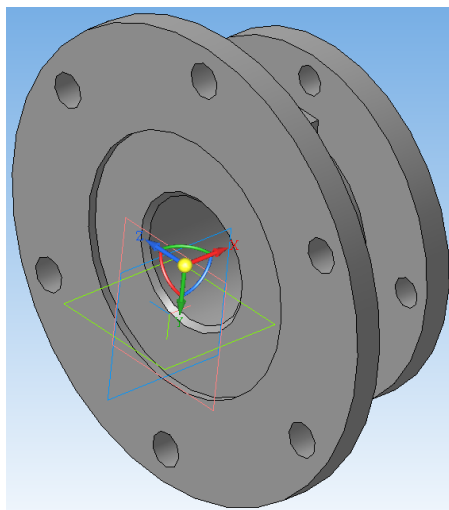


Рисунок 3.65 – Перша модель у файлі складання

Далі пропонується додати деталь «Втулка (поз. 6 на рис. 2.4). Після додавання деталі одним із методів, наведених вище, необхідно спочатку виконати орієнтацію деталі максимально наближено до способів виконання спряження.

Орієнтацію деталі можна здійснити за допомогою кольорових ліній напрямку осей (червона – вісь X, зелена – вісь Y, синя – вісь Z) та дуг обертання навколо відповідних осей, які з'являються у точці початку системи координат моделі. В іншому випадку можна використовувати кнопки переміщення (рис. 3.66, а) та обертання моделі (рис 3.66, б).



а)



б)

Рисунок 3.66 – Кнопки переміщення та обертання

Коли моделі будуть орієнтовані одна відносно одної, як показано на рис. 3.67, а), то можна починати виконувати операції спряження.

Для достатнього закріплення моделей між собою пропонується два види спряжень: співвісність компонентів та збігання компонентів. Для виконання спряження співвісності компонентів потрібно вибрати зовнішню циліндричну поверхню $\varnothing 31$ мм деталі «Втулка» та внутрішню циліндричну поверхню $\varnothing 46$ мм деталі «Кришка». Для виконання спряження збігання компонентів потрібно вибрати правий торець

зовнішньої циліндричної поверхні $\varnothing 85$ мм деталі «Втулка» та торець циліндричної поверхні $\varnothing 95$ мм деталі «Кришка».

Після виконання вказаних спряжень деталі будуть спряжені між собою так, як показано на рис. 3.67, б).

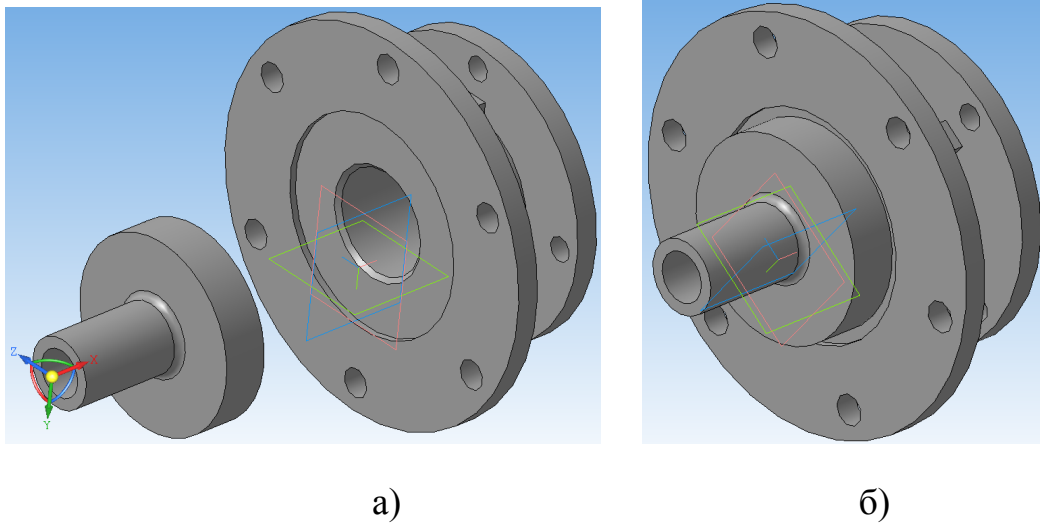


Рисунок 3.67 – Орієнтування та спряження деталей «Втулка» і «Кришка»

Далі пропонується додати деталь «Шток» (поз. 5 на рис. 2.4). Після додавання деталі потрібно здійснити орієнтацію між собою. Пропонований результат орієнтації спряжених деталей та нової деталі показано на рис. 3.68.

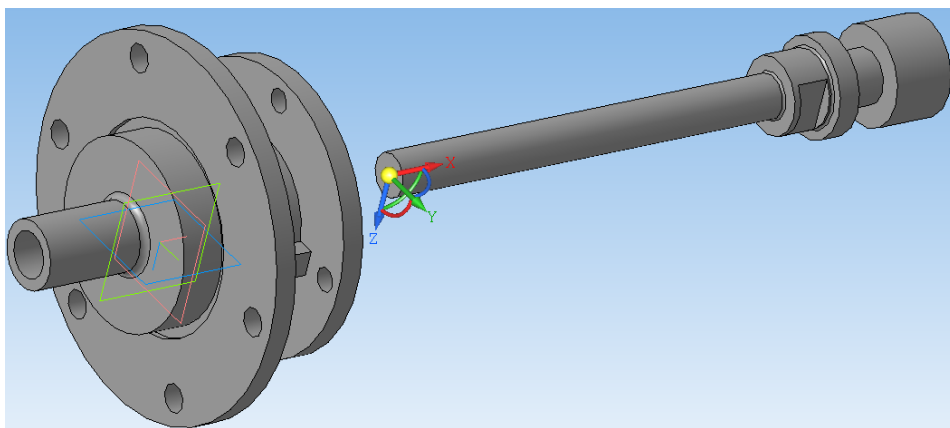


Рисунок 3.68 – Результат орієнтації спряжених деталей та деталі «Шток»

Для закріплення моделей між собою пропонується два види спряжень: співвісність компонентів та збігання компонентів. Для виконання спряження співвісності компонентів потрібно вибрати зовнішню циліндричну поверхню M20 мм деталі «Шток» та внутрішню циліндричну поверхню $\varnothing 46$ мм деталі «Кришка».

Для виконання спряження збігання компонентів потрібно вибрати торець зовнішньої циліндричної поверхні $\varnothing 35$ мм деталі «Шток» та правий торець циліндричної поверхні $\varnothing 85$ мм деталі «Втулка». Після виконання вказаних спряжень деталі будуть спряжені між собою так, як показано на рис. 3.69.

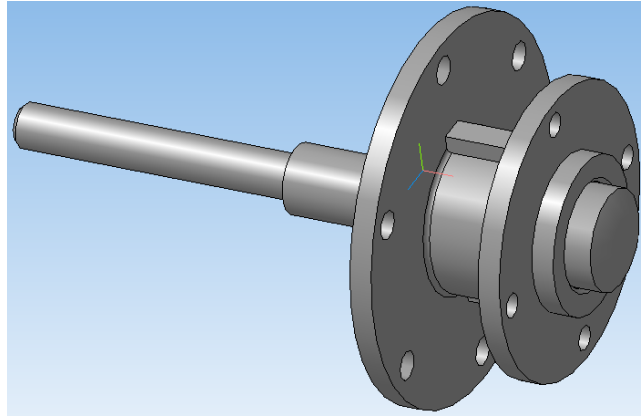


Рисунок 3.69 – Спряження деталей «Втулка», «Кришка» та «Шток»

Далі пропонується додати деталь «Пружина» (поз. 7 на рис. 2.4). Після додавання деталі потрібно здійснити орієнтацію між собою. Пропонований результат орієнтації спряжених деталей та нової деталі показано на рис. 3.70.

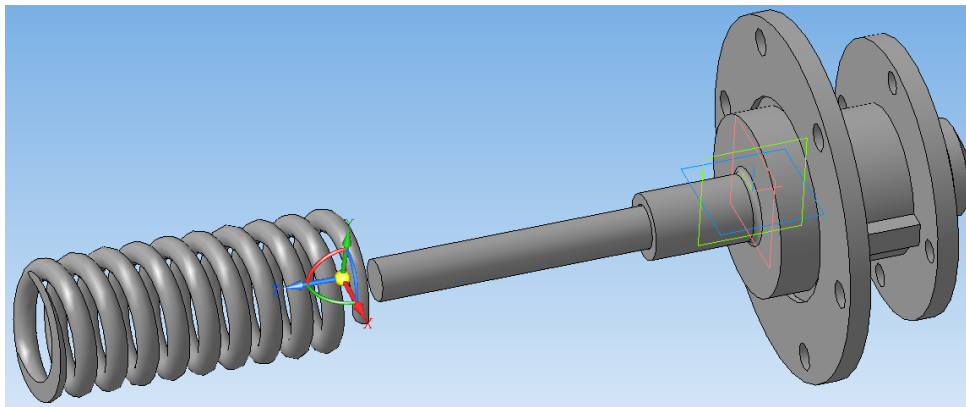


Рисунок 3.70 – Результат орієнтації спряжених деталей та «Пружини»

Для закріплення моделей між собою, як і у попередніх випадках, пропонується два види спряжень: співвісність компонентів та збігання компонентів.

Для виконання спряження співвісності компонентів потрібно вибрати вісь Z деталі «Шток» (місце знаходження якої у дереві побудови показано на рис. 3.71, а) та зовнішню циліндричну поверхню M20 мм деталі «Шток». Для виконання спряження збігання компонентів потрібно вибрати правий торець зрізаної частини деталі «Пружина» та лівий торець циліндричної поверхні $\varnothing 85$ мм деталі «Втулка». Після виконання вказаних

спряжень деталі будуть спряжені між собою так, як показано на рис. 3.71, б.

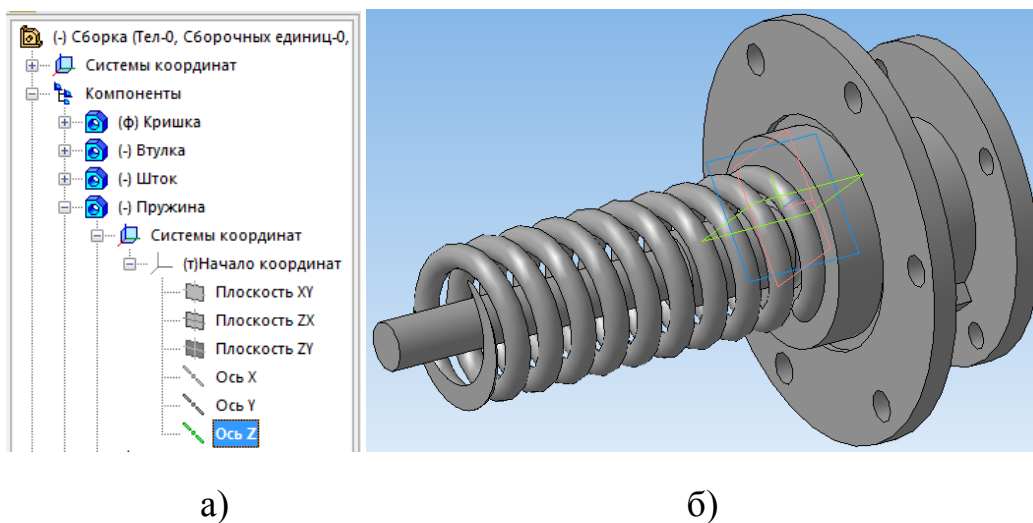


Рисунок 3.71 – Результат співвісності та збігання компонентів

Далі пропонується додати деталь «Упор» (поз. 3 на рис. 2.4). Після додавання деталі потрібно здійснити орієнтацію між собою Пропонований результат орієнтації спряжених деталей та нової деталі показано на рис. 3.72.

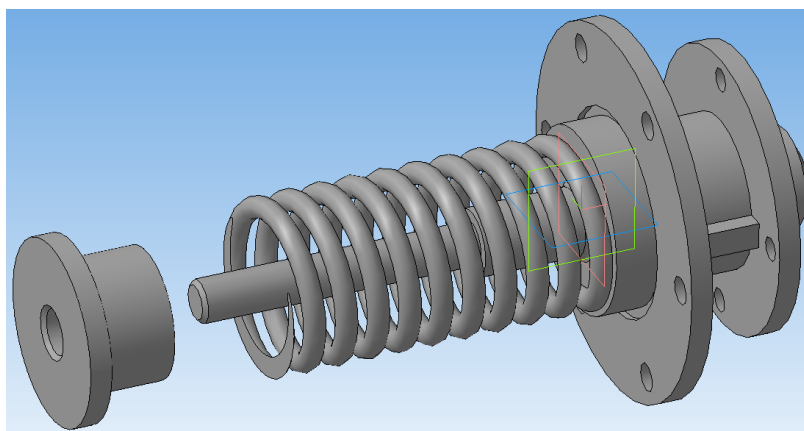


Рисунок 3.72 – Результат орієнтації спряжених деталей та деталі «Упор»

Для закріплення моделей між собою, знову достатньо двох видів спряжень: співвісність компонентів та збігання компонентів. Для виконання спряження співвісності компонентів потрібно вибрати зовнішню циліндричну поверхню $\varnothing 60$ мм деталі «Упор» та зовнішню циліндричну поверхню M20 мм деталі «Шток».

Для виконання спряження збігання компонентів потрібно вибрати лівий торець зрізаної частини деталі «Пружина» та правий торець циліндричної поверхні $\varnothing 85$ мм деталі «Упор». Після виконання вказаних спряжень деталі будуть спряжені між собою так, як показано на рис. 3.73.

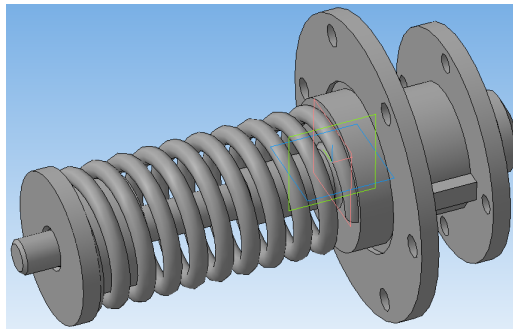


Рисунок 3.73 – Спряження попередніх деталей вузла з деталлю «Упор»

Далі пропонується додати деталь «Корпус» (див. поз. 1 на рис. 2.4). Після додавання деталі потрібно здійснити орієнтацію між собою. Результат орієнтації спряжених деталей та нової деталі показано на рис. 3.74.

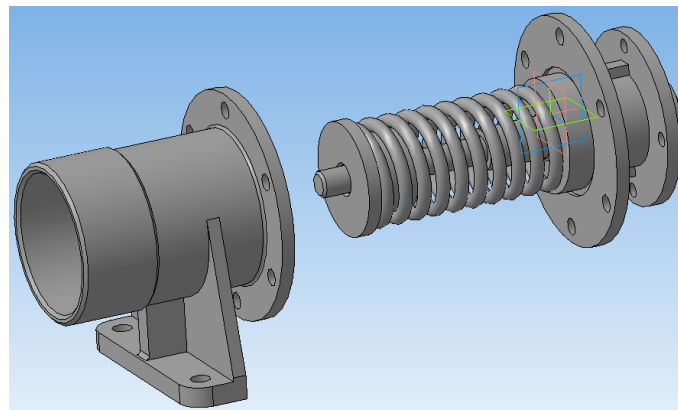


Рисунок 3.74 – Результат орієнтації спряжених деталей з корпусом

Для закріплення моделей між собою пропонується використати два спряження співвісності та одне спряження збігання компонентів. Для виконання першого спряження співвісності компонентів (рис. 3.75) потрібно вибрати зовнішню циліндричну поверхню $\varnothing 85$ мм деталі «Втулка» та зовнішню циліндричну поверхню $M120$ мм деталі «Корпус».

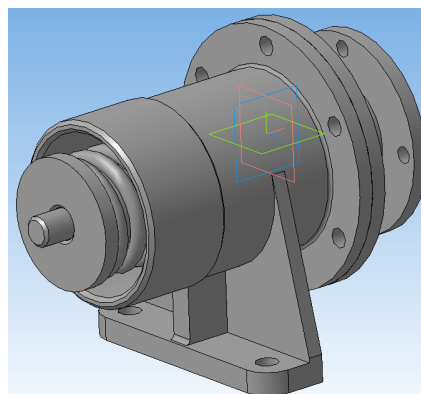


Рисунок 3.75 – Перше спряження за співвісністю компонентів

Для виконання другого спряження співвісності компонентів (рис. 3.76) потрібно вибрати внутрішні циліндричні поверхні отворів $\varnothing 13$ мм на деталях «Кришка» та «Корпус». Для виконання спряження збігання компонентів потрібно вибрати правий торець циліндричної поверхні $\varnothing 170$ мм деталі «Корпус» та лівий торець циліндричної поверхні $\varnothing 170$ мм деталі «Кришка».

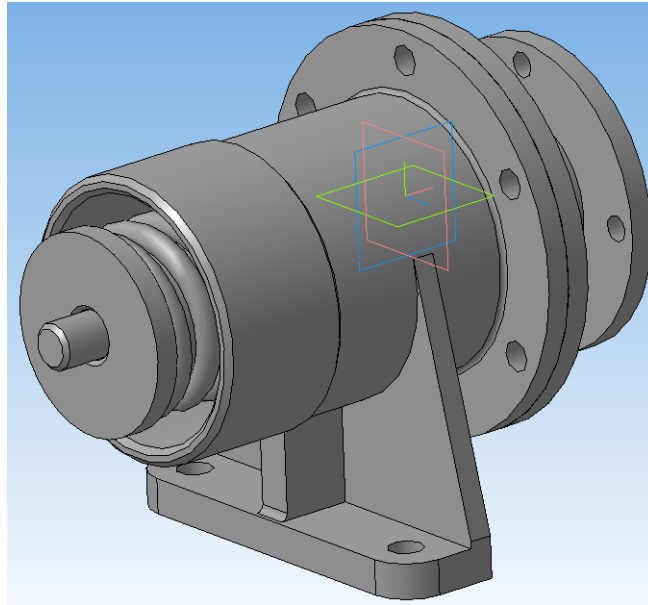


Рисунок 3.76 – Друге спряження за співвісністю компонентів

Далі пропонується додати деталь «Гайка ковпачкова» (поз. 2 на складальному кресленку рис. 2.4). Після додавання деталі потрібно здійснити орієнтацію між собою. Результат орієнтації спряжених деталей та нової деталі показаний на рис. 3.77.

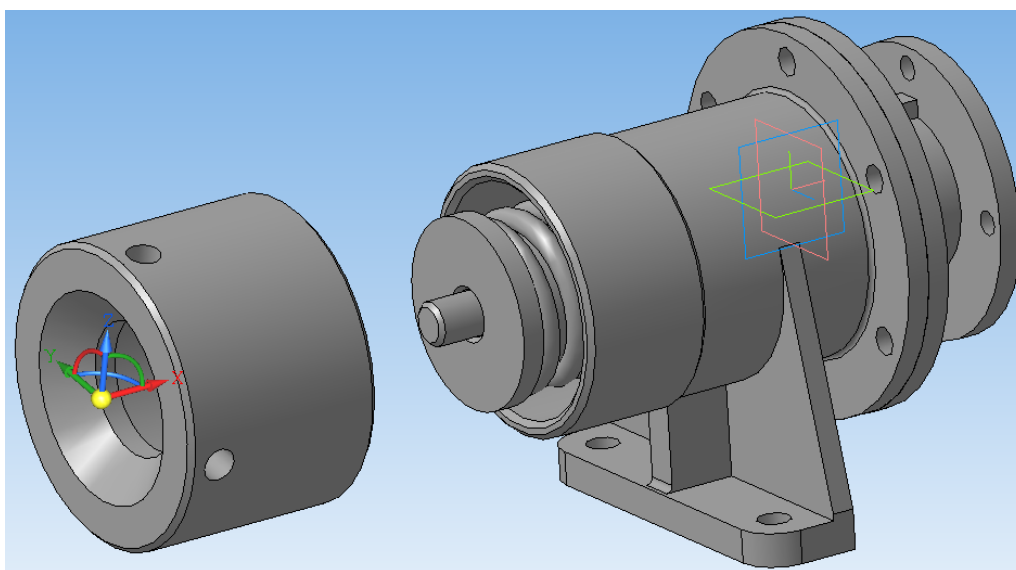


Рисунок 3.77 – Результат орієнтації спряжених деталей з новою

Отже, для закріплення моделей між собою достатньо двох видів спряжень: співвісність компонентів та збігання компонентів. Для виконання спряження співвісності компонентів потрібно вибрати зовнішню циліндричну поверхню $\varnothing 135$ мм деталі «Гайка ковпачкова» та зовнішню циліндричну поверхню $M120$ мм деталі «Корпус».

Для виконання спряження збігання компонентів потрібно вибрати правий торець, утворений внутрішнім циліндричним отвором $\varnothing 60$ мм деталі «Гайка ковпачкова» та лівий торець циліндричної поверхні $\varnothing 85$ мм деталі «Упор». Після виконання вказаних спряжень всі нестандартні деталі будуть спряжені між собою так, як показано на рис. 3.78.

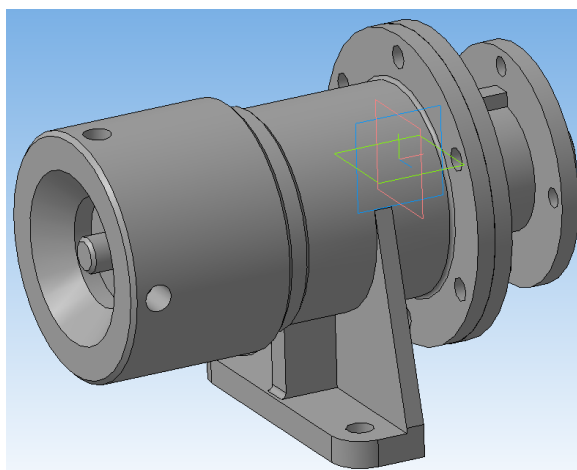


Рисунок 3.78 – Спряження всіх нестандартних деталей вузла

Інші деталі складального кресленика є стандартними виробами (див. рис. 2.5), тому не потрібно будувати їх тривимірні моделі, а потрібно скористатись бібліотекою стандартних виробів. Спочатку бібліотеку потрібно активізувати, це виконується натисканням кнопки **«Менеджер бібліотек»** на панелі інструментів (рис. 3.79).

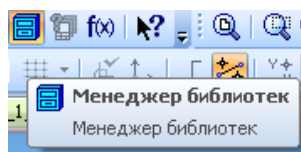


Рисунок 3.79 – Активізація бібліотеки стандартних виробів

Бібліотека стандартних виробів, як правило, з'являється внизу екрана над панеллю властивостей та має вигляд, показаний на рис. 3.80. Як бачимо, у бібліотеці є багато різних розділів стандартних елементів, що залежить від комплектації CAD-системи, але для завершення побудови тривимірної моделі складального кресленика нас цікавить тільки розділ бібліотеки **«Бібліотека кріпежа для Компас-3D»**.

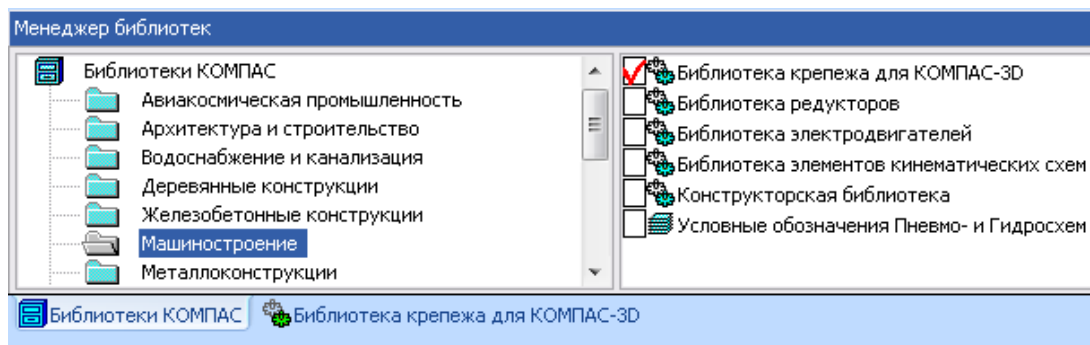


Рисунок 3.80 – Активізація розділу бібліотеки кріплення для Компас-3D

Даний розділ містить бібліотеку тривимірних моделей стандартних виробів для кріплення деталей. Залежно від версій CAD-системи бібліотека може мати значну кількість стандартних виробів. В даному випадку бібліотека містить достатній для розглядуваних задач перелік стандартних виробів (рис. 3.81).

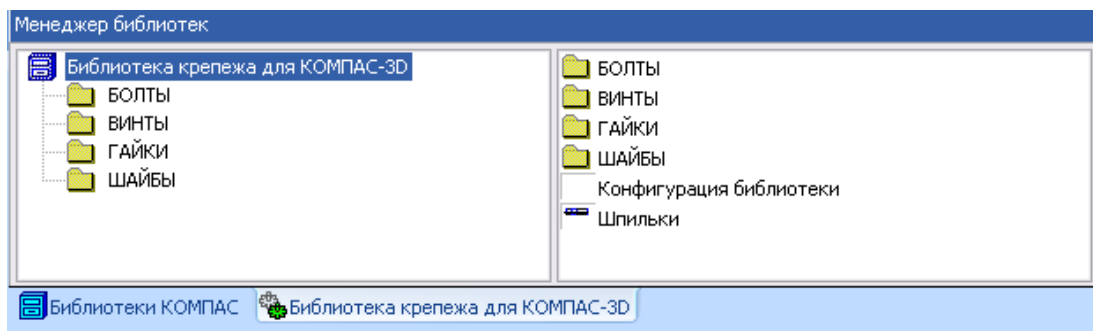


Рисунок 3.81 – Панель бібліотеки стандартних кріпильних виробів

Відповідно до специфікації складального кресленика, яка наведена на рис. 2.5, нас цікавлять стандартні деталі – болти, гайки та шайби. Розглянемо послідовність додавання до тривимірного складального кресленика стандартного виробу *Гайка M20.5 ГОСТ 5915-70* (поз. 10 на рис. 2.4).

Спочатку потрібно перейти до переліку стандартних виробів у підрозділі «ГАЙКИ» (рис. 3.82).

Як видно з рисунка, у даному підрозділі доступні «Гайки корончатые и прорезные» та «Гайки шестигранные».

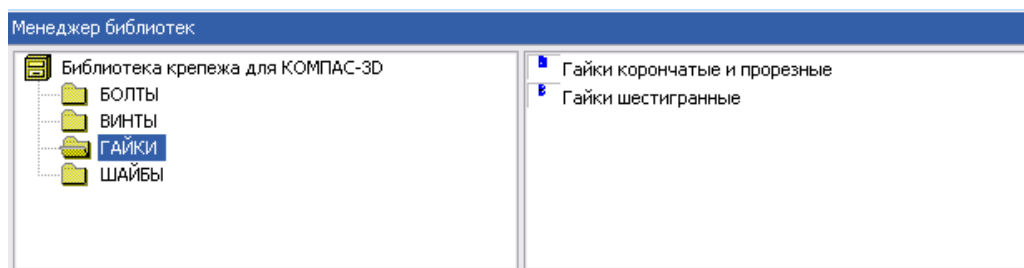


Рисунок 3.82 – Панель бібліотеки кріплення підрозділу «Гайки»

Розглядувана гайка належить до типу шестигранних, тому вибираємо дану категорію. Далі з'являється діалогове вікно, в якому можна вибрати детальний опис гайки потрібного типу (рис. 3.83). Вибираємо такі властивості гайки: тип – нормальні, діаметр – 20, клас точності – А, виконання 1, ГОСТ – 5915-70, крок малий.

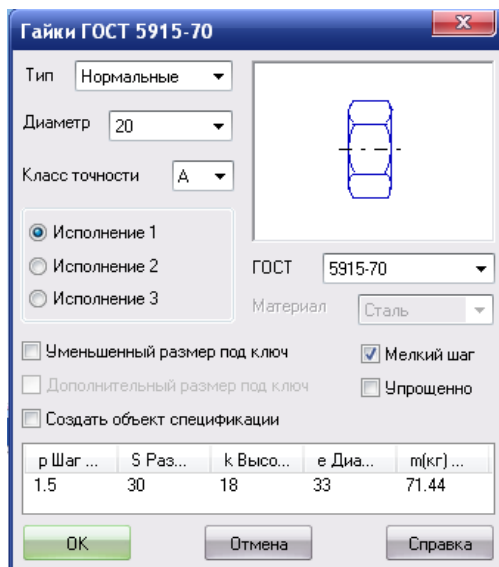


Рисунок 3.83 – Діалогове вікно для вибору гайки за ГОСТ 5915-70

Після натискання кнопки ОК діалогове вікно зникає, а на екрані з'являється курсор з каркасним зображенням вибраної гайки (рис. 3.84, а). Після вибору курсором місця розташування тривимірної моделі гайки та підтвердження відповідної команди, з'являється тривимірна модель «Гайка М20-6Н5» (рис. 3.84, б).

Гайка М20 встановлена на зовнішній циліндричній поверхні деталі «Шток» та закручена з упором у лівий торець циліндричної поверхні $\varnothing 135$ мм деталі «Упор».

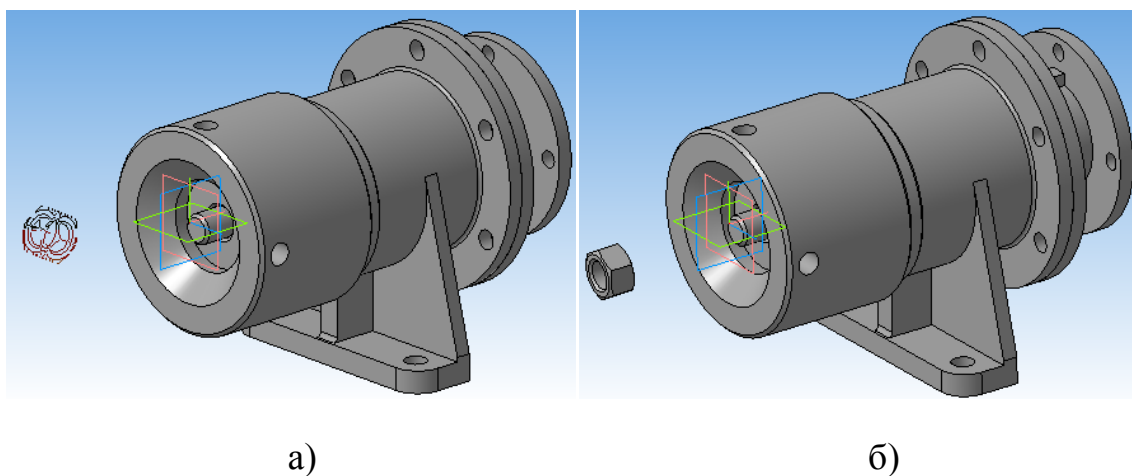


Рисунок 3.84 – Процедура розташування тривимірної моделі гайки у вузлі

Для закріплення стандартних моделей, також і гайки, у тривимірному складальному кресленнику необхідно також використовувати спряження.

В даному випадку достатньо двох видів спряжень: співвісність компонентів та збігання компонентів. Оскільки *Гайка M20* встановлена на зовнішній циліндричній поверхні деталі «Шток», то буде використано спряження співвісності внутрішньої циліндричної поверхні *Гайки M20* та зовнішньої циліндричної поверхні деталі «Шток» M20 мм.

Для виконання спряження збігання компонентів потрібно вибрати правий торець *Гайки M20* та лівий торець циліндричної поверхні $\varnothing 135$ мм деталі «Упор». Після виконання вказаних спряжень деталі будуть спряжені між собою так, як показано на рис. 3.85.

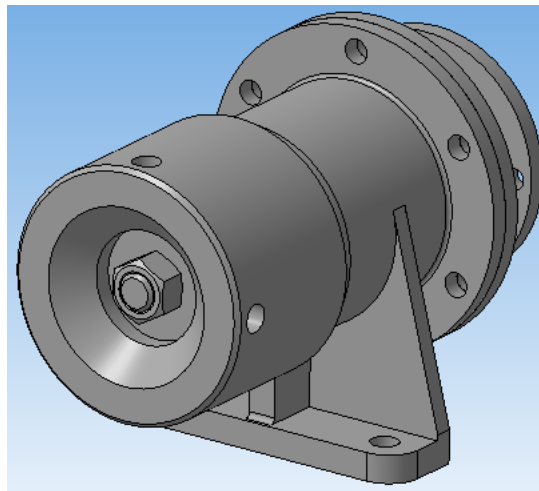


Рисунок 3.85 – Спряження тривимірної моделі гайки у вузлі

Розглянемо послідовність додавання до тривимірного складального кресленника стандартного виробу *Болт M12-6g×45.58* ГОСТ 7798-70 (поз. 8 на рис. 2.5).

Спочатку потрібно перейти до переліку стандартних виробів у підрозділі «**БОЛТЫ**» (рис. 3.86). Як видно з рисунка, у даному підрозділі доступні «Болты с полукруглой головкой», «Болты с потайной головкой», «Болты с шестигранной головкой» та «Рым-болты».

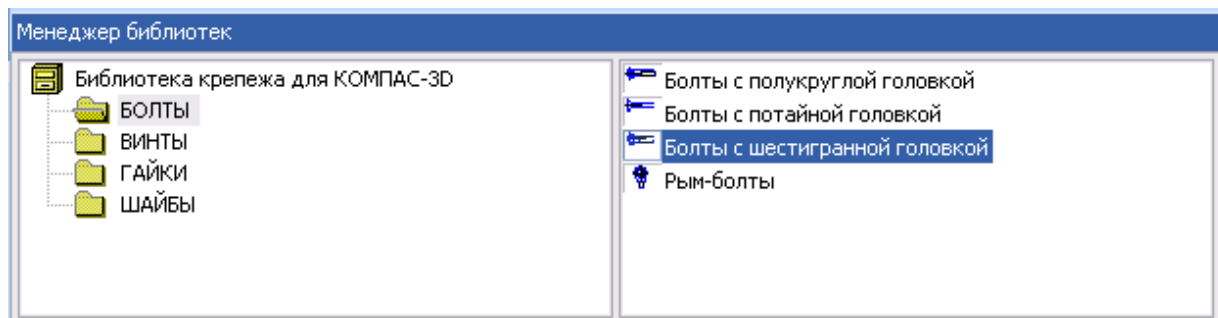


Рисунок 3.86 – Панель бібліотеки кріплення підрозділу «Болти»

Розглядуваний болт належить до типу шестигранних, тому вибираємо дану категорію. Далі з'являється діалогове вікно, в якому можна вибрати детальний опис болта потрібного типу (рис. 3.87).

Вибираємо такі властивості болта: тип – нормальний, діаметр – 12, довжина – 45, виконання 1, ГОСТ – 7798-70 (після вибору даного ГОСТа буде доступний лише клас точності В).

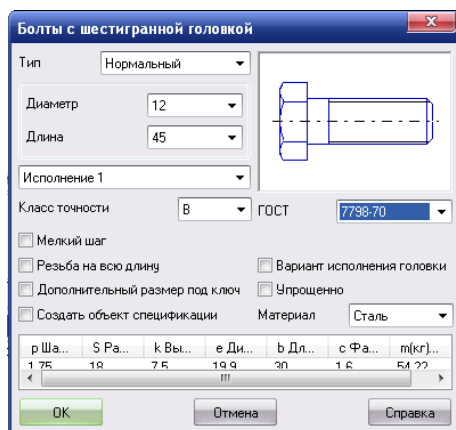


Рисунок 3. 87 – Діалогове вікно для вибору болта за ГОСТ 7798-70

При натисканні кнопки ОК діалогове вікно зникає, а на екрані з'являється курсор з каркасним зображенням вибраного болта.

Після вибору курсором місця розташування тривимірної моделі болта та підтвердження відповідної команди з'являється тривимірна модель болта М12-6g ×45.58 ГОСТ 7798-70 (рис. 3.88, а).

Оскільки, відповідно до складального кресленика, таких болтів є всього шість, то можна виконати процедуру додавання болтів ще п'ять разів, або вибрати елемент «болт» у дереві побудови та, утримуючи кнопку «Ctrl», на робочому полі вибрати виділений елемент болт і перемістити копію елемента болта у відповідних напрямках з'єднання.

В результаті буде отримано шість однакових тривимірних моделей болта М12-6g ×45.58 ГОСТ 7798-70 (рис. 3.88, б).

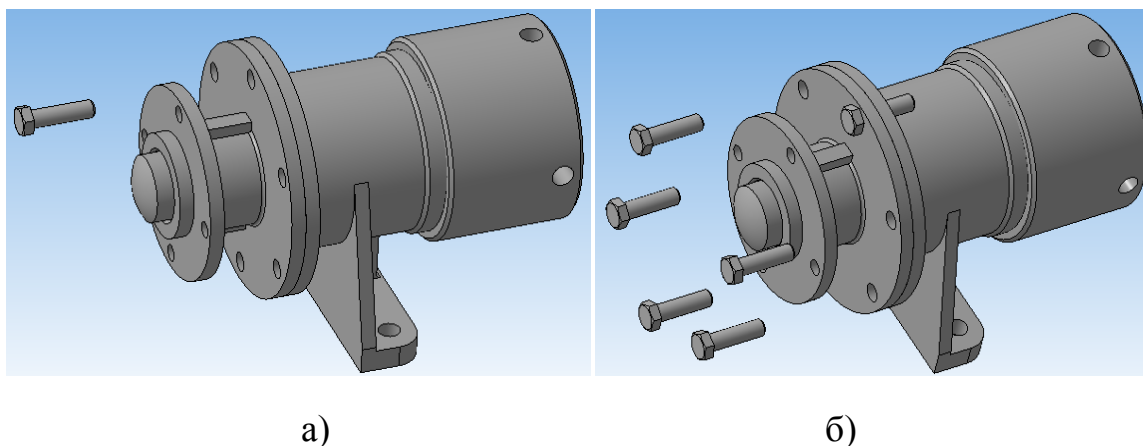


Рисунок 3.88 – Орієнтування тривимірних моделей болта у вузлі

Для закріплення болтів у тривимірному складальному кресленнику теж достатньо двох видів спряжень: співвісність компонентів та збігання компонентів (рис. 3.89).

Для виконання спряження співвісності компонентів потрібно вибрати зовнішню циліндричну поверхню болтів М12 мм та зовнішню циліндричну поверхню отворів $\varnothing 13$ мм деталі «Кришка». Для виконання спряження збігання компонентів потрібно вибрати правий торець шестигранної головки болтів та правий торець циліндричної поверхні $\varnothing 170$ мм деталі «Кришка».

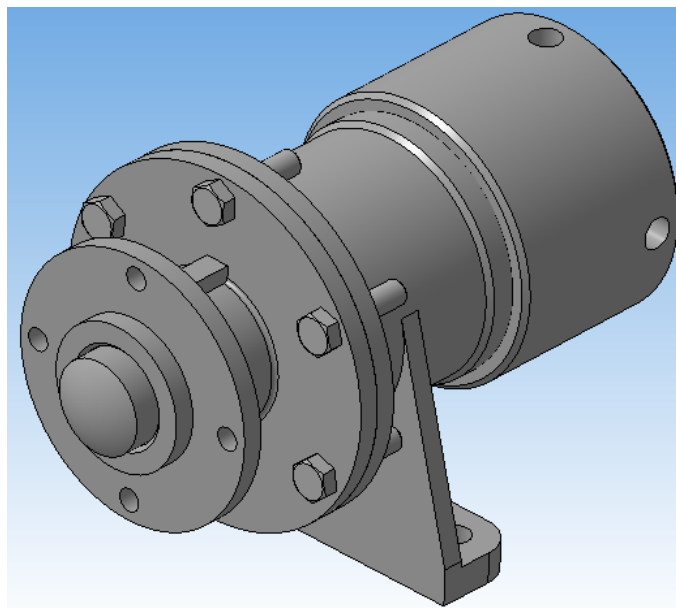


Рисунок 3.89 – Спряження тривимірної моделі болта у вузлі

Розглянемо послідовність додавання до тривимірного складального кресленника стандартного виробу *Шайба 12.01.019 ГОСТ 11371-78* (поз. 11 на рис. 2.4).

Спочатку потрібно перейти до переліку стандартних виробів у підрозділі «ШАЙБИ» (рис. 3.90). Як видно з рисунка, у даному підрозділі доступні «Шайбы», «Шайбы косые» та «Шайбы пружинные».

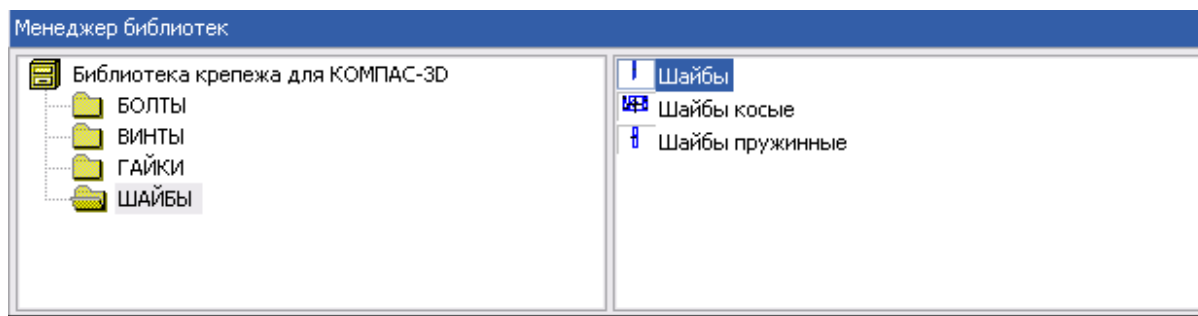


Рисунок 3.90 – Панель бібліотеки кріплення підрозділу «Шайби»

Розглядувана шайба відноситься до типу звичайних шайб, тому вибираємо категорію «Шайбы». Далі з'являється діалогове вікно, в якому можна вибрати детальний опис шайби потрібного типу (рис. 3.91). Вибираємо такі властивості шайби: тип – нормальні, діаметр – 12, клас точності – А, виконання 1, ГОСТ – 11371-78.

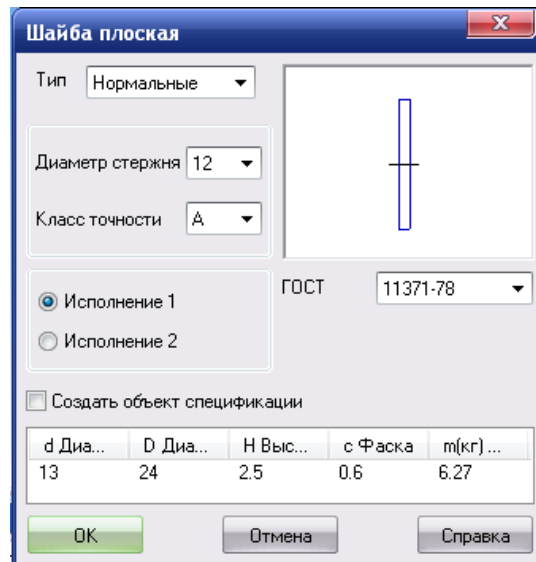


Рисунок 3.91 – Діалогове вікно для вибору шайби за ГОСТ 11371-78

Натискаємо кнопку ОК, діалогове вікно зникає, а на екрані з'являється курсор з каркасним зображенням вибраної шайби.

Після вибору курсором місця розташування тривимірної моделі шайби та підтвердження відповідної команди, з'являється тривимірна модель Шайби 12.01.019 ГОСТ 11371-78 (рис. 3.92, а).

Оскільки, відповідно до складального креслення, таких шайб є всього шість, то можна виконати процедуру їх додавання аналогічно до того, як це було зроблено з болтами.

В результаті буде отримано шість однакових тривимірних моделей шайб (рис. 3.92, б).

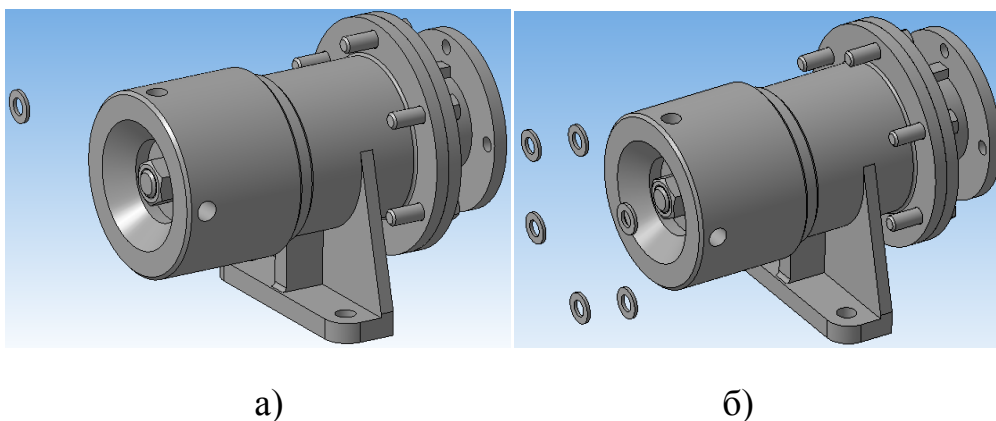


Рисунок 3.92 – Орієнтування тривимірних моделей шайби у вузлі

Для закріплення шайб у тривимірному складальному кресленнику теж достатньо двох видів спряжень: співвісність компонентів та збігання компонентів.

Для виконання спряження співвісності компонентів потрібно вибрати зовнішню циліндричну поверхню болтів M12 мм та внутрішню циліндричну поверхню шайб $\varnothing 12$ мм. Для виконання спряження збігання компонентів потрібно вибрати правий торець шайби та лівий торець циліндричної поверхні $\varnothing 170$ мм деталі «Корпус».

Після виконання вказаних спряжень деталі будуть спряжені між собою так, як показано на рис. 3.93.

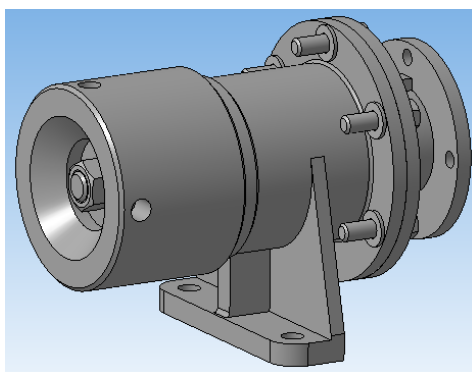
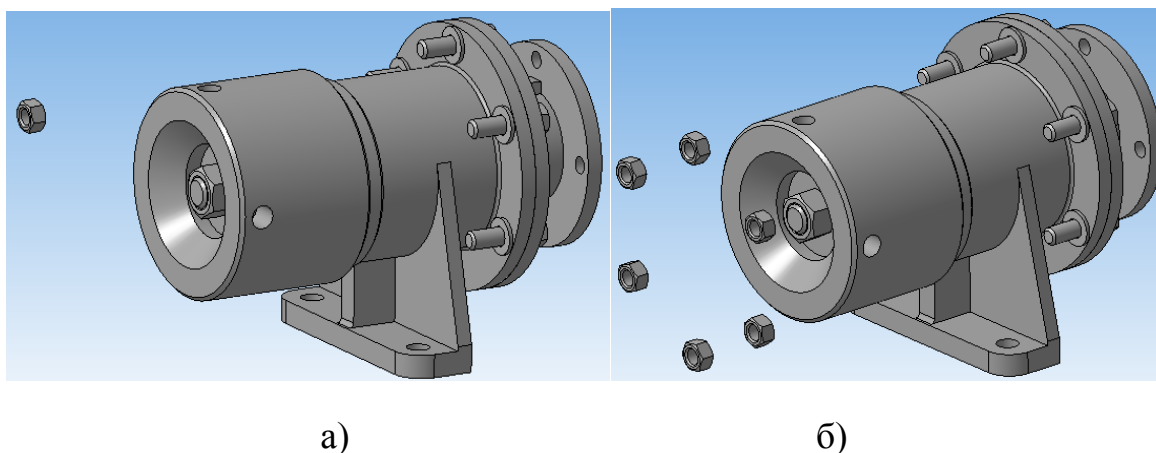


Рисунок 3.93 – Спряження тривимірної моделі шайби у вузлі

Останнім елементом є гайка *M12-6H.5 ГОСТ 5915-70*. Опис вибору гайки із бібліотеки елементів вже був достатньо детально представлений, тому далі буде розглянуто стадію розміщення тривимірної моделі гайки на робочому полі системи (рис. 3.94, а).

Оскільки на складальному кресленнику таких гайок також шість, то процедуру додавання ще п'яти потрібно виконати за принципом, наведеним у випадку з болтами. В результаті буде отримано шість однакових тривимірних моделей гайок (рис. 3.94, б).



а)

б)

Рисунок 3.94 – Орієнтування тривимірних моделей гайки у вузлі

Для закріплення гайок у тривимірному складальному кресленику, як і у попередньому випадку, достатньо двох видів спряжень: співвісності та збігання компонентів.

Для виконання спряження співвісності компонентів потрібно вибрати зовнішню циліндричну поверхню болтів М12 мм та внутрішню циліндричну поверхню гайок М12 мм. Для виконання спряження збігання компонентів потрібно вибрати лівий торець гайки та правий торець шайб. Після виконання вказаних спряжень деталі будуть спряжені між собою, в результаті чого буде отримано завершену тривимірну модель складального кресленика «Амортизатор» (рис. 3.95.)

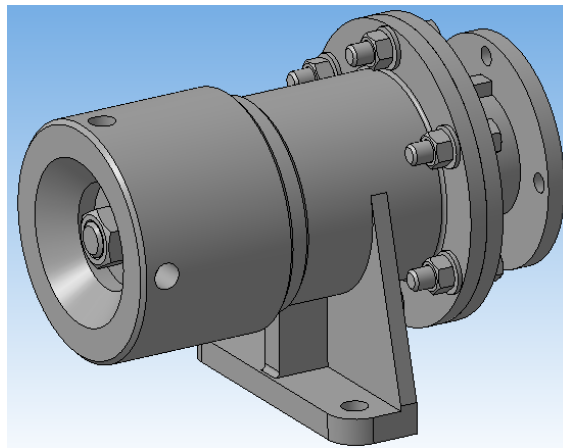


Рисунок 3.95 – Тривимірна модель складального кресленика «Амортизатор»

Для того, щоб переконатися, що всі компоненти тривимірної моделі складального кресленика були зібрані правильно, через центр моделі вводять січну площину, в даному випадку це площина XU . Вибирають команду побудови січної площини, як показано на рис. 3.56.

В результаті підтвердження команди виконання побудови січної площини буде отримано розріз тривимірної моделі складального кресленика «Амортизатор», що дозволяє переконатися у правильності складання всіх деталей (рис. 3.96).

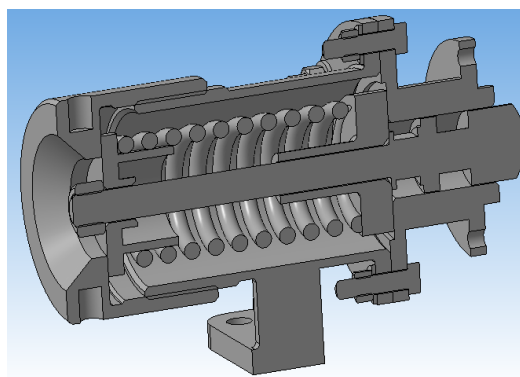


Рисунок 3.96 – Розріз складального кресленика січною площиною XU

ЛІТЕРАТУРА

1. Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя. Т. 2 / Анурьев В. И. ; под ред. И. Н. Жестоковой. – [8-е изд., перераб. и доп.]. – М. : Машиностроение, 2001. – 912 с.
2. Аскарин П. В. Чертежи для детализирования : учеб. пособ. для сред. спец. учеб. зав. / Аскарин П. В. – М. : Машиностроение, 1978. – 59 с.
3. Боголюбов С. К. Индивидуальные задания по курсу черчения / Боголюбов С. К. – М. : Высш. шк., 1989. – 368 с.
4. Боголюбов С. К. Черчение : уч. для сред. спец. учеб. заведений / Боголюбов С. К. – [2-е изд., испр.]. – М. : Машиностроение, 1987. – 336 с.
5. Боголюбов С. К. Черчение : учеб. для машиностр. спец. сред. спец. учеб. зав. / Боголюбов С. К. – М. : Машиностроение, 1985. – 336 с.
6. Буда А. Г. Інженерна графіка. Зварні з'єднання : навчальний посібник / А. Г. Буда, О. В. Король. – Вінниця : ВДТУ, 1998. – 84 с.
7. Буда А. Г. Проекційне креслення. Вигляди, розрізи, перерізи : навчальний посібник / А. Г. Буда, О. В. Король. – Вінниця : ВДТУ, 2001. – 109 с.
8. Буда А. Г. Проектування форм технічних деталей та аксонометричні проекції : навчальний посібник / Буда А. Г., Король О. В., Пашенко В. Н. – Вінниця : ВДТУ, 2001. – 92 с.
9. Буда А. Г. Виконання та читання складальних креслень : навчальний посібник / А. Г. Буда, О. В. Король. – Вінниця : ВНТУ, 2009. – 154 с.
10. Ванін В. В. Оформлення конструкторської документації : навчальний посібник / Ванін В. В., Блюк А. В., Гнітецька Г. О. – [3-є вид.]. – К. : Каравела, 2003. – 160 с.
11. Інформатика. Курсове проектування для студентів машинобудівних спеціальностей : навчальний посібник / [Козлов Л. Г., Петров О. В., Семічаснова Н. С., Коцюбівська К. І.] – Вінниця : ВНТУ, 2012. – 184 с.
12. Петров О. В. Комп'ютерне проектування технологічного оснащення. Курсове проектування : навчальний посібник / О. В. Петров, С. І. Сухоруков. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 125 с.
13. Вербицька В. А. Читання креслень : навчальний посібник / Вербицька В. А. – К. : Техніка, 1969. – 126 с.
14. Вышнепольский И. С. Техническое черчение : учеб. для проф. учеб. зав. / Вышнепольский И. С. – [5-е изд., перераб.]. – М. : Высш.шк., 2001. – 224 с.
15. Богданов В. М. Інженерна графіка : довідник / Богданов В. М., Верхола А. П., Коваленко Б. Д. ; за ред. А. П. Верхоли. – К. : Техніка, 2001. – 268 с.
16. Верхола А. П. Інженерна графіка: креслення, комп'ютерна графіка : навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів /

Верхола А. П., Коваленко Б. В., Богданов В. М.; за ред. А. П. Верхоли. – К. : Каравела, 2005. – 304 с.

17. Иосилевич Г. Б. Детали машин : учеб. для вузов / Иосилевич Г. Б. – М. : Машиностроение, 1988. – 496 с.

18. Козловский Ю. Г. Аннотированные чертежи деталей машин : учеб. пособие для сред. проф. тех. училищ / Козловский Ю. Г., Кардаш В. Ф. – Минск : Выш. школа, 1985. – 224 с.

19. Левицкий В. С. Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей : учеб. для студентов вузов / Левицкий В. С. – [6-е изд., пер. и доп.]. – М. : Высш.шк., 2004. – 435 с.

20. Левицкий В. С. Машиностроительное черчение : учеб. для вузов / Левицкий В. С. – М. : Высш. шк., 1988. – 351 с.

21. Мерзон Э. Д. Задачник по машиностроительному черчению : учеб. пособ. для машиностроит. спец. вузов / Э. Д. Мерзон, И. Э. Мерзон. – [6-е изд., перераб. и доп.]. – М. : Высш. шк., 1990. – 288 с.

22. Мерзон Э. Д. Машиностроительное черчение : учеб. пособие / Мерзон Э. Д., Мерзон И. Э., Медведковская Н. В. – М. : Высш. шк., 1987. – 335 с.

23. Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи «Ескізи деталей та складальний кресленик виробу» з дисципліни «Інженерна та комп'ютерна графіка для студентів напряму підготовки 6.050504–«Зварювання» / Мельник О. П., Буда А. Г., Боцула М. П. – Вінниця : ВНТУ, 2016 – 27 с.

24. Миронов Б. Г. Черчение : учеб. пособие для машиностр. специальностей сред. спец. учеб. завед. / Б. Г. Миронов, Р. С. Миронова. – М. : Машиностроение, 1991. – 288 с.

25. Михайленко В. Є. Інженерна графіка : навчальний посібник для студентів вищих закладів освіти 1-2 рівнів акредитації / Михайленко В. Є., Ванін В. В., Ковальов С. М. – К. : Каравела, 2002. – 284 с.

26. Михайленко В. Є. Інженерна графіка : підручник / Михайленко В. Є., Ванін В. В., Ковальов С. М. – [3-є вид.]. – К. : Каравела, 2003. – 288 с.

27. Попова Г. Н. Машиностроительное черчение : справочник / Г. Н. Попова, С. Ю. Алексеев. – Санкт-Петербург : Политехника, 1994. – 447 с.

28. Решетов Д. Н. Детали машин : учеб. для вузов / Решетов Д. Н. – М. : Машиностроение, 1989. – 496 с.

29. Сидоренко В. К. Выполнение и чтение рабочих чертежей деталей / Сидоренко В. К. – К. : Вища школа, 1986. – 93 с.

30. Хаскин А. М. Черчение : учебник для техникумов / Хаскин А. М. – [6-е изд., перераб.]. – К. : Вища школа, 1988. – 446 с.

31. Чекмарев А. А. Инженерная графика (машиностроительное черчение) : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки дипломированных специалистов высшего образования в машиностроении / А. А. Чекмарев. – Москва : ИНФРА-М, 2014. – 396 с.

Навчальне видання

**Буда Антоніна Героніївна
Петров Олександр Васильович**

**ВИКОНАННЯ КРЕСЛЕНИКІВ ТА ТРИВИМІРНИХ
МОДЕЛЕЙ МАШИНОБУДІВНИХ ВИРОБІВ
ЗА ДОПОМОГОЮ САД-СИСТЕМИ**

Навчальний посібник

Рукопис оформлено *А. Будою*

Редактор *В. Дружиніна*

Оригінал-макет виготовлено *О. Ткачуком*

Підписано до друку 27.08.2019.
Формат 29,7×42¹/₄. Папір офсетний.
Гарнітура Times New Roman.
Друк різнографічний. Ум. друк. арк. 6,24.
Наклад 50 (1-й запуск 1-21) пр. Зам. 2019-105.

Видавець та виготовлювач
інформаційний редакційно-видавничий центр.
ВНТУ, ГНК, к. 114.
Хмельницьке шосе, 95,
м. Вінниця, 21021.
Тел. (0432) 65-18-06.
press.vntu.edu.ua;
E-mail: kivc.vntu@gmail.com.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.