

Міністерство освіти і науки України
Луцький національний технічний університет

ПУСТЮЛЬГА СЕРГІЙ ІВАНОВИЧ
ГЕРАСИМЧУК ОЛЕКСАНДР ПАВЛОВИЧ

ІНЖЕНЕРНА ТА КОМП'ЮТЕРНА ГРАФІКА В КОНСТРУЮВАННІ МЕБЛІВ

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК

Для студентів технічних ЗВО



Луцьк 2025

УДК 514.18

Рекомендовано до друку Вченою радою Луцького НТУ, протокол № 7 від 27.03.2025 р.

Затверджено науково-методичною радою Луцького НТУ, протокол № 8 від 15.02.2025 р.

Укладачі: д.т.н., проф. С.І. Пустюльга,
к.т.н., доц. О.П. Герасимчук

Рецензенти:

П. Б. Хоєцький - доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри лісівництва Національного лісотехнічного університету України.

Ю. О. Градицький – кандидат технічних наук, доцент кафедри деревооброблювальних технологій та системотехніки лісового комплексу Державного біотехнологічного університету.

В. О. Волянський – кандидат сільськогосподарських наук, доцент, завідувач кафедри лісового господарства Луцького національного технічного університету.

Інженерна та комп'ютерна графіка в конструюванні меблів: Навчальний посібник. / С.І. Пустюльга, О.П. Герасимчук – Луцьк: Вежа, 2025. – 425с.

Навчальний посібник є теоретичним підґрунтям та довідковою базою із вивчення основної дисципліни графічної підготовки студентів спеціальності «Деревообробні та меблеві технології» ЗВО - «Інженерна та комп'ютерна графіка». Посібник включає матеріал трьох окремих і разом із тим пов'язаних складових: «Нарисна геометрія», «Інженерна графіка» та «Комп'ютерна графіка». Наведено основні поняття і положення конструкторського проектування меблів Детально розглянуті можливості програм для побудови і редагуванні геометричних моделей меблевих виробів.

Особливістю посібника є те, що весь теоретичний матеріал і практичні завдання розглянуті із використанням програмних продуктів SolidWorks, SketchUP та PRO100.

© С. Пустюльга, О. Герасимчук 2025



ЗМІСТ

	ВСТУП	7
1	ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ ЄДИНОЇ СИТЕМИ КОНСТРУКТОРСЬКОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ (ЄСКД)	10
1.1	Класифікаційні групи ЄСКД	10
1.2	Стадії проектування по ДСТУ 2.102-2013	12
2	ОСНОВНІ ПРАВИЛА ОФОРМЛЕННЯ КРЕСЛЕНЬ	14
2.1	Формати	14
2.2	Масштаби	16
2.3	Лінії	16
2.4	Стандартний креслярський шрифт	17
3	ОСНОВИ МЕТОДУ ПРОЕЦІЮВАННЯ В ІНЖЕНЕРНІЙ ГРАФІЦІ	23
3.1	Предмет інженерної графіки та методи відображення елементарних об'єктів на площині	23
3.2	Прямокутні проекції. Комплексний кресленик Монжа. Проекції точки, прямої та площини	27
3.3	Позиційні властивості пар геометричних елементів. Належність	45
4	КРИВІ ЛІНІЇ	53
4.1	Криві лінії. Плоскі криві. Лекальні криві. Спряження	53
4.2	Просторові криві	61
5	ПРОЕКЦІЇ ГЕОМЕТРИЧНИХ ТІЛ ТА ПОВЕРХОНЬ	67



5.1	Багатогранники. Задання та зображення багатогранників. Перетин багатогранників прямими та площинами. Взаємний перетин багатогранників	67
5.2	Криві поверхні. Утворення поверхонь та їх систематизація	78
5.3	Перетин кривих поверхонь площиною та прямою лінією	91
5.4	Взаємний перетин криволінійних поверхонь	102
5.5	Розгортки багатогранних та криволінійних поверхонь	117
6	ЗОБРАЖЕННЯ: ВИДИ, РОЗРІЗИ, ПЕРЕРІЗИ	127
6.1	Стандартна система розташування зображень	127
6.2	Розрізи	131
6.3	Складні розрізи	136
6.4	Перерізи	139
7	КОРОТКІ ВІДОМОСТІ ПРО ТИПОЛОГІЮ І ТЕРМІНОЛОГІЮ МЕБЛІВ	147
7.1	Класифікація меблів	147
7.2	Класифікація меблів по функціонально-утилітарному призначенню	148
7.3	Класифікація меблів за конструктивними особливостями	156



7.4	Класифікація меблів за характером виробництва	157
7.5	Класифікація меблів за видом вживаних матеріалів	158
7.6	Класифікація меблів за технологічними умовами їх виготовлення	159
8	КОНСТРУКТОРСЬКА ДОКУМЕНТАЦІЯ	162
8.1	Види та комплектність конструкторських документів	162
8.2	Проектування меблевого виробу	165
8.3	Формування складального креслення	167
8.4	Специфікація	170
9	ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ І СКЛАДАННЯ ВИРОБІВ КОРПУСНИХ МЕБЛІВ	177
9.1	Конструктивні особливості при проектуванні	177
9.2	Фурнітура	186
9.3	Схеми встановлення фурнітури	188
10	ШОРСТКІСТЬ ПОВЕРХОНЬ	192
10.1	Шорсткість обробки машинобудівних деталей: гвинтів, болтів, конфірматів інших з'єднувальних деталей меблевого виробництва	192
10.2	Шорсткість поверхонь деталей із деревини та деревних матеріалів	195
11	ПОЗНАЧЕННЯ ГРАФІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ І ПРАВИЛА ЇХ НАНЕСЕННЯ НА КРЕСЛЕННЯХ - ДСТУ 2.306-68*(ISO 860-78)	200



12	ПРОЕКТУВАННЯ ОСНОВНИХ ВИДІВ МЕБЛЕВОЇ ПРОДУКЦІЇ	207
12.1	Проектування приліжкової тумби (SolidWorks)	207
12.2	Проектування шафи для книг (PRO100)	210
12.3	Проектування простого комода (SolidWorks)	215
12.4	Проектування простого комп'ютерного столу (SketchUp)	221
12.5	Проектування конструкції простого ліжка (SketchUp)	225
12.6	Проектування фільончастих дверей (SolidWorks)	231
	ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ	242
	ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	423



ВСТУП

Меблі відіграють важливу роль у процесі життєдіяльності, адже за допомогою них створюється комфортний простір для праці і відпочинку кожної людини. Форма, колір, стильова спрямованість конструкцій меблів, як витворів промислового мистецтва, виховують людину також естетично. Розглядаючи меблі з позицій споживача, конструктор повинен у своїх розробках вміти об'єднувати утилітарну і естетичну функції меблів, а також її міцнісні та конструктивні особливості.

З позицій виробника меблі повинні виготовлятися при раціональному витрачанні матеріальних і трудових ресурсів. Мистецтво дизайнера, конструктора і технолога - знайти компромісне рішення, щоб меблі були високої якості, забезпечували комфортні умови праці і побуту, задовольняли естетичним вимогам. При розробці конструкцій меблів необхідно застосовувати нові технології і прогресивне устаткування, конструкційні і обробні матеріали. Процес створення конструкції меблів повинен об'єднувати діяльність художнього та інженерного проектування. А це неможливо без міцних знань способів представлення графічної інформації за результатами процесів розробки та виготовлення меблів.

Саме дисципліна «Інженерна та комп'ютерна графіка у конструюванні меблів» допоможе надати студентам знання, уміння та допомогти набути навички із підготовки конструкторської документації на виробництво меблів, які б охоплювали всі стадії їх розробки, від ідеї проекту до його реалізації та експлуатації.

Освоєння даної дисципліни проходить у декілька етапів. Першою її складовою є розділ «Основи нарисної геометрії». Розділ вивчається на початку і є засадничою



основою дисципліни «Інженерна та комп'ютерна графіка». Його завдання полягає у теоретичному та практичному обґрунтуванні способів графічної побудови зображень просторових форм на площині і графічних методів рішення широкого кола як позиційних, так і метричних завдань.

Другою складовою курсу є розділ «Інженерна графіка». Це перший етап навчання студентів основним правилам виконання, оформлення і читання конструкторської документації. Розділ «Інженерна графіка» є логічним продовженням попереднього розділу, тут викладаються конкретні практичні навички побудови проєкційних зображень різних технічних об'єктів. Розділ орієнтований переважно на вивчення основних вимог діючих державних стандартів Єдиної системи конструкторської документації (ЕСКД) по виконанню і оформленню креслеників меблів, виконанню розрізів і перерізів, нанесенню розмірів, побудові наочних 3D-зображень, відпрацьовується техніка креслення.

У цій складовій посібника подана основна інформація по способах зображення меблевих виробів, роз'ємних і нероз'ємних з'єднань окремих їх елементів, правильному нанесенню шорсткості на креслениках деталей, способах закріплення навичок виконання та деталювання складальних креслень вузлів або готових меблевих виробів.

Третьою важливою складовою є розділ, що стосується інженерної комп'ютерної графіки. Графічні редактори для виконання креслеників на комп'ютері – це незамінний інструмент для архітекторів, дизайнерів і творців конструкцій меблів та предметів інтер'єру. Вони допомагають економити час процесу проєктування і домагатися якісніших результатів.

У представленому посібнику розглянуті завдання із автоматизованого конструювання меблевих виробів у



програмах SolidWorks, SketchUP та PRO100. Наведені основні поняття і положення конструкторського проектування меблів. Детально розглянуті можливості програм при побудові і редагуванні геометричних моделей меблевих виробів, включаючи параметричне моделювання, формування конструкторської документації та дизайну інтер'єрів приміщень.

Повне оволодіння графічними навичками, як засобом вираження технічної думки, досягається у результаті засвоєння студентом усього комплексу технічних дисциплін даного технічного профілю (187 - Деревообробні та меблеві технології), підкріпленого практиками, виконанням курсових і кваліфікаційних проектів за фахом.



1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ ЄДИНОЇ СИСТЕМИ КОНСТРУКТОРСЬКОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ (ЄСКД)

1.1 Класифікаційні групи ЄСКД

Оформлення креслень відповідно стандартам (ДСТУ) - це одне із основних завдань під час виготовлення креслень, у тому числі на меблеві вироби. Увага акцентується на усіх складових креслення, в яких виділяються наступні пункти:

- формат;
- рамка креслення;
- заповнення основного напису;
- таблиця на кресленні;
- шрифти креслярські;
- лінії креслення.

Загальні вимоги за цільовим призначенням, класифікацією і позначенням стандартів, що входять у комплекс ЄСКД, встановлює ДСТУ 2.001-93.

Єдина система конструкторської документації - це комплекс державних стандартів, який встановлює правила та вимоги до процесів розробки і оформлення конструкторської документації, що розробляється і використовується в організаціях на всіх стадіях технологічного процесу виготовлення і експлуатації виробів.

Вимоги і положення проектування, оформлення та використання, встановлені стандартами ЄСКД, поширюються на:

- усі конструкторські документи;
- обліково-реєстраційну документацію і документацію по внесенню змін до конструкторських документів;
- нормативно-технічну, технологічну



документацію і науково-технічну, учбову літературу. Міждержавні стандарти ЄСКД розподіляються по класифікаційним групам:

Таблиця 1.1

№	Найменування
0	Загальні положення
1	Основні положення
2	Класифікація і позначення виробів в конструкторських документах
3	Загальні правила виконання креслень
4	Правила виконання креслень виробів машинобудування і приладобудування
5	Правила поводження з конструкторськими документами (облік, зберігання, дублювання, внесення змін)
6	Правила виконання експлуатаційної та ремонтної документації
7	Правила виконання схем
8	Правила виконання документів будівництва та суднобудування
9	Інші стандарти

В основі позначення стандартів ЄСКД лежить класифікаційний принцип (рис. 1.1). Номер стандарту складається з цифри 2, який характеризує певний клас ЄСКД. Наступна цифра після точки означає класифікаційну групу (таблиця 1.1). Двозначні цифри (числа) визначають порядковий номер у цій групі. Двозначне або чотиризначне число після дефісу вказує на рік реєстрації стандарту.





Рисунок 1.1

1.2 Стадії проектування по ДСТУ 2.102-2013

Конструкторська підготовка здійснюється із врахуванням вимог ДСТУ 2.103-2019 і передбачає певні стадії розробки.

Технічна пропозиція - включає техніко-економічне обґрунтування ефективності розробки виробу на підставі технічного аналізу із замовником різних варіантів проектно-технологічних рішень по виготовленню виробу. Погоджена і затверджена замовником технічна пропозиція являється підставою для розробки ескізного проекту.

Ескізний проект - включає графічну частину з конструкторськими документами, в яких розкривається конструкторське рішення, параметри, розміри виробу та пояснювальну записку з розрахунками основних параметрів виробу, описом принципів його роботи, експлуатаційних особливостей. Затверджений ескізний проект переходить в стадію технологічного проекту.

Технологічний проект - містить графічну частину, пояснювальну записку із закінченим технічним рішенням, яке розкриває конструкцію виробу і його додаткових елементів. Технічне проектування супроводжується виготовленням макету.



У **робочий проект** входять робочі креслення на кожну деталь виробу (деталювання) з вказівкою матеріалу, маси деталі і інших конструктивних параметрів.

Для виробів меблів вищезгадані стадії проектування конкретизовані у «Галузевій системі конструкторської документації по меблям» (ГСКД). На кожній стадії розробляються визначені конструкторські документи, види і їх комплектність.

При розробці виробів меблів обов'язковим конструкторським документом є технічний опис виробу, який містить опис виробу, загальний вигляд, внутрішній устрій, основні і функціональні розміри, характеристику конструкції і матеріалів.

Креслення виробу містить зображення (види, розрізи, перерізи), кількість яких має бути мінімальною, але такою що забезпечує повне уявлення про виріб.

На креслення деталей виробу наносять лінійні і кутові розміри і їх граничні відхилення. Креслення може містити текстову частину, яка складається з технічних вимог, напису з позначенням зображень, таблиці з вимогами, параметрами, умовними позначеннями і так далі згідно ДСТУ 2.316-2008.



2 ОСНОВНІ ПРАВИЛА ОФОРМЛЕННЯ КРЕСЛЕНЬ

2.1 Формати

Кресленики виконують на листах паперу певного розміру (формату). ДСТУ 2.301-68 встановлює формати листів креслеників і інших документів, передбачених стандартами на конструкторську документацію.

Формат листа визначається розміром зовнішньої рамки, виконуваної тонкою лінією. Внутрішня рамка проводиться суцільною основною лінією на відстані 20 мм від лівої сторони зовнішньої рамки і на відстані 5 мм від решти сторін.

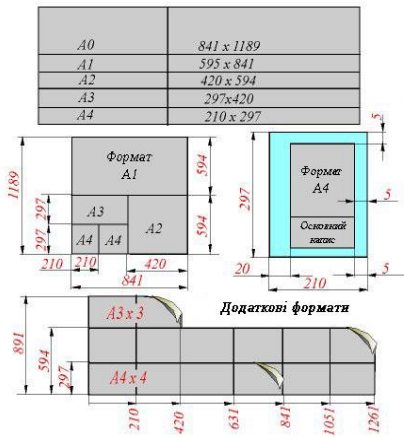
Формати поділяються на **основні** та **додаткові**. До основних форматів відносять формат з розмірами сторін 1189X841 мм (площа 1 кв. м. листа), інші формати, отримані шляхом послідовного поділу попереднього основного формату на дві рівні частини – лінією, паралельною меншій стороні попереднього формату.

Розміри сторін формату площею 1 кв. м. вибрані так, щоб при поділі навпіл більшої сторони формату виходив прямокутник, подібний початковому. Додаткові формати утворюються збільшенням коротких сторін основних форматів в n раз, де n – ціле число.

Позначення основних форматів складається з букви **A** і арабської цифри від 0 до 4. Позначення додаткових форматів складається з позначення основного формату і його кратності. Розміри основних форматів наведені на рис. 2.1.

У правому нижньому куті форматів розміщують основний напис (ДСТУ 2.104-2006). На аркушах формату A4 основні написи розташовують тільки вздовж короткого боку формату.





Формат листа визначається розміром зовнішньої рамки, виконаної товстою лінією. Внутрішня рамка проводиться судилою основного лінійки на відстані 20 мм від лівой сторони зовнішньої рамки і на відстані 5 мм від решти сторін.

До основних форматів відносять формат з розмірами сторін 1189x841 мм (площа 1м²), інші формати, отримані шляхом послідовного поділу попереднього основного формату на дві рівні частини - лівое, паралельного меншій стороні попереднього формату.

Масштаб - це відношення довжини відрізків на кресленню, плані, карті чи інших зображеннях до довжин відповідних їм відрізків в натурі.

Масштаби кресленника

Мештаби зменшення	1:2; 1:2.5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20; 1:30; 1:40; 1:50; 1:100; 1:200; 1:400; 1:500; 1:800; 1:1000;
Неуретальне збільшене	1:1
Мештаби збільшення	2:1; 2.5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1;

Рисунок 2.1

Нижче наведені приклади основних написів (рис. 2.2):

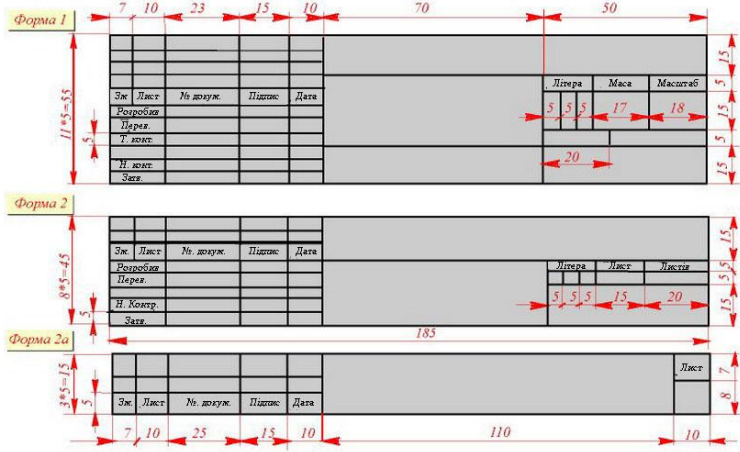


Рисунок 2.2

Форма 1 – для креслеників і схем.

Форма 2 – для текстових конструкторських документів (перший і заголовний аркуші).



Форма 2а – для текстових конструкторських документів (наступні аркуші).

2.2 Масштаби

Масштаб – це відношення довжин відрізків на кресленику, плані, карті чи інших зображеннях до довжин відповідних їм відрізків в натурі. ДСТУ 2.302-68 встановлює масштаби зображень і їх позначення на креслениках для усіх галузей промисловості і будівництва.

Масштаби поділяють на три групи: масштаби зменшення; натуральна величина; масштаби збільшення. Масштаби зображень на креслениках потрібно вибирати із значень, наведених на рис. 2.1.

При проектуванні генеральних планів великих об'єктів допускається застосовувати масштаби 1:2000; 1:5000; 1:10000; 1:20000; 1:25000; 1:50000. В необхідних випадках допускається застосовувати масштаб збільшення $(100n):1$, де n – ціле число. Позначення масштабу складається з букви **М** і масштабного співвідношення, наприклад: М2:1; М1:1; М1:2. У випадку, якщо масштаб указують в призначеній для цього графі основного надпису кресленика, букву **М** опускають.

2.3 Лінії

При виконанні креслеників використовують лінії різної товщини і зображення. ДСТУ 2.303-68, ISO 128-20:2005 встановлює зображення і призначення дев'яти типів ліній (рис. 2.3), які можуть застосовуватися на креслениках всіх галузей промисловості і будівництва. Приклади зображення ліній на креслениках показані на (рис. 2.3).



2.4 Стандартний креслярський шрифт

Написи на конструкторських документах виконуються креслярським шрифтом, встановленим за ДСТУ 2.304-81. Написи на креслениках машинобудівних і будівельних галузей виконують літерами з нахилом під кутом 75 градусів і без нахилу.

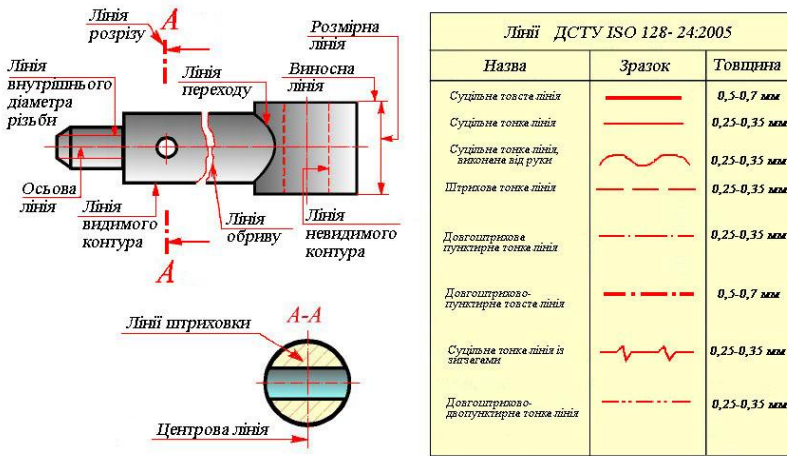


Рисунок 2.3

Стандарт встановлює два типи шрифтів залежно від товщини d лінії літер:

- тип А ($d = 1/14h$)
 - тип Б ($d = 1/10h$),
- де h – висота великих літер.

Розмір шрифту визначається висотою h великих літер у міліметрах, яка вимірюється на перпендикулярі до основи рядків. ДСТУ 2.304-81 встановлює наступні розміри шрифту: (1,8); 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40.

Розмір шрифту 1,8 на креслениках, виконаних олівцем не рекомендований.



При виконанні навчальних креслеників рекомендовано використовувати шрифт типу Б.

Для шрифту типу Б (рис. 2.4) відстань a між літерами рівна подвійній товщині лінії шрифту ($a=2d$) або ($a=2/10h$), а між літерами, наприклад, ТА, АТ, ТЛ, РА відстань a зменшується вдвічі.

Мінімальна відстань між словами $e = 6d$.

Мінімальна відстань між основами рядків (крок рядків) для шрифту типу Б складає $b = 17/10h$ (або $17d$). Висота малих літер шрифту типу Б складає $c = 7/10h$, тобто дорівнює висоті попереднього (меншого) розміру шрифту.

Параметри шрифту типу Б ($d = h/10$)			
Параметри шрифту	Позначення	Відносний розмір	Розміри, мм
Висота великих літер	h	(10.10)h	10d 1.8 2.5 3.5 5.0 7.0 10.0 14.
Висота малих літер	c	(7/10)h	7d 1.3 1.8 2.5 3.5 5.0 7.0 10.
Відстань між літерами	a	(2/10)h	2d 0.35 0.5 0.7 1.0 1.4 2.0 2.8
Відстань між рядками	b	(17/10)h	17d 3.1 4.3 6.0 8.5 12.0 17.0 2.4
Мінімальна відстань між словами	E	(6/10)h	6d 1.1 1.5 2.1 3.0 4.2 6.0 8.4
Товщина лінії шрифту	d	(1/10)h	d 0.18 0.25 0.35 0.5 0.7 1.0 1.4
Ширина букв та цифр шрифту типу Б			
Великі літери	Широкі	Ж, Ф, Ш, Щ	8d
	Проміжні	А, Д, М, Х, Ю	7d
	Вузькі	Б, В, И, Й, К, Л, Н, О, Ц, П, Т, Р, У, Ч, Ї, Є, Я, Г, Е, С, З	6d
Малі літери	Широкі	ж, т, ф, ш, щ	7d
	Проміжні	м, ю	6d
	Вузькі	а, б, в, г, д, и, к, л, о, н, ц, п, р, у, х, ч, є, я	5d
Цифри	1 -3d, 4-6d, останніх - 5d		4d

Рисунок 2.4

Шрифти виконують на допоміжній сітці, яка утворена допоміжними лініями з кроком d (рис. 2.5). Крок сітки d для прямого і похилого шрифту типу Б дорівнює –



$1/10h$; Загальна висота сітки для типу Б дорівнює $17/10h$, вгору $4/10h$ від літер, а вниз $3/10h$.

При виконанні написів на креслениках необхідно знати не тільки конструкцію літер та цифр, але і найбільш раціональну послідовність їх наводки. Як правило, наводка вертикальних та похилих елементів виконується рухом зверху вниз, горизонтальних – зліва на право, а заокруглених – вниз і вліво, або вниз і вправо (рис. 2.5).



Рисунок 2.5



ПРАКТИКА

1 Який з наведених форматів має позначення А2?

1. 297x210 мм.
2. 1189x841 мм.
3. 420x297 мм.
4. 594x420 мм.
5. 841x594 мм.

2 Який з наведених форматів має позначення А4?

1. 420x297 мм.
2. 1189x841 мм.
3. 841x594 мм.
4. 594x420 мм.
5. 297x210 мм.

3 Які з наведених масштабів збільшення не затверджені державним стандартом?

а) 2:1, б) 2,5:1, в) 3:1, г) 4:1, д) 5:1

1. д.
2. б та д.
3. в.
4. б.
5. Усі.



4 Як позначається масштаб в призначеній для цього графі основного напису?

1. М 1:2.
2. М 1/2.
3. Масштаб 1:2.
4. 1:2.
5. 1/2.

5 Яку висоту мають великі літери шрифту № 5?

1. 7 мм.
2. 3 мм.
3. 10 мм.
4. 4 мм.
5. 5 мм.

6 Яку висоту мають малі літери шрифту № 10?

1. 7 мм.
2. 3 мм.
3. 10 мм.
4. 4 мм.
5. 5 мм.



Питання для самоконтролю до другого розділу:

1. Які формати відносяться до основних та додаткових?
2. Що називається масштабом?
3. Які стандартні типи ліній використовуються для виготовлення креслеників?
4. Які шрифти використовують в машинобудівному кресленні?
5. Які розміри шрифтів використовують в кресленні?
6. Вкажіть співвідношення висоти великих та малих літер.
7. Яка товщина лінії для літер та цифр?
8. Яка відстань між літерами, словами та рядками?



3 ОСНОВИ МЕТОДУ ПРОЕЦІЮВАННЯ В ІНЖЕНЕРНІЙ ГРАФІЦІ

3.1 Предмет інженерної графіки та методи відображення елементарних об'єктів на площині

«Інженерна та комп'ютерна графіка» – це наукова дисципліна, яка вивчає способи побудови точного зображення просторових форм на площині, розглядає графічні методи розв'язання геометричних задач і розкриває геометричні властивості просторових форм. Такі зображення прийнято називати креслениками. Кресленики мають велике значення в усіх галузях виробництва, тому що за їх допомогою можна уявити не тільки форму об'єкта, але й усі його розміри, взаємне розміщення окремих частин і навіть матеріал, із якого він виготовлений.

За допомогою кресленика можна передати свої думки, ідеї та уявлення як про існуючі просторові форми, так і про нові, які виникають у процесі творчої праці інженера.

Ціллю вивчення дисципліни «Інженерна та комп'ютерна графіка» є:

- розвиток просторової уяви;
- розвиток особистих здібностей до аналізу та синтезу просторових форм;
- вироблення навичок, необхідних для виконання і читання технічних креслеників;
- знайомство із сучасними пакетами програм для автоматизації виконання графічних робіт.

Комп'ютеризація всіх форм діяльності, зокрема широке застосування ПК, їх периферії, показала принципову та ефективну можливість виконання креслеників, інших графічних побудов за рахунок активного використання персональних комп'ютерів. В



основі комп'ютерної графіки, за допомогою якої можуть виконуватись одноманітні, трудомісткі операції або складні розрахунки, лежать: обчислювальна геометрія, системи алгоритмів та програм, використання графічних мов, пакетів тощо.

Абсолютно очевидно, що **комп'ютерна графіка** як одна із підсистем САПР (Система автоматизованого проектування) може розвиватись лише на основі широкого використання законів і правил нарисної геометрії та інженерної графіки.

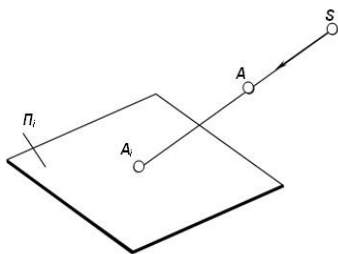


Рисунок 3.1

В основу методу та інженерної та комп'ютерної графіки покладений **метод проєкцій**, який дозволяє отримувати відображення просторових фігур на площині або поверхні. Згідно із цим методом кожній точці тривимірного простору ставиться у відповідність точка

двовимірного простору (площини) (рис. 3.1).

Точка S називається *центром проєціювання*, напрямок SA – *проєціюючим променем*, площина Π_i – *площиною проєкцій* і точка A_i – *проєкцією точки A на площину проєкцій Π_i* .

Метод проєкцій включає два випадки:

Центральне проєціювання.

При центральному проєціюванні проєціюючі промені (рис. 3.2) виходять із однієї точки – центра проєціювання S , який знаходиться на визначеній (заданій) відстані від площини проєкцій Π_i .

Для побудови центральної проєкції m_i кривої лінії m необхідно вибрати на цій лінії деяку кількість точок,



побудувати їх проєкції і з'єднати відповідною лінією (рис. 3.3).

При центральному проєціюванні кривої лінії проєціюючі промені утворюють у просторі конічну поверхню, тому цей вид проєціювання має ще іншу назву – *конічне проєціювання*.

Однією із особливостей центрального проєціювання є його достатня наочність, оскільки воно відповідає природньому зоровому сприйняттю людиною навколишніх предметів, і тому найбільш широке застосування цей вид проєціювання отримав при виконанні перспективних зображень. Основний його недолік – складність у визначенні дійсних розмірів предмета за його зображенням.

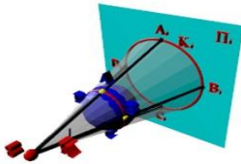


Рисунок 3.2

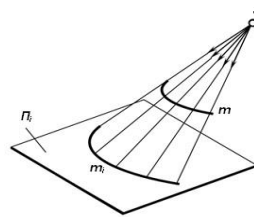


Рисунок 3.3

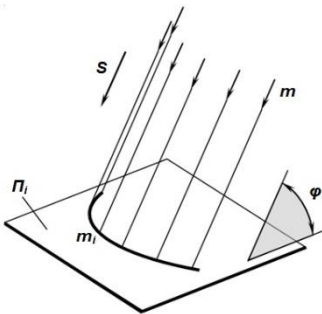


Рисунок 3.4

Паралельне проєціювання.

Паралельне проєціювання можна розглядати як частковий випадок центрального, коли центр проєціювання S знаходиться в нескінченності.

При цьому проєціюючі промені паралельні між собою (рис. 3.4), і тому інша назва цього виду проєціювання – *циліндричне проєціювання*.



Апарат паралельного проєціювання включає в себе площину проєкцій Π_i та напрямок проєціювання s , який задається кутом φ нахилу проєціюючого променя до площини проєкцій. Залежно від значення кута φ паралельне проєціювання може бути *косокутним* ($\varphi \neq 90^\circ$) або *прямокутним* ($\varphi = 90^\circ$).

Основні властивості паралельного прямокутного проєціювання (рис. 3.5):

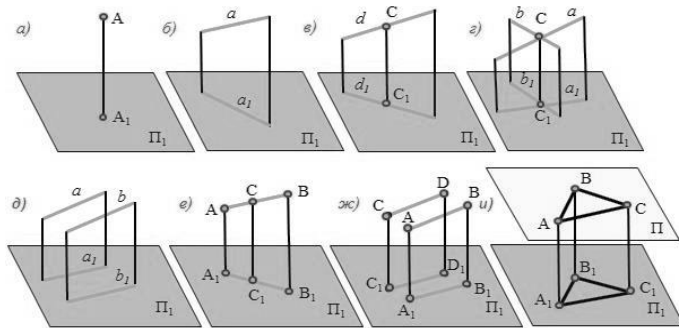


Рисунок 3.5

- а) точка проєціюється в точку;
- б) пряма проєціюється в пряму;
- в) якщо точка належить прямій, то і проєкції точки належать проєкціям цієї прямої;
- г) якщо прямі перетинаються в якійсь точці, то проєкція цієї точки визначається перетином проєкцій цих прямих;
- д) якщо прямі паралельні, то їх однойменні проєкції паралельні;
- ж) якщо фігура належить площині, паралельній площині проєкцій, то вона проєціюється на цю площину проєкцій у натуральну величину.



3.2 Прямокутні проєкції. Комплексний кресленик Монжа. Проєкції точки, прямої та площини

Розглянуті методи проєціювання на одну площину проєкцій дають можливість розв'язати *пряму задачу*: як маючи предмет, знайти його проєкцію, але не дозволяє розв'язати *обернену задачу*: як маючи проєкцію, визначити форму і розміри предмета. Наприклад, маючи проєкцію точки A_i (рис. 3.1), не можна визначити положення самої точки A в просторі, оскільки невідома її відстань до площини проєкцій Π_i .

Наявність лише однієї проєкції створює невизначеність зображення. Такі зображення повинні містити додаткові дані, щоб по них можна було визначити оригінал.

Саме прямокутні проєкції знайшли найбільш широке застосування при виконанні технічних креслеників, тому що при їх використанні забезпечується простота графічних побудов і висока точність вимірів. Основний недолік методу прямокутних проєкцій – недостатня наочність зображення. Для того, щоб «побачити» (уявити) предмет, необхідно подумки поєднати його наявні «плоскі» зображення.

Метод прямокутних проєкцій ґрунтується на тому, що предмет за допомогою ортогонального (прямокутного) проєціювання одночасно зображають на декількох взаємно-перпендикулярних площинах проєкцій, приєднаних до просторової прямокутної системи координат.

Розглянемо три взаємно-перпендикулярні площини, які ділять простір на 8 частин, що називаються **октантами** (рис. 3.6). Відповідно площина Π_1 називається **горизонтальною площиною проєкцій**, Π_2 –



фронтальною площиною проєкцій, Π_3 - профільною площиною проєкцій.

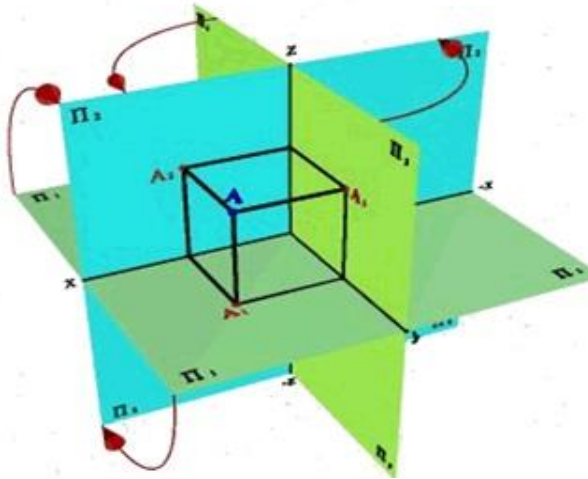


Рисунок 3.6

При побудові комплексного креслення або **епюра Монжа** з трьох прямокутних проєкцій площину Π_2 приймають нерухомою, а площини Π_1 та Π_3 суміщають з нею обертанням навколо осей x та z .

Площини (поля) проєкцій Π_1 , Π_2 та Π_3 , перетинаючись по трьох лініях, задають **просторову декартову систему координат** (рис. 3.7). Точка O є початком координат, вісь x – віссю абсцис, вісь y – віссю ординат та вісь z – віссю аплікват.

Точка.

Неважко помітити, що проєкції точки $A - A_1$ та A_2 лежать на одній вертикальній лінії, а проєкції A_2 та A_3 – на одній горизонтальній лінії, які називаються **лініями зв'язку**.



Розглянемо квадрат O, A_{3I}, A_0, A_{I3} (рис. 3.8). Діагональ цього квадрата - бісектриса кута $y(-z), O, y(-x)$. Лінія зв'язку, яка з'єднує проєкції A_I та A_3 - ламана, що складається з двох відрізків (горизонтального та вертикального) з вершиною на бісектрисі k кута $y(-z), O, y(-x)$.

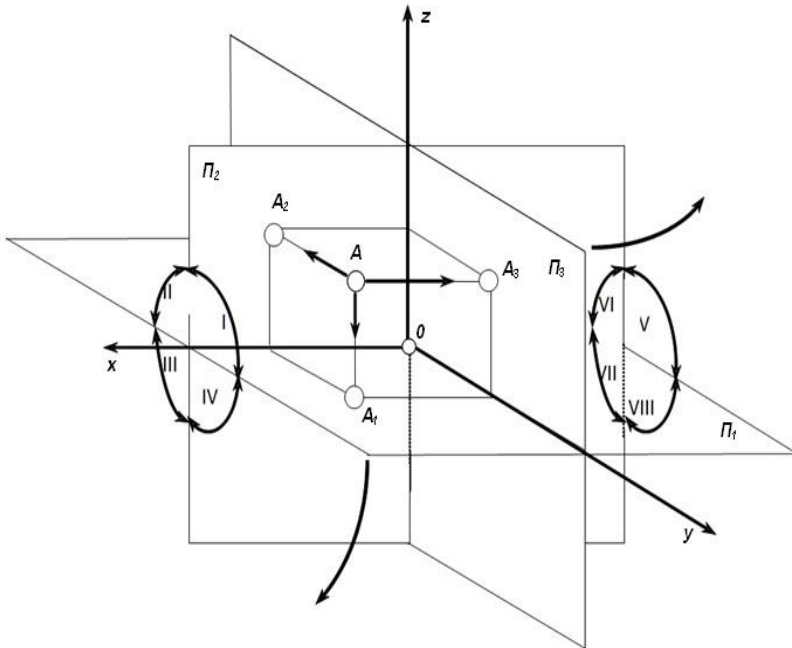


Рисунок 3.7

Частину цієї ламаної інколи замінюють дугою кола. Таким чином, між горизонтальною та профільною проєкціями існує ламана горизонтально-вертикальна лінія зв'язку. Бісектрису k , що є множиною вершин цих ламаних ліній, називають **постійною прямою** комплексного кресленика.

Приклад. Побудувати комплексний кресленик точок



$A(-30,-20,40)$ та $B(10,30,-10)$ і визначити октанти простору, у яких вони розташовані. Комплексний кресленик точок наведений на рис. 3.9.

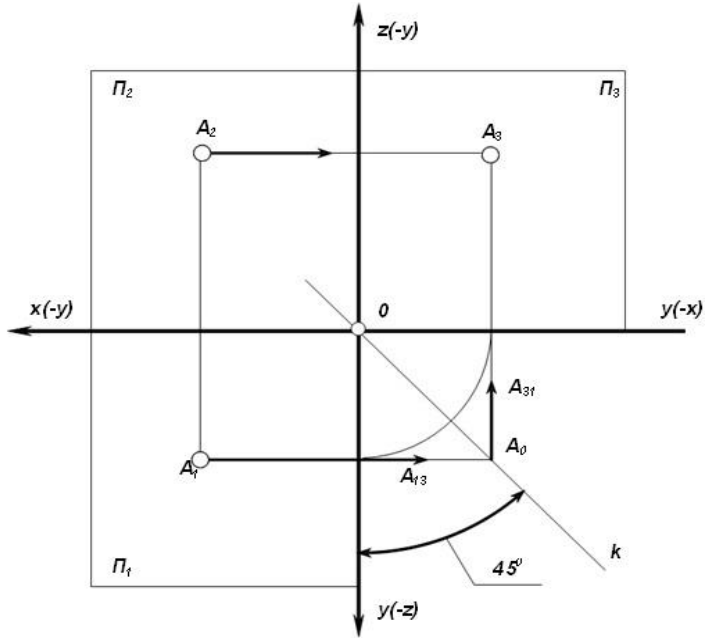


Рисунок 3.8

В практичних додатках користуються, як правило, I октантом, тому подальший матеріал буде подаватися стосовно нього.



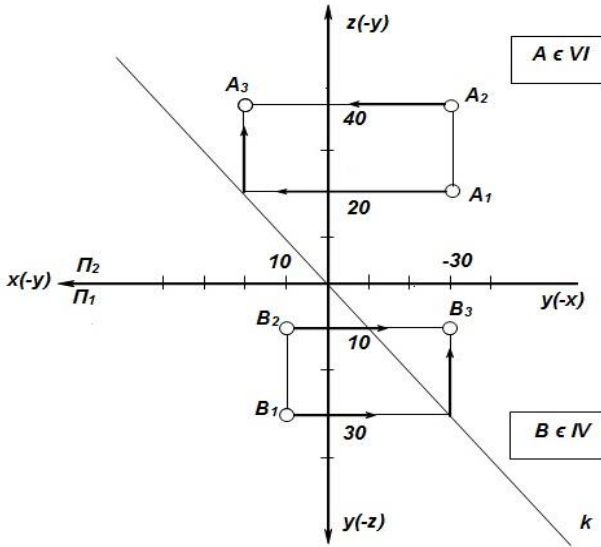


Рисунок 3.9

Пряма.

Пряму в геометрії розглядають як *множину точок*; її проєкції у загальному випадку також прямі. В системі площин Π_1 та Π_2 пряма загального положення зображується двома прямими. Оскільки дві точки визначають будь-яку пряму, то при рішенні практичних задач часто пряму задають *відрізком*, наприклад AB (рис. 3.10).

По відношенню до площин проєкцій пряма може займати як *загальне*, так і *часткове* положення.

Пряма, яка не паралельна жодній з площин проєкцій, називається прямою загального положення.



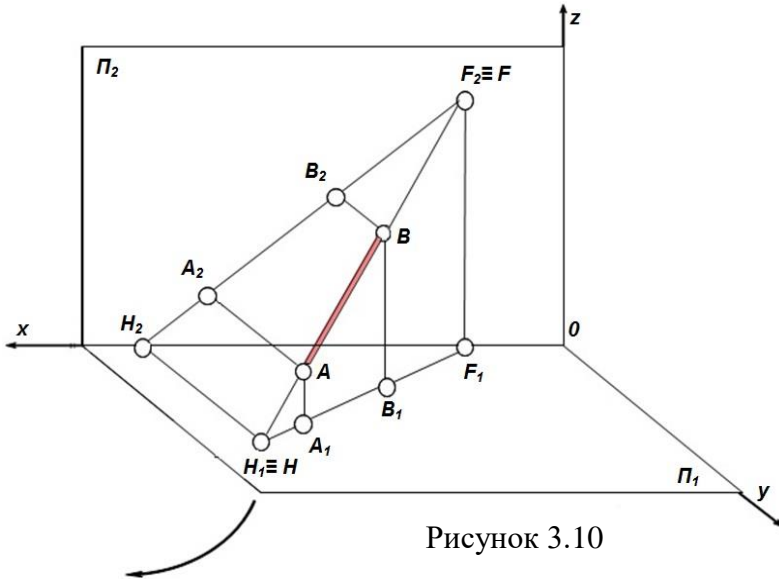


Рисунок 3.10

На рис. 3.10 представлена пряма загального положення. Точки перетину прямої з площинами проєкцій називають *слідами прямої*. *Горизонтальний слід (H)* – точка перетину з горизонтальною площиною проєкцій. *Фронтальний слід (F)* – точка перетину з фронтальною площиною проєкцій.

Прямі часткового положення – це прямі, які паралельні або перпендикулярні площинам проєкцій.

Прямі, паралельні площинам проєкцій, належать до так званих *прямих рівня* (рис. 3.11) і називаються *АС – горизонтальною* прямою (рис. 3.12а), *АВ – фронтальною* прямою (рис. 3.12б), *АМ – профільною* прямою (рис. 3.12в).



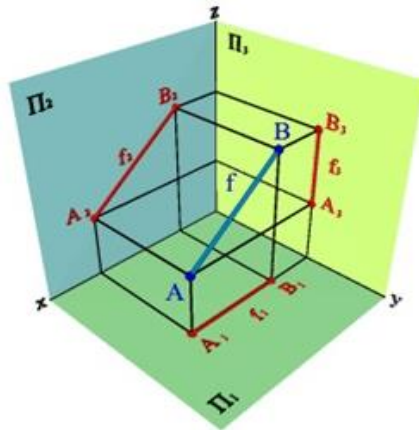


Рисунок 3.11

Відрізки прямих зображуються в натуральну величину на площині проєкцій, якій вони **паралельні**.

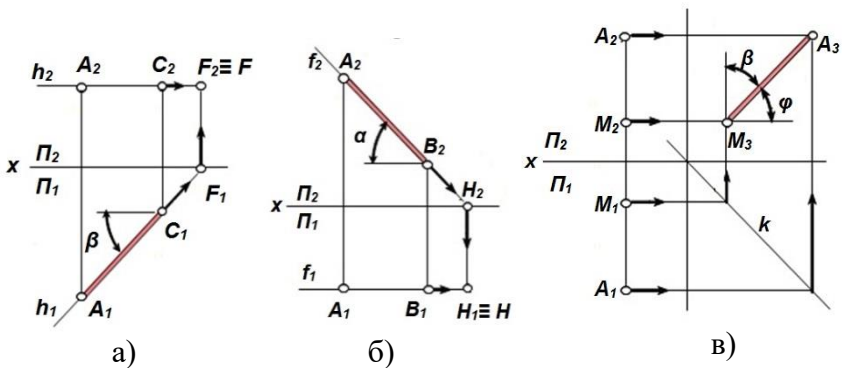


Рисунок 3.12

Прямі, перпендикулярні до площин проєкцій, називають **проєціюючими**: *AK* – **горизонтально-проєціююча** або **вертикальна** (рис. 3.13а), *AP* – **фронтально-проєціююча** (рис. 3.13б), *AT* – **профільно-проєціююча** (рис. 3.13в).



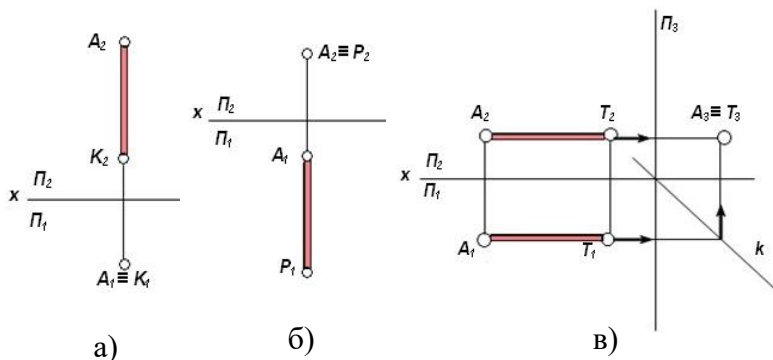


Рисунок 3.13

Такі прямі зображуються точкою на площині проєкцій, до якої вони перпендикулярні. При цьому вони паралельні двом іншим площинам проєкцій.

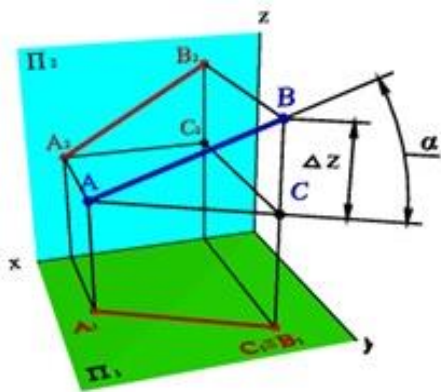


Рисунок 3.14

При розгляді відрізка прямої часто виникає потреба у визначенні його натуральної величини та кутів нахилу до площин Π_1 та Π_2 , тобто доводиться розв'язувати *першу основну метричну задачу*. Дійсно, відстань між двома



фігурами вимірюється відстанню між найближчими точками цих фігур.

Для визначення натуральної величини відрізка прямої загального положення треба виконати деякі побудови.

На рис. 3.14 показано відрізок AB та дві площини проєкцій Π_1 та Π_2 .

Якщо з точки A провести відрізок AC , паралельний його горизонтальній проєкції A_1B_1 , то утвориться прямокутний трикутник ABC , гіпотенуза якого – відрізок AB . Розглянувши цей трикутник, можна зробити висновок, що натуральна величина відрізка прямої загального положення дорівнює гіпотенузі прямокутного трикутника, один катет якого – одна з проєкцій відрізка, а другий – різниця відстаней кінців другої проєкції відрізка до осі. Відповідну побудову виконано на рис. 3.15.

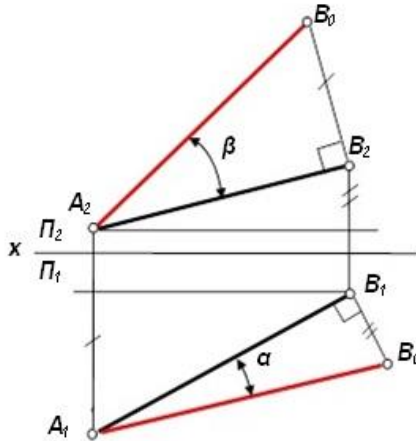


Рисунок 3.15

Одночасно визначається і кут α нахилу прямої до горизонтальної площини проєкції Π_1 . Щоб знайти кут нахилу прямої до фронтальної площини проєкцій, відповідну побудову треба виконати на полі Π_2 . Цей спосіб



визначення величини відрізка прямої називають *способом прямокутного трикутника*.

Площина.

Якщо точка є *нульвимірною* геометричною фігурою, пряма – *одновимірною*, то площина – *двовимірною* геометрична фігура.

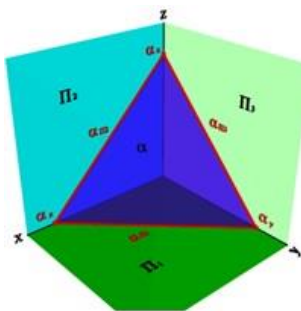


Рисунок 3.16

Задавати площину можуть три точки, що не лежать на одній прямій, дві паралельні прямі, дві прямі, що перетинаються, точка і пряма (точка не належить прямій), будь-яка плоска фігура та сліди площини (рис. 3.16).

Сліди площини – це лінії перетину площини з площинами проєкцій. Задання площини її слідами – найпростіший спосіб задання. На рис. 3.17є площину задано точкою сходу слівів на осі x , а також кутами, які сліди утворюють з віссю x .



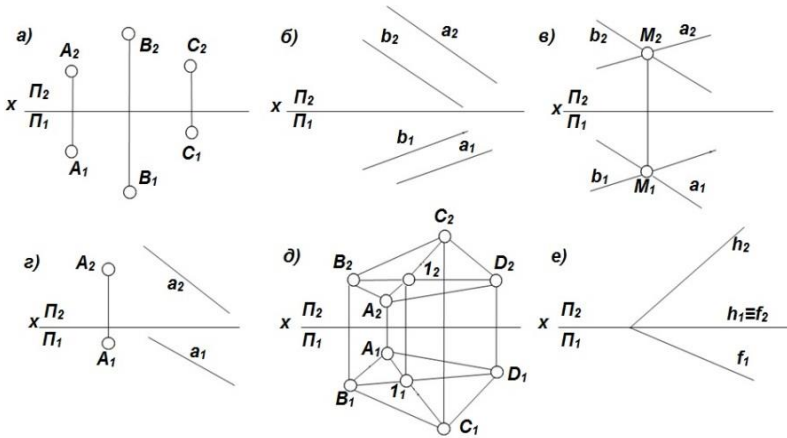


Рисунок 3.17

Площини не паралельні та не перпендикулярні площинам проєкцій, називаються площинами загального положення (рис. 3.17).

Площини, перпендикулярні площинам проєкцій, є площинами часткового положення і називаються *проєціюючими*.

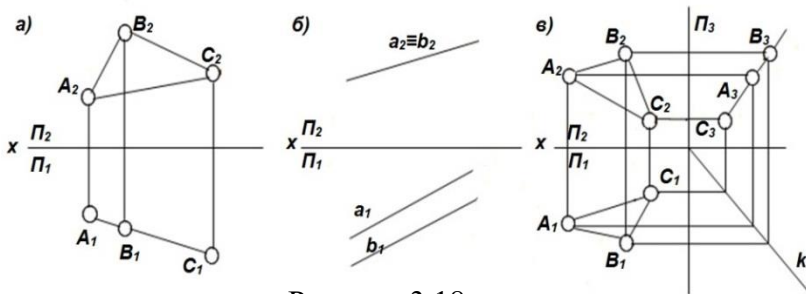


Рисунок 3.18



Площина, перпендикулярна до горизонтальної площини проєкцій, називається **горизонтально-проєціюючою** (рис. 3.18а).

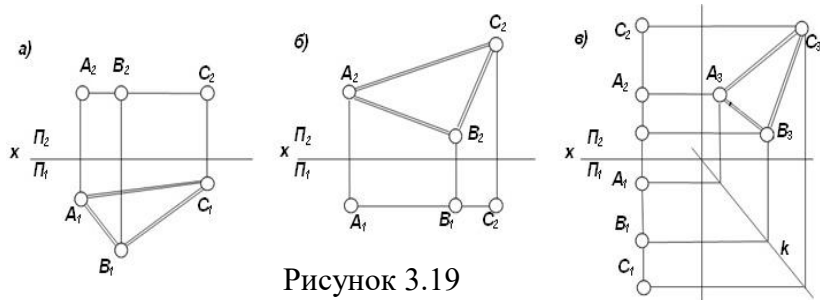


Рисунок 3.19

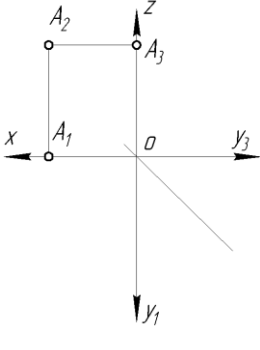
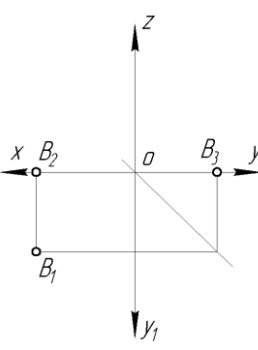
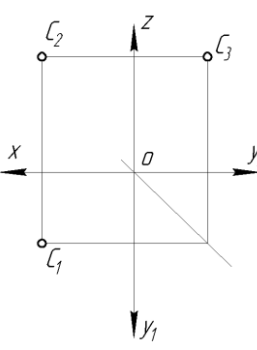
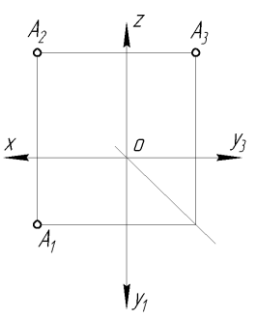
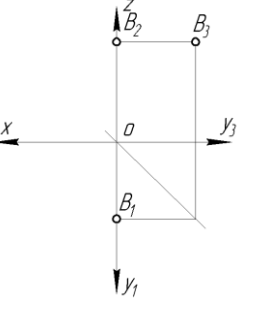
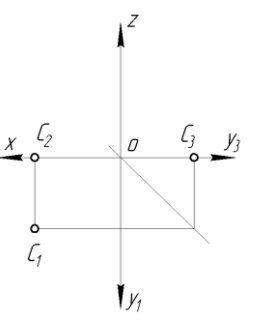
Площина, перпендикулярна до фронтальної площини проєкцій, називається **фронтально-проєціюючою** (рис. 3.18б). А площина, перпендикулярна профільній площині проєкцій, є **профільно-проєціюючою** (рис. 3.18в).

Площини, паралельні площинам проєкцій, називаються площинами рівня. Відсіки площин рівня на відповідних площинах проєкцій зображуються в натуральну величину. Площина, паралельна горизонтальній площині проєкцій, називається **горизонтальною** (рис. 3.19а), площина, паралельна фронтальній площині проєкцій, називається **фронтальною** (рис. 3.19б), площина, паралельна профільній площині проєкцій, – **профільна площина рівня** (рис. 3.19в).

ПРАКТИКА

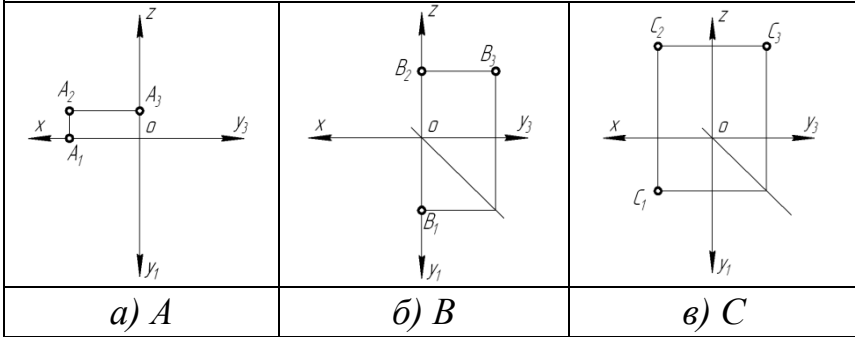
1 Яка з точок найближче розташована до фронтальної площини проєкцій?			
а) $A(50;10;-75)$	б) $B(35;-5;15)$	в) $C(10;10;20)$	г) $D(20;40;-10)$



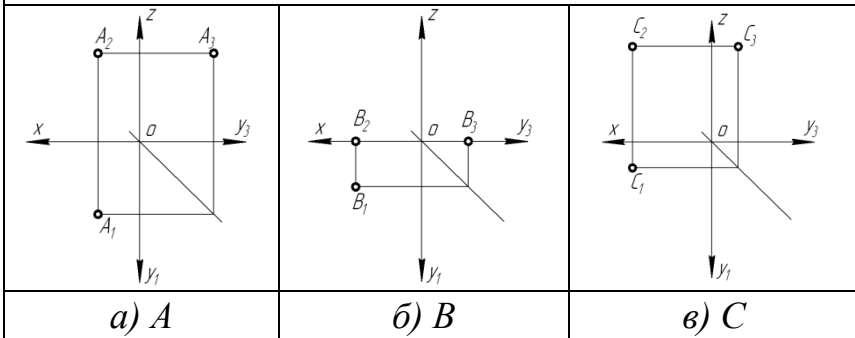
2 Яка з точок найбільш віддалена від горизонтальної площини проєкцій?			
a) $A(25;-10;-75)$	б) $B(35;5;30)$	в) $C(10;45;25)$	г) $D(10;-15;55)$
3 Яка з точок належить фронтальній площині проєкцій?			
			
a)	б)	в)	
4 Яка з точок належить профільній площині проєкцій?			
			
a)	б)	в)	



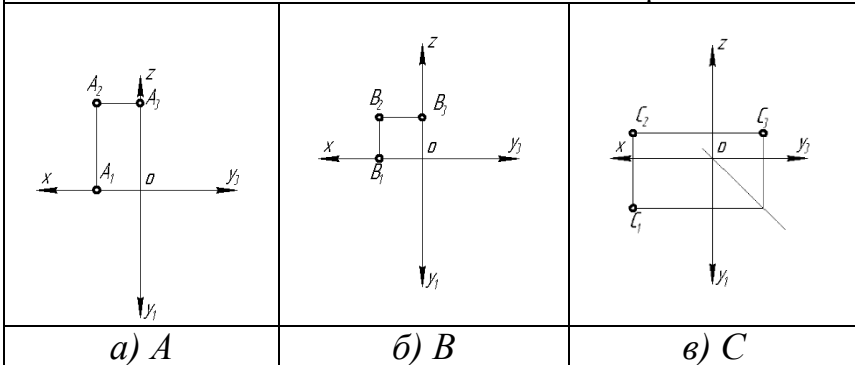
5 Яка з точок найбільш віддалена від горизонтальної площини проєкцій?



6 Яка з точок найбільш віддалена від фронтальної площини проєкцій?



7 Яка з точок знаходиться найближче до осі проєкцій OY?



<p>8 На якому епюрі відрізок паралельний тільки до фронтальної площини проєкцій?</p>			
a)	б)	в)	г)
<p>9 На якому епюрі зображено відрізок загального положення?</p>			
a)	б)	в)	г)
<p>10 На якому епюрі відрізок перпендикулярний до горизонтальної площини проєкцій ?</p>			
a)	б)	в)	г)



11 Який з відрізків лежить у фронтальній площині проєкцій?

a) AB	б) CD	в) EF	з) KL

12 Який з відрізків паралельний тільки фронтальній площині проєкцій?

a) AB: A(10;20;30) B(20;10;30)	б) CD: C(10;20;30) D(20;20;10)
в) EF: E(20;10;30) F(20;20;10)	з) KL: K(10;40;10) L(10;20;10)

13 На якому епюрі допущена помилка при визначенні натуральної величини відрізка прямої загального положення способом побудови прямокутного трикутника ?

a)	б)	в)



14 На якому епюрі задана площина?

a)	б)	в)	г)

15 Як називається площина, яка не паралельна і не перпендикулярна до жодної з площин проєкцій?

a)	горизонтальна
б)	фронтальна
в)	профільна
г)	довільного (загального) положення

16 На якому епюрі зображено горизонтальну площину?

a)	б)	в)	г)



<p>17 На якому епюрі зображено фронтальну площину?</p>			
a)	б)	в)	г)
<p>18 На якому епюрі зображено фронтально-проєціюючу площину?</p>			
a)	б)	в)	г)



3.3 Позиційні властивості пар геометричних елементів. Належність

У геометрії розглядаються дві групи задач: *позиційні та метричні*, в основу яких покладено позиційні та метричні властивості пар їх проєкцій.

Позиційні задачі – це задачі на визначення загальних елементів різних геометричних фігур (належність, перетин, тощо).

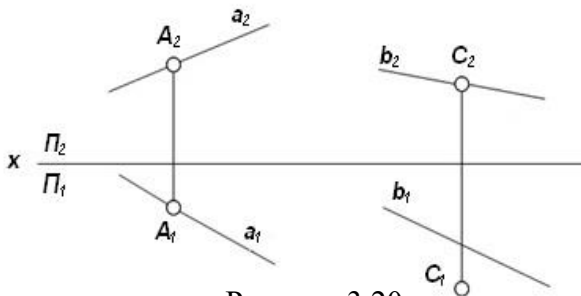


Рисунок 3.20

Належність. Точка і пряма.

Точка може належати або не належати прямій. Для розв'язання питання про належність досить розглянути їх проєкції, прийнявши до уваги таку властивість: *точка належить прямій, якщо її проєкції належать тим же проєкціям прямої, і не належить прямій, коли хоча б одна з її проєкцій не належить тій же проєкції прямої.*

На рис. 3.20 показано прямі *a* та *b*. Точка *A*, проєкції якої належать відповідним проєкціям прямої *a*, належить цій прямій. Точка *C* не належить прямій *b*, бо її горизонтальна проєкція не належить горизонтальній проєкції прямої.

Для двох проєкцій (фронтальної та горизонтальної) профільної прямої умови належності недостатні, бо якщо



пряма і точка належать одній профільній площині, то проекції точки завжди належать проекціям прямих. У цьому випадку потрібно внести однозначність, яка полягає у тому, що профільна проекція точки повинна належати профільній проекції прямої або, що аналогічно, повинна своїми проекціями ділити проекції довільно зафіксованого на прямій відрізка в одному й тому ж відношенні.

Пряма та площина.

Пряма належить площині, якщо дві її точки належать площині (рис. 3.21, 3.22а) або коли вона проходить через точку, що належить площині, та паралельна іншій прямій, що належить площині (рис. 3.22б). Для задання прямої, що належить площині, досить задати її горизонтальну чи фронтальну проекцію.

Крім того, є лінії, що належать площині і займають часткове положення. До таких ліній можна віднести *лінії рівня*.

Лініями рівня площини називають лінії, що належать даній площині та паралельні одній із площин проекцій.

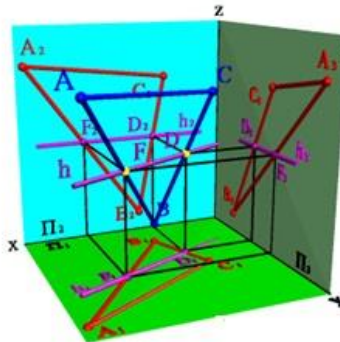


Рисунок 3.21



Горизонталь площини (горизонтальна пряма рівня площини) – це лінія, що належить площині та паралельна до Π_1 .

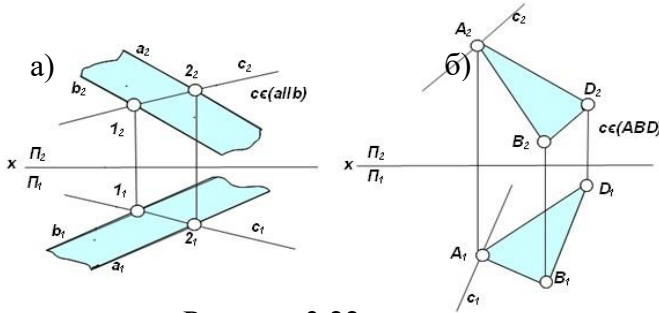


Рисунок 3.22

На рис. 3.23а проведено горизонталь CD . Фронталь площини (фронтальна пряма рівня площини) – лінія, що лежить у площині та паралельна до Π_2 .

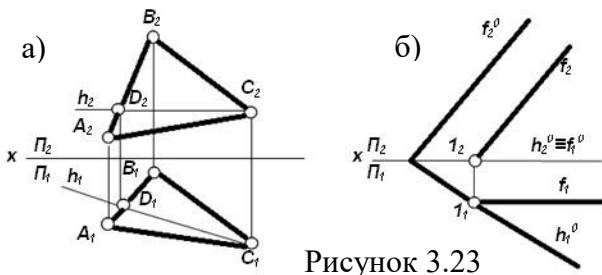


Рисунок 3.23

На рис. 3.23б проведено фронталь f . Горизонталь та фронталь часто використовуються при заданні площини, що дозволяє виявити її орієнтацію відносно площин проекцій. Сліди площини також є крайніми положеннями горизонталі h чи фронталі f , їх у цьому випадку називають нульовими (рис. 3.23б).



Профільна пряма рівня – лінія, що належить площині та паралельна профільній площині проєкції Π_3 .

Точка та площина.

Точка може належати площині або не належати їй. Це визначається за допомогою прямої, що належить площині.

На рис. 3.24 показано трикутний відсік ABC і задано точки 1 та 2 . Точка 1 належить площині, бо вона належить прямій BD , що є підмножиною площини; точка 2 не належить площині, бо тільки фронтальна проєкція її належить фронтальній проєкції прямої – B_2D_2 , а горизонтальна проєкція не належить B_1D_1 . Звідси можна сформулювати таку властивість: **точка належить площині, якщо обидві її проєкції збігаються з тими самими проєкціями прямої, що належить площині.**

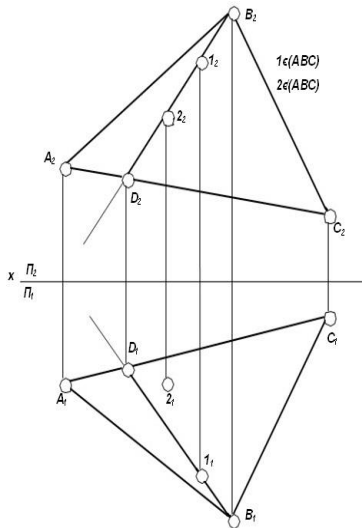


Рисунок 3.24



ПРАКТИКА

1 На якому епюрі точка B належить прямій t?			
<i>a)</i>	<i>б)</i>	<i>в)</i>	<i>г)</i>
2 На якому епюрі зображено дві прямі, що перетинаються?			
<i>a)</i>	<i>б)</i>	<i>в)</i>	
3 На якому епюрі точка B не належить площині, що задана слідами?			
<i>a)</i>	<i>б)</i>	<i>в)</i>	<i>г)</i>



4 На якому епюрі точка C не належить площині, що задана слідами?

а)	б)	в)	г)

5 Вказати точку, яка належить площині, що задана паралельними прямими l і k .

	а)	1
	б)	2
	в)	3
	г)	4

6 Вказати точку, яка лежить в площині, що задана слідами.

	а)	1
	б)	2
	в)	3
	г)	4



7 Вказати точку, яка лежить на площині, що задана прямими l і k ?

	a)	1
	б)	2
	в)	3
	г)	4

8 На якому епюрі сторона трикутника ABC є горизонталь?

a)	б)	в)

9 На якому епюрі правильно побудовано горизонталь через точку B ?

a)	б)	в)	г)



Питання для самоконтролю до третього розділу:

1. Які завдання ставляться перед курсом інженерної та комп'ютерної графіки?
2. На якому методі ґрунтується предмет інженерної та комп'ютерної графіки?
3. У чому різниця між центральним і паралельним проєціюванням?
4. Чи може при центральному і паралельному проєціюванні лінія зображатися точкою, а площина – прямою?
5. Чим різняться між собою двоплощинна та триплощинна моделі простору?
6. Якщо точка простору належить площині Π_2 , як будуть розташовані її проєкції?
7. Як зобразяться проєкції точки, що належить бісекторній площині в 3 і 4 четвертях простору?
8. Що називається слідами прямої?
9. Що називається прямими рівня?
10. Як виглядають проєкції проєціюючих прямих?
11. Чим можна задати проєкції площини?
12. Що називається площинами загального та часткового положення?
13. Коли точка належить прямій?
14. У якому випадку точка належить площині?
15. Що називається лінією рівня площини?
16. Коли пряма належить площині?
17. Що таке фронталь площини?



4 КРИВІ ЛІНІЇ

4.1 Криві лінії. Плоскі криві. Лекальні криві. Спряження

Існують різні визначення *кривої лінії*, які відповідають способам їх утворення. Криву лінію можна розглядати як траєкторію точки, що рухається за певним законом, або як наслідок перетину кривих поверхонь. Відповідно до способу утворення кривих розрізняються їх аналітичні вирази і засоби графічної побудови.

Криві лінії систематизуються за різноманітними ознаками. Існують плоскі та просторові криві лінії.

Плоскою називають криву, всі точки якої належать одній площині. Точки просторової кривої не належать одній площині.

Залежно від вигляду аналітичного рівняння в декартових координатах криві лінії розділяються на алгебраїчні та трансцендентні.

Алгебраїчна крива лінія, аналітичне рівняння якої в декартових координатах має другий степінь, називається кривою другого порядку. Криві другого порядку широко застосовуються при конструюванні виробів криволінійної форми, що пояснюється простотою їх побудови і аналітичного виразу. Такі криві називаються ***конічними перерізами***, оскільки вони можуть бути одержані як переріз конуса другого порядку (зокрема, конуса обертання) площиною. При цьому можуть отримуватись: коло, еліпс, гіпербола та парабола. Ознакою кривої лінії другого порядку є ще й те, що пряма лінія перетинає її у двох точках.

Криві які будуються за допомогою лекала на знайдений множині точок називаються ***лекальними кривими***.



1) побудова еліпса

Із центра еліпса проводять два кола, діаметри яких відповідно дорівнюють великій і малій осям еліпса (рис. 4.1). Далі з центра еліпса проводять пучок променів до перетину з колами. З точок проводять прямі, паралельні малій та великій осям еліпса. Перетин відповідних пар цих прямих визначає ряд точок. Коли сполучити ці точки плавною кривою за допомогою лекала, матимемо заданий еліпс.

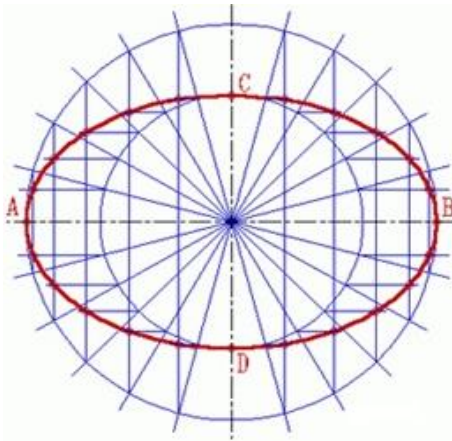


Рисунок 4.1

2) побудова спіралі Архімеда

Спіраль Архімеда – траєкторія точки, що рухається з постійною швидкістю від центра кола по радіусу, який рівномірно обертається навколо центра O (рис. 4.2). Коло і його радіус ON ділять на декілька рівних частин, наприклад на 8. З центра кола O радіусами $01, 02, 03$ і т. д. проводять дуги кіл до перетину з відповідними радіус-векторами. Точки перетину їх I, II, III і т. д., що належать спіралі Архімеда, сполучають плавною кривою під лекало.



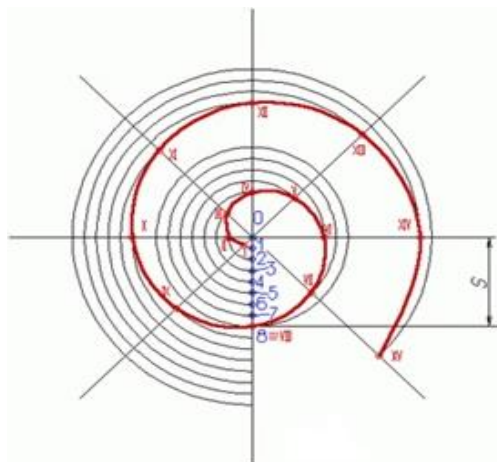


Рисунок 4.2

3) побудова синусоїди

Синусоїда – крива, що зображає зміну синуса залежно від центрального кута.

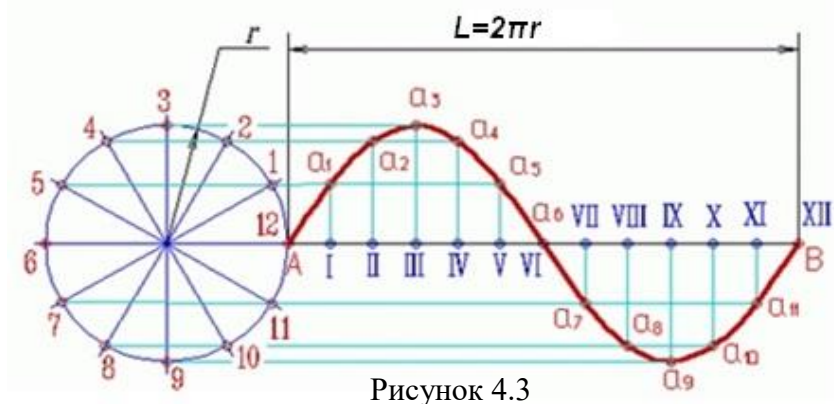


Рисунок 4.3



Для побудови синусоїди (рис. 4.3) через центр твірного круга проводять горизонтальну лінію – вісь X . Від початку координат A вправо відкладають відрізок AB , рівний довжині кола – $2\pi r$. Коло і відрізок AB ділять на декілька рівних частин, наприклад на 12. Через точки поділу $1, 2, 3$ і т. д. проводять прямі, паралельні осі OX , до перетину їх з відповідними вертикальними прямими. Одержані точки a , що належать синусоїді, сполучають плавною кривою під лекало.

Плавна опукла крива лінія, що складається з дуг кіл різних радіусів, називається коробовою кривою. До коробових кривих належать овали і завитки. Овали широко застосовуються у техніці під час проектування контурів окреслень машинобудівних деталей: фланців, кришок, кулачків у кулачкових механізмах і т. д.

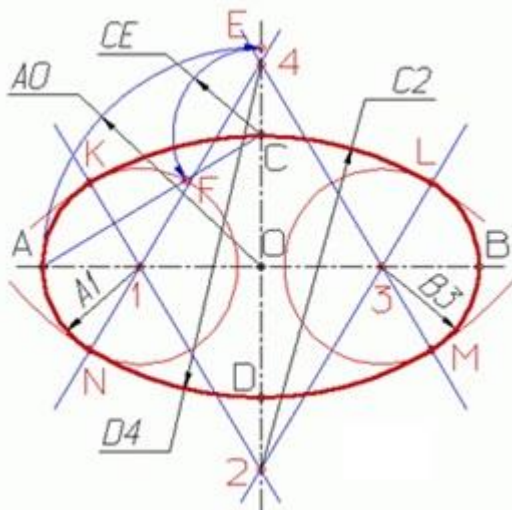


Рисунок 4.4

Овал – це фігура, що складається з двох опорних кіл, які внутрішньо спряжені дугами.



Побудова овалу за двома заданими осями AB і CD (рис. 4.4). На вертикальній осі відкладають відрізок OE , що дорівнює половині великої осі AB . З точки C , як із центра, проводять дугу радіусом CE до перетину з прямою AC у точці F . До середини відрізка AF встановлюють перпендикуляр і позначають точки його перетину з осями овалу 1 і 2 . Будують точки 3 і 4 , відповідно симетричні точкам 1 і 2 відносно осей CD і AB . Точки 1 і 3 будуть центрами опорних кіл радіуса $B3$, а точки 2 і 4 – центрами дуг спряження радіуса $D4$.

Плавний перехід від однієї лінії до іншої називається спряженням. З усієї різноманітності спряжень різних ліній розглянемо такі основні види спряжень: спряження прямої з дугою кола; спряження двох, довільно розміщених прямих, за допомогою дуги кола; спряження дуг двох кіл за допомогою прямої і спряження дуг двох кіл за допомогою третьої дуги.

4) спряження прямих ліній, що перетинаються за допомогою дуги

Щоб побудувати спряження двох прямих, що перетинаються дугою заданого радіуса R (рис. 4.5), треба визначити геометричне місце центрів кіл, віддалених від прямих на відстані R . Для цього на відстані R проводять прямі, паралельні даним, до перетину у точці O . Дуга радіуса R , проведена з точки O , як із центра, і буде дугою спряження. Основи перпендикулярів, опущених з точки O на прямі, будуть точками спряження.



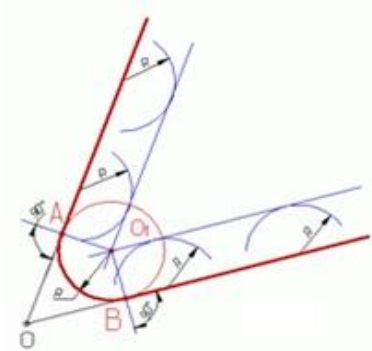


Рисунок 4.5

5) спряження дуги кола і прямої за допомогою дуги заданого радіуса

Спряження дуги кола радіуса R і прямої (рис. 4.6) виконують так. Спочатку визначають геометричне місце центрів дуги спряження радіусом r . Для цього на відстані r від прямої проводять паралельну їй пряму, а із центра O радіусом $R+r$ – дугу концентричного кола. Точка O_1 буде центром дуги спряження.

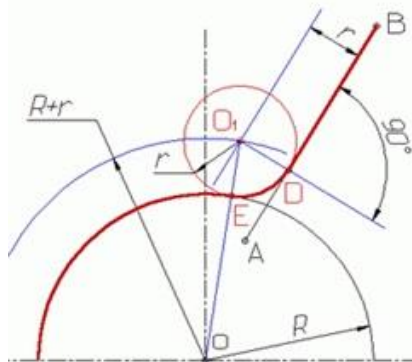


Рисунок 4.6



Точку спряження D матимемо на перпендикулярі, проведеному до прямої з точки O_1 , а точку E – на прямій, яка сполучає точки O_1 і O .

б) спряження дуг двох кіл за допомогою прямої

Таке спряження зводиться до побудови зовнішньої або внутрішньої дотичної, яка сполучає два кола радіусів R і r (рис. 4.7). На початку сполучають центри цих кіл. Потім відрізок OO_1 поділяють точкою O_2 навпіл, а з точки O проводять коло радіусом, що дорівнює різниці радіусів заданих кіл $R-r$. На цьому колі позначають точку M .

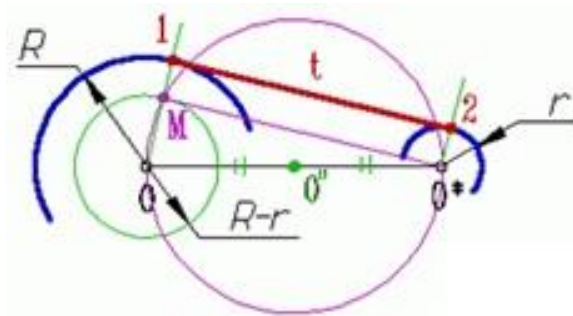


Рисунок 4.7

Продовжують відрізок OM до перетину з колом радіуса R і дістають точку спряження I . Сполучають точку M з центром O_1 . З точки I паралельно прямій MO_1 проводять пряму, що сполучає два кола.



7) побудова спряження дуг двох кіл дугою заданого радіуса

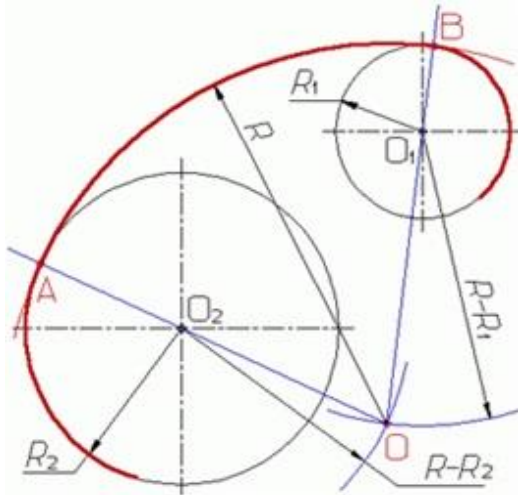


Рисунок 4.8

Таке спряження може бути зовнішнім, внутрішнім і змішаним. На рис. 4.8 наведено приклад побудови внутрішнього спряження дуг двох кіл радіусів R_2 і R_1 за допомогою дуги радіуса R .

Із центра O_2 проводять дугу, радіус якої дорівнює $R - R_2$, а із центра O_1 – дугу радіусом, що дорівнює $R - R_1$. У перетині цих дуг матимемо точку O – центр дуги спряження. Точки спряження A і B лежать на прямих, які сполучають точку O з центрами заданих кіл O_2 і O_1 .



4.2 Просторові криві

Просторову криву лінію можна уявити собі як траєкторію рухомої точки у просторі.

З просторових кривих найбільший практичний інтерес представляють циліндричні та конічні гвинтові лінії (рис. 4.9).

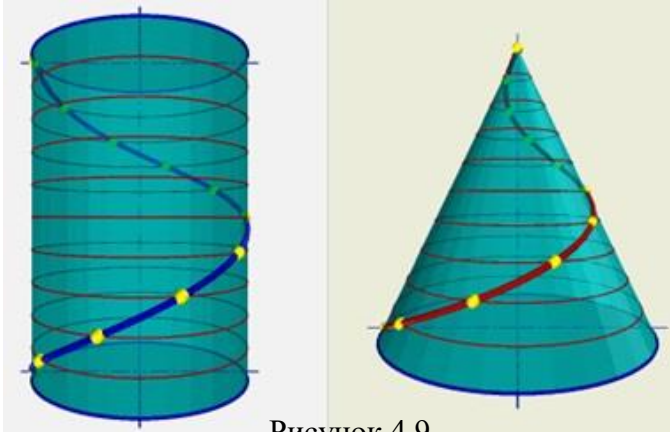


Рисунок 4.9

Циліндрична гвинтова лінія – крива, розміщена на поверхні циліндра обертання та утворена рівномірним рухом точки по твірній, що рівномірно обертається навколо осі циліндра. Висота циліндра, на поверхні якого точка здійснює один поворот навколо осі, називається кроком гвинтової лінії (рис. 4.10а).



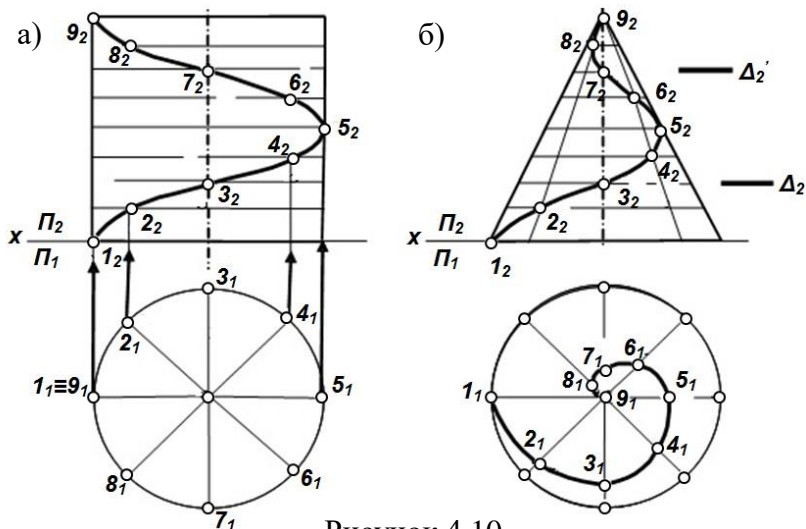


Рисунок 4.10

Враховуючи рівномірність руху точки, можна зробити висновок, що при повороті на $360/n$ точка переміщується вздовж твірної на $1/n$ кроку. На основі цього на рис. 4.10а показано побудову проєкцій циліндричної гвинтової лінії. Число n прийнято на рисунку рівним 8. На фронтальній проєкції крок розділено на 8 частин, на горизонтальній – на стільки ж розділено повний кут повороту (360^0). На фронтальній проєкції гвинтова лінія зображується синусоїдою.

Конічною гвинтовою лінією називається просторова крива, розташована на поверхні конуса обертання та утворена рівномірним рухом точки по твірній, що рівномірно обертається навколо осі.

Побудову конічної гвинтової лінії показано на рис. 4.10б. Поверхня конуса на інтервалі кроку n гвинтової лінії горизонтальними площинами поділена на 8 рівних частин. Проєкції гвинтової лінії одержані за точками перетину твірних конуса з його відповідними горизонтальними



перерізами. Фронтальна проекція конічної гвинтової лінії є синусоїдою з затухаючою амплітудою, а горизонтальна – спіраллю Архімеда.

ПРАКТИКА

1 Як називається точка плавного переходу однієї лінії до іншої?

- а) спряженням;*
- б) плавним переходом;*
- в) точка дотику;*
- г) центром спряження;*
- д) точка спряження.*

2 Чому дорівнює радіус спряження двох паралельних прямих?

- а) відстані між прямими;*
- б) відрізка, розташованому перпендикулярно до однієї прямої;*
- в) відрізка, розташованому перпендикулярно до обох прямих;*
- г) половині відрізка, розташованого перпендикулярно між ними;*
- д) половині відрізка розташованого між прямими.*



3 Як називаються криві лінії, які креслять за попередньо побудованими точками?

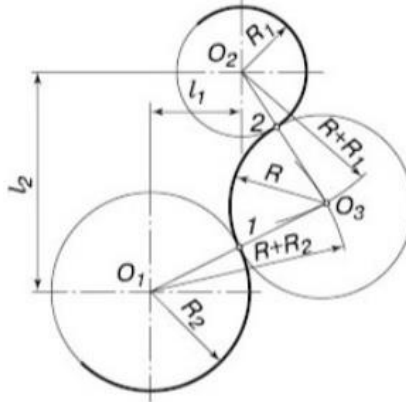
- а) паралельними;
 б) дугами;
 в) лекальними;
 г) перпендикулярними;
 д) кривими.

4 Що називається еліпсом?

- а) плоска замкнута крива;
 б) плоска крива площини;
 в) крива, що плавно переходить в пряму;
 г) плоска розімкнена крива;
 д) пряма, що плавно переходить в дугу.

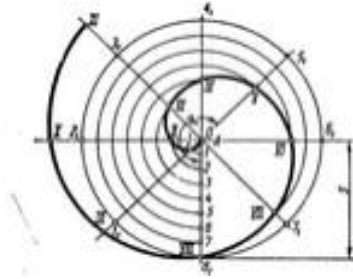
5 Як називається спряження, зображене на рисунку?

- а) спряження дуги кола і прямої;
 б) внутрішнє спряження двох дуг кола;
 в) зовнішнє спряження двох дуг кола;
 г) спряження двох прямих, що перетинаються.



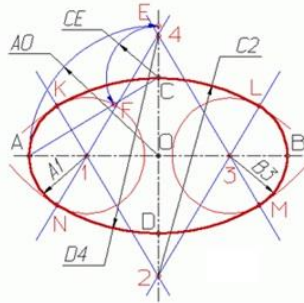
6 Як називається лекальна крива зображена на рисунку?

- а) синусоїдою;
 б) евольвентою;
 в) спіраллю
 Архімеда;
 г) еліпсом;
 д) параболою.



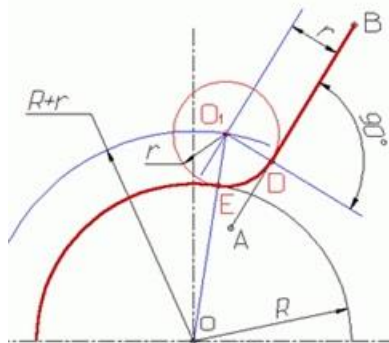
7 Як називається плоска крива зображена на рисунку?

- а) синусоїдою;
 б) овалом;
 в) гіперболою;
 г) еліпсом;
 д) параболою.



8 Як називається спряження зображене на рисунку?

- а) спряження дуги
 кола і прямої;
 б) внутрішнє
 спряження двох дуг
 кола;
 в) зовнішнє
 спряження двох дуг
 кола;
 г) спряження двох
 прямих, що
 перетинаються.



Питання для самоконтролю до четвертого розділу:

1. Що називається плоскою і просторовою кривими?
2. Як виконується побудова еліпса?
3. Що називається лекальними кривими?
4. Дайте визначення овалу. Чим овал відрізняється від еліпса?
5. Що називається спряженням?
6. Як побудувати спряження двох прямих за допомогою дуги кола заданого радіусу?
7. Що називається циліндричною гвинтовою лінією?
8. Як будуються зображення конічної гвинтової кривої?
9. Як виглядає горизонтальна проекція конічної спіралі?



5 ПРОЕКЦІЇ ГЕОМЕТРИЧНИХ ТІЛ ТА ПОВЕРХОНЬ

5.1 Багатогранники. Задання та зображення багатогранників. Перетин багатогранників прямими та площинами. Взаємний перетин багатогранників

У техніці, зокрема машинобудуванні, широко застосовуються прості багатогранники.

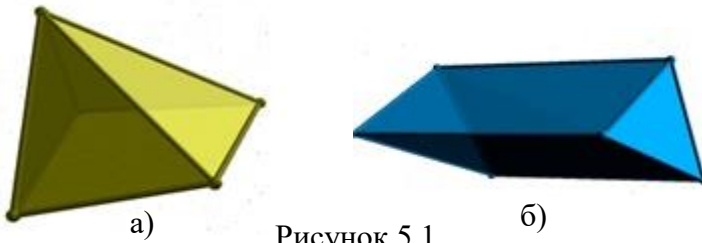


Рисунок 5.1

З усіх простих багатогранників практичне значення мають піраміди, призми та правильні багатогранники (*тіла Платона*).

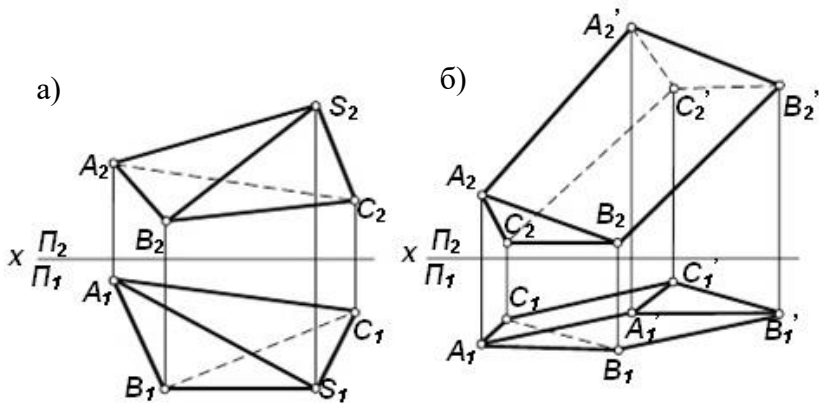


Рисунок 5.2



Пірамідою називають багатогранник, всі грані якого, крім однієї, мають спільну вершину (рис. 5.1а). Піраміду можна одержати, якщо перетнути багатогранний кут площиною, що не проходить через вершину. Вона перетинає всі ребра цієї поверхні та утворює основу. Оскільки всі бічні грані піраміди – трикутники, – піраміда цілком визначається заданням її основи та вершини (рис. 5.2а).

Призма – багатогранник, обмежений призматичною поверхнею та двома паралельними площинами, не паралельними ребрам призми (рис. 5.1б). Ці дві грані називаються основами призми, грані призматичної поверхні – бічними гранями, а її ребра – ребрами призми. В основі призми лежать рівні багатокутники, бічні ребра призми дорівнюють одне одному (рис. 5.2б). Якщо основи не паралельні між собою, – призму називають **зрізаною**; коли основами призми є перпендикулярні перерізи призматичної поверхні, призму називають **прямою**; якщо ця умова не виконується – **похилою**. Призми розрізняються за числом бічних граней, що дорівнюють числу сторін багатокутника основи. **Якщо в основі названих геометричних тіл лежить правильний многокутник, призми та піраміди називаються правильними.**



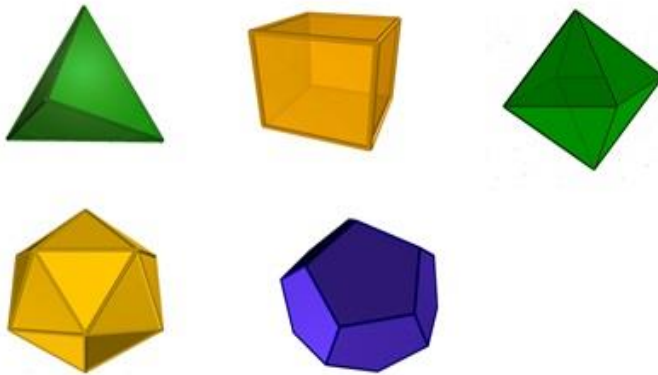


Рисунок 5.3

Правильні опуклі багатогранники (тіла Платона).

У таких багатогранників всі ребра, грані, плоскі двогранні та просторові кути дорівнюють один одному. Існує п'ять правильних багатогранників або тіл (рис. 5.3):

- тетраедр (чотиригранник), гранями якого є чотири рівнобічних трикутники ;
- гексаедр (шестигранник) або куб, гранями якого є шість квадратів;
- октаедр (восьмигранник), гранями якого є вісім рівнобічних трикутників;
- ікосаедр (двадцятигранник), утворений з двадцяти рівнобічних трикутників
- додекаедр (дванадцятигранник), утворений з дванадцяти правильних п'ятикутників.

5.1.1 Перетин багатогранників площинами та прямими лініями



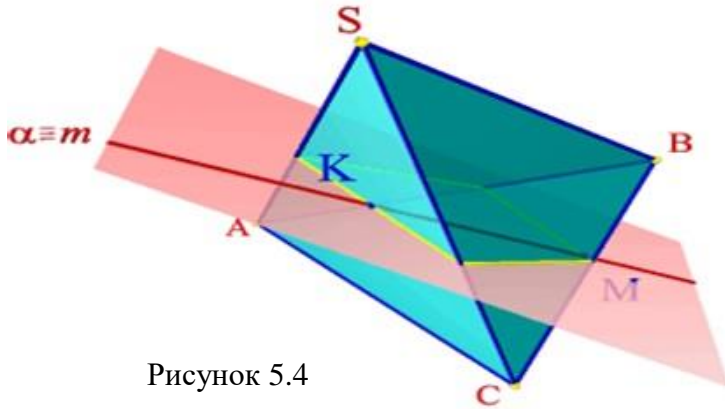


Рисунок 5.4

При перетині багатогранників площиною утворюється плоский багатокутник, кожна вершина якого є точкою перетину ребра багатогранника з площиною, а сторона багатокутника є лінією перетину грані багатогранника з заданою площиною (рис. 5.4). Такий багатокутник називають *перерізом*.

Тобто для знаходження перерізу багатогранника площиною необхідне розв'язання декількох перших або других позиційних задач.

Задачі такого типу можна легко розв'язати, виконавши перетворення січної площини в проєціююче положення (у пряму) разом із багатогранником. На рис. 5.5 методом заміни площин проєкцій площину трикутника загального положення переводять на площину проєкцій Π_4 у проєціююче положення.



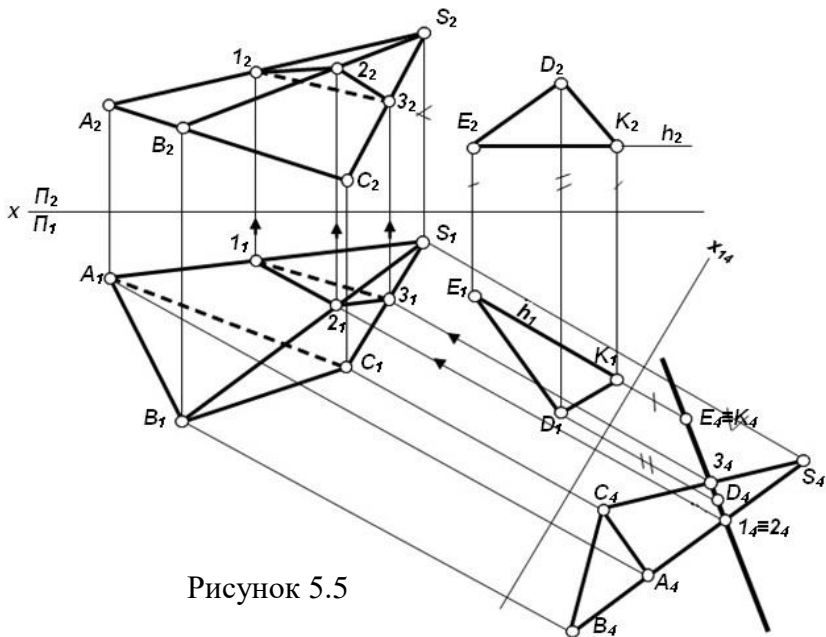


Рисунок 5.5

На Π_4 проєціюється також піраміда $SABC$. Лінія перетину $1_4, 2_4, 3_4$ визначається зразу. Проекції лінії перетину на Π_1 та Π_2 визначаються за відповідністю.

Для знаходження точок перетину прямої з багатогранником використовують допоміжні проєціюючі площини. На рис. 5.6 пряму l заключають у фронтально-проєціюючу площину Δ . Переріз допоміжної площини з багатогранником дасть ламану лінію 123 , в площині якої знаходиться пряма. Точки перетину K і M прямої з лінією 123 будуть шуканими. Видимою точкою перетину вважається та, яка належить видимій грані багатогранника.



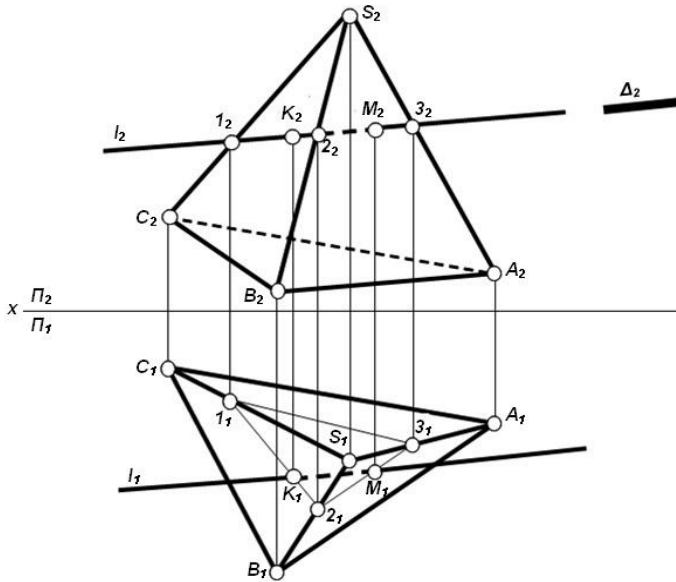


Рисунок 5.6

5.1.2 Взаємний перетин багатогранників

Задачу на знаходження лінії перетину двох багатогранників можна розв'язати, знайшовши точки перетину ребер одного багатогранника з гранями другого і ребер другого з гранями першого (тобто розв'язуючи декілька разів першу позиційну задачу), або ж знаходити лінії перетину граней одного багатогранника з гранями іншого (тобто розв'язуючи декілька разів другу позиційну задачу) (рис. 5.7).



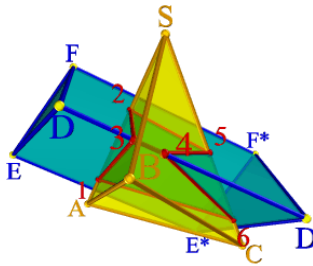


Рисунок 5.7

На рис. 5.8 показано знаходження проєкцій лінії перетину піраміди та призми. Точки $1, 8, 2 \equiv 3, 4 \equiv 5$ – це точки перетину ребер піраміди з гранями призми. Точки $6 \equiv 7, 9 \equiv 10$ – точки перетину ребер призми з гранями піраміди.

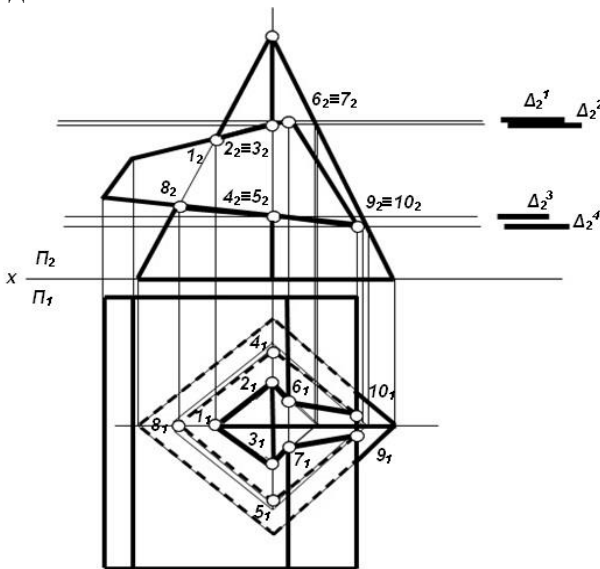
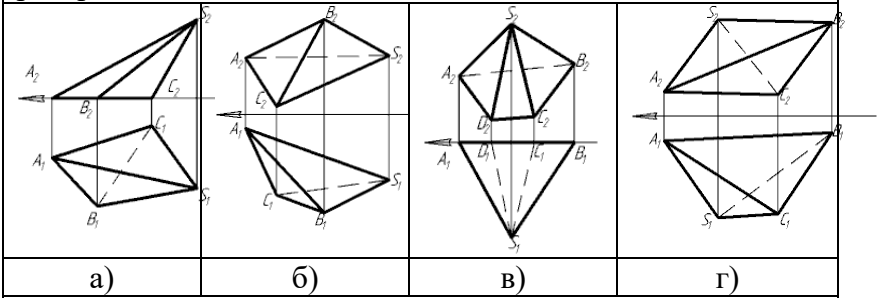


Рисунок 5.8

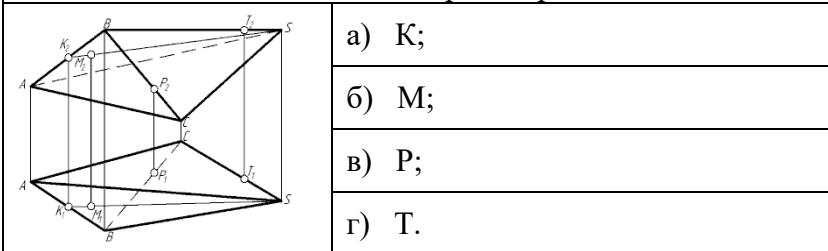


ПРАКТИКА

1 На якому кресленні помилково показана видимість ребер?



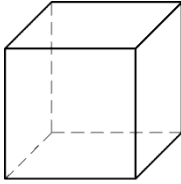
2 Яка з точок не належить поверхні піраміди?



3 Назвіть геометричну форму фігури перерізу піраміди площиною Σ ?



4 Яку найменшу кількість ребер куба може перетнути одна площина?



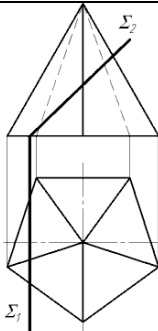
а) чотири;

б) п'ять;

в) шість;

г) три.

5 Назвіть геометричну форму фігури перерізу піраміди площиною Σ ?



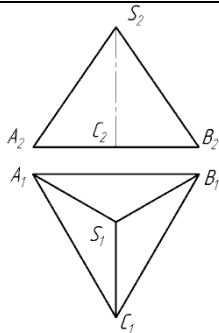
а) трикутник

б) чотирикутник

в) п'ятикутник

г) шестикутник

6 Яка бічна грань піраміди перпендикулярна профільній площині проєкцій?



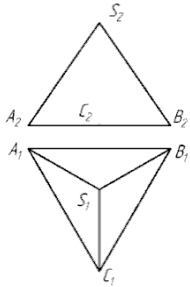
а) ASC;

б) ASB;

в) CSB.



7 Яке ребро піраміди паралельне профільній площині проєкцій?



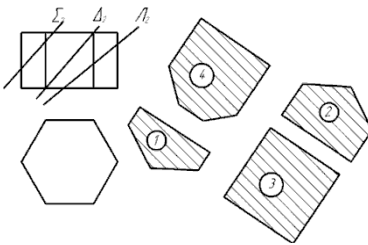
а) AS;

б) BS;

в) CS;

г) AB.

8 Який переріз призми відповідає положенню січної площини Δ , Λ , Σ ?



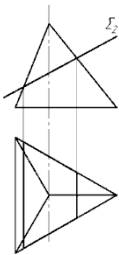
а) рис.1;

б) рис.2;

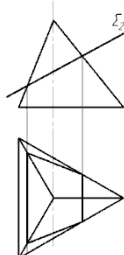
в) рис.3;

г) рис.4.

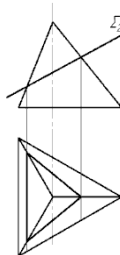
9 На якому рисунку переріз піраміди площиною Σ побудовано вірно?



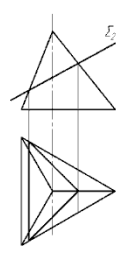
а) рис.1;



б) рис.2;



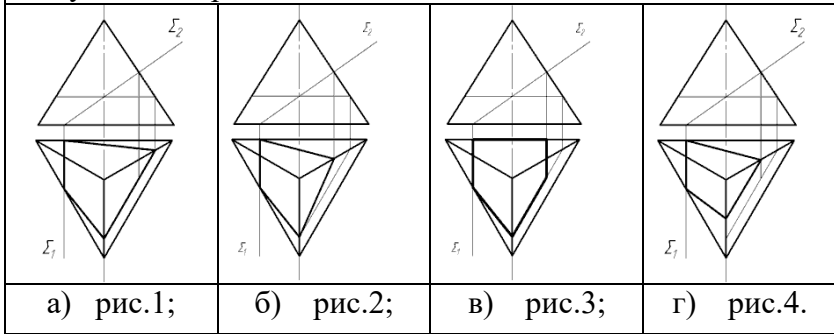
в) рис.3;



г) рис.4.



10 На якому рисунку переріз піраміди площиною Σ побудовано вірно?



5.2 Криві поверхні. Утворення поверхонь та їх систематизація

5.2.1 Криві поверхні в природі та техніці

Багато з того, що оточує нас у житті, якщо дивитись з позицій геометрії, - це криві поверхні простих і складних форм. Зверніть увагу хоча б на оболонку курячого яйця. Геометрична досконалість надає їй чималу міцність, незважаючи на малу товщину стінок. Крило та тулуб птаха також мають досконало відпрацьовані природою поверхні. Сукупність таких поверхонь мають прекрасні аеродинамічні та інші характеристики.

Корпуси автомобілів, літаків, кораблів, оболонки наземних і підземних споруд – це комплекси відсіків поверхонь, досить складних за законами утворення. Про деякі часткові види кривих поверхонь буде вестися мова нижче.

5.2.2 Способи утворення кривих поверхонь і їх систематизація

Крива поверхня визначається як неперервна двопараметрична множина точок або однопараметрична множина ліній. *Точки або лінії цих множин називаються відповідно точками або лініями каркаса поверхні* (рис. 5.9). Оскільки на рисунку неможливо зобразити всі точки або лінії каркаса поверхні, їх зображують з певним інтервалом.



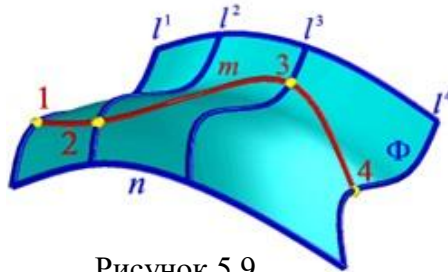


Рисунок 5.9

Сукупність ліній, які мають спільний закон утворення та пов'язані між собою певною залежністю, називається лінійним каркасом поверхні. Форма і положення конкретної лінії каркаса на поверхні визначаються *параметром каркаса*.

Творення криволінійної поверхні можна розглядати на основі звільнення одного параметра заданої лінії. В результаті утворюється однопараметрична множина ліній каркаса поверхні. Як правило, параметр звільнюється за допомогою надання закону руху лінії в просторі.

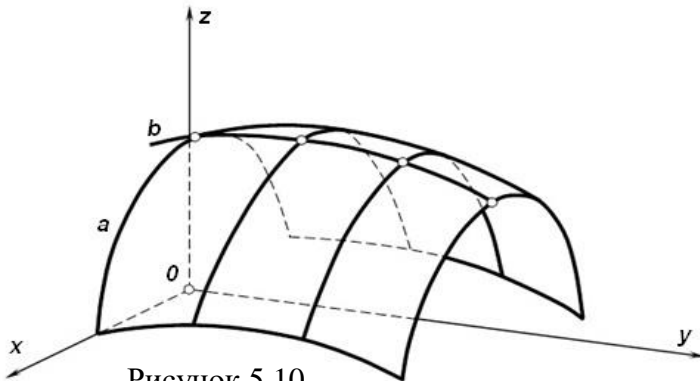


Рисунок 5.10

На рис. 5.10 в площині xOz задано конкретну параболу a , яка не має вільних параметрів. Звільнення одного параметра положення дає змогу параболі рухатись



за визначеним законом, наприклад, поступально вздовж лінії **b**. Усі положення параболи в просторі утворюють неперервний каркас поверхні. **В нарисній геометрії такий прийом називається кінематичним способом утворення поверхні, лінія (a) каркаса – твірною поверхні, а лінія (b) руху точок лінії - напрямною.**

Поверхні, утворені рухом твірної певної форми, називаються **кінематичними поверхнями з твірною постійної форми.**

З параметром положення лінії каркаса можуть бути зв'язані і параметри її форми. За параметр каркаса можна прийняти будь-який з цих параметрів. При цьому незалежним (вільним) є тільки один параметр каркаса, а решта змінних параметрів визначається як залежні від першого. Поверхня, що утворюється таким чином, називається кінематичною поверхнею з твірною **змінної форми.** Як приклад можна розглянути поверхню, зображену на рис. 5.11.

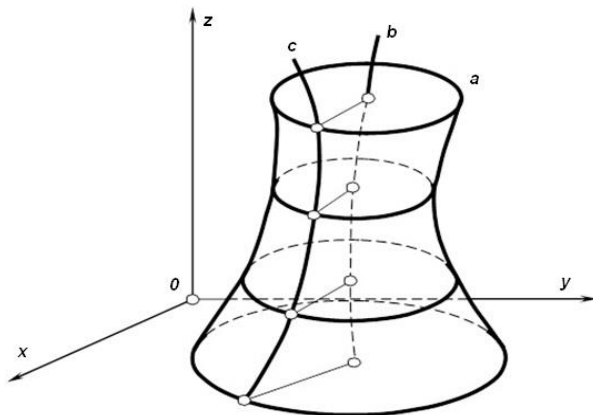


Рисунок 5.11



Твірне коло рухається у просторі таким чином, що його центр переміщується вздовж напрямної b , а площа кола весь час залишається паралельною площині xOy . Зміна радіуса в процесі переміщення задається лінією c . Змінюються два параметри кола: положення площини кола та радіус, проте незалежним є тільки один.

Поверхня вважається заданою, якщо за однією проекцією точки, що належить поверхні, можна визначити другу проекцію. **Сукупність умов, необхідних і достатніх для задання поверхні, називається визначником поверхні.** Останній складається з геометричної та алгоритмічної частин. Геометричною частиною визначника поверхні є геометричні фігури, зображені на рисунку, за допомогою яких зв'язуються параметри множини ліній простору. Алгоритмічна частина визначника – це сукупність правил застосування геометричної частини визначника для утворення поверхні. Наприклад, геометричною частиною визначника поверхні, зображеної на рис. 5.11, є лінії a, b, c та площа xOy . До алгоритмічної частини визначника цієї поверхні відносяться умови:

- 1) коло a є лінією каркаса поверхні;
- 2) центр кола повинен належати лінії b ;
- 3) усі лінії каркаса поверхні повинні перетинати лінію c .

Серед множини різноманітних поверхонь можна виділити їх групи з однаковими елементами визначника або деякими спільними властивостями. Визначення груп дає змогу досконало вивчати властивості поверхонь, створювати узагальнені алгоритми побудови їх каркасів, розв'язувати різноманітні задачі.

В нарисній геометрії поверхні, утворені неперервним каркасом, систематизують за виглядом його ліній і законом формування каркаса. Найпоширеніші



в інженерній практиці є поверхні з найпростішими лініями каркаса – прямими та колами, які відповідно називаються *лінійчатими* та *циклічними*.

Існують поверхні, які можна віднести і до лінійчатих, і до циклічних. Наприклад, на поверхні циліндра обертання можна визначити як лінійчатий (множина прямолінійних твірних, паралельних осі), так і циклічний (множина кіл в площинах, перпендикулярних до осі) каркас. В основу систематизації поверхонь за законом каркаса може бути покладено вигляд руху твірної у просторі, якщо каркас поверхні утворюється при звільненні одного параметра твірної.

Найпростіші види руху – обертальний, поступальний та гвинтовий.

Поверхні, утворені обертанням твірної лінії навколо нерухомої осі, називаються поверхнями обертання (рис. 5.12). Найпростішими прикладами таких поверхонь є циліндр, конус обертання та сфера. Всі поверхні обертання можна віднести до циклічних поверхонь. Визначник поверхні обертання має вигляд

$$D = (a, i)$$

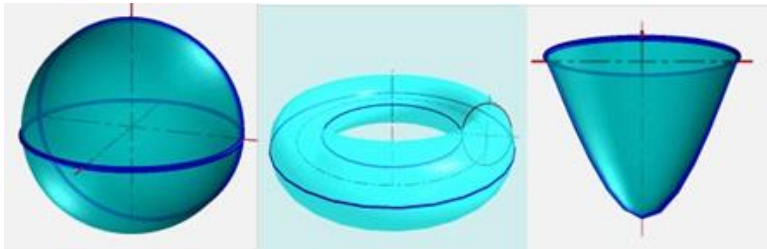


Рисунок 5.12

На рис. 5.13 показані проєкції поверхні обертання, заданої проєкціями ліній визначника.



Поверхні, утворені поступальним рухом твірної, називаються поверхнями паралельного переносу.

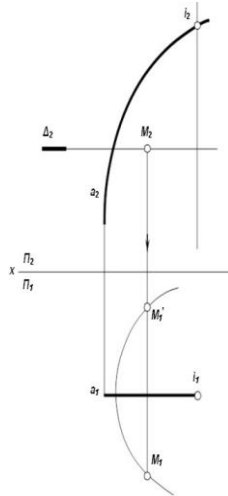


Рисунок 5.13

Визначник такої поверхні можна записати у вигляді

$$D = (m, n).$$

На рис. 5.14 показано проекції поверхні паралельного переносу.

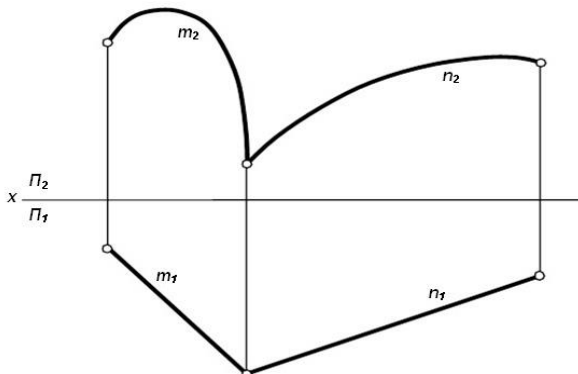


Рисунок 5.14



Поверхні, утворені гвинтовим рухом (обертальним + поступальним) твірної навколо осі, називаються гвинтовими (рис. 5.15).

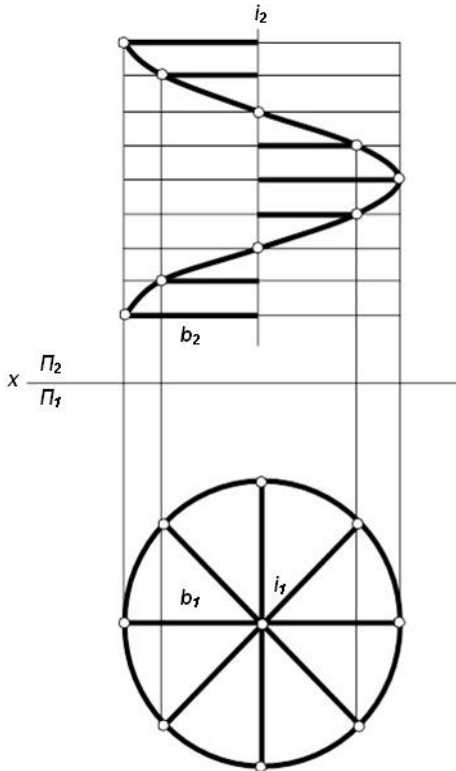


Рисунок 5.15

Лінійчаті поверхні

Лінійчата поверхня може бути визначена як нескінченна множина прямих (твірних), кожна з яких перетинає три фіксовані у просторі напрямні лінії.

Належність лінійчатої поверхні до певного виду визначається числом невластних напрямних ліній.



У загальному випадку дві нескінченно близькі твірні лінійчатої поверхні є мимобіжними прямими. Такі поверхні називають *косими*.

Поверхня, у якій прямі лінії каркаса перетинають три задані мимобіжні прямі, називається *однопорожнинним гіперболоїдом* (рис. 5.16).

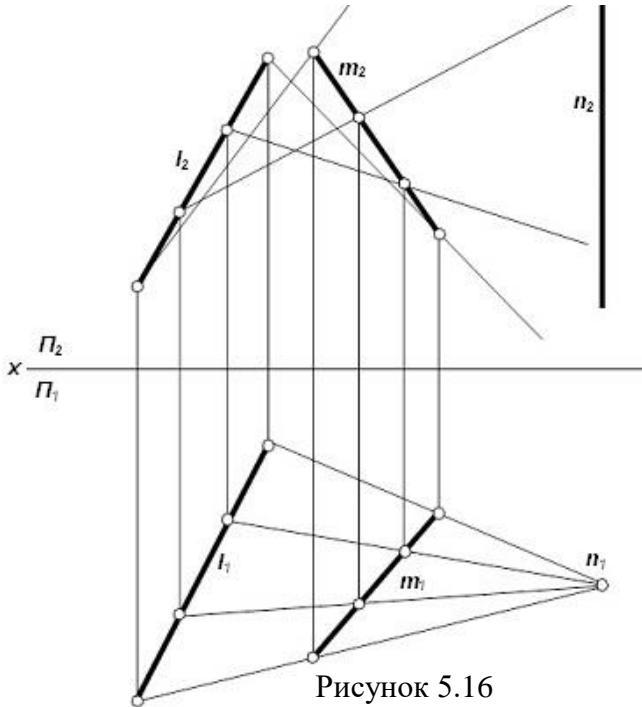


Рисунок 5.16

Лінійчаті поверхні з невласною прямою напрямною, яка замінюється площиною паралелізму, називаються *поверхнями Каталана*. До поверхонь Каталана належать коноїд, циліндроїд і гіперболічний параболоїд (він же – гіпар або коса площина).

Коноїд – це поверхня, яка має дві власні напрямні – пряму і криву (рис. 5.17).



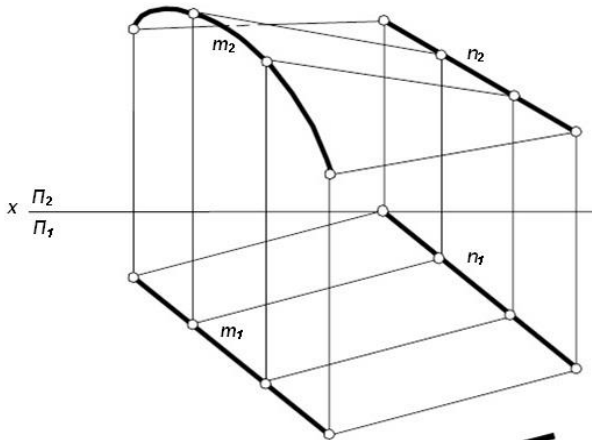


Рисунок 5.17

Циліндроїд – дві власні напрямні криві (рис. 5.18).

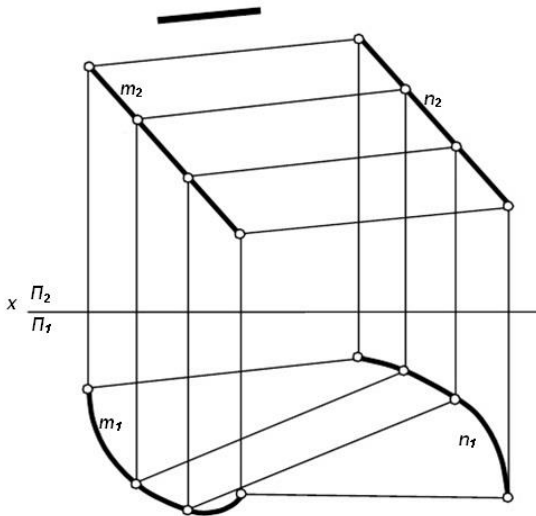


Рисунок 5.18

Гіперболічний параболоїд має дві власні напрямні прямі лінії (рис. 5.19).



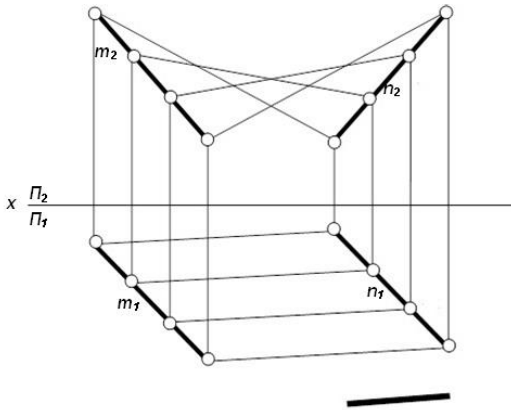


Рисунок 5.19

Циліндроїди, коноїди та гіпери широко використовуються в архітектурній практиці як поверхні покриття споруд, оскільки несуть на собі лінійні каркаси. Якщо площина паралелізму ліній каркаса поверхні замінює нескінченно віддалену пряму напрямну, то нескінченно віддалена крива напрямна замінюється напрямним конусом.

На рис. 5.20 показана поверхня з напрямним конусом, яка називається *косим гелікоїдом* і крім напрямного конуса має ще дві власні напрямні – гвинтову лінію і вісь гвинтової лінії. Прямі лінії каркаса гелікоїда перетинають власні напрямні та паралельні відповідним твірним напрямного конуса.

На відміну від косих поверхонь, у яких кожна пара нескінченно близьких ліній каркаса є мимобіжною, у розгорнутих поверхонь вони перетинаються.

Розгорнуту лінійчатую поверхню можна уявити собі як граничний стан багатогранної поверхні з гранями, ширина яких наближається до нуля. Тому таку



поверхню можна отримати розгортанням багатогранника на площину.

У загальному вигляді розгорнута поверхня утворюється як неперервна однопараметрична множина дотичних до просторової кривої лінії m і називається **торсом** (рис. 5.21). Просторова крива лінія при цьому називається ребром звороту. Якщо ребро звороту перетворюється в точку – отримаємо **конічну поверхню** з вершиною в даній точці. Якщо вершина конічної поверхні віддалена в нескінченність, – маємо **циліндричну поверхню**.

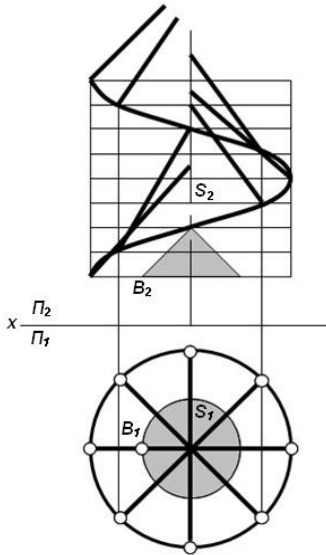


Рисунок 5.20

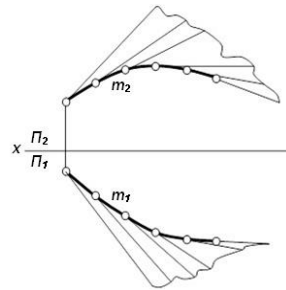
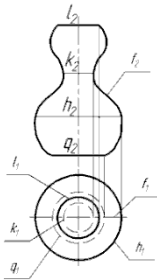


Рисунок 5.21



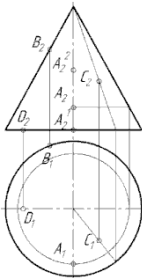
ПРАКТИКА

1 Яка з ліній на поверхні обертання є екватором (горлом, головним меридіаном)?



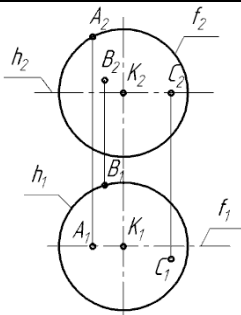
- а) h ;
- б) q ;
- в) k ;
- г) l ;
- д) f .

2 Яку фронтальну проекцію точки А побудовано вірно?



- а) A_2 ;
- б) A_2^1 ;
- в) A_2^2 .

3 Проекції якої точки на поверхні кулі знайдені вірно?



- а) C ;
- б) K ;
- в) B ;
- г) A .



4 Які з точок, проекції яких задані на кресленні, є точками зміни видимості на горизонтальній площині проєкцій?

	а) 1 і 2;
	б) 3 і 3 ¹ ;
	в) 4 і 4 ¹ .

5 Яка з точок не належить поверхні конуса?

	а) А;
	б) В;
	в) С;
	г) D.

6 По якій кривій в просторі площина перетинає кулю (сферичну поверхню)?

а) еліпс; б) коло; в) гіпербола; г) парабола.

7 Яка з ліній на поверхні кулі є лінією зміни видимості на фронтальній (горизонтальній) площині проєкцій?

а) будь яка паралель; б) екватор; в) головний меридіан.



5.2.3 Дискретизація та інтерполяція поверхонь

В практиці конструювання архітектурних та технічних форм виникає потреба представлення поверхні як неперервним, так і дискретним каркасом. У зв'язку з цим виникають задачі перезадання каркаса поверхні.

Виявлення на поверхні дискретної множини ліній або точок, положення яких відповідає заданим умовам, називається дискретизацією поверхні. Прикладом дискретизації може бути розділення поверхонь збірного просторового покриття на збірні елементи або нанесення сітки кінцевих елементів на поверхню оболонки для її розрахунку на міцність та стійкість.

Задача, протилежна дискретизації, називається інтерполяцією. В практиці проектування часто як вихідну форму представлення поверхні приймають її дискретний каркас. Але таке представлення не є способом її задання, оскільки в цьому випадку неможливо визначити положення довільної точки, яка належить поверхні. Отже, виникає задача відновлення поверхні за її дискретним каркасом.

Багато задач потребують наближеної заміни складної поверхні більш простими, що мають певні властивості. Наприклад, для побудови наближеної розгортки не розгортуваної поверхні її замінують відсіками конусів або циліндрів, для яких і будують розгортку. Така наближена заміна однієї поверхні іншими називається *апроксимацією* і виконується як дві послідовні операції дискретизації та інтерполяції.

5.3 Перетин кривих поверхонь площиною та прямою лінією

При **перерізах** поверхонь площиною утворюється плоска крива лінія, кожна точка якої є точкою перетину



лінії каркаса поверхні з січною площиною. Для побудови точок перерізу можуть бути застосовані способи допоміжних січних площин або способів заміни площин проєкцій. Допоміжні січні площини в більшості випадків обираються проєціюючими, що дає змогу визначити множину точок перетину плоских ліній каркаса поверхні з заданою площиною. Спосіб заміни площин проєкцій дозволяє перевести площину чи поверхню, що перетинаються, в проєціююче положення і спростити розв'язання задачі. Отже, обидва способи ґрунтуються на *алгоритмах побудови перерізу поверхні проєціюючою площиною*.

5.3.1 Перетин поверхонь проєціюючою площиною

На рис. 5.22 показано побудову перерізу сфери проєціюючою площиною Γ .

Така площина на площині проєкцій, до якої вона перпендикулярна, зображується прямою лінією. Ця проєкція називається *виродженою*. Одна з проєкцій лінії перерізу поверхні завжди збігається з виродженою проєкцією проєціюючої січної площини. Отже, побудова лінії перерізу зводиться до знаходження її другої відсутньої проєкції або до визначення другої проєкції множини точок, що належать поверхні.



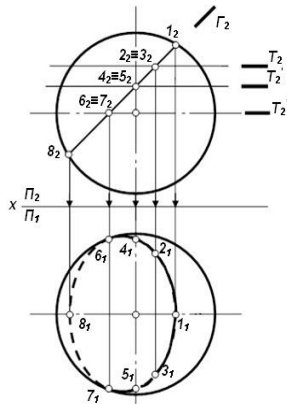


Рисунок 5.22

Друга проекція точки, що належить будь-якій лінії, будується просто за відповідністю, тому для побудови другої проекції лінії перерізу досить задати поверхню у вигляді множини простих ліній каркаса, фронтальну проекцію яких можна накреслити інструментально без додаткових побудов. Горизонтальна проекція кожної точки лінії **перерізу** визначається як проекція точки, що належить відповідній лінії каркаса.

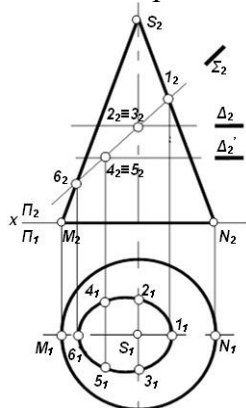


Рисунок 5.23



На рис. 5.23 показано переріз конуса обертання фронтально-проєціюючою площиною. Фронтальна проєкція перерізу збігається з проєкцією площини Σ_2 . Точки горизонтальної проєкції будуються за відповідністю як проєкції точок, що належать лініям каркаса конуса. Це можуть бути кола горизонтальних перерізів чи прямолінійні твірні. На рис. 5.23 точки **1** і **6** знайдені як результат перетину площини з твірними SM і SN . Для побудови точок **4,5** і **2,3** проведені допоміжні горизонтальні площини.

5.3.2 Конічні перерізи

При перетині конуса обертання площинами утворюються криві другого порядку (рис. 5.24) (еліпс, парабола, гіпербола, коло), які ще називають «коніками».

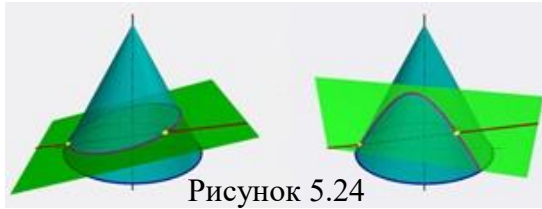


Рисунок 5.24

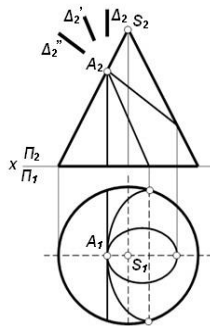


Рисунок 5.25



На рис. 5.25 показано переріз конуса обертання різними проєціюючими площинами. Якщо січна площина паралельна двом прямолінійним прямим конуса, то вона перетинає його по гіперболі, якщо площина - паралельна одній твірній, то вона перетинає конус по параболі, якщо площина не паралельна жодній твірній - то вона перетинає конус обертання по еліпсу, і нарешті, якщо площина перпендикулярна осі конуса, то вона перетне його по колу.

5.3.3 Перетин кривих поверхонь площиною загального положення

На рис. 5.26 заданий прямий круговий конус і площина загального положення (слідами). Для знаходження проєкцій лінії перетину площини з поверхнею конуса способом заміни площин проєкцій перетворюють у проєціююче положення. Точки лінії перетину 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 на проєкціях Π_1 і Π_2 знаходяться за відповідністю.

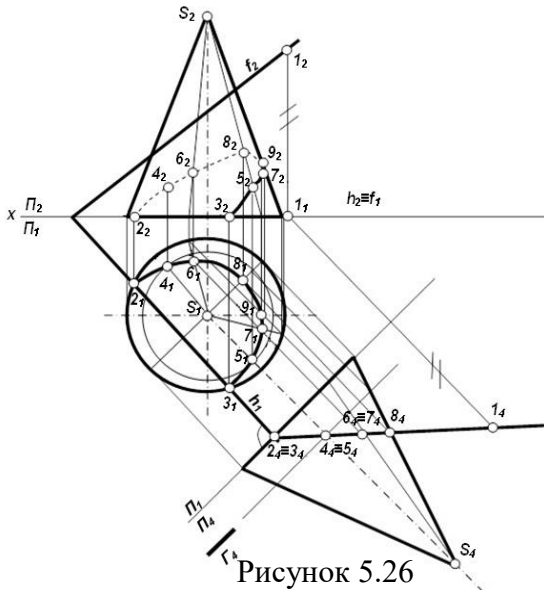


Рисунок 5.26



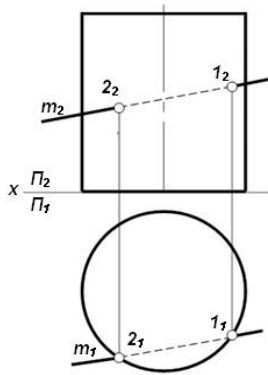


Рисунок 5.27

5.3.4 Перетин поверхонь другого порядку з прямою лінією

Пряма перетинає поверхню другого порядку в двох точках. Точки перетину прямої m з проєціюючим циліндром другого порядку (рис. 5.27) визначаються на виродженій проєкції циліндра як результат перетину двох ліній.

Друга проєкція точок визначається за вертикальною відповідністю.

Для побудови точок перетину прямої AB з циліндром другого порядку загального положення (рис. 5.28) можна через пряму побудувати допоміжну сїчну площину, яка перетне циліндр по прямолінійних твірних.

Точки перетину проєкцій прямої K і M та знайдених твірних циліндра і будуть шуканими. Видимість точок перетину та ділянок прямої визначаються за наступним правилом. Точка перетину на проєкціях вважається видимою, якщо вона належить видимій твірній циліндра, і, навпаки, – невидимою, якщо вона належить невидимій твірній.



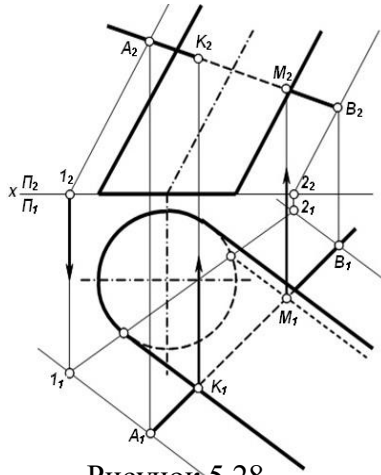


Рисунок 5.28

Побудова точок перетину прямої з конічною поверхнею може бути виконана аналогічним чином (рис. 5.29).

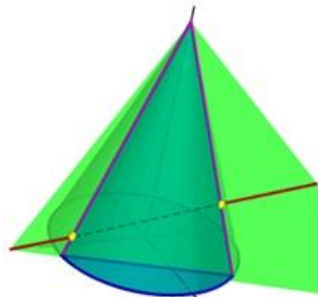


Рисунок 5.29

Але треба мати на увазі, що тільки та площина перетне конус по прямолінійних твірних, яка проходить через вершину конічної поверхні. Для цього через вершину конуса та точки прямої A і B проведемо допоміжну січну площину (рис. 5.30). Остання перетне конус по



прямолінійних твірних S_13_1 та S_14_1 . Точки перетину проєкцій прямої та знайдених твірних будуть шуканими. Видимість точок перетину K і M визначається за правилом, наведеним вище.

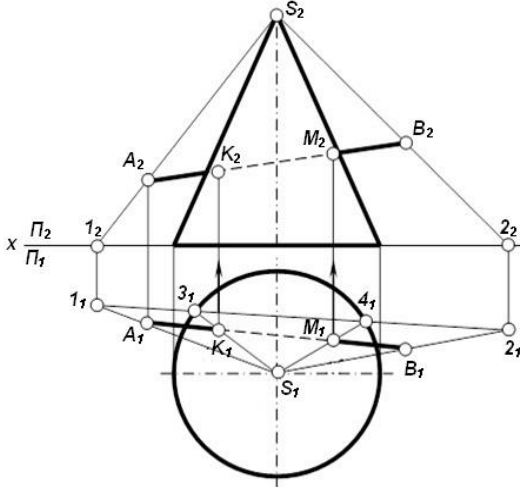
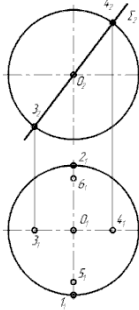


Рисунок 5.30



ПРАКТИКА

1 Яка форма горизонтальної проекції лінії перерізу кулі площиною Σ ?



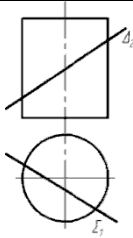
а) еліпс з осями (3,4) і (1,2);

б) кола радіуса (0₁3₁);

в) еліпс з осями (3₁4₁) і (5₁6₁);

г) кола радіуса (0₂3₂).

2 Назвіть геометричну форму фігури перерізу циліндра площиною Δ (Σ)?



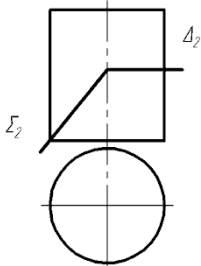
а) коло;

б) еліпс;

в) чотирикутник;

г) парабола.

3 З яких ліній в просторі складається контур лінії перерізу циліндра площинами Σ і Δ ?



а) відрізок і частина кола;

б) з частини кола і частини еліпса;

в) з частин двох еліпсів;

г) відрізок і парабола.



4 На якому рисунку контур перерізу конуса площиною Σ побудовано вірно?

<p>а) рис. 1;</p>	<p>б) рис. 2;</p>	<p>в) рис. 3</p>

5 Частини яких кривих ліній складають контур перерізу бічної поверхні конуса площинами Δ , Σ , P ?

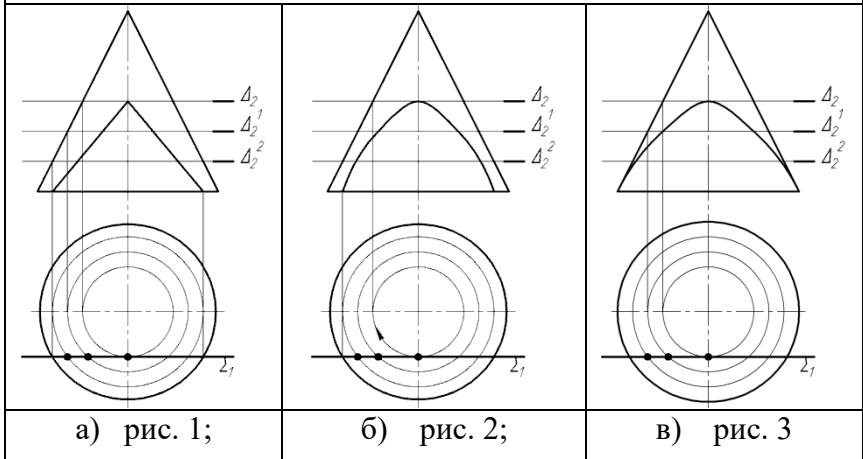
	<p>а) еліпс, парабола, гіпербола;</p>
	<p>б) парабола, коло, еліпс;</p>
	<p>в) парабола, прямокутник, еліпс;</p>
	<p>г) гіпербола, еліпс, трикутник.</p>

6 Назвати номери точок, проекції яких при побудові параболи можна визначити без проміжних побудов?

	<p>а) 4 і 3;</p>
	<p>б) 7 і 8;</p>
	<p>в) 12 і 14;</p>
	<p>г) 1 і 2;</p>
<p>д) 9 і 10.</p>	



7 На якому рисунку вірно побудована лінія перетину конуса площиною Σ ?



5.4 Взаємний перетин криволінійних поверхонь

В задачах конструювання складних форм машинобудівних виробів або інженерних конструкцій виникає необхідність у побудові ліній перетину простих поверхонь, які утворюють ці складні форми. *Лінія, яка утворюється як множина спільних точок двох поверхонь, що перетинаються, називається лінією перетину.* Лінію перетину поверхонь будують по точках зустрічі ліній однієї поверхні з іншою або по точках перетину ліній каркасів двох поверхонь.

Для побудови точок лінії взаємного перетину двох поверхонь застосовуються два способи: *заміни площин проєкцій та допоміжних перерізів.*

5.4.1 Побудова лінії взаємного перетину двох поверхонь, одна з яких проєціююча

Найпростіший випадок взаємного перетину двох кривих поверхонь – *коли одна з поверхонь займає проєціююче положення.*

Проєціюючою може бути тільки циліндрична поверхня. Відповідно до властивостей проєціюючих фігур одна проєкція перетину двох поверхонь збігається з виродженою проєкцією проєціюючої поверхні і задача зводиться до побудови другої проєкції лінії перетину за принципом належності геометричній фігурі.



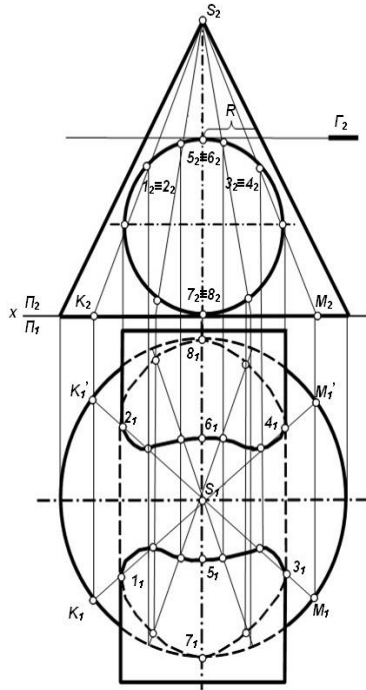


Рисунок 5.31

На рис. 5.31 показано побудову лінії взаємного перетину фронтально проєціюючого циліндра обертання з прямим конусом. Фронтальна проєкція лінії перетину збігається з виродженою проєкцією циліндра. Тому безпосередньо на фронтальній проєкції можна визначити точки перетину твірних конуса з поверхнею циліндра. Горизонтальні проєкції цих точок визначають за відповідністю на горизонтальних проєкціях твірних конуса.

Характерними точками лінії перетину є точки $1 \equiv 2$ та $3 \equiv 4$ на контурних твірних циліндра. Вони відділяють видиму частину лінії перетину від невидимої. Тому для побудови горизонтальних проєкцій цих точок через їх



відомі фронтальні проєкції проведені твірні SK та SM конуса. Невидима частина шуканої лінії належить невидимій частині поверхні циліндра.

5.4.2 Спосіб допоміжних перерізів

Для визначення лінії взаємного перетину двох поверхонь способом допоміжних перерізів їх перетинають третьою поверхнею T – посередником (рис. 5.32). Лінії m та n перетину допоміжної поверхні T двома даними поверхнями, перетинаючись між собою, дають точки шуканої лінії перетину. Виконуючи таку операцію кілька разів, можна одержати необхідну кількість точок для проведення кривої взаємного перетину.

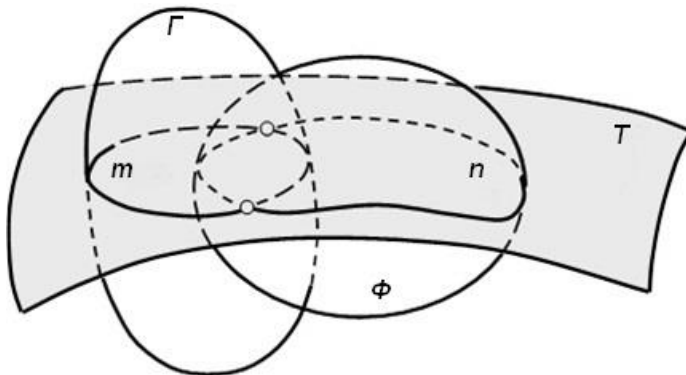


Рисунок 5.32

Допоміжні січні поверхні слід вибирати так, щоб лінії m та n були прямими або колами і не потребували додаткових побудов. Найчастіше за січні поверхні приймають площини та сфери.

В цих випадках спосіб допоміжних перерізів називають відповідно *способом допоміжних січних площин або способом допоміжних січних сфер.*



Спосіб допоміжних січних площин часткового положення

Спосіб січних площин часткового положення доцільний тоді, коли в результаті перерізу кривих поверхонь площинами утворюються на проєкціях прямі лінії або кола.

На рис. 5.33 показано визначення лінії взаємного перетину двох прямих кругових конусів. Для визначення точок, які належать лінії взаємного перетину двох поверхонь, доцільно скористатись множиною **горизонтальних допоміжних січних площин**, кожна з яких перетинає конуси по колах певних радіусів.

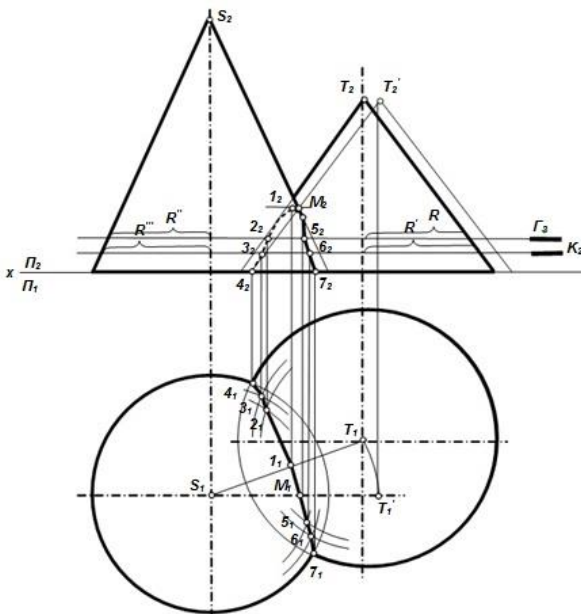


Рисунок 5.33

На початку визначимо проєкції вищої точки **I** лінії перетину. Для цього поворотом конуса з вершиною **T** поставимо конуси на одну вісь симетрії. Точка **M** буде



задавати на фронтальній проекції рівень найвищої точки лінії перетину, а точка I буде шуканою.

Виберемо тепер декілька горизонтальних січних площин G і K нижче точки I . Вони будуть перетинати конуси по колах з радіусами R і R^I та R^{II} і R^{III} . Пари кіл, що належать одній січній площині, перетинаючись між собою, дають точки шуканої лінії. Видимими точками лінії перетину вважаються ті, які одночасно належать двом видимим твірним конусів, що перетинаються.

5.4.3 Спосіб січних сфер

Спосіб січних сфер поділяється на *метод концентричних січних сфер*, коли осі сфер мають спільний центр, та *ексцентричних січних сфер* (їх центри не суміщаються).

Концентричні січні сфери застосовуються в особливому випадку, коли:

- перетинаються дві поверхні обертання;
- осі поверхонь перетинаються;
- осі поверхонь, що перетинаються, паралельні одній з площин проекцій.

Цей спосіб ґрунтується на тому, що поверхня обертання, вісь якої проходить через центр сфери, перетинається із сферою по колах. Якщо вісь поверхні обертання розміщена паралельно одній з площин проекцій, то ці кола зображуються прямими лініями. На рис. 5.34 показано побудову лінії перетину циліндра обертання з фронтальною віссю та поверхні обертання з горизонтально проєціюючою віссю.



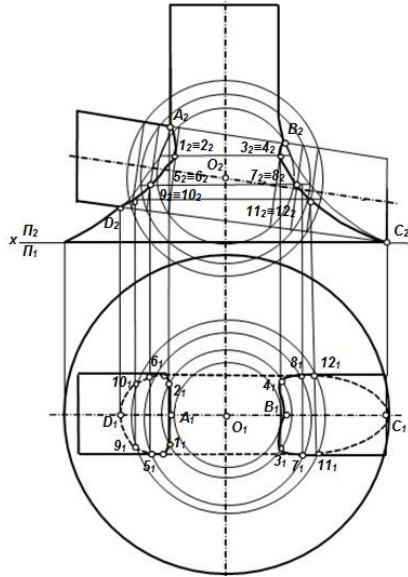


Рисунок 5.34

Чотири точки A, B, C, D знаходяться безпосередньо в результаті перетину контурних твірних обох поверхонь. Для визначення проєкцій будь-яких проміжних точок проведено допоміжну січну сферу а центром в точці O перетину осей. Сфера перетинається з поверхнями по колах. Точки перетину кіл належать шуканій лінії. Для визначення горизонтальних проєкцій точок лінії перетину спочатку будують горизонтальні проєкції кіл, по яких сфери перетинають тор, а потім за відповідністю визначають проєкції її точок.

Ексцентричні січні сфери застосовуються тоді, коли:

- одна з поверхонь є поверхнею обертання, а друга має кругові перерізи;
- обидві поверхні мають загальну площину симетрії;



– їх площина симетрії паралельна одній із площин проєкцій.

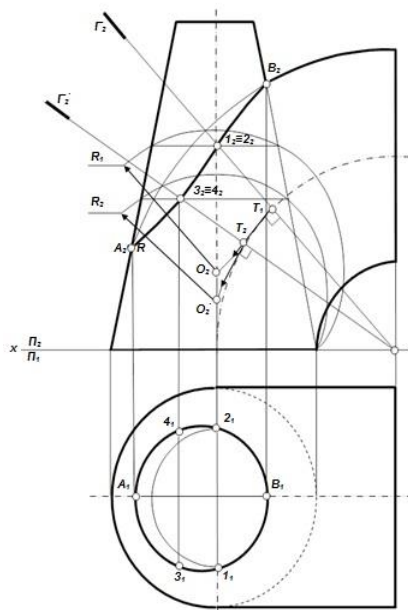


Рисунок 5.35

На рис. 5.35 наведено приклад застосування способу січних ексцентричних сфер. Перетинаються відсік тору та конус обертання. Вісь тора перетинається з віссю обертання конуса, обидві осі належать одній фронтальній площині.

Точки *A* та *B* знаходяться безпосередньо в результаті перетину контурних твірних поверхонь.

Для знаходження інших точок через прямолінійну вісь тора у зоні орієнтованого перетину поверхонь проводять січні площини Γ , які перетинають тор по колах з центрами *T*. На осі конуса визначають положення центрів *O* січних сфер. Ці сфери перетинають конус по горизонтальних колах. Перше коло перетинається з



перерізом тора в точках $1 \equiv 2$, а друге – у точках $3 \equiv 4$. Горизонтальні проекції точок шукаються як такі, що належать круговим перерізам конічної поверхні.

5.4.4 Особливі випадки перетину поверхонь другого порядку

Порядок лінії перетину двох алгебраїчних поверхонь визначається як добуток порядків цих поверхонь. Отже, дві поверхні другого порядку в загальному випадку перетинаються по просторовій кривій четвертого порядку.

Просторові криві четвертого порядку можуть приймати різноманітну форму. Види перетину поверхонь другого порядку систематизують за видом лінії перетину.

1. Якщо лінія перетину має одну замкнену вітку, без особливих точок – перетин поверхонь називається частковим врізуванням.

2. Повне проникнення – це випадок перетину, коли просторова крива має дві замкнені вітки (рис. 5.36).

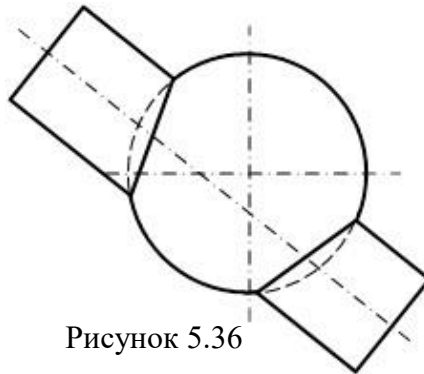


Рисунок 5.36

3. Однобічне внутрішнє стикання спостерігається, коли поверхні, що перетинаються, мають в одній точці M спільну площину дотику. Крива лінія в цьому випадку перетинає сама себе в точці дотику (рис. 5.37).



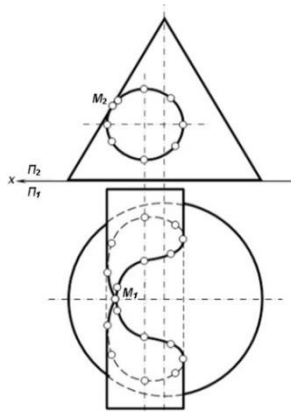


Рисунок 5.37

4. Подвійне стикання – це особливий випадок перетину поверхонь, які мають дві спільні дотичні площини. У цьому випадку просторова крива четвертого порядку розпадається на дві плоскі криві другого порядку, які перетинаються в точках дотику M та N (рис. 5.38).

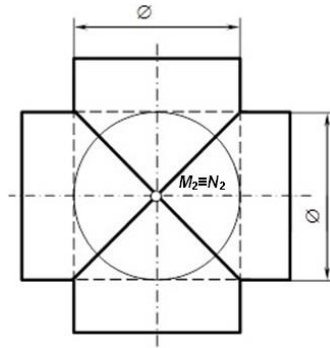


Рисунок 5.38

Загальний випадок, коли просторова крива четвертого порядку розпадається на дві плоскі криві другого порядку, визначає теорема Монжа: *якщо дві поверхні другого порядку вписати або описати навколо третьої поверхні*

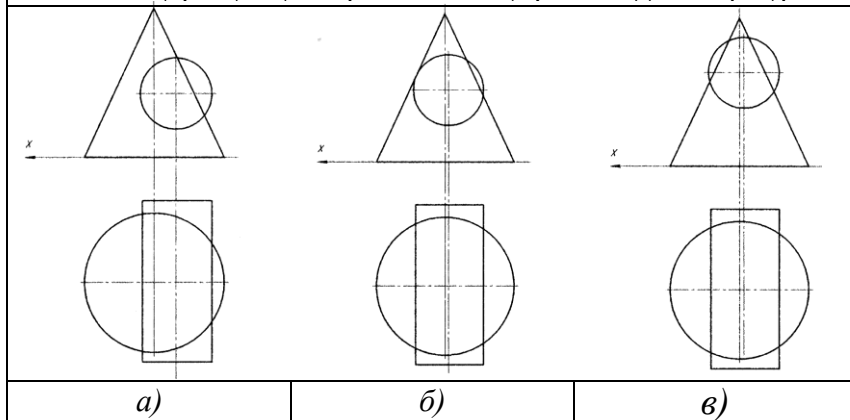


другого порядку, то перші дві перетинаються по двох плоских кривих другого порядку.

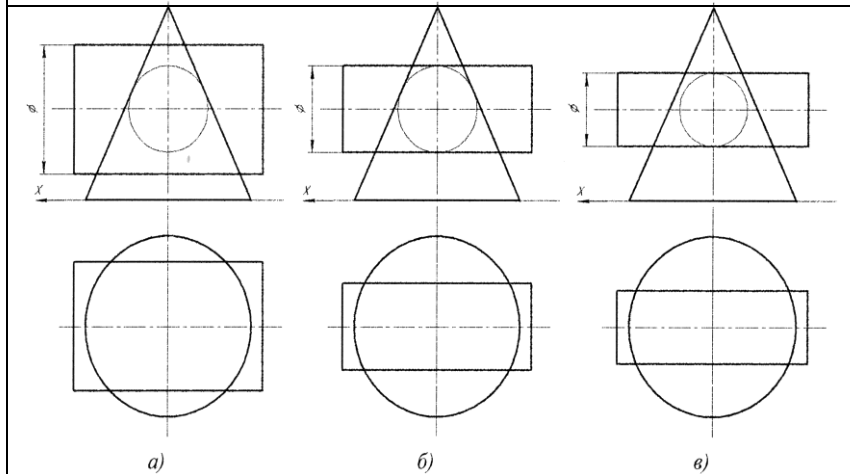


ПРАКТИКА

1 На якому рисунку зображений внутрішній дотик фігур?



2 На якому рисунку зображене повне проникнення циліндра в конус?



<p>3 Яка з точок побудована вірно?</p>	
	a) 1
	б) 2
	в) 3
	г) 4
<p>4 Яка з точок побудована вірно?</p>	
	a) 1
	б) 2
	в) 3
	г) 4
<p>5 Яка з допоміжних січних площин проведена для визначення точки змін видимості горизонтальної проекції кривої перетину поверхонь?</p>	
	a) α
	б) β
	в) γ
	г) Δ
	д) Σ



6 Яка з допоміжних січних площин проведена для визначення точки зміни видимості горизонтальної проекції кривої перетину поверхонь?

	a) α
	б) β
	в) γ
	г) Δ
	д) Σ

7 Яка з точок є вірно вибраним центром допоміжних сфер для визначення лінії взаємного перетину фігур?

	a) A
	б) B
	в) C
	г) D
	д) F



8 Яка з точок є вірно вибраним центром допоміжних сфер для визначення лінії взаємного перетину фігур?

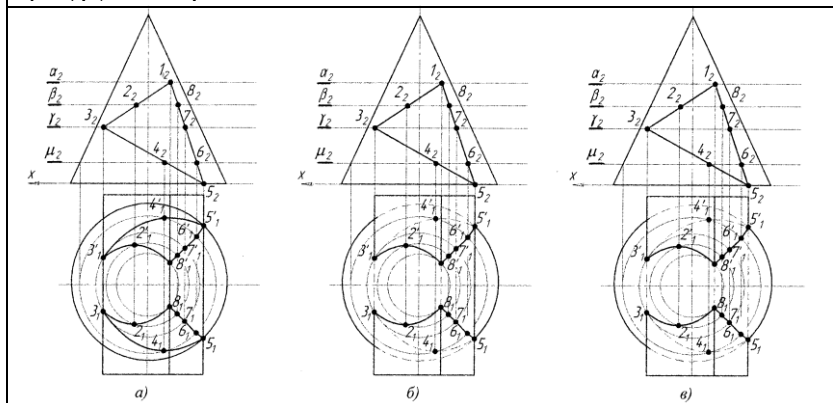
	a) A
	б) B
	в) C
	г) D
	д) F

9 Яка з допоміжних січних сфер є сферою найменшого радіусу для визначення лінії перетину поверхонь?

	a) I
	б) II
	в) III
	г) IV



10 На якому рисунку показана правильно видимість фігур, які перетинаються?



5.5 Розгортки багатогранних та криволінійних поверхонь

Розгорткою поверхні називається плоска фігура, що утворюється при суміщенні відсіку поверхні з площиною при його розгинанні. Деякі геометричні властивості елементів поверхонь не змінюються при розгортці. Так, лінія поверхні переходить в лінію розгортки, довжини ліній, величини плоских кутів та площин, обмежених замкненими лініями, зберігаються.

Точна розгортка може бути побудована лише для *багатогранників та відсіків розгортуваних поверхонь (циліндра, конуса, торса).*

Поверхню багатогранника завжди можна сумістити з площиною, тому що вона складається з плоских відсіків. Однак при послідовному суміщенні граней складних багатогранників з площиною можливі накладання на фігурі розгортки. Побудова точної розгортки розгортваної криволінійної поверхні пов'язана з обчислюванням довжини кривої лінії, що становить певні труднощі. Тому розгортки, як правило, будують наближено. Винятками є циліндри та конуси обертання, для яких параметри розгортки визначаються легко.

5.5.1. Побудова розгортки поверхні багатогранника

При побудові розгортки багатогранника всі його грані суміщаються з площиною проєкцій або з площиною, яка паралельна площині проєкцій, для того, щоб усі грані зобразились не спотворено. Можна рекомендувати два способи: обертання граней навколо спільних ребер, паралельних площині проєкцій, та побудову неспотворених граней за визначеними довжинами ребер (для трикутних граней).



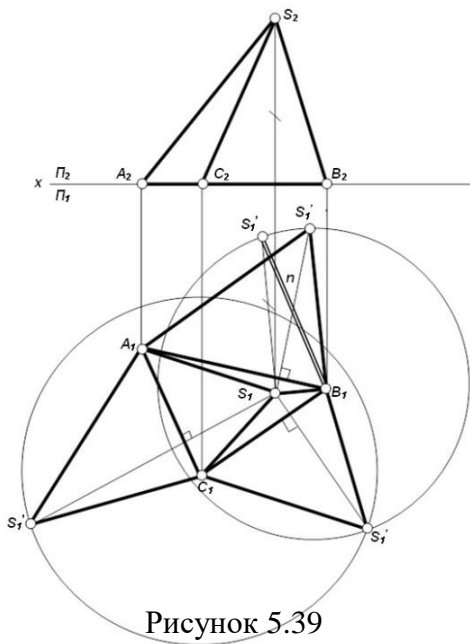


Рисунок 5.39

На рис. 5.39 показана розгортка тригранної піраміди $SABC$ на горизонтальну площину її основи. Для цього кожна грань обертається навколо її горизонталі – ребра основи. Побудова розгортки починається з обертання грані SBA навколо горизонталі BA . Проекції B_1 та A_1 при обертанні не змінюють свого положення, а вершина S переміщується у просторі по колу, площина якого перпендикулярна до осі обертання BA . Горизонтальною проекцією площини є пряма n , перпендикулярна до проекції B_1A_1 . Щоб визначити положення точки S_1^I розгортки, спочатку знаходять натуральну величину $S^{II}_1B_1$ ребра SB за допомогою способу прямокутного трикутника, а потім відстань $S^{II}_1B_1$ відкладають від точки B_1 на перпендикулярі n . Трикутник $S^I_1B_1A_1$ є натуральною величиною грані SBA . Бічні грані піраміди SCB та SAC



обертаються навколо CB та AC . Побудована плоска фігура є розгорткою поверхні піраміди на горизонтальну площину її основи.

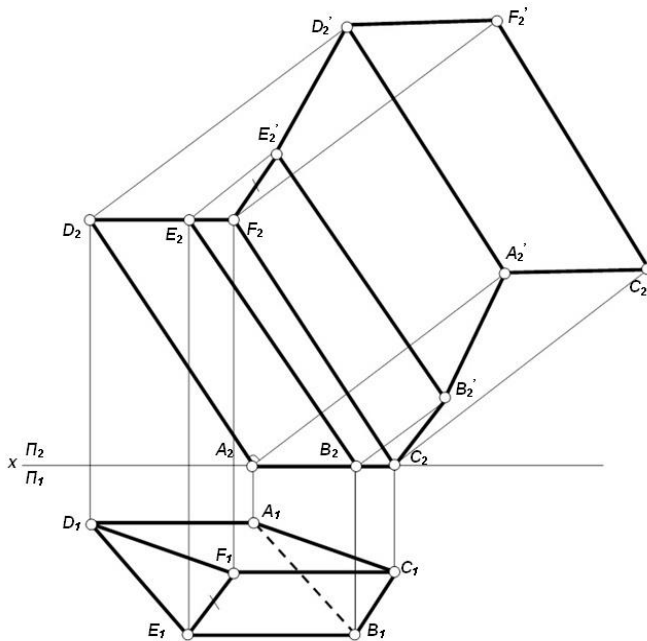


Рисунок 5.40

На рис. 5.40 показано побудову розгортки бічної поверхні призми з фронтальними ребрами послідовним обертанням граней навколо бічних ребер до суміщення граней з фронтальною площиною, що проходить через ребро CF . Вершини многогранника переміщуються у фронтально-проеціюючих площинах, перпендикулярних до ребра CF . При побудові враховано, що ребра основ призми горизонтальні і зображуються на горизонтальній проекції без спотворення.

Якщо всі ребра багатогранника знаходяться в



загальному положенні, спочатку визначають їх натуральні довжини, а потім будують розгортку.

На рис. 5.41а зображено тригранну піраміду у загальному положенні. За допомогою способу прямокутного трикутника знайдені натуральні величини всіх ребер.

На рис. 5.41б спочатку побудована грань $A_0B_0S_0$. Для цього на довільній прямій відкладено натуральну величину ребра AB , і з точок A_0 та B_0 засічками, які дорівнюють натуральним величинам ребер AS та BS , побудовано точку S_0 . Точки C_0, A_0 розгортки побудовані за допомогою засічок із відповідних вершин.

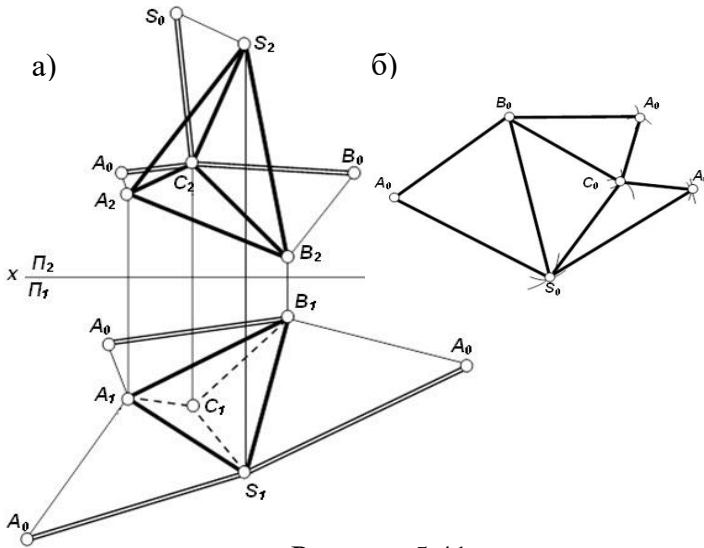


Рисунок 5.41



5.5.2 Побудова розгортки циліндричних та конічних поверхонь

Розгортка відсіку циліндра обертання (рис. 5.42) може бути побудована точно завдяки тому, що довжина розгортки l дорівнює довжині кола нормального перерізу циліндра горизонтальною площиною Γ :

$$l = 2\pi r,$$

де r – радіус кола нормального перерізу.

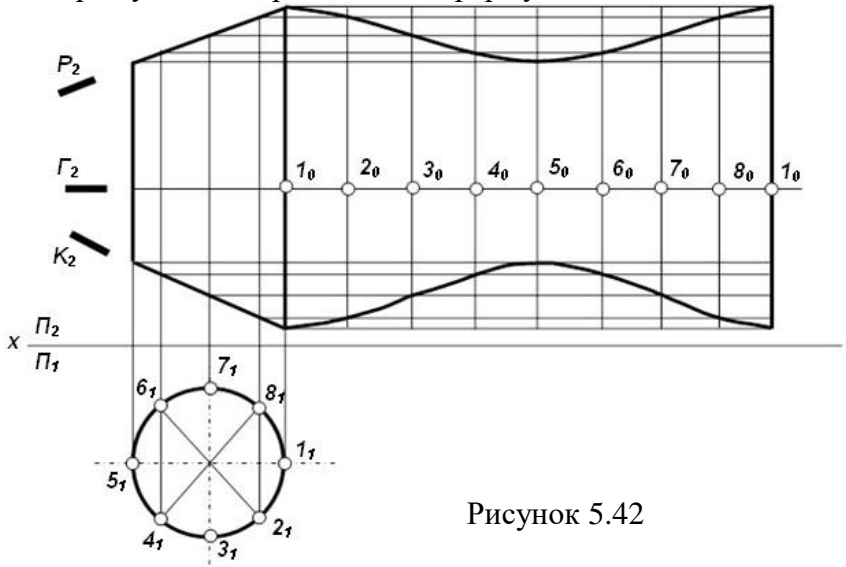


Рисунок 5.42

Для побудови розгортки ліній перерізу циліндра площинами K та P коло його нормального перерізу поділено на 8 частин. На таку саму кількість рівних частин поділено відрізок прямої, який є розгорткою нормального перерізу. Довжина кожної твірної циліндра перенесена на розгортку за відповідністю.

Розгорткою конуса обертання є сектор, довжина дуги якого дорівнює довжині кола основи конуса $2\pi r$ (рис. 5.43).

Для побудови точної розгортки визначають кут f між двома граничними радіусами сектора,



де r – довжина радіуса основи конуса; l – довжина твірної конуса.

$$f = \frac{360^\circ r}{l}$$

Для побудови розгортки будь-якого перерізу конуса, наприклад площиною Γ , на поверхні конуса та на розгортці визначають певну кількість твірних з постійним кроком. Довжину відрізка кожної твірної від вершини S до перерізу визначають за допомогою його обертання навколо осі конуса до фронтального положення.

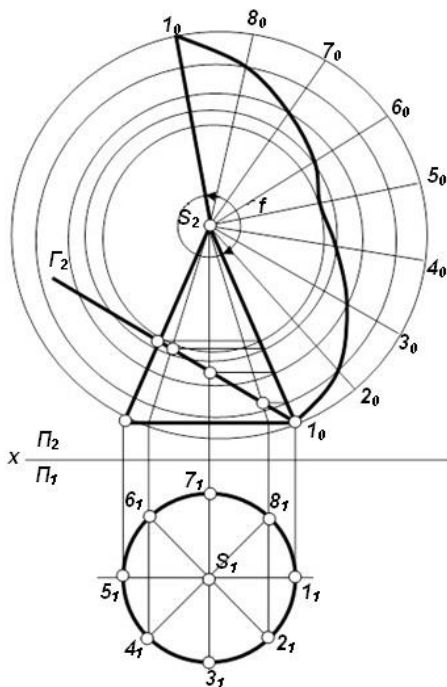


Рисунок 5.43

Розгортки циліндрів та конусів, які не є поверхнями обертання, будують наближено. На рис. 5.44 еліптичний



циліндр задано в загальному положенні, тому його твірні зображуються на проєкціях спотворено. Для побудови розгортки його поверхні спочатку виконана заміна фронтальної площини проєкцій так, що на новій проєкції твірні зобразились в натуральну величину. Потім бічна поверхня циліндра апроксимована призмою, бічні ребра якої збігаються з дискретним каркасом твірних циліндра. Розгортка призми побудована аналогічно, як у прикладі, показаному на рис. 5.40. Точність розгортки залежить від кроку дискретного каркаса твірних.

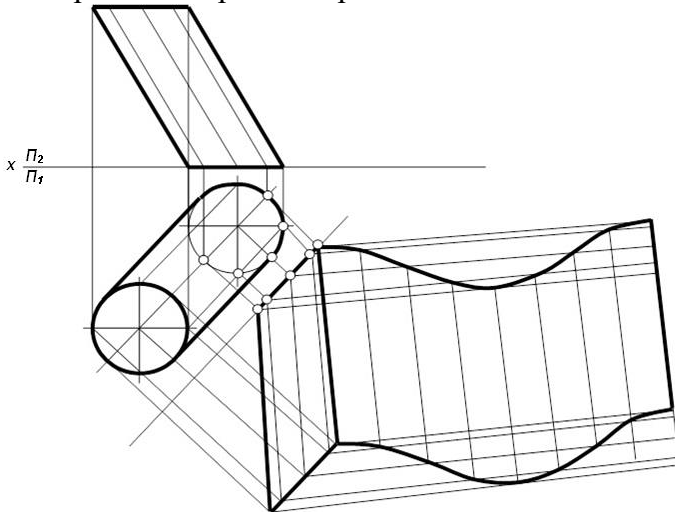


Рисунок 5.44

Для побудови розгортки конуса другого порядку (рис. 5.45) його апроксимують пірамідою, ребра якої збігаються з дискретним каркасом прямолінійних твірних конуса. Розгортка піраміди за своїми розмірами наближається до розгортки конуса. Точність цього наближення залежить від кроку дискретного каркаса конуса. Натуральні величини твірних конуса визначають їх обертанням навколо вертикальної осі, що проходить через вершину S конуса.



Твірна S_16_I , наприклад, повернута в положення $S_16_I^1$, фронтальна проекція якого є натуральною величиною $S6$. Після визначення натуральних величин усіх твірних розгортка поверхні будується як сукупність трикутників, усі сторони яких відомі. Для побудови лінії будь-якого перерізу конуса площиною на розгортці спочатку виявляють положення точок перерізу на натуральних величинах твірних, а потім на твірних розгортки.

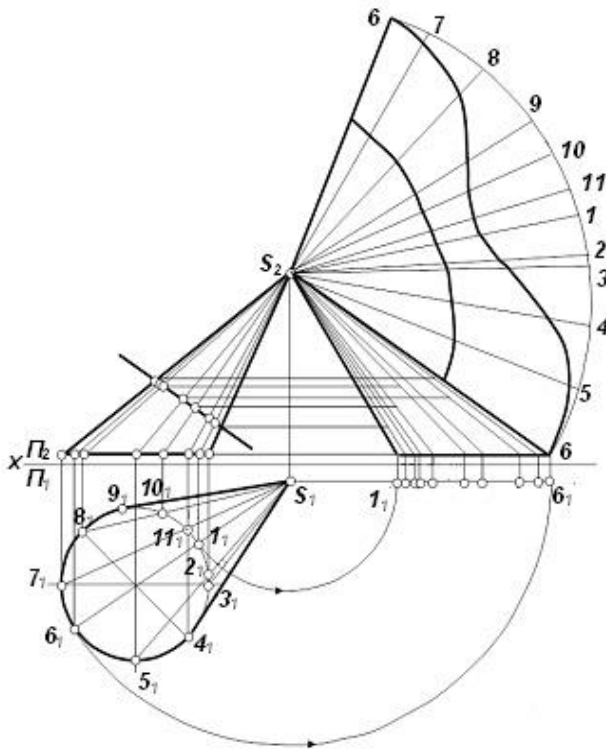


Рисунок 5.45



Питання для самоконтролю до п'ятого розділу:

1. Що називається пірамідою і призмою?
2. Що називається тілами Платона і як вони класифікуються?
3. Як можна знайти переріз багатогранника площиною?
4. Як визначити видимість точок перетину двох багатогранних поверхонь?
5. Що називається визначником криволінійної поверхні?
6. Назвіть відомі вам поверхні другого порядку.
7. Які поверхні називаються циклічними?
8. Як утворюється поверхня гіперболічного параболоїда?
9. Що є ребром звороту циліндричної поверхні?
10. В якому разі каркас поверхні називають дискретним?
11. Який процес називають інтерполяцією дискретного каркаса поверхні?
12. Яка лінія є перерізом сфери площиною загального положення?
13. Які лінії можуть бути проєкціями цього перерізу?
14. Які лінії є перерізом конуса площиною, що проходить через його вершину?
15. Які лінії утворюються в результаті перерізу поверхні прямого кругового конуса проєціюючими площинами?
16. Яким способом розв'язується задача побудови точок перетину прямої з поверхнями циліндра та конуса?
17. З чим збігається одна з проєкцій лінії перетину двох поверхонь, одна з яких проєціююча?



18. В чому полягає суть способу допоміжних перерізів?
19. В яких випадках застосовується спосіб допоміжних січних сфер?
20. Коли просторова лінія перетину двох поверхонь другого порядку розпадається на дві плоскі криві?
21. Що називається розгорткою поверхні?
22. Які геометричні властивості елементів фігур не змінюються при розгортці?



6 ЗОБРАЖЕННЯ ВИДИ, РОЗРІЗИ, ПЕРЕРІЗИ

6.1 Стандартна система розташування зображень

У загальному випадку при виконанні технічних креслеників деталей їх зображення виконують, застосовуючи метод прямокутного проєціювання на шість граней куба, припускаючи, що предмет розташований між спостерігачем і відповідною площиною проєкцій. За основні площини проєкцій, як і в попередньому матеріалі, вибирають три взаємно-перпендикулярні площини 1, 2 і 3 – горизонтальну, фронтальну та профільну (рис. 6.1), а також (додатково) паралельні їм площини 4, 5 і 6. Всі перераховані площини проєкцій утворюють грані куба або паралелепіпеда.

Грані куба з розташованими на них зображеннями суміщають в одну площину (рис. 6.1).

Зображення на фронтальній площині проєкцій приймають на кресленнику як головне. Предмет розташовують щодо фронтальної площини проєкцій так, щоб зображення на ній, даючи якнайповніше уявлення про форму і розміри предмету, полегшувало використання кресленика при виготовленні виробу. Практикою конструювання різних деталей встановлені рекомендації по вибору головного вигляду при зображенні тієї чи іншої деталі залежно від її конструктивних або технологічних особливостей. В ДСТУ 2.305-2008 розглядаються основні правила і рекомендації по виконанню зображень на креслениках.

Видом називається зображення, повернутої до спостерігача, видимої частини поверхні предмета. Невидимі частини поверхні предмету допускається показувати на виглядах штриховими лініями (рис. 6.1). Використання штрихових ліній в окремих випадках дозволяє зменшити кількість необхідних зображень, не порушуючи ясності кресленика.



За характером та змістом виконання види поділяють на *основні, додаткові і місцеві*.

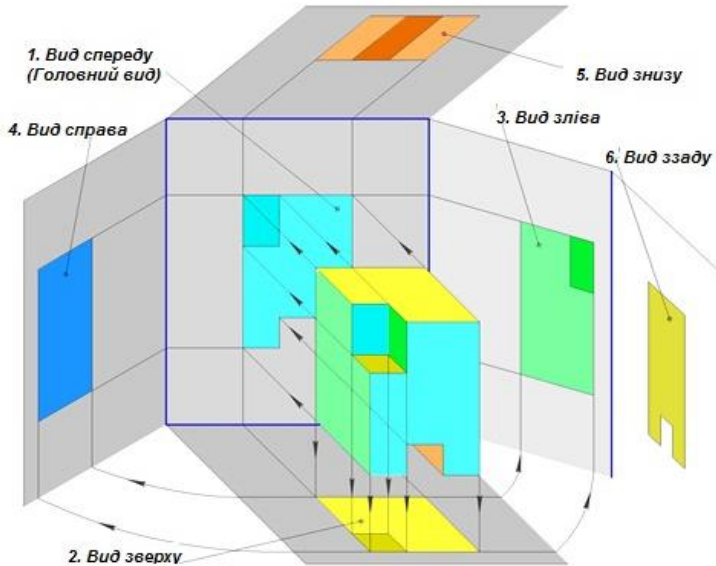


Рисунок 6.1

Основні види – *види, одержані на основних площинах проєкцій*. Залежно від площини проєкцій, на якій одержаний основний вид, встановлені відповідні їх назви (рис. 6.1): 1 – вид спереду (головний вид); 2 – вид зверху; 3 – вид зліва; 4 – вид справа; 5 – вид знизу; 6 – вид ззаду.

При виборі головного виду слід враховувати, що, окрім ясного уявлення про форму і розміри предмету, він повинен забезпечувати раціональність розміщення решти видів на кресленику.

Основні види розташовують в проєкційному зв'язку між собою (рис. 6.1). У цьому випадку ніяких написів, що



пояснюють назви видів, не дають. Вид ззаду допускається також розташовувати зліва від виду справа.

Якщо який-небудь вид розміщений на кресленнику зовні проекційного зв'язку з рештою видів, то над цим видом виконують напис, наприклад А (рис. 6.2). Одночасно біля пов'язаного із цим видом зображення стрілкою вказують напрям погляду. Над стрілкою проставляють ту ж прописну букву українського алфавіту, що і в написі над видом.

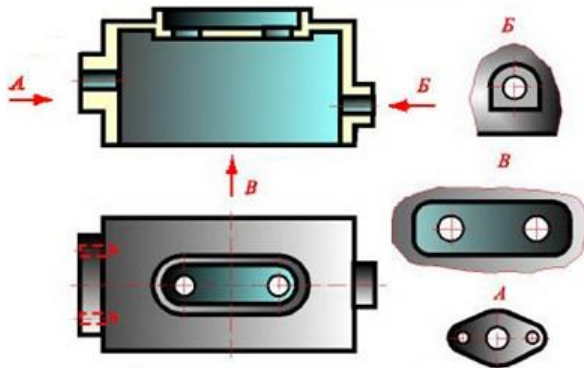


Рисунок 6.2

Так само оформляють написи, якщо види знаходяться між собою в проекційному зв'язку, але відокремлені один від одного якими-небудь зображеннями. Написи над видами виконують також у разі, якщо види розташовані на різних листах.

Місцеві види. *Місцевим видом називається зображення окремого, обмеженого місця поверхні предмета.* На рис. 6.2 наведені приклади оформлення на кресленні місцевих видів. Якщо місцевий вид розташований в безпосередньому проекційному зв'язку з



відповідним зображенням, над ним не наносять ніяких пояснюючих написів.

Якщо ж місцевий вид розташований поза проєкційним зв'язком з відповідним йому зображенням, то над ним виконують напис, а на кресленнику вказують напрям погляду стрілкою (рис. 6.2).

Додаткові види. Виконання і читання креслеників може ускладнюватися тим, що на основних видах окремі елементи предмета можуть бути зображені із спотворенням їх форми і розмірів (рис. 6.3). В таких випадках застосовують додаткові види, одержувані проєціюванням предмета на площини, непаралельні основним площинам проєкцій.

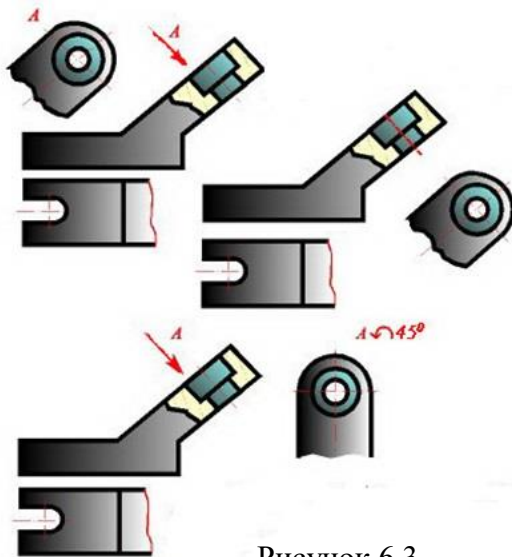


Рисунок 6.3

Додатковий вид оформляється як місцевий вид, якщо на ньому зображено окреме обмежене місце поверхні



предмета. Якщо додатковий вид розташований в безпосередньому проєкційному зв'язку з відповідним зображенням, ніяких написів на кресленнику не додають. Якщо ж додатковий вид розташований без проєкційного зв'язку з яким-небудь зображенням, то над додатковим видом виконують напис, а у відповідного зображення вказують напрям погляду (рис. 6.3).

6.2 Розрізи

Використання значної кількості штрихових ліній для зображення контурів невидимих поверхонь, може ускладнювати читання кресленника. В таких випадках для кращого читання креслення потрібно застосовувати розрізи.



Рисунок 6.4

Розрізом називають зображення предмета, в думках розітнутого однією або декількома площинами, причому частину предмета, що знаходиться між спостерігачем і січною площиною, в думках видаляють, поверхні, що були закриті цією частиною, стають видимими. Розріз є



поєднанням перерізу предмета січною площиною із зображенням частин предмету, розташованих за цією січною площиною.

Уявний розріз предмета відноситься тільки до конкретного вигляду і не спричиняє за собою зміни інших зображень того ж предмета. Залежно від числа січних площин розрізи ділять на прості (одна січна площина) та складні (дві і більше січних площин) (рис. 6.4). Застосовують також місцеві розрізи.

Розрізи називають поздовжніми, якщо січні площини спрямовані вздовж довжини або висоти предмета, та поперечними, якщо січні площини спрямовані перпендикулярно довжині або висоті предмета.

Прості розрізи. Розрізи, одержані в результаті застосування однієї січної площини, називають простими. Залежно від положення січної площини щодо горизонтальної площини проєкцій розрізи ділять на горизонтальні (січна площина паралельна горизонтальній площині проєкцій), вертикальні (січна площина перпендикулярна горизонтальній площині проєкцій) і похилі (січна площина складає з горизонтальною площиною проєкцій кут, відмінний від прямого кута).

Вертикальний розріз називається фронтальним, якщо січна площина паралельна фронтальній площині проєкцій, і профільним, якщо січна площина паралельна профільній площині проєкцій.

На рис. 6.5 наведені зображення деталі, що є горизонтальним, профільним і фронтальним розрізами. Ці розрізи розташовані на місці відповідних основних видів (на місці виду зверху, виду зліва і виду спереду), що допускає ГОСТ 2.305-2008.



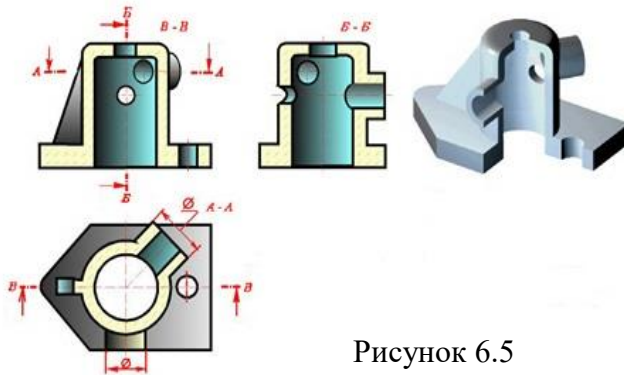


Рисунок 6.5

У загальному випадку положення січної площини вказують на кресленнику лінією перерізу, для якої застосовують довгоштрихову пунктирну товсту лінію (рис. 6.4). Перпендикулярно цим штрихам наносять стрілки, вказуючи напрям погляду. Розміри стрілок виконують відповідно до рис. 6.4. Стрілки наносять на відстані 2-3 мм від зовнішнього кінця штриха лінії перетину. Біля стрілок із зовнішньої сторони кінців штрихів лінії перетину наносять прописну букву українського алфавіту, наприклад А. Незалежно від положення штрихів лінії перетину букви завжди наносять так, як ніби вони розташовані на горизонтальному рядку (рис. 6.4). Біля місць розрізу виконують напис, який складається з відповідних букв, що позначають положення січної площини, написаних через тире (наприклад: А-А, Б-Б, В-В і т. д.).

Якщо січна площина співпадає із площиною симетрії предмета в цілому, а відповідні зображення розташовані в безпосередньому проекційному зв'язку і не розділені якими-небудь зображеннями, то для горизонтальних, фронтальних і профільних розрізів положення січної



площини не позначають, а сам розріз написом не супроводжують (рис. 6.6, фронтальний розріз).

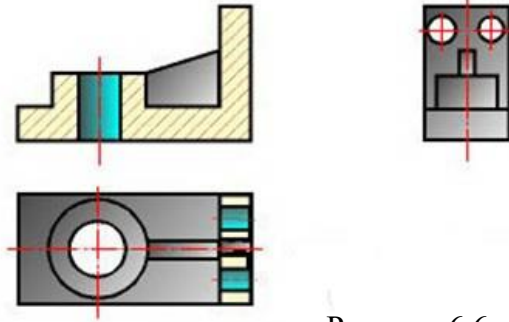


Рисунок 6.6

На рис. 6.7 для виявлення внутрішніх форм елементів деталі застосований вертикальний розріз, одержаний за допомогою січної площини, непаралельної ні фронтальній, ні профільній площинам проєкцій. Такі розрізи називають похилими, будують і розташовують відповідно до напрямку, вказаного стрілками на лінії перетину.

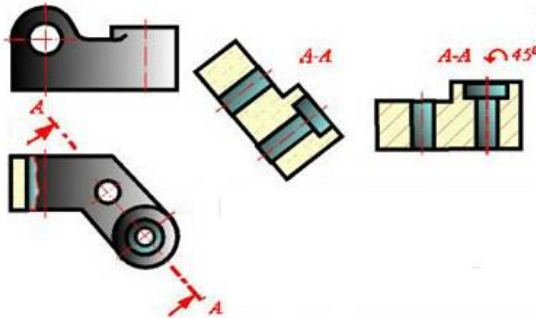


Рисунок 6.7

Допускається ці розрізи розташовувати в будь-якому місці кресленика, а також повертати до положення,



відповідного прийнятому для даного предмета на головному зображенні.

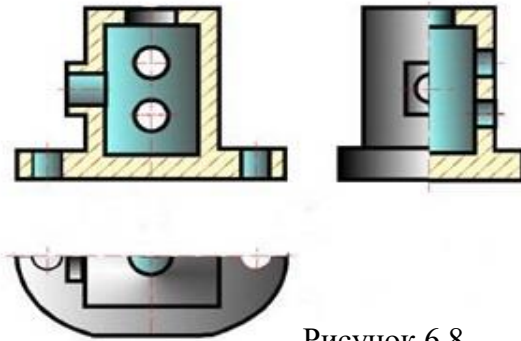


Рисунок 6.8

Частину виду і частину відповідного розрізу допускається суміщати на одному зображенні, розділяючи їх суцільною хвилястою лінією (рис. 6.8).

На частинах виду і розрізу, що сполучаються, звичайно не проводять штрихові лінії, відповідні невидимим контурам. Якщо частини виду і розрізу, що сполучаються, є симетричними фігурами, то їх відділяють один від одного віссю симетрії зображень (рис. 6.8). Частину зображення, що є розрізом, звичайно зображають справа або знизу від осі симетрії, що розділяє зображення.

Якщо з віссю симетрії зображення співпадає яка-небудь лінія, наприклад, проекція ребра, то вид від розрізу відділяють суцільною хвилястою лінією, що проводиться лівіше або правіше за вісь симетрії.

Місцеві розрізи – розрізи, призначені для виявлення конструктивних особливостей предмету в окремому, обмеженому місці. Місцевий розріз виділяють на вигляді суцільною хвилястою тонкою лінією, яка не повинна співпадати з якими-небудь іншими лініями зображення (рис. 6.9).



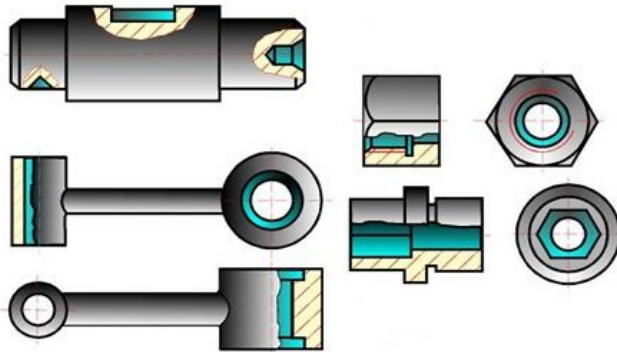


Рисунок 6.9

Якщо місцевий розріз виконують на частині предмета, що є тілом обертання (циліндричні елементи), то такий розріз можна відділити від виду штрих-пунктирною лінією, що є зображенням осі цієї частини предмета.

6.3 Складні розрізи

Складні розрізи одержують в результаті уявного розрізання деталі декількома січними площинами. Складні розрізи застосовують в тих випадках, коли прості розрізи не дозволяють достатньо просто пояснити форму предмета або його елементів.

Ступінчаті розрізи. Складний розріз називається ступінчастим, якщо січні площини, що його утворюють, паралельні між собою.



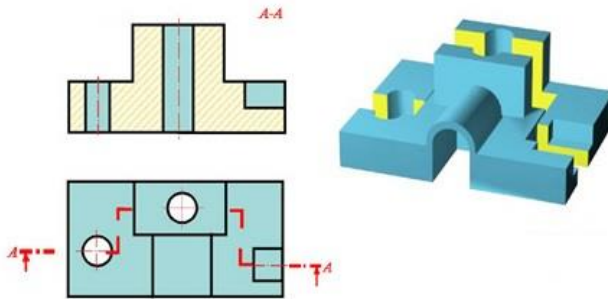


Рисунок 6.10

На рис. 6.10 для виявлення форми отворів в елементах деталі застосовані три січні площини, паралельні між собою. Положення січних площин позначено на кресленику лінією перетину. На початковому і кінцевому штрихах ставлять стрілки, що вказують напрям погляду. Місця переходу від однієї січної площини до іншої позначають згинами лінії перетину. Згини лінії перетину виконують лініями тієї ж товщини, що і штрихи лінії перетину. Біля початкового і кінцевого штрихів лінії перетину наносять прописну букву (як при позначенні простих розрізів).

Над зображенням розрізу виконують напис, який показує за допомогою яких січних площин одержаний цей розріз.

При виконанні ступінчатого розрізу всі паралельні січні площини в думках суміщають в одну, тому на розрізі згини лінії перетину не відображаються (тобто складний розріз оформляється як простий).

Залежно від положення січних площин щодо горизонтальної площини проєкцій ступінчаті розрізи можуть бути горизонтальними, вертикальними (фронтальними і профільними) і похилими.



На рис. 6.10 представлено фронтальний ступінчатий розріз, який розташований на місці головного вигляду. Такі розрізи допускається розташовувати на будь-якому місці поля кресленника.

Ламані розрізи. Ламані розрізи утворюють січні площини, що перетинаються між собою (рис. 6.11).

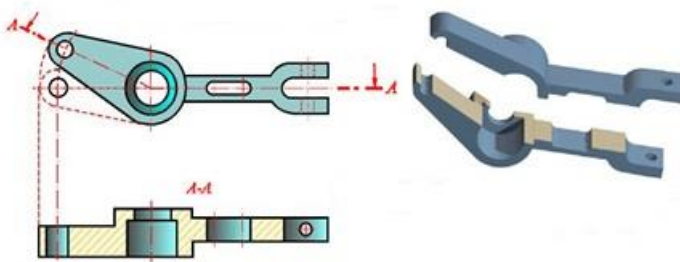


Рисунок 6.11

При побудові ламаних розрізів зазвичай одну з січних площин вибирають паралельною якій-небудь одній з основних площин проєкцій, а другу – повертають до поєднання з першою. Коли суміщені площини паралельні площині проєкцій, то ламаний розріз допускається поміщати на місці відповідного вигляду. Разом з січною площиною повертають розташований в ній розріз. На рис. 6.11 штрих-пунктирною лінією показано положення деталі, одержане при умовному повороті перерізу разом з січною площиною. Розріз виконують відповідно до положення деталі, показаного штрих-пунктирною лінією. При оформленні ламаного розрізу на кресленнику допоміжні побудови, наведені на рис. 6.11, не виконують.



6.4 Перерізи

Перерізом називається зображення фігури, що виходить при уявному розрізі предмета однією або декількома площинами. На перерізі показують тільки те, що розташоване безпосередньо в січній площині.

За формою перерізи ділять на симетричні і несиметричні (рис. 6.12), а за характером виконання на кресленику - на накладені і винесені. Перевагу слід віддавати винесеним перерізам. Винесені перерізи допускається розташовувати в розриві між частинами одного і того ж виду.

Контур винесеного перерізу зображають суцільними основними лініями, а контур накладеного перерізу – суцільними тонкими лініями, причому контур зображення в місці розташування накладеного перерізу не переривають. В загальному випадку положення січної площини вказують на кресленику лінією перерізу, на якій наносять стрілки, вказуючи напрям погляду і позначають однаковими прописними літерами українського алфавіту, при цьому над перерізом виконують напис, що складається із тих же літер.

Для несиметричних перерізів, накладених або розташованих в розриві, проводять лінію перерізу із стрілками, але буквами її не позначають.



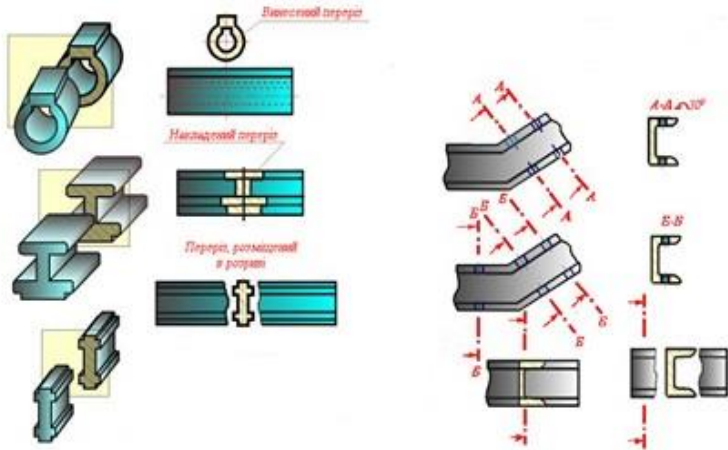


Рисунок 6.12

Вісь симетрії винесеного або накладеного симетричного перерізу вказують штрих-пунктирною тонкою лінією. Накладені симетричні перерізи зображають без нанесення лінії перерізу. Симетричний винесений переріз, розміщений в розриві, також показують без нанесення лінії перетину. Лінію перетину не проводять і в тому випадку, коли винесений симетричний переріз розташований в безпосередній близькості від зображення, а вісь симетрії перетинає контури зображення.

Як правило, за побудовою і розташуванням на кресленнику переріз повинен відповідати напряму погляду, вказаному стрілками на штрихах лінії перерізу. Допускається розташовувати переріз в будь-якому місці поля кресленника, а також з поворотом, додаючи в написі над ним значок повернуто (рис. 6.12, А-А).

Для декількох однакових перерізів, що відносяться до одного предмета, лінії перерізу позначають однією буквою і викреслюють один переріз.

Якщо січна площина проходить через вісь поверхні обертання, що обмежує отвір або заглиблення, то контур



отвору або заглиблення в перерізі показують повністю. Якщо січна площина проходить через наскрізний не круглий отвір і переріз виходить таким, що складається з окремих самостійних частин, то замість перерізу слід виконувати розріз

ПРАКТИКА

1 Що називається видом?

1. Зображення внутрішніх елементів предмета.
2. Зображення внутрішніх та зовнішніх елементів предмета.
3. Зображення невидимої частини предмета.
4. Зображення повернутої до спостерігача видимої частини поверхні предмета.
5. Зображення відвернутої від спостерігача частини предмета.

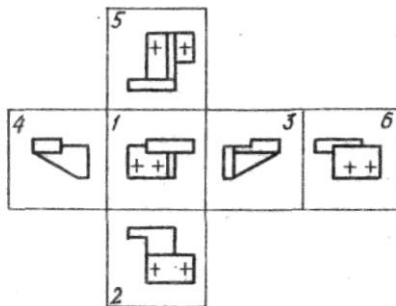
2 Що називається перерізом?

1. Зображення зовнішньої частини предмета.
2. Зображення предмета, що утворюється внаслідок проекції на площину.
3. Зображення предмета, яка утворюється при уявному перетині предмета площиною.
4. Зображення нижньої будови предмета.
5. Зображення верхньої будови предмета.



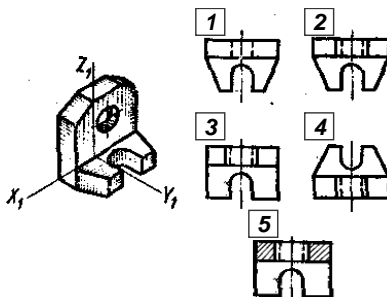
3 Яке з 6-ти наведених на рисунку зображень деталі є її видом спереду?

1. 6.
2. 2.
3. 3.
4. 1.
5. 5.



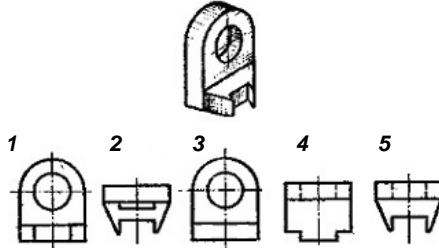
4 На якому рисунку зображено горизонтальну проекцію моделі?

1. 1.
2. 2.
3. 3.
4. 4.
5. 5.



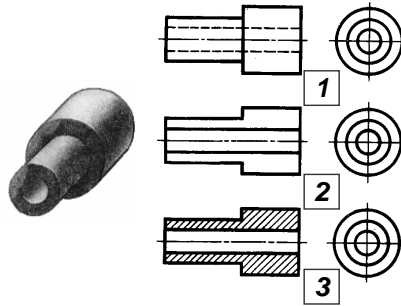
5 На якому рисунку зображено горизонтальну проекцію моделі?

- 1. 1.
- 2. 2.
- 3. 3.
- 4. 4.
- 5. 5.



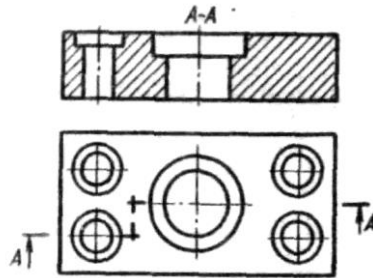
6 Яке зображення відповідає розрізу наведеної деталі?

- 1. 1.
- 2. 2.
- 3. 3.
- 4. 1 та 3.
- 5. 1 та 2.



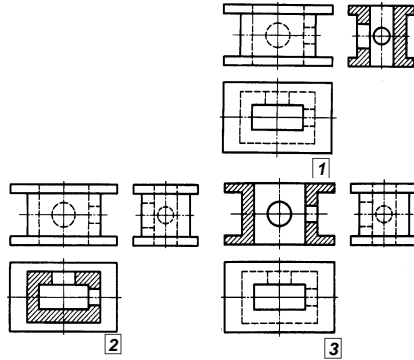
7 Яку назву має зображення А-А?

1. Головний вигляд.
2. Складний ступінчатий розріз.
3. Складний ламаний розріз.
4. Переріз.
5. Простий фронтальний розріз.



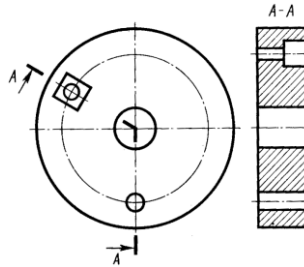
8 Вказати на якому із трьох зображень наведено профільний розріз.

- 1. 1 та 3.
- 2. 2.
- 3. 3.
- 4. 1.
- 5. 1 та 2.



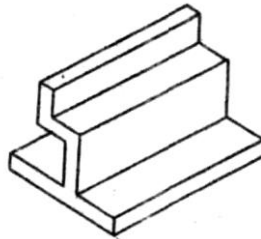
9 Який розріз зображено на рисунку?

- 1. Профільний.
- 2. Фронтальний.
- 3. Ламаний.
- 4. Ступінчастий.
- 5. Горизонтальний.



10 Яка мінімальна кількість видів є достатньою для виконання кресленика деталі?

- 1. 1.
- 2. 2.
- 3. 6.
- 4. 4.
- 5. 3.



Питання для самоконтролю до шостого розділу:

1. Який спосіб проєціювання використовують у кресленні?
2. Що називається видом і як класифікують види?
3. Назвіть основні види.
4. Як розміщені основні види на креслениках?
5. В яких випадках і як позначають основні види?
6. Які види називають додатковими та місцевими?
7. Що називають розрізами та для чого їх виконують на креслениках?
8. Як класифікують розрізи?
9. В яких випадках додатково позначають прості розрізи?
10. Які розрізи називають ступінчастими?
11. Які розрізи називають ламаними?
12. Як виконуються ступінчасті і ламані розрізи?
13. Що називається перерізами?
14. Які види перерізів Ви знаєте?



7 КОРОТКІ ВІДОМОСТІ ПРО ТИПОЛОГІЮ І ТЕРМІНОЛОГІЮ МЕБЛІВ

7.1 Класифікація меблів

З урахуванням життєдіяльності людей, усі меблі можна розділити на класи:

- меблі для житлових будівель;
- меблі для громадських будівель і споруд;
- меблі для виробничих споруд;
- меблі для міського і селищного середовища;
- меблі для устаткування транспортних засобів.

Відповідно до ДСТУ 20400-2013 «Продукція меблевого виробництва» меблі класифікуються за наступними ознаками:

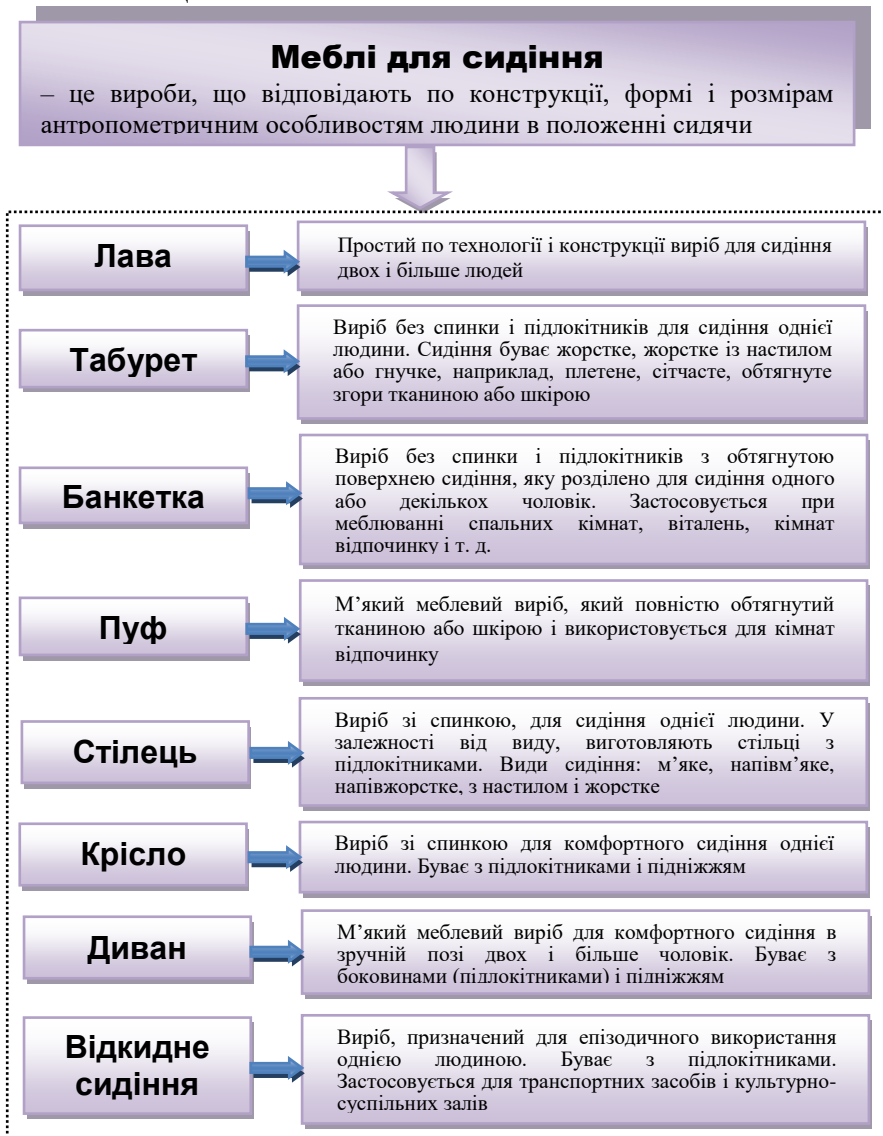
- за функціонально-утилітарним призначенням;
- за характером об'ємно-просторової структури;
- за конструктивними особливостями;
- за характером виробництва;
- за видом вживаних матеріалів;
- за способом обробки вживаних матеріалів.

Кожен вид меблів ділиться на підвиди відповідно до функціональних особливостей (таблиця.7.1-7.14).



7.2 Класифікація меблів по функціонально-утилітарному призначенню:

Таблиця 7.1



Таблиця 7.2



Таблиця 7.3

Місткості

- це меблеві вироби для розміщення і зберігання різних предметів. Місткості бувають наступних типів: для одягу, який вішають чи складають, для взуття, для посуду, столових приладів, для книг, кухонного начиння, продуктів харчування, і т. д.

Шафа	Виріб корпусний, з багатоваріантним наповненням, з однією і більше дверцями для зберігання різних предметів із внутрішніми або зовнішніми полицями
Тумба	Виріб для зберігання різних предметів і використання його як підставки. Тумби бувають таких типів: приліжкова, туалетна, для взуття, для аудіо-візуальної апаратури і т.
Комод, скриня	Виріб призначений для зберігання білизни. Бувають з висувними ящиками, з відкидною кришкою або дверцями
Полиця, стелаж	Незалежні меблеві вироби для розміщення предметів, які навішуються на стіну або встановлюються на підлогу, без передньої стінки. Буває з задньою стінкою або без неї
Етажерка	Виріб як різновид стелажу з відкритими полицями, які опираються на вертикальні стійки. Бувають напольними або навісними
Шифонєр	Шафа з глухими дверцями для зберігання білизни і дрібних предметів. Доповнюється ящиками, полицями, напівящиками
Гардероб	Багатофункціональна шафа або приміщення з штангою, полицями і ящиками для зберігання різноманітних предметів, білизни і т. д.
Буфет	Шафа для посуду, столових приборів і столової білизни



Таблиця 7.4



Таблиця 7.5

Доповнюючі та інші меблі – це меблеві вироби, які мають допоміжні функції	
Вішак	Застосовується для розміщення верхнього одягу і головних уборів. Вішаки бувають навісними, підлоговими, вбудованими
Стенд	Стійка або щит для розташування експонованих предметів
Ширма	Переносна портативна перегородка заввишки не вище зросту людини, що розділяє на функціональні зони приміщення. Ширми бувають глухими, ажурними і прозорими (заскленими)
Екран	Односекційна ширма невеликої висоти, рамкової конструкції, яка забезпечує заслін від вогнища (каміна), сонця, створює затінювання і вітрозахист на відкритих майданчиках
Трюмо	Високе дзеркало, зазвичай яке розміщується між віконними проїмами, може доповнюватися столом-консолью. Трюмо також може бути з'єднане конструктивно із звичайним столом або тумбою
Жардинєрка	У вигляді підставки, консолі, ширми або столика-геридон з корзинами або місткостями
Мольберт	Підставка для розміщення аркуша паперу або картону, планшета або підрамника



Таблиця 7.6

Корпусні меблі	
- утворені при допомозі площинних і об'ємних елементів. До цієї групи відносяться: шафи, тумби, комоди, скрині, гірки	
Секційно-блокові	Складається з блок-секцій, які блокуються (встановлюються) одна з одною по горизонталі і вертикалі, сумісними за формою і розмірам. Недолік: зайва витрата матеріалів на здвоєні стінки
Універсально-збірні меблі	Складаються з уніфікованих деталей, які засновані на багатоваріантній конструкції виробу. Не містять здвоєних стінок, що зменшує витрату плиткових матеріалів
Стелажні меблі	Складаються з площинних і об'ємних деталей (полиць, щитів і т. д.) та опорних стійок. Вироби можна розташовувати у будь-якому місці приміщення
Секційно-стелажні меблі	Складаються з блок-секцій і площинних деталей
Меблі на пристінних панелях	Вид стелажних меблів. Площинні та об'ємні елементи навішуються на суцільні або ґратчасті щитові панелі, заздалегідь прикріплені до стіни приміщення
Вбудовані меблі	Конструктивно або візуально звязані конструкції. Меблі вирізняються простотою і швидкістю їх монтажу і демонтажу
Шафа-перегородка або купе	Вид вбудованих меблів. По конструкції шафи бувають щитовими або каркасними. Стіни, підлога частково або повністю захищаються меблями



Таблиця 7.7

Гратчасті меблі

- з відкритою просторовою структурою і лінійними формами, конструкція яких є з'єднанням опорних елементів, за типом ґраток. До цієї групи відносяться табурети, стільці жорсткі, столи обідні, утримувачі для парасольок, лежачки, вішаки, лави, мольберти і т. д.

Меблі для сидіння

Меблі призначені для роботи в положенні сидячи. Сидіння та спинки переважно виготовляють жорсткими без настилу або з настилом товщиною до 10 мм

Меблі - підставка для їжі або роботи

Усі різновиди виробів з робочою площиною, розташованою на функціонально зручній висоті. Призначені для споживання їжі, виконання роботи, встановлення різних предметів і т. д.

Меблі з допоміжними функціями

Меблі або меблеві об'єкти для зберігання одягу; тимчасового зберігання дрібної ручної поклажі; для розташування малюнків, карт, креслень і так далі; для зручного використання верхньої зони приміщень; у вигляді сонцезахисних і вітрозахисних пристроїв; для влаштування функціональних відділень



Таблиця 7.8

Скульптурні меблі

- утворені за допомогою криволінійних деталей, з місцем для відпочинку. До цієї групи меблів відносяться: банкетки, пуфи, стільці, м'які крісла, дивани і т. д.

Меблі з елементами архітекtonіки

Меблі з частково видимим або невидимим несучим каркасом. Можуть бути із жорсткою конструкцією або з деформованою конструкцією, отриманою під дією навантаження

Підгрупа меблів, в залежності від типу каркаса

З несучим каркасом і накладними м'якими елементами, з каркасом у вигляді окремих опорних стійок або опорних ніжок і м'якими елементами

Підгрупа меблів в залежності від кількості місць у положенні сидячи або напівлежачи

Одно-, двух і багатомісні меблі

Комбіновані меблі - утворені за допомогою поєднання лінійних, площинних та інших елементів



7.3 Класифікація меблів за конструктивними особливостями:

Таблиця 7.9

Особливість	Підгрупи меблів
<p>Готовність об'єктів до їх використання за призначенням</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Нерозбірна - Збірна - Збірно-розбірна
<p>Автономність об'єктів</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Що окремо стоїть - Секційно-блокова - Стелажна - Секційно-стелажна - Система універсально-збірних елементів - Вбудована
<p>Міра трансформації</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Трансформована - Нетрансформована
<p>Розміщення в приміщенні</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Підлогова - Навісна - Антресольна - Підвісна - Напівм'яка
<p>Міра м'якості</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Жорстка - Напівжорстка - М'яка - З м'якістю, що змінюється



7.4 Класифікація меблів за характером виробництва:

Таблиця 7.10



7.5 Класифікація меблів за видом вживаних матеріалів:

Таблиця 7.11



7.6 Класифікація меблів за технологічними умовами їх виготовлення:

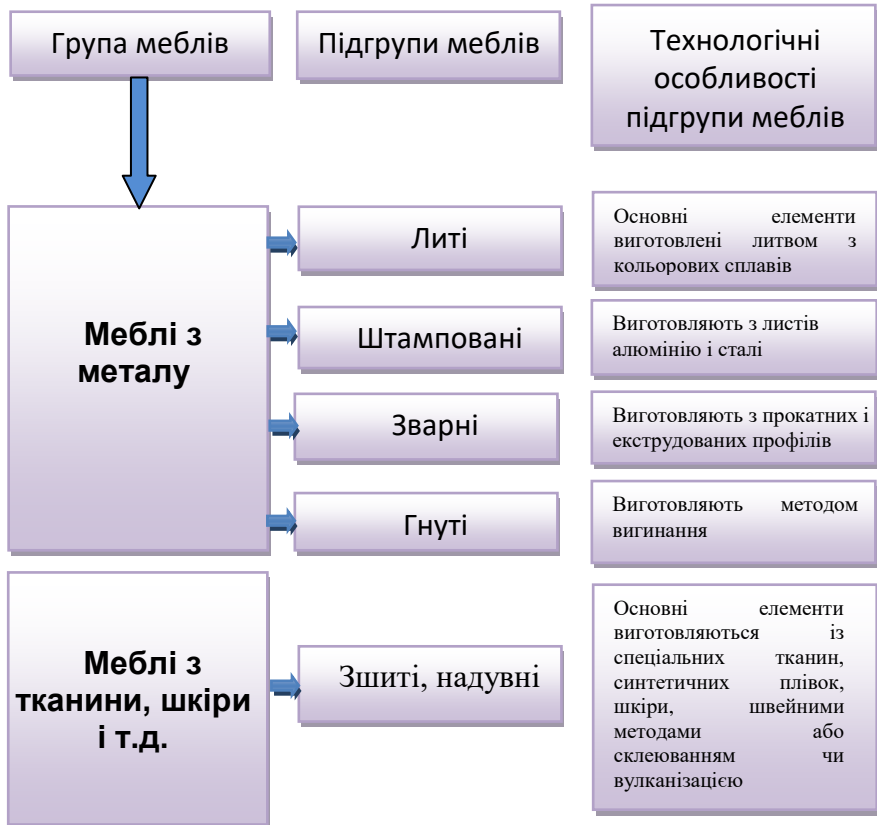
Таблиця 7.12



Таблиця 7.13



Таблиця 7.14



8 КОНСТРУКТОРСЬКА ДОКУМЕНТАЦІЯ

8.1 Види та комплектність конструкторських документів

Будь-які вироби можуть бути виготовлені тільки на основі розробленого проекту. Основна вимога до проекту полягає у тому, щоб він давав повне уявлення про конструкцію, форму виробу, його окремі деталі і способи їх з'єднання (рис. 8.1).

Проект - це задум (ідея) виробу, який містить його попередній опис, обґрунтування, основні розрахунки і креслення.

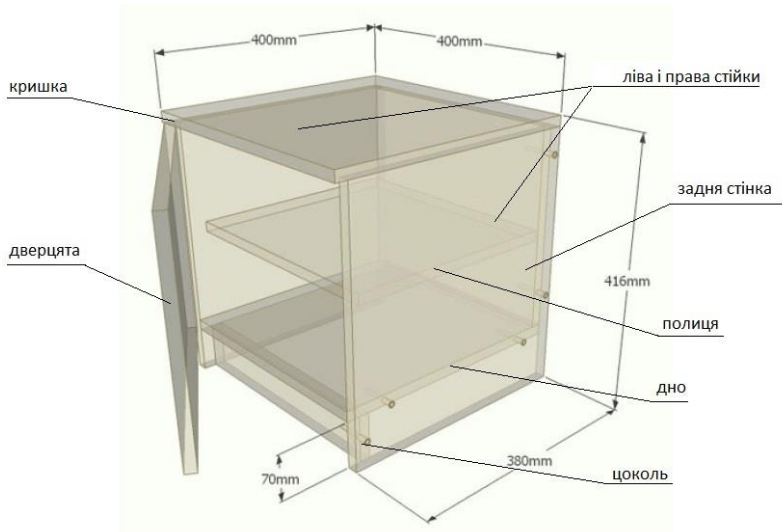


Рисунок 8.1

Основу проекту складає комплекс конструкторських документів. Конструкторські документи на виріб підрозділяються на **текстові та графічні**:

- графічні документи - це усі види креслень;
- текстові документи - це пояснювальні



записки, специфікації, відомості, технічні умови, таблиці і т. і.

Графічні документи поділяються на наступні **види**:

▪ **КРЕСЛЕНИК ДЕТАЛІ** – документ, що включає зображення деталі та інші дані необхідні для її виготовлення і контролю.

▪ **СКЛАДАЛЬНИЙ КРЕСЛЕНИК** – документ, що включає зображення складальної одиниці та інші дані необхідні для її складання (виготовлення) і контролю.

▪ **КРЕСЛЕНИК ЗАГАЛЬНОГО ВИДУ** – документ, що визначає конструкцію виробу, взаємодію його окремих частин та пояснює принцип роботи виробу.

Основні відмінності креслення ЗВ від СК наведені на рис. 8.2.

<i>Ознаки відмінностей</i>	<i>КРЕСЛЕНИК ЗАГАЛЬНОГО ВИДУ</i>	<i>Складальний креслення</i>
ГОСТ	2.118-73, 2.119-73, 2.120-73,	2.109 - 73
<i>За призначенням документа</i>	Призначений для розробки робочих креслень виробів та зберігається у головного конструктора	Є технологічним документом та призначений для складання деталей
<i>За кількістю зображень</i>	Дозволяє узяти форму всіх деталей	Передбачена така кількість зображень, щоб був зрозумілим процес складання виробу та його контроль
<i>Розміри</i>	Крім габаритних, представлені конструкторські розміри, що характеризують окремі частини виробу, можлива постановка допусків та посадок.	Габаритні та передувальні розміри
<i>Складові частини виробу</i>	Окремо на форматі А4 або на тому ж аркуші, що і зображення, складається таблиця складових частин виробу	Специфікація на окремих аркушах
<i>Шорсткість поверхонь</i>	Дозволяється проставляти на розсуд конструктора	Проставляються тільки для поверхонь, що обробляються за складальним кресленням

Рисунок 8.2

▪ **ТЕОРЕТИЧНИЙ КРЕСЛЕНИК** – документ, що визначає геометричну форму виробу та координати розташування складових частин.



▪ **ГАБАРИТНИЙ КРЕСЛЕНИК** – документ, що включає контурне (спрощене) зображення виробу з габаритними, встановлювальними і приєднувальними розмірами.

▪ **ПАКУВАЛЬНИЙ КРЕСЛЕНИК** – документ, що включають контурне (спрощене) зображення виробу, а також дані, які дозволяють виконати пакування виробу.

▪ **СХЕМА** – документ, на якому показано у вигляді умовних зображень чи позначень складові частини виробу, а також зв'язки між ними.

Текстовими конструкторськими документами є документи, що включають інформацію про виріб у вигляді текстів, таблиць, переліків і т. і. До текстових документів відносяться:

▪ **СПЕЦИФІКАЦІЯ** – документ, що визначає частини складальної одиниці, комплексу або комплекту.

▪ **ТЕХНІЧНІ УМОВИ** – документ, що визначає вимоги до виробу, його виготовлення, контролю, постачання, а також різні **ВІДОМОСТІ, ТАБЛИЦІ, ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА** і т. і.

В залежності від способу виконання та характеру використання конструкторські документи поділяються на:

▪ **ОРИГІНАЛИ** – документи, виконані на будь-якому матеріалі і призначені для виготовлення по них дублікатів.

▪ **ДУБЛІКАТИ** – копії оригіналів, що забезпечують ідентичність оригіналів, виконаних на будь-якому матеріалі.

▪ **КОПІЇ** – документи, виконані у спосіб, що забезпечує їх ідентичність з оригіналами і призначені



для безпосереднього використання при розробці, експлуатації та ремонті виробів.

8.2 Проектування меблевого виробу

Проектування будь-якого предмету меблів розпочинається з опису виробу. Для прикладу наведемо проект тумби для зберігання невеликих предметів і речей (рис. 8.3).



Рисунок 8.3

Тумба проста у виготовленні, має прямокутну форму і надійну збірно-розбірну конструкцію. Цей вид меблів можна виготовляти різної форми, по індивідуальним розмірам і з різними складовими частинами. У якості основної фурнітури для сполучення деталей використовуються ексцентрики стягування. Полиця у



середині тумби кріпиться на пластикові кутники. Для дверцят використані накладні чотирьох шарнірні петлі. Задня стінка накладна і кріпиться до корпусу шурупами (саморізами). Тумба спирається на підп'ятники. Габаритні розміри тумби, мм: висота 800, ширина 550, глибина 350.

Конструкція тумби складається з кришки, бічних стінок, горизонтального щита, цоколя, полиці і дверцят (рис. 8.4). Усі позиції заносяться в специфікацію.

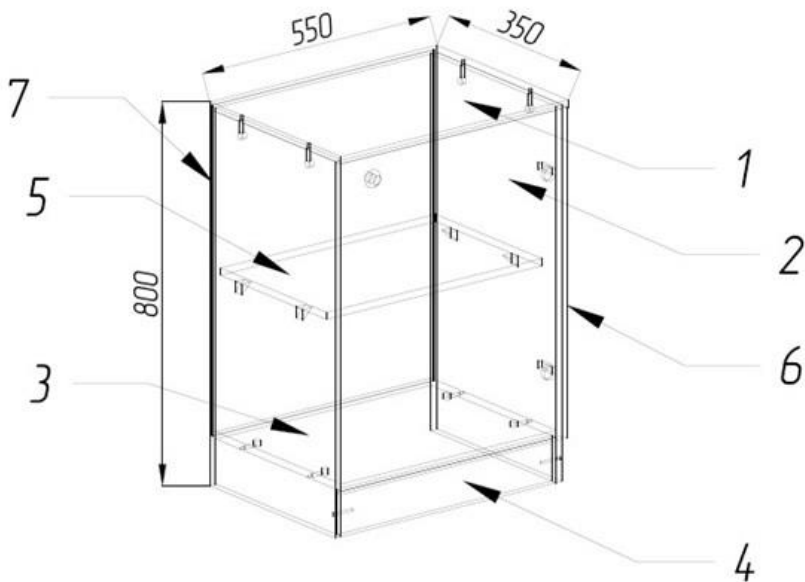


Рисунок 8.4 – Конструкція: 1 - кришка; 2 - бічні стінки; 3 – горизонтальний щит; 4 - цоколь; 5 - полиця; 6 - дверцята; 7 - задня стінка

Тумба складається з однієї секції, усередині якої посередині внутрішньої висоти розташована одна полиця. Полиця заглиблена відносно бічних стінок на 30 мм.



8.3 Формування складального креслення

Складальне креслення «СК» - це документ, в якому наводяться зображення складальної одиниці і інші дані, потрібні для її складання (виготовлення) і контролю згідно ДСТУ 2.102-2013.

Правила оформлення складальних креслень здійснюється з урахуванням ДСТУ 2.109-73.

Складальне креслення повинне містити:

- зображення складальної одиниці, яке дає уявлення про розташування і взаємозв'язок складових частин, вказівки для складання і контролю складальної одиниці;
- розміри, граничні відхилення, інші параметри і вимоги, які мають бути виконані або проконтрольовані по даному складальному кресленню;
- вказівки про характер з'єднання деталей і методи його здійснення;
- номери позицій складових частин, що входять у виріб;
- габаритні розміри виробу;
- приєднувальні та інші необхідні довідкові розміри;
- технічну характеристику виробу (при необхідності);
- координати центру мас (при необхідності);
- основний напис згідно ГОСТ 2.104-2006.

Від складності конструкцій виробу меблів залежить кількість зображень на складальному кресленні. Розташування деталей меблів на складальному кресленні повинне відповідати положенню, яке воно займає в процесі складання.

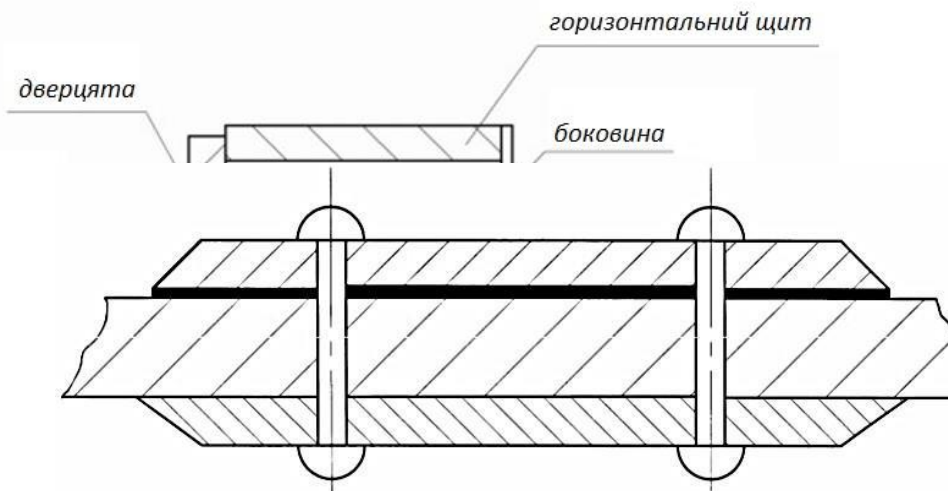
Число зображень виконують мінімальним, але достатнім для складання і контролю виробу. Для



визначення внутрішнього устрою виробу, форми окремих його частин або деталей слід застосовувати розрізи, перерізи, додаткові і місцеві види, виносні елементи.

Умовності і спрощення на складальних кресленнях застосовують згідно ДСТУ 2.109-68, ДСТУ 2.305-68, ДСТУ 2.315-68:

- штрихування деталей виконують по ДСТУ 2.306-68 залежно від матеріалу. Штрихування мають бути виконана однаково, тобто з однаковим нахилом і кроком. Штрихування суміжних деталей не повинне співпадати. У суміжних перерізах з штрихуванням однакового нахилу і напрямку змінюють відстань між лініями штрихування (рис. 8.5). Деталі завтовшки менше 2 мм на розрізах і перерізах зображуються суцільно чорними незалежно від матеріалу;



- на складальних кресленнях дозволяється не показувати фаски, заглиблення, виступи, і інші дрібні елементи;
- на складальних кресленнях з однаковими



складовими частинами виробу дозволяється викреслювати одну складову частину, а інші зображувати умовно або спрощено;

- у розрізах згідно ДСТУ 2.305-2008 фурнітуру (конфірмати, ексцентрики стягування, шурупи і так далі) показують не розітнутими;

- кріпильні деталі з діаметром стержнів 2 мм і менш зображують умовно згідно ДСТУ 2.315-68.

Нанесення розмірів на складальних кресленнях:

- проставляють габаритні розміри, що вказують висоту, довжину і ширину виробу;

- вказують монтажні і приєднувальні розміри для встановлення деталей виробу один відносно одного, зокрема розміри між осьовими лініями;

- проставляють експлуатаційні розміри, які показують розрахункову і конструктивну характеристику виробу, наприклад, діаметри отворі і т. д.;

- вказують розміри для довідок, наприклад товщину застосованого матеріалу.

Нанесення номерів позицій складових частин виробів (деталей) здійснюється згідно ДСТУ 2.109-73.

На складальному кресленні усі деталі складальної одиниці нумеруються відповідно до номерів позицій, вказаних у специфікації.

Номери позицій вказують на полицях ліній - виносок, проведених від зображень складових частин складальної одиниці. На одному кінці у лінії-винесення зображують стрілку, а інший кінець сполучають з полицею.

Номери позицій вказуються на тих зображеннях, на яких деталі проектується як видимі, як правило, на основних видах і розрізах. Номери позицій розташовують паралельно основному напису креслення поза контуром



зображення і групують в колонку або рядок, як правило на одній лінії.

Висота номерів позицій має бути на один - два номери більше розміру шрифту, прийнятого для розмірних чисел на кресленні.

Лінії винесення не повинні перетинатися між собою, не мають бути паралельними штрихуванню і по можливості не повинні перетинати зображень інших деталей.

Якщо графічно зображувати окрему деталь виробу складно, допускається таку складову частину на кресленні не показувати, а місцезнаходження її визначати за допомогою лінії-винесення.

8.4 Специфікація

Специфікація - це обов'язковий основний конструкторський документ, який визначає вміст деталей складальної одиниці, комплексу чи комплекту. Специфікація складається у відповідності до ДСТУ 2.108-68 і виконується на окремих листах формату А4 (рис. 8.6). Основний напис наноситься згідно ДСТУ 2.104-2006.

У специфікацію вносять позначення складових частин (деталей) виробів, а також конструкторські документи, що відносяться до цього виробу і його складових частин.





Рисунок 8.6

Специфікація складається із розділів, які розташовують в певній послідовності (рис. 8.7):

- документація;
- складальні одиниці;
- деталі;
- стандартні вироби;
- інші вироби;
- матеріали.

Найменування кожного розділу вказують у вигляді заголовка у графі «Найменування» і підкреслюють. Допускається об'єднувати розділи «Стандартні вироби» і



«Інші вироби» під загальним найменуванням «Інші вироби».

У розділ «Документація» вносять документи, які є складовими комплекту конструкторських документів виробу, окрім його специфікації.

У розділі «Складальні одиниці» і «Деталі» вносять назви комплексів, складальних одиниць і деталей, що безпосередньо входять у виріб.

У розділі «Стандартні вироби» записують назви виробів, що відповідають стандартам.

У розділ «Інші вироби» вносять назви виробів, застосованих за технічними умовами.

У розділ «Матеріали» вносять назви усіх матеріалів, що входять у виріб.

Сформуємо складальне креслення або креслення загального виду для конструкції проекрованої тумби (рис. 8.4): вигляд спереду, вигляд зверху і вигляд збоку (рис. 8.8).

Наносимо приєднувальні і габаритні розміри деталей з урахуванням товщини матеріалу ЛДСтП - 16 мм. Віднімаємо цей розмір при розрахунку внутрішніх деталей (горизонтальний щит, полиця, цоколь). Так само беремо до уваги товщину дверцят, задньої стінки.

Розмір для довідок на кресленні позначається зірочкою «*». Вузли з'єднань деталей креслять окремо, а на загальному вигляді показують їх місцезнаходження (рис. 8.8). Вузли або розрізи креслять для усієї фурнітури, яка входить у виріб.



Формат	Зона	Лох	Позначення	Найменування	Кільк.		Приміт	
A3				<u>Документація</u>				
				Складальне креслення	1			
A3				<u>Складальні одиниці</u>				
				Кришка	1			
A3				<u>Деталі</u>				
				Задня стінка				
A3				<u>Стандартні вироби</u>				
				Саморізи 3,5x16				
				<u>Інші вироби</u>				
		10		Конфірмати		2		
		16		<u>Матеріали</u>				
					ТІ 00.00.00 СК			
Зм	Лист	№ докум.	Підп.	Дата				
Розроб.					Медлевий виріб	Лит.	Лист	Листів
Перев.							1	1
Т. контр.								
Н. контр.								
Затв.								

Рисунок 8.7



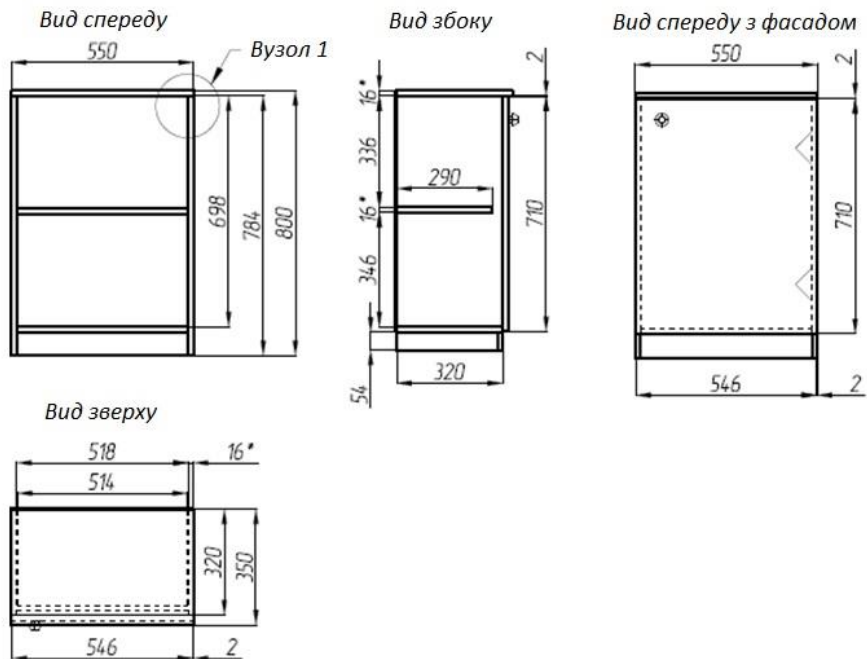


Рисунок 8.8

Після зображення вузлів переходять до присадки на кожну деталь. На кресленнях з деталюванням вказуються отвори на деталі для свердління, відзначаються параметри шорсткості по ДСТУ 7016-2013, відхилення та допуски. На рис. 8.9 наведено приклад присадки бічної стінки тумби і розріз отвору під ексцентрикове стягування. На інші отвори наведені виноска.



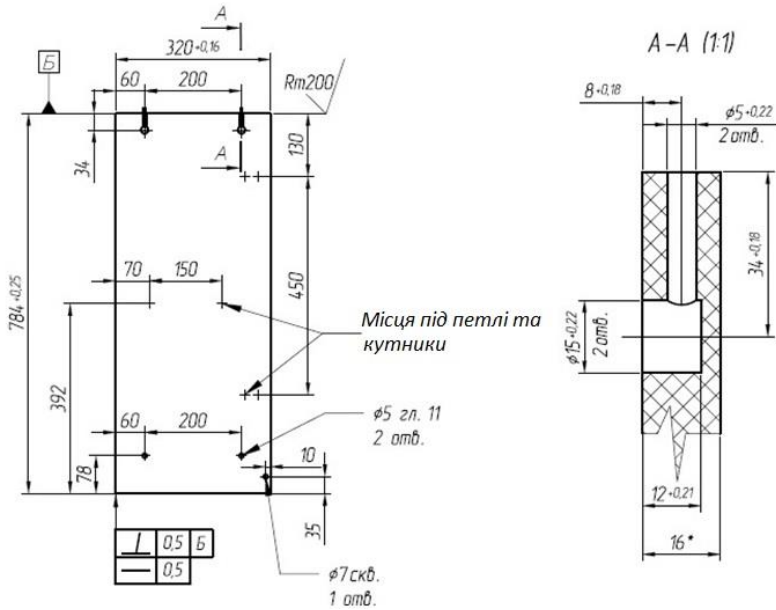


Рисунок 8.9

Специфікація складається відповідно вимог (рис. 8.7) і наведена на рисунку 8.10.



9 ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ І СКЛАДАННЯ ВИРОБІВ КОРПУСНИХ МЕБЛІВ

9.1 Конструктивні особливості при проектуванні

При проектуванні корпусних виробів меблів рекомендується дотримуватися певних правил, конструктивних особливостей, від яких залежить складання, довговічність виробу і зручність при експлуатації.

Проектування корпусу

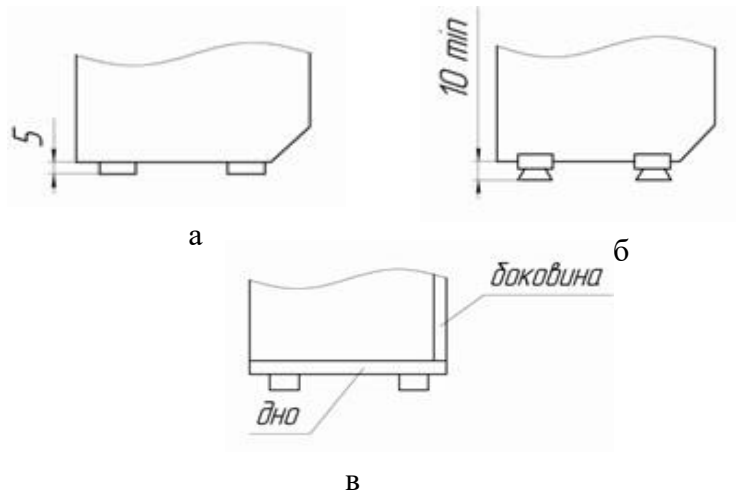


Рисунок 9.1 – (а - на підп'ятники, б - на регульовані або нерегульовані опори, в - на дно виробу)

Боковини (бічні стінки) виробу встановлюють на підп'ятники, регульовані або нерегульовані опори (ніжки) або на дно (нижній горизонтальний щит) виробу (рис. 9.1).



1. Верхній горизонтальний щит (верхня кришка) буває накладений або вкладений. З урахуванням вибраного варіанту, необхідно враховувати або звисання, або виступ деталей корпусу (рис. 9.2).

2. Нижній горизонтальний щит (дно) корпусу буває накладеним (а), вкладеним (б) або комбінованим (в) (рис. 9.3).

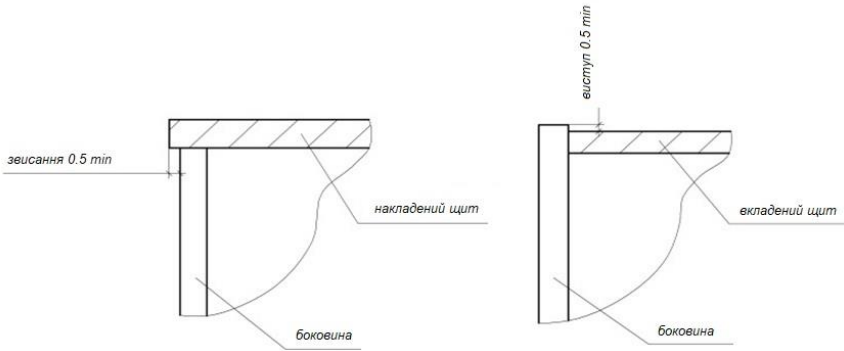


Рисунок 9.2

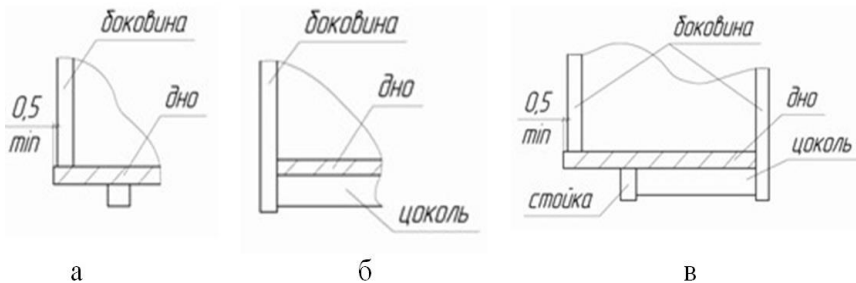


Рисунок 9.3



3. Внутрішні вертикальні і горизонтальні щити у виробі, що знаходяться за дверцями, слід зменшити по глибині мінімум на 10 мм (рис. 9.4 б). При вкладених дверцях внутрішня глибина щитів має бути розрахована з врахуванням заглиблення фасадів (дверей) мінімум на 0,5 мм (рис. 9.4 а).

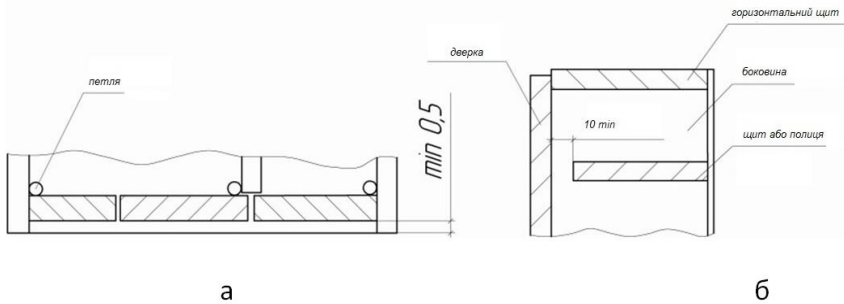


Рисунок 9.4

4. Полиця встановлюється на утримувачі. Ширина полиці обчислюється за формулою (рис. 9.5):
 ширина полиці = числове значення отвору - (1,5 x 2) мм.

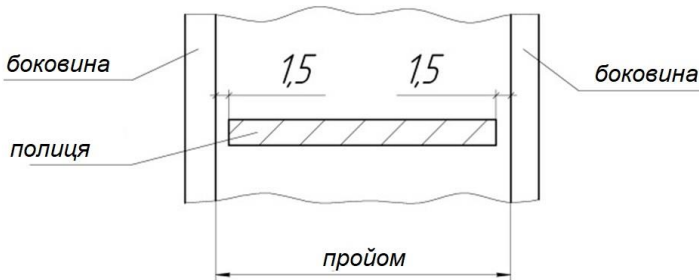


Рисунок 9.5



Проектування ящиків.

При проектуванні ящиків враховують ряд правил, які впливають на конструкцію виробу. Основними елементами ящиків є фасад (передній щит), дно і каркас. Каркас складається із повздожніх бортів (бічні стінки) і поперечних бортів (рис. 9.6).

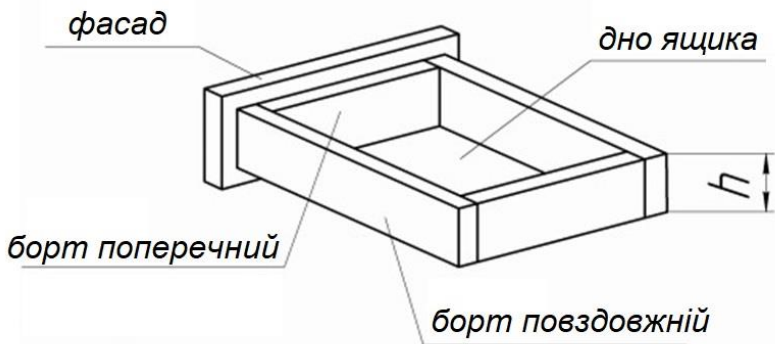


Рисунок 9.6

1. Фасад ящика буває накладеним, суміжним або вкладеним (рис. 9.7).

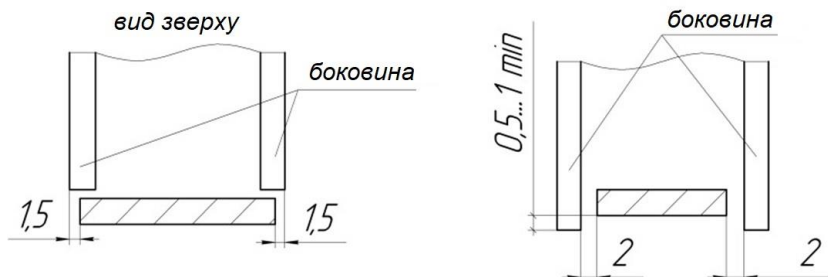


Рисунок 9.7

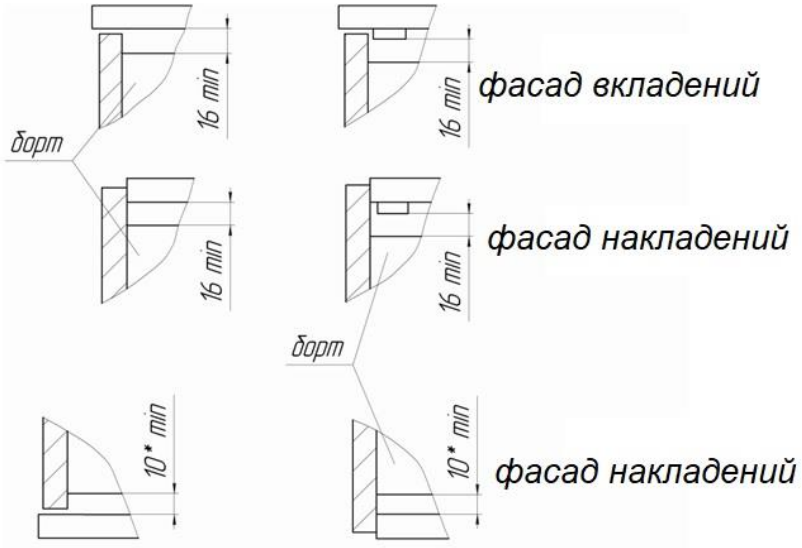


2. Висота і ширина фасаду розраховується із врахуванням технологічних проміжків (рис. 9.7, 9.8).



Рисунок 9.8

3. Технологічні проміжки між верхнім або нижнім горизонтальним щитом і бортами ящика вказані на рисунку 9.9.



Рисунок

9.9



4. Розмір каркасу ящика розраховується із врахуванням конструктивних особливостей. Довжина бічних стінок ящика дорівнює довжині роликів або кулькових направляючих, а довжина направляючих вибирається з урахуванням глибини корпусу виробу меблів і типу фасаду (рис. 9.10).

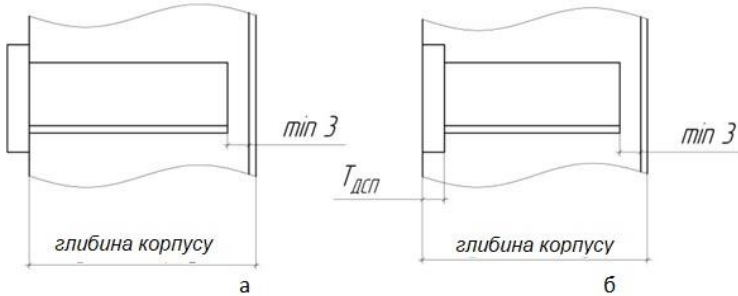


Рисунок 9.10 – (а - для накладеного фасаду; б - для вкладеного фасаду)

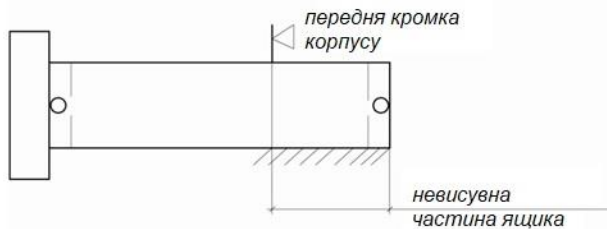


Рисунок 9.11

5. У конструкціях роликів направляючих існує декілька типорозмірів по довжині від 250 до 500 мм з градацією 50 мм і обмеженням висування ящика. У середньому не висунена частина складає 80 - 100 мм (рис. 9.11).



6. Каркас ящика збирають на конфірмати, ексцентрикові стягувачі, кутники і т. д. Кількість кріпильних елементів на каркасі ящика вказана у таблиці 9.1.

Таблиця 9.1

№	Найменування кріпильного елементу	Висота бортів ящика, мм	Кількість, шт.
1	Конфірмати, ексцентрикове стягування, кутники	До 120	1
2	Конфірмати, ексцентрикове стягування, кутники	Вище 120	2

7. Довжина передньої і задньої стінок ящика розраховується за формулою (рисунок 9.12). Розмір в 12,5 мм відноситься до ширини роликової направляючої.

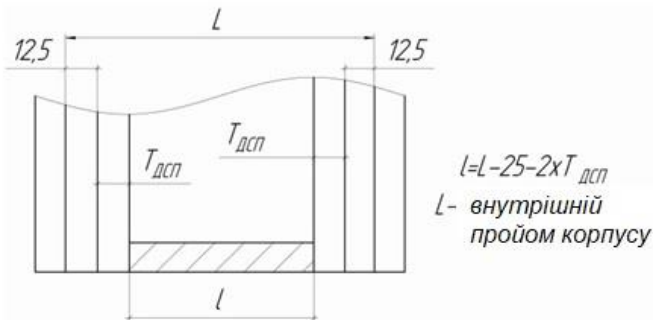


Рисунок 9.12

Проектування дверцят.

Дверцята (фасади) у виробу бувають розпашні, відкидні, підйомні, «гармошка». З урахуванням цього їх ділять на накладені, суміжні або вкладені. Виняток



становлять вкладені двері-купе. Від виду дверей залежить їх висота (рис. 9.13).

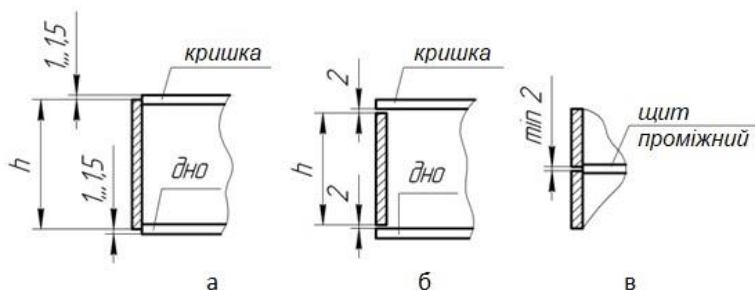


Рисунок 9.13

Ширина дверей також залежить від їх виду (рис. 9.14).

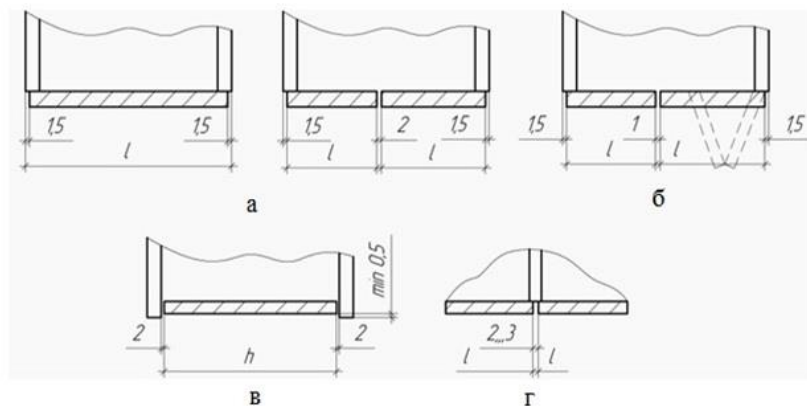


Рисунок 9.14

Від висоти і ширини дверей, типу і діаметру петель залежить кількість петель (рис. 9.15).



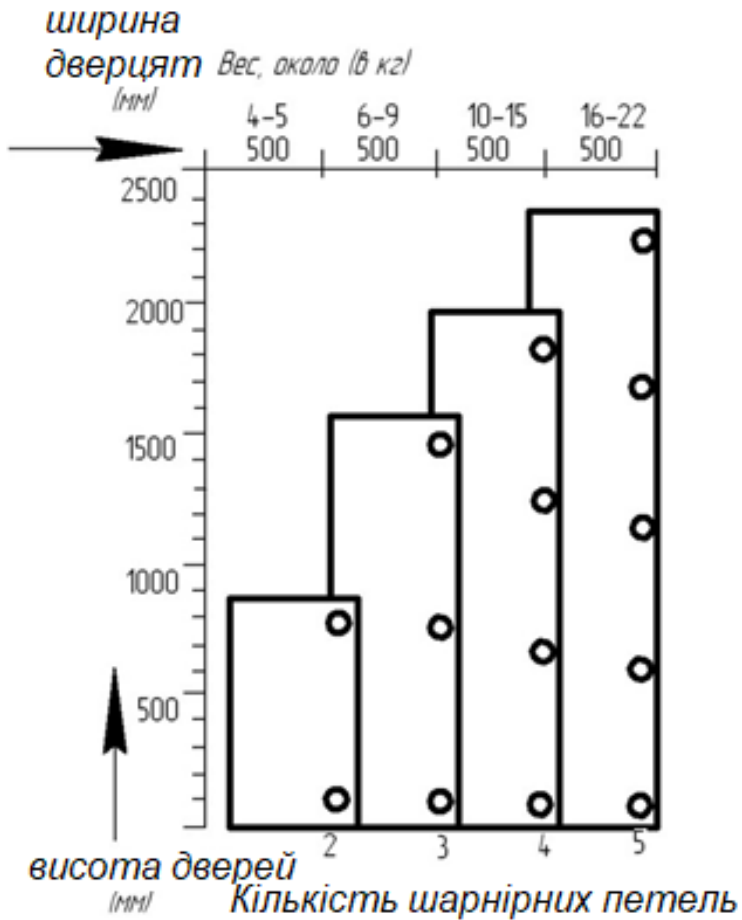


Рисунок 9.15

Висота дверей-купе розраховується з урахуванням розмірів комплектуючих для цих дверей, при цьому ширина дверей залежить від їх кількості (таблиця. 9.2, рис. 9.16).



Таблиця 9.2

Кількість дверей	Варіант I	Варіант II	
	Ширина створки (l)	Ширина (l)	
		зовнішня	внутрішня
2	$(L+32) : 2$	$L : 2$	$(L : 2) + 30$
3	$(L+64) : 3$	$L : 3$	$(L : 3) + 30$

L - внутрішній отвір шафи-купе

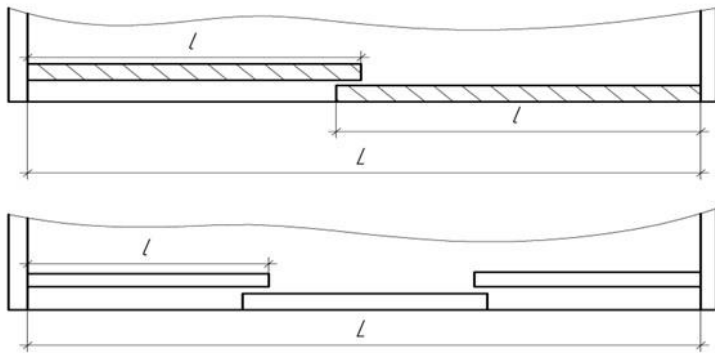


Рисунок 9.16

9.2 Фурнітура

Одним із незамінних елементів будь-якого меблевого виробу є фурнітура. Меблева фурнітура - це найважливіший допоміжний матеріал, який використовують для виробництва меблів.

Меблева фурнітура ділиться на два види:

➤ *лицьова, або зовнішня фурнітура.* Сюди входять вироби, які встановлюються на лицьовій стороні



меблів. Це можуть бути ніжки, декоративні накладки, ручки і інші предмети, що визначають стилістичний напрям. У свою чергу, ніжки діляться на опори (фігурні ніжки класичного формату), цоколі (суцільні опорні планки), настінні фіксатори (для навісного кріплення). Ручки класифікуються за формою: скоба, капля, кнопка, кільце, рейлінг;

➤ *кріпильна фурнітура.* До цієї категорії належать петлі, кутники, скоби, стягування, направляючі (телескопічні або роликові), підйомники і доводчики - все, що призначено для відкриття і закриття, висунення і підйому деталей меблів. Тут варіативність присутня в петлях: накладені, напів-накладені, кутові і внутрішні (потайні).

Існують декілька критеріїв вибору меблевої фурнітури, які необхідно завжди враховувати:

➤ *розташування.* Лицьова фурнітура має бути ефектною і естетичною, а кріплення - надійними, якісними, дизайн тут не так важливий;

➤ *якість виконання.* Це відноситься і до матеріалу(сплав, з якого виконана деталь) і зовнішнього вигляду(покриття має бути рівномірним, без вад і подряпин, написи і малюнки - чіткими);

➤ *практичність.* Наприклад, фурнітура для ванни повинна витримувати вологі умови, а для кухні - не боятися перепадів температур, не втрачаючи при цьому свого зовнішнього вигляду;

➤ *функціональність.* Це стосується усіх рухливих механізмів (направляючі, замки, доводчики). Вони повинні працювати плавно, без гальмування, чітко фіксуватися;

➤ *дизайн.* Має естетичне значення, фурнітура повинна з- відповідати загальному стильовому напрямку і гармонійно вписується в інтер'єр;



➤ *виробник.* Віддавати перевагу перевіреному виробнику, що гарантує якість виробів.

9.3 Схеми встановлення фурнітури

Нижче представлені деякі схеми з'єднань і загальний вигляд кріпильної фурнітури для меблів (рис. 9.17-9.24).

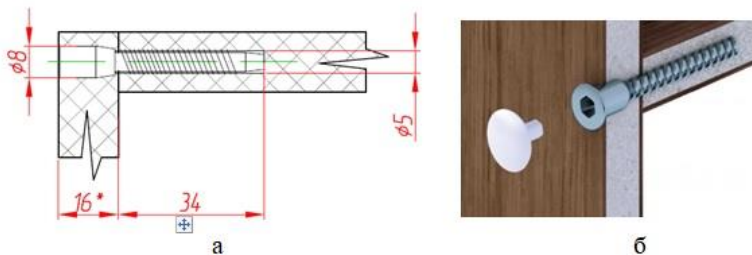


Рисунок 9.17 - Конфірмат 50x8, оцинкований: а - схема; б - загальний вигляд стягування



Рисунок 9.18 - Ексцентрикове стягування



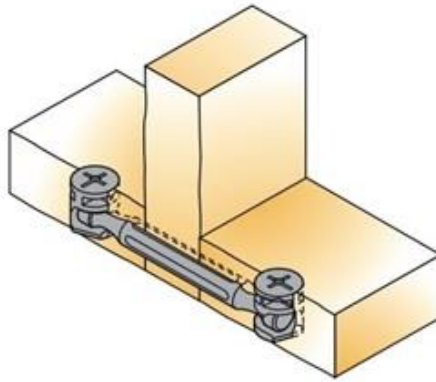


Рисунок 9.19 - Загальний вигляд двостороннього ексцентрикового стягування



Рисунок 9.20 - Схема двостороннього ексцентрикового стягування



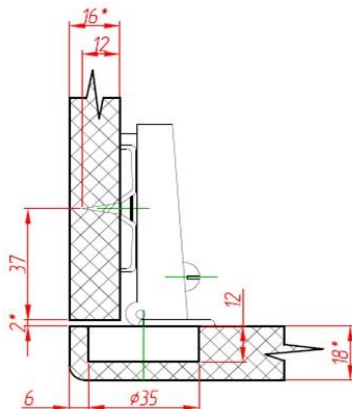


Рисунок 9.21 - Схема чотирьох шарнірної петлі для накладних дверей

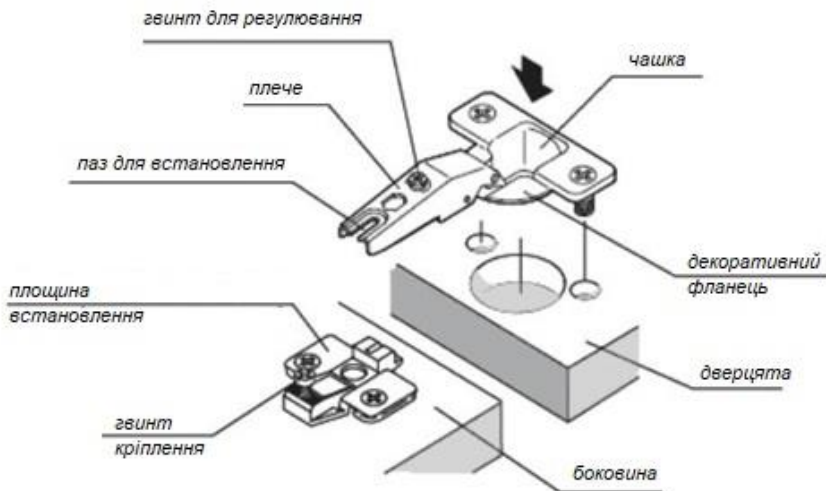


Рисунок 9.22 - Найменування комплектуючих чотирьох шарнірної петлі для накладних дверей



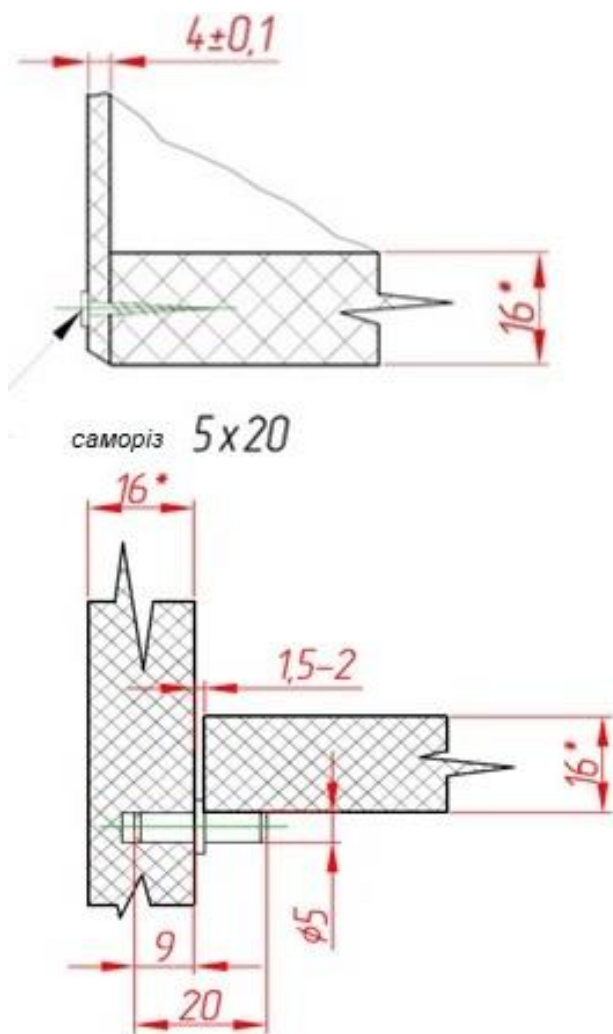


Рисунок 9.23



10 ШОРСТКІСТЬ ПОВЕРХОНЬ

10.1 Шорсткість обробки машинобудівних деталей: гвинтів, болтів, конфірматів інших з'єднувальних деталей меблевого виробництва

Шорсткості поверхонь машинобудівних деталей визначають шістьма параметрами, встановленими ДСТУ 2409-94 «Шорсткість поверхні». Проте класифікують шорсткості поверхонь по числових значеннях тільки двох параметрів **Ra** і **Rz**, залежних від виду обробки і які показують мікро геометричне відхилення реальної поверхні від ідеальної (рис. 10.1).



Рисунок 10.1

Параметр **Ra** визначає середнє арифметичне відхилення профілю від середньої лінії в межах базової довжини, а **Rz** – середнє значення висоти нерівностей профілю по десяти точках. *На креслярських документах рекомендується використовувати параметр Ra.*

Переважно використовують такі значення параметра **Ra**: 100, 50, 25, 12.5, 6.3, 3.2, 1.6, 0.8, 0.4 мкм.

Для умовного позначення шорсткості поверхні ДСТУ 2.309-73 встановлює спеціальні знаки. Першим



знаком (рис. 10.2а) позначають шорсткість поверхонь, **вид обробки яких конструктор не встановлює**.

Другим знаком (рис. 10.2б) – шорсткості, що одержують **видаленням шару матеріалу** (струганням, фрезеруванням, точінням, свердленням, шліфуванням, поліруванням і т. і.).

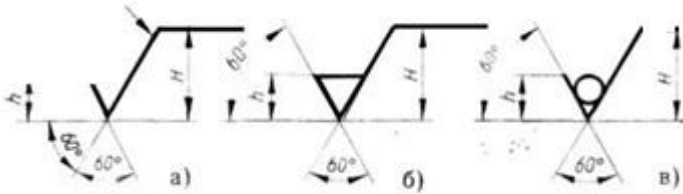


Рисунок 10.2

Третім (рис. 10.2в) – шорсткість поверхонь, які одержують литвом, куванням, штампуванням і іншими способами **без зняття шару матеріалу**, а також поверхні, що не обробляються по даному кресленню. Поверхні, що не обробляються по даному кресленню (що зберігаються в стані постачання), позначають без вказівки числової величини шорсткості.

Висота h знаків повинна бути приблизно рівна висоті цифр розмірних чисел на кресленні, а висота H рівна $1.5h \dots 3h$. Товщина ліній знаків повинна складати половину товщини суцільної основної лінії креслення. Якщо знак наносять в правому верхньому кутку креслення, то розміри і товщину його беруть в 1,5 рази більшою, ніж у всієї решти знаків на кресленні.

Згідно ДСТУ 2.309-73 позначення шорсткості поверхонь розташовують на лініях контуру, виносних лініях, на полицях ліній-винесень, а іноді і на розмірних лініях. На лінії невидимого контуру допускається наносити позначення шорсткості тільки в тих випадках, коли від неї нанесений розмір. Числові значення параметрів шорсткості



і їх індекси при будь-якому розташуванні знаків наносять за правилами розташування розмірних чисел. Позначення шорсткості поверхонь елементів, що повторюються, вироби (отворів, пазів, зубів і т. п.), кількість яких вказана на кресленні, а також позначення шорсткості однієї і тієї ж поверхні наносять один раз незалежно від числа зображень.

Можливі три випадки нанесення позначень шорсткості поверхонь на кресленнях:

1. *Всі поверхні виробу повинні мати однакову шорсткість.* В цьому випадку її позначення вказують в правому верхньому куті креслення на відстані 5...10 мм від рамки, а на зображеннях не наносять.

2. Тільки частина поверхонь повинна мати однакову шорсткість. Її позначення розміщують в правому верхньому кутку, доповнюючи в дужках знаком, показаним на рисунку. Знак в дужках замінює слово «інше». Розміри знаку перед дужкою збільшені, а в дужках – однакові з розмірами знаків, нанесених на зображеннях.

3. *Частина поверхонь не обробляється по даному кресленню.* У правому верхньому кутку креслення перед дужкою поміщують знак, показаний на рисунку.

У виробничих умовах при виготовленні деталей і в учбовій практиці при виконанні робочих креслень і ескізів з натури шорсткість поверхні визначають, порівнюючи її з еталонами-зразками, що мають шорсткості певних параметрів.

За відсутності еталонів клас шорсткості встановлюють з достатньою для учбових цілей точністю по спеціальних таблицях (рис. 10.3). У цих таблицях даний зв'язок параметрів шорсткості із зовнішнім виглядом поверхні, способом її обробки і т. і.



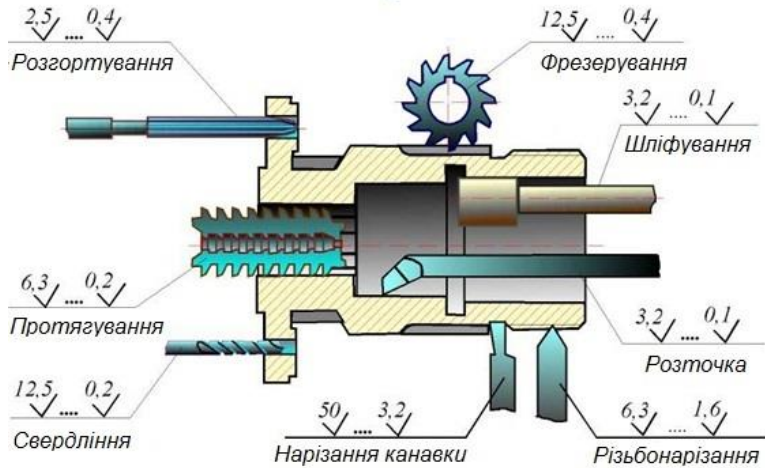


Рисунок 10.3

Якщо ескіз або креслення деталі виконують у процесі деталювання складального креслення або розробляють креслення для нового виробу, шорсткість поверхонь задають, виходячи з їх призначення, передбачуваних умов роботи і способу обробки.

10.2 Шорсткість поверхонь деталей із деревини та деревних матеріалів

Поверхні деревини і деревних матеріалів мають макро- і мікронерівності. Макро нерівності утворюються в результаті викривлення, геометричної неточності верстата, неправильного базування заготовки при обробці і характеризуються ДСТУ 6449.3-82 «Допуски форми і розташування поверхонь».

Мікронерівності характеризують шорсткість поверхні. Мікронерівності анатомічної будови деревини - перерізані волокна і судини.



Похибки оброблювання залежать від виду вживаного різального інструменту (пили, фрези, свердла, шліфувального матеріалу і та ін.).

Хвилястість обумовлена кінематикою різання, вібрацією різального інструменту і заготовки деталі.

Моховитість - відокремлені одним кінцем пучки коротких волокон у виробі.

Ворсистість - перерізані окремі волокна, прикріплені одним кінцем у виробі.

Нерівності пружного відновлення - ділянки поверхні деревини різної щільності.

Структурні нерівності - поверхні спресованих деталей і заготовок, плит із деревних часток.

Шорсткість поверхні має великий вплив на міцність склеювання, щільність з'єднань, якість обробки, а також на зовнішній вигляд виробів, зручність користування ними та інші показники.

Вона нормується для усіх видів продукції ДСТУ 7016-2013 «Деревина. Шорсткість поверхні. Параметри і характеристики» (таблиця. 10.1).

Таблиця 10.1 - Граничні значення параметрів шорсткості

Матеріал виробу, спосіб обробки	Значення параметрів				
	Rm max мкм	Параметри профілю			
		Rm, мкм	Rz, мкм	Ra, мкм	Sz, мкм
Пиломатеріали післярамного розпилу хвойних порід листяних порід	500–1500 320–1000	-	-	-	-
Пиломатеріали після пиляння дисковими пилами	40–320	-	-	-	-
Шпон лущений	50–320	-	-	-	-
Шпон струганий	32–500	-	-	-	-



Деревина масивна повздожнього фрезерування	-	16– 250	16–250	-	2,5– 12,5
Деревина і шпон шліфовані	-	12,5– 250	10–160	2,5–16	-
Деревостружкові плити: шліфовані нешліфовані	-	12,5– 600 12,5– 500	10–400 10–400	2,2–16 2,2–12,5	0,1– 2,5
Деревоволокнисті плити: шліфовані нешліфовані	-	10–40 8–32	8–20 6,3–16	0,6–3,2 0,1–56	0,125– 3,2

Примітки:

$R_m \text{ max}$ – середньо арифметична висота окремих найбільших нерівностей;

R_m - найбільша висота нерівностей профілю;

R_z - висота нерівностей профілю по десяти точкам;

R_a - середнє арифметичне абсолютних відхилень профілю;

S_z - середній крок нерівностей профілю по западинах.

При розробці робочої конструкторської документації на кресленнях усіх деталей меблів необхідно вказувати величину шорсткості (мкм) поверхонь, що допускається, по параметру R_m , найбільшій висоті нерівностей профілю поверхні.

Значення параметрів R_m стосовно технологічних операцій у меблевому виробництві:

1) не більше 16 мкм - для площин і кромek під обробку лицьових поверхонь і нелицьових внутрішніх, видимих при нормальній експлуатації;

2) не більше 63 мкм - для необроблюваних видимих при експлуатації поверхонь, а також невидимих, з якими стикається людина або предмети;

3) не більше 200 мкм - для інших необроблюваних невидимих при експлуатації поверхонь;



4) не більше 60 мкм - для поверхонь основи під облицювання плівковими матеріалами;

5) не більше 200 мкм - для поверхонь склеюваних заготовітель, поверхонь основи під облицювання шпоном з деревини і декоративним паперово-шаруватим пластиком.

Шорсткість поверхні залежно від виду механічної обробки:

Пиляння чистове (розкрій плит, фанери)	200
Торцювання чистове	200
Виготовлення типових з'єднань (шпильок, гнізд та ін.)	200
Пиляння заготовок чистове	100
Стругання, фрезерування	63
Шліфування площин і кромки під обробку: лицьових поверхонь	16
нелицьових внутрішніх поверхонь, видимих при нормальній експлуатації	16
Нелицьових внутрішніх поверхонь ящиків, заглушок, різних брусків, штанг і т. д.	32
Нелицьових зовнішніх поверхонь ящиків, лотків, касет і т. д.	63

Нормоване значення параметрів шорсткості вказують на усіх поверхнях при оформленні креслень.

Якщо шорсткість поверхні утворюється видаленням шару матеріалу (пилянням, струганням, фрезеруванням, свердлінням, шліфуванням) або якщо вид обробки поверхні не обмовляється, слід використати знак, наприклад:

Вид обробки поверхні вказують в позначенні шорсткості тільки у випадках, коли він є єдиним



застосовним для отримання необхідної якості поверхні, наприклад:

Позначення шорсткості поверхні на кресленнях представлені на рисунку 10.4.

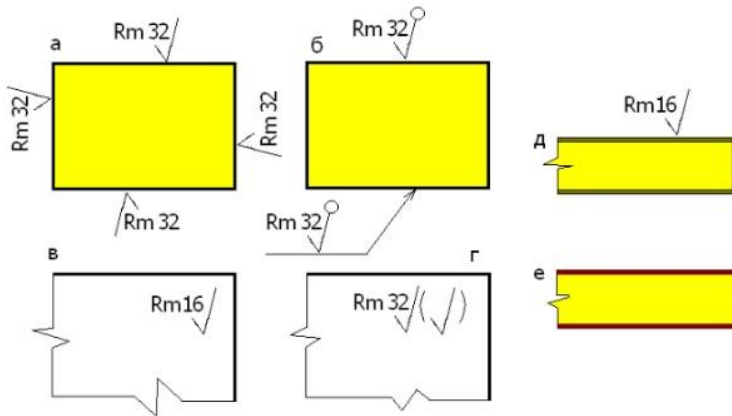


Рисунок 10.4

Якщо при виготовленні деталі видалення поверхневого шару або розділення матеріалу не допускається, для позначення шорсткості застосовують знак без вказівки її значення (наприклад, поверхня пластика, фанерована плівками деревостружкової плити, і т. і.):

Стан поверхні, позначеної знаком, повинен задовольняти вимогам, встановленими відповідними стандартами або технічними умовами на ці матеріали.

Якщо шорсткість поверхні виробів не обумовлена вимогами до конструкції, на кресленнях вона не позначається.



11 ПОЗНАЧЕННЯ ГРАФІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ І ПРАВИЛА ЇХ НАНЕСЕННЯ НА КРЕСЛЕННЯХ - ДСТУ 2.306-68*(ISO 860-78).

Стандарт встановлює графічні позначення матеріалів в розрізах і на фасадах, а також правила нанесення їх на креслення всіх галузей промисловості і будівництва.

Загальне графічне позначення матеріалів в перерізах незалежно від вигляду матеріалів повинне відповідати рисунку 11.1.

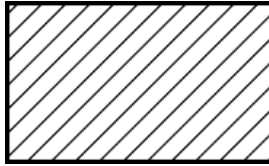


Рисунок 11.1


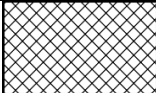
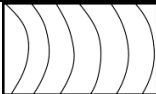
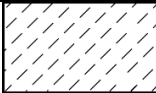
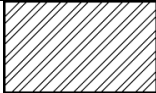

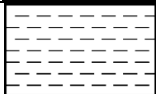
Графічні позначення матеріалів в перерізах залежно від вигляду матеріалів повинні відповідати наведеним у таблиці 11.1.

Примітки:

1. Композиційні матеріали, що містять метали і неметалеві матеріали, позначають як метали.
2. Графічне позначення п. 3 слід застосовувати, коли немає необхідності вказувати напрям волокон.



Таблиця 11.1.

Матеріал	Позначення
1. Метали і тверді сплави	
2. Неметалеві матеріали, у тому числі волокнисті монолітні і плиткові (пресовані)	
3. Деревина	
4. Камінь природний	
5. Кераміка і силікатні матеріали	
7. Стекло і інші світлопрозорі матеріали	
8. Рідини	

Допускається застосовувати додаткові позначення (рис. 11.2) матеріалів, не передбачених в справжньому стандарті, пояснюючи їх на кресленні.



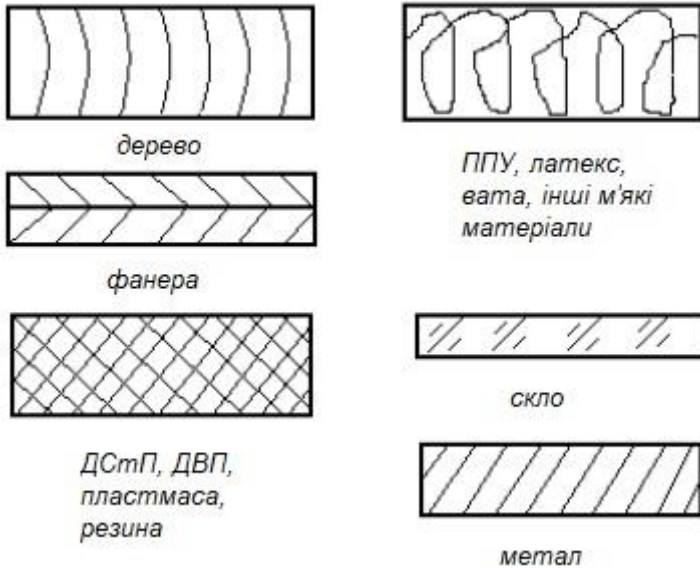


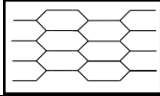
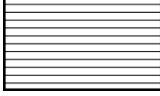
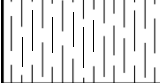
Рисунок 11.2

При виділенні матеріалів і виробів на виді (фасаді) графічні позначення їх повинні відповідати вказаним в таблиці 11.2.

Таблиця 11.2 - Графічні позначення матеріалів на видах (фасадах)

Матеріал	Позначення
1. Метали	
2. Сталь рифлена	



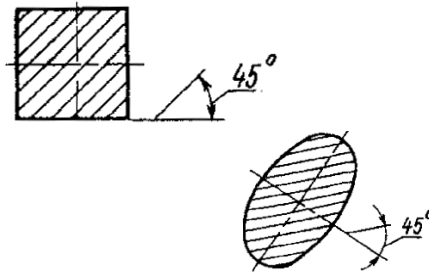
Матеріал	Позначення
3. Сталь просічна	
4. Кладка з цеглини будівельного і спеціального, клінкеру, кераміки, теракоти, штучного і природного каменів будь-якої форми і тому подібне	
5. Скло	

Примітки:

1. Для уточнення різновиду матеріалу, зокрема, матеріалів з однотипним позначенням, графічне позначення слід супроводжувати пояснюючим написом на полі креслення.

2. Позначення матеріалу на вигляді (фасаді) допускається наносити не повністю, а лише невеликими ділянками по контуру або плямами усередині контуру.

Похилі паралельні лінії штрихування повинні проводитися під кутом 45° до лінії контуру зображення (рис. 11.3а) або до його осі (рис. 11.3б), або до ліній рамки креслення (рис. 11.4).



а

б

Рисунок 11.3



Якщо лінії штрихування, приведені до ліній рамки креслення під кутом 45° , збігаються по напрямку з лініями контуру або осьовими лініями, то замість кута 45° слід брати кут 30° або 60° .

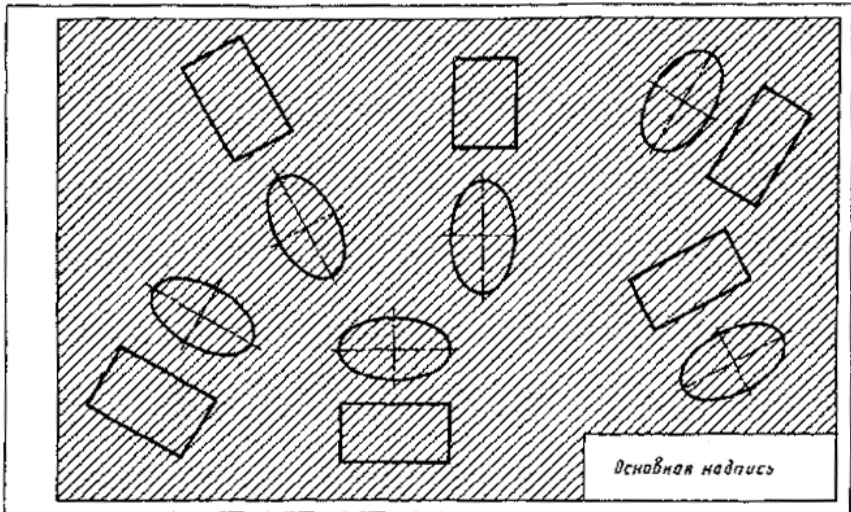


Рисунок 11.4

Лінії штрихування повинні наноситися з нахилом вліво або вправо, але, як правило, в одну і ту ж сторону на всіх перерізах, що відносяться до однієї і тієї ж деталі, незалежно від кількості листів, на яких ці перерізи розташовані.

Відстань між паралельними прямими лініями штрихування (частота) має бути, як правило, однаковою для всіх виконуваних в одному і тому ж масштабі перерізів даної деталі. Вказана відстань має бути від 1 до 10 мм залежно від площі штрихування і необхідності урізноманітнити штрихування суміжних перерізів.

Вузькі і довгі площі перерізів (наприклад, штампованих, вальцьованих і інших подібних деталей), ширина яких на кресленні від 2 до 4 мм, рекомендується штрихувати повністю лише на кінцях і навколо контурів отворів, а



останню площу перерізу - невеликими ділянками в декількох місцях (рис. 11.5).

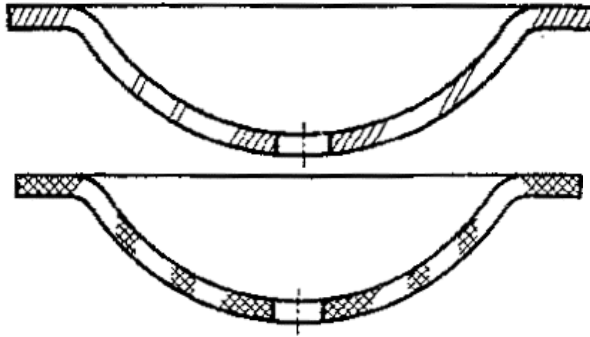


Рисунок 11.5.

Штрихування всіх позначень в цьому випадку виконують від руки.

Вузькі площі перерізів, ширина яких на кресленні менше 2 мм, допускається показувати зачорненими із залишенням просвітів між суміжними перерізами не менше 0,8 мм (рис. 11.6).



Рисунок 11.6

При штрихуванні «в клітку» для суміжних перерізів двох деталей відстань між лініями штрихування в кожному перерізі має бути різною.

У суміжних перерізах з штрихуванням однакового нахилу і напряду слід змінювати відстань між лініями штрихування



або зрушувати ці лінії в одному перерізі по відношенню до іншого, не змінюючи кута їх нахилу (рис. 11.7).

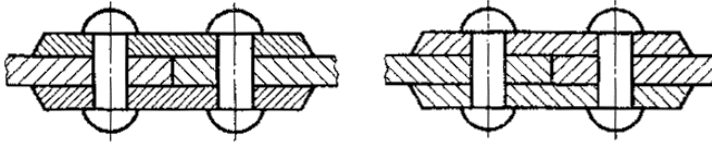


Рисунок 11.7

Питання для самоконтролю до сьомого-одинадцятого розділів

1. За якими ознаками класифікуються меблі?
2. Класифікуйте меблі за функціональним призначенням.
3. Класифікуйте меблі за конструктивними особливостями.
4. Як можна охарактеризувати термін – проект?
5. Що таке складальний кресленик?
6. Що називається специфікацією?
7. Які особливості нанесення розмірів на складальних креслениках?
8. Перерахуйте особливості конструювання меблевих виробів.
9. Охарактеризуйте поняття шорсткості обробки поверхонь.
10. Як умовно позначаються основні матеріали у розрізах та фасадах на кресленнях.



12 ПРОЕКТУВАННЯ ОСНОВНИХ ВИДІВ МЕБЛЕВОЇ ПРОДУКЦІЇ

12.1 Проектування приліжкової тумби (SolidWorks)

Нижче наведена конструкція простої приліжкової тумби. Вона проста, ніяких надмірностей і наворотів. Основні розміри беруться з міркувань комфорту та зручності.

Приліжковою тумбою часто користуються лежачи на ліжку, тому її висоту краще робити по висоті матрацу ліжка. Ширина і глибина також визначаються зручністю і здоровим глуздом, а також міркуваннями, що туди складати.

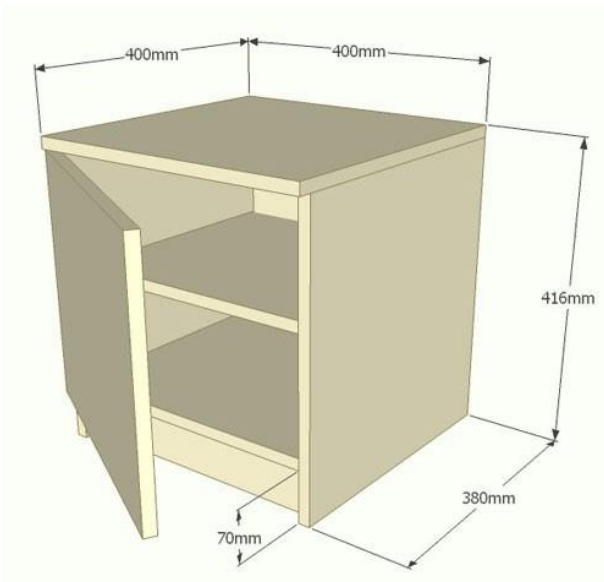


Рисунок 12.1



Задню стінку краще робити і ЛДСП. Кріпити її можна на єврогвинт або ексцентрикове стягування.

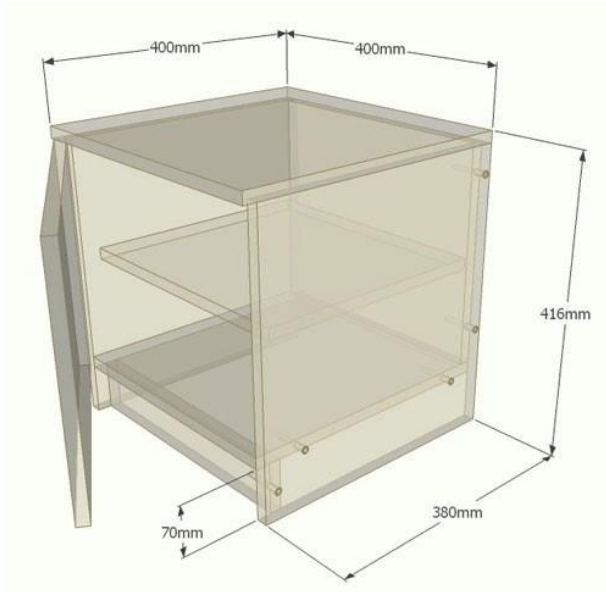


Рисунок 12.2

Деталювання

№	Найменування	А	В	Товщ ин.	К- сть	Кромки
1	стійка	400	380	16	2	0,4 мм
2	дно	368	380	16	1	0,4 мм
3	кришка	400	400	16	1	0,4 мм
4	полиця	364	340	16	1	0,4 мм
5	цоколь	368	70	16	1	0,4 мм
6	задня стінка	314	368	16	1	0,4 мм
7	дверцята	326	396	16	1	0,4 мм



Фурнітура тут найпростіша. ПВХ 0,4 - тонка пластикова кромка.

Фурнітура

Кромка ПВХ 0,4/19	8,0	м/п
гвинт конфірмат 7x50	10	шт
Заглушка для єврогвинта	10	шт
підп'ятник	4	шт
стягувач ФС-16 (куник металевий)	4	шт
саморіз 3,5x16	26	шт
петля накладна	2	шт
ручка	1	шт



12.2 Проектування шафи для книг (PRO100)

Шафа, як меблевий виріб може слугувати основою для найрізноманітніших меблів. Це можуть бути шафи для меблевої стінки, шафи-купе, стелажі для вбиралень і передпокоїв, шафи для дитячих, вітрини і багато інших виробів.

Розглянемо конструкцію книжної шафи (рис. 12.3).

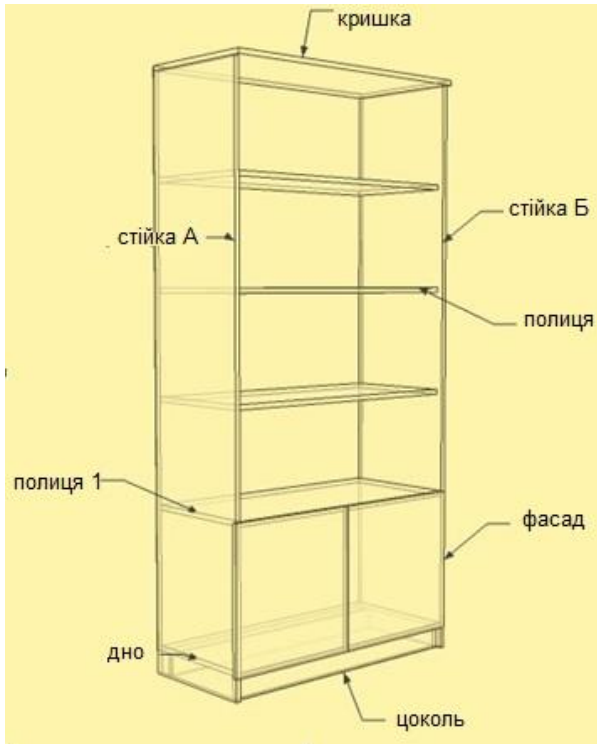


Рисунок 12.3



Якщо аналізувати габаритні розміри, то слід відмітити, що ширина шафи рівна 900 мм. Більшої ширини робити не рекомендується, інакше полиці прогинатимуться.

У цій шафі три відкриті полиці встановлюються на звичайні полицеутримувачі. Якщо шафу робити по висоті більшою, є сенс одну із середніх полиць закріпити жорстко, наприклад, на євровинт.

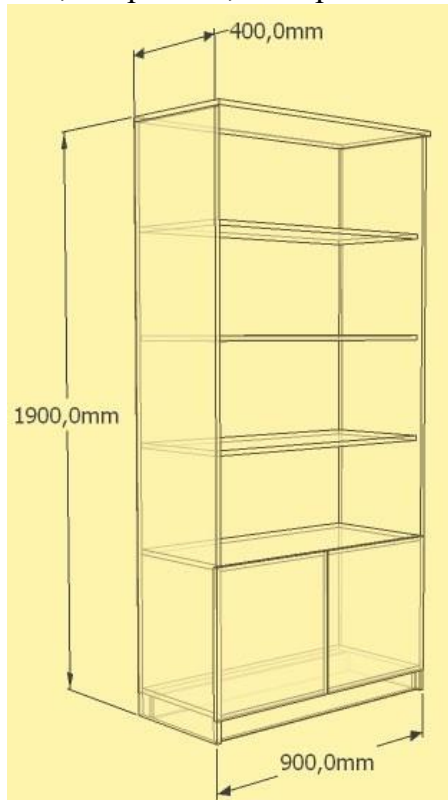


Рисунок 12.4



Давайте розглянемо цю конструкцію детальніше.
Почнемо знизу.

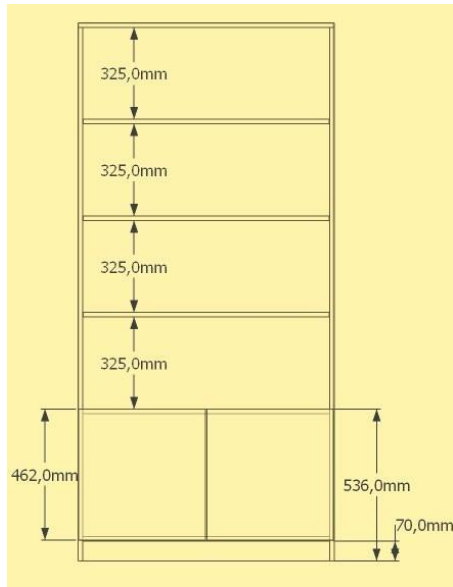


Рисунок 12.5

Відстань між полицями зроблена такою, щоб можна було легко ставити теки-швидкозшивачі.

Збирати усю конструкцію можна на єврогвинт. Кришка у шафи накладена і зроблена на 20 мм. більшою боковини. Це зроблено із прицілом на те, що можна зробити фасади і для відкритих полиць. Не слід забувати про розрахунок розмірів нижніх фасадів, для того щоб вони стикувалися приблизно посередині полиці. Проміжок між ними треба робити 2-3 мм. Порахувати, де свердлити отвори під єврогвинт досить легко.



Для закріплення кришки слід свердлити у верхніх торцях стійок отвори під єврогвинт діаметром 5 мм і глибиною мінімум 40 мм. А в площині кришки – треба свердлити наскрізні отвори діаметром 8 мм.

Цоколь можна закріпити до днища на пластикові кутники.

Деталювання

№	Найменування	А	В	Товщи н.	К-сть	Кромки
1	стійка А	1884	400	16	1	0,4 мм
2	стійка Б	1884	400	16	1	0,4 мм
3	дно	868	400	16	1	0,4 мм
4	кришка	900	420	16	1	0,4 мм
5	полиця 1	868	400	16	1	0,4 мм
6	цоколь	868	70	16	2	0,4 мм
7	полиця	864	380	16	3	0,4 мм
8	фасад	462	446	16	2	0,4 мм
9	задня стінка ДВПО	1826	896	4	1	

Фурнітура

Кромка ПВХ 0,4/19	23,0	м\п
полицеутримувач Д5	12	шт
гвинт конфірмат 7x50	12	шт
заглушка для єврогвинта	12	шт
кутник пластиковий	4	шт
саморіз 3,5x16	56	шт
петля накладна	4	шт



Стінку з ДВП можна кріпити саморізами, тому їх так багато. Під петлі свердлять отвори по 100 мм. від краю, по стороні 462 мм.

Ручки можна розташувати як по середині, так і згори фасаду.



12.3 Проектування простого комода (SolidWorks)



Рисунок 12.6

Комоди - це функціональні меблі, які ідеально вписуються практично у будь-який стиль інтер'єру (рис. 12.6).

Конструкція комода кубічної форми із деякою кількістю висувних ящиків (рис. 12.7). Їх кількість залежить від загальних габаритів комода. Його перевага в компактності і високій місткості: будучи за функціональним призначенням аналогом шафи, він паралельно виступає місцем розміщення різних предметів, починаючи з дрібно габаритних декоративних речей, закінчуючи телевизорами.

Зазвичай комод використовується як система зберігання білизни (постільної або натільної), трикотажних речей, шарпеток, не великих побутових предметів і т. і.

Для здешевлення моделі комода краще комбінувати МДФ (вишукані, екологічно безпечні плити) з ДСП (дешевші, які вимагають ретельного кромкування плівкою ПВХ всіх стиків). Фасади, стільниця і передні вставки рекомендується виготовляти із МДФ, а боковини, задню стінку і дно - із ДСП.



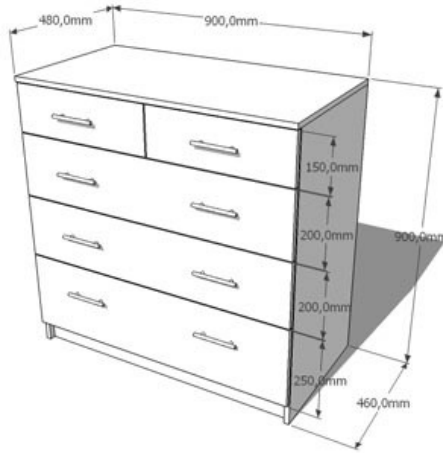


Рисунок 12.7

Для прикладу розглянемо виготовлення комода розміром **900 (ширина) x 900 (висота) x 460 (глибина) мм.**

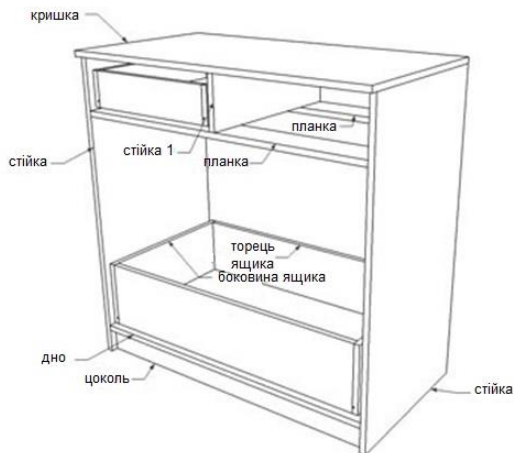


Рисунок 12.8



На рис 12.8 видно як запроектовані маленькі ящики. Замість цілісної полиці використані дві планки, які підтримують «стійку 1». Ці планки до стійки кріпляться на єврогвинт, а до бічних стійок - на металеві кутники, (тоді на бічних стійках не потрібно буде свердлити додаткових отворів).

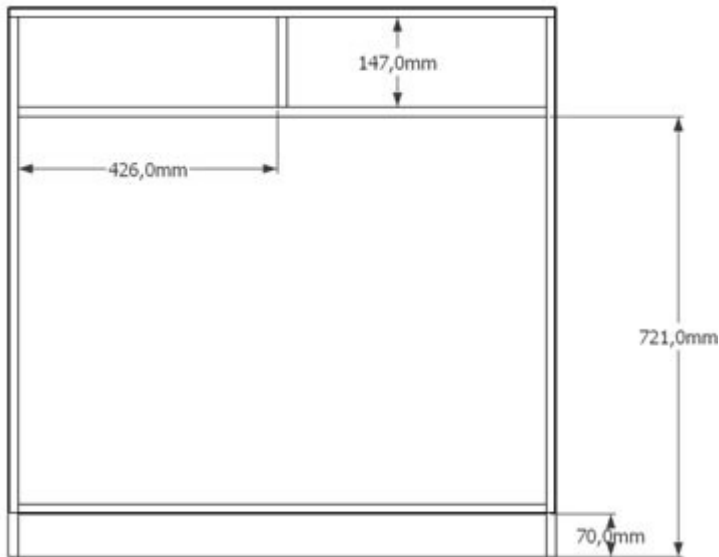


Рисунок 12.9

На рисунку 12.9 показано, що внизу є два цоколя. Передній кріпиться на 20 мм углиб стійок, а задній цоколь - на 40 мм углиб стійок. Дно кріпиться на єврогвинт. Кришка - на металеві кутники.

Можна було б запроектувати і дно у вигляді планок. Тоді увесь комод збирається за допомогою кутників і зовні не буде видно елементів кріплення.



Оскільки нижні ящики є широкими, вони посилюються додатковою планкою (рис. 12.10). Дно ящика вставляється у пази боковин, а знизу посередині ставиться підсилююча планка.

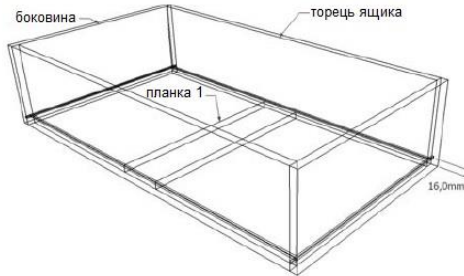


Рисунок 12.10

Направляючі можна ставити як роликові, так і кулькові. Розмітка буде правильна для обох видів направляючих.

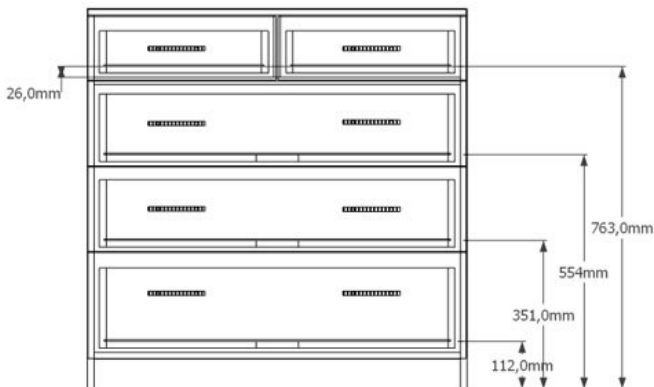


Рисунок 12.11



Фурнітура

Кромка ПВХ 0,4/19	46,0	м/п
єврогвинт	28	шт
підп'ятник	4	шт
направляюча 450мм	5	шт
стягувач ФС-16 (куник металевий)	18	шт
саморіз 3,5x16	84	шт
заглушка на єврогвинт	6	шт
ручка	8	шт
саморіз 4x40	6	шт

Тут у проекті вважається, що «дно, великі ящики і стійка 1» збираються на єврогвинт, цоколь - прикручується на кутники. Верхні ящики збираються на саморізи. ДВП в ящиках скрізь кріпиться в паз (рис. 12.12).

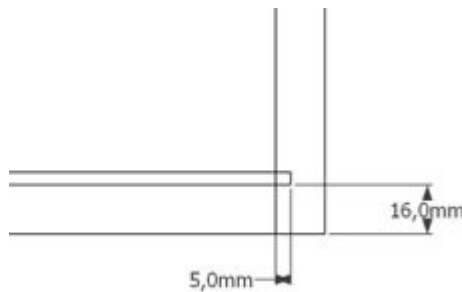


Рисунок 12.12



Деталювання

№	Найменування	А	В	Тов. щин.	К- сть	Кромки
1	стійка	884	460	16	2	0,4 мм
2	стійка 1	147	460	16	1	0,4 мм
3	дно	868	460	16	1	0,4 мм
4	кришка	900	480	16	1	0,4 мм
5	планка	868	100	16	2	0,4 мм
6	цоколь	868	70	16	2	0,4 мм
7	боковина ящ.	450	190	16	2	0,4 мм
8	торець ящ.	810	190	16	2	0,4 мм
9	планка 1	418	100	16	3	0,4 мм
10	боковина ящ.	450	160	16	4	0,4 мм
11	торець ящ.	810	160	16	4	0,4 мм
12	боковина ящ.	450	100	16	4	0,4 мм
13	торець ящ.	368	100	16	4	0,4 мм
14	фасад	250	896	16	1	0,4 мм
15	фасад	200	896	16	2	0,4 мм
16	фасад	150	446	16	2	0,4 мм
17	ДВП	826	896	4	1	
18	дно ящ	820	428	4	3	
19	дно ящ	378	428	4	2	



12.4 Проектування простого комп'ютерного столу (SketchUp)

Наведений проект столу досить простий. Стіл невеликий, на висувній дошці поміщається клавіатура і мишка. До верхньої полиці легко дотягнутися.



Рисунок 12.13

Проект столу показав себе досить зручним, надійним і сам стіл займає мало місця. Особливістю складання цього столу є те, що він збирається у такій



послідовності. Спочатку збирається на єврогвинт верхня частина столу, потім збирається нижня частина.

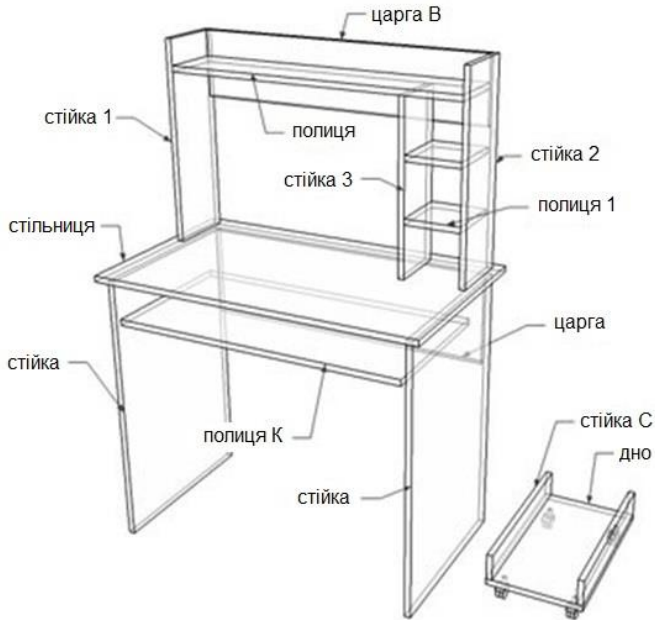


Рисунок 12.14

Нижня частина складається із двох стійок і царги, не слід забувати про кріплення направляючих для полиці до стійок. Від верху стійки відміряється 100 мм і на цьому рівні закріплюються направляючі для висувної полиці. У цьому випадку між висувною полицею і стільницею вийде розмір наближено 95 мм.



Можна запроєктувати висувну полицю вище або нижче на свій смак. Слід тільки зважати, щоб полиця не була занадто низько.

Далі береться стільниця і єврогвинтами знизу прикручується верхня надбудова.

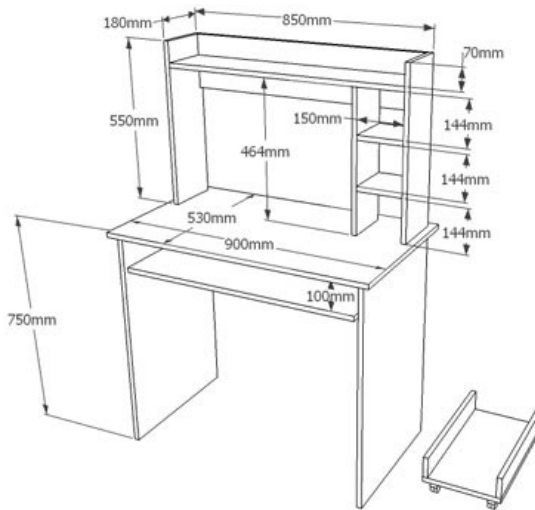


Рисунок 12.15

З боків - відступи по 25 мм. а від задньої кромки стільниці слід відступити 10 мм. Після цього стільниця кріпиться до стійок. З боків - звисання 25мм. Ззаду 30мм або більше - це залежить від розмірів плінтуса кімнати.

В кінці збирається підставка під системний блок.



Деталювання

1	стільніця	900	530	16	1	0,4 мм
2	стійка	734	480	16	2	0,4 мм
3	полиця К	792	400	16	1	0,4 мм
4	царга	818	250	16	1	0,4 мм
5	царга В	818	180	16	1	0,4 мм
6	полиця	818	164	16	1	0,4 мм
7	стійка 1	550	180	16	1	0,4 мм
8	стійка 2	550	180	16	1	0,4 мм
9	стійка 3	464	164	16	1	0,4 мм
10	полиця 1	150	164	16	2	0,4 мм
11	дно	450	250	16	1	0,4 мм
12	стійка С	449	70	16	2	0,4 мм

Фурнітура

Кромка ПВХ 0,4/19	20,0	м/п
єврогвинт	33,0	шт
опора колісна	4	шт
напрямна роликів 400мм	1	К-т
підп'ятник	4	шт
саморіз 3,5x16	44	шт
заглушка на єврогвинт	25	шт
стягування ФС-16 (кугочок металевий)	4	шт



12.5 Проектування конструкції простого ліжка (SketchUp)

Розрахунок конструкції ліжка ведеться від стандартних розмірів матраца. У запропонованому нижче ліжку, матрац вибраний з розмірами 1900x1400 мм.

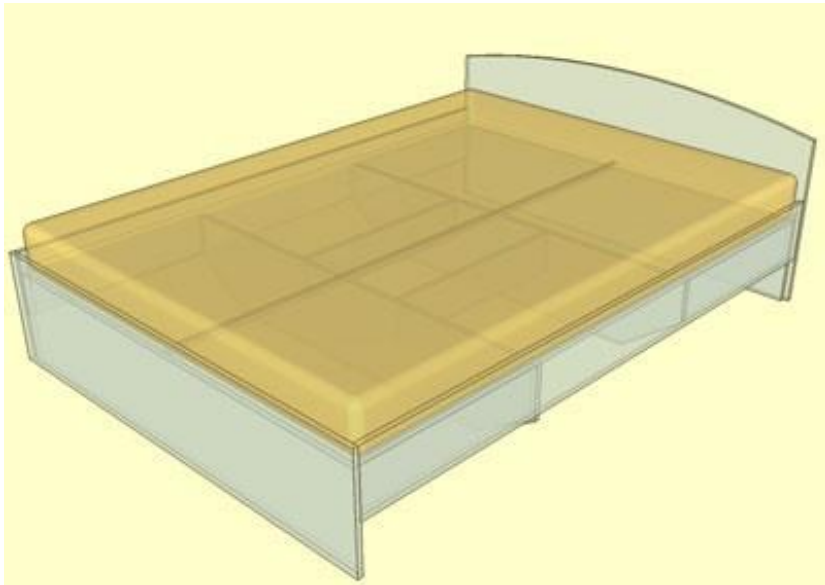


Рисунок 12.16



Вид з торця.

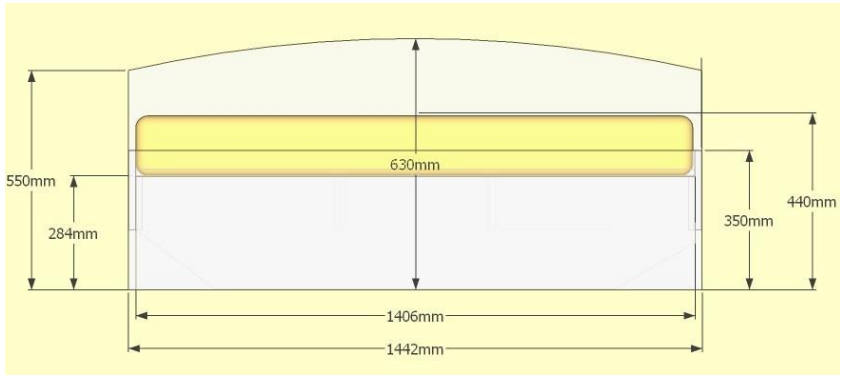


Рисунок 12.17

Вид з боку.

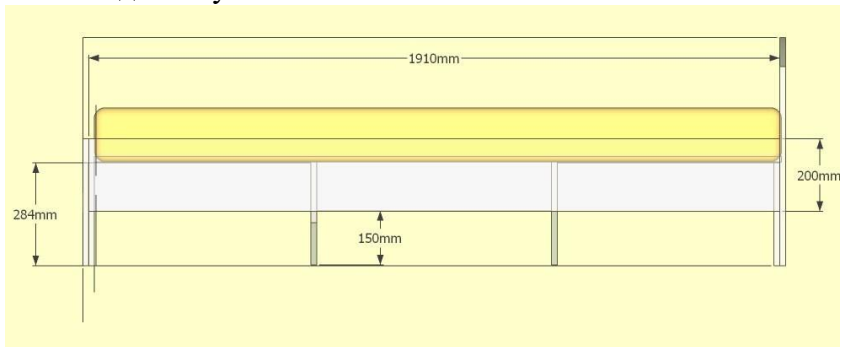


Рисунок 12.18

Ліжко складається з двох частин внутрішньої і зовнішньої. Вони збираються окремо.



Внутрішня частина.

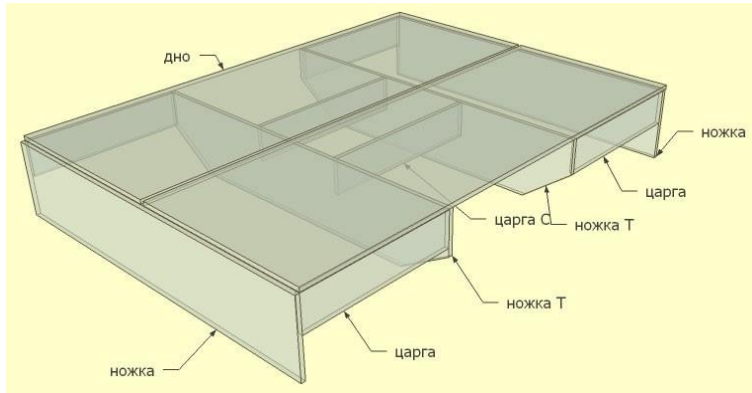


Рисунок 12.19

Внутрішня частина є своєрідним каркасом з ЛДСП на який згори просто кладуться дві деталі «дно». «Ніжка Т» може мати конструкцію як «Ніжка», без зрізаних кутів.

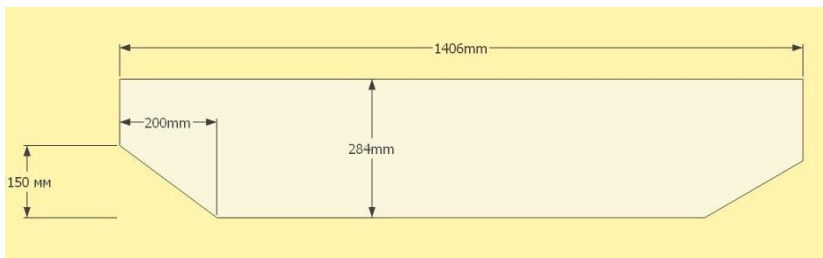


Рисунок 12.20

Зовнішня частина є рамкою, яка скріплюється з внутрішньою частиною саморізами через царгу.



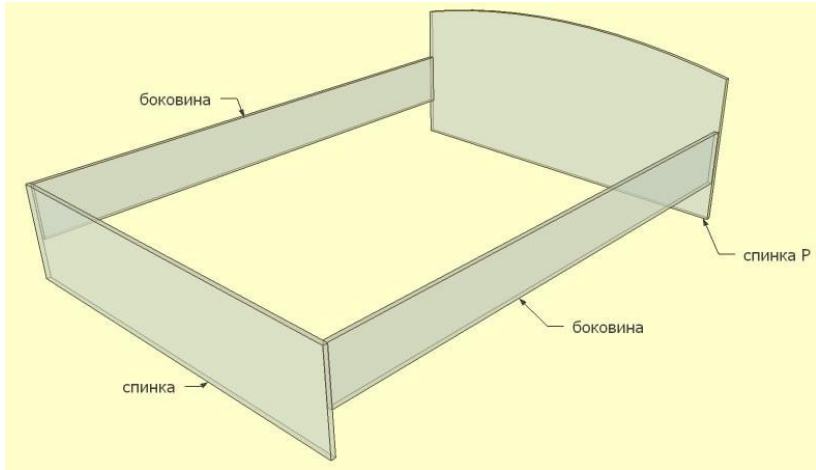


Рисунок 12.21

Обидві боковини втоплені на 2 мм. всередину. Спинки закриваються кромкою 2 мм. По контуру і тому боковини втоплюються. При цьому можна не встановлювати підп'ятники на спинку.

Замість внутрішньої частини можна також використати ортопедичну основу.



Рисунок 12.22



Краще спочатку з'ясувати точний розмір основи (у міліметрах), а потім розраховувати зовнішню частину. Внутрішні розміри треба робити приблизно на 5 мм. більше, ніж розміри ортопедичної основи.

В якості дна можна використати фанеру 6 мм. Тільки розташовувати її упоперек. Лист фанери зазвичай 1520x1520 мм. В середині до боковин, додатково треба закріпити або по парі кутників, або брусок для опори.

Збирати ліжко, як правило, на єврогвинт. Послідовність така: збирається зовнішня частина, потім внутрішня. Встановлюється внутрішня частина згори, вона ніби «одягається» на зовнішню і скручується. Можна також спочатку збирати внутрішній каркас, а потім навколо нього скручувати боковини і спинки, вкладати дно, далі матрац.

Деталювання

№	Найменування	А мм	В мм	Товщ	Кіл	Кром
1	спинка	1442	350	16	1	2 мм
2	спинка Р	1442	630	16	1	по конт. 2 мм
3	боковина	1910	200	16	2	2 мм
4	ніжка	1406	284	16	2	0,4 мм
5	ніжка Т	1406	368	16	1	по конт. 0,4
6	царга	600	134	16	4	0,4 мм
7	царга С	646	134	16	2	0,4 мм
8	дно	1900	696	16	2	по конт. 0,4

Фурнітура

Кромка ПВХ 2/19	16,0	м\п
Кромка ПВХ 0,4/19	32,0	м\п
гвинт конфірмат 7*50	32	шт
заглушка для єврогвинта	4	шт



ПВХ 0,4 - тонка пластикова кромка. ПВХ 2 мм — товста пластикова кромка.

Спинки ліжка можна прикрасити різними накладеними елементами, зробленими із ЛДСП, планок МДФ з різними вставками або без них.

Для такого ліжка зазвичай роблять пару приліжкових тумб.



12.6 Проектування фільтрчастих дверей (SolidWorks)

Деревина відноситься до одного із найпоширеніших будівельних матеріалів з багатовіковим досвідом застосування. Цьому неабиякою мірою сприяє те, що вона є екологічно чистим матеріалом, що самовідновлюється. Нині деревина не втратила свого значення і широко застосовується у будівництві, у тому числі при виготовленні елементів дверей у будівлях.

Деревина, як і інші будівельні матеріали, має свої переваги та недоліки.

Переваги:

- екологічність;
- наявність широкої, постійно поновлюваної сировинної бази;
- високий коефіцієнт конструктивної якості;
- декоративність;
- відносно мала щільність;
- низька теплопровідність;
- висока міцність;
- морозостійкість;
- малий коефіцієнт лінійного розширення уздовж волокон;
- стійкість до дії хімічно агресивних середовищ;
- легкість механічної обробки.

Недоліки:

- анізотропія будови;
- схильність загниванню і уаження комахами;
- горючість;



- зміна фізико-механічних характеристик під впливом різних чинників (волога, температура);
- усихання, розбухання, викривлення і розтріскування під впливом атмосферних дій;
- наявність вад матеріалу (сучки, тріщини та інші), що істотно знижують якість виробів і конструкцій;
- обмеженість сортаменту лісоматеріалів.

Найбільшу популярність у проектуванні та виготовленні дверей мають фільончасті двері. Вони солідні, міцні та забезпечують хорошу ізоляцію від шуму і сторонніх звуків.

Дизайн фільончастих дверей можна підібрати під будь-який проект житлових чи офісних приміщень - класика, модерн, хай-тек. Вони можуть мати цікаві різьблені рисунки, бути зашкленними наполовину або повністю. Скло у фільончастих дверях використовується матове з візерунками, прозоре, а також різноколірні - вітражі.

Не дивлячись на широке різноманіття таких дверей принцип їх конструкції практично однаковий. Фільончасті двері неможливо сплутати з іншими різновидами дверних полотен: завжди є присутньою видима рама і тонші вставки - фільонки.

Розглянемо конструкції фільончастих дверей, види фільонки і способи їх кріплення.

За функціональним призначенням. Це можуть бути входні або міжкімнатні двері, двері для житлових або громадських будівель, двері кухонних гарнітурів або вбиральнь. І залежно від функціоналу двері мають бути в міру міцними і володіти необхідними властивостями:



захисними, звукоізоляційними, водостійкими, вогнезахисними і навіть декоративними.

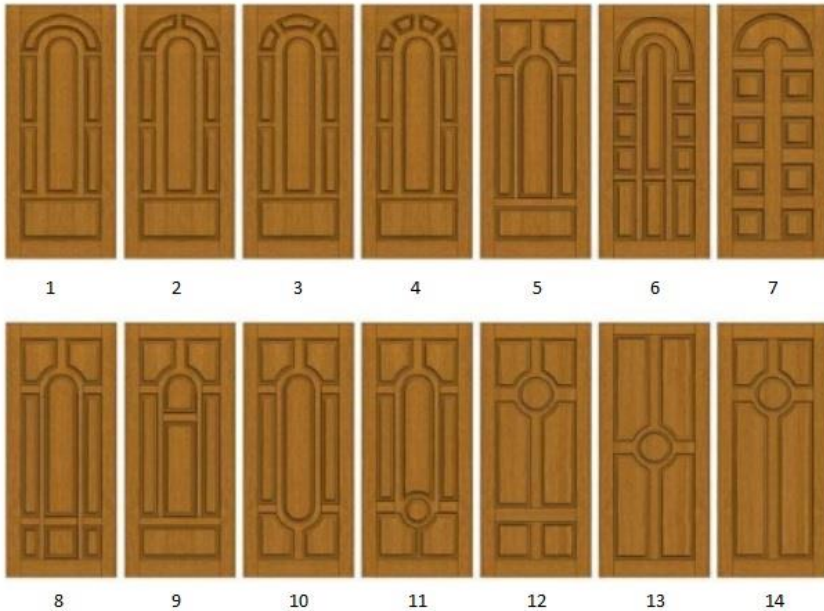


Рисунок 1

Складові елементи фільончастих дверей представлені різними контурами. Найбільш простою їх формою є квадрат або прямокутник, а складну - можна обмежити лише фантазією дизайнера і технічними можливостями виробника. В принципі, доступна будь-яка геометрія фільонки: круг, овал, трапеція, багатокутник та і.

На ексклюзивних моделях дверей нерідко зустрічаються складні, цікаві форми елементів, які виготовляються за індивідуальним замовленням. Для цього виконуються розрахунки, складаються креслення і робиться їх погодження із замовником.

Перевагами фільончастих дверей є:



- естетичний і декоративний зовнішній вигляд;
- зменшення ваги полотна за рахунок використання тонкої вставки замість важкої деревини;
- можливість заміни і реставрації елементів конструкції;
- довговічність, оскільки цілісний масив м'яких порід може розсихатися вже впродовж декількох років, а вставка з іншого матеріалу зводить це нанівець;
- здешевлення вартості за рахунок зменшення кількості використовуваного у виробництві матеріалу і заміни дорогих деталей на менш вартісні аналоги.

Розглянемо детальніше вхідні та міжкімнатні двері. При проектуванні, тип і розміри дверей вибираються за каталогами з урахуванням необхідної пропускної спроможності, габаритів меблів і устаткування.

Для внутрішніх дверей передбачена висота 2000, 2100, 2200 і 2300 мм.

Однопольні двері приймають шириною 600, 700, 800, 900 і 1000 мм; двухпольні - 1200, 1400 і 1800 мм. Двері службових та інших спеціальних приміщень, які не є евакуаційними (підвальні, шафові та ін.), можуть мати висоту 1200 і 1800 мм.

Міжкімнатні фільтрчасті двері.

Дверні коробки складаються із обв'язування, що має чверті для навішування дверних полотен. Глибина чвертей - 15 мм, ширина відповідає товщині полотна. Для внутрішніх дверей нижній брусок обв'язування (поріг) можна не виготовляти. За наявності фрамуги в дверну коробку вводять горизонтальний середник (імпост).

Дверні коробки в отворах стін кріпляться цвяхами, шурупами, йоршами, найчастіше - забитими в отвори дерев'яними пробками, просоченими антисептиками. У



сучасній практиці застосовують і саморізи, дюбелі, які пристрелені в матеріал стіни (перегородки).

Проміжок між коробкою і стіною (перегородкою) заповнюється наповнювачами, герметиками, закриваються наличниками (це - профільовані дошки, погонні елементи з пластмаси, металу).



Рисунок 2

Конструкція фільончастих дверей.

Конструкція фільончастих міжкімнатних дверей складається з декількох окремих деталей, які допомагають зберегти жорсткість і геометричну стабільність полотна при зміні режиму вологості або температурного режиму в приміщенні. Секрет полягає у тому, що фільонка не має жорсткого кріплення із обв'язуванням, а габарити фрагментів мають дещо менші розміри, у порівнянні з відстанню між настановними пазами.



Важливим моментом є той факт, що міжкімнатні фільончасті двері мають порівняно невелику вагу. При цьому їх шумоізоляція має досить хороші показники.

Фільончасті полотна виглядають значно привабливіше за плоскі вставки, що фрезеруються невитюватим малюнком.

У фільончастих дверях об'ємні та фігурні вставки з вишуканими лініями додатково прикрашаються:

- вирізами, що є фасонними профілями;
- фасками, що мають кромки для художньої виразності.

Обв'язувальний каркас полотен найчастіше виконується з масиву деревини або клеєного бруса. Бічні елементи рами скріплюються з поперечками і середниками за допомогою шпильок або нагелів (чопиків), залежно від матеріалу виготовлення. Деталі обв'язування можуть мати різну ширину і товщину, яка має бути достатньою для розміщення фільонок.

Залежно від варіанту установки і матеріалу фільонки, фрагменти в готову раму монтуються в цехових умовах або за місцем.

Їх кріплять двома способами:

- елементи по черзі вставляють в пази, що заздалегідь прорізають у боковинах, середниках і поперечках;
- вставки фіксують за допомогою декоративних планок або штапиків, на кшталт скла у віконних рамах.

Цей варіант дозволяє без проблем робити заміну фільонки в полотні при ушкодженні якого-небудь фрагмента або у разі оновлення дизайну дверей.



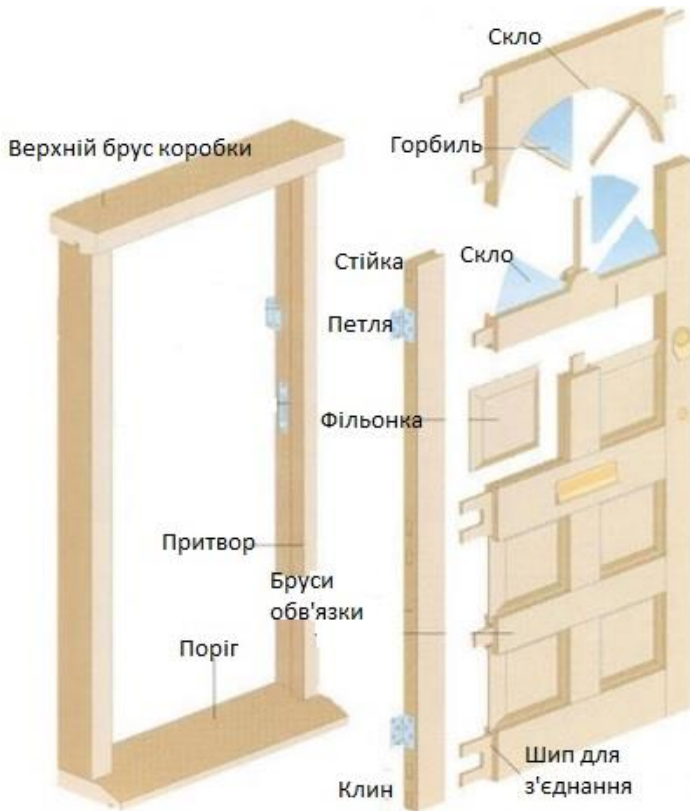


Рисунок 3

Види фільонок.

При виготовленні фільончастих дверей вставні фрагменти виготовляють:

- гладкими, що мають рівномірну товщину по усій площі. Вони можуть додатково прикрашатися окладними накладками. У міжкімнатних дверях декоративні штапики часто виконують функцію кріплення конструктивних деталей;



- фігарейними, що вирізняються опуклою середньою частиною і тонкими кромками;
- наплавними, виконаними із елементів тієї ж товщини, що і каркасна рама. Такі фільонки характерно виступають з одного боку полотна за межі площини дерев'яного каркаса, а з іншого - утоплюються у ньому. На утеплені двері, збірні накладні деталі встановлюють із двох сторін, а простір між ними заповнюють теплоізолюючим матеріалом.

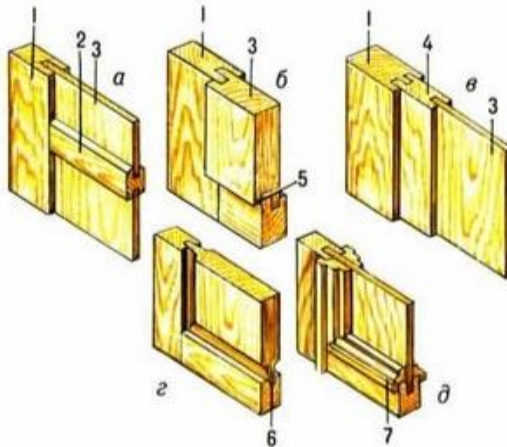


Рисунок 4

У міжкімнатні двері встановлюють одинарні фільонки, оскільки вони не потребують додаткового утеплення, хоча для поліпшення шумоізоляції використовують подвійні вставки, між якими залишають повітряний прошарок або укладають шар звукоізолюючого матеріалу

Привабливість фільончастих дверей не викликає сумніву. А полотно, виготовлене з деревини, набуває неповторності завдяки природному рисунку волокон і



дарує приємні відчуття, характерні для більшості натуральних матеріалів.

Міжкімнатні фільончасті двері виготовляються із різних порід дерева, а їх вибір залежить від місця установки конструкції.

Матеріалом для виготовлення дверних полотен можуть слугувати різні породи дерев, такі як сосна, береза, бук, ясен, дуб.

Вибір кольору і фактури деревини залежить від смаку замовника і її відповідності до інтер'єру приміщення. У будь-якому випадку, існує безліч варіантів тонування деревини спеціальними лаками.

Деревина ділиться на чотири основні типи твердості:

- м'яка деревина - ялина, сосна;
- середньо тверда деревина - горіх, модрина, груша, чорна сосна;
- тверда деревина — ясен, тис, дуб;
- дуже тверда деревина - бук.

Від твердості деревини залежить її здатність приймати цвяхи і склеюватися, а також, найголовніше, довговічність і зносостійкість. Чим твердіше деревина, тим акуратніше слід працювати з нею із-за можливого розтріскування. М'яка деревина добре приймає цвяхи, але менш зносостійка.

Клеєні матеріали менш схильні до дії доквілля. Так, існують матеріали, створені на основі деревних компонентів і відходів деревообробної промисловості, які можуть бути використані для виготовлення кронштейнів, їх окремих частин і елементів декору:

- клеєна фанера - шаруватий матеріал отримуваний склеюванням по товщині декількох шпон деревини, товщиною 1,2-1,9мм;



- меблевий щит - зборка з декількох дошок (ламелей) виготовлених з масиву дерева, товщиною 18,28,40мм;
- ДСП (деревностружкова плита) - продукт деревного походження, утворений пресуванням деревних часток з використанням органічних еднальних в умовах високого тиску і температури, товщиною від 3 до 70мм;
- МДФ (мілкодисперсна фракція) - деревноволокниста плита середньої щільності - продукт деревного походження, утворений пресуванням деревних волокон з використанням органічних еднальних в умовах високого тиску і температури, товщиною від 5 до 38мм.

Першим етапом створення фільончастих дверей є ескізування. В ході роботи розробляється декілька варіантів дверей і способи їх декорування. Ескізуються також варіанти декоративних фільонок.

Визначаються габаритні розміри дверного полотна. Для створення обв'язування створюються стійкові бруски у кількості двох штук, з необхідним профілем. Далі створюються царги у кількості 3-х штук із необхідними контр-профілями для якісного зчеплення із стійковими брусками і пазами для кріплення фільонок. На місці з'єднання обв'язування і царги робляться фаски, які візуально зменшують щілини.

Залежно від наявності або відсутності декоративних елементів, формується і технологія виготовлення. Якщо барельєф на фільонці займає велику площу, то необхідно спочатку створити контр-профіль із подальшою обробкою на фрезерному верстаті. Якщо декоративний елемент займає невелику площу, то технологічно правильнішим



буде запроектувати декор накладним. Накладний рельєф може бути виготовлений з дерева, пластика, гіпсу.

Далі йде процес складання, він виконується наступним чином. З'єднання фільонок з обв'язувальною рамою робиться за принципом конструктора. Спочатку один із вертикальних брусів стикується з нижньою поперечкою або царгою. Після цього, з окремих елементів за схемою набирається полотно методом профіль-контр-профіль.

Деталі підганяються щільно, але з невеликим зазором (біля 2мм), призначеним для можливого розширення деревини при зміні вологості.

Для якісного зчеплення усіх елементів дверей, після їх складання, вони переміщуються у вайму - спеціальне пристосування для стискання. Витримується необхідний час до повного висихання клею. Для створення міцнішої конструкції, з торця обв'язування просвердлюють отвори, щоб притягнути стійки до верхньої і нижньої царг. Завершальним етапом є чистова обробка і накладання декоративних елементів.



ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ

2 частина



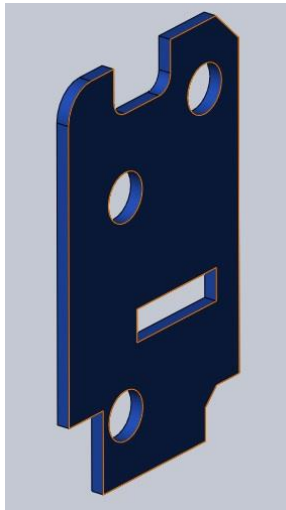
Практична робота 1.

Назва «Пластина»»

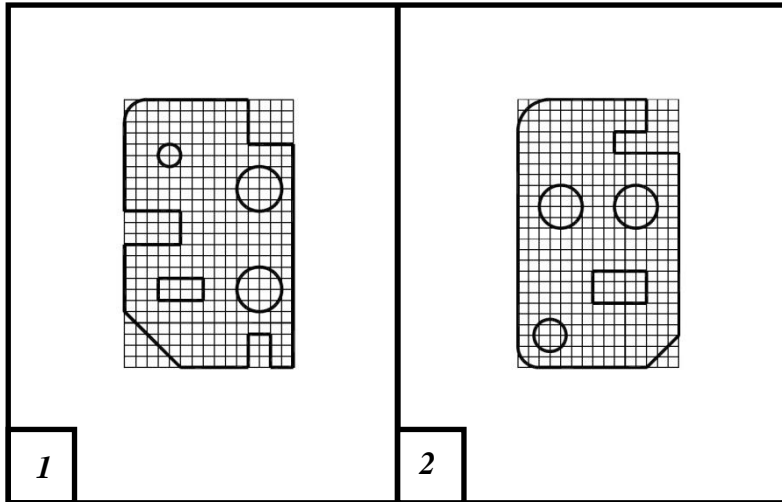
Завдання: Задано зображення пластини товщиною 4мм. У програмі **SolidWorks** побудувати 3D модель пластини за розмірами. Розміри розрахувати, враховуючи, що розмір сторони клітини - 5мм. Виконати кресленик пластини та нанести розміри і всі прив'язки. Показати товщину пластини відповідно до стандарту. Винести на креслення 3D модель пластини.

Мета роботи: Закріплення навичок побудови 3D моделей об'єктів у програмі **SolidWorks**. Закріплення навичок побудови креслеників об'єктів за моделлю у програмі **SolidWorks**. Закріплення навичок нанесення осей, розмірів, прив'язок, формування текстів на креслениках.

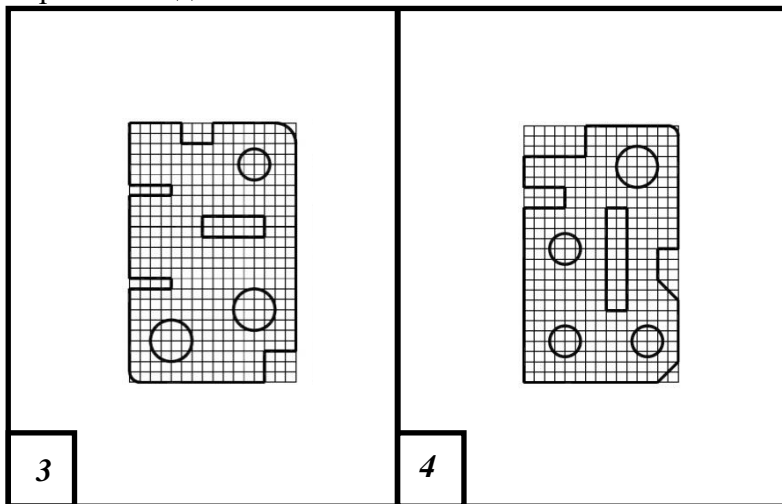
3D модель пластини



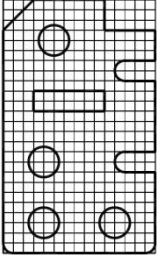
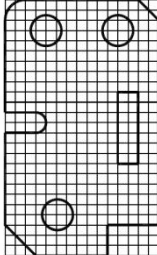
Варіанти завдання



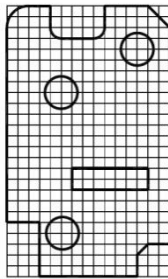
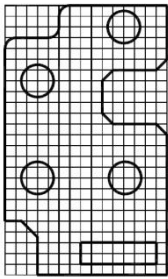
Варіанти завдання



Варіанти завдання

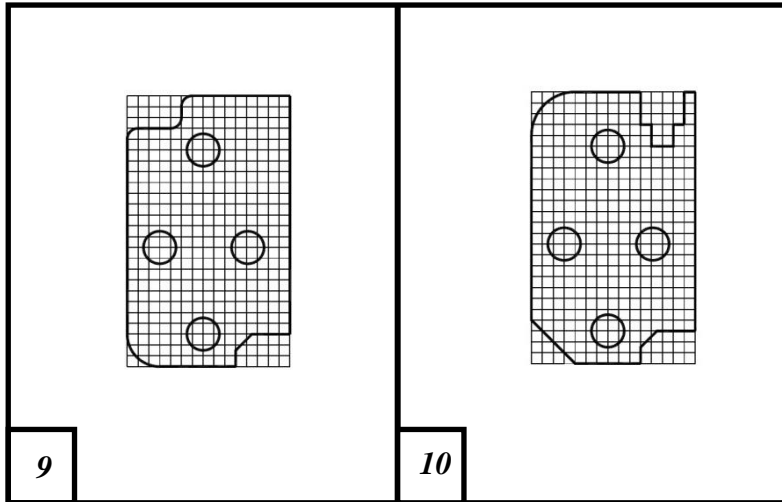
	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">5</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">6</div>

Варіанти завдання

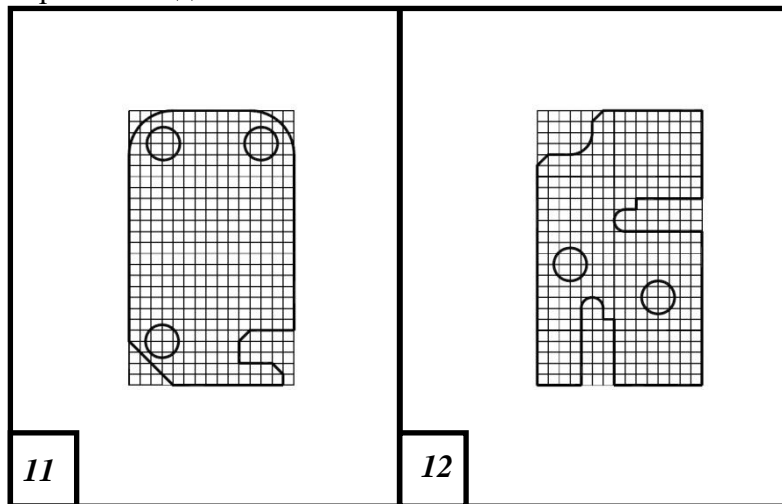
	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">7</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">8</div>



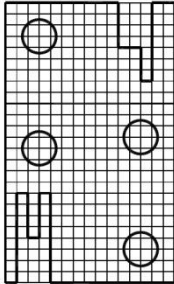
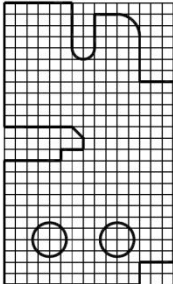
Варіанти завдання



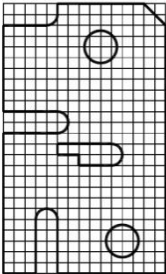
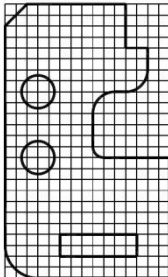
Варіанти завдання



Варіанти завдання

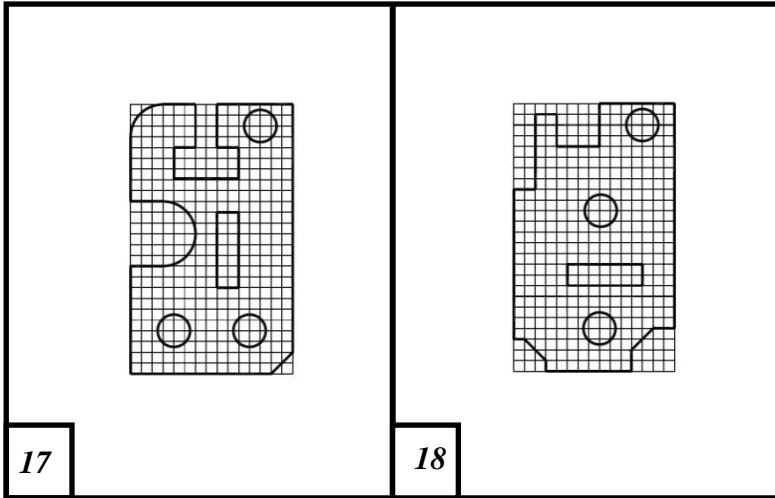
 <p data-bbox="165 614 221 683">13</p>	 <p data-bbox="546 614 602 683">14</p>
---	---

Варіанти завдання

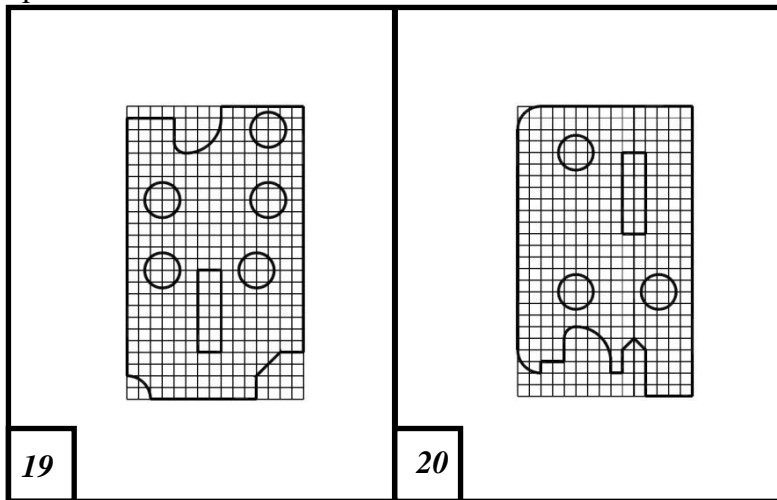
 <p data-bbox="160 1268 216 1337">15</p>	 <p data-bbox="546 1268 602 1337">16</p>
--	--



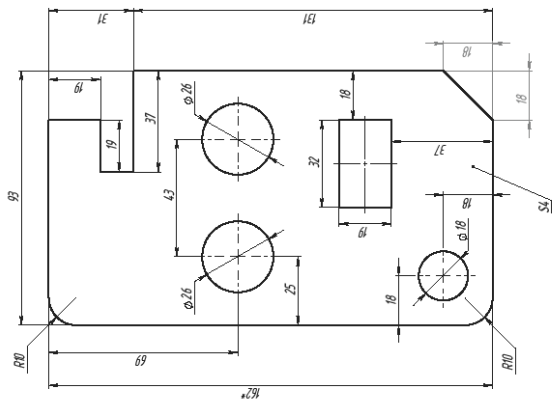
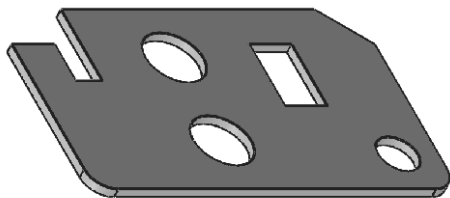
Варіанти завдання



Варіанти завдання



ЗРАЗОК виконання завдання



№	Дат.	№	Вид	№	Дат.	Лист	Маса	Масштаб
			Розроб.					1:1
			Перевір.					Лист
			Директор					Листів
			Т. констр.					№/13 зр. М-12
			Н. констр.					
			Зроб.					



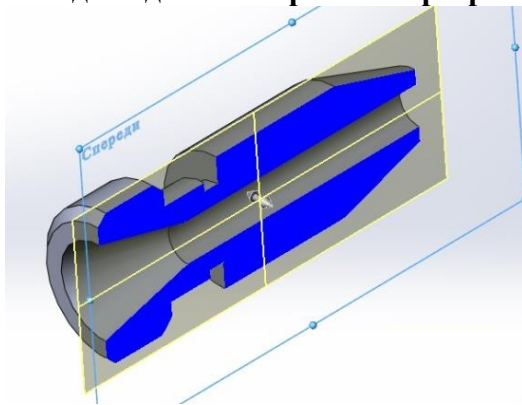
Практична робота 2.

Назва «Деталь обертання»

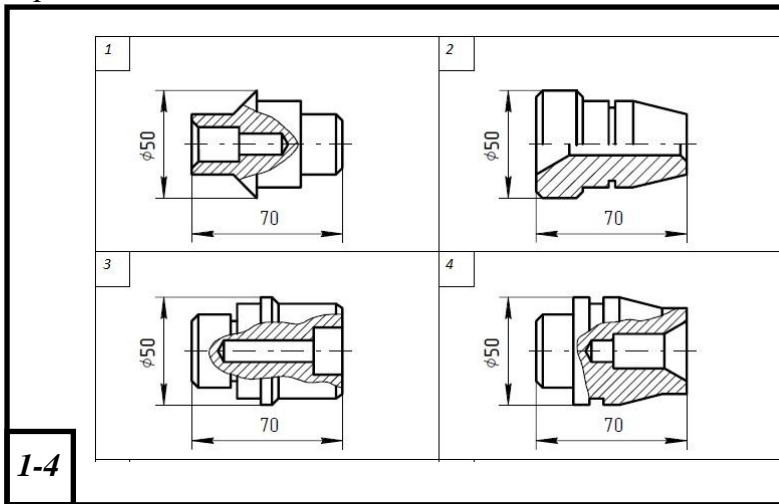
Завдання: Задано зображення деталі обертання із необхідним розрізом та її габаритні розміри. Відповідно габаритним розмірам, у пропорціях визначити розміри всіх окремих складових фігури обертання. У програмі **SolidWorks**, за розрахованими розмірами, побудувати 3D модель деталі за допомогою функції «бобишка повернути». Виконати 2D кресленник деталі. Відтворити потрібні розрізи. Нанести на креслення осі та розраховані розміри відповідно вимогам стандарту.

Мета роботи: Освоєння методики визначення, за габаритними розмірами фігури, розмірів всіх її елементів. Закріплення навичок побудови 3D моделей об'єктів у програмі **SolidWorks**. Закріплення навичок побудови креслеників об'єктів за моделлю у програмі **SolidWorks**. Освоєння способів побудови на кресленнях всіх видів простих розрізів у програмі **SolidWorks**. Закріплення навичок нанесення осей, розмірів, прив'язок, формування текстів на креслениках.

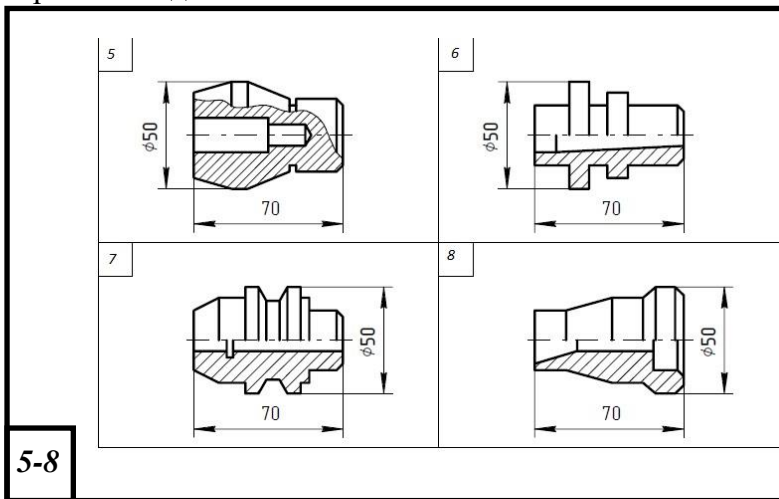
3D модель деталі обертання з розрізом



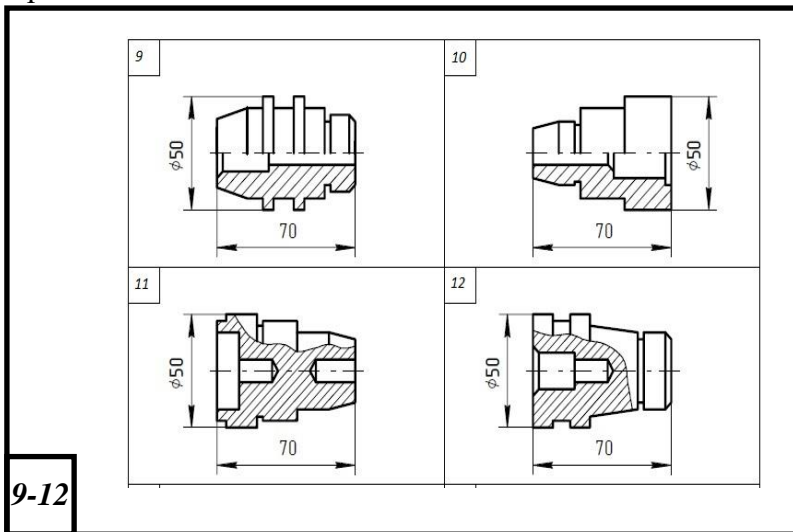
Варіанти завдання



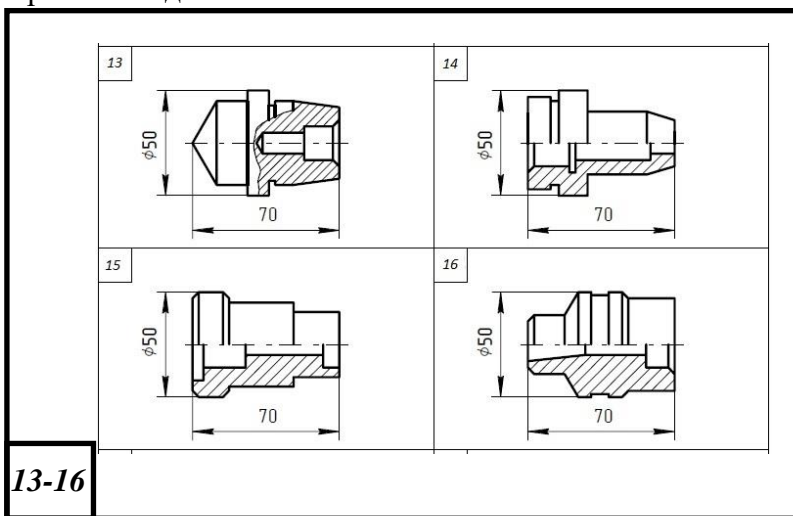
Варіанти завдання



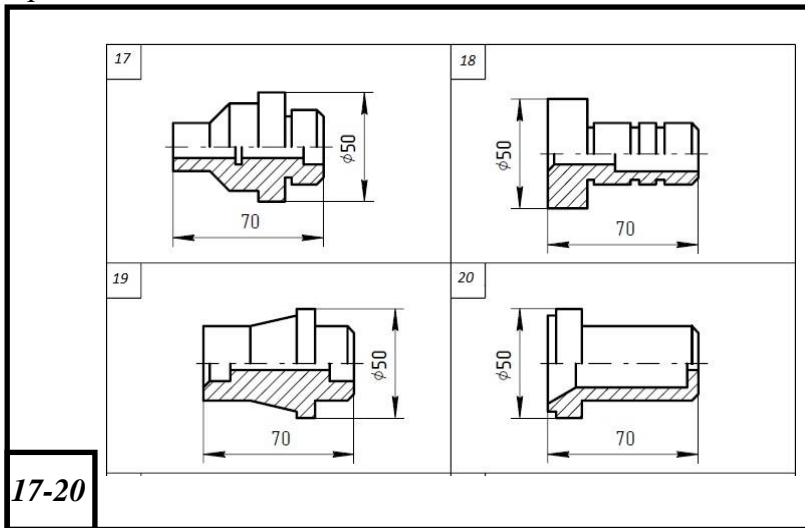
Варіанти завдання



Варіанти завдання

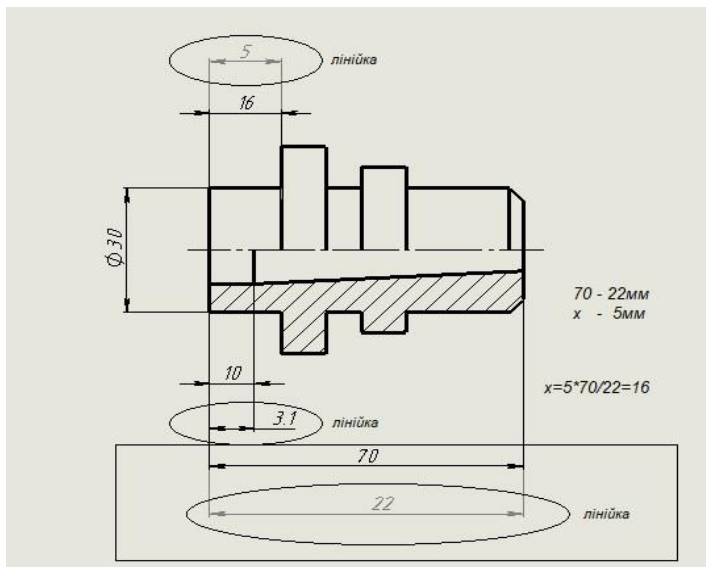


Варіанти завдання

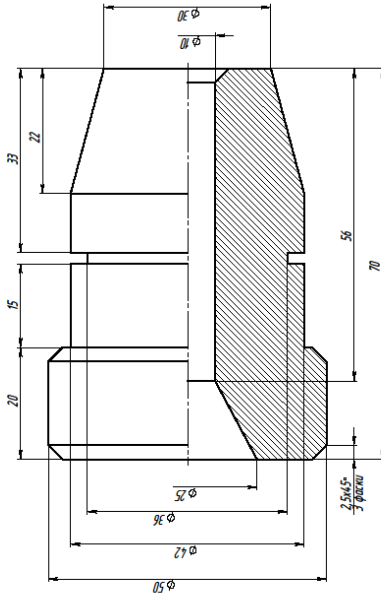


17-20

Принцип визначення розмірів за габаритами



ЗРАЗОК виконання завдання



Лист	Маса	Масштаб
Деталь обертання		
Зм. Лист	№ Всього	Лист
Розробив	Бачинь Р. О.	21
Перевірив	Пустовий С. І.	Лист
Г. номер		Лист
М. номер		
Змін		
/НТУ зр. М-12		



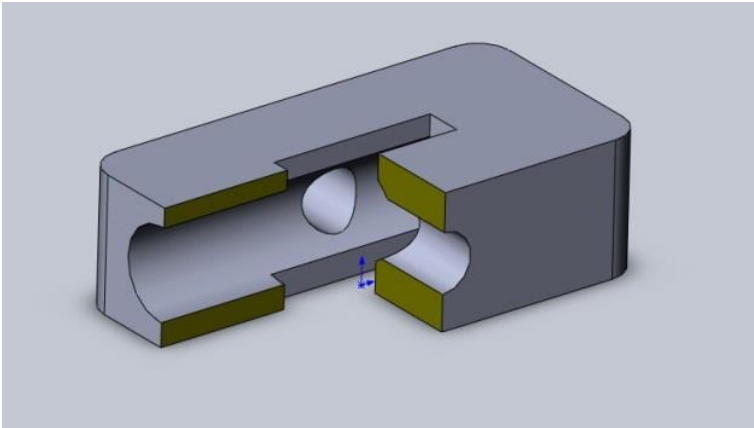
Практична робота 3.

Назва «Прості розрізи»

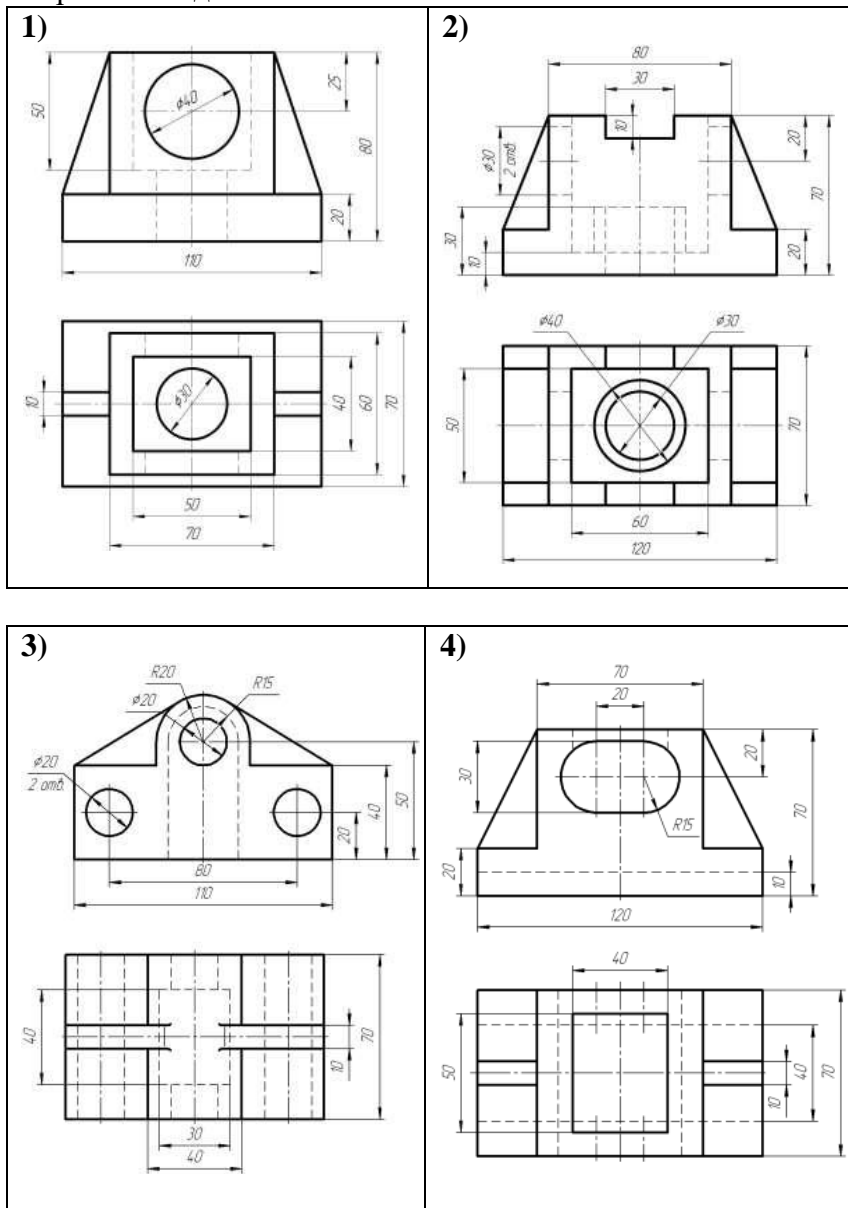
Завдання: Задано два види деталі із нанесеними розмірами. У програмі **SolidWorks**, за заданими розмірами, побудувати 3D зображення деталі та 3D зображення деталі із вирізом чверті. Побудувати три види деталі із необхідними простими розрізами. Нанести на види осі та розміри.

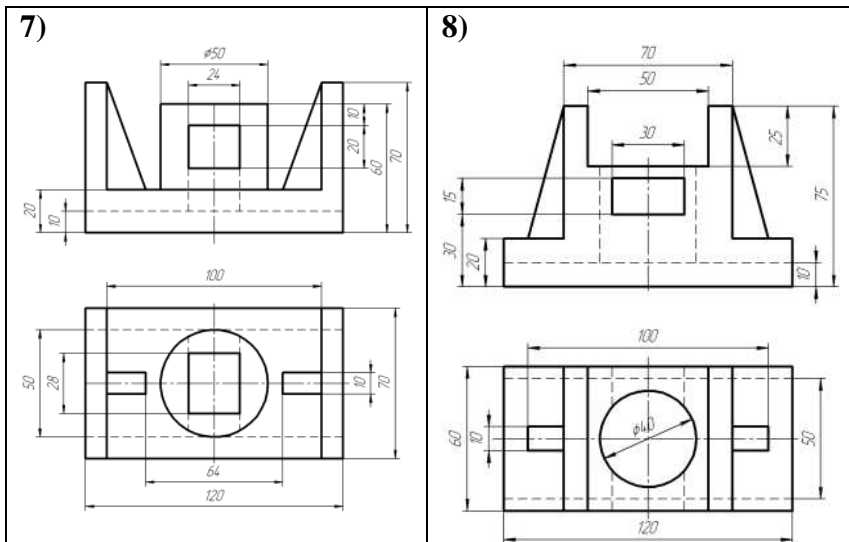
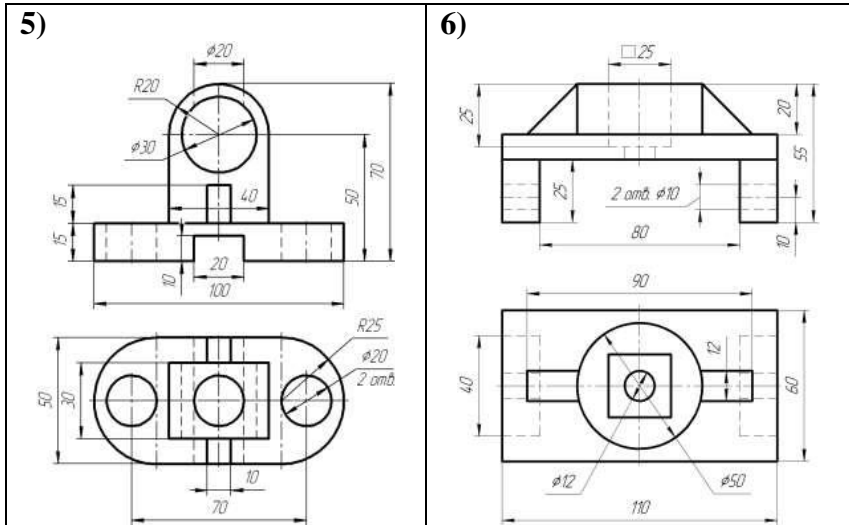
Мета роботи: Освоєння навичок правильної побудови розрізів. Закріплення знань методів відображення розрізів у програмі **SolidWorks**. Закріплення навичок побудови 3D моделей об'єктів і способів перегляду в моделях внутрішньої будови. Закріплення навичок побудови креслеників об'єктів за моделлю у програмі **SolidWorks**. Освоєння способів побудови на кресленнях простих розрізів у програмі **SolidWorks**. Закріплення навичок нанесення осей, розмірів, прив'язок, формування текстів на креслениках.

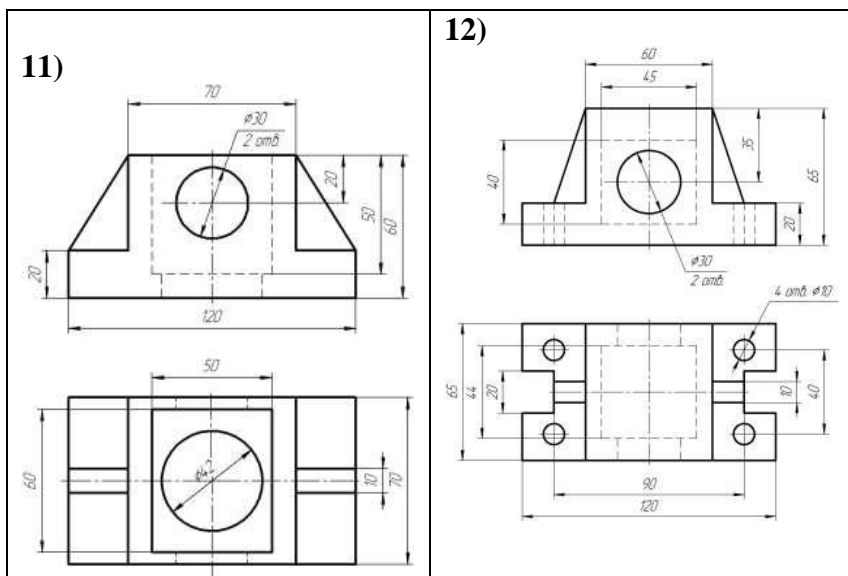
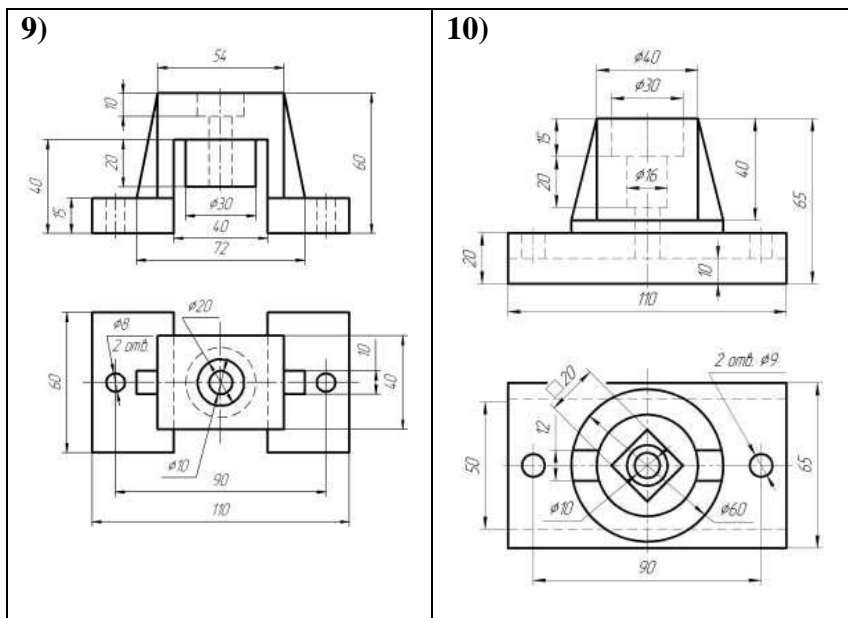
3D модель деталі із вирізом чверті

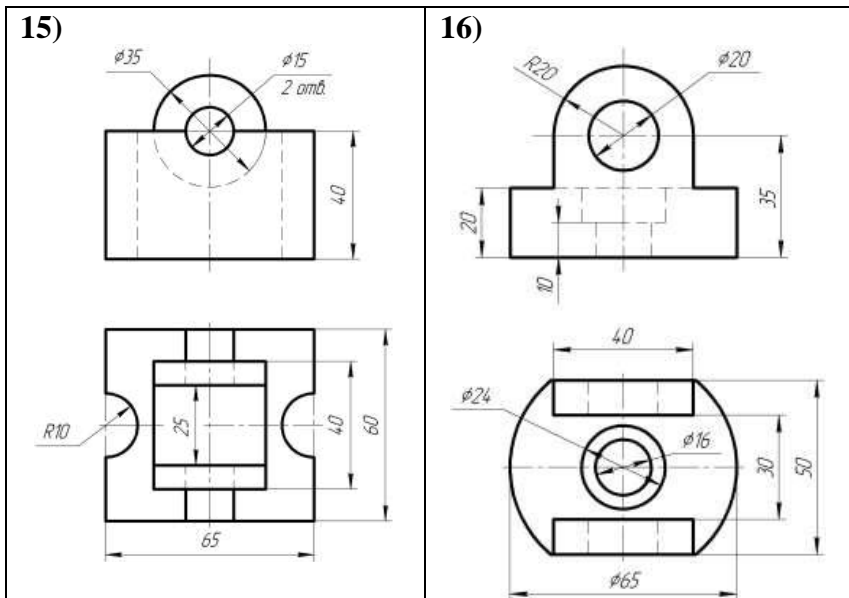
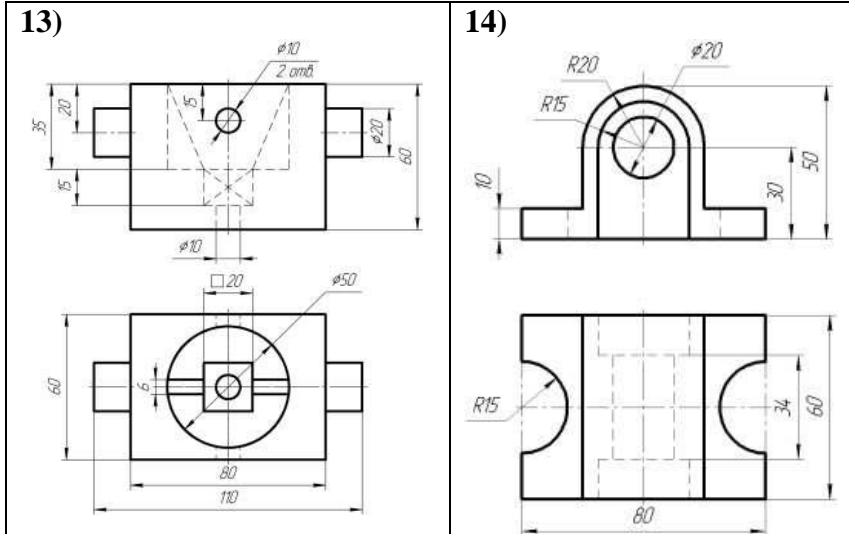


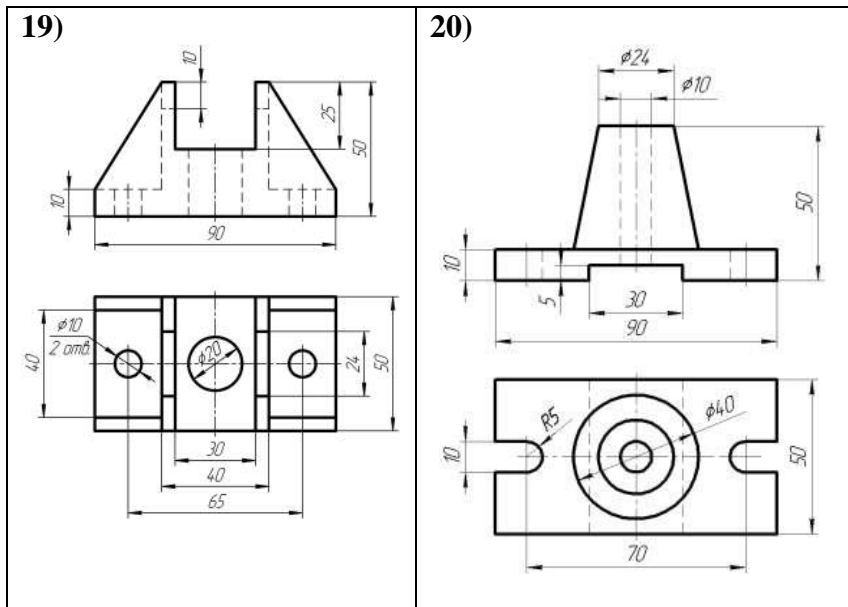
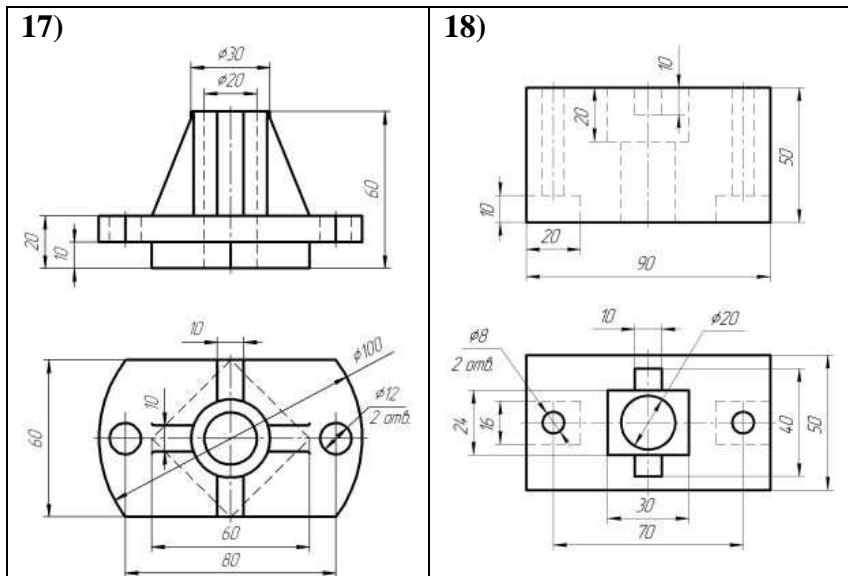
Варіанти завдань

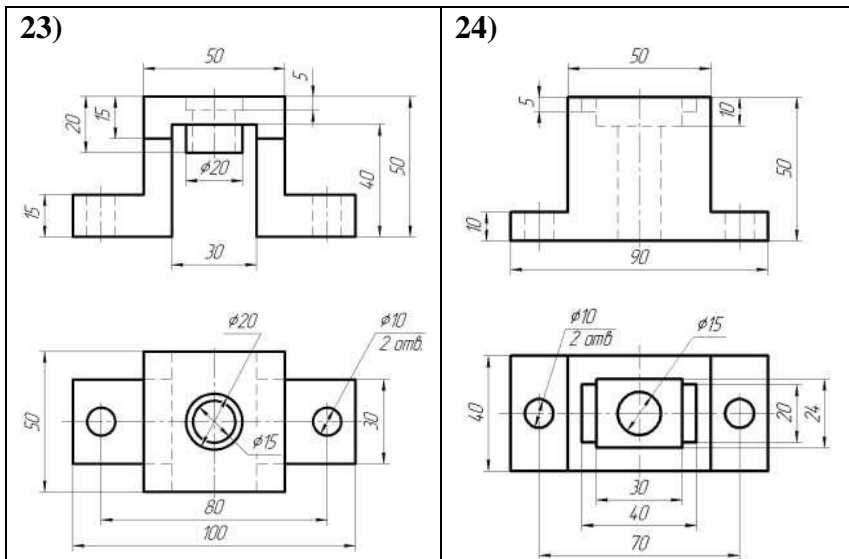
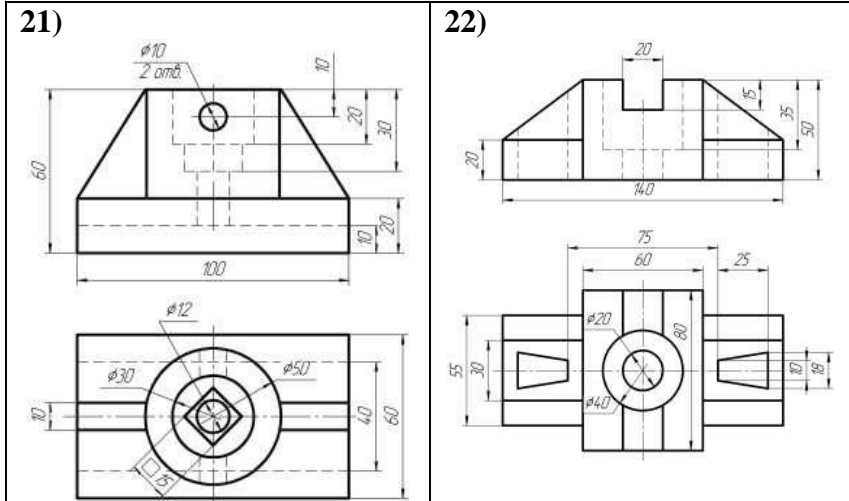


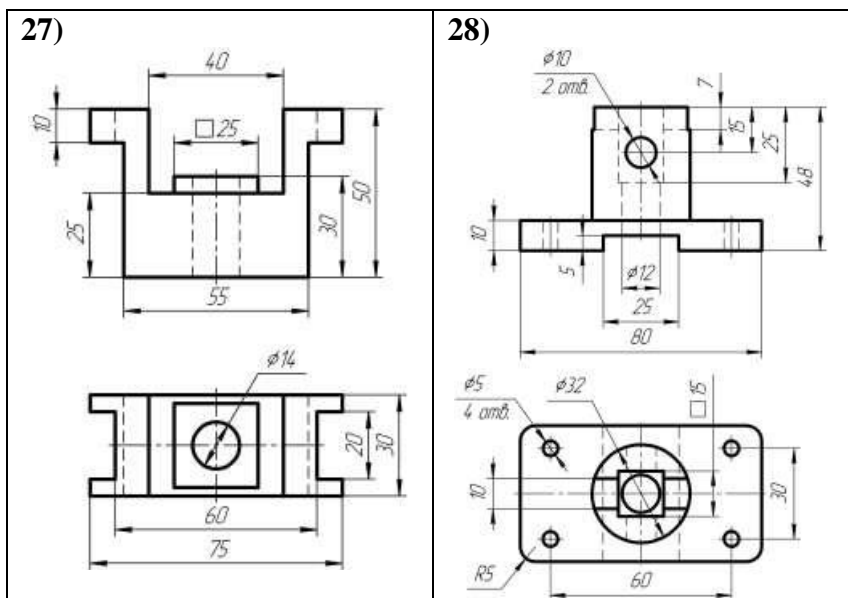
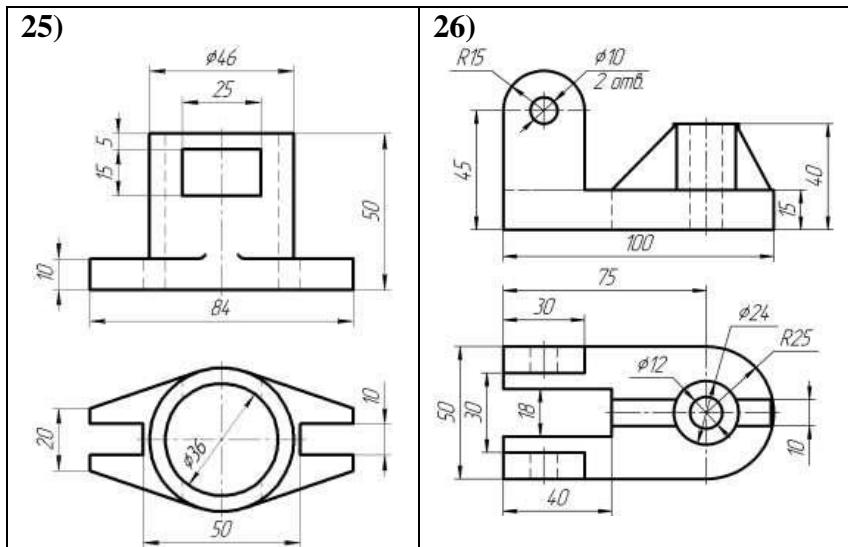












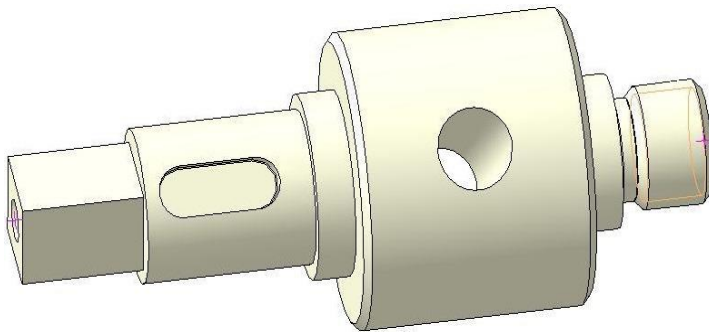
Практична робота 4.

Назва «Вал 1»

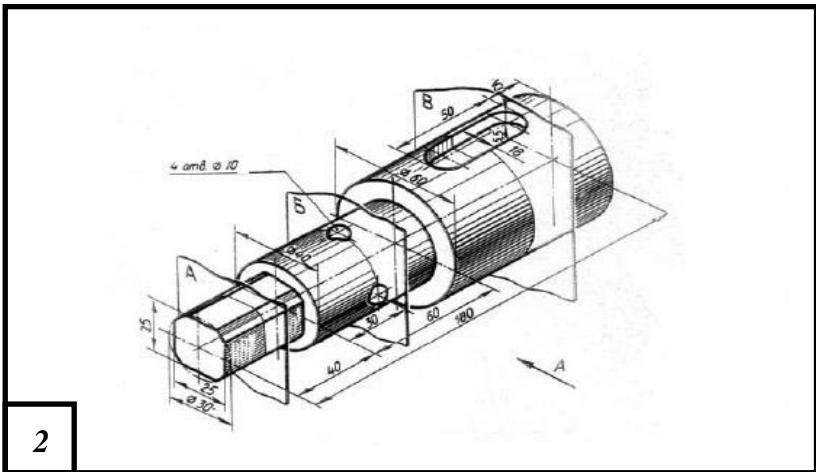
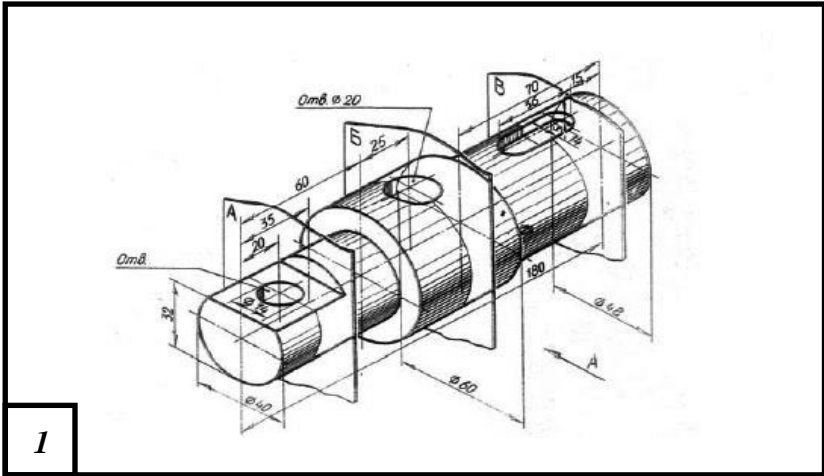
Завдання: Задано 3D зображення деталі типу «Вал» із нанесеними січними площинами та необхідними розмірами. У програмі **SolidWorks** виконати 3D модель деталі типу «Вал» за розмірами та 2D кресленик валу. Побудувати на 2D кресленіку необхідні задані перерізи та нанести розміри, осі, прив'язки, написи.

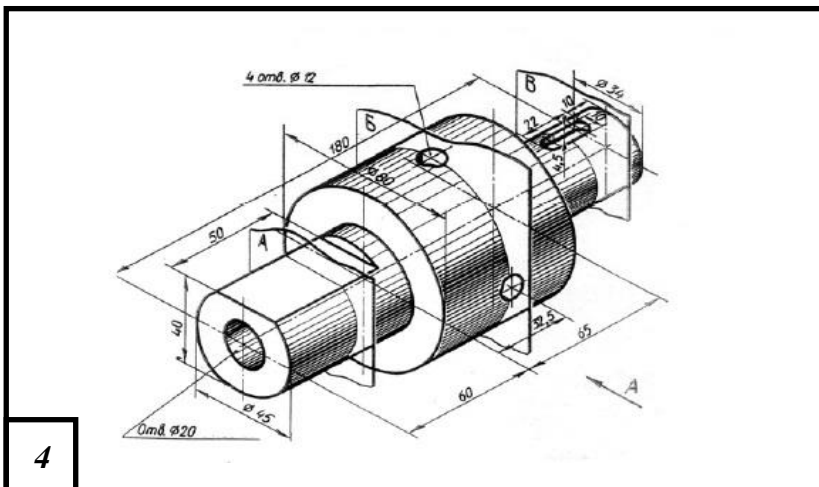
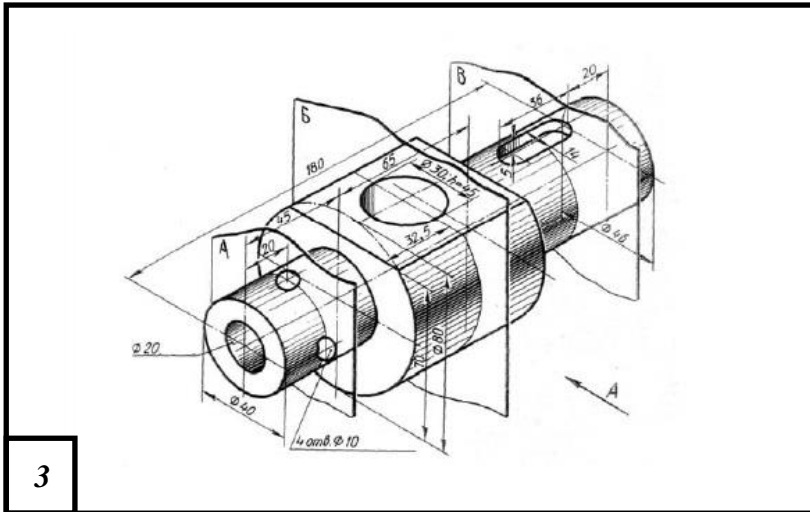
Мета роботи: Освоєння навичок побудови моделей та зображення на кресленіку деталей типу «Вал». Закріплення знань методів відображення перерізів та розрізів у програмі **SolidWorks**. Закріплення навичок побудови 3D моделей об'єктів. Закріплення навичок побудови креслеників об'єктів за моделлю у програмі **SolidWorks**. Освоєння способів побудови на кресленнях розрізів і перерізів у програмі **SolidWorks**. Закріплення навичок нанесення осей, розмірів, прив'язок, формування текстів на кресленіках.

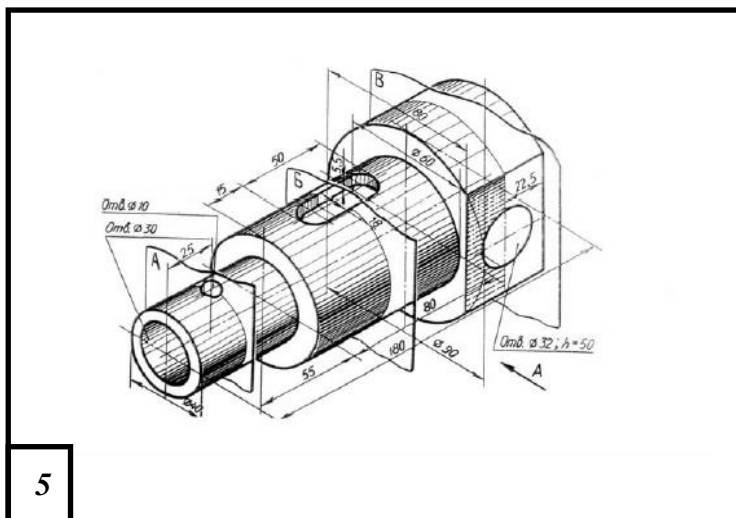
3D модель деталі типу «Вал»



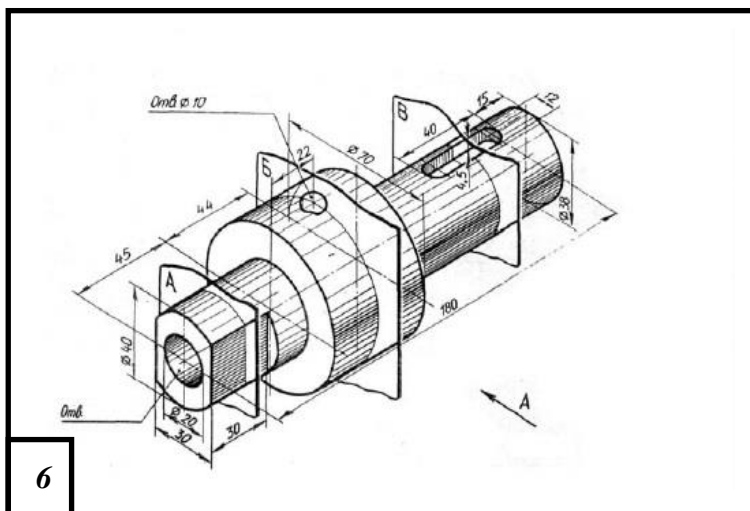
Варіанти завдання





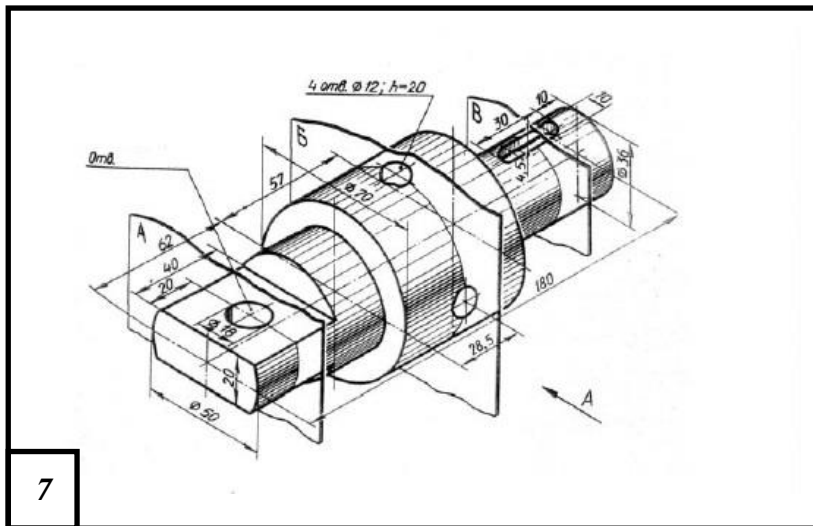


5

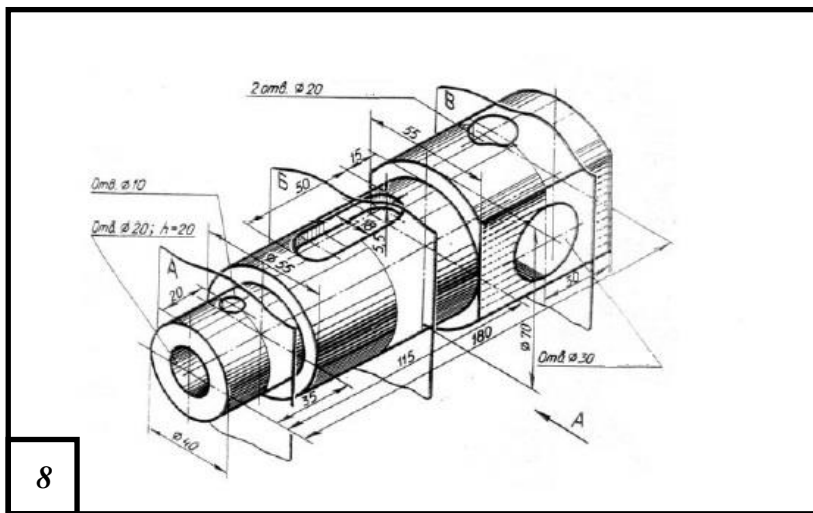


6



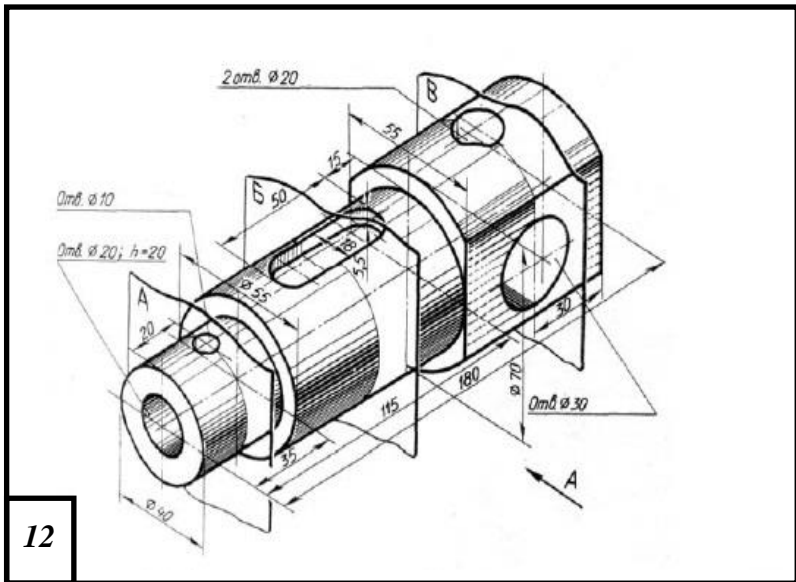
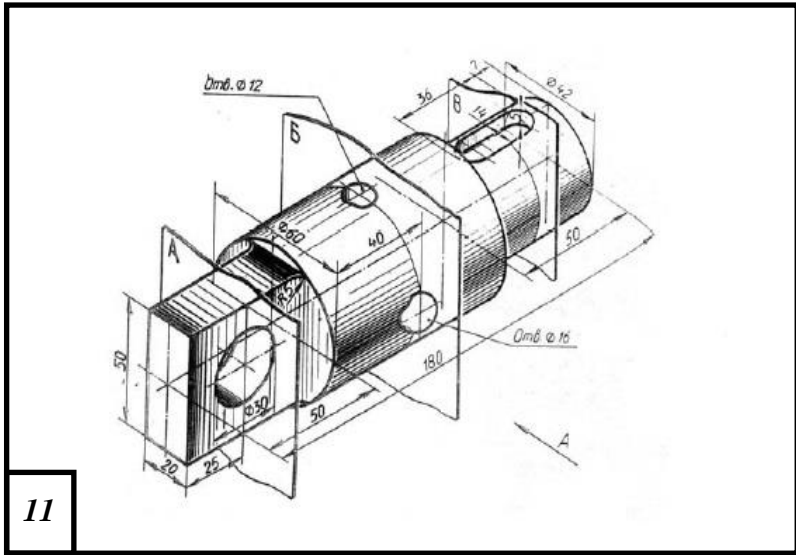


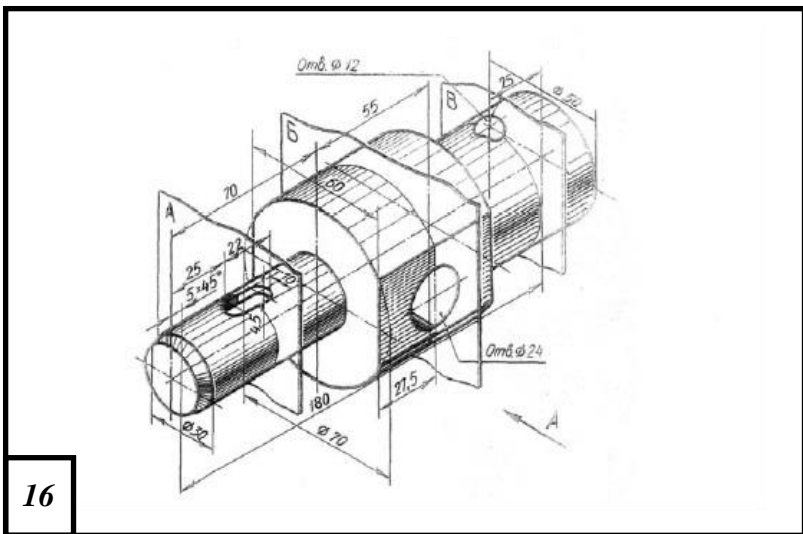
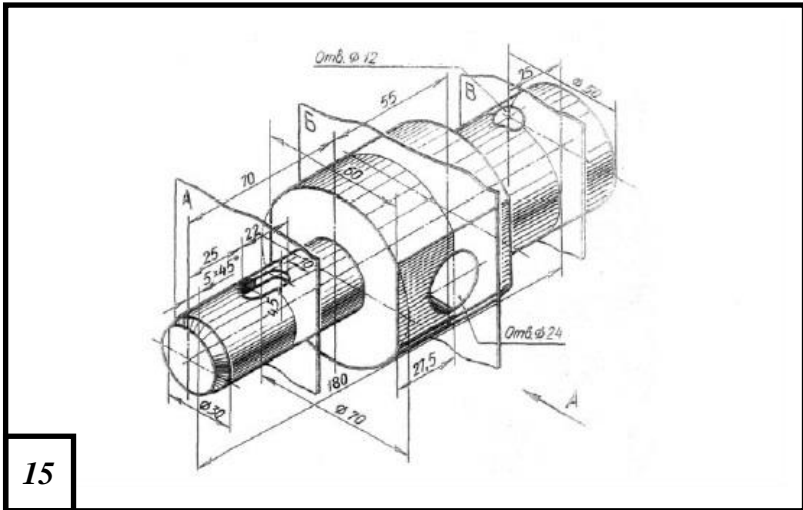
7

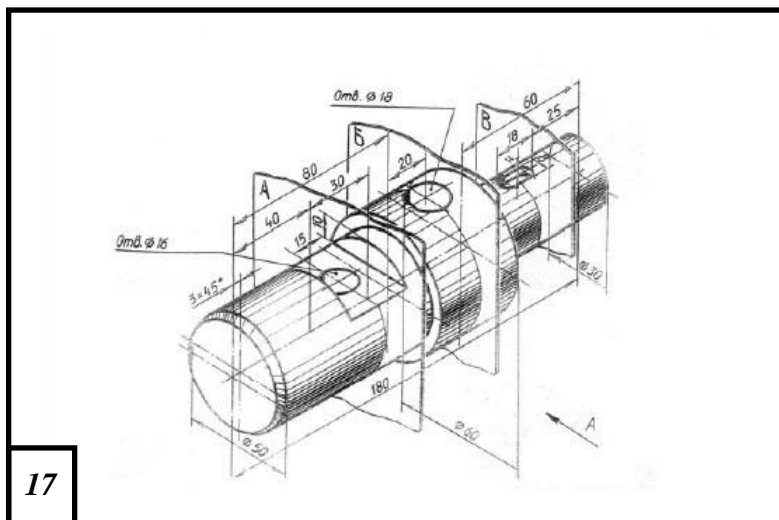


8

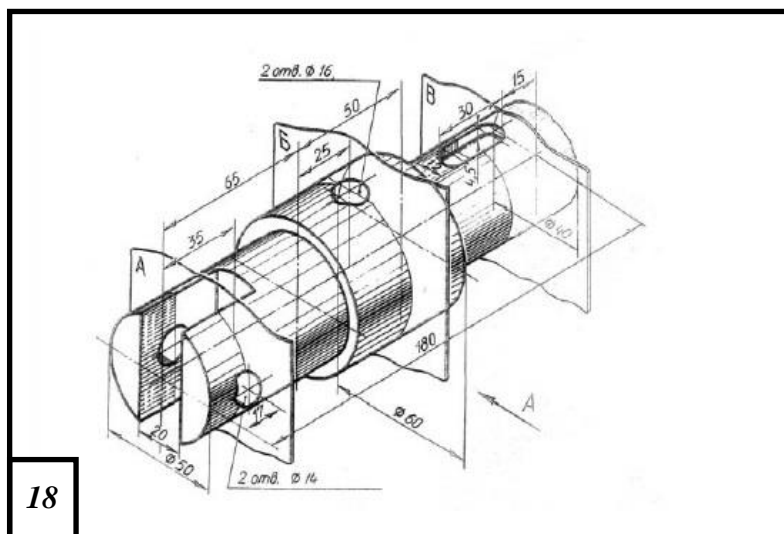






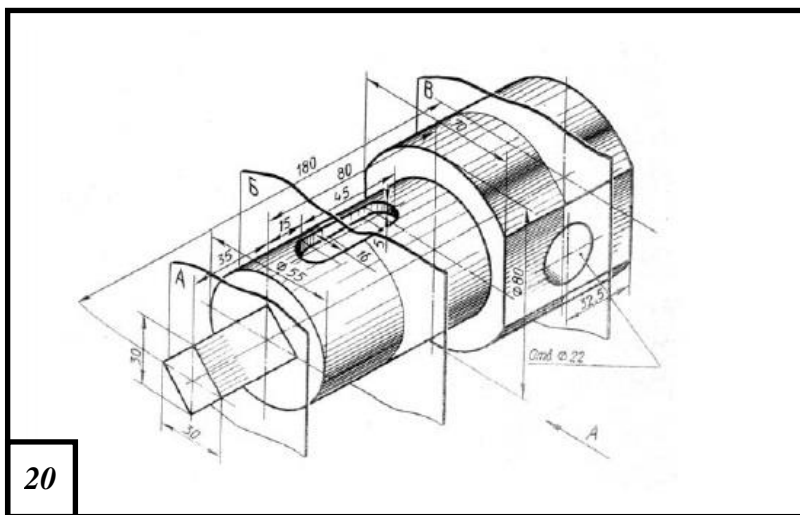
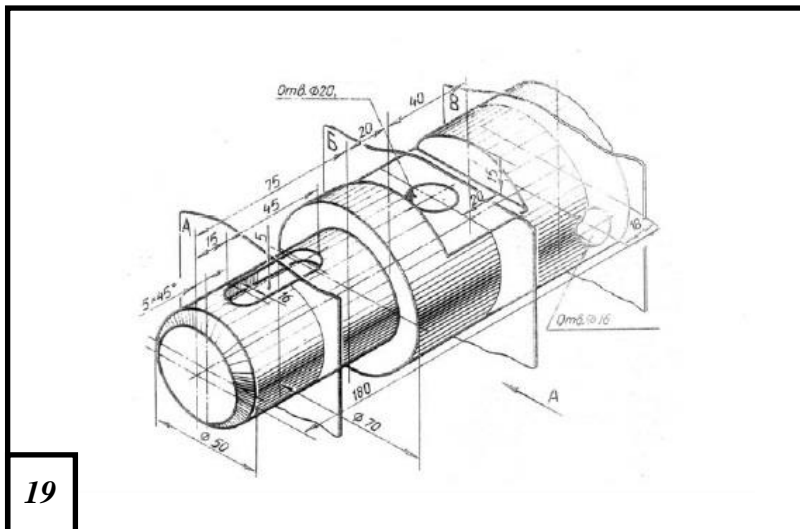


17

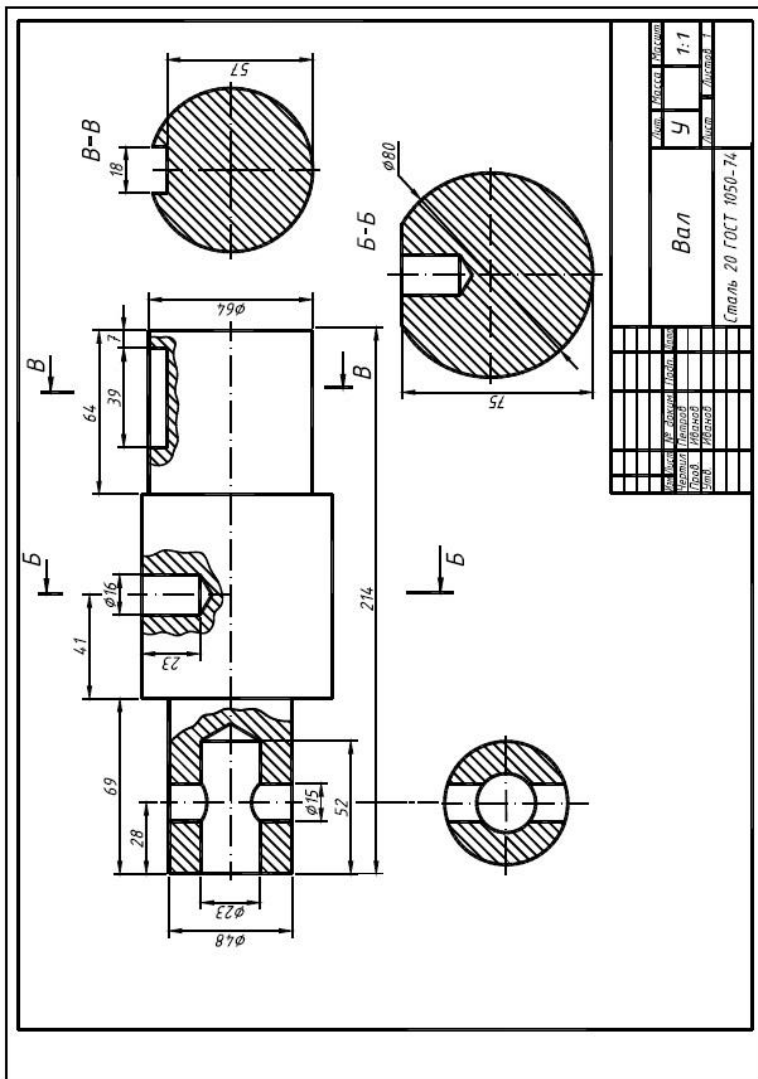


18

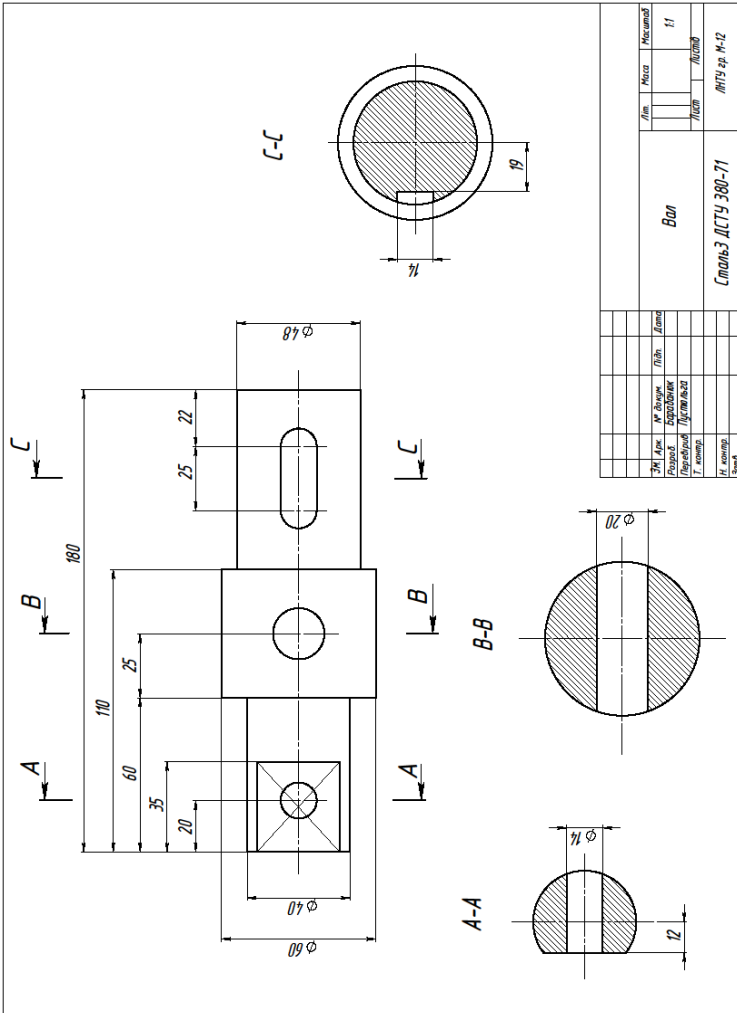




Зразок виконання завдання



ЗРАЗОК виконання завдання в SolidWorks



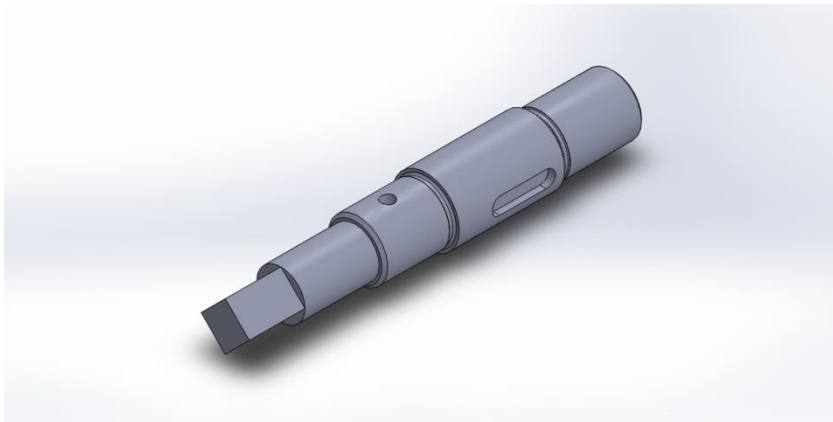
Практична робота 5.

Назва «Вал 2»

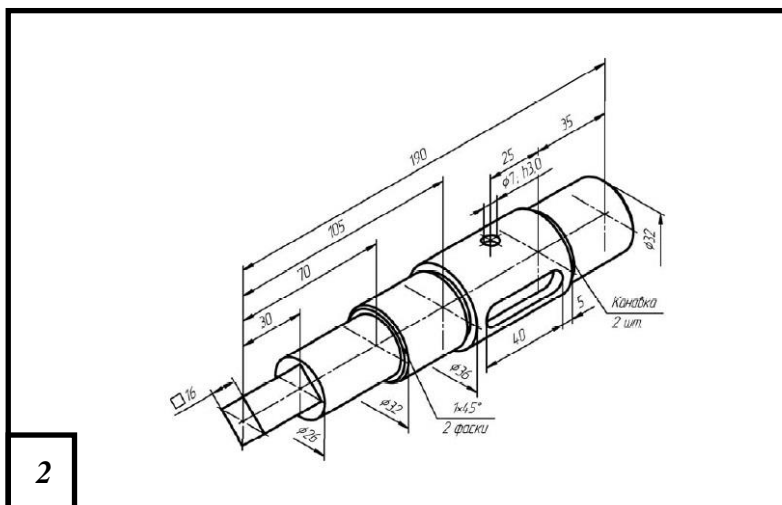
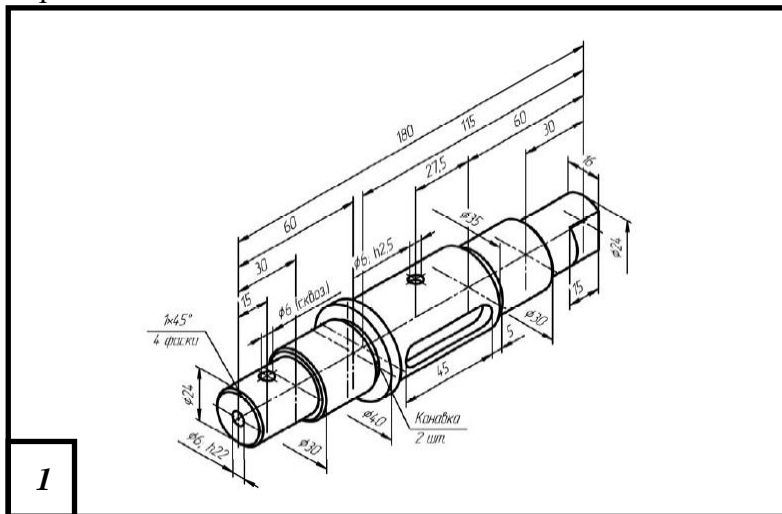
Завдання: Задано 3D зображення деталі типу «Вал» із необхідними розмірами. У програмі **SolidWorks** виконати 3D модель деталі типу «Вал» за розмірами та 2D кресленик валу. Визначити місця необхідних розрізів та перерізів. Побудувати на їх на 2D кресленику. Нанести на кресленні розміри, осі, прив'язки, написи.

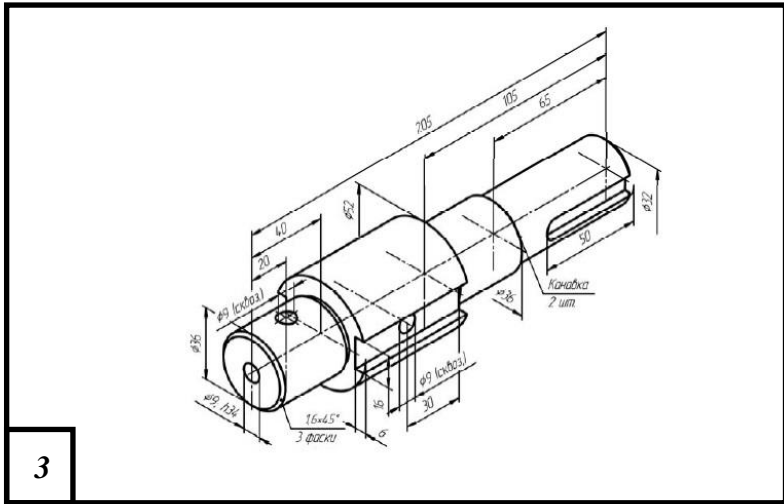
Мета роботи: Закріплення навичок побудови моделей та зображення на кресленику деталей типу «Вал». Закріплення знань методів відображення перерізів та розрізів у програмі **SolidWorks**. Закріплення навичок побудови 3D моделей об'єктів. Закріплення навичок побудови креслеників об'єктів за моделлю у програмі **SolidWorks**. Освоєння способів побудови на кресленнях розрізів і перерізів у програмі **SolidWorks**. Закріплення навичок нанесення осей, розмірів, прив'язок, формування текстів на креслениках.

3D модель деталі типу «Вал»

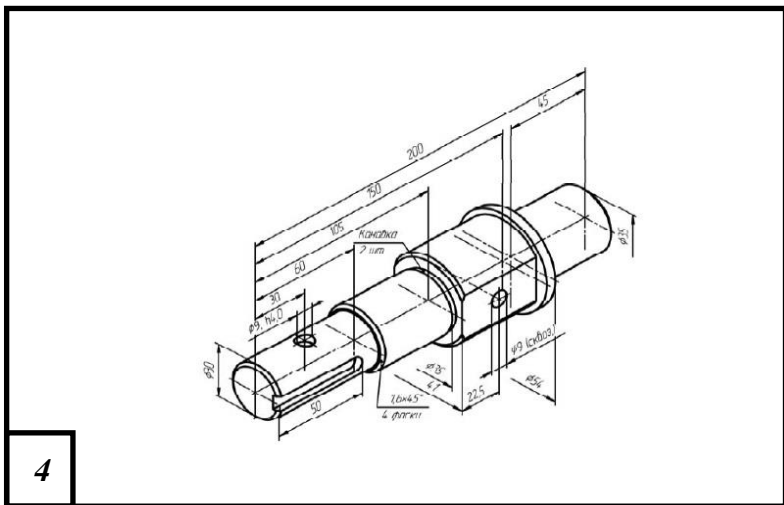


Варіанти завдання



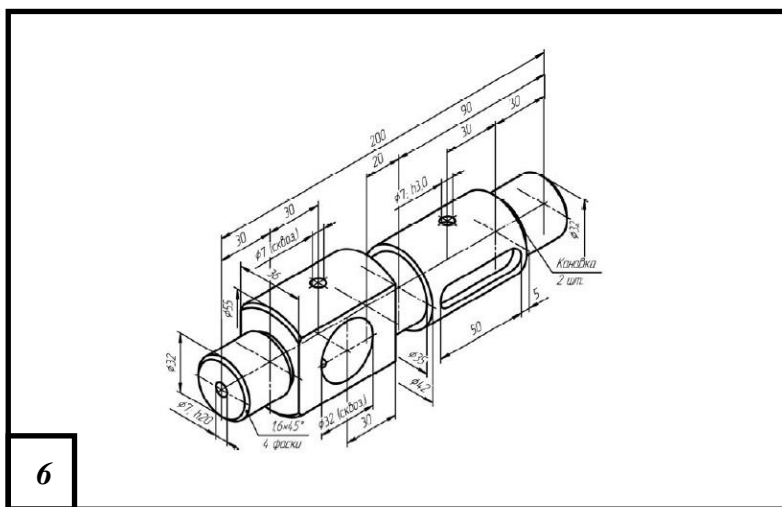
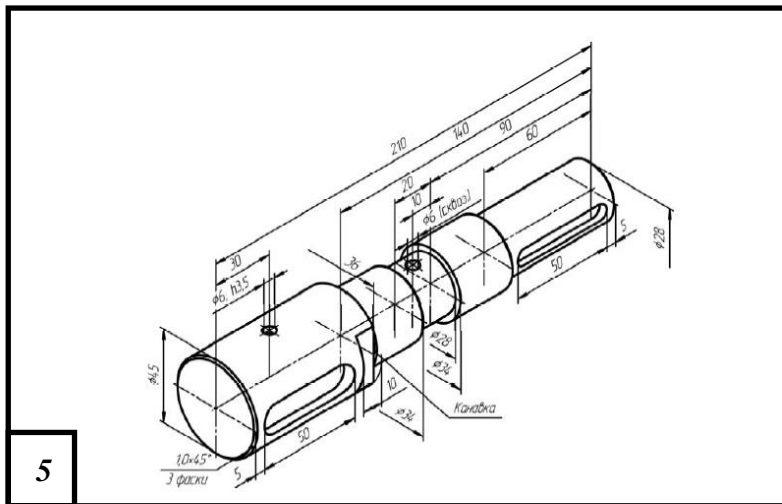


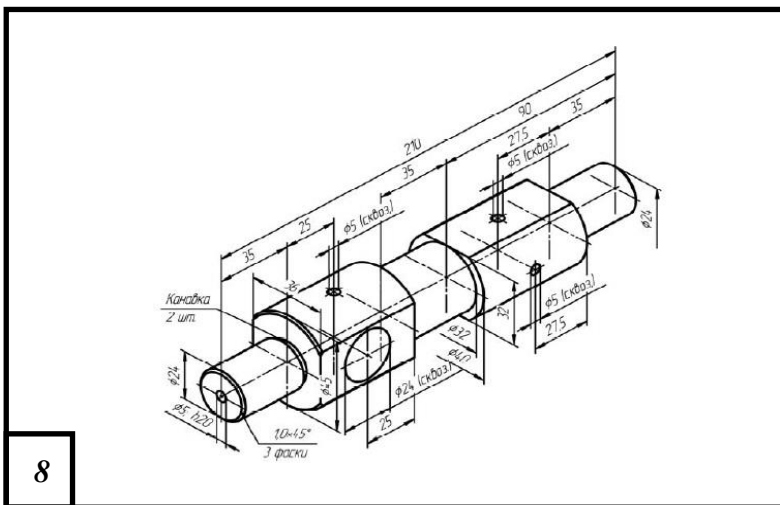
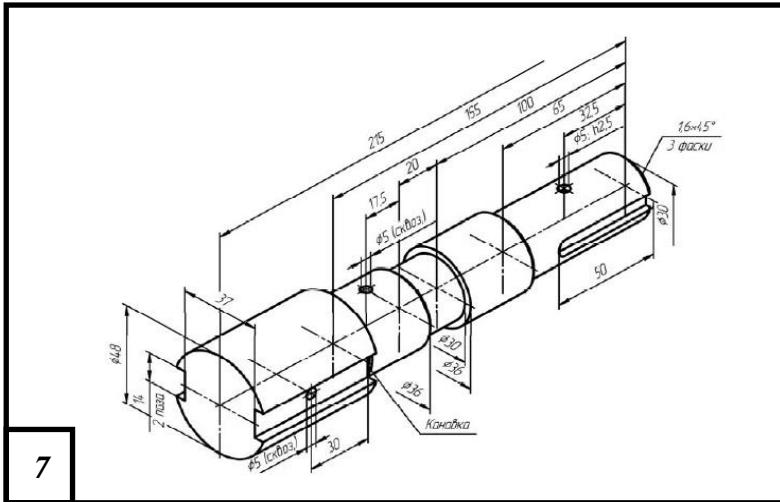
3

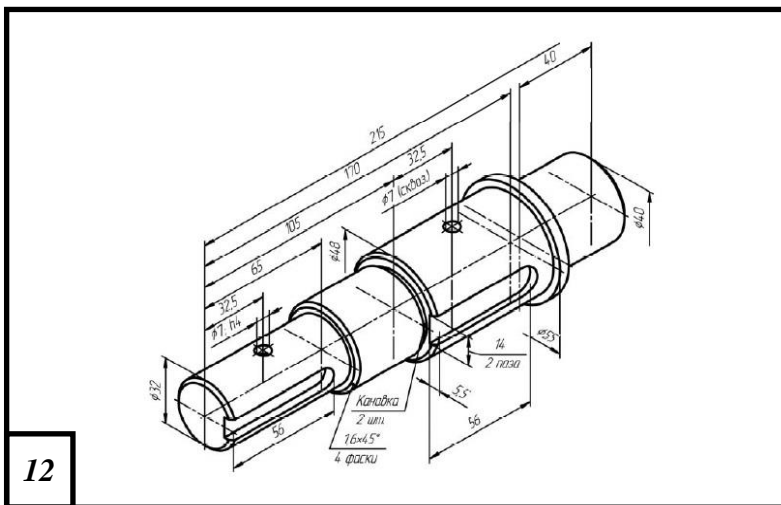
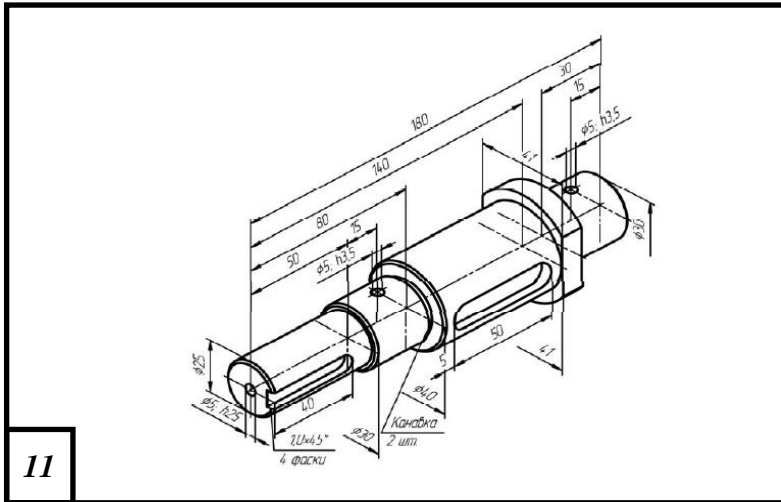


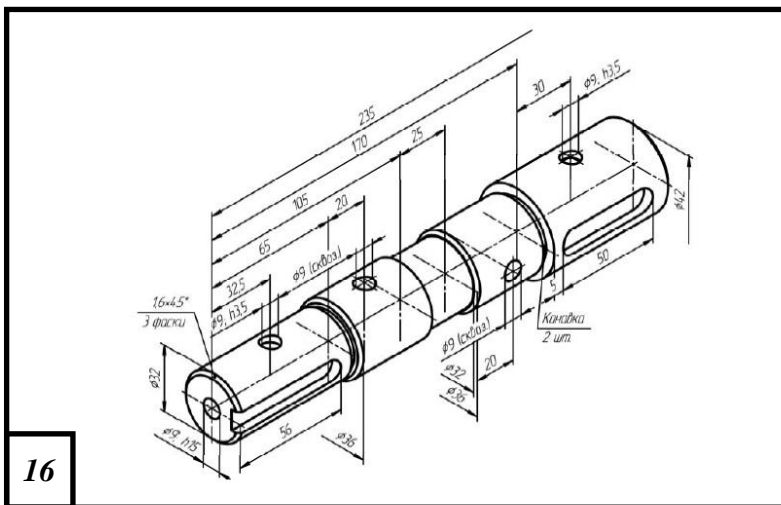
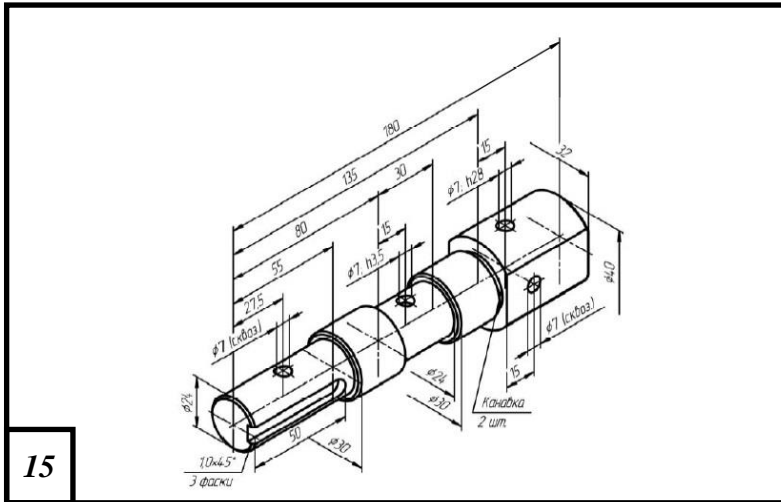
4

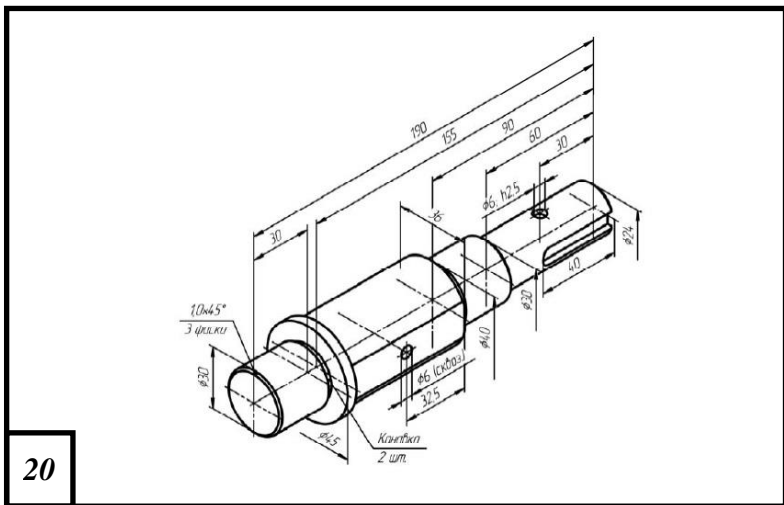
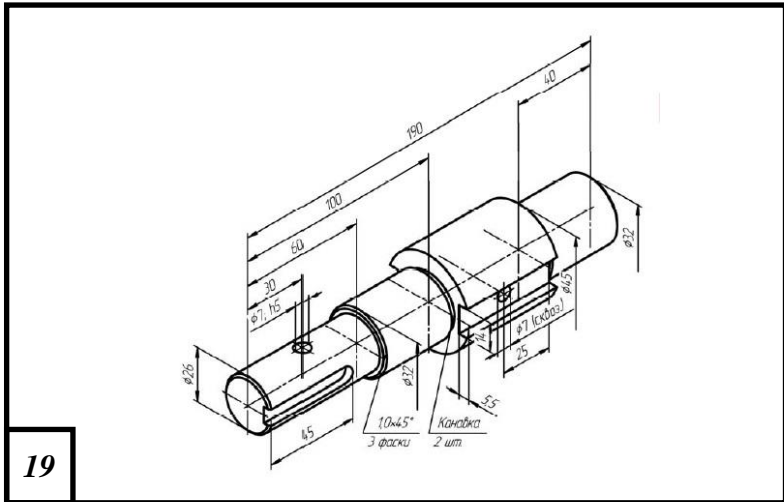


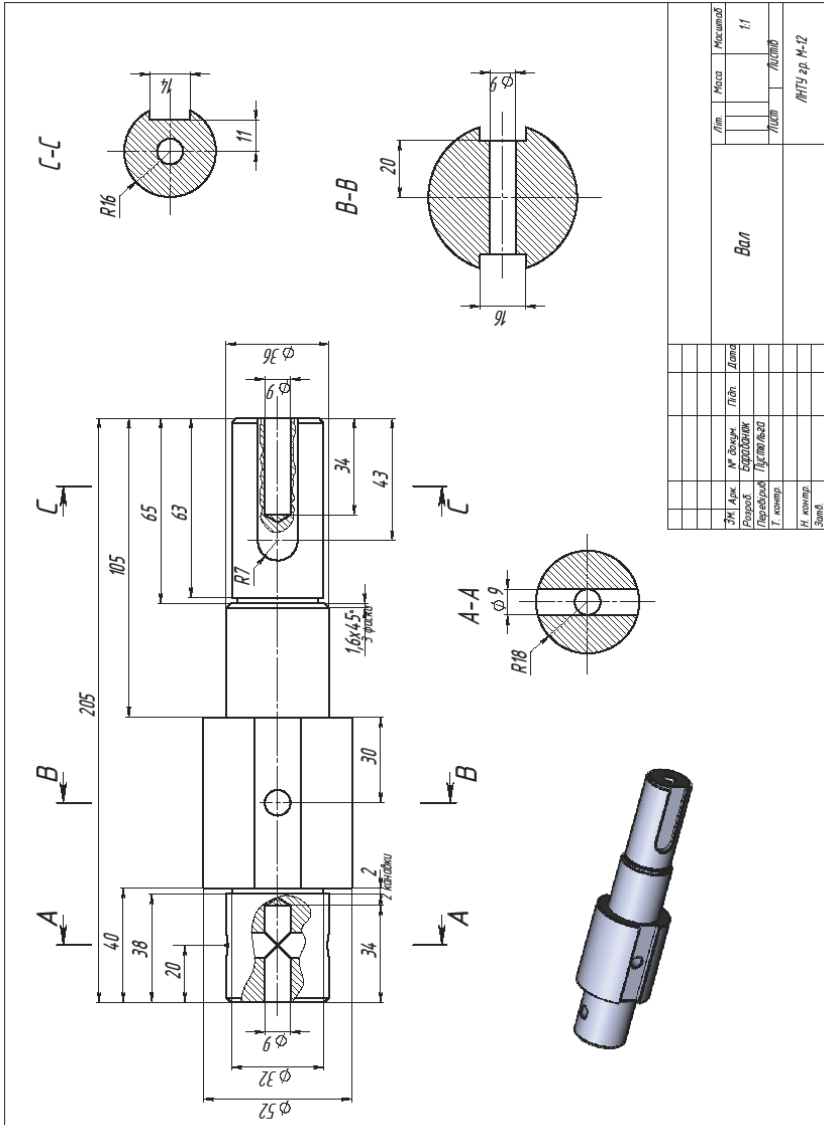












Практична робота 6.

Назва «Кріпильні вироби»

Завдання 1. За заданими по варіантам даними діаметру різьблення болта d і товщині скріплювальних деталей Н1, Н2, у програмі **SolidWorks** виконати: розрахунок необхідних параметрів для побудови 3D моделі та викреслювання болта у двох проекціях Нанести умовну різьбу та розміри болта.

Завдання 2. За початковими даними варіантів гвинтового з'єднання (тип гвинта, товщина приєднуваної деталі t , діаметр різьблення гвинта d) виконати:

розрахунок необхідних параметрів для моделювання гвинта;

нанести різьбу через - інструмент «Елементи/різьба»;

сформувати модель гвинта та креслення 2 видів гвинта, нанести розміри, осі.

Завдання 3. За початковими даними розмірів шурупа із напівкруглою головкою виконати:

розрахунок необхідних параметрів для моделювання шурупа;

нанести різьбу через - інструмент «Гвинтова лінія»;

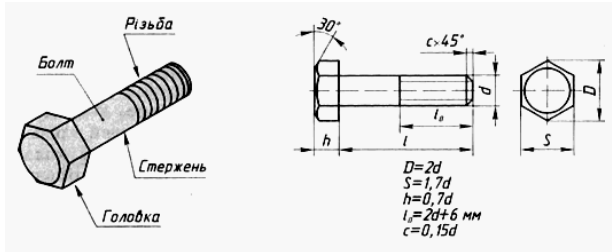
сформувати модель шурупа та креслення 2 видів шурупа, нанести розміри, осі.

Мета роботи: Вивчення способів нанесення різьблення у програмі **SolidWorks**. Закріплення навичок побудови 3D моделей об'єктів і способів перегляду в моделях їх внутрішньої будови. Закріплення навичок побудови креслеників об'єктів за моделлю у програмі **SolidWorks**. Закріплення навичок нанесення осей, розмірів, різьб, прив'язок, формування текстів на креслениках.

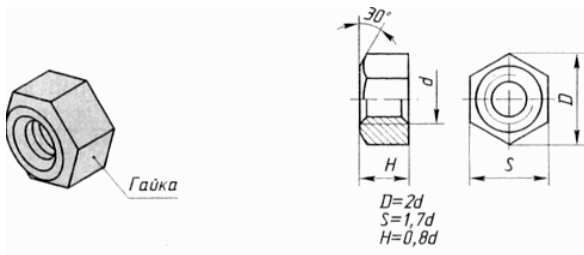


1 Моделювання болта

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



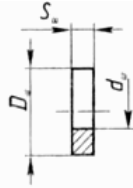
Гайка - це шестигранник, усередині якого є отвір з різьбою. Обидва плоских торці гайки і отвір з різьбою мають фаски.



Шайба - являє собою кругле кільце.



Шайба



$$D_* = 2,2d$$

$$S_* = 0,15d$$

$$d_v = 1,1d$$

Варіанти завдання для моделювання болта

№ варіанта	d , мм	H_1 , мм	H_2 , мм	№ варіанта	d , мм	H_1 , мм	H_2 , мм
1	8	8	10	16	16	16	20
2	10	10	16	17	18	18	20
3	12	12	16	18	20	18	22
4	14	14	16	19	24	20	24
5	16	16	20	20	27	22	24
6	18	18	20	21	30	24	30
7	20	20	22	22	36	28	32
8	24	22	24	23	8	10	10
9	27	24	24	24	10	9	11
10	30	24	27	25	12	11	15
11	36	28	30	26	14	10	18
12	8	6	12	27	16	14	22
13	10	8	12	28	20	16	24
14	12	10	16	29	24	20	24
15	14	12	16	30	27	24	30

Послідовність виконання

Розрахунок параметрів. Для виконання моделі болта необхідно знати довжину болта, яка розраховується по формулі

$$l = H_1 + H_2 + S_{ш} + H_{г} + k.$$

де l - розрахункова довжина болта, мм;

H_1 і H_2 - товщина скріплювальних деталей, мм;

$S_{ш}$ - товщина шайби, мм;

$H_{г}$ - висота гайки, мм;



к - вихід кінця болта з гайки, що складається із запасу різьблення на само відгвинчування і фаски, мм.

Чисельні значення параметрів Н1 і Н2 задаються початковими даними, а значення параметрів Нг, Sш і а вибираються по зовнішньому діаметру різьблення d відповідно таблиць 1 і 2.

Оптимізовані та рекомендовані величини розрахунку параметрів болта.

	<p>d – <u>номінальний</u> діаметр різьби $l = H_1 + H_2 + 1,3d$ – <u>довжина</u> стержня болта $l_0 = 2d + 6$ – <u>довжина</u> різьби $h = 0,7d$ – <u>висота</u> головки болта $D = 2d$ – <u>діаметр</u> описаного кола шестигранної головки $S = 1,7d$ – <u>розмір</u> під ключ $c = 0,15d$ – <u>розмір</u> фаски $K = 1,3d$ – <u>запас</u> різьби з висотою гайки та шайби H_1 – <u>товщина</u> деталі 1 H_2 – <u>товщина</u> деталі 2 $d_1 = 1,1d$ – <u>діаметр</u> отвору в деталях</p>

Оптимізовані та рекомендовані розрахунки гайки та шайби.

	<p>$S_w = 0,15d$ – <u>висота</u> шайби $D_w = 2,2d$ – <u>зовнішній</u> діаметр шайби $d_w = 1,1d$ – <u>внутрішній</u> діаметр шайби</p>
	<p>$H = 0,8d$ – <u>висота</u> гайки $D = 2d$ – <u>діаметр</u> описаного кола гайки $S = 1,7d$ – <u>розмір</u> під ключ</p>

Умовне позначення болта включає тип і розміри різьби, довжину його стержня. Запис «Болт М12×1,25×60»



означає: болт із метричною різьбою діаметром 12 мм, малий крок 1,25 мм, довжина стержня 60 мм.

Отримане розрахункове значення довжини болта округлюють (у бік збільшення) до найближчого цілого значення.

Після підготовки початкових даних приступають до виконання формування моделі. Після формування моделі виконують двовимірний кресленик. Замість формальних параметрів розмірів проставляють їх чисельні значення.

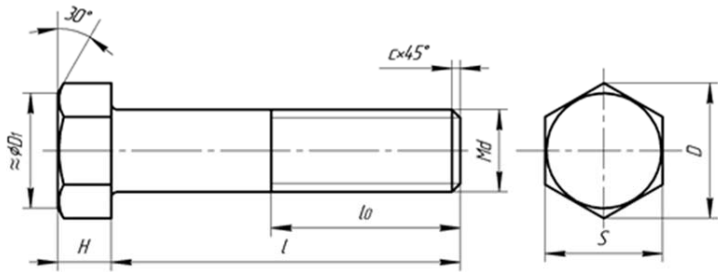


Рисунок 1

2 Кріпильні гвинти

Гвинт - кріпильний виріб, що є циліндричним стержнем з головкою на одному кінці і різьбленням для вгвинчування в одну із деталей, що сполучаються, на іншому.

Гвинти, що використовуються для нерухомого з'єднання деталей, називаються кріпильними (рис. 2), для фіксації відносного положення деталей – установчими (рис. 3). За способом загвинчування вони розділяються на гвинти з головкою під викрутку і з головкою «під ключ».



Головки гвинтів бувають різної форми, яка встановлюється відповідним стандартом.

Найбільше застосування мають наступні типи кріпильних гвинтів (рис. 2):

- а) з циліндричною головкою, ДСТУ 1491-80;
- б) з напівкруглою головкою, ДСТУ 17473-80;
- в) з напівпотайною головкою, ДСТУ 17474-80;
- г) з потайною головкою, ДСТУ 17475-80;
- д) з циліндричною головкою і шестигранним поглибленням під ключ, ДСТУ 11738-84.

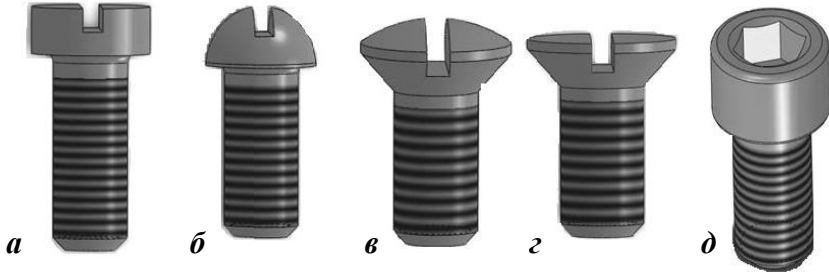


Рисунок 2

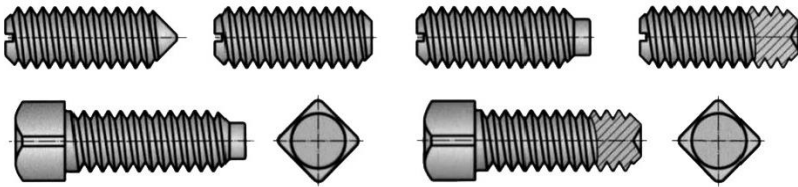


Рисунок 3

На рисунку 4 показана довжина гвинтів LB. Слід звернути увагу на відмінність поняття довжини гвинта для гвинтів із потайною і напівпотайною головкою від інших.



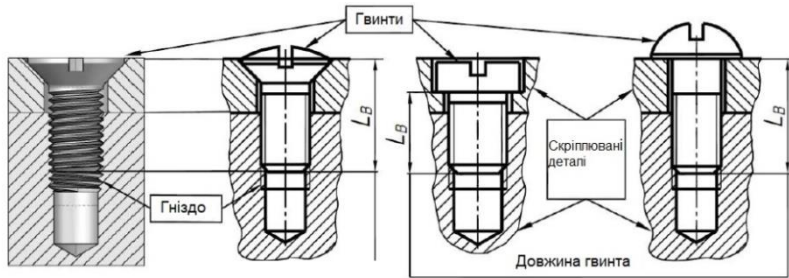
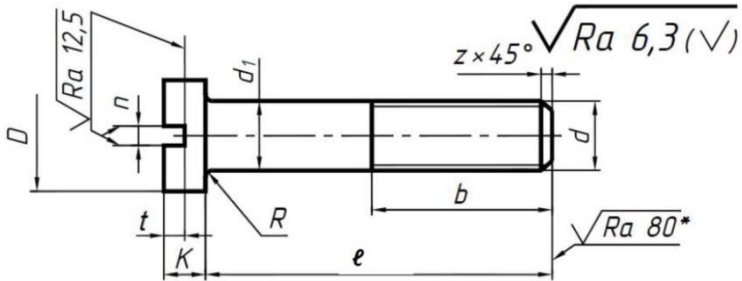


Рисунок 4



Гвинти з циліндричною голівкою (ДСТУ 1491-80)

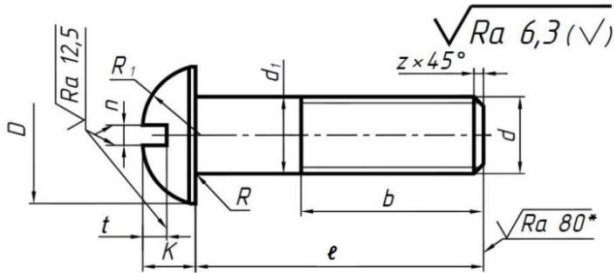


Номінальний діаметр різьблення d, мм		4	5	6	8	10	12	14	16
Крок різьблення P	великий	0,7	0,8	1	1,25	1,5	1,75	2	2
	дрібний	–	–	–	1	1,25	1,25	1,5	1,5
Діаметр голівки D		7,0	8,5	10,0	13,0	16,0	18,0	21,0	24,0
Висота голівки k		2,6	3,3	3,9	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0
Ширин а шліца p	не менше	1,06	1,26	1,66	2,06	2,56	3,06	3,06	4,07
	не більше	1,2	1,51	1,91	2,31	2,81	3,31	3,31	4,37
Глибин а шліца t	не менше	1,2	1,5	1,8	2,3	2,7	3,2	3,6	4,0
	не більше	1,6	2,0	2,3	2,8	3,2	3,8	4,2	4,6
Радіус під голівкою R		0,2	0,25	0,25	0,4	0,4	0,6	0,6	0,6

Примітка: діаметр стержня $d_1=d$; довжини l і b в табл. 1



Гвинти з напівкруглою головкою (ДСТУ 17473-80)

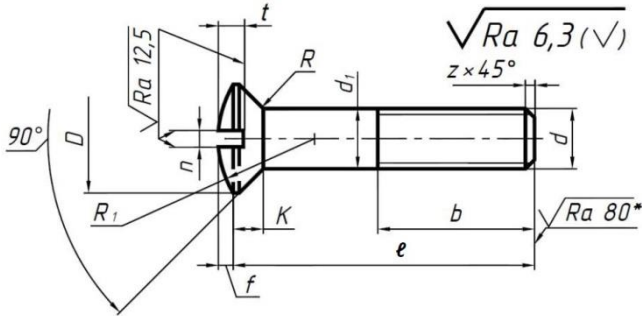


Номінальний діаметр різьблення d, мм		4	5	6	8	10	12	14	16
Крок Різьблення P	великий	0,7	0,8	1	1,25	1,5	1,75	2	2
	дрібний	–	–	–	1	1,25	1,25	1,5	1,5
Діаметр голівки D		7,0	8,5	10,0	13,0	16,0	18,0	21,0	24,0
Висота голівки k		2,8	3,5	4,2	5,6	7,0	8,0	9,5	11,0
Радіус сфери R1		3,6	4,4	5,1	6,6	8,1	9,1	10,6	12,1
Ширина шліца n	не менше	1,06	1,26	1,66	2,06	2,56	3,06	3,06	4,07
	не більше	1,2	1,51	1,91	2,31	2,81	3,31	3,31	4,37
Глибина шліца t	не менше	1,6	2,1	2,3	3,26	3,76	3,96	4,26	4,76
	не більше	2,0	2,5	2,7	3,74	4,24	4,44	4,74	5,24
Радіус під головкою R		0,2	0,25	0,25	0,4	0,4	0,6	0,6	0,6

Примітка: діаметр стержня $d_1=d$; довжини ℓ і b см в табл. 1



Гвинти з напівпотайною головкою (ДСТУ 17474-80)

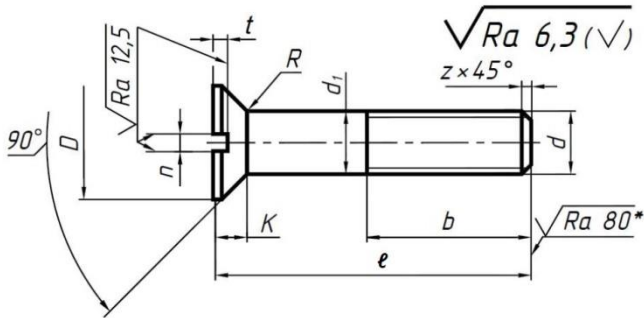


Номінальний діаметр різьблення d, мм		4	5	6	8	10	12	14	16
Крок різьблення P	великий	0,7	0,8	1	1,25	1,5	1,75	2	2
	дрібний	–	–	–	1	1,25	1,25	1,5	1,5
Діаметр голівки D		7,4	9,2	11,0	14,5	18,0	21,5	25,0	28,5
Висота голівки k		2,2	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0
Висота сфери f		1,0	1,25	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
Радіус сфери R _I		8,0	9,4	12	15	19	22,5	26	30
Ширина шліца n	не менше	1,06	1,26	1,66	2,06	2,56	3,06	3,06	4,07
	не більше	1,2	1,51	1,91	2,31	2,81	3,31	3,31	4,37
Глибина шліца t	не менше	1,6	2,0	2,4	3,2	4,0	4,8	5,6	6,4
	не більше	1,9	2,3	2,8	3,7	4,5	5,4	6,3	7,2
Радіус під головою R		0,35	0,5	0,6	1,1	1,1	1,6	1,6	1,6

Примітка: діаметр стержня d₁=d; довжини ℓ і b см в табл. 1



Гвинти з потайною головкою (ДСТУ 17475-80)



Номінальний діаметр різьблення d, мм		4	5	6	8	10	12	14	16
Крок різьблення P	великий	0,7	0,8	1	1,25	1,5	1,75	2	2
	дрібний	–	–	–	1	1,25	1,25	1,5	1,5
Діаметр голівки D		7,4	9,2	11,0	14,5	18,0	21,5	25,0	28,5
Висота голівки k		2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0
Ширина шліца n	не менше	1,06	1,26	1,66	2,06	2,56	3,06	3,06	4,07
	не більше	1,2	1,51	1,91	2,31	2,81	3,31	3,31	4,37
Глибина шліца t	не менше	0,8	1,00	1,8	2,3	2,7	3,2	3,6	4,0
	не більше	1,1	1,35	2,3	2,8	3,2	3,8	4,2	4,6
Радіус під головкою R		0,35	0,5	0,6	1,1	1,1	1,6	1,6	1,6

Примітка: діаметр стержня $d_1 = d$; довжини ℓ і b см в табл. 1

Фаска - Z=0.5

Заокруглення - R=0.4



Довжини гвинтів, мм (Гвинти по ДСТУ 1491-80, 17473-80, 17474-80, 17475-80, 11738-84)

Таблиця 1

Варіант	Номінальний діаметр різьблення d	4	5	6	8	10	12	14	16	18
	Довжина гвинта ℓ	Довжина різьблення b (нормальна)								
1	10	10	10	10	–	–	–	–	–	–
2	12	12	12	12	12	–	–	–	–	–
3	14	14	14	14	14	–	–	–	–	–
4	16	16	16	16	16	–	–	–	–	–
5	20	14	16	20	20	20	–	–	–	–
6	25	14	16	18	22	25	25	25	25	–
7	30	14	16	18	22	26	30	30	30	30
8	35	14	16	18	22	26	30	35	35	35
9	40	14	16	18	22	26	30	34	38	40
10	45	14	16	18	22	26	30	34	38	42
11	50	14	16	18	22	26	30	34	38	42
12	55	14	16	18	22	26	30	34	38	42
13	65	14	16	18	22	26	30	34	38	42
14	70	14	16	18	22	26	30	34	38	42
15	75	14	16	18	22	26	30	34	38	42
16	80	14	16	18	22	26	30	34	38	42
17	40	14	16	18	22	26	30	34	38	40
18	45	14	16	18	22	26	30	34	38	42
19	50	14	16	18	22	26	30	34	38	42
20	55	14	16	18	22	26	30	34	38	42
21	65	14	16	18	22	26	30	34	38	42
22	70	14	16	18	22	26	30	34	38	42
23	75	14	16	18	22	26	30	34	38	42
24	80	14	16	18	22	26	30	34	38	42
25	25	14	16	18	22	25	25	25	25	25



Варіанти завдань гвинти

№ варіанта	Номинальний діаметр різьблення гвинта	Гвинт по ДСТУ
1	12	17473-80
2	10	17475-80
3	8	17474-80
4	10	1491-80
5	12	17474-80
6	8	1491-80
7	10	17473-80
8	12	17475-80
9	10	1491-80
10	8	17474-80
11	12	1491-80
12	8	17475-80
13	10	1491-80
14	14	17473-80
15	8	17475-80
16	10	1491-80
17	12	1491-80
18	10	17473-80
19	8	17474-80
20	16	1491-80
21	10	17475-80
22	12	1491-80
23	8	17474-80
24	14	1491-80
25	16	17473-80



3 Кріплення саморізами та шурупами

Саморізи та шурупи - кріпильні елементи, що складаються із стержня з гострим різьбленням і головки. Вони різні по довжині, товщині, матеріалу, формі, призначенню. Для певного типу робіт застосовуються конкретні саморізи.

У чому відмінність саморіза від шурупа? Головна відмінність - в різьбленні. Ствол саморіза складається цілком із різьбової частини або має довжину гладкої частини коротшу, ніж різьбова. Кінець саморіза гостріший за кінець шурупа. Шурупи виготовляються з м'яких видів сталі, саморізи - з твердих.

Сучасні саморізи виготовляються із спеціальної загартованої сталі і захищені від корозії. За рахунок поверхневої обробки метизи випускаються різних кольорів. Найчастіше вони бувають оцинковані (жовтого і сріблястого кольору) або чорні (оксидовані або фосфатовані).

По сфері застосування саморізи діляться на наступні види:

- для дерев'яного матеріалу
- для гіпсокартону
- для металевих листів
- для віконних профілів.

Саморізи по дереву та пластику

Від усіх інших такі саморізи відрізняються рідким кроком різьблення. Кріплення для дерева виглядають як ствол з рідким різьбленням і потайною головкою, яка легко утоплюється в дереві і не заважає подальшій поверхневій обробці матеріалу.



Рідкий крок на гвинті зроблений з урахуванням структури дерев'яних матеріалів, щоб уникнути кришіння дерева і надійнішого кріплення.

Використовуються як кріплення гіпсокартону до дерев'яного обрешетування, для кріплення дерев'яних елементів між собою без попереднього свердління отворів.

Для цього найчастіше застосовуються чорні саморізи. Кольорові саморізи - жовті і білі, підійдуть для кріплення різних елементів до дерева з попереднім свердлінням. Не іржавіють, підходять для кріплення дверної фурнітури. Кольорові метизи виготовлені з м'якої сталі, поверхня оцинкована. Кінець гвинта гострий, головка потайна із хрестоподібним шлицом.



Рисунок 5

Саморізи по металу

Виготовляються в основному із чорного металу, призначені для кріплення сталевих деталей до металевих профілів завтовшки до 1 мм. Мають фосфатне покриття. Кріплення за допомогою саморіза із частим кроком різьблення робиться із попереднім свердлінням отвору.





Рисунок 6

Саморізи із пресшайбою, гострі

Ці кріплення мають часте різьблення і гострий кінцевик. Можуть застосовуватися для кріплення тонкого листового металевго матеріалу, але так само підходять для кріплення дерева або пластика. Попереднє свердління не потрібно. Велика головка служить як шайба і дозволяє щільніше притискувати закріплюваний матеріал.



Рисунок 7

Саморіз із пресшайбою, свердло

Використовується для товстого металу до 2 мм, без просвердлення отвору. Кінець гвинта робиться не гострий, а у вигляді свердла, за рахунок якого метиз легко угвинчується в твердий матеріал. Головка саморіза виконана у вигляді напівкруглої головки, на яку напесована плоска шайба. Якщо товщина матеріалу кріплення складає більше 2 мм, необхідно заздалегідь



просвердлити отвір, в якому буде робитися кріплення. Пресшайба забезпечує міцне притискання деталей.

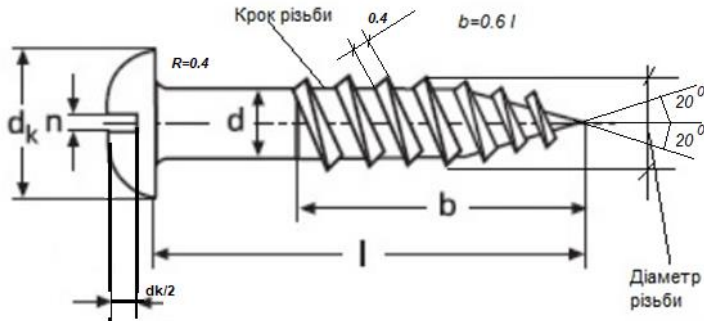


Рисунок 8

Варіанти завдання для шурупа

ВАРІАНТ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Діаметр різьби	2,2	2,7	3,0	3,7	4,2	4,8	5,0	5,5	6,5	7,9	8,5	2,2	2,7	3,0	3,7	4,2	4,8	5,0	5,5	6,5
Діаметр стержня d	1,6	2,0	2,5	3	3,5	4	4,5	5	6	7	8	1,6	2,0	2,5	3	3,5	4	4,5	5	6
Крок різьби b	0,8	1,1	1,3	1,35	1,4	1,6	1,8	1,8	0,8	1,1	1,3	1,3	1,4	1,6	1,8	1,8	0,8	1,1	1,3	1,3
Висота головки k	1,1	1,4	1,7	2,1	2,4	2,8	3,1	3,5	4,2	4,6	5,6	1,1	1,4	1,7	2,1	2,4	2,8	3,1	3,5	4,2
Діаметр головки d _k	4,20	5,6	6,9	7,5	8,5	9,5	10,5	12,5	14	14,5	16	4,20	5,6	6,9	7,5	8,5	9,5	10,5	12,5	14
Ширина шліца n	0,4	0,5	0,6	0,8	0,8	1	1	1,2	1,2	1,6	2	0,4	0,5	0,6	0,8	0,8	1	1	1,2	1,2
Довжина саморізу L	9,5	11,5	13	16	19	22	25	32	38	41	45	50	25	32	38	41	45	9,5	11,5	13



4 Все про конфірмати

Конфірмат - це найпоширеніший меблевий метиз нині. Зараз він використовується на практиці все частіше. Його легко монтувати, але при виконанні монтажу необхідно заздалегідь зробити розмітку.

Крім того, вимагається також спочатку просвердлити посадочний отвір. Для вибору місця для конфірмата потрібно застосування спеціального свердла, а на виробництві свердлувального верстата.



Рисунок 9

Назва цього метизу сходить до німецького слова *confirmat*. Його створили фахівці з Німеччини. Він потрапив в СРСР уперше в 1973 р., в ході проведення спеціалізованої профільної виставки міжнародного рівня, яка проходила в Москві. Конфірмати надалі часів отримали дуже широке поширення в країні, але тільки до 90-х рокам. З тієї пори їх часто застосовують при створенні різних меблів.





Рисунок 10

Що є конфірматом?

У меблевого конфірмата є також найменування еврогвинт. Його створюють із сплаву з *цинковим покриттям*. В результаті метіз стає зовні блискучим, до того ж він у результаті виявляється не схильний до корозії.

Зовні конфірмат є саморіз, що має невеликий розмір. Він має різьблення, завдяки якому його можна легко укрутити в заготівлю меблів. У конфірматів є ніжка, а також капелюшок з шліцами, призначеними для використання викруток. Зазвичай на капелюшку буває насічка з шістьма гранями, шліци під хрест роблять рідше. Стержнева складова конфірмата має також тупе закінчення, і для установки конфірмата в меблеву заготівлю в результаті знадобиться просвердлити посадочний отвір.





Рисунок 11

Характеристики

Різьблення конфірмата є масивним, у її граней є великий виступ відносно ніжки. Знизу зроблені декілька витків з щербиною. Стержень виробу великої площі, це дає можливість **рівномірного розподілу навантаження** на деталі, які з'єднуються. Це забезпечує достатню стійкість меблів після її складання.

Єврогвинти виготовляються з міцної вуглецевої сталі, у них є антикорозійне покриття. Воно може бути з цинку, або латуні, але іноді також виготовляється з нікелю. Виріб створюють лише в промислових умовах, воно



проходить надалі строгий контроль якості, а потім отримує сертифікат, який використовується при продажі.

У меблевого єврогвинта свої певні переваги, а також ряд своїх недоліків. Але багато хто віддає перевагу саме йому. Які можна назвати основні плюси і мінуси єврометизу?



Рисунок 12

Плюси виробу в першу чергу наступні:

- легкий монтаж в побуті і на виробництві;
- для закріплення заготовель меблів не потрібне спеціальне призначене для цього устаткування;
- плоска голівка забезпечує можливість з'єднання деталей один за одним, послідовно;
- матеріали, які з'єднуються за допомогою єврогвинта, відмінно витримують велику кількість циклів навантажень під час експлуатації
- метизи можуть міцно сполучати частини конструкції меблів.

Мінуси в першу чергу можна відмітити такі:



- при з'єднанні деталей вгорі залишається металева голівка. Але її можна приховувати спеціальними пластиковими заглушками;
- скріплені деталі не слід розбирати, оскільки згодом складання виявиться недостатньо надійним, якщо взагалі вдасться її проведення.

Оскільки єврогвинт роблять з високоміцної сталі, він має властивість злегка гнутися і не обламуватися, що забезпечує зібраним меблям деяку пластичність.

Порівняння конфірматів із саморізами

Конфірмат по своїй будові чимось схожий з шурупом. Його відмінності у великому розмірі, а також у великій ступінчастості різьблення. У результаті єврогвинт забезпечує на практиці **велику площу з'єднання** із скріпленими деталями в посадочному отворі. Це забезпечує з'єднанню досить хороші показники довговічності, а також міцності.

Найбільш якісні з'єднання можливі на практиці при проведенні роботи з ЛДСП. В даному випадку середина матеріалу є рихлим складом з тирси з клеєм. При введенні досить тонкого шурупа в ЛДСП у результаті навряд чи він зможе там досить добре зафіксуватися.

А що стосується єврогвинта, то він здатний **захоплювати досить щільні шари матеріалу, і при цьому він зможе надійно зміцнитися і сформувати повністю нерухоме з'єднання.** З вказаної причини при зборі меблів вибирають зазвичай для роботи тільки конфірмати.

Часто єврометизи порівнюють з саморізами, але це не зовсім так, адже при здійсненні роботи з цими метизами існують свої певні відмінності.



Свердління отвору для єврогвинта вимагає часу і додатка сил, але в той же час трудовитрати здатні надалі окупитися тим, що при використанні подібного стягування можна отримати досить міцне з'єднання меблів, яке цілком зможе надалі витримати будь-які експлуатаційні навантаження.

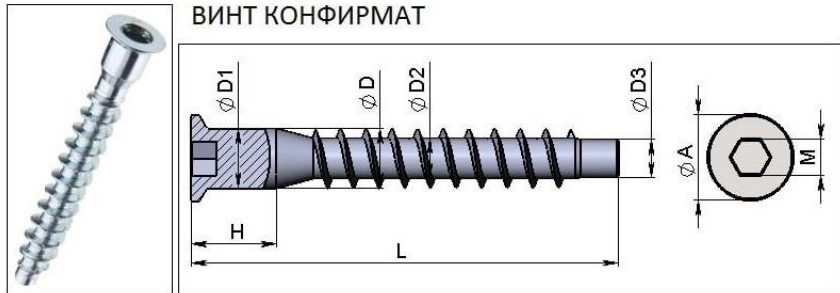
Для саморізів посадочний отвір не потрібно, оскільки цей метиз сам укручується в товщу матеріалу. При цьому саморіз не забезпечує досить надійного кріплення. Якщо меблі надалі інтенсивно не експлуатуватимуться, а також її не розбиратимуть, то в цьому випадку саморізи легко виконають своє завдання.

Саморіз при здійсненні його укручування здатний сам нарізувати отвір, а у разі проведення повторного монтажу немає ніякої певної гарантії того, що метиз увійде до колишнього отвору, а не наріже у результаті нове, порушивши надійність кріплення, що здатне у результаті пошкодити меблі.

Види конфірматів

Конфірмат з плоским капелюшком використовується для меблів. Це відмінне кріплення для її деталей. Метиз використовують найчастіше для ЛДСП. Часто на практиці єврогвинт застосовують з метою кріплення кабелю, а також при монтажі кабель-каналу з наявністю внутрішніх кріплень.





Обозначение	5x40	5x50	7x40	7x50	7x60	7x70
L длина, мм	38,5-40,0	48,5-50,0	35,5-40,0	48,5-50,0	58,5-60,0	68,5-70,0
H высота головки, мм	6,0	6,0	10,0	10,0	10,0	10,0
A диаметр фланца, мм	7,0-7,5	7,0-7,5	9,5-10,0	9,5-10,0	9,5-10,0	9,5-10,0
M размер под ключ, мм	3,02-3,1	3,02-3,1	4,02-4,12	4,02-4,12	4,02-4,12	4,02-4,12
D наружный диаметр, мм	4,72-5,05	4,72-5,05	6,72-6,05	6,72-6,05	6,72-6,05	6,72-6,05
D1 диаметр головки, мм	4,92-5,0	4,92-5,0	6,92-7,0	6,92-7,0	6,92-7,0	6,92-7,0
D2 внутренний диаметр, мм	3,4	3,4	4,7	4,7	4,7	4,7
D3 ,мм	3,15-3,25	3,15-3,25	4,45-4,55	4,45-4,55	4,45-4,55	4,45-4,55

Рисунок 13

Зараз промисловістю робиться декілька різновидів гвинтових метизів, призначених для виготовлення меблів :

- під шестигранник;
- з шліцом, що має форму з чотирьох граней.

Залежно від існуючих зовнішніх ознак розрізняють між собою:

- метизи з напівкруглою голівкою;
- метизи з потайною голівкою.

Зараз у сфері виробництва меблів при здійсненні монтажу виробів використовують різні види єврогвинта, оскільки це на сьогодні один з найнадійніших, а також



притому і міцних видів метизу, за посередництва якого можна з'єднати деталі, які виготовлені з масиву дерева, а також вироби промисловості, які виготовлені з різних продуктів деревообробки, наприклад, з ДСП, МДФ.

Параметри

Для використання єврошурупа краще всього підійдуть деталі меблів, що мають товщину **не більше 16 мм**. Для створення посадочного отвору найпростіше на практиці застосувати спеціальне конфірмадне свердло. А щоб можна було закріпити свердло, використовують ключ, який призначений для єврогвинта. При з'єднанні між собою деталей меблів потрібна гранична акуратність. Ну і звичайно, бажано також наявність достатнього досвіду роботи. Дуже важливо правильно вибрати відповідний розмір метизу, а також підрахувати необхідну їх кількість.

Розміри

У єврогвинта досить стандартний розмірний ряд. Розміри записуються цифрами, одна з яких означає діаметр виробу в міліметрах, а що стосується другої, то вона означає показник довжини виробу.

Зазвичай для здійснення складання меблів використовують метизи **6,3x50 мм**. Але це можуть бути також і метизи розміром **7x40 мм**.

Вага виробу

У торгових точках нині реалізація єврометизів проводиться **по вазі**. Так що важливо знати, що при їх купівлі ціна вказується за кілограм виробів. Кількість



потрібних для роботи євро метизів визначається площею кріплення.

Найпоширеніший на сьогодні з усіх єврометизів наявністю плоскої голівки під шестигранник. Щоб виконати його монтаж, вимагається використати спеціально призначений для цього ключ з наявністю шести граней, або біту для шуруповерта, що забезпечує у результаті досить міцне затягування гвинта в меблеву плиту з дерева.

Гвинт конфірмат, креслення

Категорія: Метизи

Гвинт конфірмат, креслення кріплення під шестигранний інструмент, схема з'єднання деталей, детальний опис єврогвинта, який міцно врізається в матеріал деталі, завдяки різьбленню, що широко виступає, з великим кроком.

Матеріал для виготовлення: високоякісна вуглецева пластична сталь. Покриття: цинк, нікель, латунь.



Рисунок 14



Кріплення призначене для одноелементного стягування деталей з дерева, фанери, ДСП (деревностружкова плита), МДФ (деревоволокниста плита). Гладка ділянка вверху єврогвинта, дозволяє центрувати притискувану деталь відносно різьбової частини іншої деталі, яка нарізається нижньою частиною єврогвинта у момент його повороту навколо осі. Таким чином відбувається стягування деталей.

Технологічні операції з'єднання деталей гвинтами конфірмат:



Рисунок 15

Свердляться:

- наскрізний отвір діаметром $D1$ в деталі № 1
- глухий отвір діаметром $D2$ в деталі № 2 на розрахункову глибину, вибрану з таблиці

2. Деталь № 1 і деталь № 2 стискаються єврогвинтом за допомогою шестигранного ключа.

3. У шестигранне поглиблення вставляється пластикова декоративна заглушка.

Щоб спростити операції кріплення :



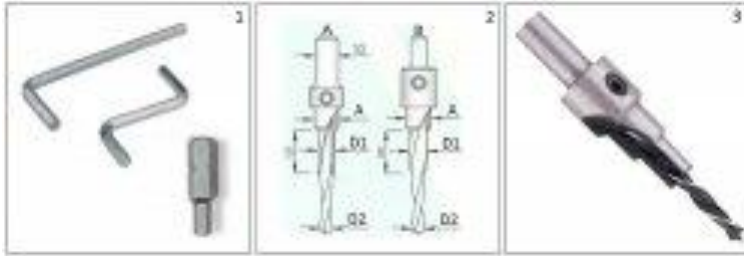


Рисунок 16

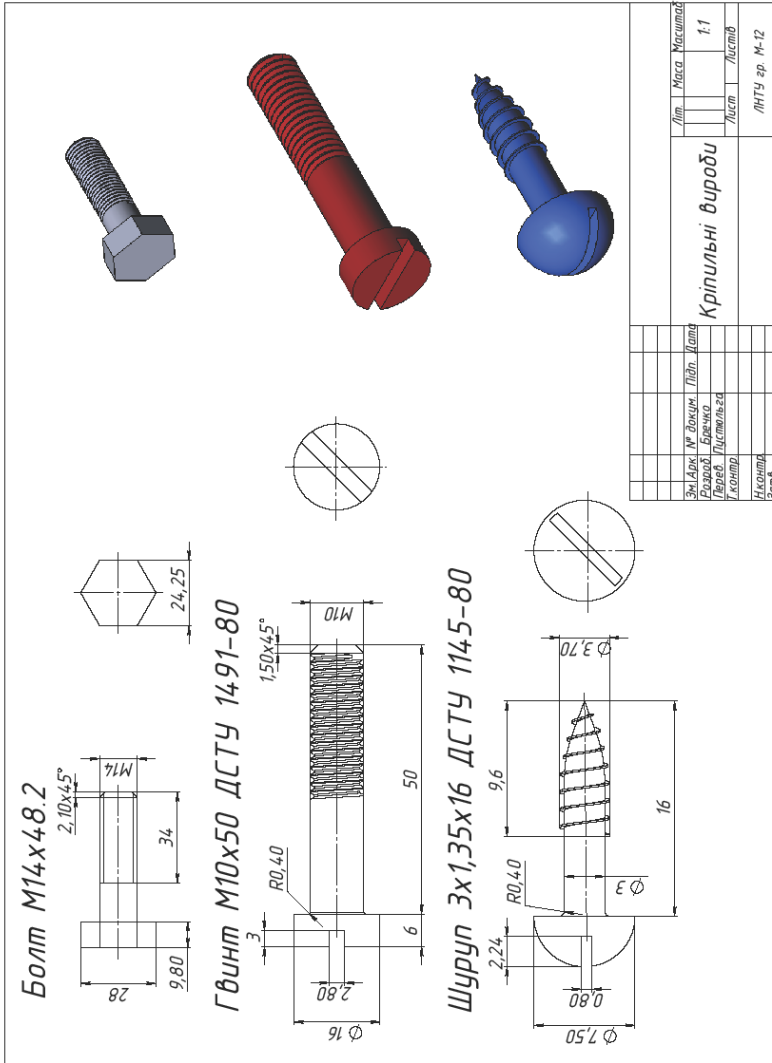
1. Для закручування використовують шестигранні ключі або біти.
2. Застосовують пристосування для свердління відразу трьох отворів різних діаметрів за один прохід.
3. Перший діаметр (D2) - свердло, другий діаметр (D1) - фреза, третій діаметр (A) - фреза.

Три ступені пристосування для свердління:

- свердло (D2) встановлюється на розрахункову глибину - фреза (D1) відповідає діаметру верхньої частини своргвинта.
- фреза (A) відповідає діаметру капелюшка гвинта конфірмат.



ВРАЗОК виконання завдання «Кріпильні вироби»



Практична робота 7.

Назва «Моделювання стола» - **SolidWorks**

Завдання: Відповідно до свого варіанта завдання слід:

- створити твердотільні моделі деталей стола – стільниці, кутової, довгої і короткої опори та ніжки.
- об'єднати твердотільні моделі деталей у з'єднання;
- реалістично візуалізувати тривимірне зображення моделі стола;
- оформити креслення роботи.

Варіанти завдань - в таблиці 1 відповідно до порядкового номера у списку в журналі групи.

Мета роботи: Здобути початкові навички з моделювання і конструювання складальних одиниць з деревини засобами комп'ютерної графіки (на прикладі моделі стола).

Алгоритм одержання зображення моделі об'єкту такий:

1. створюємо тривимірні зображення стільниці, кутової, довгої і короткої опори та ніжки;
2. об'єднуємо зображення складових частин у одне ціле (збірка);
3. переглядаємо отримане зображення з різних точок зору;
4. закриваємо невидимі лінії;
5. накладаємо текстуру деревини на модель стола;
6. зберігаємо кресленик.



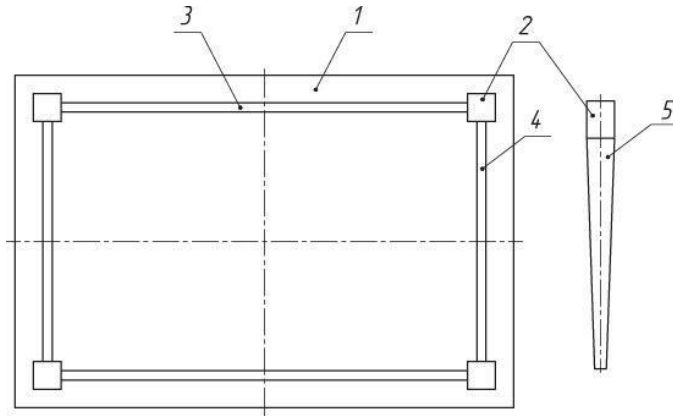


Рисунок 1

Розглянемо приклад виконання типового завдання (рис. 1).

Розміри складових елементів стола у мм: 1) стільниця – $1100 \times 810 \times 20$; 2) кутова опора – $60 \times 60 \times 100$; 3) довга опора – $900 \times 20 \times 100$; 4) коротка опора – $600 \times 20 \times 100$; 5) ніжка* має профіль зрізаного конуса висотою 615 мм та конусністю 2%.

*Примітка: в реальній моделі стола ніжка є продовженням кутової опори.

Створюємо ескіз на площині «Зверху». Будуємо прямокутник з початкової точки (або коло для круглого профілю ніжок стола). Проставляємо розміри 60 на 60 мм (рис. 2).



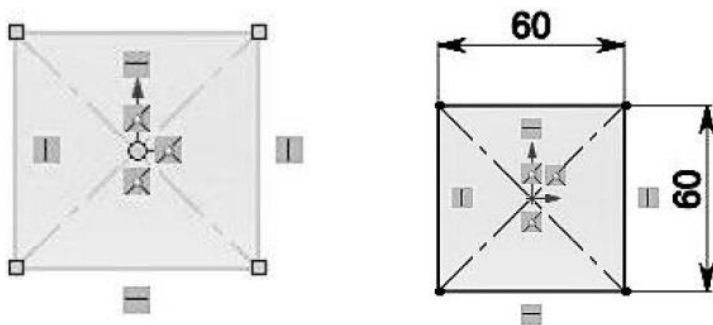


Рисунок 2

Створюємо нову площину на відстані 615 мм від площини «Зверху» (рис. 3).

Створюємо на цій площині ескіз та будуємо прямокутник із центром у початковій точці (або коло для круглого профілю). Оскільки конусність складає 2%, то сторони прямокутника будуть мати розміри 47,7 мм (рис. 3).

Використовуємо «Бобишка/основа по перетинам» на панелі інструментів (рис. 3).

Створюємо ескіз на площині «Зверху». Використовуємо «Витягнута бобишка/основа», та змінюємо напрямок у властивостях (рис. 4).

Зберігаємо файл, присвоївши йому ім'я, наприклад, «ніжка». Створюємо новий файл. Створюємо ескіз на площині «Справа». Будуємо прямокутник з розмірами 900x100мм. Використовуємо «Витягнута бобишка/основа» (рис. 4).



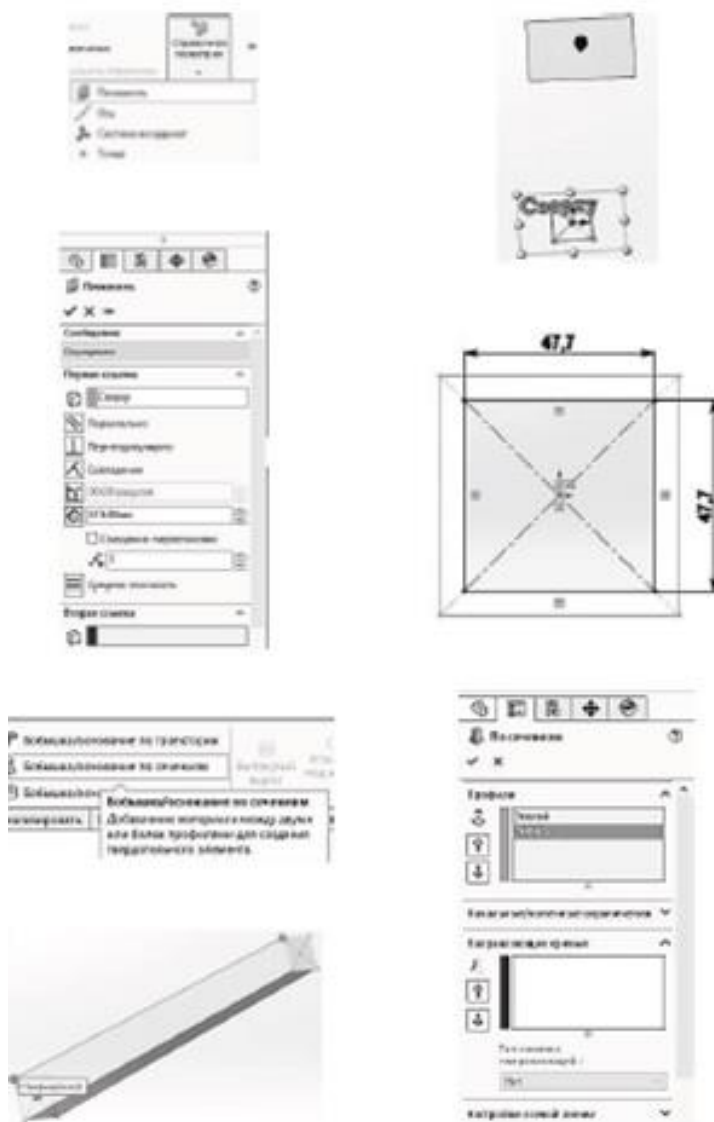


Рисунок 3



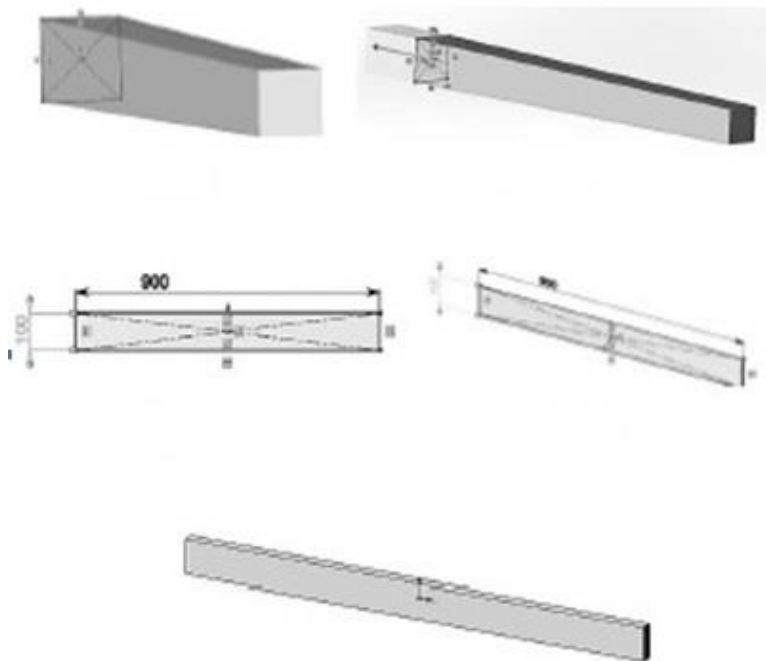


Рисунок 4



Зберігаємо файл, назвавши його «Довга опора». Аналогічно створюємо коротку опору та стільницю (рис. 5).

Створюємо новий файл збірки. Перетягуємо необхідні компоненти на робоче поле. Якщо треба додати ще компоненти використовуємо «Вставити компоненти» на панелі елементів «Збірка» (рис. 5).

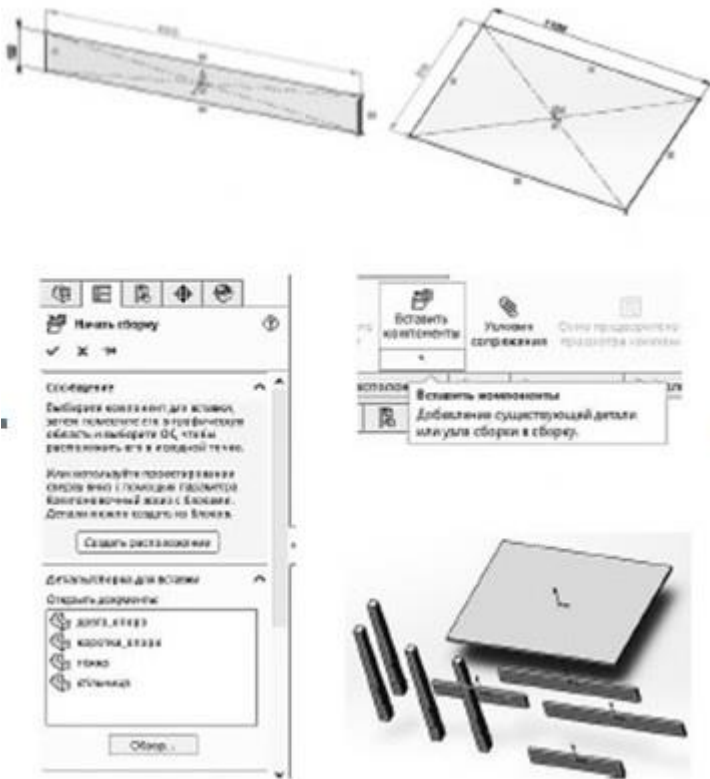


Рисунок 5

Тепер розташуємо ніжку на стільниці. Для цього використаємо спряження. Виберемо верхню грань



ніжки та низ стільниці, та тип спряження «Співпадіння» (рис. 6).

Для розміщення ніжки в конкретному місці стільниці використовуємо інструмент «Автоматичне нанесення розмірів», який знаходиться на панелі «Розташування» (рис. 6).

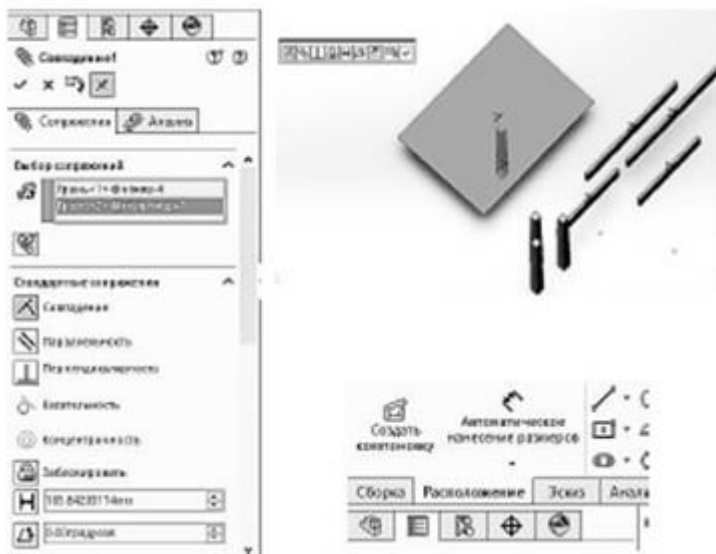


Рисунок 6

Вибираємо бокову грань стільниці, та бокову грань ніжки та проставляємо відстань між ними 40 мм (рис. 7). Аналогічно задаємо розміри між іншими гранями стільниці та ніжки (рис.7).



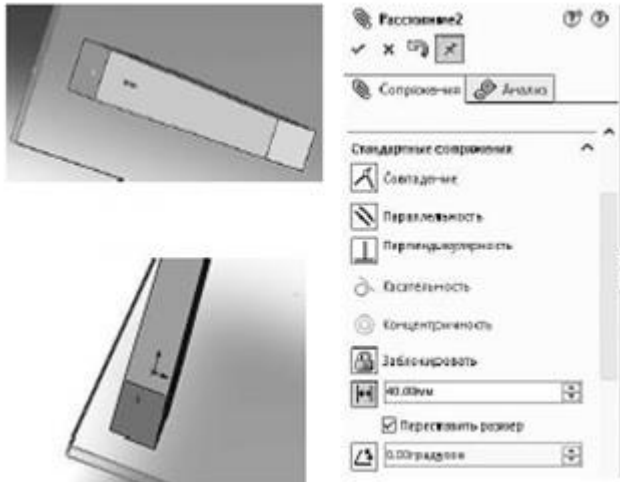


Рисунок 7

Далі можна розташувати інші ніжки аналогічним чином. А можна скористатися інструментом «Лінійний масив». Це буде набагато зручніше. Вибираємо елемент «Ніжка», задаємо кількість елементів по одному та другому напрямку та відстань між ними (рис. 8).

Тепер розташуємо довгу опору. Створимо спряження – співпадіння нижньої грані стільниці та верхньої грані опори (рис. 8).



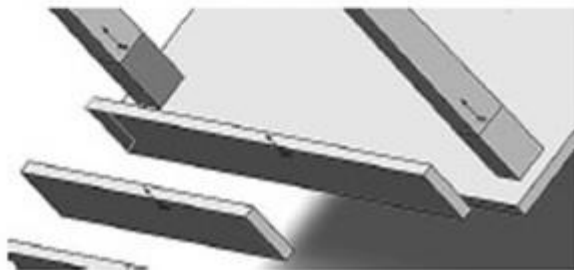


Рисунок 8

Після цього створимо ще одне спряження – співпадіння бокових граней стільниці та опори (рис. 9).

В наступному спряженні вкажемо відстань від кромки ніжки до кромки опори 20 мм (рис. 9). Скористаємось лінійним масивом в одному напрямку та розмістим ще одну довгу опору (рис. 9).



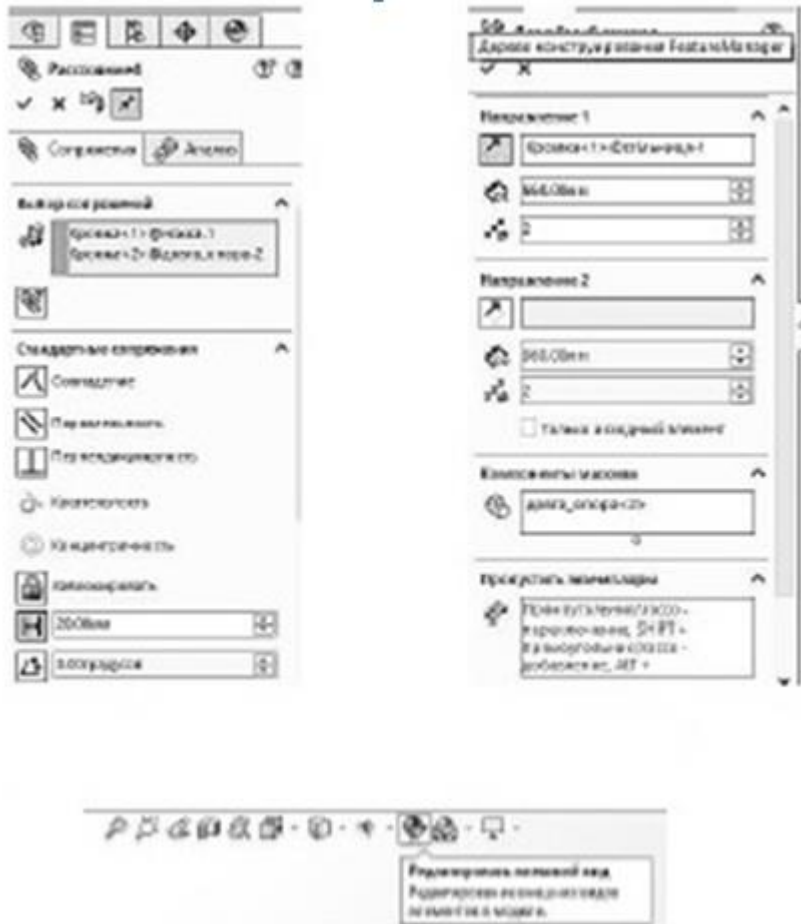


Рисунок 9

Аналогічно розмістимо та створимо масив для короткої опори.

Далі нам треба накласти на виріб текстуру деревини. Для цього вибираємо редагування зовнішнього вигляду (рис. 9).





Рисунок 10

Вибираємо необхідну нам текстуру (рис. 10). Після цього вибираємо компонент, до якого треба застосувати текстуру, або весь виріб (рис. 10).





Рисунок 11



Варіанти завдань для виконання моделі стола

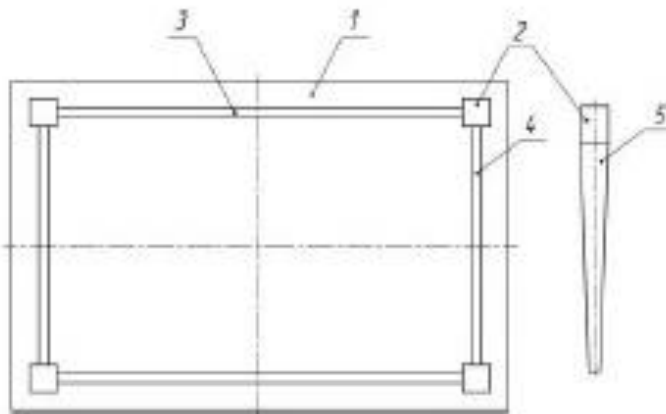


Рисунок 12

№ вар.	1- стільниця			2- кутова опора			3- довга опора			4- коротка опора			5- ніжка		
	l, мм	b, мм	h, мм	l, мм	b, мм	h, мм	l, мм	b, мм	h, мм	l, мм	b, мм	h, мм	про- филь	h, мм	Нахил/ конусність (%)
1	870	480	20	45	45	50	720	18	50	340	18	50	□	430	1,5
2	1000	600	18	50	50	80	800	18	80	400	18	80	○	600	2
3	1100	800	20	60	60	100	900	20	100	600	20	100	□	610	1,5
4	860	470	18	44	44	50	720	18	50	340	18	50	○	425	2
5	1010	600	18	50	50	80	800	18	80	400	18	80	□	610	1,5
6	1100	810	20	60	60	100	900	20	100	600	20	100	○	615	2
7	880	490	20	46	46	55	720	18	55	340	18	55	□	430	1,5
8	1000	600	18	50	50	80	800	18	80	400	18	80	○	600	2
9	1100	800	20	60	60	100	900	20	100	600	20	100	□	610	1,5
10	860	470	18	44	44	50	720	18	50	340	18	50	○	425	2
11	1010	600	18	50	50	80	800	18	80	400	18	80	□	610	1,5
12	1100	810	20	60	60	100	900	20	100	600	20	100	○	615	2
13	870	480	20	45	45	50	720	18	50	340	18	50	□	430	1,5
14	1000	600	18	50	50	80	800	18	80	400	18	80	○	600	2
15	1100	800	20	60	60	100	900	20	100	600	20	100	□	610	1,5
16	860	470	18	44	44	50	720	18	50	340	18	50	○	425	2
17	1010	600	18	50	50	80	800	18	80	400	18	80	□	610	1,5
18	1100	810	20	60	60	100	900	20	100	600	20	100	○	615	2
19	880	490	20	46	46	55	720	18	55	340	18	55	□	430	1,5
20	1000	600	18	50	50	80	800	18	80	400	18	80	○	600	2

Рисунок 13



Практична робота 8.

Назва «Моделювання тумби» - SolidWorks

Завдання: Відповідно до свого варіанта завдання слід:

- створити твердотілі моделі деталей тумби – стійки, дна, кришки, полиці, цоколю, задньої стінки, дверцят з ручкою;
- об'єднати твердотілі моделі деталей у з'єднання;
- реалістично візуалізувати тривимірне зображення моделі тумби;
- оформити креслення роботи.

Варіанти завдань вибрати із таблиці згідно з порядковим номером в журналі групи.

Мета роботи: Здобути початкові навички з моделювання й конструювання складальних одиниць з деревини засобами комп'ютерної графіки (на прикладі моделювання тумби в SolidWorks).

Алгоритм одержання зображення моделі об'єкту такий:

1. створюємо тривимірні зображення стійки, дна, кришки, полиці, цоколю, задньої стінки, дверцят з ручкою;
2. об'єднуємо зображення складових частин у одне ціле;
3. переглядаємо отримане зображення з різних точок зору;
4. закриваємо невидимі лінії;
5. накладаємо текстуру деревини на модель стола;
6. зберігаємо кресленик.

Розглянемо приклад виконання завдання (рис. 1).

Нижче наведена конструкція простої приліжкової тумби. Вона проста, ніяких надмірностей. Приліжковою тумбою часто користуються лежачи на ліжку, тому її висоту краще вибрати по висоті матрацу ліжка.



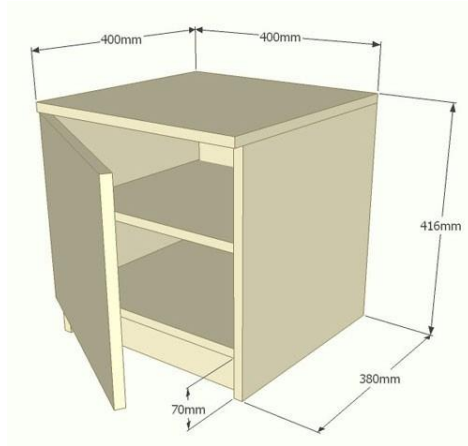


Рисунок 1

Задню стінку краще робити і ЛДСП. Кріпити її можна на єврогвинт або ексцентрикове стягування.

Варіанти

Варіант	xA	xB	xC
1	5	5	1
2	10	10	1
3	15	15	1
4	20	20	1
5	5	20	1
6	5	10	2
7	5	15	2
8	15	20	2
9	10	15	2
10	10	20	2



Деталювання, мм

№	Найменування	А	В	Товщ.	К-сть	Кромки
1	стійка	400+хА	380+хВ	16+хС	2	0,4
2	дно	368+хА	380+хВ	16+хС	1	0,4
3	кришка	400+хА	400+хВ	16+хС	1	0,4
4	полиця	364+хА	340+хВ	16+хС	1	0,4
5	цоколь	368+хА	70+хВ	16+хС	1	0,4
6	задня стінка	314+хА	368+хВ	16+хС	1	0,4
7	дверці	326+хА	396+хВ	16+хС	1	0,4

Фурнітура тут найпростіша. ПВХ 0,4 - тонка пластикова кромка.

Фурнітура

Кромка ПВХ 0,4/19	8,0	м/п
гвинт конфірмат 7х50	10	шт
Заглушка для єврогвинта	10	шт
підп'ятник	4	шт
стягувач ФС-16 (куник металевий)	4	шт
саморіз 3,5х16	26	шт
петля накладна	2	шт
ручка	1	шт



ЗРАЗОК виконання завдання – Лист 1

Позиція	Назва	Опис	К-сть
1	Задня стінка	373-303-17	1
2	Бігова стінка	405-4-10-17	2
3	Цоколь	373-301-17	1
4	Поліця	373-360-17	1
5	Дно	373-405-17	1
6	Дверці	403-303-17	1
7	Кришка	430-407-17	1
8	Ручка		1

Ж. Пелт. № докум. 1168. Діагр.		Лист	Масштаб
Мерло Девіска П. Р.		15	
Перевірив (підпис, дата)		Листів	
П. Ковал.		Листів	
Зам.		Листів зр. АМГ-11	
Моделювання тумби			



Практична робота 9.

Назва «Моделювання шафи-купе» - PRO100

Завдання: Відповідно до свого варіанта завдання слід:

- створити твердотілі моделі деталей шафи;
- об'єднати твердотілі моделі деталей у групу;
- реалістично візуалізувати тривимірне зображення моделі шафи-купе;
- оформити креслення роботи.

Мета: вивчення конструктивних елементів шафи-купе, послідовності її проектування в програмному середовищі «Pro100» та отримання практичних навичок роботи з програмою.

Обладнання, матеріали, програмне забезпечення: персональний комп'ютер із встановленим програмним середовищем «Pro100».

Варіанти завдань вибрати із таблиці згідно з порядковим номером в журналі групи.

Для того, щоб спроектувати шафу-купе, необхідно мати ескіз і знати її конструктивні елементи, які в подальшому будемо проектувати. Ескіз задано на рисунку 2. Варіанти завдання відповідають 3 основним параметрам шафи: висота - H , ширина - B , глибина - A . Товщина плити МДФ для всіх елементів шафи-купе – 16мм. Товщина задньої стінки ДВП – 5мм. Всі інші розміри елементів розраховуються, виходячи із базових – A , B , H .

Для прикладу (рис. 1), покажемо процес проектування шафи-купе – 0 варіант. Проектована шафа має такі розміри: ширина – 1756мм, глибина – 600мм, висота – 2400мм.



Із розрахунків визначимо наступні параметри шафи:
 $b_1=570\text{мм}$; $b_2=552\text{мм}$; $h_1=320\text{мм}$; $h_2=350\text{мм}$; $h_3=300\text{мм}$;
 $h_4=1558^{***}\text{мм}$; $h_5=72\text{мм}$; $a_1=20\text{мм}$.

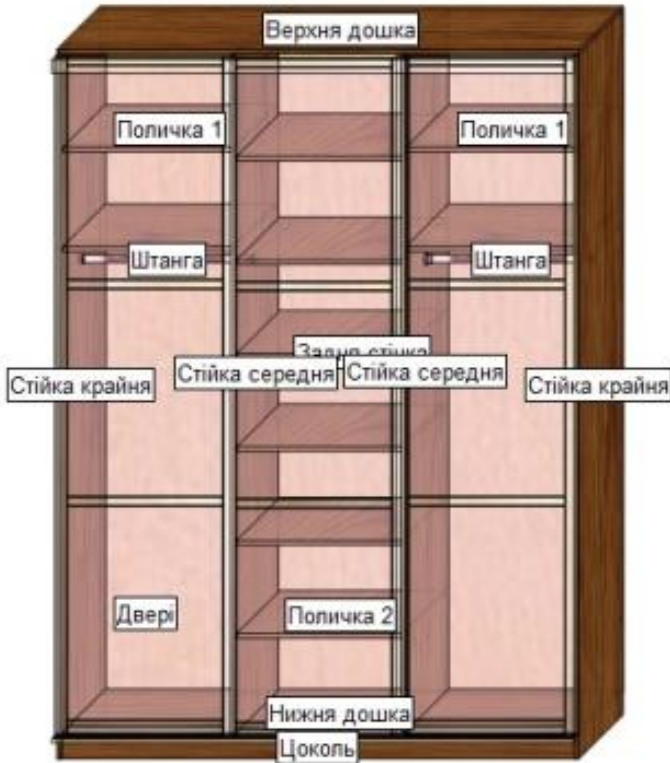


Рисунок 1



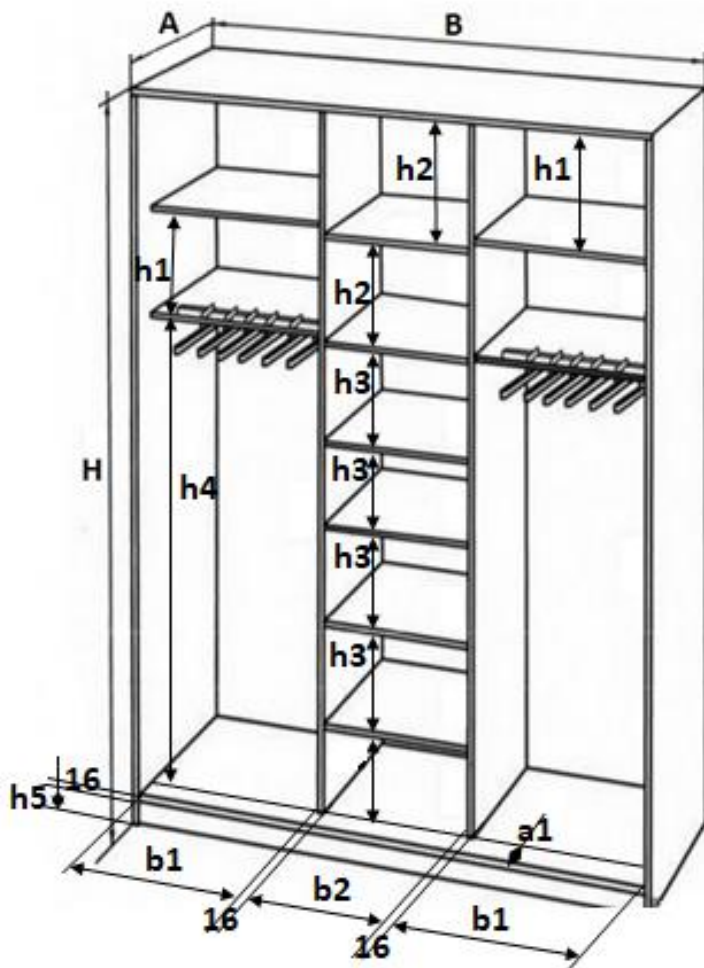


Рисунок 2



Варіанти завдання

Варіант	А	В	Н	Плита МДФ	Задня стінка ДВП
0	600	1756	2400	16	5
1	500	2000	2300	16	5
2	600	1800	2200	16	5
3	500	1900	2100	16	5
4	600	2000	2400	16	5
5	450	1800	2300	16	5
6	600	1900	2200	16	5
7	500	2000	2100	16	5
8	600	1800	2400	16	5
9	450	1900	2300	16	5
10	600	2000	2200	16	5

Основні принципи роботи в програмі PRO100

Спосіб роботи залежить від завдання, поставленого користувачем при роботі в програмі **PRO100**.

Створимо проект кухні з бібліотечних елементів, з додаванням текстур фасадів МДФ, використанням



матеріалів для обробки стін і підлоги, виставимо у віртуальній кімнаті освітлення.

Ознайомлення із зовнішнім виглядом і функціональними можливостями програми дозволяє максимально швидко створити проект за наявності бібліотек.

Інтерфейс програми

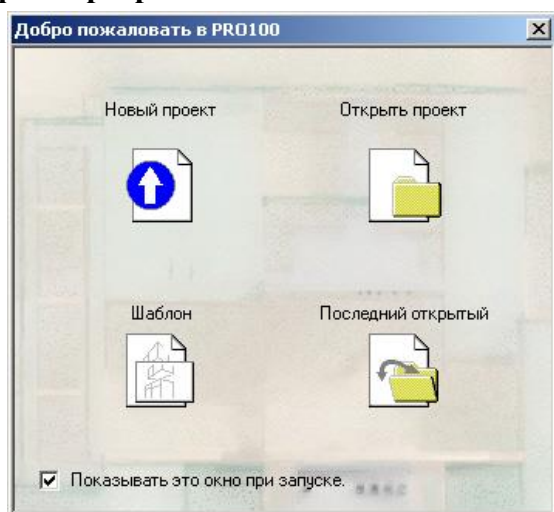


Рисунок 3

При першому запуску програми доступно чотири піктограми, кожна з яких символізує спосіб роботи з програмою (рис. 3):

- Новий проект - дозволяє почати роботу над створенням нового проекту;
- Відкрити проект - відкриває стандартне вікно відкриття збереженого раніше документу для продовження роботи над вже початим і збереженим проектом;
- Шаблон - дозволяє створити проект з використанням типових шаблонів, доступних в програмі;



➤ Останній відкритий - відкриває останній проект, над яким працював користувач (рис. 3)

Клацніть кнопкою миші на значку **Новий проект**, щоб почати роботу з програмою, - відкриється вікно **Властивості проекту** (рис. 4), де треба заповнити форму, ввівши номер проекту, прізвища замовника і дизайнера.

Натисніть кнопку ОК для продовження роботи - вікно **Властивості проекту** закриється і відкриється вікно **Властивості приміщення**.

У числових полях **Довжина**, **Ширина** і **Висота** за допомогою кнопок лічильника введіть розміри приміщення, в якому розставлятимуться меблі, і натисніть кнопку **ОК** - вікно закриється і відкриється вікно редактора (рис. 5).

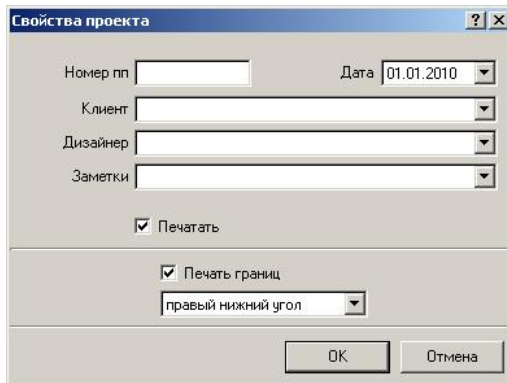


Рисунок 4

Разом з головним вікном програми при першому запуску автоматично завантажується додаткове вікно **Бібліотека**, розташоване в правій частині вікна **PRO100**.



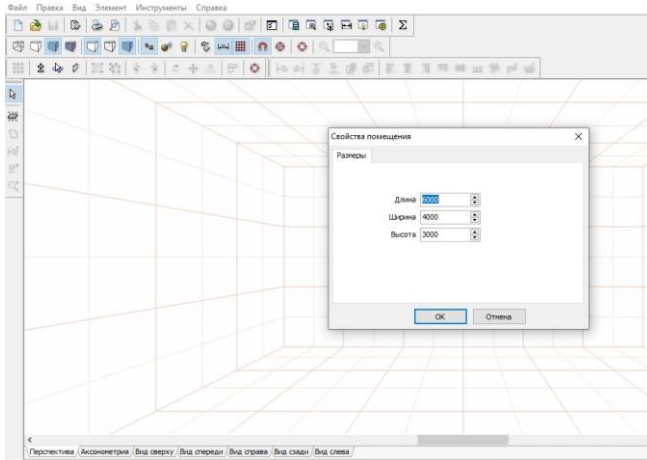


Рисунок 5

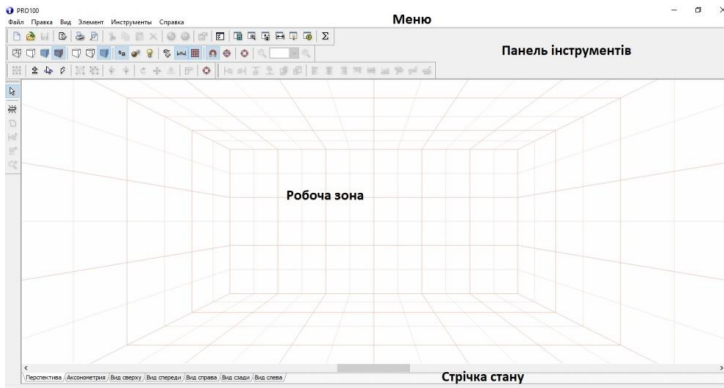


Рисунок 6

Головне вікно програми розділене на **чотири основні частини** (рис. 6).

➤ **Меню** - містить усі команди і налаштування програми і розташовується відразу під заголовком вікна.



➤ **Панель інструментів** - забезпечує ефективну роботу, надаючи швидкий доступ до найбільш корисних команд, які вибираються клацанням кнопки миші на відповідній кнопці. Щоб упізнати функцію кнопки, треба підвести до неї покажчик миші - через секунду з'явиться спливаюча підказка.

➤ **Робоча область** - віртуальна кімната, в якій можна створювати меблі і розробляти інтер'єр. Червона сітка визначає межі кімнати в тривимірному просторі.

➤ **Рядок стану** - показує необхідну технічну інформацію: координати покажчика миші, розміри елемента, підказки і т. д. У правій частині вікна знаходиться додаткове вікно **Бібліотека**, в якому вибираються усі доступні компоненти, розташовані на вкладках Меблі, Елементи, Матеріали і Інше.

Вкладка **Меблі** містить ескізи предметів меблів, вкладка **Елементи** - ескізи предметів інтер'єру, фурнітури, устаткування для кухонь і багато що інше. Вкладка **Матеріали** має велику колекцією ескізів покриттів, текстур, а також містить безліч різноманітних матеріалів різних фактур і кольорів. На вкладці **Інше** знаходяться компоненти, що не увійшли ні до однієї з названих категорій.

Усі компоненти бібліотеки розподілені по теках із узагальнювальною груповою назвою.

Щоб вибрати компонент у бібліотеці, необхідно перейти на відповідну вкладку і клацнути на теці групи матеріалів або елементів, а потім в груповій теці вибрати потрібний компонент.

Панелі інструментів

Розглянемо **панель інструментів**. Як у будь-якій програмі з віконним інтерфейсом, панелі в PRO100 можна



приховувати або переміщати, використовуючи команду управління панелями Вид, Панелі інструментів (рис. 7).

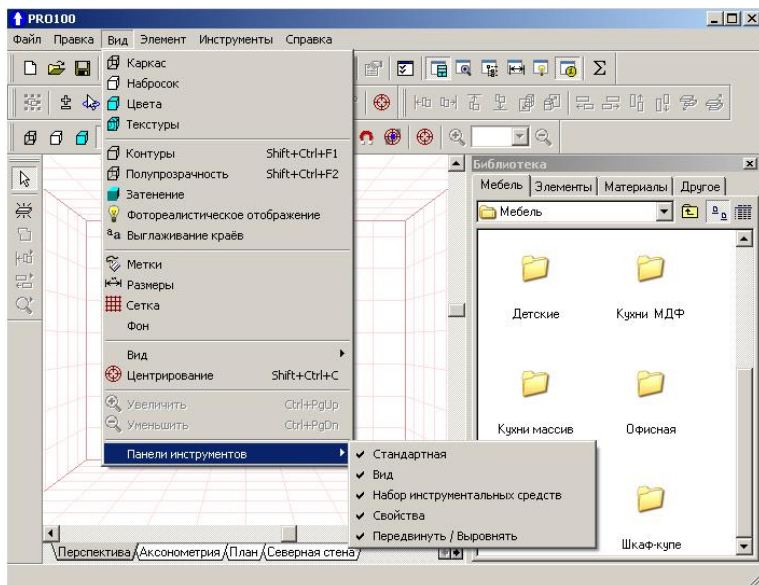


Рисунок 7

Всього в меню **п'ять панелей інструментів**: Стандартна, Вид, Набір інструментальних засобів, Властивості, Пересунути/Вирівняти (рис. 7).

Щоб панель відображалася у вікні програми, слід встановити прапорець поряд з її назвою. Якщо панель не потрібна, то треба зняти відповідний прапорець.

Панель **Стандартна** розташована відразу під головним меню програми (рис. 6) і містить інструменти, властиві програми, працюючої під управлінням операційної системи Windows, а також оригінальні кнопки, наявні тільки в цьому застосуванні:

- **Новий** - відкриває новий проект;



- **Відкрити** - завантажує в робоче вікно програми збережений раніше проект;
- **Зберегти** - дозволяє зберегти поточний проект;
- **Властивості проекту** - відкриває вікно Властивості проекту, в якому можна відкоригувати дані за проектом, такі як ім'я замовника і виконавця, дати створення і закінчення проекту і інше;
- **Друк** - роздруковує документи, що створюються в програмі;
- **Перегляд друку** - дозволяє перед друком заздалегідь проглянути майбутній документ і його зовнішній вигляд після друку;
- **Видалити, Вирізувати, Копіювати, Вставити** - кнопки для стандартних дій;
- **Відмінити/Повернути** - відміняє дію або повертає скасовану дію;
- **Властивості** - відкриває вікно властивостей виділеного об'єкту;
- Бібліотеки меблів, Бібліотеки матеріалів - відкривають відповідні бібліотеки;
- **Структура, Прайс-лист, Звіти і розрахунки** - дозволяють працювати з документацією і специфікаціями за замовленням;
- **Конфігурація** - відкриває вікно налаштувань, в якому можна настроїти зовнішній вигляд, вказати теки для зберігання бібліотек, настроїти режим автоматичного збереження проекту через задані інтервали часу.

Прямо під панеллю **Стандартна** знаходиться панель **Вид** (рис. 8), що дозволяє редагувати представлення об'єктів в проекті.



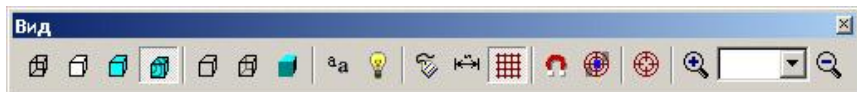


Рисунок 8

Панель **Вид** містить наступні кнопки:

- Каркас - відображає тільки каркас об'єкту;
- Нарис - дозволяє представити об'єкт у вигляді нарису;
- Кольори - показує колір об'єкту;
- Текстури - відбиває текстуру об'єкту;
- Контури - відображає тільки контури;
- Напівпрозора - робить об'єкт напівпрозорим;
- Затінювання - дозволяє додати тіні на об'єкт;
- Згладжування країв - округляє, згладжує краї;
- Фото реалістичне відображення - при додаванні джерела освітленості дозволяє створити реалістичну картину світла, що падає від джерела;
- Мітки - представляє в проєкті об'єкт разом з мітками його по класифікації у бібліотеці матеріалів і елементів;
- Розміри - відображає на кресленні розміри приміщення і встановлених меблів;
- Сітка - робить сітку в робочій області програми доступною для огляду або прибирає її;
- Прив'язати до сітки - прив'язує об'єкти до сітки;
- Автоцентрування - включає автоматичне центрування;
- Центрування - центрує один об'єкт;
- Панель масштабування - містить кнопки Збільшити, Зменшити і список масштабів, що відкривається.





Рисунок 9

Над панеллю **Вид** знаходиться панель Властивості (рис. 9). Панель **Властивості** містить наступні кнопки:

- Виділити все - виділяє займаний об'єктами об'єм;
- Розширити виділення, Виділити усередині, Виділити приховане - дозволяють застосувати різні варіанти виділення об'єктів;
- Згрупувати, Розгрупувати - групує об'єкти, ведучі себе як одне ціле, а також виконує зворотню дію;
- Поворот на 90° проти годинникової стрілки і Поворот на 90° за годинниковою стрілкою - повертають об'єкт на 90°;
- Поворот - відкриває вікно Обертання, в якому можна настроїти поворот, тобто вказати вісь обертання і кут;
- Перемістити - відкриває вікно Переміщення, в якому настроюється переміщення, тобто вибирається вісь і відстань;
- Перевернути - перевертає об'єкт
- Накрити поверхнею - накриває виділений об'єкт поверхнею, автоматично завантажуючи в робочу область виділений елемент;
- Центрування - вирівнює по центру.





Рисунок 10

Поряд з панеллю **Властивості** знаходиться панель інструментів Пересунути/Вирівняти (рис. 10).

Панель містить кнопки, що спрощують розміщення виділених об'єктів в робочій зоні вікна програми і допомагають правильно визначити місця розташування об'єктів: Пересунути вліво, Пересунути управо, Пересунути вгору, Пересунути вниз, Пересунути вперед, Пересунути назад. **Назви кнопок ясно вказують їх функціональне призначення.**

Створення власного проекту

Для цього треба виконати наступні дії:

1. Запустити додаток і у вікні вітання клацнути на значку Новий проект - відкриється вікно **Властивості проекту**.

2. Ввести усі необхідні дані про проект і натиснути кнопку **ОК** - відкриється вікно **Властивості приміщення**.

3. У числових полях Довжина, Ширина, Висота за допомогою кнопок лічильника ввести розміри приміщення - 5000, 4000 і 2700 - і натиснути кнопку **ОК** - вікно закриється і з'явиться вікно редактора.

Створимо, для прикладу, проект кухні з бібліотечних елементів, із додаванням текстур фасадів МДФ, використанням матеріалів для обробки стін і підлоги і з додаванням освітлення до віртуальної кімнати.



1. Перейти на вкладку Меблі в теку Кухні додаткового вікна Бібліотека - у вікні відобразяться доступні варіанти об'єктів кухонних меблів.

2. Двічі клацнути кнопкою миші на вподобаному об'єкті, наприклад шафа нижня, - об'єкт додається в робочу зону вікна програми (рис. 11).

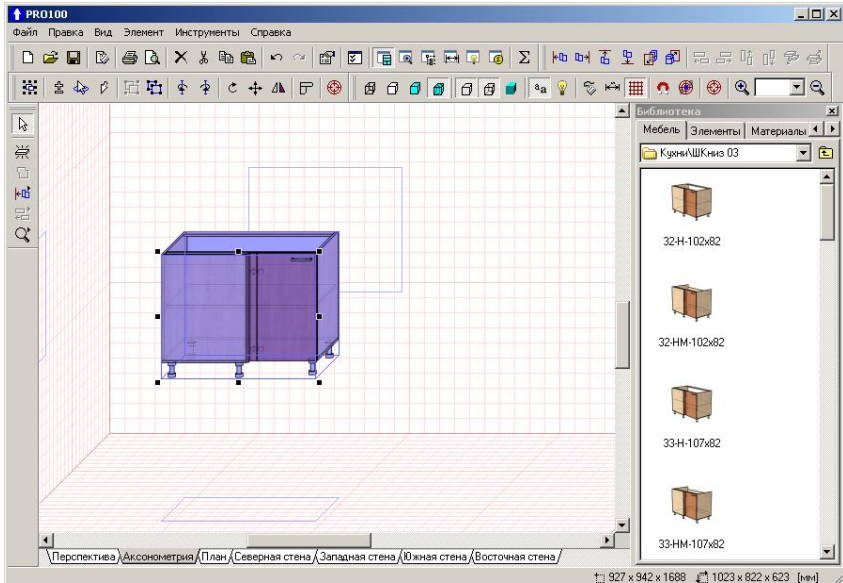


Рисунок 11

3. Для визначення правильного розташування об'єкту в кімнаті можна скористатися широкими можливостями програми. Виділити об'єкт, клацнувши на нім кнопкою миші, - об'єкт змінить колір і буде виділений синіми лініями з маркерами виділення - чорними квадратами.



• ПОРАДА

Якщо треба швидко виділити усі елементи в деякій прямокутній області, то можна застосувати множинне виділення, підвівши покажчик миші до порожнього простору робочої області і утримуючи натиснутими клавішу Shift і кнопку миші, розтягнути область виділення. Усі елементи, що потрапили в розтягнутий прямокутник, будуть виділені.

4. Підвести покажчик миші до маркера виділення - покажчик змінить свій вид.

5. Натиснути кнопку миші, не відпускаючи її, перетягнути маркер убік і відпустити кнопку миші - розміри об'єкту зміняться. Так можна видозмінювати розміри меблів в редакторіві.

6. Задіяти кнопки Пересунути вліво, Пересунути управо, Пересунути вгору, Пересунути вниз, Пересунути вперед або Пересунути назад панелі інструментів Пересунути/Вирівняти, щоб встановити об'єкт на потрібне місце в кімнаті.

Для більшої наочності і закріплення досягнутих успіхів слід додати ще інші об'єкти в проект і розташувати їх, використовуючи кнопки панелі інструментів Пересунути/Вирівняти, - усі шафи вишикуються уздовж стіни. Щоб повернути одну із шаф до іншої стіни, треба зробити наступне (рис. 12).

1. Виділити шафу, клацнувши на ній кнопкою миші в робочій області програми.

2. Натиснути кнопку Поворот на 90° проти годинникової стрілки або Поворот на 90° за годинниковою стрілкою панелі інструментів Властивості, щоб добитися необхідного положення шафи.



3. За допомогою кнопок панелі інструментів Пересунути/Вирівняти присунути шафу до стіни, біля якої його треба встановити.

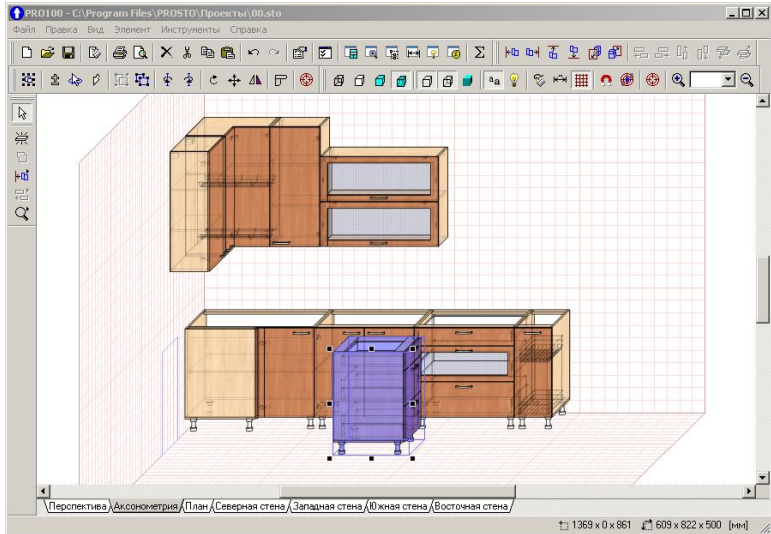


Рисунок 12

• ПОРАДА

За ситуації, коли перекриття елементів потрібне, виділите елемент і, почавши переміщати його або змінювати розміри, натисніть і утримуйте Shift: інші предмети і стіни стають «прозорими» для виділеного об'єкту. Об'єкт, який перекрився з виділеним, відображається червоним кольором до тих пір, поки перший залишається виділеним.

4. Додати усі необхідні кухонні компоненти з бібліотек Меблі і Елементи (рис. 13).



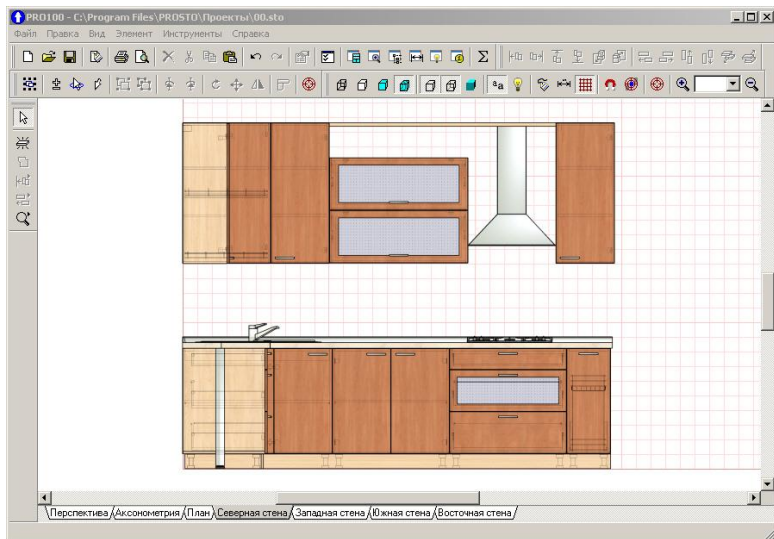


Рис. 11 Добавление других объектов в проект

Рисунок 13

5. Перейдемо в додатковому вікні Бібліотека на вкладку Елементи і двічі клацнемо кнопкою миші на теці Дверей Вікна, щоб вибрати один з елементів.

6. Клацнемо кнопкою миші на вподобаних дверях, виділимо її і перетягнемо в робочу зону вікна програми, помістивши в потрібному місці на стіні (рис. 14).

Для правильного розташування дверей слід використати кнопки панелі інструментів Пересунути/Вирівняти.

Маючи в кімнаті групу об'єктів, можна ознайомитися з режимами перегляду створюваного проекту.



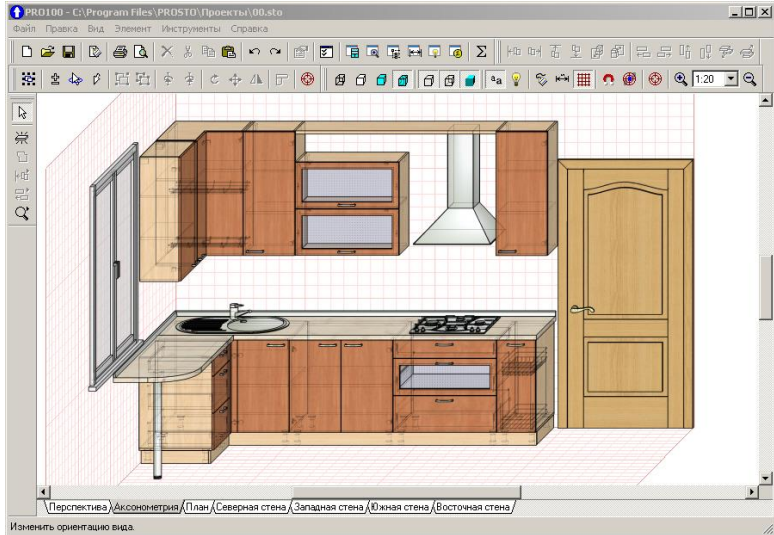


Рис. 12 Добавление предметов интерьера в проект

Рисунок 14

Режимы просмотра

У нижній частині вікна програми **PRO100** над рядком стану знаходяться перемикальні режим перегляду вкладки Перспектива, Аксонометрія, План, Північна стіна, Західна стіна, Південна стіна і Східна стіна. Клацання на назві вкладки включає відповідний режим перегляду. Правила для зміни орієнтації віртуального робочого простору однакові в усіх режимах перегляду. Якщо клацнути на вкладці Перспектива, то вікно із створеним проектом виглядатиме приблизно так, як показано на рис. 15.

Повернути віртуальну кімнату і змінити перспективу можна тільки в режимі **Перспектива**. Встановіть покажчик миші на стіну або простір, не зайнятий віртуальною кімнатою в робочій області, і, утримуючи



натиснутою кнопкою миші, перемістите покажчик у напрямі стіни, яку вимагається побачити. На час повороту покажчик миші міняє свій вид.

• ПОРАДА

Для того, щоб управляти кутом огляду в режимі Перспектива, утримуючи кнопку Shift і ліву кнопку миші одночасно, перемістіть покажчик в простір робочої області і наближайте або віддаляйте робочу область редактора.

Перспектива - найбільш використовуваний режим перегляду, що забезпечує об'ємне відображення проекту. За правилами перспективи елементи, що знаходяться далі від користувача, відображаються меншими. Можна обертати і збільшувати або зменшувати перспективу. Щоб проглянути проект в режимі Перспектива, треба клацнути на однойменній вкладці в нижній частині вікна.

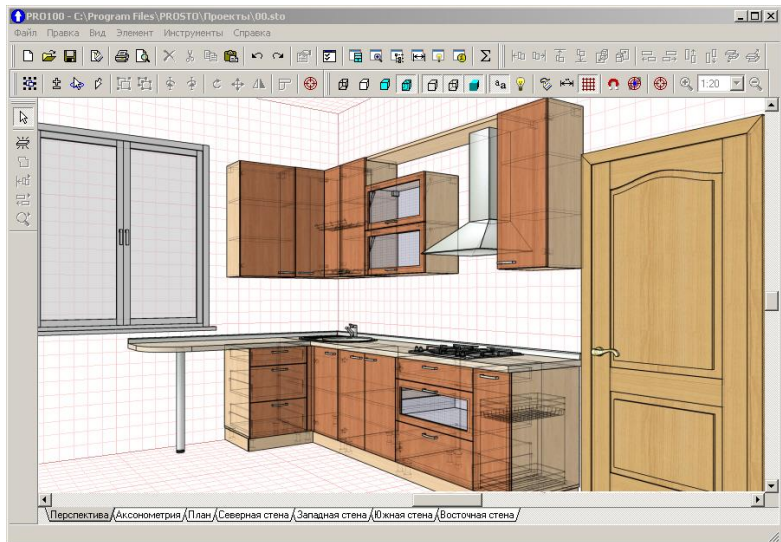


Рисунок 15



Якщо клацнути на вкладці **Аксометрія** в нижній частині вікна програми, то вид вікна редактора і робочої області зміниться відповідно до властивостей вкладки.

У Аксонометрії і ортогональних проекціях обертання неможливе, тому аналогічні дії приведуть до переміщення зображення в робочій області. Смути прокрутки вниз і праворуч від робочої області дублюють цю функцію.

Щоб збільшити або зменшити масштаб зображення, треба виконати наступні дії.

1. Підвести покажчик миші до стіни або простору, не зайнятого віртуальною кімнатою, в робочій області.

2. Утримуючи натиснутою кнопку миші, перемістити покажчик вгору для збільшення масштабу або вниз для зменшення.

У Аксонометрії і ортогональних проекціях можна також використати пункти Збільшити Зменшити меню Вид або аналогічні кнопки на панелі інструментів Вид.

Можна також збільшити зображення так, щоб бажаний елемент або група залишалися в центрі робочої області, для чого використовуються кнопки Центрування і Автоцентрування на панелі інструментів Вид.

Аксометрія - аксонометрична проекція проекту, обертання в якій неможливе, а кут огляду при цьому завжди 45° .

Ортогональні проекції – План (рис. 16), Північна стіна, Східна стіна, Південна стіна, Західна стіна - результат проектування утримуваного проекту на чотири попарно перпендикулярні стіни і підлогу.



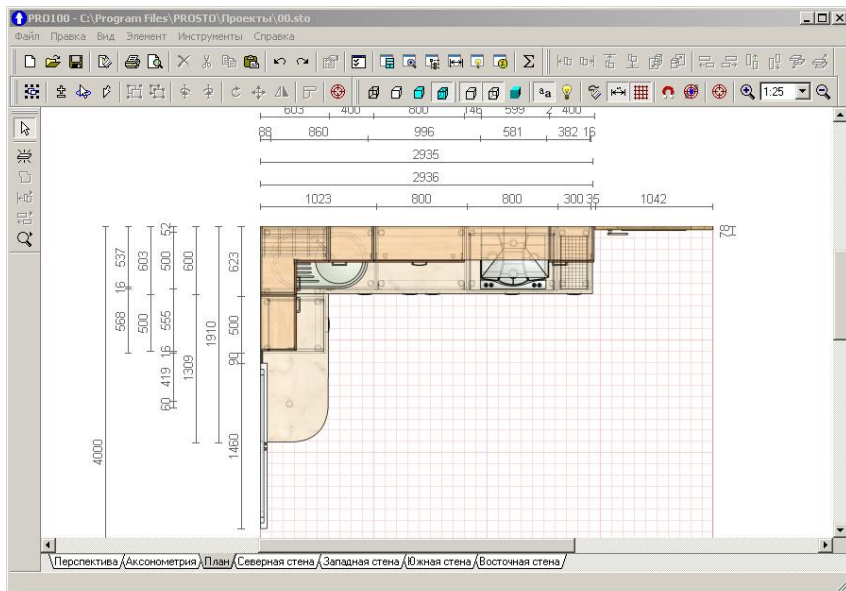


Рис. 14 Додавлення розмірів в проект

Рисунок 16

Обертати віртуальну кімнату в ортогональній проекції неможливо, а кут огляду тут завжди 90° до вибраної стіни. У цих проекціях можна користуватися кнопкою **Розміри** панелі інструментів **Вид**. Якщо натиснути кнопку **Розміри**, то в робочій зоні вікна відобразяться розмірні лінії з нанесеними розмірами. Розміри вираховуються автоматично, орієнтуючись на спочатку задані розміри приміщення і предметів інтер'єру, що дуже зручно.

• ПОРАДА

Для зручності при розставлянні об'єктів меблів можна використати різні режими перегляду, перемикаючись на вкладки Аксонометрія, План і інші. Для того, щоб бажаний елемент або група залишалися в центрі



робочої області в режимі перегляду Перспектива, використовуйте кнопку Центрування для виділених елементів.

Тепер приступимо до обробки приміщення і виконаємо «ремонт» кімнати: розмістимо шпалери на стінах, покриємо підлогу паркетом, додамо освітлення, виконавши наступні дії:

1. У додатковому вікні Бібліотека перейдемо на вкладку Матеріали і виберемо теку Покриття, відкривши її подвійним клацанням кнопки миші.

2. У теці, що відкрилася, виберемо теку Підлога, двічі клацнувши на ній кнопкою миші. У теці містяться додаткові теки з елементами покриття підлоги: Паркет, Леноліум і Плитка. Виберемо теку, наприклад Паркет, і відкриємо її подвійним клацанням кнопки миші.

3. Клацнемо кнопкою миші на вподобаній текстурі, виділимо її і перетягнемо на зображення підлоги в робочій зоні вікна програми - підлога буде замощена вибраною текстурою.

4. У додатковому вікні Бібліотека двічі клацнемо кнопкою миші на значку теки із стрілкою, щоб перейти в каталозі бібліотеки на два кроки назад, тобто повернутися до перегляду теки Стіни.

5. Двічі клацнемо на теці Стіни. У теці містяться додаткові теки з елементами покриття стін: Шпалери, Кахель і Інше.

6. Двічі клацнемо кнопкою миші на теці Кахель, клацнувши кнопкою миші на вподобаній текстурі плитки, виділимо її і перетягнемо на стіну в робочій зоні вікна програми - стіна буде заповнена вибраною текстурою. Аналогічно заповнюються усі стіни (рис. 17).



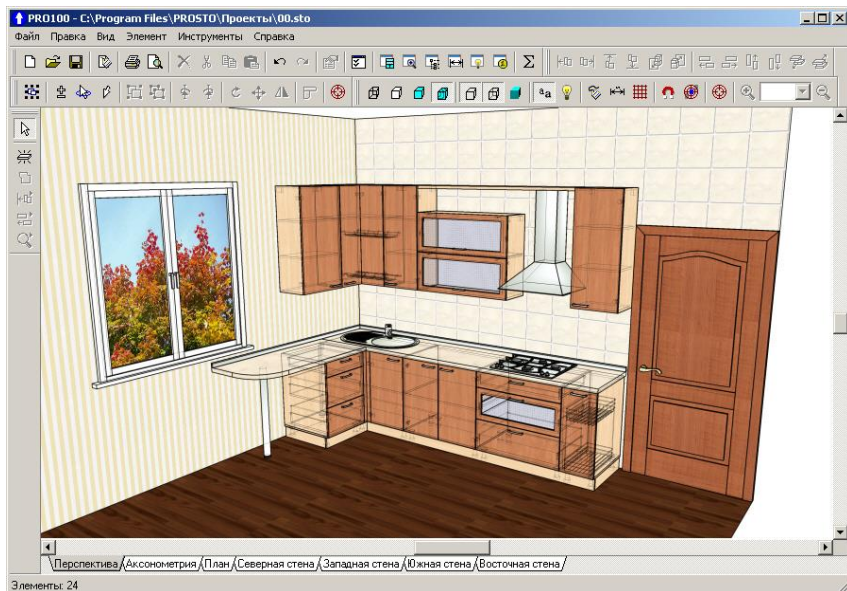


Рисунок 17

Розставивши усі предмети меблів, можна змінити матеріал, з якого виготовлені меблі, двері, текстури фасадів МДФ, виконавши наступні дії:

1. Виділити об'єкт меблів, клацнувши на нім кнопкою миші.

2. На вкладці Матеріали додаткового вікна Бібліотека відкрити теку Дерево і вибрати текстуру для об'єкту меблів, перетягнувши її з вікна Бібліотеки на об'єкт. Виконати цю дію для усіх дерев'яних об'єктів меблів, призначаючи однакові або різні текстури.

• ПОРАДА

Один із способів вибору матеріалу для елементів полягає в перетяганні матеріалу при натиснутій кнопці Shift на вибраний елемент, внаслідок чого усі елементи в



проекті, які раніше мали однаковий матеріал з елементом, також змінять свій матеріал.

3. Перейти на вкладці Матеріали в теку Фасади і вибрати текстуру МДФ по розмірах для конкретного кухонного фасаду.

4. Перейти на вкладці Матеріали в теку Стільниці і вибрати текстуру для стільниць, виділивши її і перетягнувши кнопкою миші на поверхню (рис. 18).

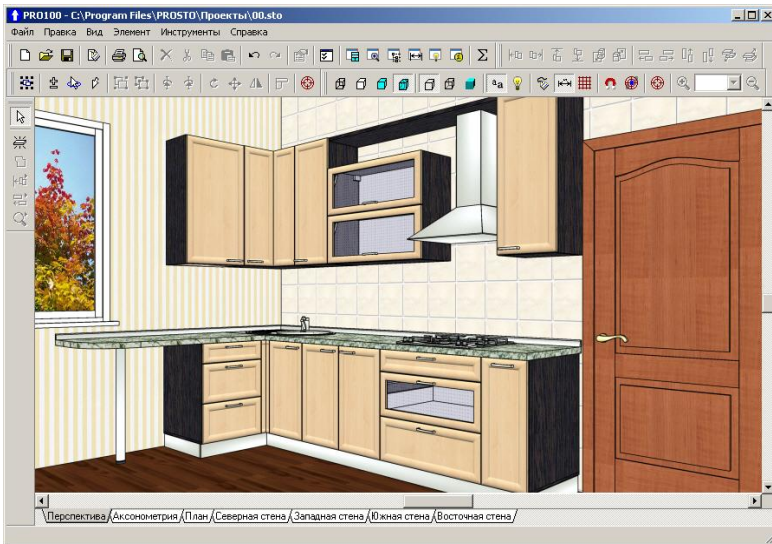


Рис. 16 Замена текстур в проекте

Рисунок 18

Додавши усі необхідні предмети з вікна Бібліотеки, помістіть в проект освітлення, виконавши наступні дії.

1. На вкладці Елементи додаткового вікна Бібліотека виберіть теку Освітлення, двічі клацнувши на ній кнопкою миші (тека містить різні об'єкти освітлення).



2. Двічі клацніть на необхідному значку освітлювального приладу - світильник, виділений маркерами, буде доданий в робочу зону вікна проекту.

3. Перемістіть світильник в заплановане місце, перетягнувши його кнопкою миші і зорієнтувавши в просторі за допомогою вікна Властивості об'єкту, вкладка Позиція. Аналогічно додайте необхідну кількість освітлювальних приладів і 3D моделей.

4. Натисніть кнопку фотореалістичне відображення на панелі інструментів Вид - після обробки даних програмою PRO100 вийде зображення віртуальної кімнати.

5. Зайдіть у вікно Звіти, вкладка Розрахунки відображають витратну ціну виробу за наявності файлів прайс-листа програми для використовуваних бібліотек сайту.

Алгоритм виконання завдання із побудови моделі об'єкту наступний:

Запускаємо програмне середовище, клацнувши по ярлику програми на робочому столі – з'являється вікно запрошення в програму (рис. 19).

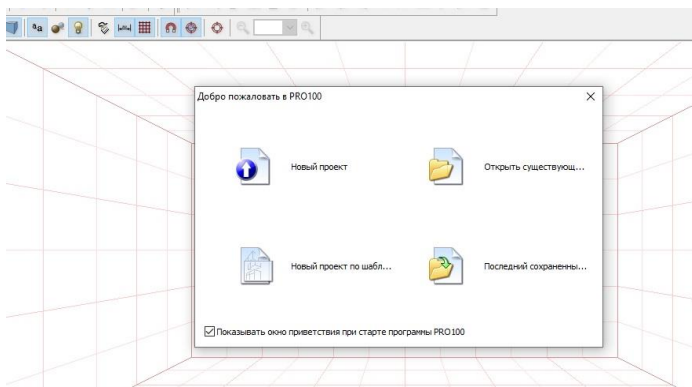


Рисунок 19 - Вікно програми



Вибираємо «Новий проект». Відкриється нове вікно «Властивості проекту» (рис. 20), де заповнюємо (або не заповнюємо) рядки і натискаємо «Ок».

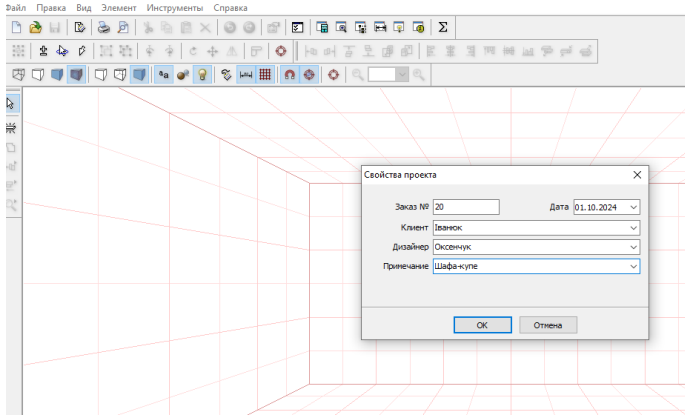


Рисунок 20 - Властивості проекту

У вікні «Властивості приміщення» вставляємо необхідні розміри (рис. 21). Оскільки проект демонстраційний пишемо довільні розміри.

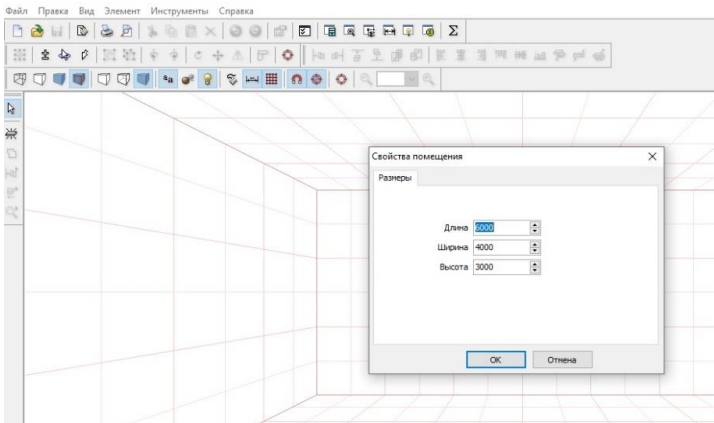


Рисунок 21 - Властивості приміщення



Відкривається головне вікно програми (рис. 22).

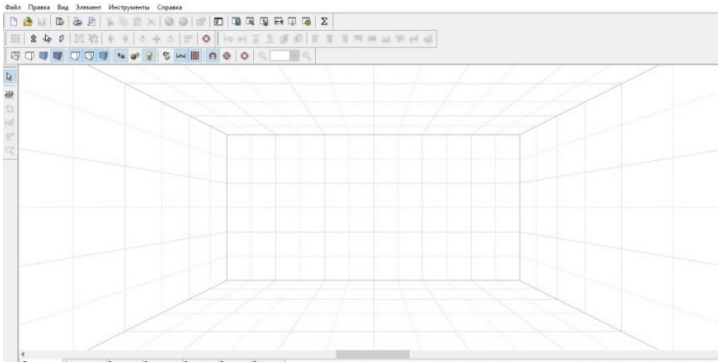


Рисунок 22 - Головне вікно програми

Створюємо першу деталь «Стійка крайня» (рис. 1). Для цього натискаємо в лівій панелі інструментів кнопку «Новий елемент», встановлюємо курсор на підлогу кімнати і клацаємо ЛКМ (рис. 23).

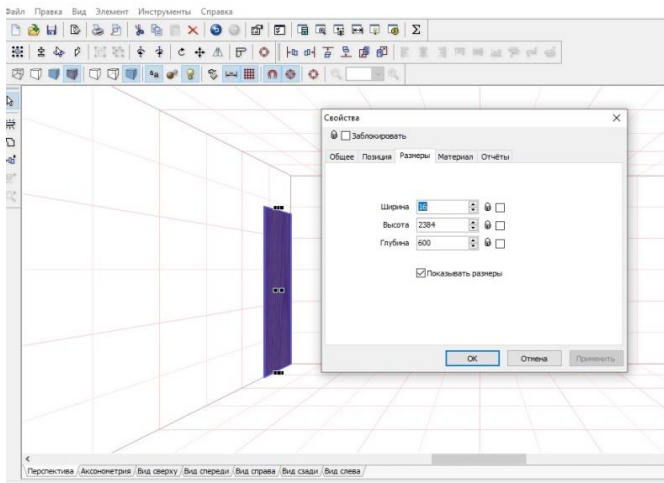


Рисунок 23 - Створення нової деталі



Виставляємо у «Властивостях» назву, розміри елемента, позицію і матеріал. Вписуємо розміри деталі.

Ширина – 16мм, висота – 2384 мм, глибина – 600 мм. У вкладці «Матеріал» можна змінювати вид матеріалу деталі і напрям малюнка текстури поверхні.

Тепер створюємо дублікат деталі, для цього наводимо курсор миші на стійку, затискаємо ліву клавішу і переміщаємо деталь у бік, не відпускаючи лівої кнопки клацаємо правою кнопкою. На місці звідки пересунута стійка з'явилася нова деталь з тими ж параметрами (рис. 24).

Копіювати елемент можна також комбінацією **ctrl+D**.

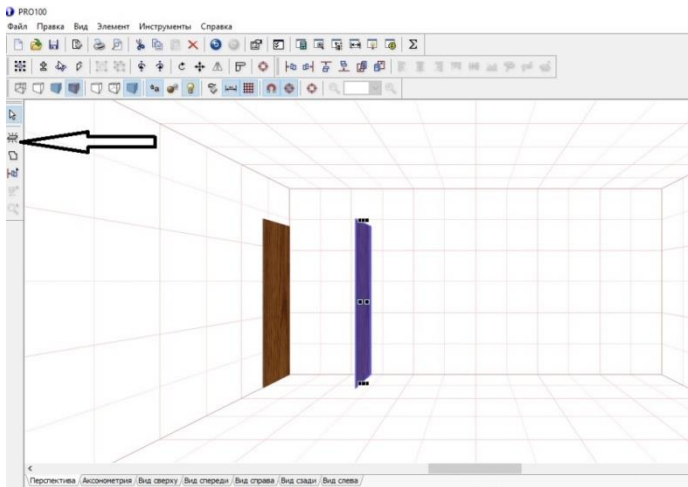


Рисунок 24 - Створення дублікату деталі

Створюємо дно деталі. Для цього робимо копію елемента і повертаємо копію на 90^0 навколо осі (рис. 25).



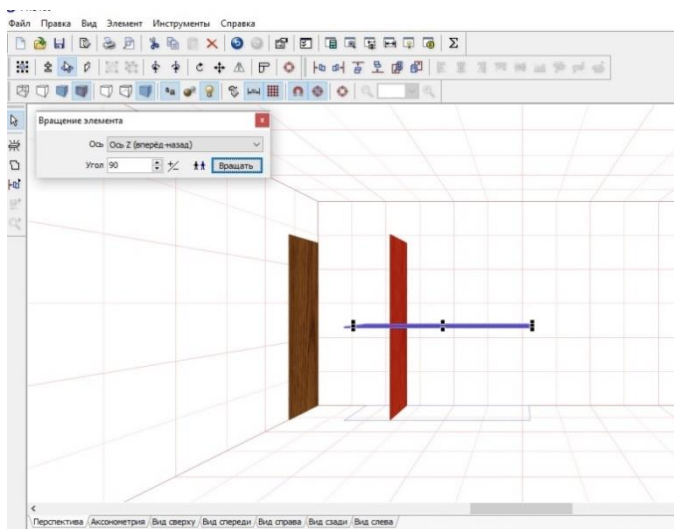


Рисунок 25 - Створення дублікату і поворот деталі

Вирівнюємо деталі «Стойка крайня» і «Нижня дошка». Виділяємо обидві деталі утримуючи клавішу «Shift», вони стануть фіолетовими, і натискаємо кнопку «Вирівнювання по лівій грані» (рис. 26).

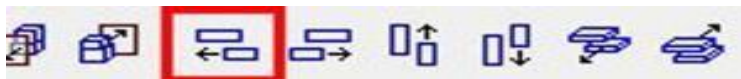


Рисунок 26 - Вирівнювання двох деталей

Дно зміститься до краю деталі «Стойка крайня» і обидві деталі вирівнюються.

Такими діями створюємо всі елементи коробки шафи (рис. 27-29).



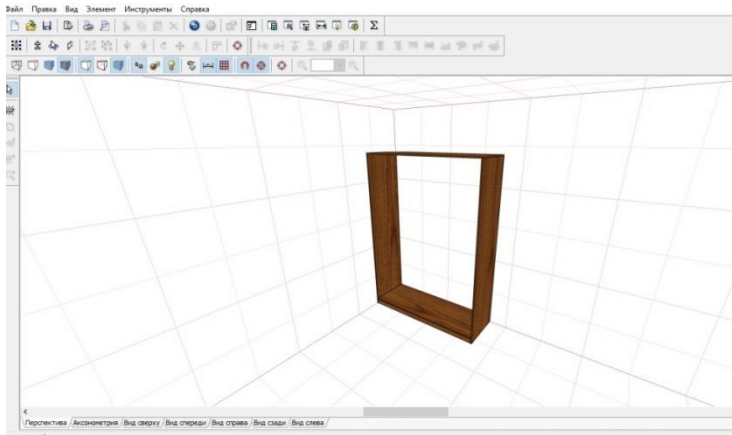


Рисунок 27 – Зовнішня коробка шафи

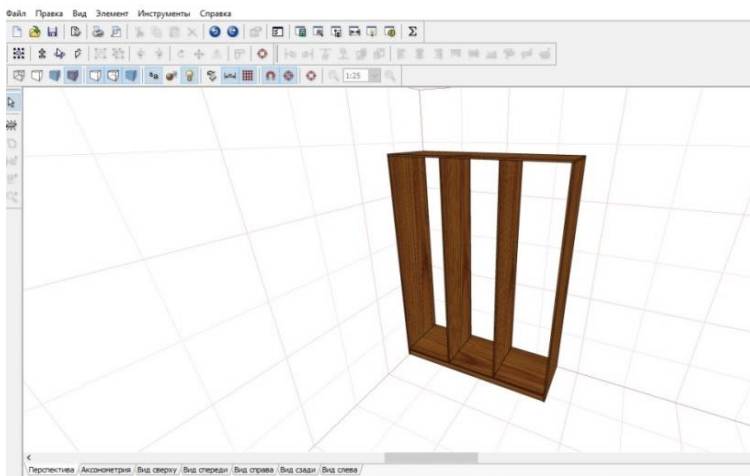


Рисунок 28 – Моделювання двох внутрішніх стійок



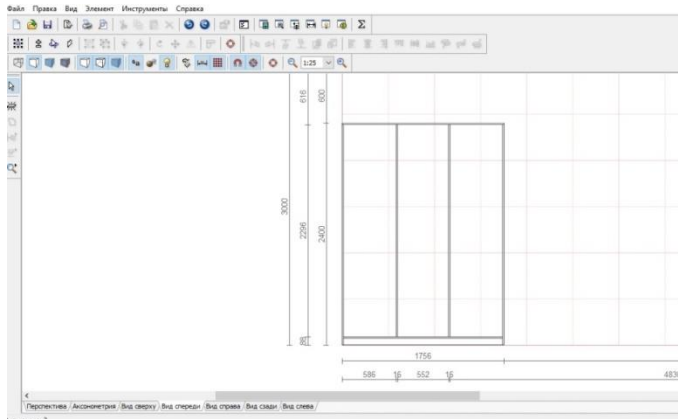


Рисунок 29 – Коробка шафи із внутрішніми стійками та розмірами на виді спереду

Виділяємо всі створені елементи у перспективній проекції та групуємо коробку шафи-купе. Для цього відводимо курсор убік на вільне місце, щоб він був вище всіх деталей, затискаємо клавішу «Shift» і ліву кнопку миші, і рухаємо курсор по діагоналі вниз. З'являється рамочка, вона повинна захопити всі деталі. Відпускаємо кнопку, всі елементи стали фіолетовими. Натискаємо кнопку «Згрупувати» (рис. 30).

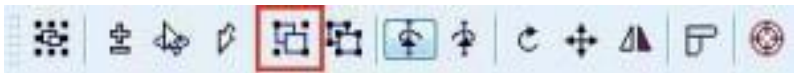


Рисунок 30 - Групування деталей

Тепер досить клацнути тільки по одній деталі і вся група буде виділена. Зараз можна перевірити загальні розміри коробка. Вони повинні бути: ширина – 1756мм, висота – 2400 мм, глибина – 600мм.

За розрахованими розмірами створюємо полицки та



елемент «Задня стінка» (рис. 31- 36).

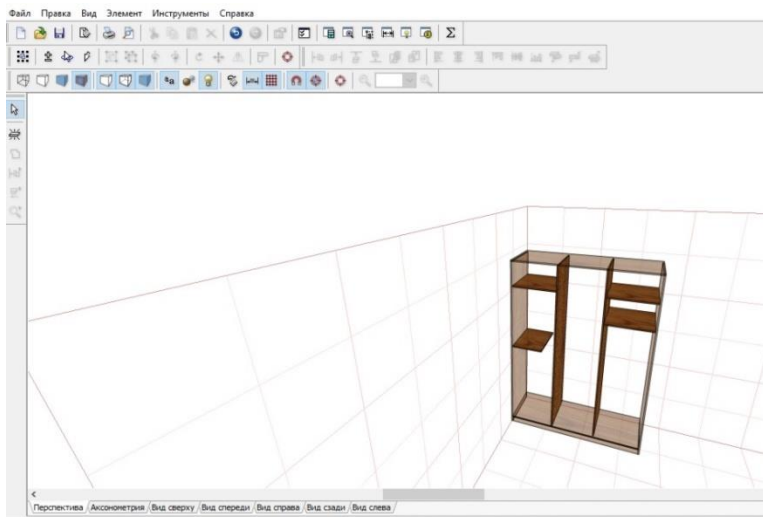


Рисунок 31 – Моделювання елементів «Поличка 1»

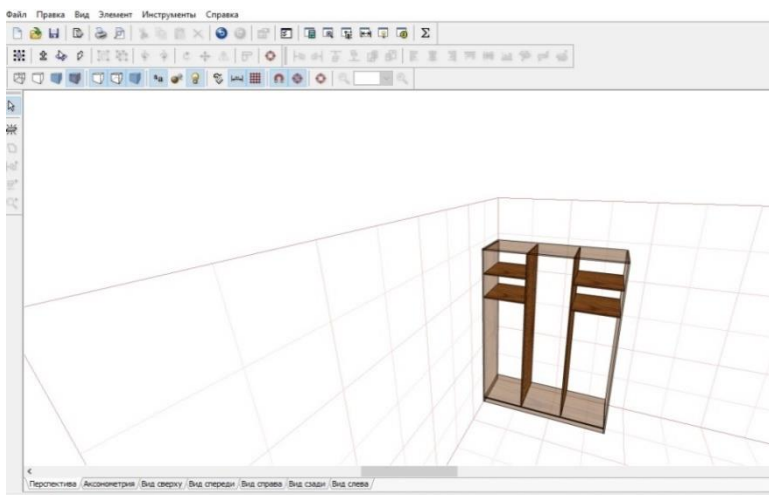


Рисунок 32 – Результат моделювання 4 елементів «Поличка 1»



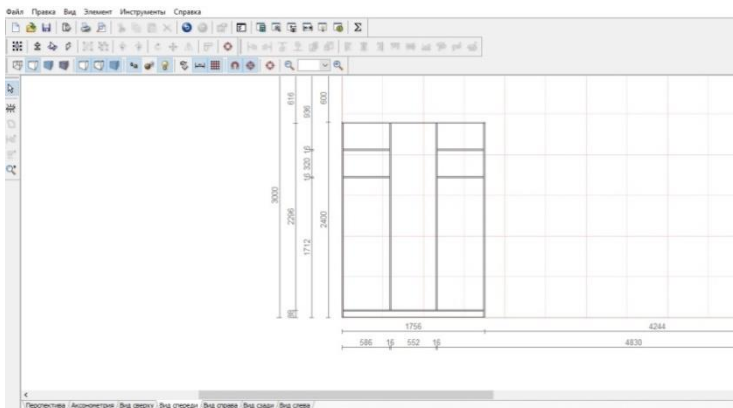


Рисунок 33 – Вид спереду моделі із нанесеними розмірами

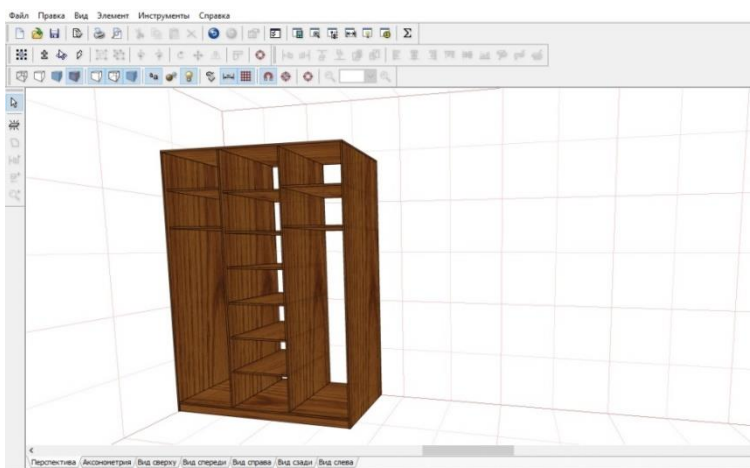


Рисунок 34 – Результат моделювання 4 елементів «Поличка 1» та 6 елементів «Поличка 2»



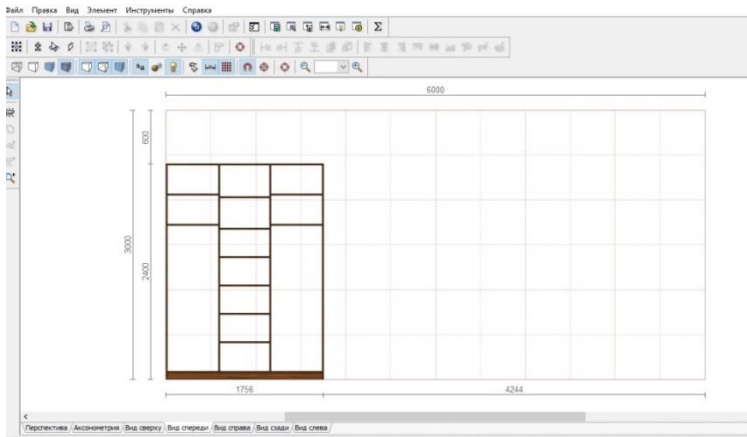


Рисунок 35 – Вид спереду моделі із поличками та нанесеними розмірами

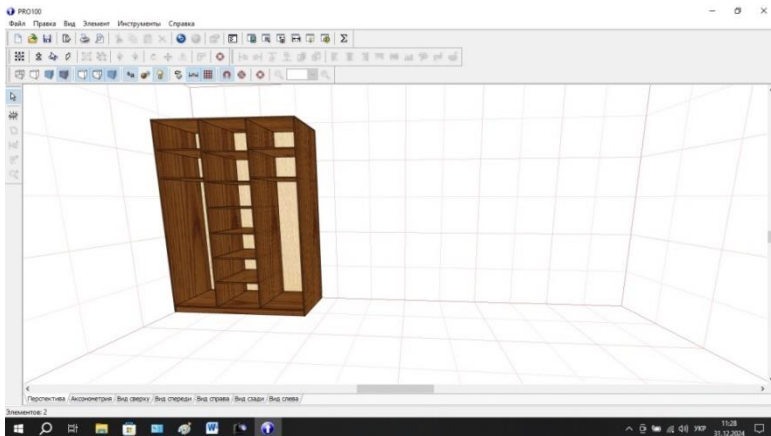


Рисунок 36 – Моделювання елемента «Задня стінка»

Із бібліотеки елементів витягуємо елемент «Штанга» і позиціонуємо два елементи, як показано на аксонометричному зображенні моделі (рис. 37).



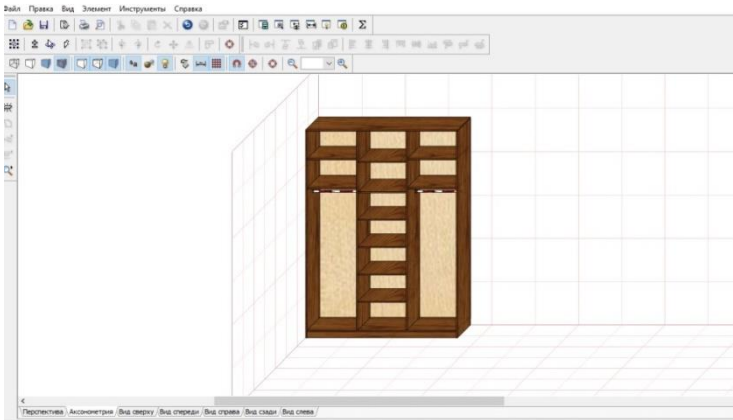


Рисунок 37 – Аксонометричне зображення моделі шафи-купе зі штангами

Далі, із бібліотеки підтягуємо елемент «Роздвижні двері» і позиціонуємо їх на моделі шафи-купе (рис. 38).

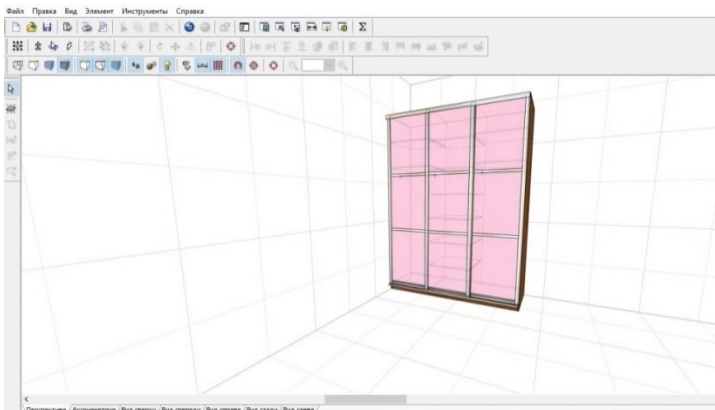


Рисунок 38 – Модель шафи із роздвижними прозорими дверями



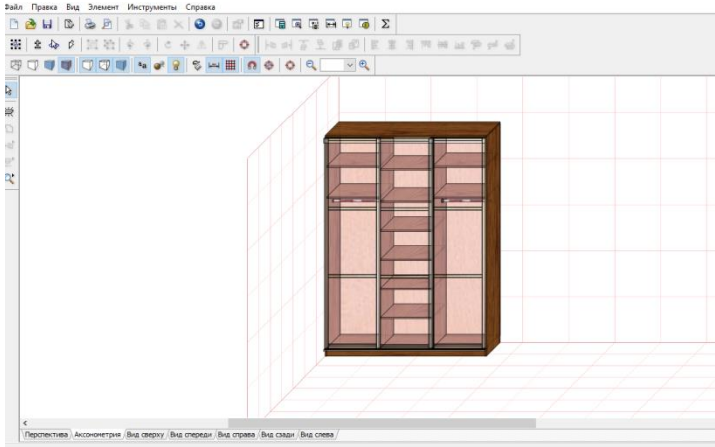


Рисунок 39 – Аксонометричне зображення моделі шафи-купе із роздвижними дверями у зборі

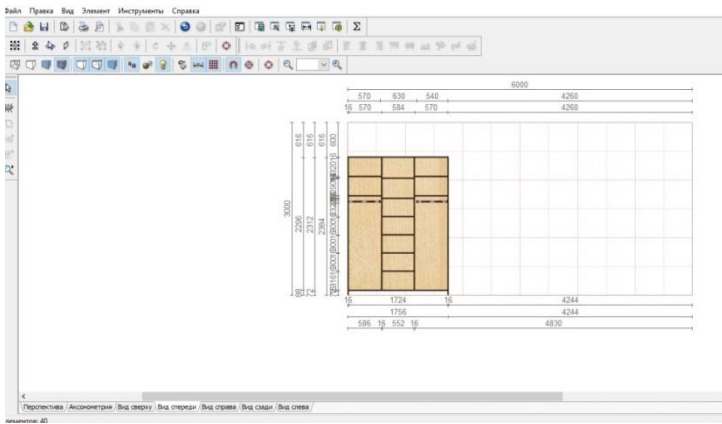


Рисунок 40 – Вид спереду готової моделі шафи-купе із нанесеними розмірами



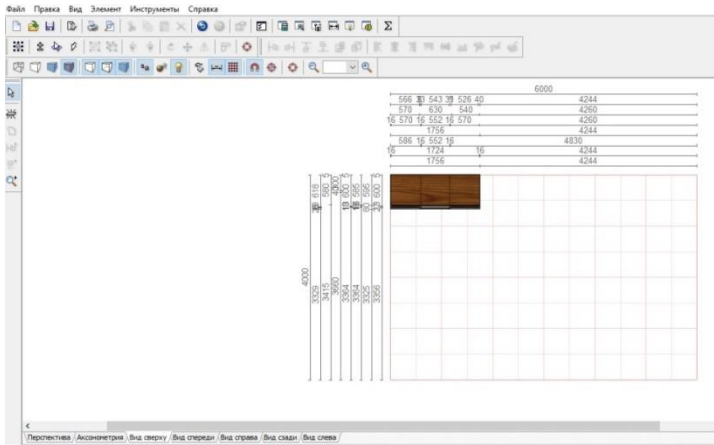


Рисунок 41 – Вид зверху готової моделі шафи-купе із нанесеними розмірами

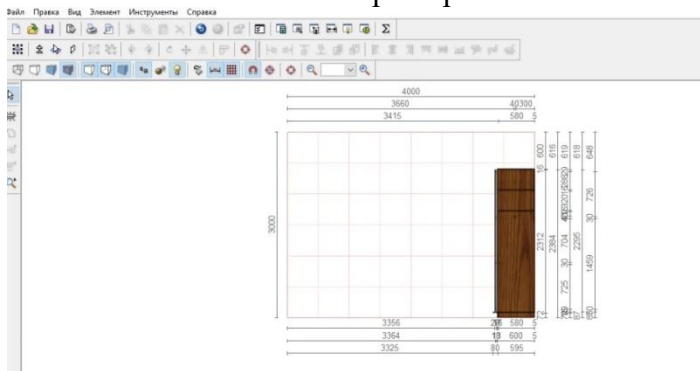


Рисунок 42 – Вид збоку готової моделі шафи-купе із нанесеними розмірами

Групуємо всі елементи моделі.



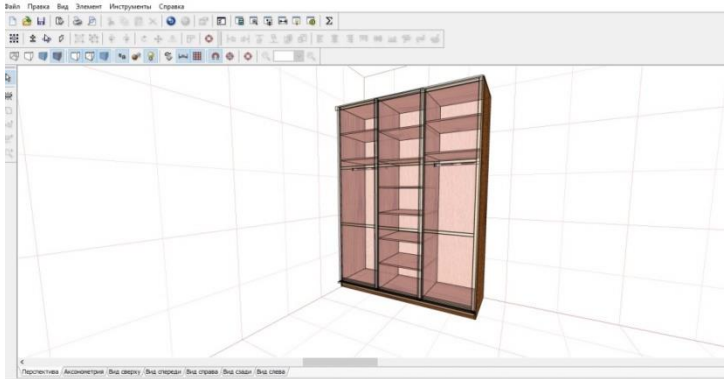


Рисунок 43 – Перспективне зображення готової моделі шафи-купе

Натискаємо кнопку «Структура проекту». І у вікні «Проект» перевіряємо модельовані деталі та їх розміри (рис. 44).

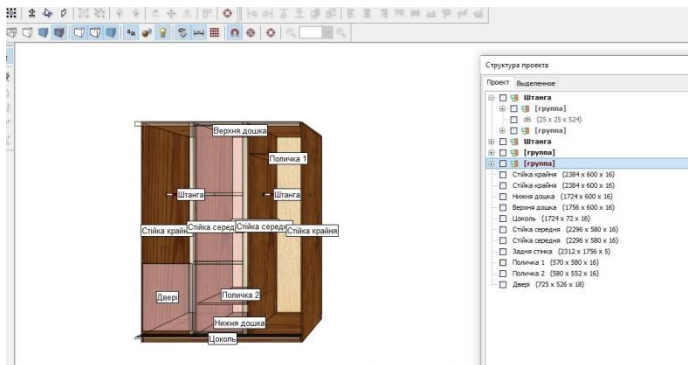


Рисунок 44 – Структура проекту та розміри всіх деталей

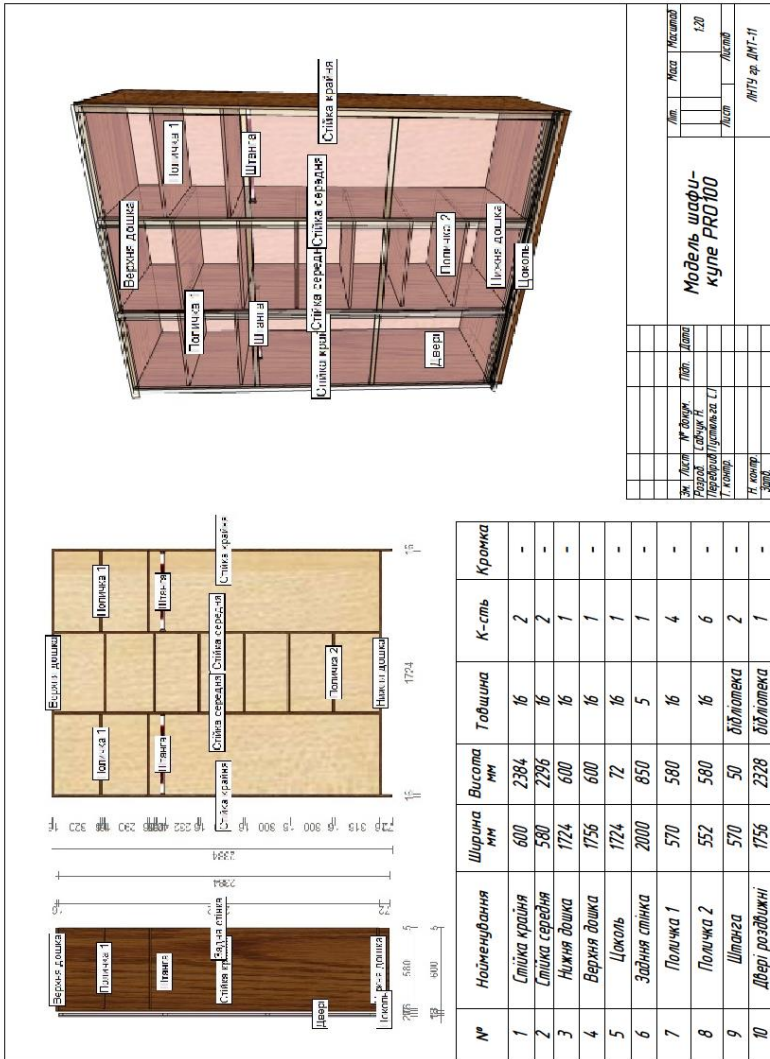


У вікні звіти можна сформувати специфікацію виробу, розміри, кількість елементів, матеріали і навіть вартість проекту. У даній роботі цей елемент – **необов'язковий**.

Приклад виконання листа графічної роботи «Модель шафи-купе PRO100» наведено нижче.



ЗРАЗОК виконання завдання



Практична робота 10.

Назва «Моделювання м'якого дивану» -
SketchUp

Завдання: За допомогою інструменту 3D проектування SketchUp створити модель простого дивана (рис. 1) за розмірами.

Мета: вивчення конструктивних елементів дивана, послідовності його проектування в програмному середовищі «**SketchUp**» та отримання практичних навичок роботи з програмою.

Обладнання, матеріали, програмне забезпечення: персональний комп'ютер із встановленим програмним середовищем «**SketchUp**».

Варіанти завдань вибрати із таблиці відповідно до порядкового номера в журналі групи.



Рисунок 1



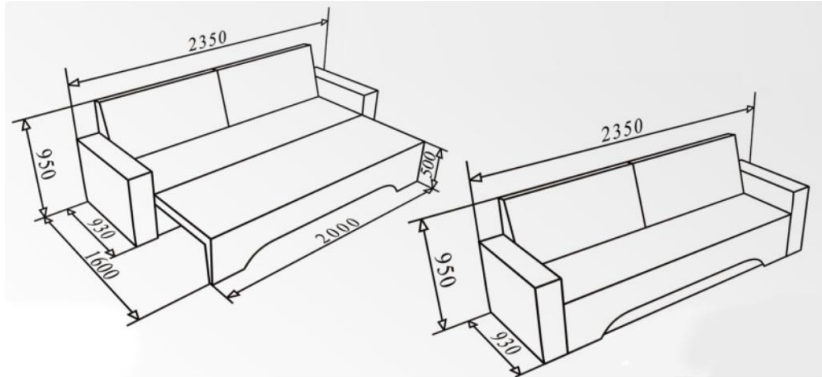


Рисунок 2

Варіанти завдання

Варіант	Ширина мм	Висота мм	Глибина мм
0	2350	950	930
1	2200	800	900
2	2300	900	800
3	2100	850	920
4	2200	950	850
5	2300	800	900
6	2100	900	800
7	2200	850	920
8	2300	950	850
9	2100	800	900
10	2200	900	800



Послідовність виконання завдання.

1. Вибираємо інструмент Shapes (Rectangel), намічаємо прямокутник розміром плану майбутнього дивана розміром 2000х930мм (рис. 3).

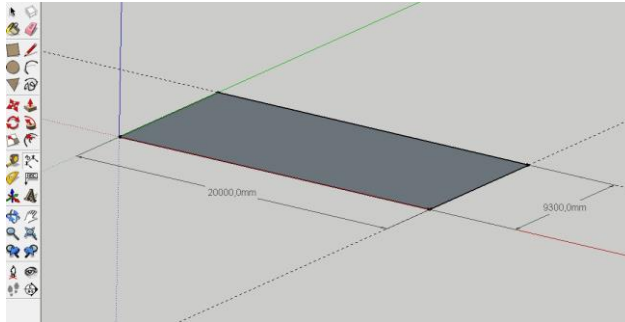


Рисунок 3

Створюємо, тим же інструментом, моделі основи та боковин дивана (рис. 4-6).

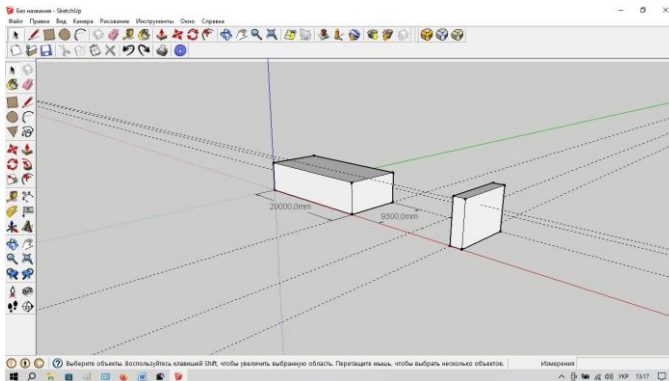


Рисунок 4



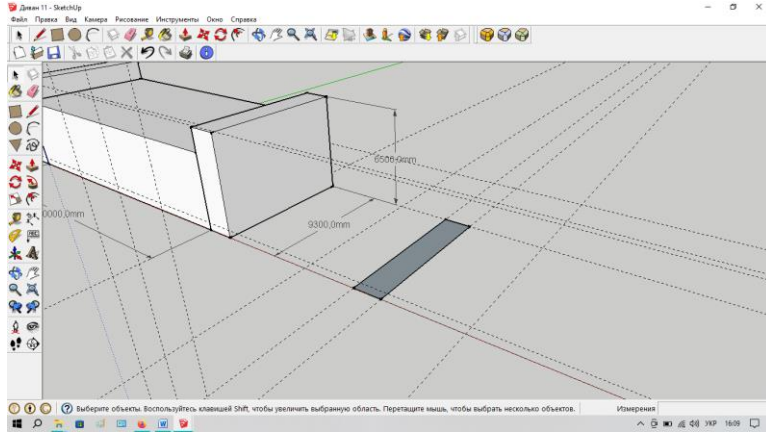


Рисунок 5

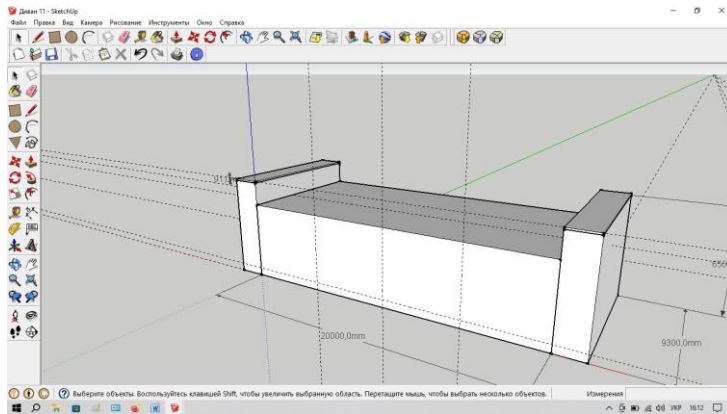


Рисунок 6

Моделюємо задню стінку дивана (рис. 7).



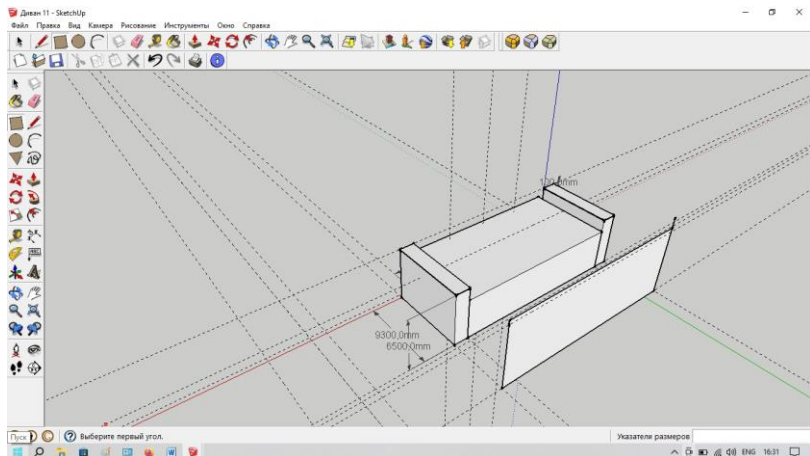


Рисунок 7

Створюємо модель м'якої частини дивана та границі нижнього вирізу (рис. 8-9).

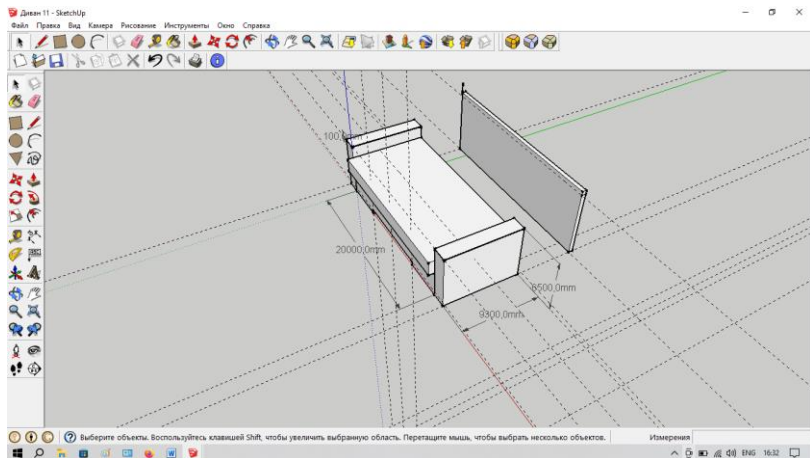


Рисунок 8



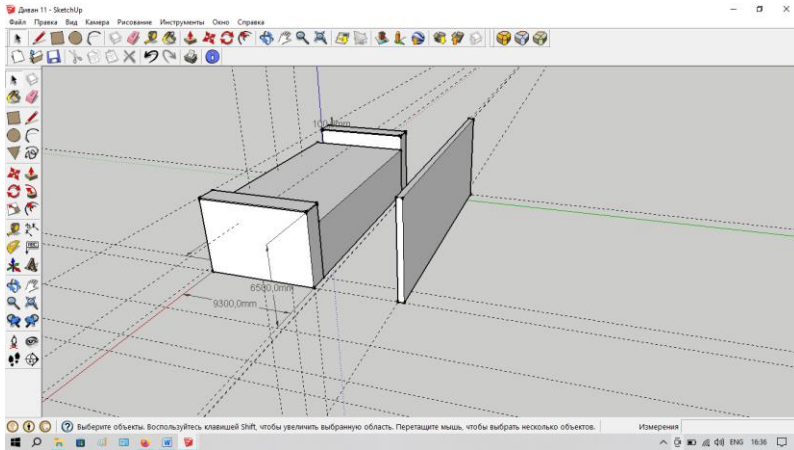


Рисунок 9

Створюємо моделі дерев'яних накладок на боковини та нижній виріз дивана (рис. 10). Боковинам надаємо текстури та кольору дерева.

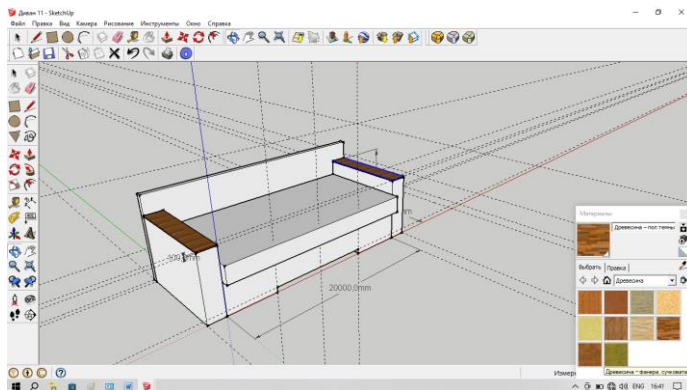


Рисунок 10



Моделюємо нижню декоративну планку під м'яким сидінням (рис. 11-12).

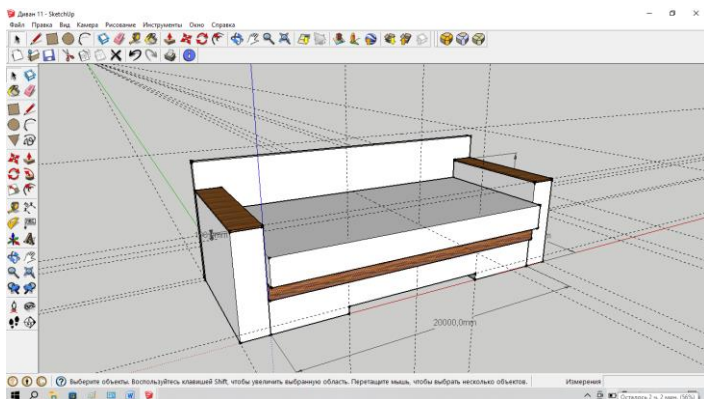


Рисунок 11

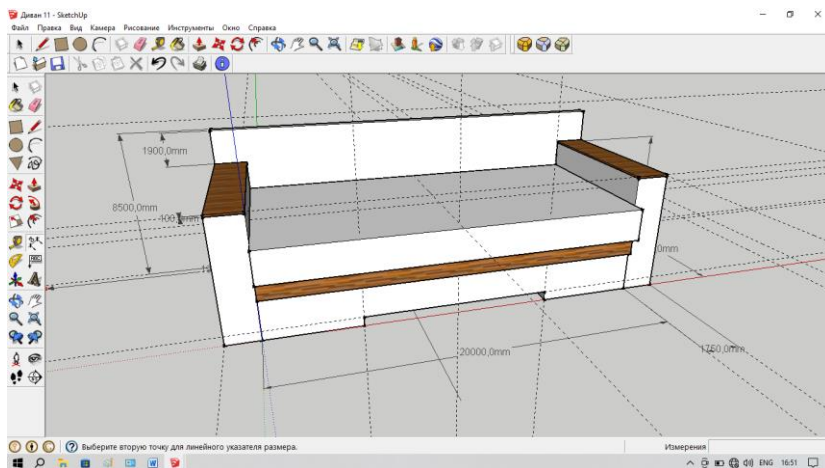


Рисунок 12



Моделюємо м'яку спинку дивана (рис. 13).

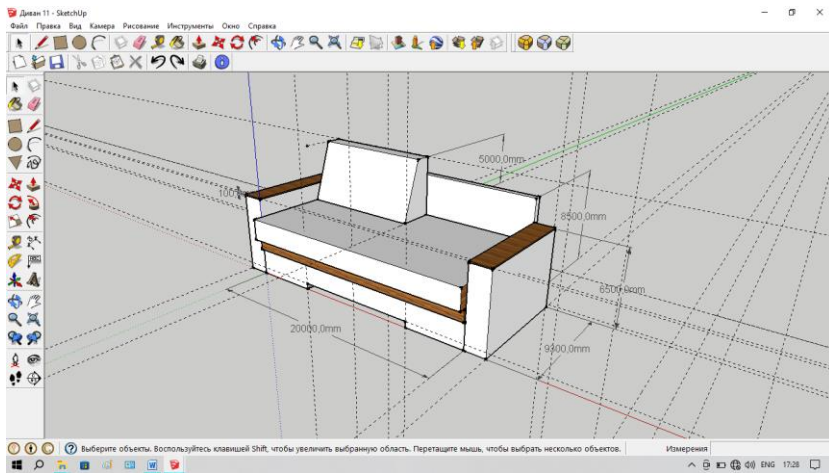


Рисунок 13

Копіюємо і вставляємо у потрібне місце другу спинку дивана (рис. 14).

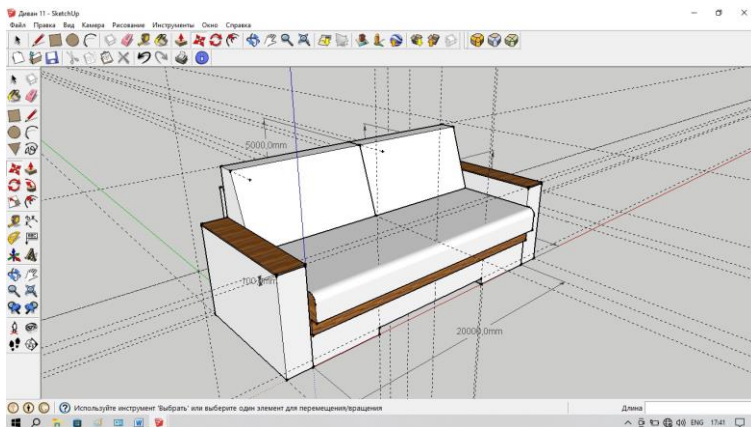


Рисунок 14



За допомогою плагіна «Скруглення», створюємо ефекти м'яких форм модельованого дивана (рис. 15)

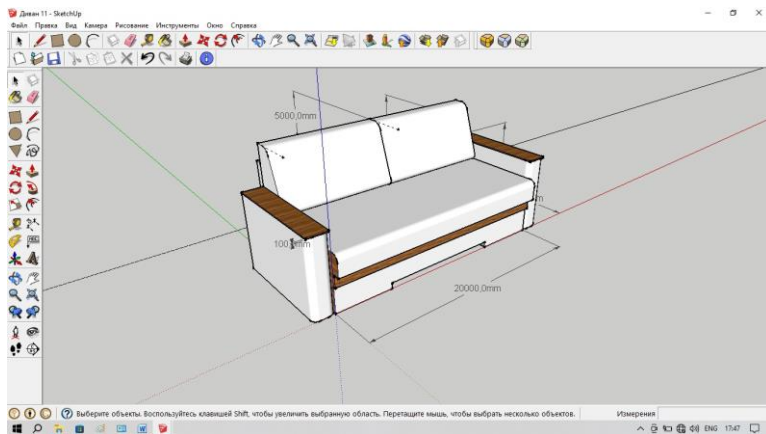


Рисунок 15

Текстуруємо модель матеріалами та кольорами (рис. 16).

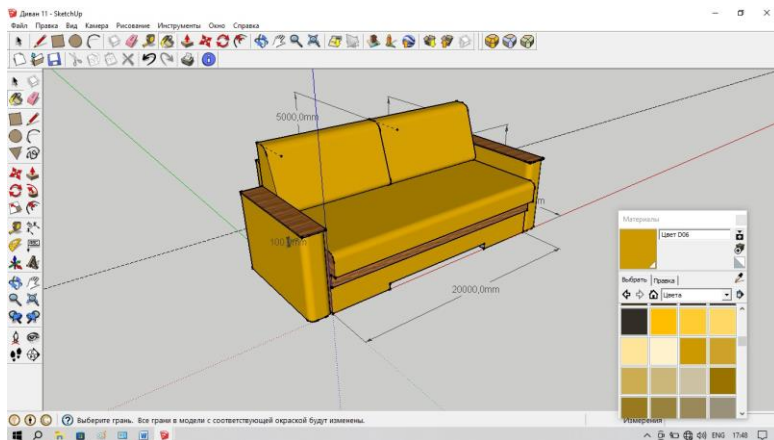


Рисунок 16



Візуалізуємо готовий проект в перспективі та на окремих проекціях (рис. 17-20).

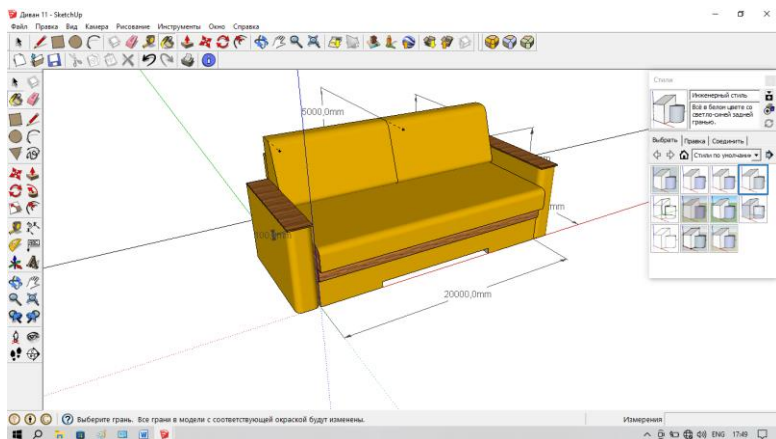


Рисунок 17 – Модель дивана у перспективних проекціях

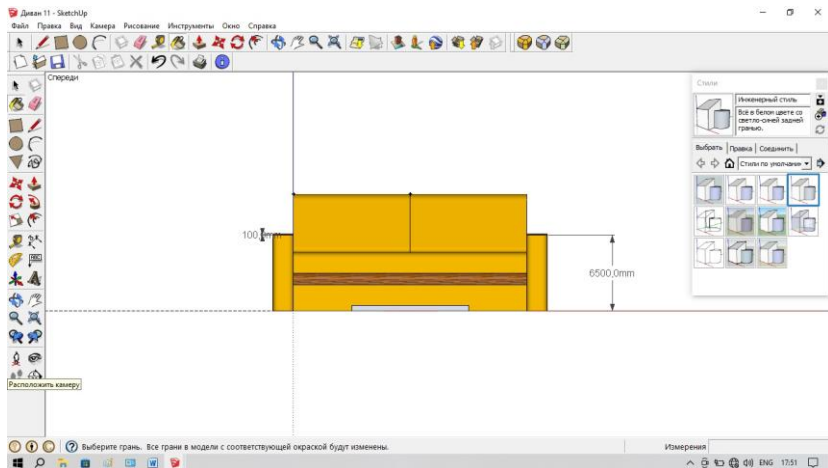


Рисунок 18 – Вид спереду дивана із розмірами



Складаємо специфікацію виробу та готуємо креслення дивана.

Деталювання

<i>№</i>	<i>Найменування</i>	<i>А мм</i>	<i>В мм</i>	<i>Товщ</i>	<i>Кіл</i>	<i>Кром</i>
1	<i>Основа</i>	<i>2350</i>	<i>930</i>	<i>500</i>	<i>1</i>	<i>-</i>
2	<i>Задня стінка</i>	<i>2000</i>	<i>850</i>	<i>50</i>	<i>1</i>	<i>-</i>
3	<i>Боковина</i>	<i>930</i>	<i>650</i>	<i>175</i>	<i>2</i>	<i>-</i>
4	<i>Накладка боковини</i>	<i>930</i>	<i>175</i>	<i>10</i>	<i>2</i>	<i>-</i>
5	<i>Спинка</i>	<i>100</i>	<i>500</i>	<i>трапеція</i>	<i>2</i>	<i>-</i>

На кресленні відобразити специфікацію та нанести позиції деталей на проєкціях моделі.



Практична робота 11.

Назва «Моделювання комп'ютерного столу» -

SketchUp

Завдання: За допомогою інструменту 3D проектування SketchUp створити модель комп'ютерного столу (рис. 1) за розмірами (рис. 2).

Мета: вивчення конструктивних елементів комп'ютерного столу, послідовності його проектування в програмному середовищі «SketchUp» та отримання практичних навичок роботи з програмою.

Робота виконується у відповідності із розмірами завдання (рис. 1-2) для всіх варіантів. Варіантними – залишаються нанесення текстури та форма ручок для відкидних шухляд.



Рисунок 1



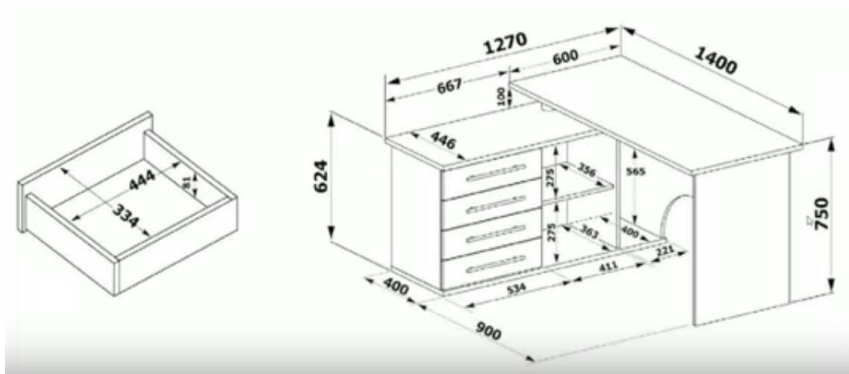


Рисунок 2

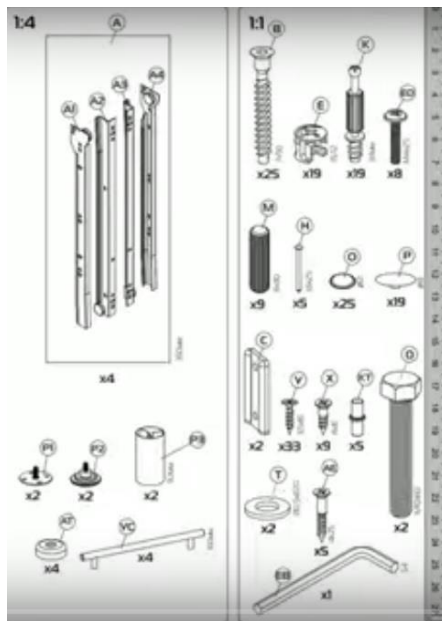


Рисунок 3 – Фурнітура для комп'ютерного столу



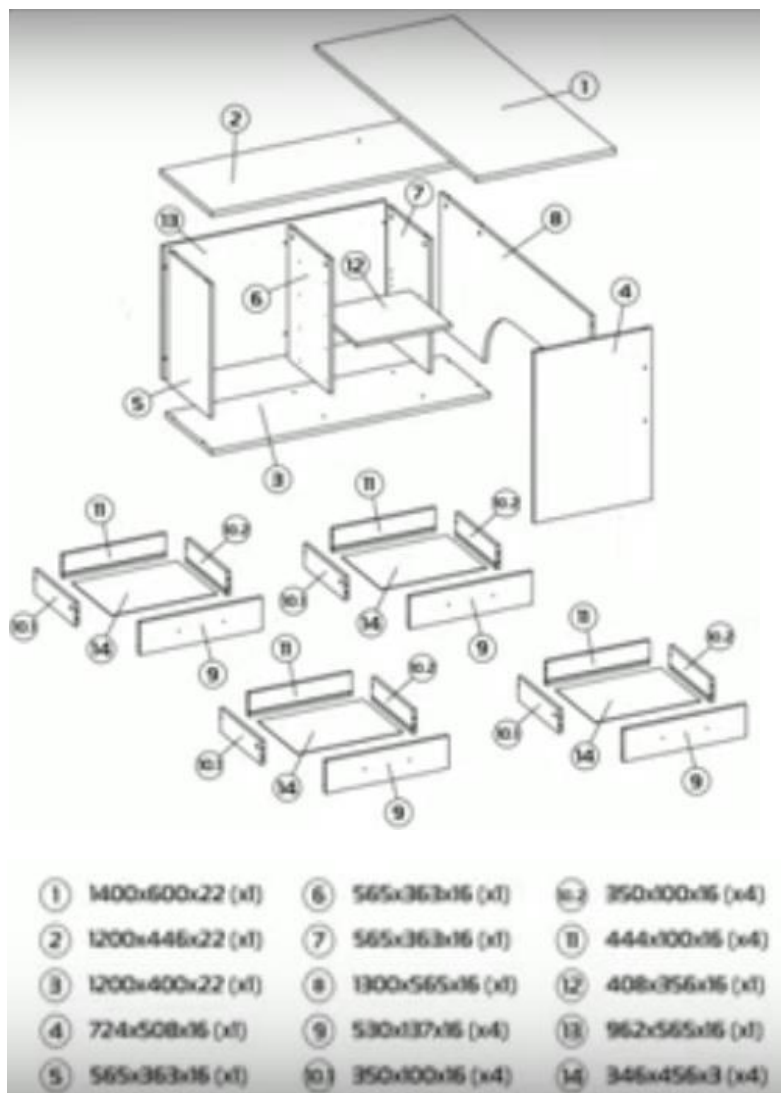


Рисунок 4 – Поелементне зображення комп'ютерного столу



Послідовність виконання завдання.

1. Моделюємо деталь 3, деталь 13, деталь 2 (рис. 5) із специфікації (рис 4).

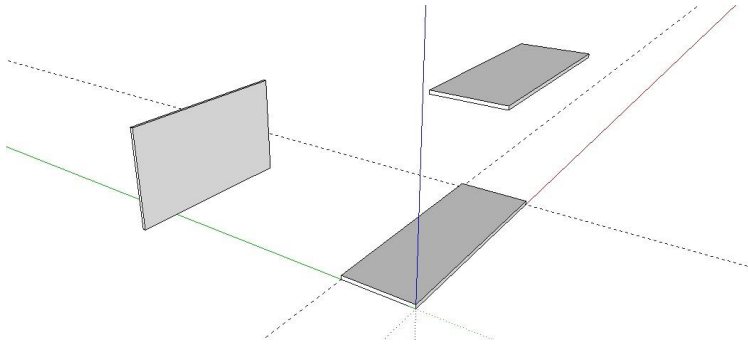


Рисунок 5

Об'єднуємо деталь 3, деталь 13 і деталь 2 в одну конструкцію (рис. 6).

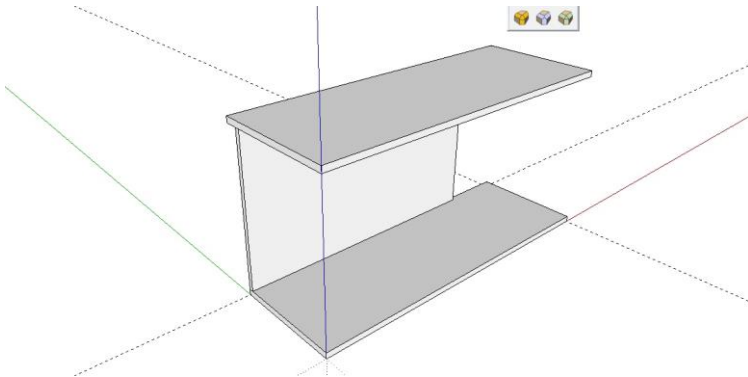


Рисунок 6



2. Моделюємо деталі 5 і 6 (рис. 7).

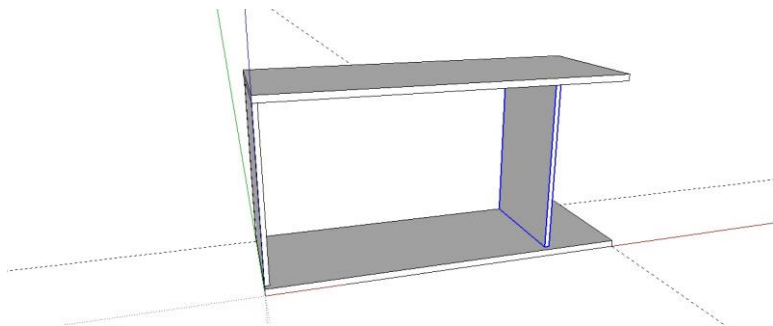


Рисунок 7

3. Моделюємо деталі 7 і 12 (рис. 8).

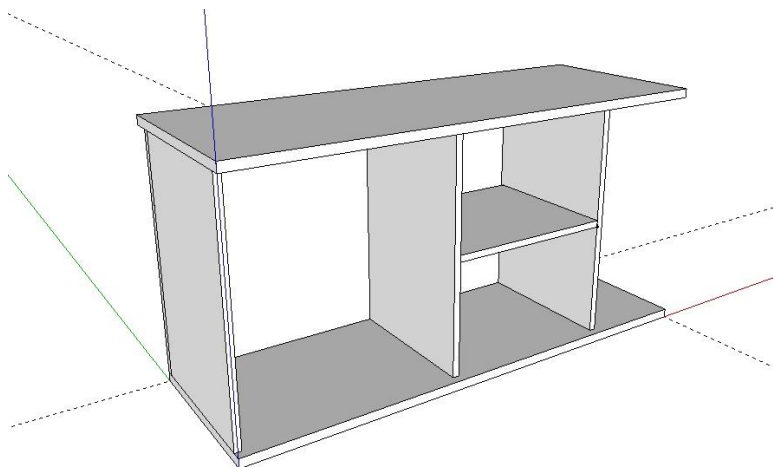


Рисунок 8



4. Моделюємо деталь 8 (рис. 9-10).

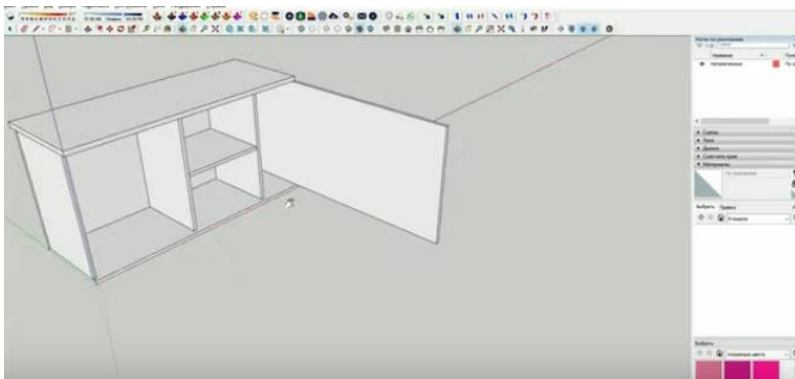


Рисунок 9

5. Моделюємо деталі 1, 2 і 4 (рис. 10).

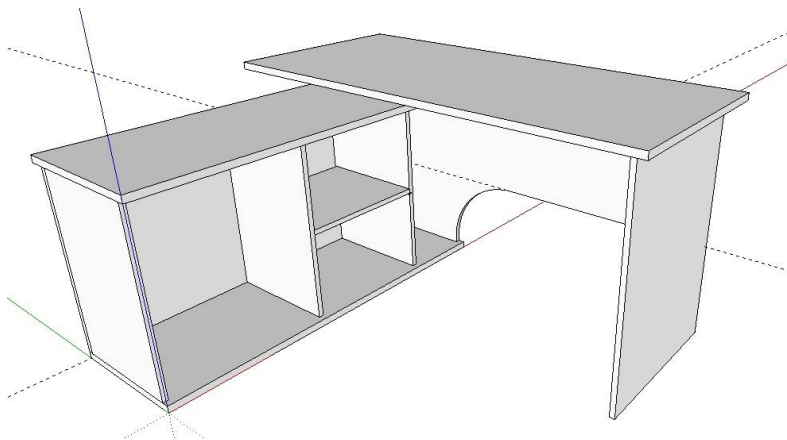


Рисунок 10



6. Моделюємо циліндричні стійки.

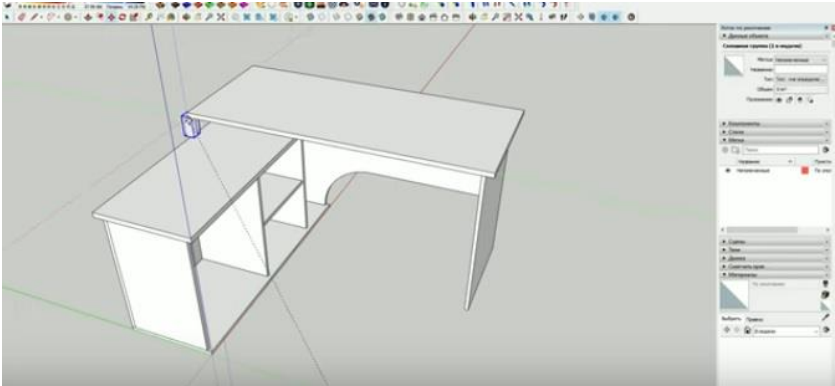


Рисунок 11

7. Моделюємо деталь 11 (рис. 12).

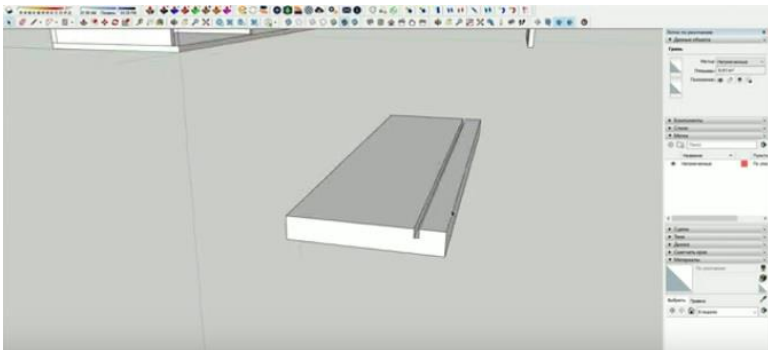


Рисунок 12



8. Моделюємо деталі 10-1 і 10-2 (рис. 13).

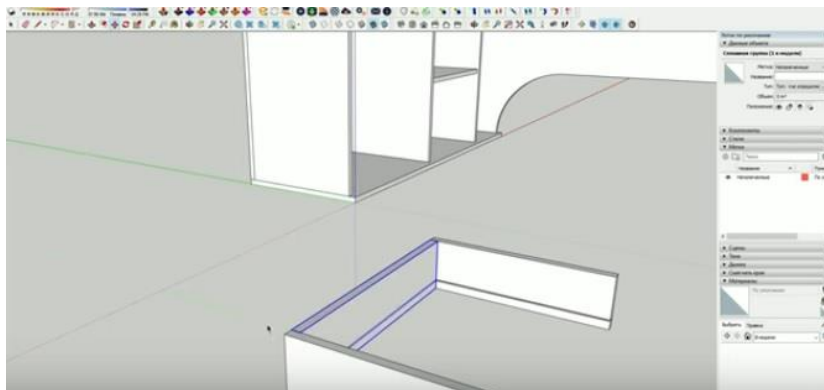


Рисунок 13

9. Моделюємо деталь 9 та дно 14 (рис. 14).

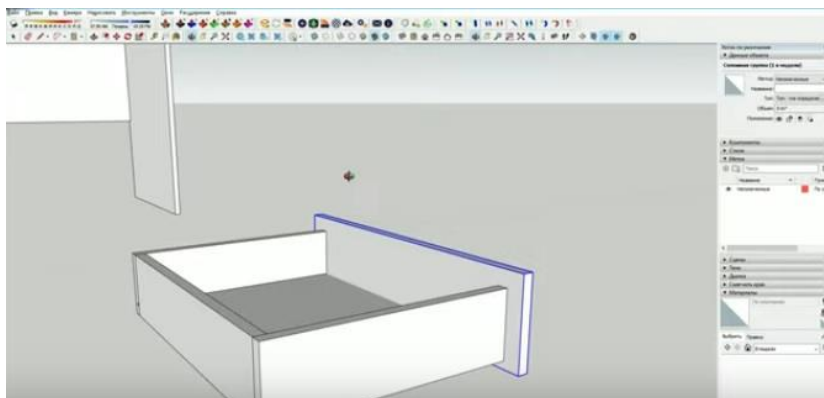


Рисунок 14



10. Групуємо ящик, копіюємо (рис. 15).

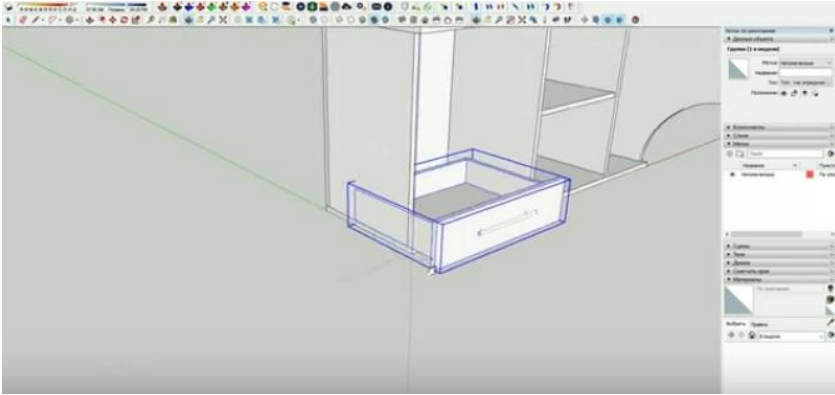


Рисунок 15

11. Вставляємо у потрібні місця всі ящики (рис. 16).

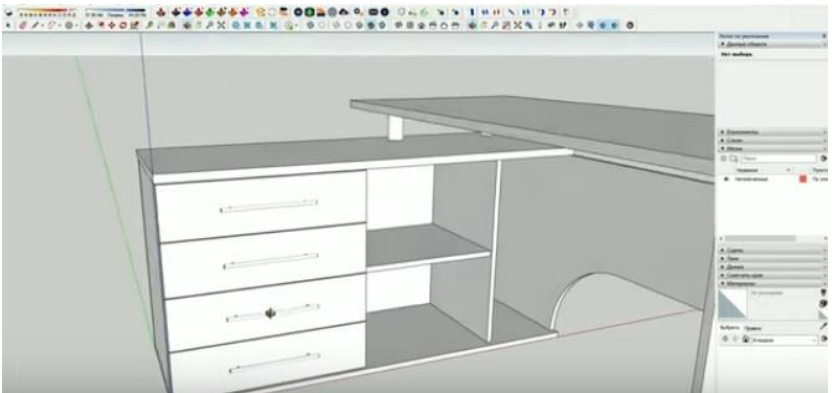


Рисунок 16



12. Моделюємо ніжки підпорні на боковині (рис. 17).

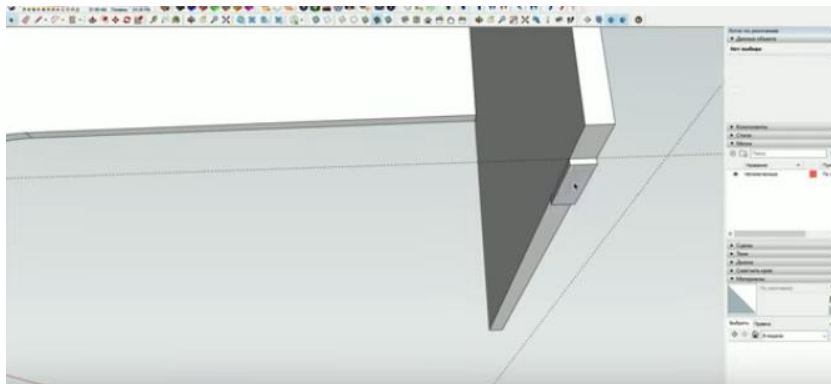


Рисунок 17

13. Моделюємо циліндричні ніжки під основни столом (рис. 18)..

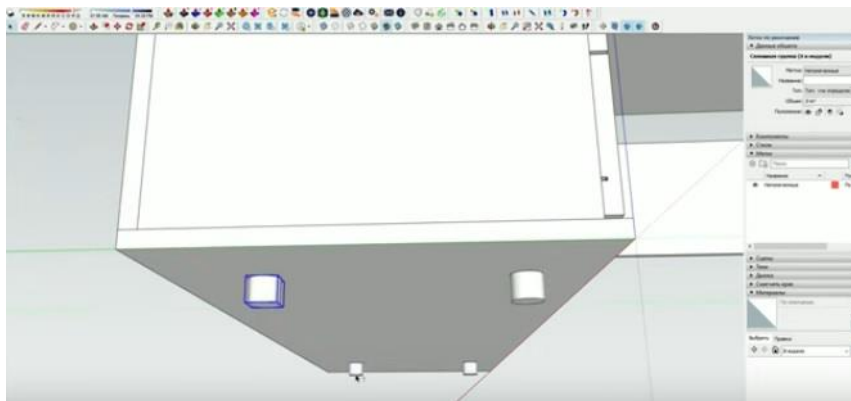


Рисунок 18



14. Надаємо моделі кольорів та матеріалу (рис. 19)..

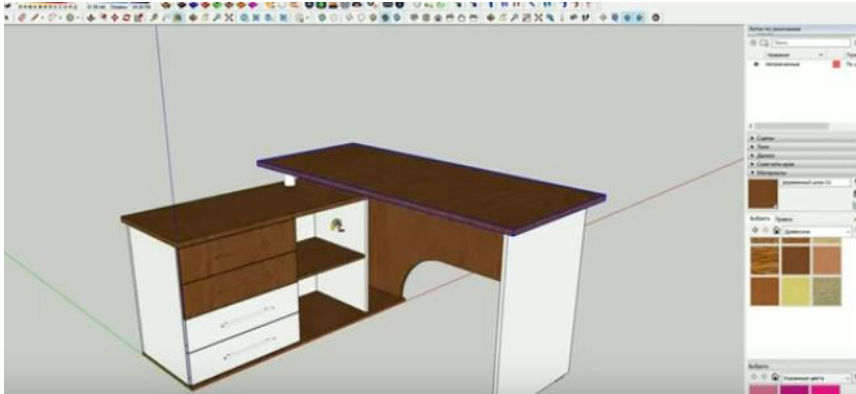


Рисунок 19

15. Групуємо кінцеву модель стола (рис. 20).

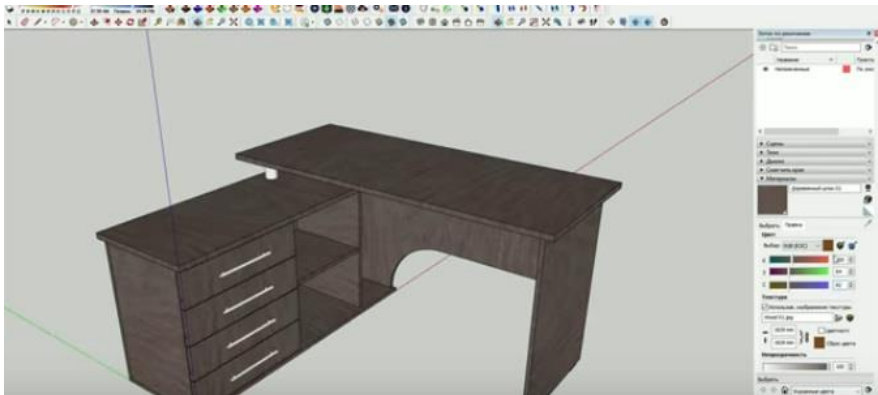


Рисунок 20



16. Кінцева модель з текстурою виглядає наступним ином (рис. 21).



Рисунок 21

Складаємо специфікацію виробу (таблиця).

Деталювання

<i>N</i>	<i>Найменування</i>	<i>A мм</i>	<i>B мм</i>	<i>Товщ</i>	<i>Кіл</i>	<i>Кром</i>
1	Деталь 1	1400	600	22		
2	Деталь 2	1200	446	22		
3	Деталь 3	1200	400	22		
4	Деталь 4	724	508	16		
5	Деталь 5	565	363	16		
6	Деталь 6	565	363	16		
7	Деталь 7	565	363	16		
8	Деталь 8	1300	565	16		
9	Деталь 9	530	137	16		
10-1	Деталь 10	350	100	16		
10-2	Деталь 10	350	100	16		
11	Деталь 11	444	100	16		
12	Деталь 12	408	356	16		
13	Деталь 13	962	565	16		
14	Деталь 14	346	456	3		



Практична робота 12.

Назва «Моделювання фільтрчастих дверей» -
SolidWorks

Завдання: За допомогою інструменту параметричного проектування **SolidWorks** створити модель полотна фільтрчастих міжкімнатних дверей за розмірами (рис. 1) та відповідної коробки (рис. 2).

- створити твердотілі моделі полотна і коробки;
- реалістично візуалізувати тривимірні зображення моделей;
- оформити креслення роботи.

Мета: вивчення конструктивних елементів фільтрчастих міжкімнатних дверей, послідовності їх проектування в програмному середовищі «SolidWorks» та отримання практичних навичок роботи з програмою.

Обладнання, матеріали, програмне забезпечення: персональний комп'ютер із встановленим програмним середовищем «SolidWorks».

Варіанти завдань вибрати із таблиці відповідно до порядкового номера в журналі групи.



Рисунок 1



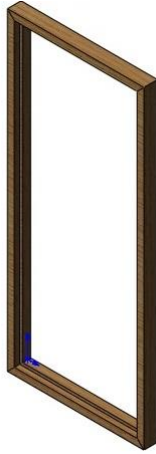


Рисунок 2

Варіанти завдання

Варіант	Ширина полотна	Висота	Товщина
	мм	полотна мм	мм
0	900	2200	40
1	850	2000	40
2	950	2100	40
3	980	2150	40
4	900	2100	40
5	850	2200	40
6	950	2000	40
7	980	2100	40
8	900	2150	40
9	850	2200	40
10	950	2000	40



Алгоритм одержання зображення моделі об'єкту такий:

Розглянемо приклад виконання типового завдання (рис. 1).

Розміри дверного полотна міжкімнатних дверей мм: 1) ширина – 900; 2) висота – 2200; 3) товщина – 40.

Для початку, створюємо у дереві конструювання багатотіл.

Будуємо ескіз прямокутника (з початкової точки) на площині «Спереду». Проставляємо розміри 900мм на 2200мм (рис. 3).

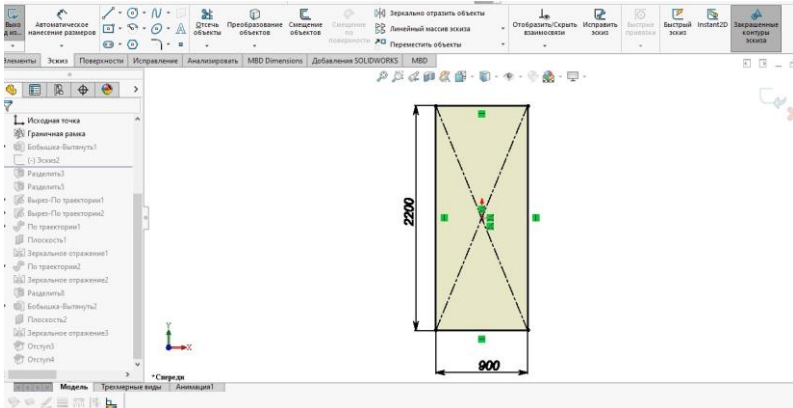


Рисунок 3

Витягуємо цей елемент на 40мм. Та створюємо граничну рамку елемента.

Виконуємо розмітку полотна. Для цього, командою зміщення об'єкту, на відстані 110мм створюємо внутрішню рамку. Створюємо середню царгу, моделюючи її потрібну геометрію (рис. 4)



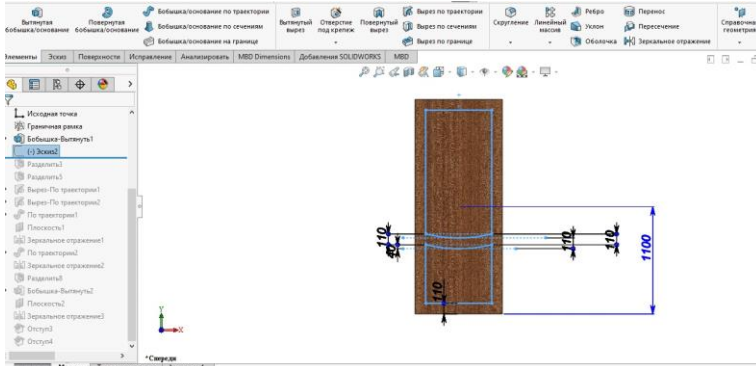


Рисунок 4

Заходимо в команду «Елементи». Шукаємо «Розділити», виділяємо нижню та верхню фільонки і розрізаємо елементи. Отримаємо багатогіл, який складається із 3 деталей: рамка, нижня фільонка, верхня фільонка (рис. 5).

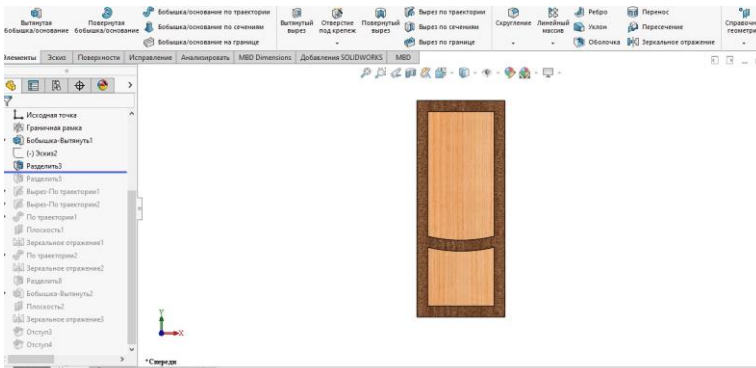


Рисунок 5

Ізолюємо нижню фільонку. Окремо створюємо профіль фільонки, шляхом ескізування контуру та



перетворення ескізу в блок 1 (рис. 6). Виставляємо профіль у потрібному місці на контурі нижньої фільонки.

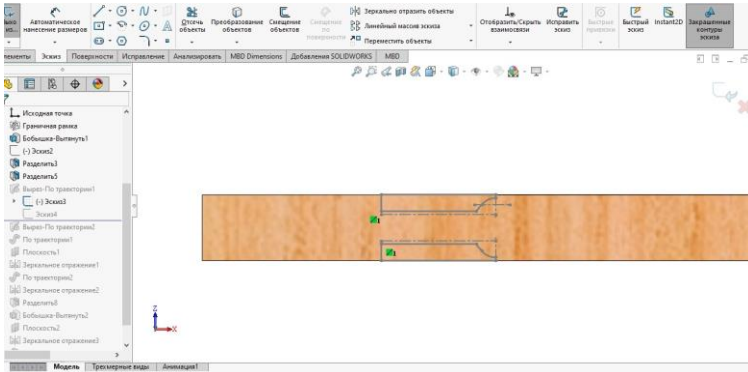


Рисунок 6

Протягуємо профіль по виділеній траекторії. Результат моделювання відображено на рис. 7.

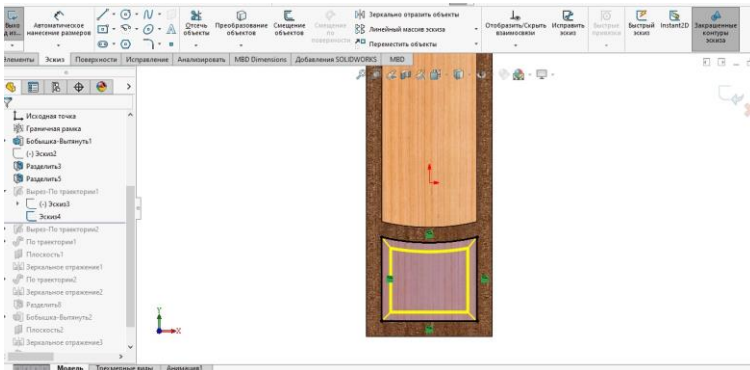


Рисунок 7

Таку ж процедуру повторюємо для створення фігурного контуру верхньої фільонки (Рис. 8-9).



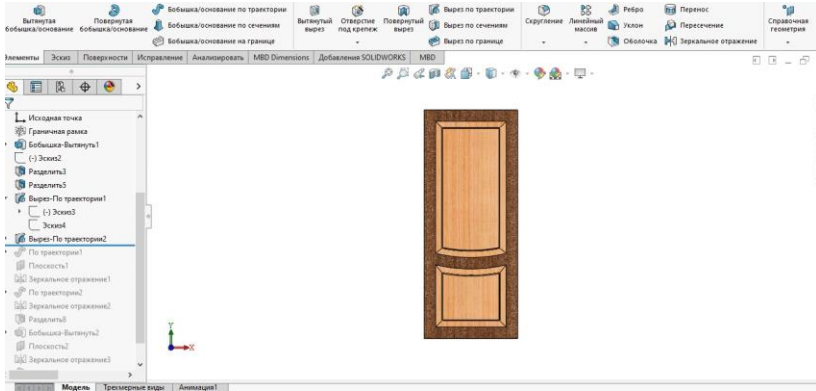


Рисунок 8

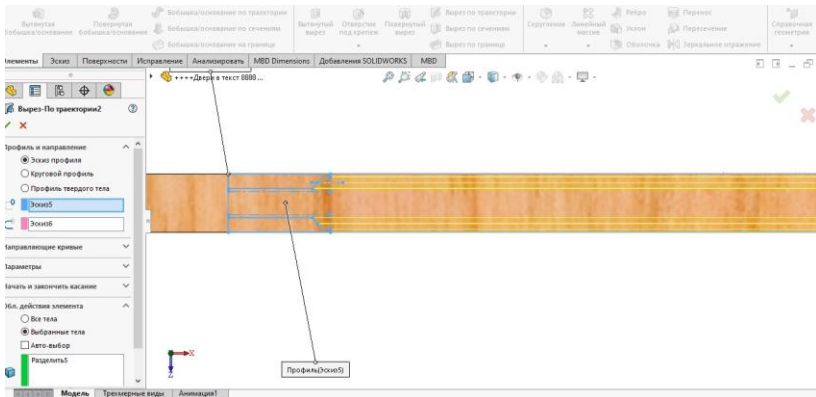


Рисунок 9

Створюємо ескіз пофіля накладки. І зберігаємо його як блок 2. Вставляємо блок у потрібне місце (рис. 10).



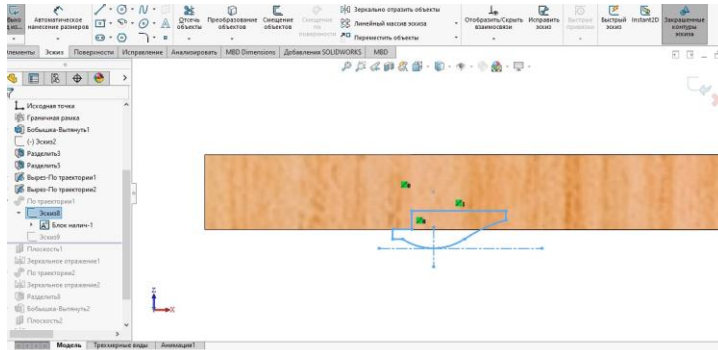


Рисунок 10

Створюємо шлях для профіля і протягуємо елемент по траєкторії (рис. 11).

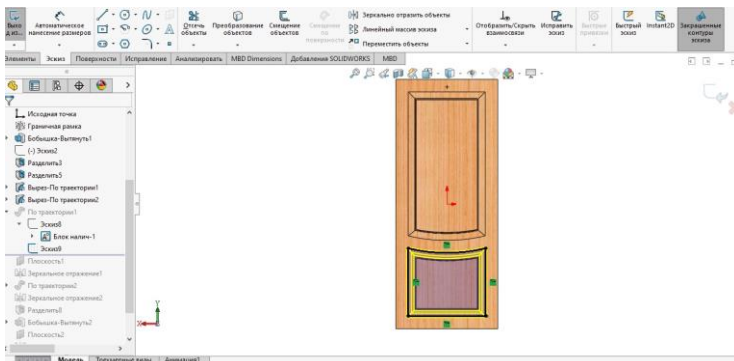


Рисунок 11

Таку ж процедуру виконуємо для верхньої фільонки (рис. 12).



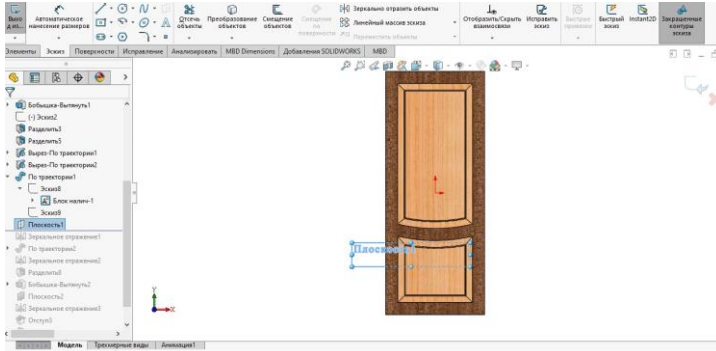


Рисунок 12

Дзеркальним відображенням, моделюємо накладки на задній стороні полотна (рис. 13).

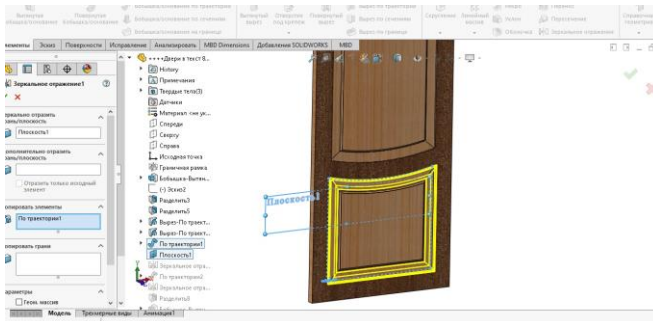


Рисунок 13

Ізолюємо створену рамку. Командою «Розділити» та «Розрізати» виділяємо дві стіки та три царги (рис. 14-16).



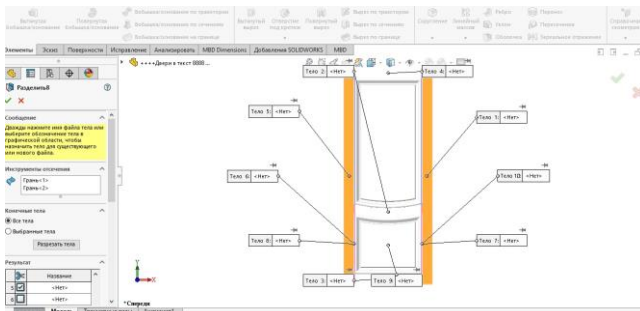


Рисунок 14

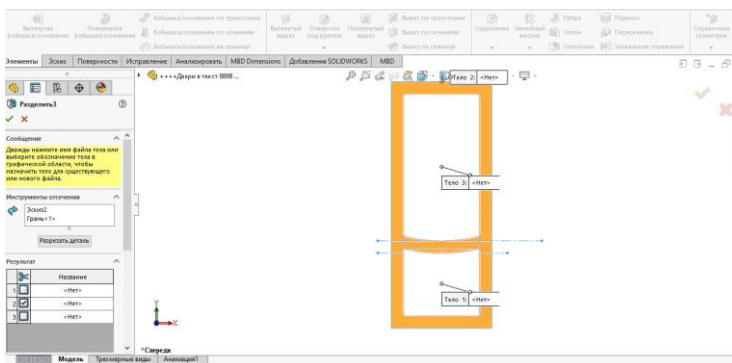


Рисунок 15

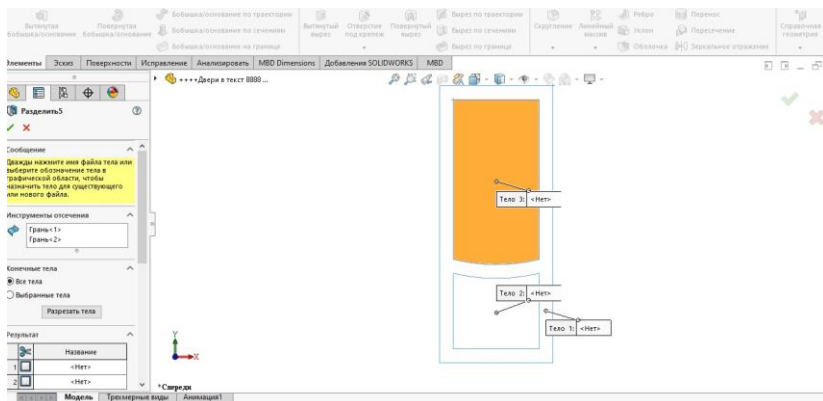


Рисунок 16



Результат створених елементів моделі полотна наведено на рис. 17).

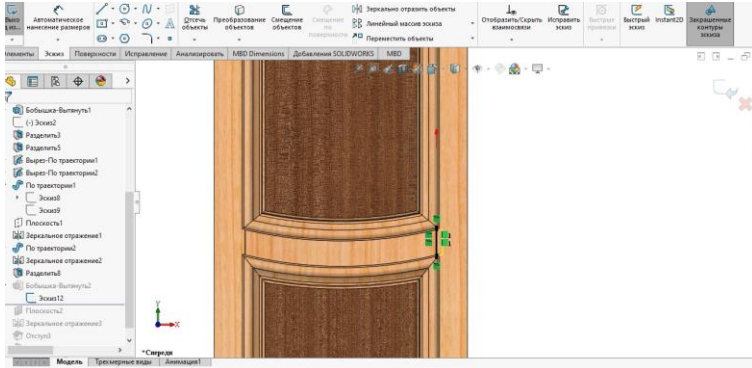


Рисунок 17

Вводимо допоміжну площину (рис. 18).

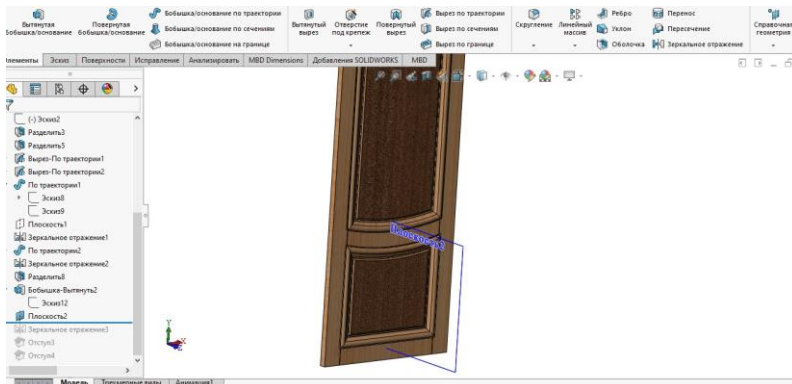


Рисунок 18

На царгах створюємо виступи-шипи під пази стійок (рис. 19).



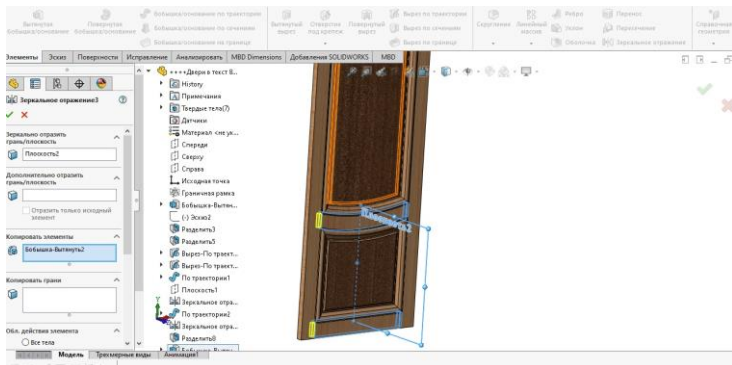


Рисунок 19

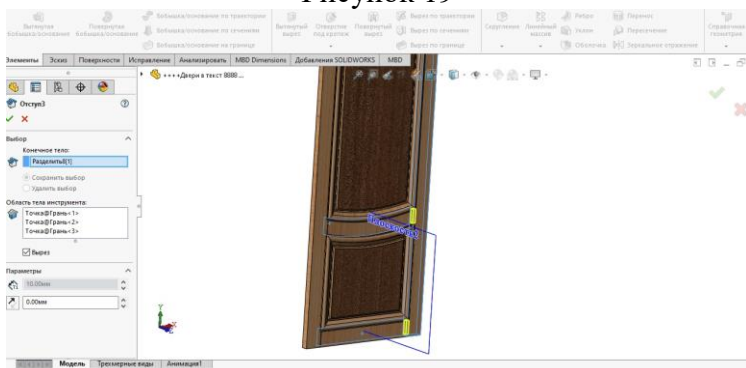


Рисунок 20

Входимо в команду відступ, виділяємо створені стіки і виконуємо отвори для шипів царг (рис. 21)



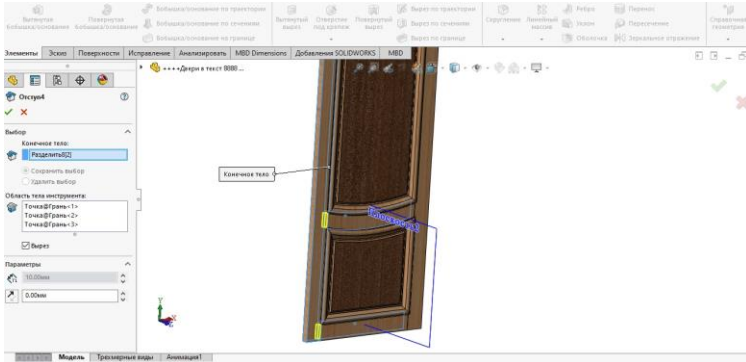


Рисунок 21

Текстуруємо створене полотно матеріалом (рис. 22).

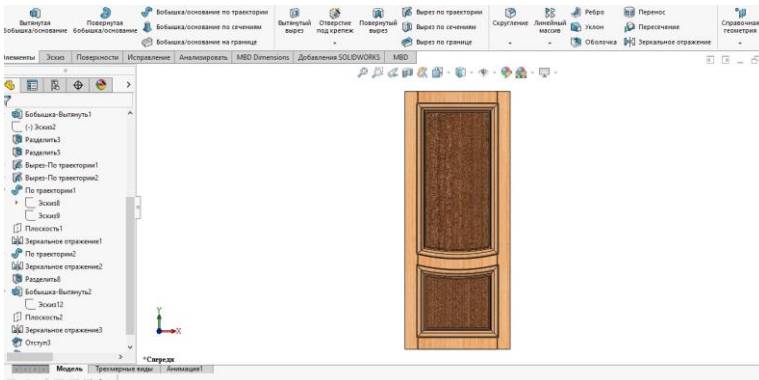


Рисунок 22

Представляємо модель в аксонометричних проєкціях (рис. 23)



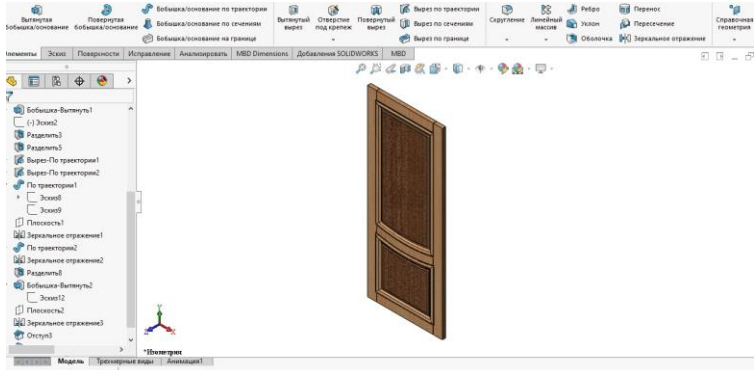


Рисунок 23

Створимо модель коробки для даного дверного полотна. Для цього відкриємо новий лист. У площині «Спереду» моделюємо прямокутник за розміром полотна (рис. 24).

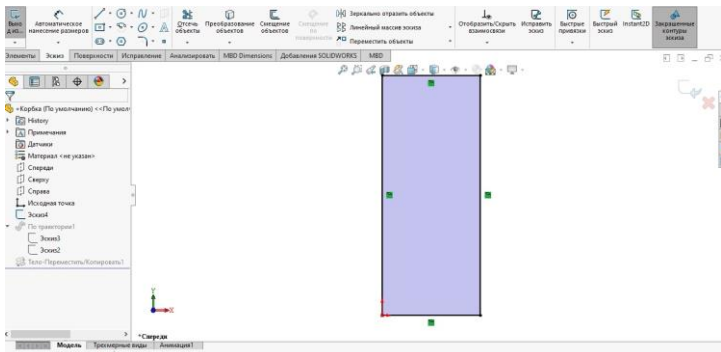


Рисунок 24

У площині «Зверху» моделюємо профіль коробки (рис. 25).



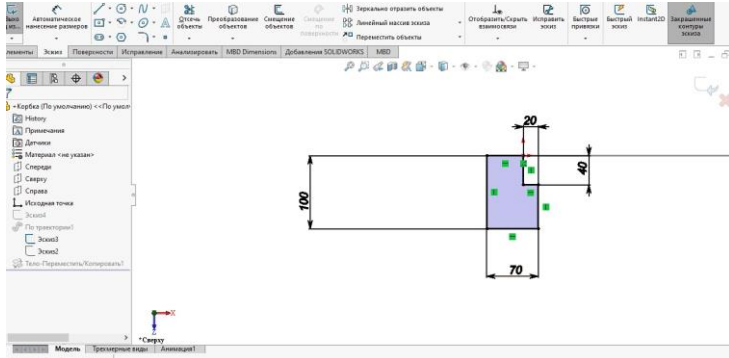


Рисунок 25

Виходимо із ескіза і протягуємо профіль по прямокутнику з розмірами дверного полотна (рис. 26).

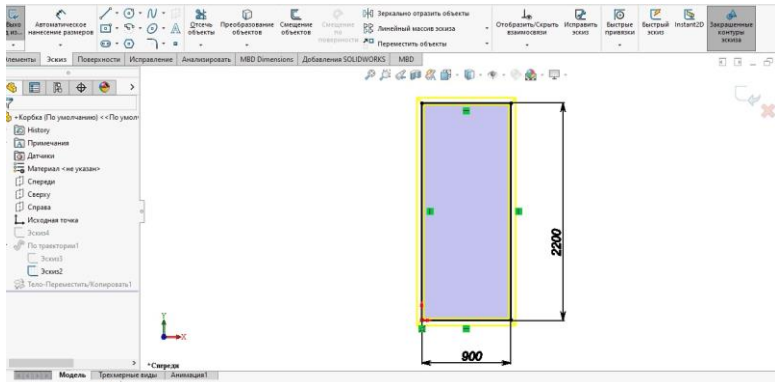


Рисунок 26

Результат моделювання коробки наведено на рис. 27-28). Аксонометричне зображення коробки – на рис. 29.



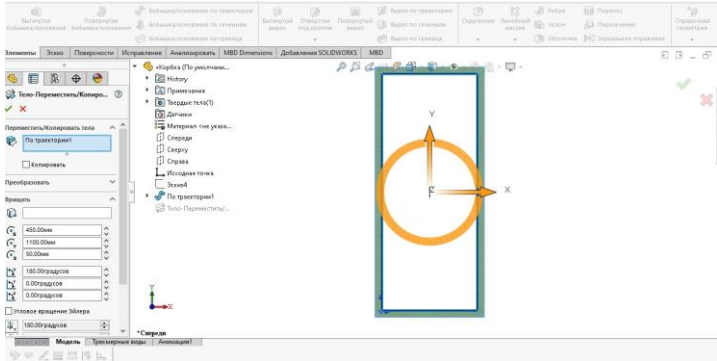


Рисунок 27

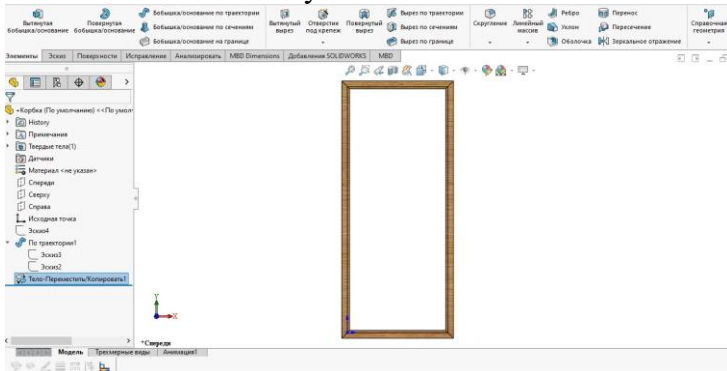


Рисунок 28

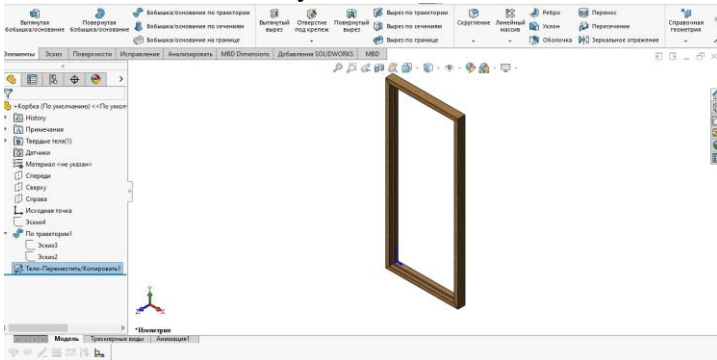
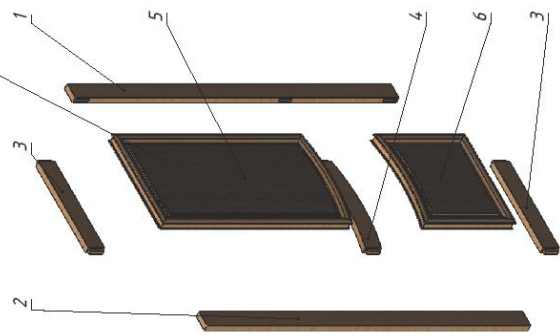


Рисунок 29




ЗРАЗОК виконання завдання


Полотно з рознесеними деталями



Дверна коробка



Полотно з коробкою в зборі



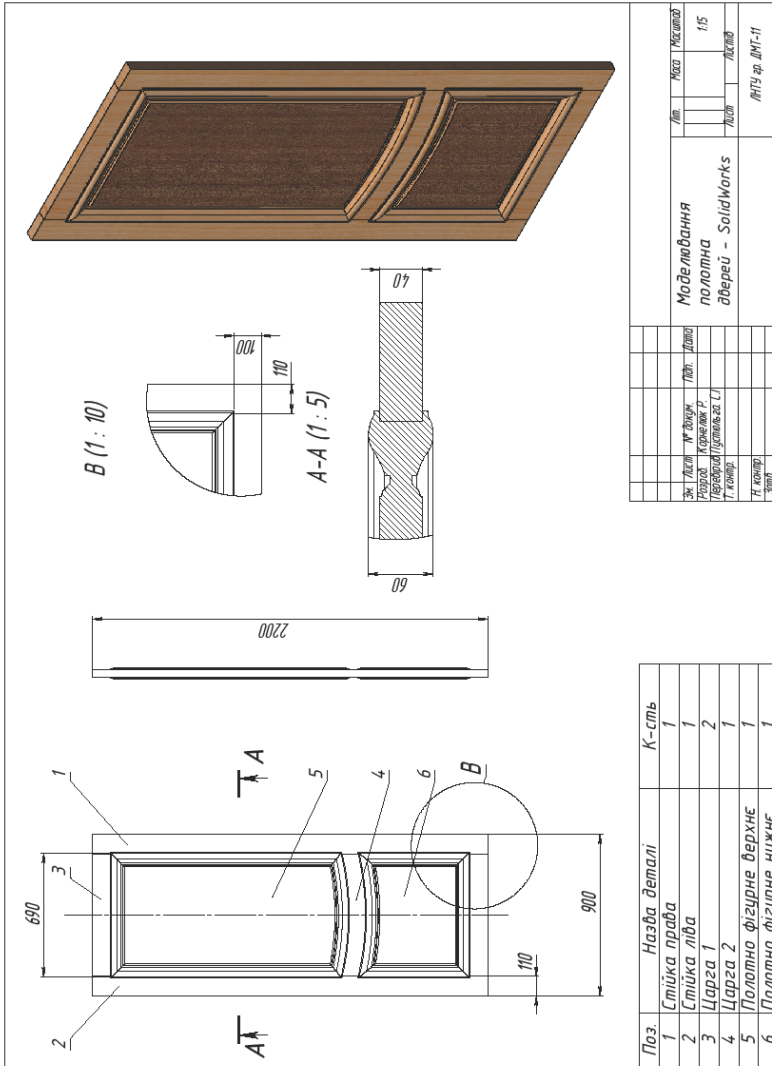
Поз	Назва деталі	К-сть
1	Стійка права	1
2	Стійка ліва	1
3	Царга 1	2
4	Царга 2	2
5	Полотно фігурне верхнє	1
6	Полотно фігурне нижнє	1

Ж	Лист	№ докум.	Поп.	Датум	Лист	Маса	Масштаб
		Середня					1:10
		Тема	Спеціальність		Лист		Масштаб
		Г.контр.					ІНТУ ер. ДИТ-11
		Г.контр.					
		Зміст					

Моделювання
Міжм'ягких
дверей - SolidWorks



ЗРАЗОК виконання завдання



Поз.	Назва деталі	К-сть
1	Стійка права	1
2	Стійка ліва	1
3	Царга 1	2
4	Царга 2	1
5	Полотно фігурне верхнє	1
6	Полотно фігурне нижнє	1

№	Лист	№ докум.	Лист	Деталь	Матеріал
1					Метал
2					ЛДСП
3					ЛДСП
4					ЛДСП
5					ЛДСП
6					ЛДСП
Модельовання полотна дверей – SolidWorks					
ІТСТУ ар. ІМТ-11					



ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Дячун З. Й., Бугаєнко Я.П., Вац Я.М. Методичні вказівки по опрацюванню конструкторської документації меблів при виконанні курсових і дипломних проектів. – Львів, 1989. – 99 с.

2. Дячун З.Й. Конструювання меблів. Столи, стільці та крісла, меблі для відпочинку. Взаємозамінність, міцність. Частина 2.- Київ: Видавничий дім «Києво – Могилянська академія», 2011. – 482 с.

3. Маєвський В.О., Кійко О.А., Салапак Л.В. Технологія корпусних меблевих виробів: Метод. посібн. – Львів: НЛТУ України, 2010. – 82 с.

2. Пустьюльга С.І., Самчук В.П., Воробчук М.С. Інженерна та комп'ютерна графіка. Навчальний посібник: 1 частина / С.І. Пустьюльга, В.П. Самчук, М.С. Воробчук – Луцьк: Просто Друк, 2024. – 324 с.

3. Пустьюльга С.І., Самчук В.П., Воробчук М.С. Інженерна та комп'ютерна графіка. Практикум. Навчальний посібник: 2 частина / С.І. Пустьюльга, В.П. Самчук, М.С. Воробчук – Луцьк: Просто Друк, 2024. – 324 с.

4. Пустьюльга С.І., Самостян В.Р. Нарисна геометрія та основи архітектурної графіки. Навчальний посібник: - Луцьк: Друк - відділ іміджу та промоції Луцького НТУ, 2020. – 356 с.

5. Пустьюльга С.І., Самостян В.Р., Клак Ю.В. Збірник індивідуальних завдань з інженерної та комп'ютерної графіки. Навчальний посібник: - Луцьк: Видавництво Вежа-друк, 2019. – 470 с.

6. Пустьюльга С.І. Нарисна геометрія та основи інженерної графіки. Навчальний посібник: - Луцьк: Друк - відділ іміджу та промоції Луцького НТУ, 2014. – 259 с.



7. Пустюльга С.І., Самостян В.Р., Клак Ю.В. Інженерна графіка в SolidWorks. Навчальний посібник: - Луцьк: Видавництво Вежа-друк, 2018. – 135 с.

8. Пустюльга С.І., Самостян В.Р., Клак Ю.В. Комп'ютерна графіка в середовищі AutoCAD. Навчальний посібник: - Луцьк: Видавництво Вежа-друк, 2016. – 347 с.

9. Пустюльга С.І., Самостян В.Р. Машинобудівне креслення. Навчальний посібник: – Луцьк: Видавництво Вежа-друк, 2015. - 275 с.

10. Пустюльга С.І., Клак Ю.В. Нарисна геометрія. Навчальний посібник: - Луцьк: Редакційно-видавничий відділ Луцького НТУ, 2010. – 112 с.

11. Пустюльга С.І., Самостян В.Р. Комп'ютерна інженерна графіка в SketchUP. Навчальний посібник: - Луцьк: Видавництво Вежа-друк, 2021. – 260 с.

12. Пустюльга С.І., Самостян В.Р., Пуць В.С. Удосконалення технологічного процесу розкрою плит ДСП для виробництва меблів. Монографія: - Луцьк: Видавництво Вежа-друк, 2021. – 120 с.

13. Пустюльга С.І., Головачук І.П. Тривимірна комп'ютерна графіка в CINEMA 4D. Навчальний посібник: - Луцьк: Видавництво Вежа-друк, 2022. – 365 с.



Навчальне видання

П - 89

Пустюльга С.І., Герасимчук О.П. Інженерна та комп'ютерна графіка в конструюванні меблів : Навчальний посібник. – Луцьк : Вежа, 2025. – 425 с.

Навчальний посібник є теоретичним підґрунтям та довідковою базою із вивчення основної дисципліни графічної підготовки студентів спеціальності «Деревообробні та меблеві технології» ЗВО - «Інженерна та комп'ютерна графіка». Посібник включає матеріал трьох окремих і разом із тим пов'язаних складових: «Нарисна геометрія», «Інженерна графіка» та «Комп'ютерна графіка». Наведено основні поняття і положення конструкторського проектування меблів Детально розглянуті можливості програм для побудови і редагуванні геометричних моделей меблевих виробів.

Особливістю посібника є те, що весь теоретичний матеріал і практичні завдання розглянуті із використанням програмних продуктів SolidWorks, SketchUP та PRO100.

Комп'ютерний набір та верстка: С.ПУСТЮЛЬГА

Редактори: С.ПУСТЮЛЬГА, О. ГЕРАСИМЧУК

Підп. До друку _____ 2025 р. Формат 60x84/16.

Папір офс. Гарн. Таймс. Ум. Друк. арк. ____ . Обл. –
вид. арк. ____

Тираж 50 прим. Зам. ____

Відділ іміджу та промоції

Луцького національного технічного університету

43018, м. Луцьк, вул. Львівська, 75

Друк – відділ іміджу та промоції Луцького НТУ

