

Міністерство освіти і науки України
Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка
Кафедра технологічної та професійної освіти

«До захисту допускаю»
завідувач кафедри технологічної
та професійної освіти
доктор педагогічних наук, професор
_____ Леонід ОРШАНСЬКИЙ

« ____ » _____ 2025 р.

ОСОБЛИВОСТІ ЗАЛУЧЕННЯ ШКОЛЯРІВ ДО ТЕХНІЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ НА УРОКАХ ТЕХНОЛОГІЙ

Спеціальність: 014.10 «Середня освіта (Технології)»

Магістерська робота

на здобуття кваліфікації – *вчитель технологій, вчитель інформатики*

Автор роботи: Кравчук Тарас Романович

_____ *підпис*

Науковий керівник: доктор педагогічних наук,
професор Нищак Іван Дмитрович _____
підпис

Дрогобич, 2025

Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка

Зав. кафедрою

(підпис)

24.10.2024 р.

(дата)

**Завдання
на підготовку магістерської роботи**

1. Тема: «Особливості залучення школярів до технічного моделювання на уроках технологій».

2. Керівник – док. пед. наук, професор Нищак І.Д.

3. Студент – Кравчук Тарас Романович.

4. Перелік питань, що підлягають висвітленню у кваліфікаційній роботі:

1. Дослідити сутність процесу моделювання як методу наукового пізнання; навести класифікацію моделей.

2. З'ясувати особливості моделювання об'єктів праці школярів на уроках технологій.

3. Виявити етапи підготовки вчителя технологій до уроків технічного моделювання.

4. Дослідити можливості комп'ютерно-орієнтованих засобів моделювання; окреслити можливості залучення школярів до комп'ютерного моделювання на уроках технологій.

5. Розробити поширений план-конспект уроку, спрямований на ознайомлення учнів з основами технічного моделювання засобами сучасних САПР.

5. Список рекомендованої літератури:

1. Технічна творчість учнів: підруч. / В.І. Амел'кін, В.М. Зайончик, В.К. Сидоренко, В.Є. Шмельов. Київ. «Центр учбової літератури». 2011. 458 с.

2. Урманець О.Д. Початкове технічне моделювання. Технологія виготовлення розгортки автомобілів: метод. рек. Київ: Шкільний світ, 2014. 109 с.

3. Цідило І.М. Роль комп'ютерних технологій у формуванні навичок конструювання виробів на уроках трудового навчання учнів 8-9 класів. *Трудова підготовка в закладах освіти*. 2004. № 3. С. 37–39.

4. Ящук С.М. Виконання основних етапів проектування на уроках трудового навчання. *Трудова підготовка в закладах освіти*. № 2. 2003. С. 13–16.

6. Етапи підготовки роботи:

№	Назва етапу	Термін виконання	Термін звіту перед керівником, кафедрою
1.	Вивчення й аналіз психолого-педагогічної та методичної літератури; визначення вихідних положень дослідження (об'єкт, предмет, методи); формування мети; постановка завдань.	до 03.12.2024 р.	17.12.2024 р.
2.	Підготовка 1-го розділу роботи	до 15.04.2025 р.	25.04.2025 р.
3.	Підготовка 2-го і 3-го розділів роботи.	до 16.09.2025 р.	24.09.2025 р.
4.	Формування висновків. Оформлення роботи.	до 28.10.2025 р.	31.10.2025 р.
5.	Перевірка роботи на плагіат	до 14.11.2025 р.	21.11.2025 р.
6.	Попередній захист роботи і рецензування.	до 24.11.2025 р.	28.11.2025 р.

7. Дата видачі завдання – 24.10.2024 р.

8. Термін подачі роботи керівнику – 07.11.2025 р.

9. З вимогами до виконання роботи і завданням ознайомлений

(підпис студента)

10. Керівник _____.

ЗАХИСТ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ

Тема: «Особливості залучення школярів до технічного моделювання на уроках технологій».

Оцінка за стобальною шкалою: _____

Оцінка за національною чотирибальною шкалою: _____

Коротка мотивація оцінки захисту:

дата

Голова ЕК

підпис

прізвище та ініціали

Секретар ЕК

підпис

прізвище та ініціали

АНОТАЦІЯ

Студент – Кравчук Тарас Романович.

Тема роботи: «Особливості залучення школярів до технічного моделювання на уроках технологій».

У роботі з'ясовано сутність процесу моделювання під яким розуміють процес створення абстрактних або фізичних представлень реальних об'єктів, систем чи процесів. Наведено класифікацію моделей за різними ознаками: за природою походження (фізичні, математичні, комп'ютерні); за рівнем абстракції (емпіричні, теоретичні); за призначенням (прогностичні, аналізуючі, оптимізаційні); за структурою (дискретні, безперервні); за способом взаємодії з користувачем (статичні, динамічні). З'ясовано особливості моделювання об'єктів праці школярів на уроках технологій. Виявлено етапи підготовки вчителя технологій до уроків технічного моделювання. Досліджено можливості комп'ютерно-орієнтованих засобів моделювання та окреслено можливості залучення школярів до комп'ютерного моделювання на уроках технологій. Розроблено поширений план-конспект уроку, спрямований на ознайомлення учнів з основами технічного моделювання засобами сучасних САПР.

ANNOTATION

Student – Taras Kravchuk.

The topic of the work: «Features of involving schoolchildren in technical modeling in technology lessons».

The paper clarifies the essence of the modeling process, which is understood as the process of creating abstract or physical representations of real objects, systems or processes. The classification of models is given according to various characteristics: by the nature of origin (physical, mathematical, computer); by the level of abstraction (empirical, theoretical); by purpose (predictive, analytical, optimization); by structure (discrete, continuous); by the method of interaction with the user (static, dynamic). The features of modeling objects of work of schoolchildren in technology lessons are clarified. The stages of training a technology teacher for technical modeling lessons are identified. The possibilities of computer-oriented modeling tools are investigated and the possibilities of involving schoolchildren in computer modeling in technology lessons are outlined. A common lesson plan-synopsis is developed, aimed at familiarizing students with the basics of technical modeling using modern CAD tools.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ПРОЦЕСУ МОДЕЛЮВАННЯ ...	7
1.1. Моделювання як метод наукового пізнання	7
1.2. Класифікація моделей	10
РОЗДІЛ 2. ОРГАНІЗАЦІЙНО-МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ЗАЛУЧЕННЯ ШКОЛЯРІВ ДО ТЕХНІЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ НА УРОКАХ ТЕХНОЛОГІЙ	16
2.1. Особливості моделювання об'єктів праці школярів на уроках технологій	16
2.2. Підготовка вчителя до уроків технічного моделювання	21
РОЗДІЛ 3. КОМП'ЮТЕРНО-ОРІЄНТОВАНІ ЗАСОБИ РЕАЛІЗАЦІЇ ТЕХНІЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ НА УРОКАХ ТЕХНОЛОГІЙ	23
3.1. Види комп'ютерного моделювання та їх характеристика	23
3.2. Залучення школярів до комп'ютерного моделювання на уроках технологій	35
3.3. Моделювання об'єктів практичної діяльності учнів засобами САПР (план-конспект заняття)	39
ВИСНОВКИ	50
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	53
ДОДАТКИ	56

ВСТУП

Актуальність дослідження. Сучасний світ стикається з численними викликами, пов'язаними з швидким розвитком технологій та необхідністю підготовки молодого покоління до життя в умовах інформаційного суспільства. Частково розв'язати означену проблему покликані шкільні уроки з технологій, які мають на меті не лише передачу знань, але й формування в учнів практичних навичок, творчого мислення та здатності до вирішення складних техніко-технологічних завдань [29].

Сучасна економіка вимагає від молоді не лише знань з традиційних (загальнонаукових) предметів, але й умінь, що стосуються проєктування, конструювання та різного роду інновацій. Залучення школярів до технічного моделювання на уроках технологій дає змогу учням не лише засвоїти систему теоретичних знань, а й сформувати відповідні навички їх практичного застосування. Залучення школярів до технічного моделювання сприяє розвитку критичного мислення, здатності до аналізу і синтезу, а також навичок командної роботи, що формує впевненість у власних силах і готовність до майбутніх професійних викликів [12].

У цьому контексті магістерська робота на тему **«Особливості залучення школярів до технічного моделювання на уроках технологій»** набуває особливої актуальності.

Мета роботи полягає у дослідженні теоретичних та організаційно-методичних засад залучення школярів до технічного моделювання на уроках технологій.

Об'єктом дослідження виступає трудова підготовка школярів на уроках технологій у закладах загальної середньої освіти.

Предметом дослідження є процес залучення школярів до технічного моделювання на уроках технологій.

Завдання роботи:

1. Дослідити сутність процесу моделювання як методу наукового пізнання; навести класифікацію моделей.

2. З'ясувати особливості моделювання об'єктів праці школярів на уроках технологій.

3. Виявити етапи підготовки вчителя технологій до уроків технічного моделювання.

4. Дослідити можливості комп'ютерно-орієнтованих засобів моделювання; окреслити можливості залучення школярів до комп'ютерного моделювання на уроках технологій.

5. Розробити поширений план-конспект уроку, спрямований на ознайомлення учнів з основами технічного моделювання засобами сучасних САПР.

Теоретичне значення роботи: досліджено теоретичні та організаційно-методичні аспекти залучення школярів до технічного моделювання на уроках технологій.

Практичне значення роботи: розроблено методичні рекомендації щодо ознайомлення школярів з особливостями технічного моделювання об'єктів праці на уроках технологій засобами сучасних САПР (поширений план-конспект уроку).

Апробація результатів: виступ на XII Міжнародній науково-практичній конференції студентів та викладачів ФФМЕІТ «Актуальні проблеми сучасної науки» з доповіддю на тему: «Залучення школярів до технічного моделювання на уроках технологій» (Матеріали XII-ї Міжнародної науково-практичної конференції «Актуальні проблеми сучасної науки». Дрогобич: РВВ ДДПУ ім. І. Франка, 2025. С. 384–386).

Структура роботи. Робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків.

РОЗДІЛ 1.

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ПРОЦЕСУ МОДЕЛЮВАННЯ

1.1. Моделювання як метод наукового пізнання

Моделювання – це один із ключових методів наукового пізнання, який широко використовується в різних галузях науки для спрощення, аналізу та прогнозування складних систем і процесів [3]. Завдяки моделюванню дослідники можуть вивчати об'єкти в умовах, які не завжди можливі або практичні для експериментального дослідження.

Моделювання полягає в створенні абстрактних або фізичних представлень реальних об'єктів, систем або процесів. Модель слугує своєрідним «зразком», що дозволяє спростити складність оригіналу та зосередитися на ключових аспектах [12].

Слово «модель» походить від латинської *modus, modulus*, що означає – міра, образ, спосіб тощо. Його первинне значення було пов'язано з будівельним мистецтвом, і майже завжди воно вживалося для позначення зразка, прообразу або речі, схожої в якомусь відношенні з іншою річчю [15].

Модель – це такий матеріальний або абстрактний об'єкт, який у процесі дослідження заміщає об'єкт-оригінал так, що його безпосереднє вивчення уможливорює одержання нових відомостей про об'єкт-оригінал [3].

Під моделлю зазвичай розуміють штучну систему елементів, яка з певною точністю відображає деякі властивості, аспекти, зв'язки об'єкта, що досліджується [25].

Моделі дозволяють зосередитися на ключових аспектах досліджуваного об'єкта, спрощуючи його аналіз. За допомогою моделювання можна передбачити поведінку системи в різних умовах, що є важливим для наукових досліджень. Моделі допомагають візуалізувати складні концепції, що полегшує їхнє розуміння.

Процес моделювання зазвичай включає кілька етапів [12; 13; 30]:

1. Визначення мети моделювання. Визначення мети моделювання є першим й одним із найважливіших етапів у процесі моделювання. Цей етап включає формулювання чіткої мети, яку потрібно досягти за допомогою моделі, та визначення основних питань, на які модель має дати відповіді. На цьому етапі важливо визначити, що саме потрібно дослідити або зрозуміти, а також уточнити, яка система або процес буде моделюватися.

Чітко визначена мета допомагає зосередити зусилля на важливих аспектах моделювання, що підвищує його ефективність. Однозначне встановлення мети моделювання дозволяє розробити модель, яка відповідає конкретним вимогам і може бути використана для досягнення необхідних практичних результатів.

2. Вибір об'єкта моделювання. Цей етап передбачає визначення конкретної системи, процесу або явища, що буде моделюватися. Правильний вибір об'єкта моделювання впливає на точність, релевантність і практичне використання моделі. Важливо розуміти, в якому контексті буде використовуватися модель. Необхідно оцінити складність системи або процесу: деякі об'єкти можуть бути занадто складними для моделювання, або ж, навпаки, занадто простими, що може не дати достатньо інформації [30].

Вибір об'єкта моделювання повинен враховувати доступність необхідних даних для моделювання. Без достатньої кількості і якості даних модель може бути недостовірною. Об'єкт дослідження має бути актуальним і важливим для досягнення визначеної мети моделювання, що забезпечить цінність отриманих результатів.

3. Розробка моделі. Розробка моделі є центральним етапом у процесі моделювання, на якому формується сама модель на основі попередніх етапів. Цей етап включає в себе побудову математичних або концептуальних структур, які відображають обраний об'єкт дослідження та відповідають визначеній меті моделювання. На цьому етапі визначається, який тип моделі буде використовуватися (статична, динамічна, дискретна, безперервна тощо) в залежності від природи об'єкта та цілей дослідження [30].

Якість розробки моделі безпосередньо впливає на точність і надійність результатів, які вона генерує. Розробка моделі повинна відповідати попередньо визначеним цілям моделювання, що забезпечує її практичну цінність. Необхідно встановити параметри моделі, які можуть бути оцінені на основі даних або визначені експертним шляхом. Модель повинна бути організована логічно і зрозуміло, відтак може включати графічні представлення, схеми або блок-схеми, що полегшують її розуміння [12].

4. Перевірка та валідація моделі. Цей етап моделювання включає перевірку правильності моделі та її здатності адекватно відображати реальність. Етап перевірки та валідації моделі є ключовим для забезпечення її надійності та точності, що дозволяє не лише підтвердити справедливність отриманих результатів, але й вдосконалити модель для досягнення кращих прогнозів і практичних рішень. Адекватно перевірена і валідована модель зменшує ризик помилкових висновків і рішень, що можуть мати серйозні наслідки в майбутньому.

Процес валідації дозволяє виявити слабкі місця моделі та адаптувати її до зміни умов або нових даних. Валідація передбачає порівняння результатів моделі з реальними даними або результатами інших перевірених моделей, що дає змогу оцінити, наскільки точно модель відображає досліджуваний об'єкт [30]. Важливо документувати всі етапи перевірки та валідації, включаючи методи, результати та висновки, що забезпечує прозорість процесу і дозволяє іншим дослідникам перевіряти та відтворювати результати. Якщо модель не проходить перевірку або валідацію, необхідно відкоригувати її структуру, параметри або алгоритми.

5. Практичне застосування моделі. Практичне застосування моделі демонструє її корисність і практичну значущість, що є основною метою усіх попередніх етапів моделювання. Практичне застосування моделі є найбільш важливим етапом, на якому результати, отримані за допомогою моделі, використовуються для вирішення реальних проблем, прийняття відповідних

рішень чи проведення аналізу. Цей етап має велике значення для перевірки корисності та ефективності моделі на практиці [30].

6. Оцінка результатів. Цей етап допомагає зрозуміти, наскільки успішно модель виконала свої функції та досягла поставлених цілей. Розгляд та інтерпретація вихідних даних, отриманих за допомогою моделі, може включати статистичний аналіз, графічне представлення даних, а також порівняння з реальними даними або очікуваними результатами. Оцінка результатів моделювання дозволяє виявити недоліки моделі та можливості її вдосконалення для підвищення ефективності моделі у майбутньому.

1.2. Класифікація моделей

У різних людей слово «модель» викликає певні асоціації. В одних – це діючі моделі роботів, верстатів, у інших – муляжі тварини, внутрішні органи людини, модель літака тощо. Іноді замість слова «модель» вживаються інші слова: «макет», «копія», «зліпок» та ін. Проте, в усі ці слова вкладається приблизно один і той самий зміст – він полягає у тому, що складне, багатогранне явище реального світу замінюється його спрощеною схемою.

Моделі класифікуються за різними критеріями залежно від їх призначення, структури та способу використання. Класифікація моделей допомагає зрозуміти їх різноманітність і призначення, а також вибрати найбільш відповідний тип моделі для конкретних завдань у наукових дослідженнях, освіті або практичній діяльності.

Моделі класифікуються за такими ознаками [27; 30]:

1. За природою походження:

- фізичні (макети, муляжі тощо);
- математичні (рівняння, алгоритми та ін.);
- комп'ютерні (системи, що імітують реальні процеси за допомогою програмного забезпечення);

– концептуальні (схеми, графіки, теоретичні моделі тощо).

Фізична модель – це тривимірне або двовимірне представлення реального об'єкта, системи або процесу, яке відображає його характеристики та властивості. Такі моделі створюються для візуалізації, вивчення та аналізу складних систем у різних наукових та навчальних контекстах [25].

Фізичні моделі є важливими інструментами у навчанні та наукових дослідженнях, оскільки вони полегшують розуміння складних концепцій і процесів. Фізичні моделі часто використовуються для демонстрації роботи складних механізмів, явищ або наукових принципів.

Фізичні моделі виготовляють з різних матеріалів (пластик, поролон, папір, метали та ін.), залежно від мети їх використання. Такі моделі можуть бути представлені в різних масштабах – від зменшених копій до масштабних моделей, що відображають реальні розміри.

Математична модель – це абстрактне представлення реальних об'єктів, систем або процесів за допомогою математичних структур, таких як рівняння, функції, алгоритми або статистичні дані. Вона використовується для опису, аналізу та прогнозування поведінки систем у різних галузях науки, техніки та економіки.

До основних характеристик математичних моделей належать [30]:

– абстракція: математичні моделі спрощують реальність, виділяючи лише ключові аспекти, що дозволяє зосередитися на важливих характеристиках об'єкта:

– універсальність: моделі можуть використовуватися в різних контекстах, від фізики та хімії до соціальних наук та економіки;

– прогнозування: моделі дозволяють робити прогнози про поведінку системи в майбутньому на основі відомих даних і закономірностей;

– верифікація: математичні моделі можуть бути перевірені на валідність через експериментальні дані, що підвищує їхню надійність.

Комп'ютерна модель – це симуляція або представлення реальних об'єктів, систем чи процесів, які створюються і виконуються на комп'ютерах.

Комп'ютерні моделі використовують алгоритми та програми для аналізу, візуалізації та моделювання складних явищ, часто в умовах, які важко або неможливо відтворити експериментально [24].

Комп'ютерні моделі можуть відображати складні системи з великою кількістю змінних і взаємозв'язків, що важко зробити за допомогою фізичних або математичних моделей. Користувачі можуть взаємодіяти з комп'ютерною моделлю, змінюючи параметри та спостерігаючи за результатами в реальному часі.

Комп'ютерні моделі часто супроводжуються графічними інтерфейсами, що дозволяє краще зрозуміти результати та поведінку системи. Вони дозволяють проводити «віртуальні експерименти» для прогнозування майбутніх станів системи на основі заданих умов.

Концептуальна модель – це абстрактне представлення ідей, процесів або систем, яке фокусується на основних поняттях та їх взаємозв'язках. Вона використовується для систематизації знань і допомагає візуалізувати складні концепції, спрощуючи їх розуміння [30].

Концептуальні моделі не прив'язані до конкретних деталей або реалізацій. Вони фокусуються на загальних принципах і відносинах. Моделі показують, як різні елементи системи взаємодіють між собою, що допомагає виявити ключові компоненти та їх функції. Концептуальні моделі можуть бути адаптовані або змінені залежно від нових даних або змін в теорії.

2. За рівнем абстракції:

- емпіричні;
- теоретичні.

Емпірична модель – це тип моделі, що базується на спостереженнях і фактичних даних, зібраних у процесі досліджень або експериментів. Вона не завжди спирається на теоретичні основи, а натомість використовує реальні вимірювання для формулювання висновків і прогнозів. Емпіричні моделі спираються на реальні дані, що робить їх більш практичними для аналізу конкретних ситуацій [30].

Теоретична модель – це абстрактне представлення системи, процесу або явища, яке базується на теоретичних принципах, концепціях і гіпотезах. Вона використовується для опису, пояснення та прогнозування поведінки об'єктів у рамках певної теорії.

Серед основних характеристик теоретичних моделей необхідно виокремити [30]:

- абстракцію (теоретичні моделі спрощують реальність, виділяючи ключові елементи та їх взаємозв'язки, що дозволяє зосередитися на ключових принципах);
- формалізацію (моделі часто представляються у формі математичних рівнянь або логічних структур, що забезпечує їх чіткість й узгодженість);
- гнучкість (теоретичні моделі можуть бути адаптовані або змінені в залежності від нових даних або змін у теорії).

3. За призначенням:

- прогностичні;
- аналізуючі;
- оптимізаційні.

Прогностична модель – використовується для передбачення майбутніх подій, результатів або поведінки системи на основі наявних даних, закономірностей і тенденцій. Вона застосовується в різних галузях, таких як економіка, медицина, метеорологія, соціологія та ін. [30].

Прогностичні моделі базуються на аналізі історичних даних, що дозволяє виявити закономірності та тренди. Результати прогностичних моделей перевіряються за допомогою тестових даних для оцінки їхньої точності та надійності. Моделі можуть бути оновлені з урахуванням нових даних, що дозволяє покращувати прогнози з часом.

Аналізуюча модель – це тип моделі, яка використовується для детального вивчення і розуміння складних систем, процесів або явищ. Вона допомагає дослідникам і фахівцям виявляти ключові фактори, взаємозв'язки та закономірності в даних.

Аналізуючі моделі дозволяють глибоко аналізувати різні аспекти системи, враховуючи багато змінних і їх взаємодію. Такі моделі часто супроводжуються графічними інтерфейсами або візуалізаціями, що полегшує їх розуміння. Аналізуючі моделі можуть бути адаптовані для різних сценаріїв або умов, що робить їх універсальними для різних досліджень.

Оптимізаційна модель – використовується для пошуку найкращого рішення з-поміж можливих варіантів з урахуванням певних обмежень та критеріїв. Вона широко застосовується в різних галузях, таких як економіка, інженерія, логістика та управління [30].

Оптимізаційні моделі включають обмеження, які визначають допустимі значення змінних (наприклад, бюджети, ресурси, технологічні обмеження). Моделі розглядають різні варіанти рішень, що дозволяє знайти оптимальне рішення в умовах конкуренції чи обмежених ресурсів. Для знаходження оптимальних рішень часто використовуються математичні алгоритми, такі як методи лінійного програмування, цілочисельного програмування або еволюційні алгоритми.

4. За структурою:

- дискретні;
- безперервні.

Дискретна модель – це тип моделі, яка описує системи або процеси, що змінюються в чітко визначених, окремих станах або етапах. Вона використовує дискретні значення для змінних, що дозволяє аналізувати ситуації з чіткими умовами або подіями [30].

Дискретні моделі оперують з конкретними, відокремленими станами, які можуть бути визначені і проаналізовані. Зазвичай вони мають обмежену кількість змінних, що дозволяє зручно працювати з ними при аналізі. Дискретні моделі часто описуються за допомогою графів, матриць або таблиць, що надає структуровану інформацію.

Безперервна модель – описує системи або процеси, що змінюються безперервно, без чітко визначених станів або етапів. У таких моделях змінні

можуть приймати будь-які значення в певному діапазоні, що дозволяє аналізувати складні явища з високою точністю.

5. За способом взаємодії з користувачем:

- статичні;
- динамічні.

Статична модель – це тип моделі, яка описує систему або процес в певний момент часу, не враховуючи зміни, що можуть відбуватися з часом. Вона фокусується на фіксованих характеристиках і структурі системи, що дозволяє аналізувати її стан без будь-яких динамічних аспектів [15].

Статичні моделі не враховують часові зміни, тому вони описують систему в стабільному стані. Ці моделі часто спрощують реальність, зосереджуючи увагу на основних елементах і їхніх взаємозв'язках. Статичні моделі можуть бути використані для проведення аналізу, планування або прийняття рішень на основі поточного стану системи.

Динамічна модель – описує зміни деякої системи або процесу з часом. Вона враховує взаємодії між компонентами та їх еволюцію, що дозволяє аналізувати поведінку системи в динамічному середовищі [15].

Динамічні моделі фокусуються на змінах, які відбуваються в системі протягом часу, дозволяючи вивчати динаміку процесів. Вони враховують взаємодії між різними змінними, що можуть впливати на розвиток системи.

РОЗДІЛ 2.

ОРГАНІЗАЦІЙНО-МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ЗАЛУЧЕННЯ ШКОЛЯРІВ ДО ТЕХНІЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ НА УРОКАХ ТЕХНОЛОГІЙ

2.1. Особливості моделювання об'єктів праці школярів на уроках технологій

При розробці технічного проєкту на уроках технологій часто доводиться виготовляти моделі майбутніх виробів, які дозволяють у спеціально створених умовах, близьких до реальних, оцінити усі переваги та недоліки проєктованих об'єктів.

Моделювання під час уроків з технологій сприяє розвитку технічної кмітливості школярів, формуванню у них технічних знань й умінь, ознайомленню з основними принципами і правилами конструювання [16]. У процесі виготовлення моделей учні закріплюють свої початкові знання та вміння щодо виконання різних технологічних операцій при обробці металу, деревини, пластмас та інших матеріалів, а також проводять складання, регулювання та випробування виробів [13].

Виготовляючи технічну модель, учень засвоює принцип її роботи, закріплює знання фізичних та інших законів. Одночасно школяр дізнається про призначення та застосування модельованої конструкції, вчиться читати кресленики та складати ескізи, планувати технологічний процес й організовувати свою трудову діяльність. Учень по-своєму змінює та доповнює конструкцію, забезпечуючи якісне виготовлення моделі.

На заняттях у навчальних майстернях, враховуючи можливості школярів, можна говорити про виготовлення ними спрощених моделей, таких, які б розкривали принципи дії та конструкції різних технічних пристроїв.

Для учнів V–VIII класів доступним є моделювання лише головного в об'єкті – основних рухів (рухи різання та подачі в металорізальних верстатах) та механізмів, без деталізації конструкції. Причому потрібно одразу відокремити поняття «модель» та «макет». Макет – це схематичне об'ємне

зображення (наприклад, макет зовнішнього вигляду будівлі, місцевості та ін.). Макет допомагає уявити предмет у загальному вигляді. Модель повністю або в основних вузлах копіює об'єкт, тому зазвичай моделі виготовляють діючими, вони мають певне цільове призначення [23].

Однак моделювання не повинно бути зведене лише до виготовлення моделі та її випробування. Важливо використовувати прагнення учнів побачити предмет готовим, діючим, щоб з допомогою побудованої моделі можна було показати застосування будь-яких фізичних законів до створення конструкції, ознайомити з елементами техніки, розвиваючи одночасно конструкторські здібності школярів. Відтак треба вміти вибрати об'єкт моделювання. Навчальні прилади, посібники, механізми, сучасні машини та апарати особливо привабливі для школярів.

Моделювання принципів дії різних пристроїв дозволяє спрощувати конструктивні рішення, робити їх доступними для учнів. Однак спрощення виробів створює у школярів хибне уявлення про сучасні елементи конструкцій. Цього не станеться, якщо школярі навчатимуться типового влаштування машин, механізмів та ін. шляхом порівняння отриманих ними виробів із дійсними. Заміна таких конструкцій на спрощені варіанти повинна пояснюватися вчителем. Будь-які конструктивні зміни чи спрощення пристроїв, виконані учнями для заданих умов, необхідно заохочувати, хоча потрібно прагнути, щоб зовні модель була схожа на справжній аналог.

Частка самостійної участі школярів у розробці конструкції моделі та технології її виготовлення різна і залежить від їх вікових особливостей й об'єктів моделювання. Методисти рекомендують ставити перед учнями такі завдання щодо розвитку навичок технічного конструювання (моделювання) [11; 15; 16; 25 та ін.]:

1. Проектування (моделювання) пристрою заданої конструкції.
2. Перенесення принципу дії з однієї конструкції на іншу.
3. Доповнення відсутньої ланки конструкції.
4. Проектування згідно схематично заданої конструкції.

5. Конструювання предмета за заданими технічними вимогами.

6. Конструювання за власним задумом.

Зазначені завдання становлять певний інтерес, і їх слід використовувати у роботі вчителя. Однак слід враховувати, що не всі завдання однаково доцільно пропонувати учням. Так, не можна вимагати від школярів проєктувати пристрої заданої конструкції, коли конструкція уже їм відома, а учням залишається лише виготовити її. У такому випадку діяльність школярів буде репродуктивною. Однак у ході виготовлення виробів учням доводиться вирішувати низку технологічних завдань. При цьому вони можуть покращувати конструкцію окремих деталей шляхом зміни їх елементів, форм, поверхонь, заміни матеріалу, вибору інших заготовок та ін., тобто у процесі роботи можливе вирішення учнями конструкторських завдань щодо зміни конструкції деталей. Це найпростіші завдання.

Перенесення принципу дії з однієї конструкції на іншу – складне завдання. По суті це конструювання цілого виробу за заданою принциповою або кінематичною схемою. Простішим є *завдання на доповнення конструкції відсутньої ланки*, наприклад деталі. Такого роду завдання доцільно рекомендувати учням на завершальному етапі збирання виробів, коли вони переконуються у відсутності «необхідних» ланок (деталей, елементів тощо). Відповідно, знаючи місце, де повинен знаходитися відсутній елемент виробу, а також розуміючи його призначення та принцип роботи, учні можуть конструювати найпростіші деталі (валики, осі, планки та ін.) [25].

Доцільно пропонувати учням *завдання на проєктування згідно схематично заданої конструкції*. Школярі можуть успішно виконувати лише найпростіші завдання такого типу. Завдання на конструювання предмета за заданими технічними вимогами необхідно ставити перед учнями ще до вирішення задач на конструювання згідно схематично заданої конструкції. При цьому необхідно домовитися про зміст технічних вимог, до яких зазвичай включають відомості про призначення пристрою, його застосування та принцип дії, інформацію про основні параметри конструкції, а також кінематичну або принципову схему.

Простувати згідно схематично заданої конструкції виробу набагато складніше в силу відсутності інших відомостей про неї. У цьому випадку рішення буде успішним, якщо учням вдасться змінити сам принцип роботи, видозмінити чи запозичити його з іншої конструкції. При цьому необхідно буде переконструювати, тобто змінити конструкції інших вузлів та деталей проєктованого пристрою.

Розв'язування конструкторських завдань за схемами або технічними вимогами полегшується, коли використовуються реальні конструкції або їх частини, які служать опорою для дій учнів, допомагають їм у просторових перетвореннях.

Конструювання (моделювання) предмета за власним задумом є доволі складним для школярів. Учні неспроможні, наприклад, самостійно сконструювати різні механізми та технічні пристрої. У них немає необхідних для цієї мети знань та досвіду. Певних успіхів можна досягти лише після ознайомлення учнів із різними (можливими) конструктивними рішеннями конструкторських завдань, типовими об'єктами техніки [25].

Велике значення має вибір об'єктів конструювання (моделювання). Необхідно зазначити, що конструювання предмета за задумом пов'язане з розробкою оригінальних, доцільних конструкцій, відмінних від тих, що вже відомі учням. Незважаючи на те, що ці завдання складні для учнів, їх розв'язування можливе на завершальному етапі навчання.

Процес моделювання можна здійснювати за двома видами технічної документації: за докладною (вичерпною) та неповною [27]. З іншого боку, часто моделі виготовляють згідно зразків, тобто за готовою моделлю або її деталями. У цьому випадку, перш ніж приступити до виготовлення моделі, учням доцільно запропонувати скласти ескізи деталей і по них виготовляти виріб. Працювати безпосередньо за зразками деталей не рекомендується, оскільки це суперечить виробничій практиці.

Основною технічною документацією на уроках технології є технічні завдання, складальні та робочі кресленики, а також ескізи та технічні рисунки, технологічні карти, кінематичні та принципові схеми.

Моделювання на уроках технологій розпочинається з пояснення технічного завдання на виготовлену модель. Вчитель зображає на класній дошці кінематичну схему об'єкта моделювання, наводить плакат із зображенням складального кресленика моделі, доповнює кресленик технічним рисунком, пояснює призначення та принцип роботи моделі. Вчитель роз'яснює загальні вимоги до сучасних конструкцій: міцність, зносостійкість, хороша оброблюваність, мала вага, низька вартість і висока надійність. Все це має виражатися у безвідмовній роботі пристрою у заданих умовах [27].

Потрібно ознайомити учнів із порядком перевірки завершеного виробу. Перевірку (контроль) необхідно здійснювати, користуючись креслениками. Точність виробу обумовлюється у технічних вимогах на кресленику або окремо вказується учителем.

Прийнятною формою організації практичної роботи учнів із технічного моделювання є групова форма навчання. Групи (3-4 учні) виготовляють одну спільну модель [29]. Найкраще, коли всі групи учнів працюють над виготовленням однотипних моделей. У такому випадку вчителю легше організувати фронтальне пояснення, інструктаж та розв'язувати інші дидактичні завдання на уроці. З іншого боку, колективна робота учнів підвищує відповідальність кожного за доручену йому справу (ділянку роботи).

При фронтальній формі організації уроків, коли весь клас виготовляє однакові моделі, накопичується велика кількість виробів (моделей), які не мають реального практичного використання. Усунення цього можливе, наприклад, шляхом виготовлення виробів згідно побажань учнів, коли кожен учень вибирає «свій» виріб. У такому випадку здійснюється індивідуальна форма роботи учнів, коли кожен працює над виготовленням різних моделей.

2.2. Підготовка вчителя до уроків технічного моделювання

Підготовка вчителя до уроків технічного моделювання має розпочинатися з усвідомлення цілей та завдань кожного заняття, планування навчального матеріалу та вибору об'єкта моделювання. Вчитель заздалегідь готує плакати складальних креслеників моделей, їх технічні рисунки та кресленики окремих деталей, складає технологічні карти на основні деталі, а також технічні завдання, готує кінематичні та принципові схеми моделей. Під керівництвом вчителя підбираються заготовки, допоміжний матеріал, оснащуються робочі місця [15].

Вчитель звертає увагу школярів на організацію складання моделей, порядок та спосіб з'єднання деталей і вузлів. Під його керівництвом проводиться випробування моделі, під час якого школярі пояснюють послідовність випробування та роботу об'єктів моделювання.

На кожному уроці з моделювання вирішується одне або кілька технічних завдань. Деякі з них розв'язують повторно у зв'язку з виготовленням нової деталі. На першому уроці з моделювання вчитель ознайомлює учнів з поняттям моделювання і пояснює технічне завдання, пов'язане з виготовленням моделі. Саме за допомогою технічного завдання забезпечується можливість розповісти учням про мету роботи, визначити її кінцеві результати, обґрунтувати необхідність дотримання основних технічних вимог (навантаження, габаритні розміри, кількість обертів та ін.), відповідно до яких має пройти випробування моделі. У технічному завданні вказується також принцип дії конструкції та практичне застосування моделі. Після цього вчитель видає учням завдання на читання креслеників (вивчення конструкцій) об'єктів виготовлення чи складання ескізів [11].

Необхідно зауважити, що вивчення конструкцій деталей моделі може здійснюватися на одному уроці з моделювання, або продовжуватися на наступних заняттях. Вчителеві не потрібно стримувати прагнення учнів якнайшвидше розпочати роботу, тому вже на першому-другому занятті їм необхідно дати завдання на виготовлення деталей моделі. У процесі роботи

учні вчаться самостійно обирати заготовку, складати технологічний план роботи, готувати своє робоче місце. Приступаючи до роботи, учні розв'язують нові завдання, пов'язані з правильним встановленням та закріпленням заготовки, виконанням робочих прийомів та операцій тощо.

У процесі роботи вчителів потрібно стежити за діями учнів, не допускаючи неправильного виконання завдання. Необхідно вимагати від школярів вчасно контролювати вироби згідно креслеників, тобто проводити поточний і заключний контроль [15].

Необхідно зазначити, що моделювання, по суті, є заключним етапом проектувальних робіт, а його застосування на уроках технології суттєво розширює можливості для технічного розвитку учнів.

РОЗДІЛ. 3.

КОМП'ЮТЕРНО-ОРІЄНТОВАНІ ЗАСОБИ РЕАЛІЗАЦІЇ ТЕХНІЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ НА УРОКАХ ТЕХНОЛОГІЙ

3.1. Види комп'ютерного моделювання та їх характеристика

Модель – математичне представлення геометричної форми, що зберігається у пам'яті комп'ютера системи САПР. Двовимірні моделі розпізнаються системою як плоскі кадри, обмежені декількома точками, що можуть бути визначені декартовими координатами X і Y [19].

Тривимірна модель у комп'ютерній пам'яті може описуватися за допомогою кількох основних елементів (точок, ліній, кривих) з урахуванням третьої координати по осі Z . На рис. 3.1 зображено двовимірну модель квадрата і 3-D модель куба. У площині екрана монітора отримують лише уявне зображення тривимірного куба, однак у пам'яті комп'ютера цей куб описується у категоріях тривимірних форм, що являє собою маленький елемент величезного «світу» тривимірного математичного простору.

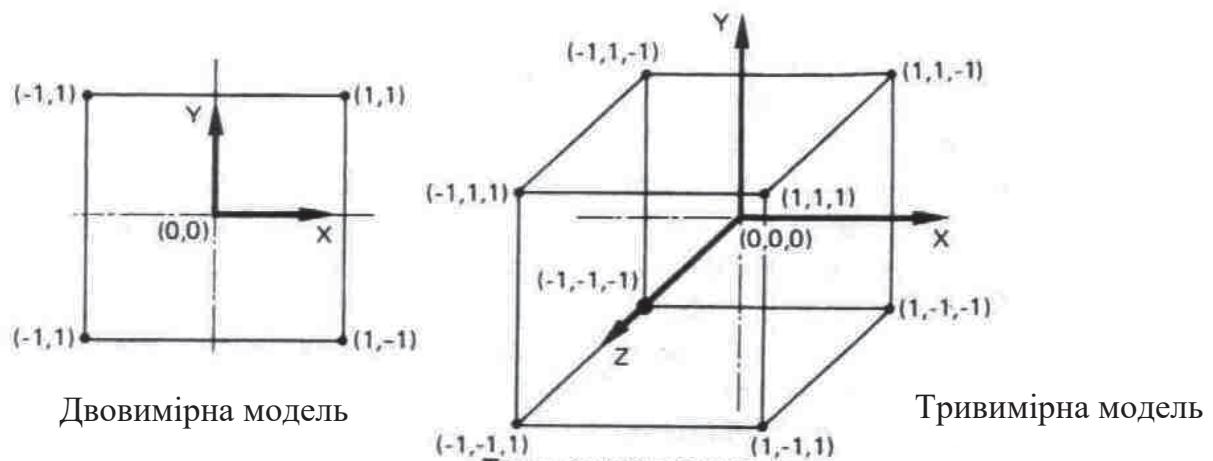


Рис. 3.1

Тривимірні комп'ютерні системи дають змогу користувачам працювати з тривимірним простором, в якому будь-які зміни (наприклад, додавання елементів) однієї проекції предмета зумовлюють автоматичні зміни всіх інших проекцій. Деякі системи здатні навіть перетворювати складальні кресленики,

представлені в ортогональних проєкціях, у тривимірні зображення відповідних виробів у «рознесеному» (розібраному) стані.

Методи тривимірного моделювання, надані системами САПР поділяються на три категорії: каркасне, поверхнєве і твердотільне (суцільне) моделювання [19].

Каркасне моделювання. *Каркасне моделювання* – це метод представлення тривимірних об’єктів за допомогою їхньої геометричної структури, зокрема, через використання лінійних сегментів, що з’єднують ключові точки (вузли) моделі. Цей підхід дозволяє створювати прості, але ефективні моделі, які використовуються в різних галузях [19].

Каркасна модель складається з «каркасу», що формується з ліній (ребер), які з’єднують вузли (вершини), створюючи основу для тривимірного об’єкта. Цей вид моделювання вважається найнижчого рівня, відтак йому притаманні ряд серйозних недоліків, зокрема [18; 19]:

– *обмежена деталізація.* Каркасні моделі не здатні передавати складність та деталі об’єкта, оскільки вони складаються лише з ліній і точок, що може призвести до недостатньої точності в представленні форм і текстур. Наприклад, тривимірне зображення на рис. 3.2 можна було б інтерпретувати і як вигляд зверху, і як вигляд знизу. Цей ефект, обумовлений природою каркасної моделі, може привести до непередбачених результатів. На відміну від твердотільної моделі в каркасній моделі не можна відрізнити «видимі» грані геометричної форми від «прихованих» (невидимих);

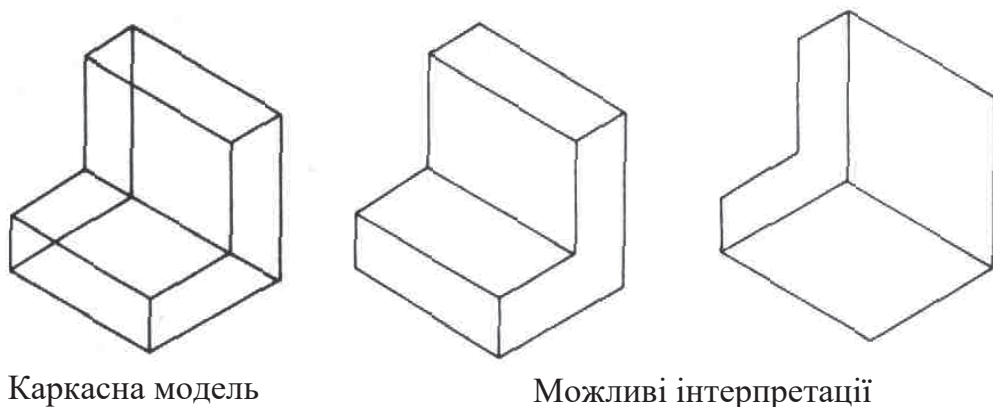


Рис. 3.2. Тривимірне зображення

– *відсутність об'єму*. Оскільки каркасне моделювання не враховує товщину або об'єм об'єктів, такі моделі можуть виглядати плоскими або невиразними, що обмежує їх використання;

– *складність в освітленні*. Освітлення та тіні можуть бути неправильно відображені, оскільки каркасні моделі не мають поверхонь, які відбивають світло, що ускладнює створення реалістичних візуалізацій;

– *непристосованість до складних форм*. Моделі зі складними або органічними формами важко реалізувати на каркасному рівні, оскільки вони вимагають більшої кількості деталей і плавності, ніж можуть надати каркасні структури;

– *неможливість виявлення взаємного впливу компонентів*. Каркасна модель не несе інформації про поверхні, які обмежують форму, що обумовлює неможливість виявлення небажаних взаємодій між гранями об'єкта й істотно обмежує застосування каркасного моделювання при тривимірному кінетичному аналізі механізмів, імітації функціонування роботів, проєктуванні планів розміщення заводського устаткування і виконанні складальних креслеників складних трубопроводів;

– *труднощі, що виникають при обчисленні фізичних характеристик*, також є наслідком відсутності даних про поверхні. Існує імовірність того, що коректно побудована геометрична форма, а отже, і об'єм тіла, який відрізняється від базових стандартних компонентів, можуть бути визначені неточно. Таким чином, значення фізичних характеристик (наприклад, маса, площа поверхні, центр ваги або моменти інерції) будуть недостовірними.

Попри всі свої недоліки каркасна модель вимагає набагато менше комп'ютерної пам'яті і може виявитися цілком придатною для вирішення деяких задач, що відносяться до простих форм.

Площинне моделювання. *Площинне моделювання* – це метод створення тривимірних об'єктів, який фокусується на формуванні зовнішніх поверхонь об'єкта без врахування його внутрішньої структури. Моделі формуються шляхом визначення контурів і поверхонь, що дозволяє точно відтворювати

складні геометричні форми. Площинне моделювання часто базується на використанні кривих (наприклад, Bézier або NURBS) та полігонів, що дозволяє створювати гладкі та детальні поверхні. Площинне моделювання підтримує текстуризацію, що дозволяє надавати об'єктам реалістичний вигляд, завдяки використанню матеріалів і текстур [19].

Площинне моделювання має такі переваги, порівняно з каркасним [19]:

- здатність розпізнавати і зображати складні криволінійні грані;
- здатність розпізнавати грані й у такий спосіб забезпечувати засіб отримання тонових тривимірних зображень;
- здатність розпізнавати особливі побудови на поверхнях, наприклад отвори;
- можливість отримання якісного зображення і забезпечення зручного виробничого інтерфейсу з верстатами з ЧПУ при імітації траєкторії руху інструмента в тривимірному просторі для циклу обробки деталей складних форм по декількох осях.

Площинне моделювання доцільно використовувати при проектуванні криволінійних поверхонь складної форми, зокрема корпусів автомобілів, фюзеляжів літаків тощо.

При площинному моделюванні розрізняють такі види поверхонь [19]:

1. *Плоскі поверхні* – це прості геометричні фігури, які визначаються за допомогою двох або більше точок. Плоскі поверхні зазвичай використовуються для створення основних форм об'єктів (рис. 3.3).

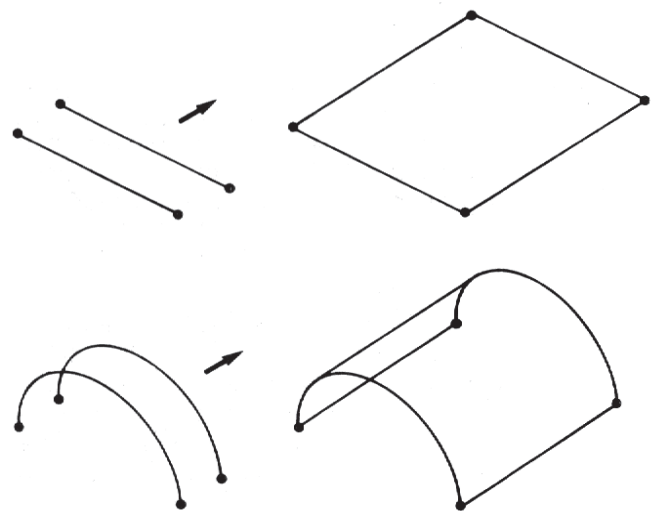


Рис. 3.3. Формування розгорнутої плоскої і криволінійної поверхонь

Плоскі поверхні також можна розгортати у тривимірні форми (рис. 3.4). Необхідно підкреслити, що при площинному моделюванні неможливо описати «тверді тіла», що мають внутрішню будову, оскільки вони будуть сприйматися

виключно як сукупність зовнішніх поверхонь. На рис. 3.4 плоскі грані деякого предмета (площинна модель) поєднані між собою у просторових відношеннях й обмежують «порожній» об'єм.

2. *Поверхні обертання* – це геометричні фігури, які утворюються шляхом обертання кривої (генератора) навколо осі. Цей метод дозволяє створювати складні тривимірні форми, що мають симетрію відносно заданої осі (рис. 3.5). Наприклад, циліндр утворюється шляхом обертання прямої лінії навколо однієї з її кінцевих точок; конус створюється обертання прямої лінії, що з'єднує вершину конуса з основою; сфера – утворюється обертання кола навколо діаметра.

Крива, яка обертається навколо осі, може бути різної форми, наприклад, прямою лінією, колом або більш складною кривою.

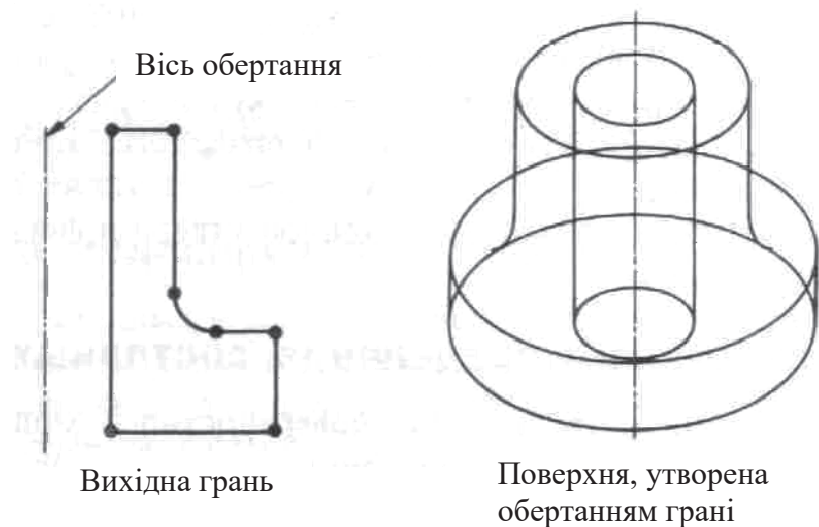


Рис. 3.5. Поверхня обертання

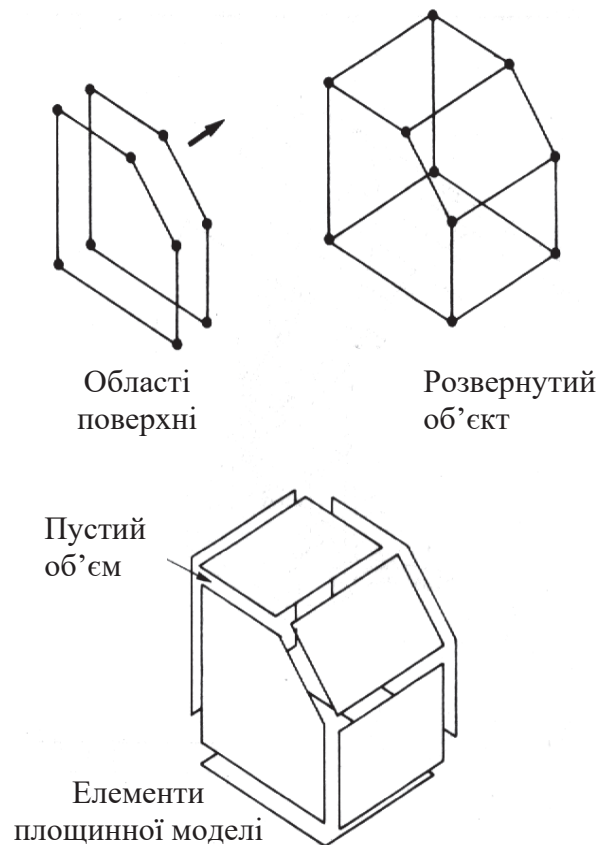


Рис. 3.4. Формування тривимірного об'єкта, розгортанням плоскої області

3. *Поверхні спряжень (або поверхні контактів)* – це поверхні, які є результатом взаємодії двох або більше об'єктів, що торкаються один до одного. Вони визначаються точками контакту між цими об'єктами і можуть бути використані для моделювання реальних фізичних взаємодій [19].

Поверхні спряжень формуються в місцях, де об'єкти торкаються, і можуть мати різну форму залежно від геометрії об'єктів (рис. 3.6).

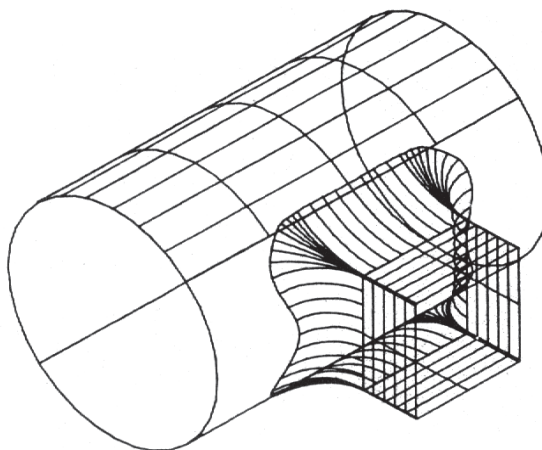


Рис. 3.6. Поверхня спряження

4. *Поверхні перетину* – це геометричні фігури, які утворюються в результаті перетворення двох або більше об'єктів. Вони визначаються шляхом перетину цих об'єктів площиною або іншими геометричними формами.

Поверхні перетину можуть мати різноманітні форми, залежно від об'єктів, які перетинаються, та кута перетину. Поверхні перетину можуть бути складними, особливо коли об'єкти мають вигнуті форми або нерегулярні геометрії.

5. *Аналітичні поверхні* – це математичні поверхні, описані за допомогою аналітичних функцій, які можуть бути представлені у вигляді рівнянь. Вони використовуються в комп'ютерній графіці, геометрії та інженерії для моделювання тривимірних форм з високою точністю [19].

Хоча методи площинного моделювання мають багато переваг, у даний час існує ряд обмежень на їхнє використання, які можуть бути усунені тільки застосуванням методів твердотільного моделювання. Основними є такі обмеження [19]:

1) обмежена деталізація. Площинне моделювання не дозволяє створювати складні форми та деталі, оскільки об'єкти складаються лише з плоских поверхонь, що може призвести до втрати важливих естетичних та функціональних характеристик;

2) відсутність об'єму. Площинні моделі не враховують об'єм об'єктів, що робить їх непридатними для представлення реальних об'єктів з тривимірною структурою;

3) складність в освітленні. Освітлення та тіні можуть бути неправильно відображені, оскільки площинні моделі не мають об'ємних поверхонь, що ускладнює створення реалістичних візуалізацій;

4) обмежене використання в складних формах. Площинне моделювання не підходить для об'єктів з органічними або складними формами, оскільки ці об'єкти вимагають більшої гнучкості та деталізації.

Твердотільне моделювання. Твердотільне моделювання – це метод створення тривимірних об'єктів, який базується на математичному описі їх об'єму. Цей підхід дозволяє точно моделювати фізичні об'єкти та їх властивості, забезпечуючи високу деталізацію та реалістичність [18].

Твердотільні моделі мають чітко визначений об'єм, що дозволяє точно відображати фізичні характеристики об'єктів. Для створення твердотільних моделей використовуються різні геометричні примітиви (блоки, циліндри, сфери та ін.), які можуть бути комбіновані для створення складніших форм.

На рис. 3.7 показані зразки твердотілих примітивів.



Рис. 3.7. Твердотілі примітиви

Бульові операції відіграють важливу роль при визначенні взаємовідносин між примітивами у процесі тривимірного моделювання. Бульові операції базуються на поняттях алгебраїчної теорії множин і мають сенс, коли застосовуються до твердотілих об'єктів.

На рис. 3.8 проілюстрована дія бульових операцій на практичних прикладах твердотілих моделей.

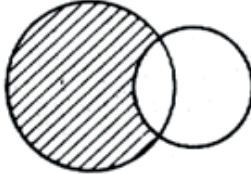
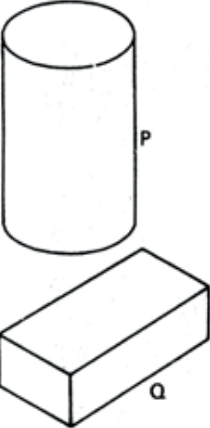
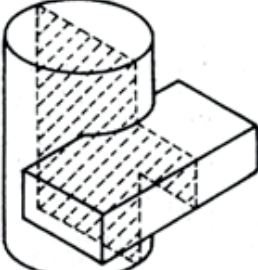
Теорія множин	Об'єднання ($\cup$)	Різниця ($-$)	Перетин ($\cap$)
 A B	 $A \cup B$	 $A - B$	 $A \cap B$
 P Q	 $P \cup Q$	 $P - Q$	 $P \cap Q$

Рис. 3.8. Приклади використання бульових операцій

Операція об'єднання ($\cup$) описує об'єм усередині зовнішньої границі складеної форми, отриманої з двох тіл із загальною областю. Об'єднання двох кіл A і B (рис. 3.8) являє собою заштриховану зону $A \cup B$. Отже, операція об'єднання формує результуючу складену форму як єдиний об'єкт. На рис. 3.8 показано застосування еквівалентної операції для двох твердотілих примітивів (циліндра P і паралелепіпеда Q). Також відображено фігуру перетину об'єднання $P \cup Q$, щоб підкреслити, що утворилася нова цільна форма, не схожа ні на циліндр, ні на паралелепіпед [19].

Операція різниці ($-$) формує об'єм, обмежений поверхнею, що залишилася від однієї форми, і зовнішньою границею загальної області двох форм. На рис.

3.8 заштрихованою областю $A - B$ показаний результат дії операції бульової різниці на кола A і B . Крім цього зображено циліндр із пазом $P - Q$, що є різницею двох твердих тіл P і Q .

Операція перетинання ($\cap$) формує простір усередині границь загальної області об'єктів. Перетинання кіл A і B представлено на рис. 3.8 заштрихованою зоною $A \cap B$, а перетинання тіл P і Q – твердотілою формою $P \cap Q$.

Твердотільні примітиви можуть бути отримані шляхом розгортання двовимірних областей у тривимірному просторі (як у випадку площинного моделювання). Однак, в цьому випадку виникає справжній «твердий об'єм», а не просто порожній простір, обмежений кількома поверхнями. Ці моделі мають властивість автоматично видаляти приховані лінії та формувати тонові зображення поверхонь (рис. 3.9).

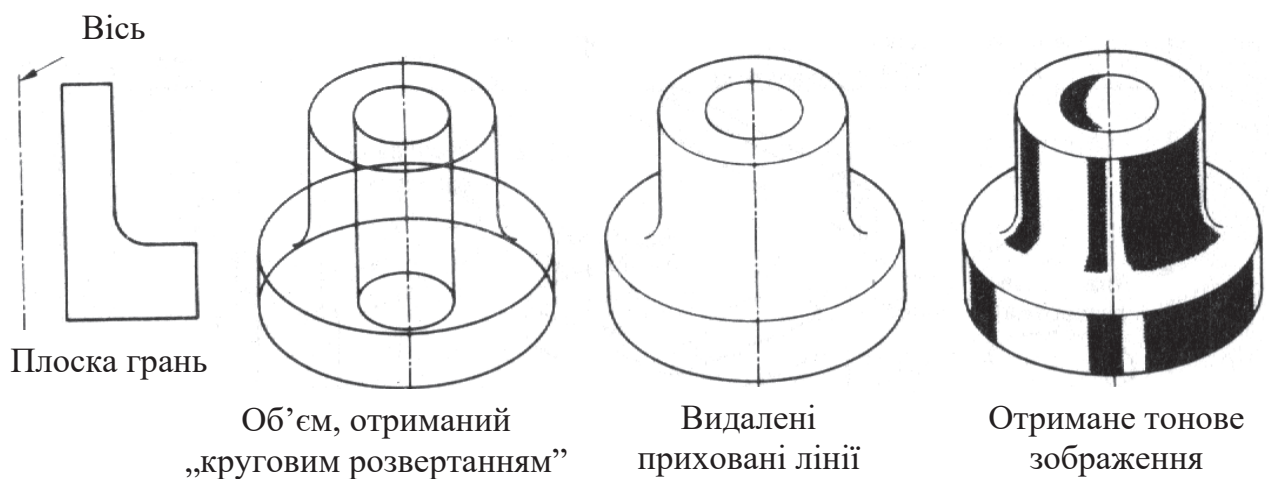


Рис. 3.9. Етапи створення зображення тіла обертання

На рис. 3.10 представлено тривимірне зображення деякої технічної деталі. Розглянемо етапи побудови цієї геометричної форми:

1. Модель даного компонента була побудована з примітивів, зображених на рис. 3.11. Вони (примітиви) були створені

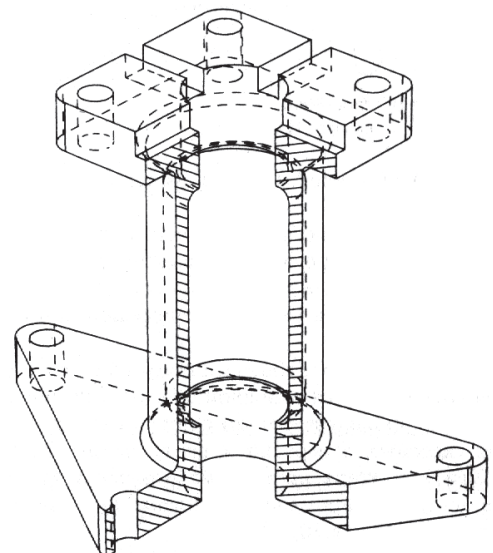


Рис. 3.10. Зображення деталі

раніше з використанням декількох операцій лінійного або кругового розгортання.

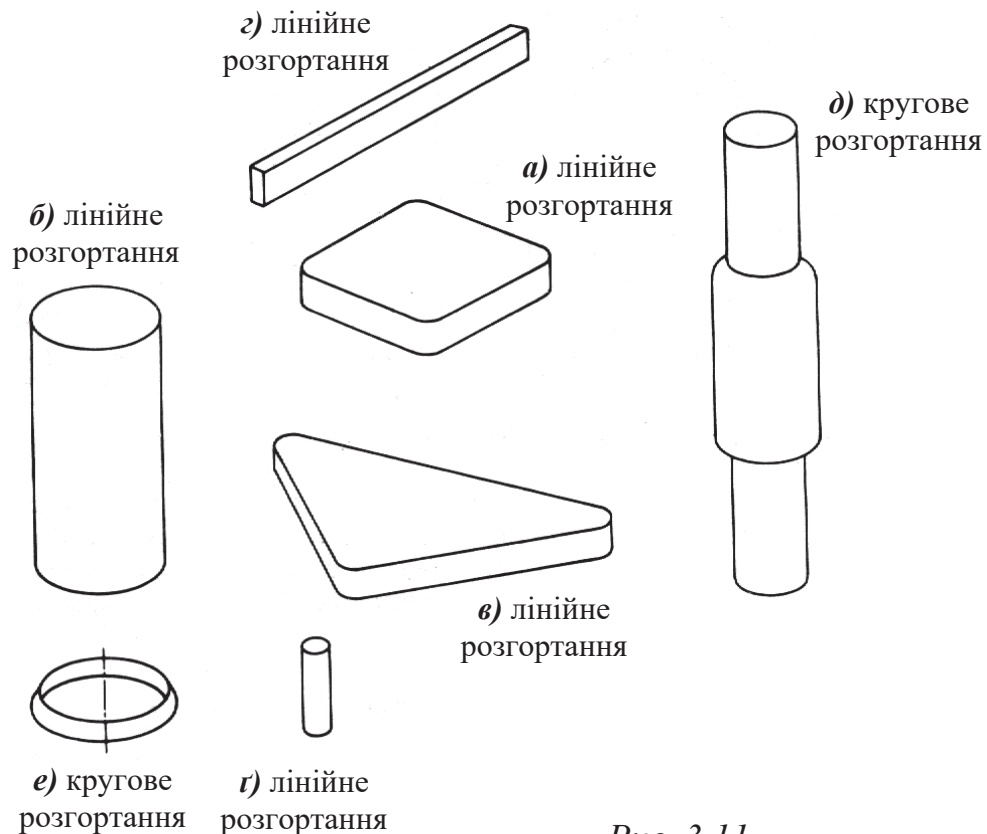


Рис. 3.11

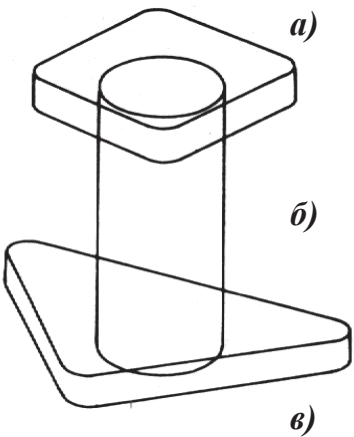
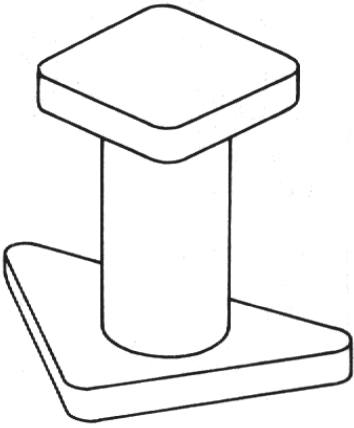
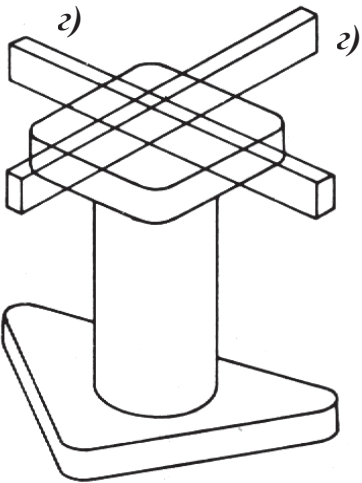
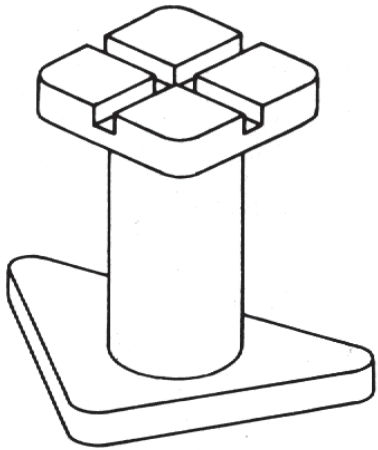
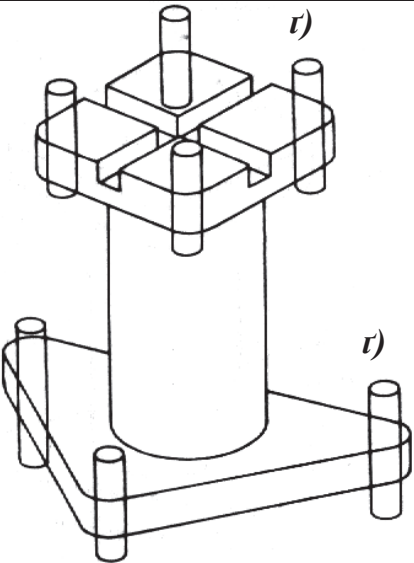
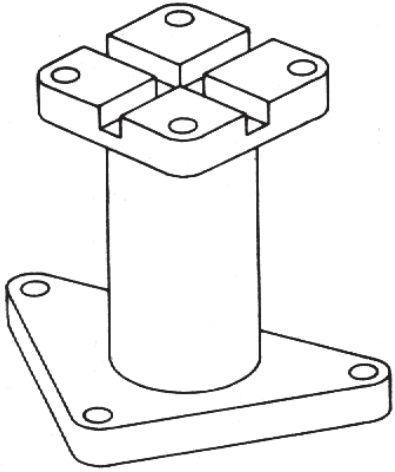
2. Базова форма будуючого компонента утворюється при використанні бульової операції об'єднання, яку застосовано до тривимірних примітивів *а*, *б* і *в* (табл. 3.1).

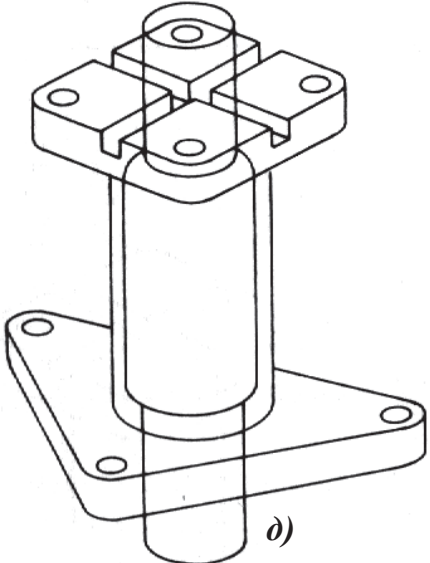
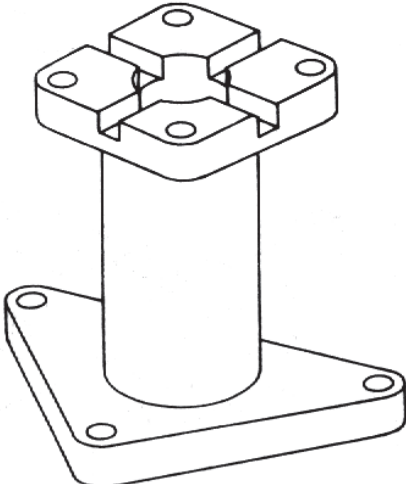
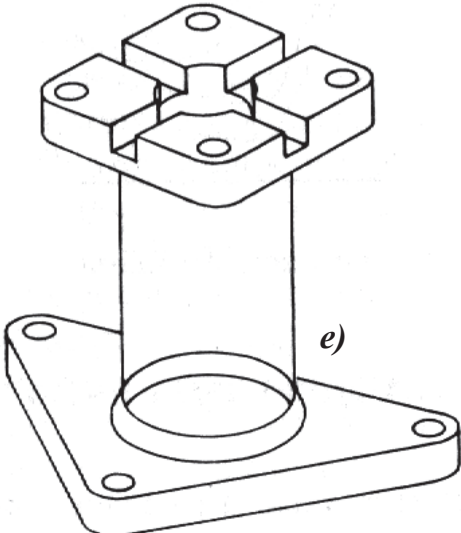
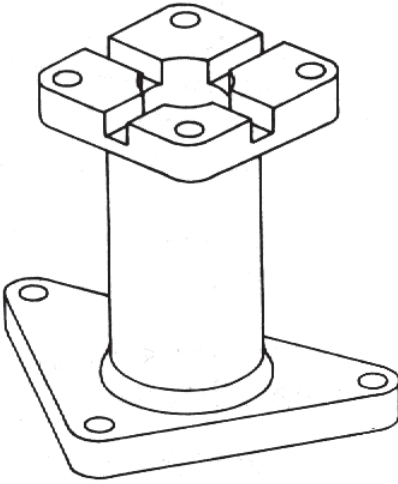
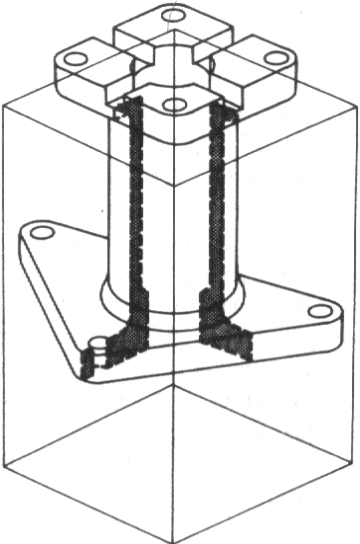
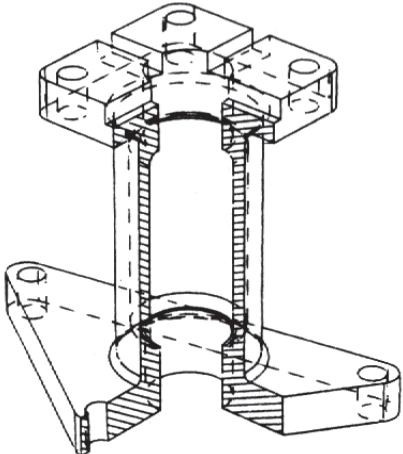
3. Для «вирізання» пазів потрібен примітив *г*. Його розташовано у потрібній позиції поверх зображення основної форми і застосовано команду булевої різниці. Таку ж процедуру, лише з примітивами *г* і *д*, було виконано для одержання наскрізних отворів і центрального розточного отвору відповідно. Ці три етапи побудови відображені у табл. 3.1.

4. Округлення нижньої основи отримано із застосуванням операції об'єднання до основної форми і примітива *е* (табл. 3.1).

5. Розріз компонента побудовано «вирізанням» (булева різниця) паралелепіпеда з отриманого зображення компонента (табл. 3.1). Далі відповідні області розрізу було заштриховано.

Етапи тривимірного моделювання технічної деталі

Етап роботи	Примітиви побудови	Команди булевих операцій	Результуюче зображення
Створення фланців		Команди об'єднання	
Створення пазів		Команди вирізання	
Створення отворів		Команди вирізання	

Етап роботи	Примітиви побудови	Команди булевих операцій	Результуюче зображення
Створення центрального розточного отвору		Команди вирізання	
Створення скруглення		Команди об'єднання	
Створення розрізу		Команди вирізання	

Завдяки об'ємній структурі, твердотільні моделі можуть використовуватися для створення реалістичних візуалізацій, які враховують освітлення та тіні. Твердотільні моделі можуть містити інформацію про матеріали, зокрема щільність, міцність та інші фізичні властивості.

Твердотільне моделювання володіє суттєвими перевагами, що робить його популярним методом у багатьох галузях [19]:

1. Твердотільні моделі забезпечують точне відображення форм і розмірів об'єктів, що є важливим в інженерії та виробництві.
2. Твердотільне моделювання дозволяє виконувати інженерні аналізи, такі як симуляція напружень і деформацій, що допомагає оцінити надійність конструкцій.
3. Можливість керування колірною гамою, одержання тонових ефектів маніпуляцією джерелом світла – усього того, що сприяє реалізації якісних зображень форм, компонентів і перетинів.
4. Підвищення ефективності імітації динаміки механізмів, процедур генерації траєкторії руху інструмента і функціонування роботів.
5. Твердотільні моделі можуть комбінуватися з іншими типами моделей (наприклад, площинними), що дозволяє створювати складні об'єкти.

3.2. Залучення школярів до комп'ютерного моделювання на уроках технологій

Розвиток інформаційних технологій, використання комп'ютерів в освітньому процесі зумовили широке застосування методів навчального комп'ютерного моделювання. Комп'ютерне моделювання характеризують як реалізацію моделі за допомогою сучасних цифрових засобів.

Великі можливості комп'ютерного моделювання вбачаються у вирішенні технічних задач, зокрема на уроках технологій. Використовуючи комп'ютерну техніку з відповідним програмним забезпеченням, можна наочно представити

на екрані монітора тривимірну модель майбутнього виробу (об'єкта праці), оцінити його ергономічні, економічні, технологічні властивості, здійснити розрахунок основних фізичних характеристик (площі поверхонь, об'єму, маси, центру ваги та ін.), створити (в автоматичному режимі) основні види технологічної документації на виготовлення виробу (технологічні карти, кресленики, схеми тощо). При необхідності можна змоделювати і різноманітні способи оздоблення виробу [17].

Комп'ютерне моделювання розпочинають з формулювання завдання, яке передбачає опис, мотивацію та попередній аналіз об'єкта моделювання. Наступний етап – розробка моделі, який передбачає виокремлення ключових чинників, розробку алгоритму, вибір необхідного програмного забезпечення. Заключний етап комп'ютерного моделювання передбачає проведення комп'ютерного експерименту, що включає тестування моделі, її налаштування, обчислення основних характеристик при різних вхідних даних та ін. [32].

Застосування комп'ютерної техніки при моделюванні виробів (об'єктів праці) значно полегшує цей процес, оскільки учні наочно бачать на екрані монітора конструйований виріб, мають можливість видозмінити його форму та розміри і побачити результат своєї діяльності без створення його просторового образу. Для цього необхідне матеріальне забезпечення та вміння застосовувати провідні графічні редактори (AutoCad, Компас та ін.).

Персональний комп'ютер за допомогою програми будує на екрані дисплея зображення деталі, що дозволяє побачити безліч варіантів ще навіть не виготовленого виробу в процесі роботи. Кольорове зображення графічних об'єктів на екрані дисплея розширює дидактичні можливості даної інформації, сприяє розвитку мислення, пам'яті, кращому сприйманню просторових перетворень.

У даний час основною мовою проєктувальника при створенні проєктів (моделей) є графічна мова – мова креслень. У процесі моделювання графічну інформацію подають у деталізуючих і складальних креслениках, схемах,

графічних відображеннях результатів розрахунків, у вигляді графіків і діаграм тощо.

Зміна середовища проєктування, перехід від традиційних засобів обробки графічної інформації до машинної відкриває нові можливості з використанням графіки і проєктування, породжує нові технології. Перш за все це практично миттєвий доступ до моделі об'єкта проєктування і вибір на кожній конкретній стадії проєктування найбільш зручного його подання. Наприклад, при конструюванні форми об'єкта найкращим способом взаємодії буде робота з трьохвимірним поданням об'єкта – користувач (учень) має можливість розглядати об'єкт з різних точок зору, включаючи різноманітні кольори для визначення характерних особливостей виробу. При проєктуванні режимів виготовлення виробів стає можливим проглянути на екрані дисплея всю послідовність операцій, перевірити поведінку матеріалу або конструкції у тій або іншій ситуації.

Представлення інформації у вигляді різного роду схематичних зображень, рисунків, креслеників часто є найбільш виразним, доступним і комфортним для її аналізу й обробки.

Сучасні прикладні програмні засоби володіють достатньо потужними інструментами для опрацювання і представлення графічних відомостей, які застосовуються у системах автоматизованого проєктування (САПР). Такі програмні засоби уможливають представлення окремих фрагментів креслеників у збільшеному масштабі, демонстрування перерізів тіла деякою січною площиною, представлення вигляду зверху, збоку, знизу тощо, а також внесення необхідних змін графічної інформації та виведення її на друкуючі або графобудуючі пристрої у вигляді твердих копій. До таких програм належать графічні редактори, системи побудови графічних образів на основі певного набору графічних примітивів [4].

Процеси автоматичного проєктування (моделювання) в різних галузях техніки пов'язані із створенням і модифікацією моделей об'єктів проєктування, які містять потрібну інформацію для їх розробки і виготовлення. Значну

частину моделі складають дані про геометричні або графічні характеристики об'єктів проектування. Формування даних, їх пошук, зберігання і модифікація, організація подання цих даних на графічних пристроях, а також інших багаточисленних задач обробки графічної інформації виконують графічні системи САПР або підсистеми машинної графіки [17].

Розглянемо процеси, які проходять у традиційних системах проектування (моделювання). Продуктом цього процесу є технічна документація (графічні і текстові документи), а також наочні представлення об'єкта проектування у вигляді моделі.

Графічні документи (робочі кресленики, схеми, діаграми, графіки тощо) складають основний об'єм документації. У зв'язку з цим перехід до автоматизованого проектування сприймається як перенесення операцій з підготовки креслярсько-конструкторської документації на ЕОМ. При цьому особливого значення набуває вміння працювати з новими технічними засобами на базі персонального комп'ютера і створення «електронних кульманів», програмних та інформаційних засобів, які забезпечують якісне виконання цієї роботи [18].

Персональний комп'ютер створює умови для переходу на більш високий рівень інтелектуалізації праці, бо чим більше автоматизується в машинних процесах діяльність людини, тим більше підвищується її психологічний рівень і вона краще проявляє свої творчі здібності [4].

У процесі моделювання учнями об'єктів практичної діяльності графічні побудови, як правило, традиційно виконуються вручну при використанні недосконалих креслярських інструментів (лінійки та циркуля), що приводить до не досить точного розв'язання задач та великої трудомісткості при використанні графічних побудов. Щоб уникнути цих недоліків, потрібно розробити та впровадити в навчальний процес нові, більш ефективні способи розв'язання технічних задач.

Можливість використання персонального комп'ютера для графічного розв'язання задач обумовлена тим, що прості графічні операції можна

виконувати в певній послідовності, а наявність проміжних результатів використовувати для зміни напрямку розв'язання задач.

При автоматизованому проектуванні (моделюванні) персональний комп'ютер працює за програмою, в якій закладені алгоритми роботи. За даними вихідними параметрами персональний комп'ютер виконує необхідні розрахунки, вибирає нормалізовані деталі та види креслення, специфікацію всіх деталей і складальних одиниць тощо.

Нові інформаційні технології передбачають мінімальні затрати часу користувача на навчання працювати з графічною системою. Сам процес навчання в основному має зводитися до ознайомлення з можливостями системи і оволодіння роботою з терміналом: «як взяти», «що натиснути», «куди подивитися». При цьому користувач при необхідності може отримати потрібну допомогу і від самої системи.

3.3. Моделювання об'єктів практичної діяльності учнів засобами

САПР (план-конспект заняття)

План-конспект заняття

Тема: «Моделювання пристосування для склеювання деревини (струбцини) засобами САПР Компас»

Мета уроку:

- **навчальна:** ознайомити учнів з основними інструментальними засобами САПР Компас для тривимірного моделювання об'єктів практичної діяльності;
- **розвивальна:** розвивати технічні здібності, просторову уяву, мислення;
- **виховна:** виховувати старанність, працьовитість, любов до техніки.

Тип уроку: комбінований;

Інструменти та обладнання: персональний комп'ютер, цифровий проектор, принтери (плотери).

Об'єкт роботи на уроці: пристосування для склеювання деревини (струбцина).

Профорієнтаційне спрямування: ознайомлення з професією конструктора, технолога.

Хід уроку

1. Організаційна частина: перевірка присутності учнів, готовності до уроку.

2. Актуалізація опорних знань:

- З якою метою здійснюють моделювання майбутніх виробів?
- Що таке модель?
- За якими ознаками класифікують моделі?
- Які переваги комп'ютерного моделювання, порівняно з традиційним?

3. Пояснення нового матеріалу з одночасним виконанням практичної роботи (створення 3-D моделі струбцини).

Система Компас-3D LT – це обмежена версія повноцінного редактора Компас, і розроблена виключно для ознайомчих та навчальних цілей [5]. Однак ряд обмежень, що накладаються на Компас-3D LT не перешкоджають її широкому використанню для виконання навчальних проектно-конструкторських робіт у різних галузях людської діяльності. Компас-3D LT розроблена спеціально для операційного середовища MS Windows і повною мірою використовує всі її можливості і переваги для надання користувачеві максимального комфорту і зручності в роботі.

Розглянемо процес проектування струбцини засобами Компас-3D LT.

У процесі роботи у столярній майстерні часто доводиться користуватися різноманітними пристроями, які виконують певні допоміжні функції. Так, струбцини в основному використовують для фіксування заготовки в процесі обробки та для затискання склеюваних деталей.

Конструкції струбцин є різноманітні, однак перед учнями слід поставити умову, щоб сконструйований (змодельований) ними пристрій був економічно вигідним, зручним у користуванні і його виготовлення було під силу самим

учням з використанням інструментів та обладнання, наявних у навчальних майстернях.

Процес конструювання можна здійснювати традиційним для учнів способом, тобто з використанням креслярських інструментів. Вони конструюють, ескізують запропоновані конструкції, аналізують їх та вибирають найбільш доцільну. Однак, при розкритті даного питання ми ставимо перед собою за мету показати усі переваги використання комп'ютерної техніки з відповідним програмним забезпеченням (Компас-3D LT) при виконанні подібного роду робіт.

Для ознайомлення із основними засобами графічного редактора Компас-3D LT, розглянемо процес моделювання струбцини, зображеної на рис. 3.12.

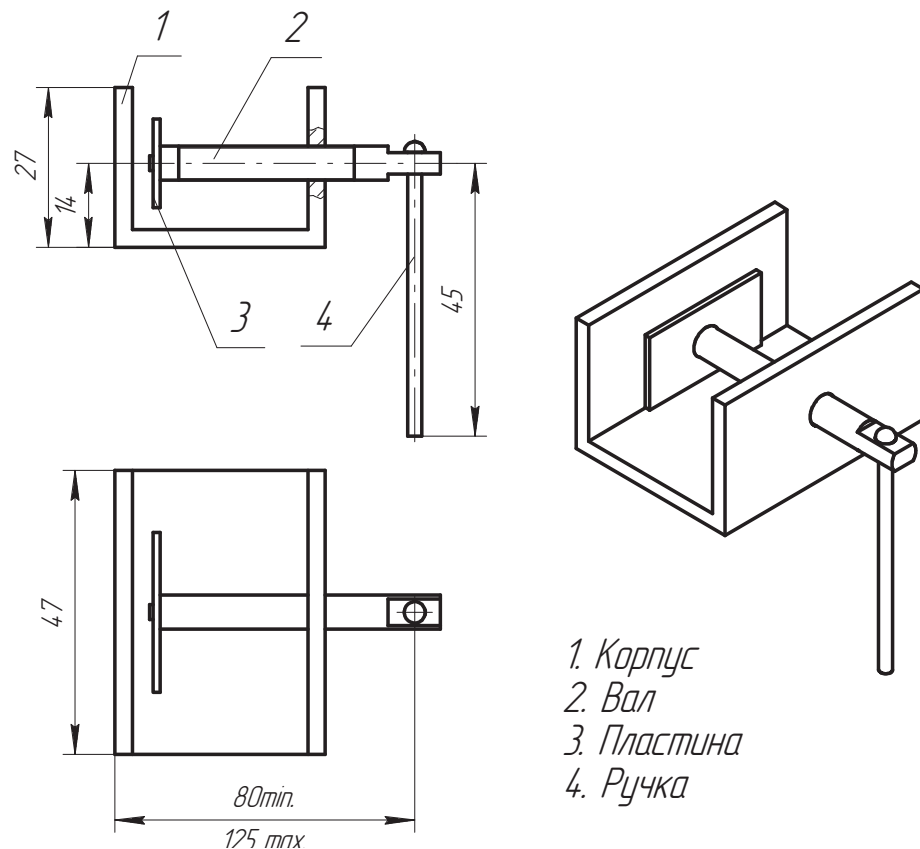


Рис. 3.12

Щоб запустити програму Компас-3D LT слід виконати команду *Пуск* ⇒ *Програми* ⇒ *Компас-3DLT 5.10*. На екрані з'явиться вікно програми Компас, у якому можна вибрати тип зображення (деталь, кресленик чи

фрагмент), клацнувши на відповідних кнопках  панелі інструментів або виконавши команду Файл ⇨ Створити.

Моделювання корпусу трубини. Для цього у дереві побудови деталі, що знаходиться у лівій частині вікна Компас необхідно обрати горизонтальну площину проекцій, клацнувши по ній лівою кнопкою миші.

На панелі управління потрібно натиснути на кнопку «Новий ескіз» , щоб створити новий ескіз на виділеній площині проекцій. Одночасно у стрічці стану ескізу слід вибрати поточну орієнтацію зображення – Зверху.

На панелі інструментів, що появиться у лівій частині вікна, слід вибрати команду «Прямокутник по центру і вершині»  та задати точку центру прямокутника у точці початку координат. На панелі параметрів прямокутника слід ввести значення згідно з рис. 3.13. Після введення кожного параметру слід натискати на клавішу *Enter*.

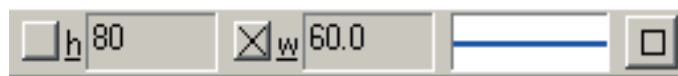


Рис. 3.13

Після створення прямокутника на панелі управління потрібно клацнути кнопкою «Завершити редагування» , щоб завершити процес створення ескізу.

На панелі інструментів потрібно натиснути на кнопку «Операція видавлювання»  й у діалоговому вікні, що появиться на екрані, задати такі налаштування: спосіб видавлювання – пряме; відстань видавлювання – 5 мм. Таким чином попередньо створеному ескізу було надано об'ємності, тобто створено тривимірну модель пластини розмірами 60×80×5 мм, яка буде лежати в основі корпусу трубини.

Далі на панелі управління потрібно натиснути на кнопку «Відображення»

– *Півтонове* , щоб зображення на екрані стало півтоновим. Після цього слід клацнути на зображенні півтонового прямокутника і на панелі управління знову натиснути на кнопку «Новий ескіз» . Використовуючи команду «Від прямокутника» , потрібно накреслити два прямокутники відповідних розмірів, як показано на рис. 3.14.

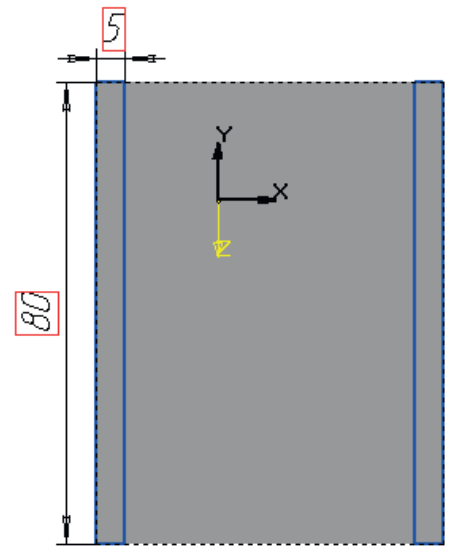


Рис. 3.14

На панелі інструментів необхідно натиснути на кнопку «Приклеїти видавлюванням»  й у діалоговому вікні задати такі налаштування: спосіб видавлювання – пряме; відстань видавлювання – 40 мм. У процесі виконання даної команди застосовано булеву операцію об'єднання і тим самим об'єднано початкову пластину (основу) із двома іншими (розміри 80×5×40 мм), створеними на основі двох попередніх прямокутників (див. рис. 3.14).

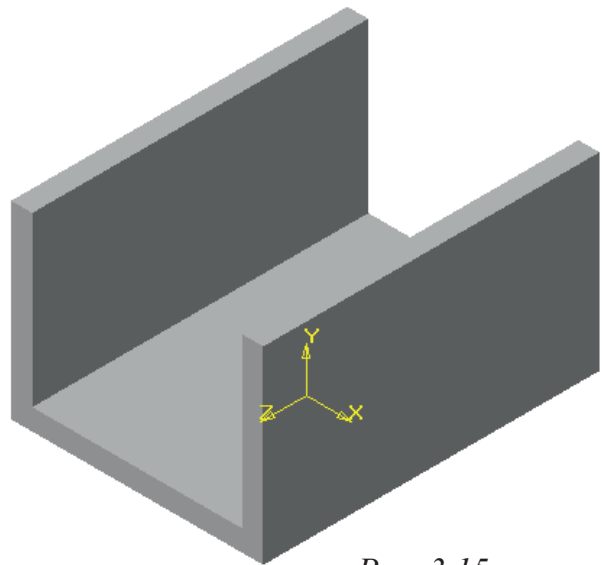


Рис. 3.15

Натиснувши у стрічці стану на кнопку відображення ескізу – «Ізометрія», отримано зображення моделі корпусу струбцини, як на рис. 3.15.

З рис. 3.15 видно, що форма корпусу струбцини є досить простою і його легко можна виготовити із куска швелера в умовах шкільної навчальної майстерні.

Для переміщення вала із притискною пластиною, в одній зі сторін корпусу необхідно змодельовати наскрізний отвір із нарізаною різьбою. Для цього потрібно клацнути лівою кнопкою миші по зовнішній стороні правої частини

корпусу, а тоді клацнути правою кнопкою і з контекстного меню вибрати орієнтацію зображення «Нормально до...».

На панелі управління натиснути на кнопку «Новий ескіз» , на панелі інструментів вибрати інструмент «Введення кола»  і посередині виділеної сторони накреслити коло діаметром 10 мм. На панелі інструментів потрібно натиснути на кнопку «Вирізати видавлюванням»  і задати такі налаштування: спосіб видавлювання – пряме; відстань видавлювання – до найближчої поверхні. У результаті модель корпусу струбцини набуде вигляду, як на рис. 3.16

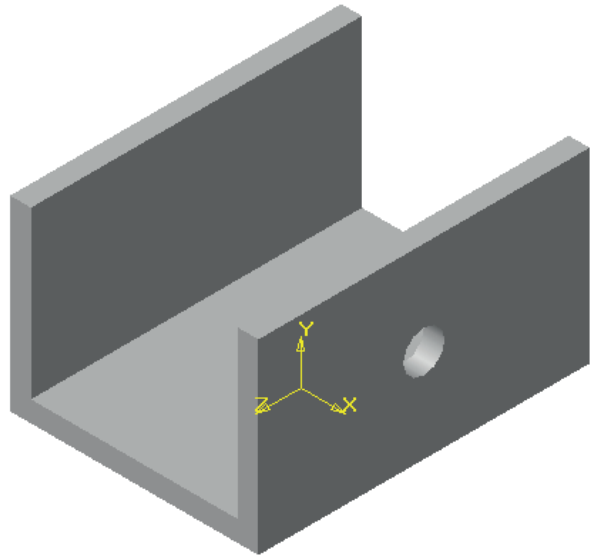


Рис. 3.16

Моделювання вала струбцини. У дереві побудови деталі, що знаходиться у лівій частині вікна Компас необхідно вибрати профільну площину проекцій, клацнувши на ній лівою кнопкою миші.

На панелі управління слід натиснути на кнопку «Новий ескіз» , щоб створити новий ескіз на виділеній площині проекцій. Одночасно у стрічці стану ескізу потрібно вибрати поточну орієнтацію зображення – *Справа*.

На панелі інструментів, що з'явиться у лівій частині вікна, необхідно вибрати інструмент «Введення кола» . Оскільки на валу повинна нарізатися метрична різьба М10, то діаметр вала повинен становити 9,8 мм. Тому на панелі параметрів потрібно задати радіус кола рівним 9,8 мм.

Після створення кола на панелі управління потрібно клацнути кнопкою «Завершити редагування» , щоб завершити процес створення ескізу.

Далі на панелі інструментів необхідно натиснути на кнопку «Операція видавлювання»  й у діалоговому вікні, що з'явиться на екрані, задати такі налаштування: спосіб видавлювання – пряме; відстань видавлювання – 80 мм. Таким чином створено циліндр – основу тривимірної моделі вала.

Після цього необхідно клацнути лівою кнопкою миші на зображенні півтонового круга і на панелі управління знову натиснути на кнопку «Новий ескіз» .

Використовуючи команду «Введення прямокутника» , потрібно накреслити два прямокутники довільних розмірів, як показано на рис. 3.17.

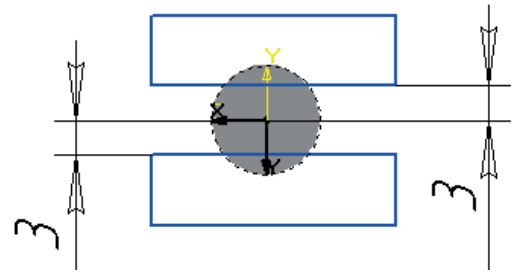


Рис. 3.17

На панелі інструментів необхідно натиснути на кнопку «Вирізати видавлюванням»  й у діалоговому вікні задати такі налаштування: спосіб видавлювання – пряме; відстань видавлювання – 15 мм. У процесі виконання даної команди застосовано булеву операцію різниці і тим самим вирізано дві лиски на поверхні вала.

Натиснувши у стрічці стану кнопку відображення ескізу – «Ізометрія», отримано тривимірну модель вала, як на рис. 3.18.

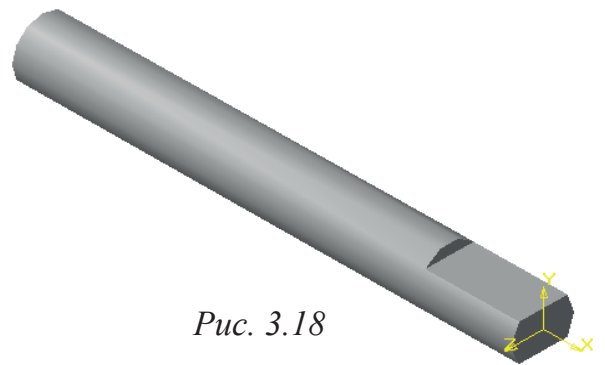


Рис. 3.18

За допомогою миші слід виділити верхню лиску вала, клацнувши на ній лівою кнопкою, а у стрічці стану натиснути на кнопку відображення ескізу – «Нормально до ...».

Натиснути на кнопку «Новий ескіз»  і на панелі інструментів вибрати інструмент

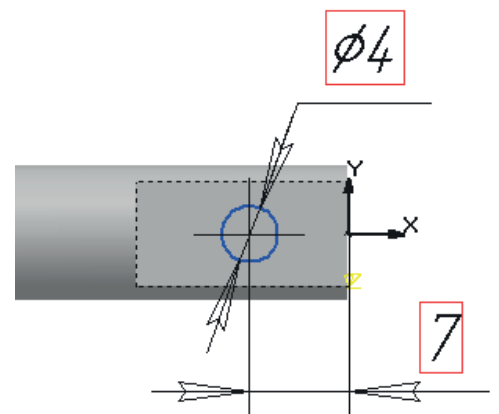


Рис. 3.19

«Введення кола» ; накреслити коло, як показано на рис. 3.19.

Після створення кола на панелі інструментів необхідно натиснути на кнопку «Вирізати видавлюванням»  і задати такі налаштування: спосіб видавлювання – пряме; відстань видавлювання – «Через все».

У стрічці стану слід натиснути на кнопку відображення ескізу – «Зліва», виділити мишею круг (проекцію вала зліва) і на панелі управління натиснути на кнопку «Новий ескіз» .

На панелі інструментів вибрати інструмент «Введення кола»  і накреслити коло діаметром 4 мм. На панелі інструментів необхідно натиснути на кнопку «Приклеїти видавлюванням»  і задати такі налаштування: спосіб видавлювання – пряме; відстань видавлювання – 4 мм.

Натиснувши у стрічці стану кнопку відображення ескізу – «Ізометрія», отримано готову тривимірну модель вала, як на рис. 3.20.

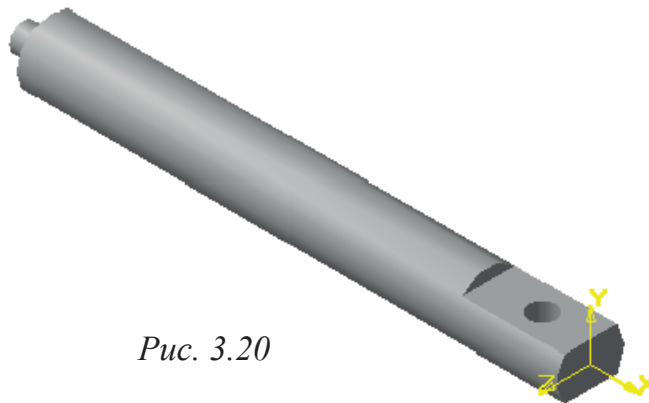


Рис. 3.20

Моделювання пластини струбцини. У дереві побудови деталі потрібно обрати профільну площину проекцій, клацнувши по ній лівою кнопкою миші.

На панелі управління слід натиснути на кнопку «Новий ескіз» , щоб створити новий ескіз на виділеній площині проекцій.

На панелі інструментів, що появиться у лівій частині вікна, необхідно активувати команду *«Прямокутник по центру і вершині»*  та задати точку центру прямокутника у точці початку координат. Накреслити прямокутник як показано на рис. 3.21.

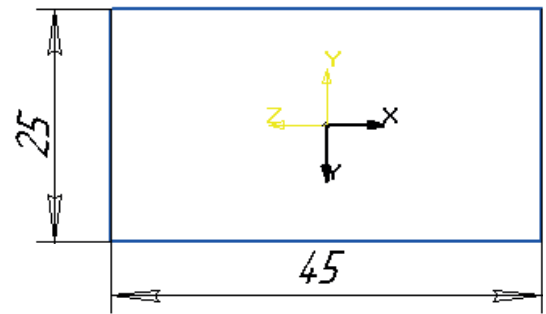


Рис. 3.21

На панелі інструментів необхідно натиснути на кнопку *«Приклеїти видавлюванням»*  й у діалоговому вікні задати такі налаштування: спосіб видавлювання – *пряме*; відстань видавлювання – *3 мм*.

На панелі управління потрібно знову натиснути на кнопку *«Новий ескіз»* , а на панелі інструментів – вибрати інструмент *«Введення кола»* . Помістити центр кола в початок координат і накреслити коло діаметром 5 мм.

На панелі інструментів необхідно натиснути на кнопку *«Вирізати видавлюванням»*  і задати такі налаштування: спосіб видавлювання – *пряме*; відстань видавлювання – *«Через все»*.

Натиснувши у стрічці стану кнопку відображення ескізу – *«Ізометрія»*, отримано завершену тривимірну модель пластини, як на рис. 3.22.

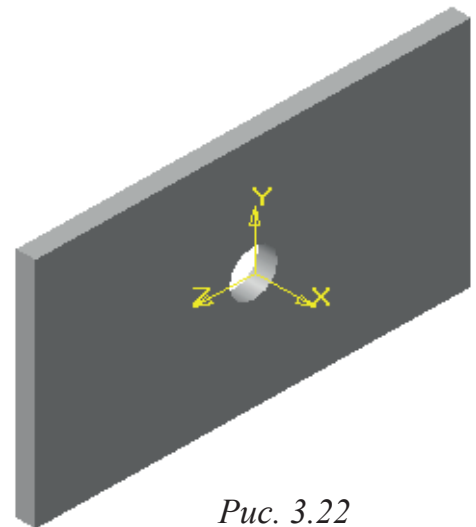


Рис. 3.22

Моделювання ручки до трубицини. У дереві побудови деталі необхідно обрати горизонтальну площину проєкцій, а на панелі управління – натиснути на кнопку *«Новий ескіз»* . Одночасно у стрічці стану ескізу потрібно обрати поточну орієнтацію зображення – *«Зверху»*.

На панелі інструментів необхідно активувати команду «Введення кола»



і накреслити коло діаметром 3,5 мм.

Далі на панелі інструментів потрібно натиснути на кнопку «Приклеїти видавлюванням»  і задати такі налаштування команди: спосіб видавлювання – пряме; відстань видавлювання – 120 мм.

За допомогою миші необхідно виділити новостворений круг, клацнувши на ньому лівою кнопкою, і на панелі управління натиснути на кнопку «Новий ескіз» . За допомогою інструмента «Введення кола» , накреслити коло діаметром 6 мм.

На панелі інструментів необхідно натиснути на кнопку «Приклеїти видавлюванням»  і задати такі налаштування: спосіб видавлювання – пряме; відстань видавлювання – 3 мм.

У стрічці стану потрібно натиснути на кнопку відображення ескізу – «Ізометрія», щоб отримати зображення ручки, як на рис. 3.23.

На панелі інструментів необхідно активізувати інструмент «Округлення» , обрати верхню основу ручки (показану стрілкою на рис. 3.23) й у діалоговому вікні задати радіус округлення – 3 мм.

Готову тривимірну модель ручки зображено на рис. 3.24.

Маючи створені тривимірні моделі кожної із складових частин струбцини, за допомогою засобів 3-D моделювання системи Компас необхідно змодельовати все пристосування у зібраному вигляді (рис. 3.25).

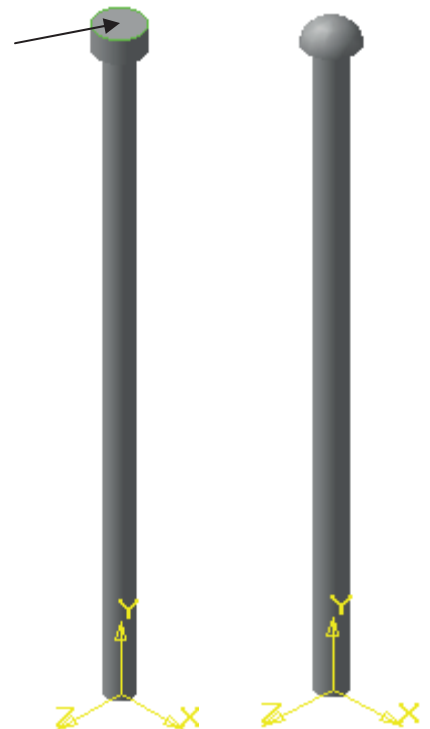


Рис. 3.23

Рис. 3.24

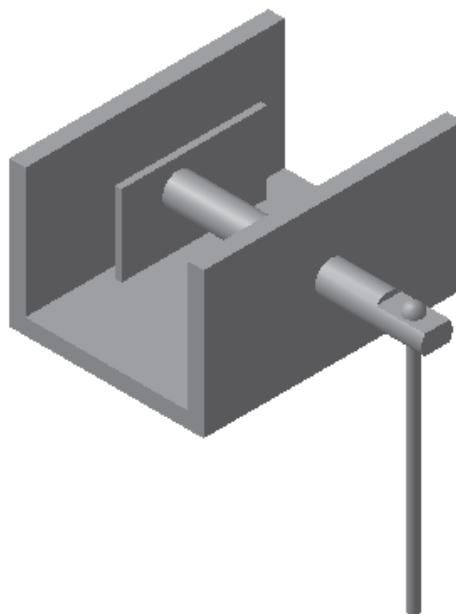


Рис. 3.25

Редактор Компас володіє потужними засобами автоматизованого тривимірного моделювання: при зміні будь-якої із складових частин струбцини автоматично змінюється модель самої струбцини (збірка). Це значно спрощує процес моделювання, робить його набагато ефективнішим та цікавим для самих користувачів (учнів). Крім того, на основі тривимірних моделей редактор Компас автоматично генерує їх двовимірні зображення (проекції), які досить легко можна перетворити на робочі кресленики. Таким чином, процес моделювання засобами комп'ютерної техніки є більш ефективним, порівняно із традиційним способом.

4. Закріплення вивченого матеріалу.

- У чому полягає суть комп'ютерного моделювання майбутніх виробів?
- Які можливості програми Компас для технічного моделювання виробів?
- Назвіть основні інструментальні засоби програми Компас для створення тривимірних моделей?
- Як згенерувати комплексний кресленик предмета на основі його тривимірної моделі засобами програми Компас?

5. Підведення підсумків заняття. Загальна характеристика роботи учнів.

6. Домашнє завдання.

ВИСНОВКИ

Виконання завдань магістерської роботи дало змогу отримати такі висновки:

1. Досліджено сутність процесу моделювання як методу наукового пізнання.

Моделювання – це процес створення абстрактних або фізичних представлень (моделей) реальних об'єктів, систем чи процесів. Під моделлю зазвичай розуміють штучну систему елементів, яка з певною точністю відображає деякі властивості, аспекти, зв'язки об'єкта дослідження і дозволяє зосередитися на його ключових аспектах.

Процес моделювання зазвичай включає кілька етапів: 1) визначення мети моделювання; 2) вибір об'єкта моделювання; 3) розробка моделі; 4) перевірка моделі; 5) практичне застосування моделі; 6) оцінка результатів моделювання.

2. Наведено класифікацію моделей.

Моделі класифікуються за різними критеріями залежно від їх призначення, структури та способу використання. Класифікація моделей допомагає зрозуміти їх різноманітність і призначення, а також вибрати найбільш відповідний тип моделі для вирішення конкретних завдань. Моделі класифікуються за такими ознаками: за природою походження (фізичні, математичні, комп'ютерні); за рівнем абстракції (емпіричні, теоретичні); за призначенням (прогностичні, аналізуючі, оптимізаційні); за структурою (дискретні, безперервні); за способом взаємодії з користувачем (статичні, динамічні).

3. З'ясовано особливості моделювання об'єктів праці школярів на уроках технологій.

Моделювання на уроках з технологій сприяє розвитку технічної творчості школярів, формуванню у них технічних знань й умінь, ознайомленню з основними принципами і правилами проектування. У процесі виготовлення моделей учні закріплюють знання й уміння щодо виконання технологічних операцій з обробки різних конструкційних матеріалів, а також проводять

складання, регулювання та випробування моделей. Виготовляючи технічну модель, учень засвоює принцип її роботи, закріплює знання фізичних та інших законів. Одночасно школярі вчаться читати кресленики та складати ескізи, планувати технологічний процес й організовувати свою трудову діяльність.

4. Розкрито особливості підготовки вчителя технологій до уроків технічного моделювання.

Підготовка вчителя до уроків технічного моделювання має розпочинатися з усвідомлення цілей та завдань кожного заняття, планування навчального матеріалу та вибору об'єкта моделювання. Вчитель заздалегідь готує плакати, складальні кресленики моделей, їх технічні рисунки, складає технологічні карти на основні деталі, формулює технічні завдання, готує кінематичні та принципові схеми моделей. Під керівництвом вчителя підбираються заготовки, допоміжний матеріал, оснащуються робочі місця. У процесі роботи вчитель звертає увагу школярів на організацію складання моделей, порядок та спосіб з'єднання деталей і вузлів. Під його керівництвом проводиться випробування моделі, під час якого школярі пояснюють послідовність випробування та роботу об'єктів моделювання.

5. Досліджено можливості комп'ютерно-орієнтованих засобів моделювання; схарактеризовано види комп'ютерного моделювання.

Розвиток інформаційних технологій зумовив широке застосування методів навчального комп'ютерного моделювання. Комп'ютерне моделювання полягає у реалізації моделі за допомогою сучасних цифрових засобів. Тривимірна модель у пам'яті комп'ютера описується за допомогою кількох основних елементів (точок, ліній, кривих) у тривимірній системі координат. Розрізняють каркасне, площинне і твердотільне (суцільне) тривимірне моделювання.

Каркасна модель складається з «каркасу», що формується з ліній (ребер), які з'єднують вузли (вершини), створюючи основу для тривимірного об'єкта. Цей вид моделювання вважається найнижчого рівня, відтак йому притаманні ряд серйозних недоліків: обмежена деталізація, відсутність об'єму, неможливість виявлення взаємного впливу компонентів, неможливість

обчислення фізичних характеристик моделі (маса, площа поверхні, центр ваги, моменти інерції тощо).

Площинне моделювання – це метод створення тривимірних об'єктів, який фокусується на формуванні зовнішніх поверхонь об'єкта без врахування його внутрішньої структури. Моделі формуються шляхом визначення контурів і поверхонь, що дозволяє точно відтворювати складні геометричні форми. Основними недоліками площинних моделей є такі: обмежена деталізація, відсутність об'єму, обмежене використання в складних формах.

Твердотільне моделювання – це метод створення тривимірних об'єктів, який базується на математичному описі їх об'єму. Цей підхід дозволяє точно моделювати фізичні об'єкти та їх властивості, забезпечуючи високу деталізацію та реалістичність.

6. Окреслено можливості залучення школярів до комп'ютерного моделювання на уроках технологій.

Великі можливості комп'ютерного моделювання вбачаються у вирішенні технічних задач, зокрема на уроках технологій. Використовуючи комп'ютерну техніку з відповідним програмним забезпеченням, можна наочно представити на екрані монітора тривимірну модель майбутнього виробу (об'єкта праці), оцінити його ергономічні, економічні, технологічні властивості, здійснити розрахунок основних фізичних характеристик (площі поверхонь, об'єму, маси, центру ваги та ін.), створити (в автоматичному режимі) основні види технологічної документації на виготовлення виробу (технологічні карти, кресленики, схеми тощо). При необхідності можна змоделювати і різноманітні способи оздоблення виробу.

7. Розроблено поширений план-конспект уроку, орієнтований на ознайомлення учнів з основами технічного моделювання засобами сучасних САПР.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

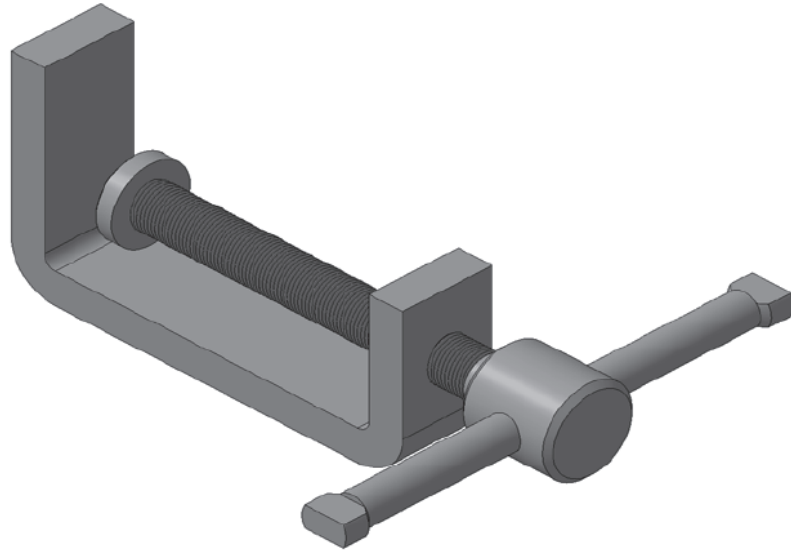
1. Бербец Т.Г. Самостійна робота учнів під час виконання творчих проєктів. *Трудова підготовка в закладах освіти*. №4. 2004. С. 13–15.
2. Бешенков О.К. Технологія (технічна праця). Технічні і проєктні завдання для учнів 5-9 кл.: навч. посіб. Київ: Дрофа, 2004. 114 с.
3. Гончаренко С.У. Український педагогічний словник. Київ: Либідь, 1997. 374 с.
4. Гороховський О.І. Автоматизація проєктування: навч. пос. Вінниця: ВНТУ, 2006. 178 с.
5. Графічна система автоматизованого проєктування КОМПАС-ГРАФІК версії 4.X: навч. посіб. / Ю.А. Бурєнніков, М.І. Іванов, О.М. Переяславський та ін. Вінниця: ВДТУ, 2001. 84 с.
6. Гуревич Р.С. Чи потрібен комп'ютер на уроках трудового навчання. *Трудова підготовка в закладах освіти*. 2001. № 2. С. 6–10.
7. Дуденко І.М. Системи автоматизованого проєктування: навч. посіб. Київ, 2007. 135 с.
8. Інженерна та комп'ютерна графіка: підручник / В.Є. Михайленко, В.М. Найдиш, А.М. Підкоритов, І.А. Скидан; за ред. В.Є. Михайленка. 2-ге вид., перероб. Київ: Вища школа, 2001. 350 с.
9. Коберник О.М., Ящук С.М. Проєктування і виготовлення учнями виробів з металу. *Трудова підготовка в закладах освіти*. № 3. 2002. С. 29–32.
10. Коберник О. Проєктування на уроках трудового навчання. *Трудова підготовка в закладах освіти*. 2001. №4. С. 12–14.
11. Коберник О.М., Ящук С.М. Методика організації проєктно-технологічної діяльності учнів на уроках трудового навчання. Умань, 2001. 82 с.
12. Козирод О.Г. Вплив гуртка технічного моделювання на формування особистості учня у середовищі закладу позашкільної освіти. *Актуальні проблеми технологічної, професійної освіти, культурології та дизайну*: Зб. матер. Всеукр. наук.-практ. конф. (9–10 жовтня 2018 року). Полтава: ПНПУ імені В.Г. Короленка, 2018. С. 96–102.

13. Козирод О.Г. Значення навчання учнів технічному моделюванню в позашкільних навчальних закладах. *Професійна педагогічна освіта: теорія, досвід, перспективи*: матеріали Всеукр. наук.-практ. інтернет-конф. (26–27 жовт. 2017 р, м. Рівне). Рівне: РДГУ, 2017. С. 58–60.
14. Левченко Г., Сидоренко В., Терещук Б. Завдання програмового контролю знань з трудового навчання, 5-9 класи. Київ: Ірпінь: Перун, 2008. 177 с.
15. Мелентьєв О.Б. Посібник організатора технічної творчості: навч. посіб. Умань, АЛМІ, 2009. 145 с.
16. Мелентьєв О.Б. Технічна творчість: навч. посіб. Умань: АЛМІ, 2021. 211 с.
17. Мороз В.І., Братченко О.В., Логвіненко О.А. Основи автоматизації проектування: конспект лекцій. Харків: УкрДУЗТ, 2019. 98 с.
18. Наумчук О.М. Основи систем автоматизованого проектування: Інтерактивний комплекс навч.-метод. забезпечення. Рівне: НУВГП, 2008. 136 с.
19. Нищак І.Д., Моштук В.В. Комп'ютерна графіка: навч. пос. Дрогобич: РВВ ДДПУ ім. І.Франка, 2007. 352 с.
20. Організація навчального процесу в сучасній школі: навч.-метод. посіб. для вчителів, керівників навчальних закладів, слухачів ІПО / М.В. Гадецький, Т.Н. Хлебнікова. Харків: Веста: Видавництво «Ранок», 2004. 136 с.
21. Переяславський О.М. Системи автоматизованого проектування: метод. вказівки / Н.Р. Веселовська, О.М. Переяславський, О.О. Моторна, В.С. Руткевич. Вінниця: ВНАУ, 2017. 71 с.
22. Практикум в навчальних майстернях / За ред. Тхоржевського Д.О. Київ: Вища школа, 2002. 397 с.
23. Сидоренко В.К. Проектно-технологічна діяльність як основа реалізації змісту трудового навчання в загальноосвітній школі. *Трудова підготовка в закладах освіти*. 2005. №6. С. 101–106.
24. Сиротинський О.А. Основи автоматизації проектування машин. навч. посіб. Рівне: УДУВГП, 2004. 252 с.

25. Тарара А.М. Технічна творчість учнів основної школи у процесі проектної і технологічної діяльності: навч.-метод. посіб. Київ: Педагогічна думка, 2014. 134 с.
26. Терещук А., Вдовиченко А. Навчання учнів основних етапів проектно-технологічної діяльності. *Трудова підготовка в закладах освіти*. №4. 2004. С. 10–13.
27. Технічна творчість учнів: підруч. / В.І. Амел'кін, В.М. Зайончик, В.К. Сидоренко, В.Є. Шмельов. Київ. «Центр учбової літератури». 2011. 458 с.
28. Туранов Ю., Уруський А. Передумови використання комп'ютерних технологій у процесі трудового навчання школярів. *Наукові записки Тернопільського державного педагогічного університету. Серія «Педагогіка»*. 2014. №3. С.127–132.
29. Тхоржевський Д.О. Методика викладання загальнотехнічних дисциплін і трудового навчання: навч. посіб. Київ: Вища школа, 1980. 352 с.
30. Урманець О.Д. Початкове технічне моделювання. Технологія виготовлення розгортки автомобілів: метод. рек. Київ: Шкільний світ, 2014. 109 с.
31. Хорунжий В.І. Практикум в навчальних майстернях з методикою трудового навчання. Видання друге, доповнене. Тернопіль: Астон, 2005. 252 с.
32. Цідило І.М. Роль комп'ютерних технологій у формуванні навичок конструювання виробів на уроках трудового навчання учнів 8-9 класів. *Трудова підготовка в закладах освіти*. 2004. № 3. С. 37–39.
33. Ящук С.М. Методика проектного навчання в 5 класі під час вивчення технології обробки деревини. *Трудова підготовка в закладах освіти*. №1. 2006. С. 6–10.
34. Ящук С.М. Виконання основних етапів проектування на уроках трудового навчання. *Трудова підготовка в закладах освіти*. №2. 2003. С. 13–16.

ДОДАТКИ

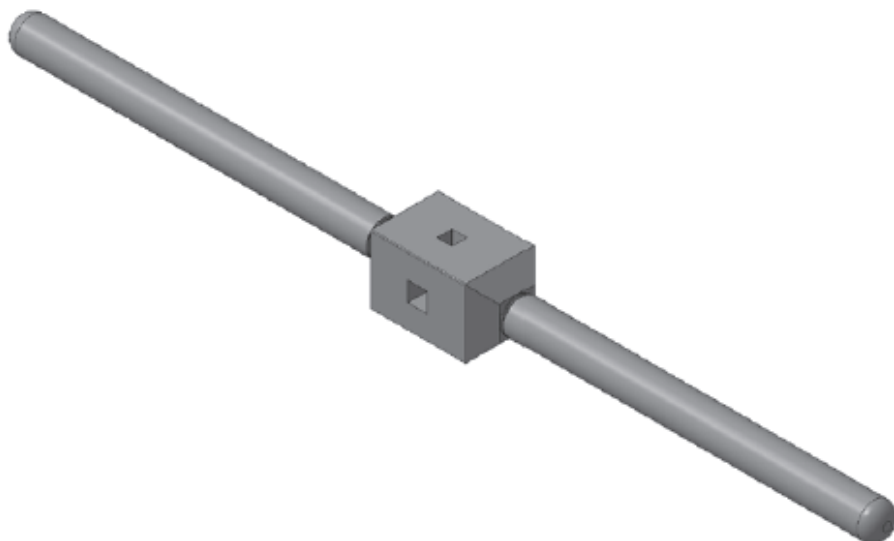
Орієнтовний перелік комп'ютерних моделей об'єктів праці школярів



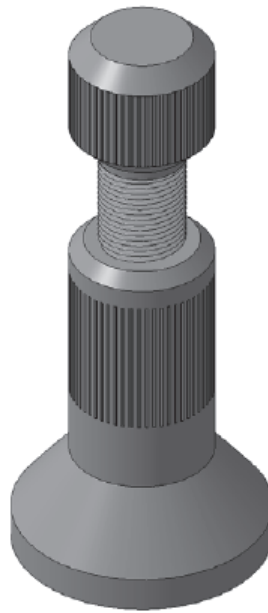
Струбцина – служить для скріплення двох і більше деталей чи заготовок під час склеювання, свердління отворів чи обробки кількох однакових деталей з деревини та металу.

Її також можна використати для притискання заготовок до кришок стола для розмічання, випилювання лобзиком, різьблення тощо.

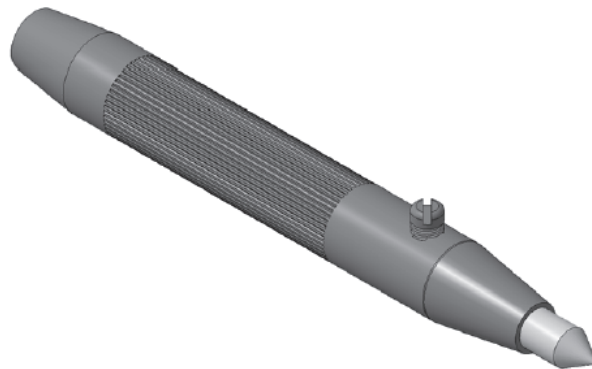
Максимальна товщина скріплюваних деталей становить 55 мм.



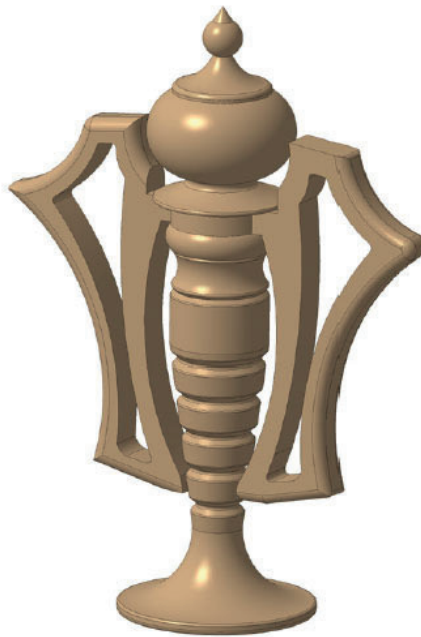
Вороток – призначений для кріплення хвостовиків мітчиків М4, М5, М6, М8 під час нарізання внутрішньої метричної різьби в отворах деталей виробів.



Домкрат – призначений для точного встановлення заготовок на столі фрезерного верстата чи при розмічанні. На домкрат встановлюють заготовку, що обробляється, і, повертаючи гвинт відносно корпусу, добиваються необхідного положення заготовки відносно ріжучого інструмента.

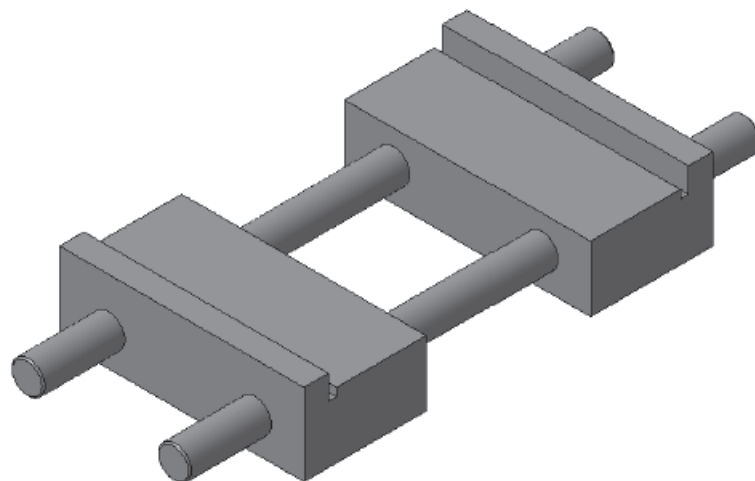


Комбінований кернер – служить для розмічання центрів отворів в деталях виробів. Сам кернер можна сховати в корпусі для запобігання зношенню робочої частини. Всередині корпусу є пружина, яка виштовхує кернер для виконання розмічальних операцій, і в цьому положенні кернер фіксується стопорним гвинтом.

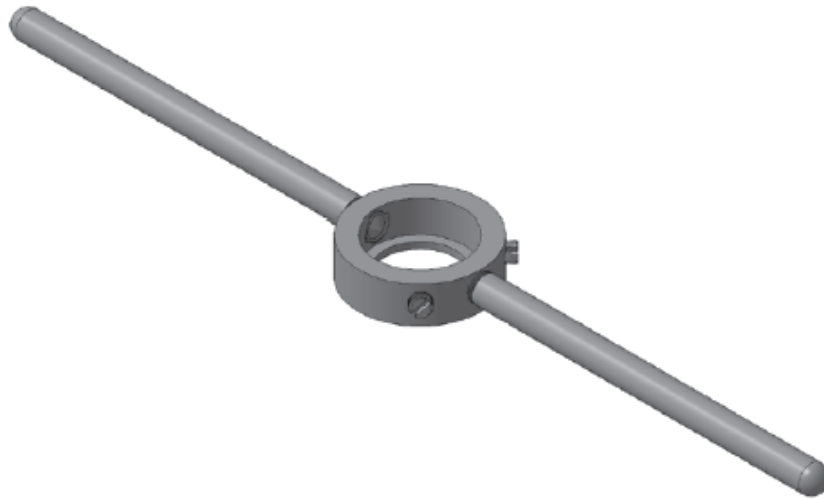


Кубок – може бути використаний як приз для переможців спортивних змагань, конкурсів, а також як сувенір.

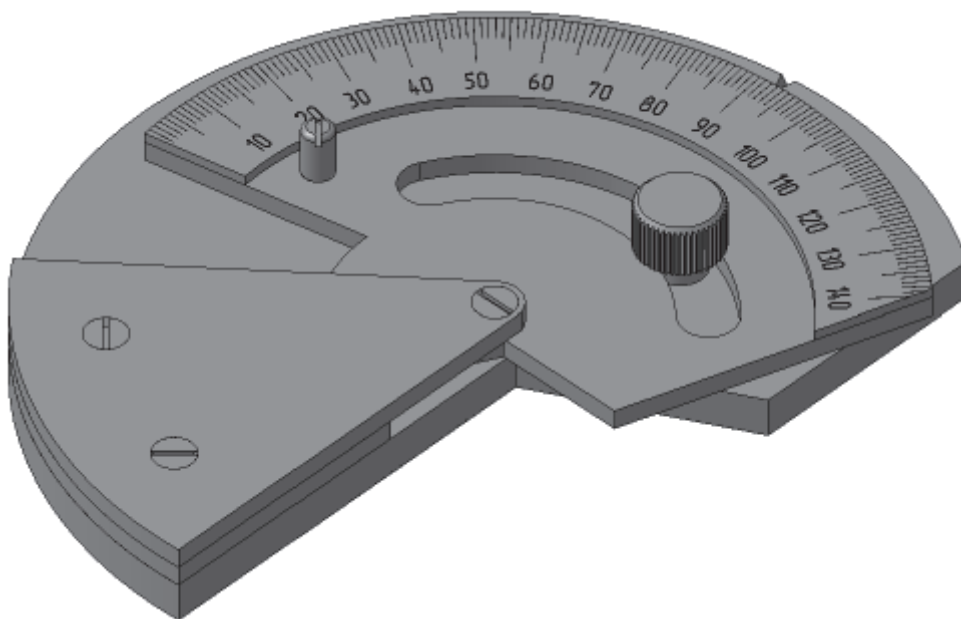
При потребі розміри чи конфігурацію можна дещо змінити.



Міні-лещата – можна використовувати для слюсарних робіт чи при обробці дрібних деталей на фрезерному верстаті. Це пристосування допоможе обробляти дрібні деталі у великих лещатах.



Плашкотримач для плашок М5, М6 – призначений для закріплення плашок М5, М6 при нарізанні зовнішньої метричної різьби на стержнях як вручну, так і механізовано на токарних верстатах.



Універсальний кутомір – допоможе визначити і проконтролювати кути токарних різців, ріжучих частин зубил, стамесок, доліт, свердел. Таким пристосуванням можна вимірювати кути з точністю до 1° .