

Міністерство освіти і науки України
Центральноукраїнський національний технічний університет
Кафедра “Матеріалознавство та ливарне виробництво”
Конончук С.В., Скрипник О.В., Пукалов В.В.

КОМП'ЮТЕРНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ОСНАЩЕННЯ ЛИВАРНОГО ВИРОБНИЦТВА

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних робіт
для студентів-ливарників спеціальності
131 “Прикладна механіка”

Затверджено на засіданні кафедри
“Матеріалознавство та ливарне виробництво”
протокол № 10 від 28. 05. 2024 р.

Кропивницький 2024

УДК 621.74

Конончук С.В. Комп'ютерне проектування оснащення ливарного виробництва: Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів-ливарників спеціальності 131 “Прикладна механіка” / С.В. Конончук, О. В. Скрипник, В.В. Пукалов. – Кропивницький: ЦНТУ, 2024. – 99 с.

В методичних вказівках викладені загальні принципи побудови 3Д моделей виливків, стержнів, моделей, за допомогою основних операцій витягування та вирізання видавлюванням, обертанням, по траєкторії та за кількома перетинами а також зборок модельних комплектів, стержневих ящиків та ливарних форм згідно з навчальною програмою дисципліни “Комп'ютерне проектування оснащення ливарного виробництва”.

Методичні вказівки призначені для студентів спеціальності 131 “Прикладна механіка” освітньо-професійної програми “Прикладна механіка”.

Рис. 84, бібліогр. 9 найм.

Рецензент: О.В. Кузик – канд. техн. наук, доцент

© Конончук С.В., Скрипник О.В., Пукалов В.В.
© Тиражування РВЛ ЦНТУ

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП.....	4
Лабораторна робота № 1 ІНТЕРФЕЙС ПРОГРАМИ ТА ЗАГАЛЬНІ ПРИНЦИПИ ЗД ПОБУДОВИ ВИЛИВКІВ	6
Лабораторна робота № 2. ПОБУДОВА ЗД МОДЕЛІ ВИЛИВКА	28
Лабораторна робота № 3. ПОБУДОВА ЗД МОДЕЛІ ЛИВНИКОВО- ЖИВИЛЬНОЇ СИСТЕМИ ВИЛИВКА	45
Лабораторна робота № 4. ЗД ПОБУДОВА ЗБОРОК МОДЕЛЬНИХ КОМПЛЕКТІВ	66
Лабораторна робота № 5 ПОБУДОВА ЗД МОДЕЛІ ФОРМОУТВОРЮЮЧОЇ ПОРОЖНИНИ З ВИКОРИСТАННЯМ ІНСТРУМЕНТІВ ЛИВАРНОЇ ФОРМИ	81
Лабораторна робота № 5 ПОБУДОВА ЗД МОДЕЛІ СТЕРЖНЕВОГО ЯЩИКА З ВИКОРИСТАННЯМ ІНСТРУМЕНТІВ ЛИВАРНОЇ ФОРМИ	92
ЛІТЕРАТУРА.....	98
ДОДАТКИ.....	99

ВСТУП

В даний час розвиток промисловості неможливий без висококваліфікованих фахівців, які володіють сучасними комп'ютерними технологіями. Тому, під час навчання студентів технічних спеціальностей широко застосовуються інженерні комп'ютерні системи. Однією з найпопулярніших у вітчизняній промисловості і доступною є система SolidWorks. Основним завданням 3Д проектування оснащення ливарного виробництва є суттєве скорочення періоду впровадження у виробництво нових виливків, можливість досліджень процесів лиття в спеціалізованих CAE системах, прототипування із застосуванням адитивних технологій та автоматизоване проектування. Засоби імпорту/експорту моделей забезпечують функціонування різних CAD/CAM/CAE систем і дозволяють інтегрувати побудовані 3Д моделі в комплекси різноманітних САПР.

Метою викладання дисципліни є вивчення типів CAD-систем проектування оснащення, принципів побудови 3Д-моделей відливків, модельного оснащення, ливниково-живильних систем, підмодельних плит, стержневих ящиків, форм в зборі; принципів використання САПР при проектуванні оснащення ливарного виробництва; засвоєння студентами основних програм геометричного моделювання які використовуються при розробці конструкторської документації в ході проектування технології ливарного виробництва і придбання ними навичок практичного використання одержаних знань.

В результаті вивчення дисципліни студент повинен набути наступні компетентності:

– Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми в прикладній механіці або у процесі навчання, що передбачає застосування певних теорій та методів механічної інженерії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов (інтегральна компетентність).

– ФК7. Здатність застосовувати комп'ютеризовані системи проектування (CAD), виробництва (CAM), інженерних досліджень (CAE) та спеціалізоване прикладне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань з прикладної механіки.

– ФК8. Здатність до просторового мислення і відтворення просторових об'єктів, конструкцій та механізмів у вигляді проекційних креслень та тривимірних геометричних моделей.

– ФК9. Здатність представлення результатів своєї інженерної діяльності з дотриманням загальноприйнятих норм і стандартів.

Програмні результати навчання дисципліни є наступні:

PH5) виконувати геометричне моделювання деталей, механізмів і конструкцій у вигляді просторових моделей і проекційних зображень та оформлювати результат у виді технічних і робочих креслень;

PH6) створювати і теоретично обґрунтовувати конструкції машин, механізмів та їх елементів на основі методів прикладної механіки, загальних принципів конструювання, теорії взаємозамінності, стандартних методик розрахунку деталей машин;

PH12) навички практичного використання комп'ютеризованих систем проектування (CAD), підготовки виробництва (CAM) та інженерних досліджень (CAE);

При вивченні студентами окремих дисциплін велике значення для якості освіти мають лабораторні роботи, на яких закріплюються знання, які отримують студенти на лекціях.

До виконання лабораторних робіт студент повинен підготуватись, вивчити інтерфейс програми 3Д моделювання та основні принципи побудови 3Д моделей.

Лабораторна робота № 1

ІНТЕРФЕЙС ПРОГРАМИ ТА ЗАГАЛЬНІ ПРИНЦИПИ ЗД ПОБУДОВИ ВИЛИВКІВ

Мета роботи – Ознайомитись з інтерфейсом програми 3Д моделювання та основними принципами побудови 3Д моделей та побудувати вилівок, основою якого є креслення деталі згідно з варіантом.

1.1. Теоретичні відомості

У додатку SolidWorks кожна деталь, зборка або креслення називається документом, а кожен документ відображається в окремому вікні. (Кожен документ креслення може містити кілька аркушів креслень.)

На екрані може бути відкрито одночасно кілька вікон документів деталі, зборки і креслення. Можна також одночасно відобразити на екрані кілька видів одного документа. Можна скільки завгодно вдосконалювати креслення, додаючи, змінюючи елементи і їх порядок.

Умовні позначення - це заповнені текстом вікна, які з'являються в графічній області, коли використовуються певні інструменти. Умовні позначення допомагають легко визначити різні елементи. Наприклад, ці умовні позначення показують профіль і напрям елемента по траєкторії. Можна перетягнути ці умовні позначення (натиснути лівою кнопкою миші на прямокутники і перетягнути), щоб змінити їх розташування, але неможливо використовувати їх для зміни будь-яких властивостей об'єкта, до якого вони належать.

Деякі умовні позначення, наприклад, умовні позначення, які використовуються для витяжок, містять числові значення, які можна редагувати для управління розмірами об'єкта. Редагування здійснюється у вікні

PropertyManager (Менеджер властивостей). Умовне позначення і попереднє зображення при цьому оновлюються, відображаючи нові цифри (рис.1.1).

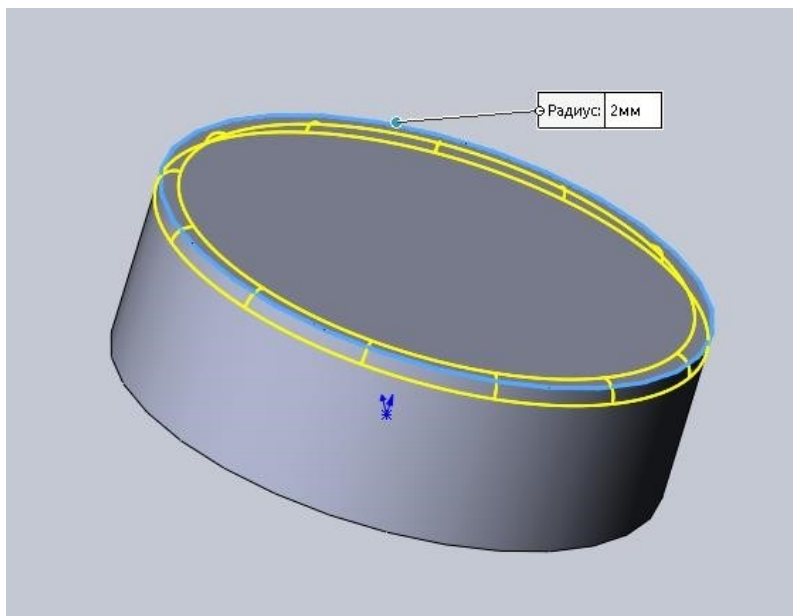


Рисунок 1.1 – Умовне позначення радіуса скруглення

Панелі інструментів. Кнопки панелі інструментів дають можливість швидкого доступу до часто використовуваних команд. Можна розмістити панелі інструментів так, як це буде зручно.

Для того щоб відобразити або приховати окремі панелі інструментів:

1. Виберіть Вид, Панелі інструментів або правою кнопкою миші натисніть на рамку вікна SolidWorks.
2. З'явиться перелік всіх панелей інструментів. Панелі інструментів, відмічені галочкою, видні на екрані; а ті, які не зазначені, - приховані (рис.1.2).

Для налаштування панелі інструментів у вікні Налаштування необхідно вибрати ті інструменти, які потрібно відобразити або відмінити вибір інструментів, які відображати на панелі не потрібно (рис.1.3).

В налаштуваннях можна також вибрати такі параметри: змінити розмір кнопок панелі інструментів, приховати або відобразити підказки, вибрати автоматичне активізацію панелей інструментів.

Тимчасове повернення моделі в попередній стан з погашенням недавно доданих елементів. Коли модель в стані відкату, можна додавати нові елементи

або редагувати існуючі елементи. Можна повернути модель в попередній стан за допомогою смуги відкату в дереві конструювання FeatureManager. Смуга відкату - це широка лінія кольору морської хвилі; при виборі колір смуги змінюється на блакитний. Щоб виконати регенерацію елементів окремо, перетягніть смугу відкату вниз або вгору дерева конструювання (рис.1.4).

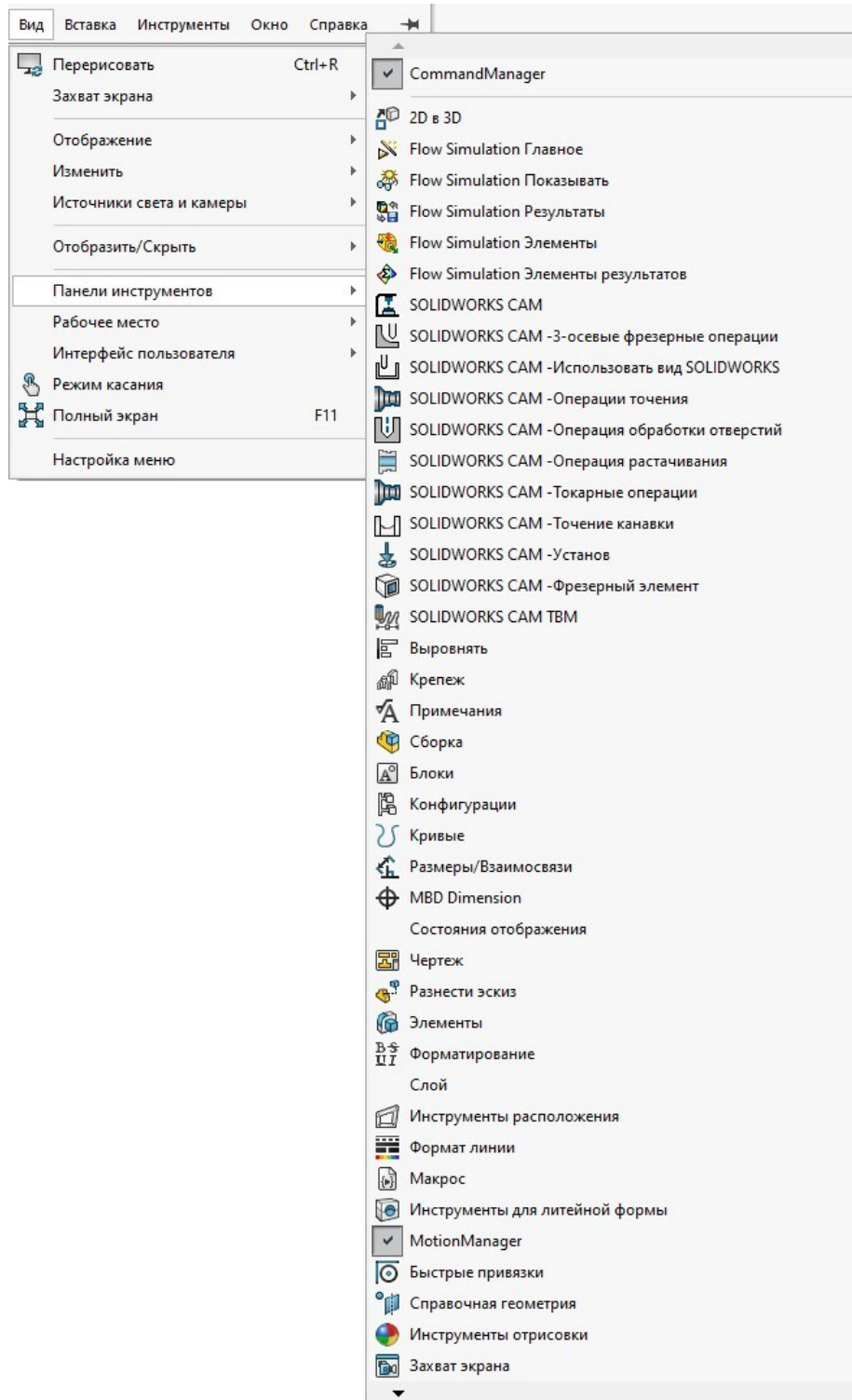


Рисунок 1.2 – Панель інструментів

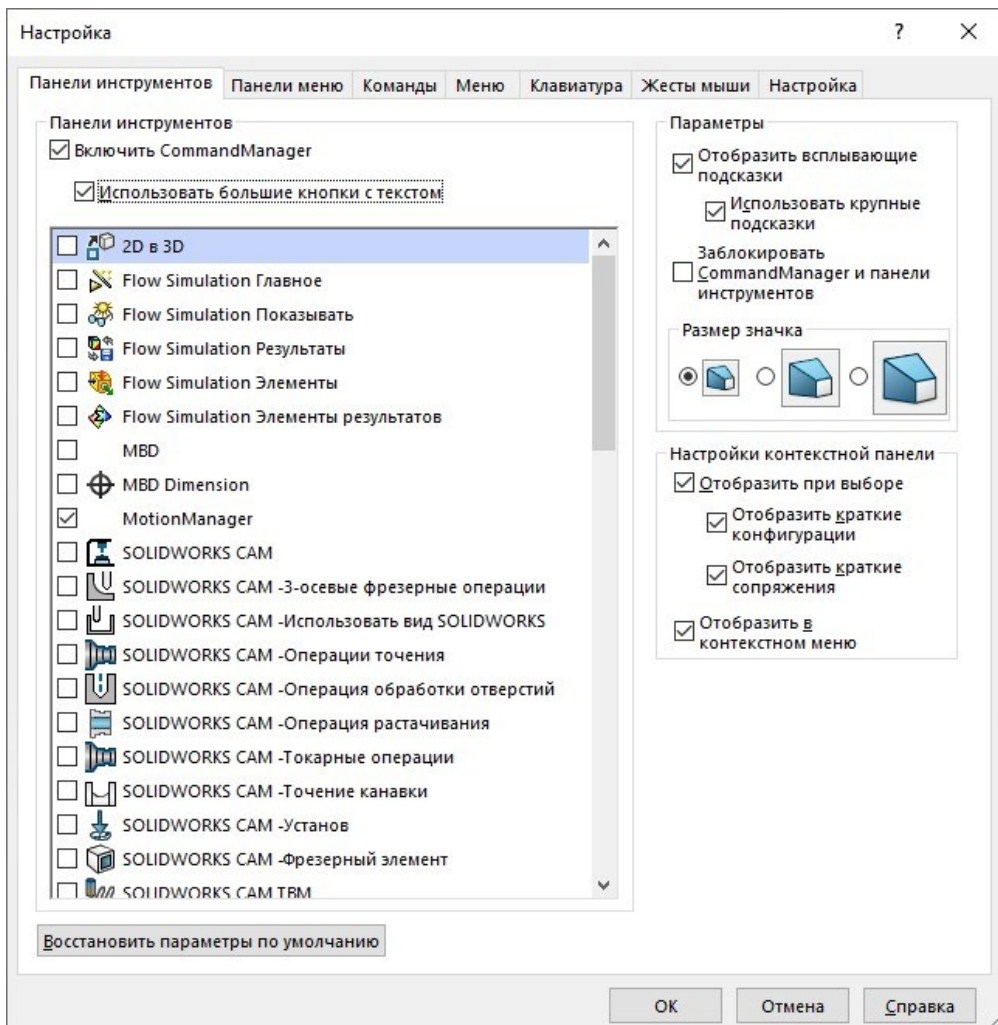


Рисунок 1.3 – Налаштування панелі інструментів

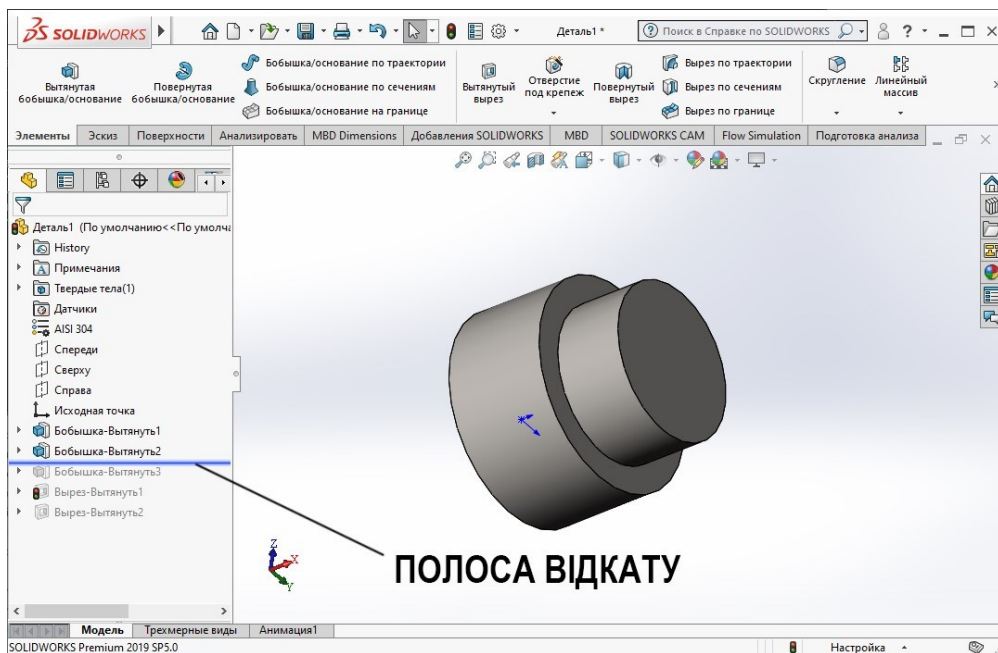


Рисунок 1.4 – Тимчасове повернення моделі в попередній стан за допомогою полоси відкату

У дереві конструювання FeatureManager в лівій частині вікна SolidWorks відображається контурний вид активної деталі, зборки або креслення. Ви можете легко побачити побудову моделі або зборки або переглянути різні листи і види креслення. Знак «+» зліва від значка елемента вказує на те, що він містить пов'язані з ним елементи, наприклад ескізи. Натисніть на знак «+» для розгортання елемента і відображення його вмісту.

Щоб детально ознайомитися зі складовими дерева конструювання потримаєте мишку над різними областями рисунка і прочитайте спливаючі підказки.

Дерево конструювання FeatureManager і вікно графічної області динамічно пов'язані. Можна вибирати елементи, ескізи, креслярські види і допоміжну геометрію в будь-якій частині вікна.

Існує кілька способів вибору безпосередньо в дереві конструювання FeatureManager:

- Можна вибирати елементи, ескізи, площини і осі в моделі, просто натискаючи на їхні імена в дереві конструювання FeatureManager.
- Можна вибрати кілька послідовних елементів в дереві конструювання FeatureManager, натиснувши клавішу Shift і утримуючи її під час вибору. Натисніть на перший елемент, натисніть клавішу Shift і, утримуючи її, натисніть на останній елемент.
- Можна вибрати кілька елементів в графічній області або вибрати непослідовні елементи в дереві конструювання FeatureManager, натиснувши клавішу Ctrl і утримуючи її під час вибору.

Дерево конструювання FeatureManager також полегшує визначення та зміна послідовності, в якій створюються елементи. Переупорядкувати елементи можна шляхом їх перетягування в списку дерева конструювання FeatureManager. При цьому змінюється порядок відновлення елементів при перестроюванні деталі. Можна відобразити розміри елемента, якщо двічі натиснути на ім'я елемента. Можна погасити і висвітлити елементи деталі і компоненти зборки. Тимчасовий повернення моделі або зборки в попередній

стан за допомогою смуги відкоту. Можна додавати та редагувати джерела світла в папці освітлення тощо.

При натисканні правою кнопкою миші по зображенню деталі в верху дерева конструювання з'являється контекстне меню, що дозволяє викликати меню пошуку в дереві конструювання (корисно для швидкого пошуку елемента в великому дереві, за умови відомого назви), меню властивостей документа, меню доступу до редагування розміру елемента, відкриття креслення (рис.1.5).

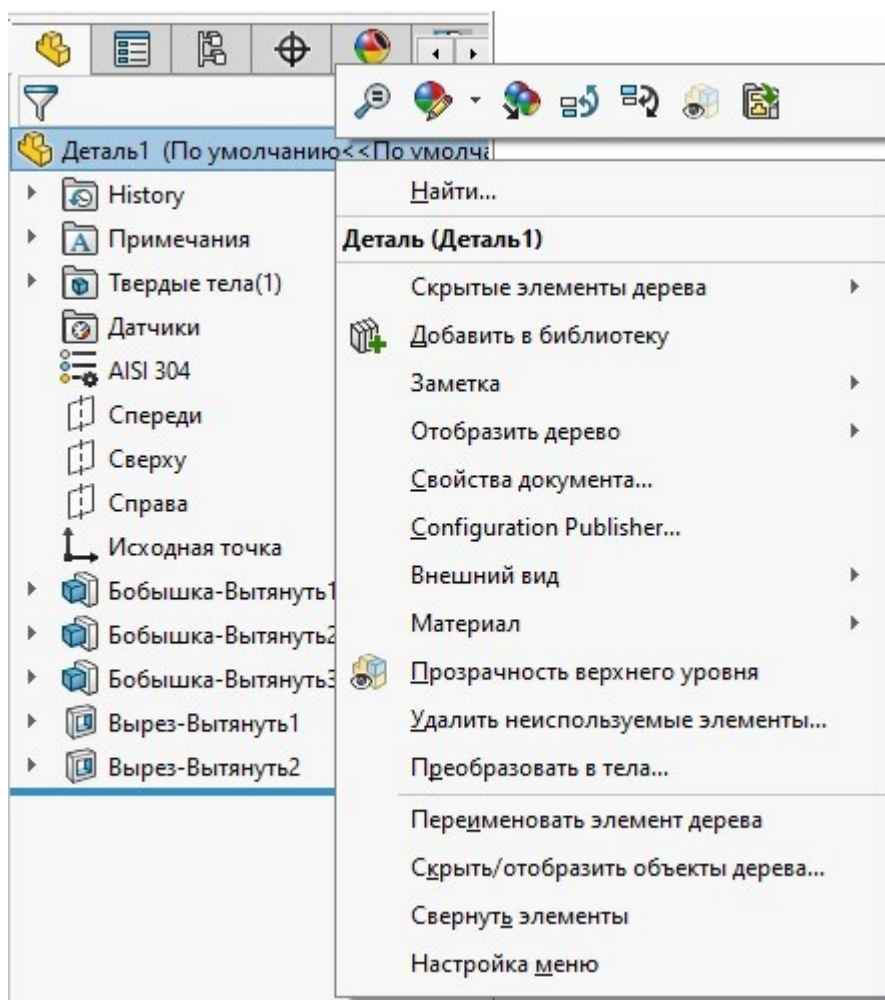


Рисунок 1.5 – Контекстне меню деталі

Якщо натиснути правою кнопкою миші на назві елемента в дереві конструювання відкриється дещо інше контекстне меню саме цього елемента побудованої 3Д-моделі (рис.1.6).

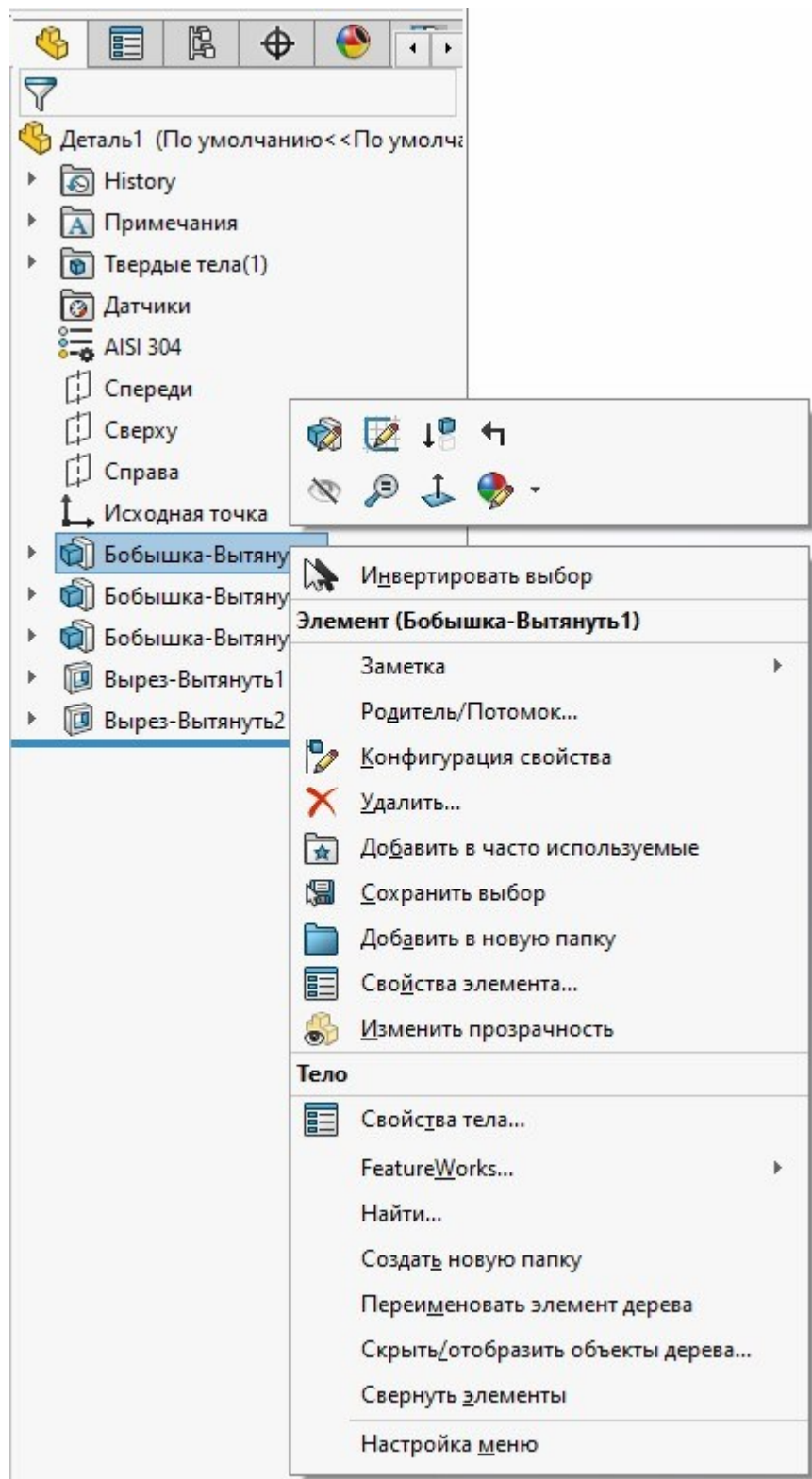


Рисунок 1.6 – Контекстне меню елемента побудованої 3Д-моделі

Батьківські/дочірні елементи. Часто елементи базуються на інших елементах. Наприклад, спочатку створюється елемент основу-витягнути, а потім створюються додаткові елементи як бобишка або виріз-витягнути. Основа

- це батьківський елемент; бобишка або виріз-витягнути - це дочірній елемент (рис.1.7). Дочірній елемент залежить від батьківського елемента.

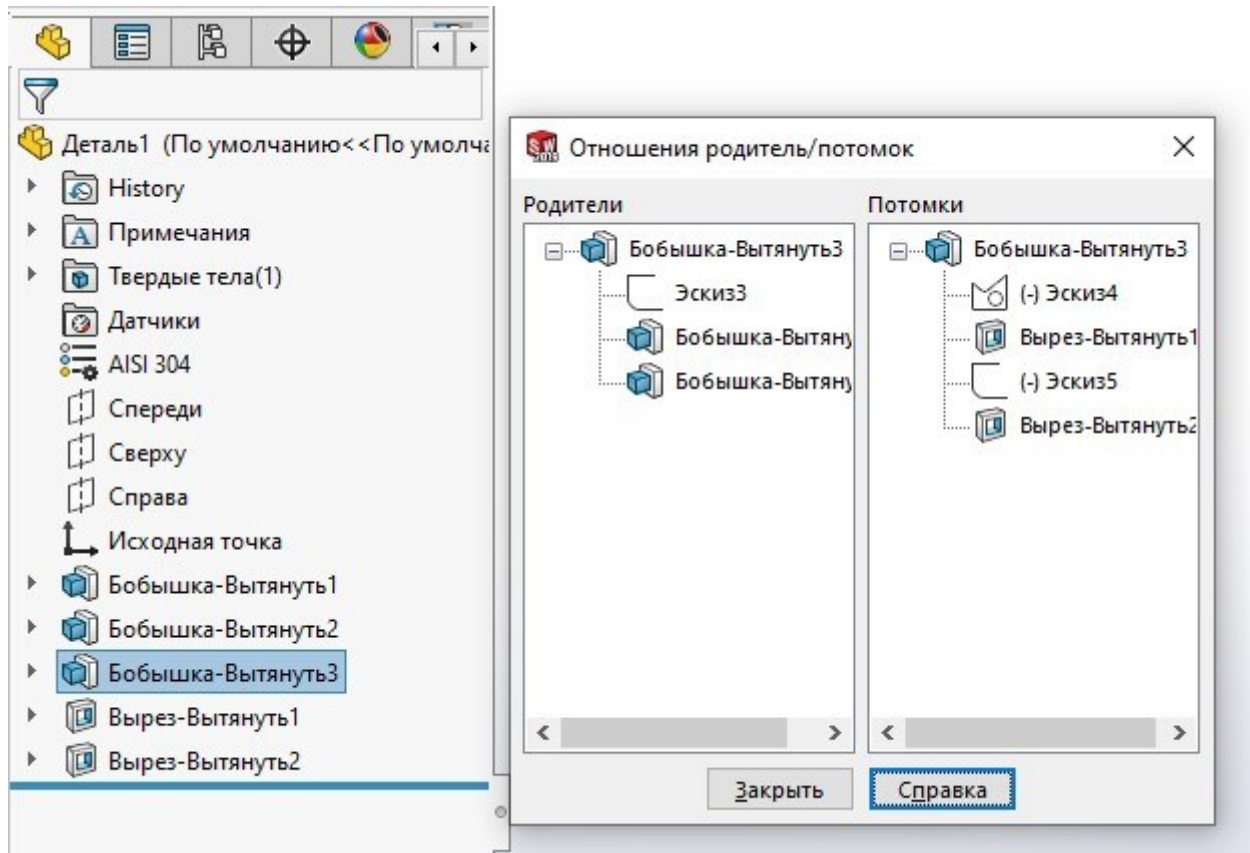


Рисунок 1.7 – Батьківські та дочірні елементи

Менеджер властивостей. Замість окремих діалогових вікон функції використовують PropertyManager, завдяки чому графічне зображення не перекривається додатковими діалоговими вікнами.

Для більш детального знайомства з елементами Менеджера властивостей, затримайте мишку над областю рисунка і прочитайте підказку.

Під час відображення вікна PropertyManager (Менеджер властивостей), існує кілька способів введення значень і прийняття команд. Вони докладно описані в наступному прикладі. Для введення значень і прийняття команд: ввести числове значення у вікні групи і натиснути Enter або кнопку ОК (рис.1.8).

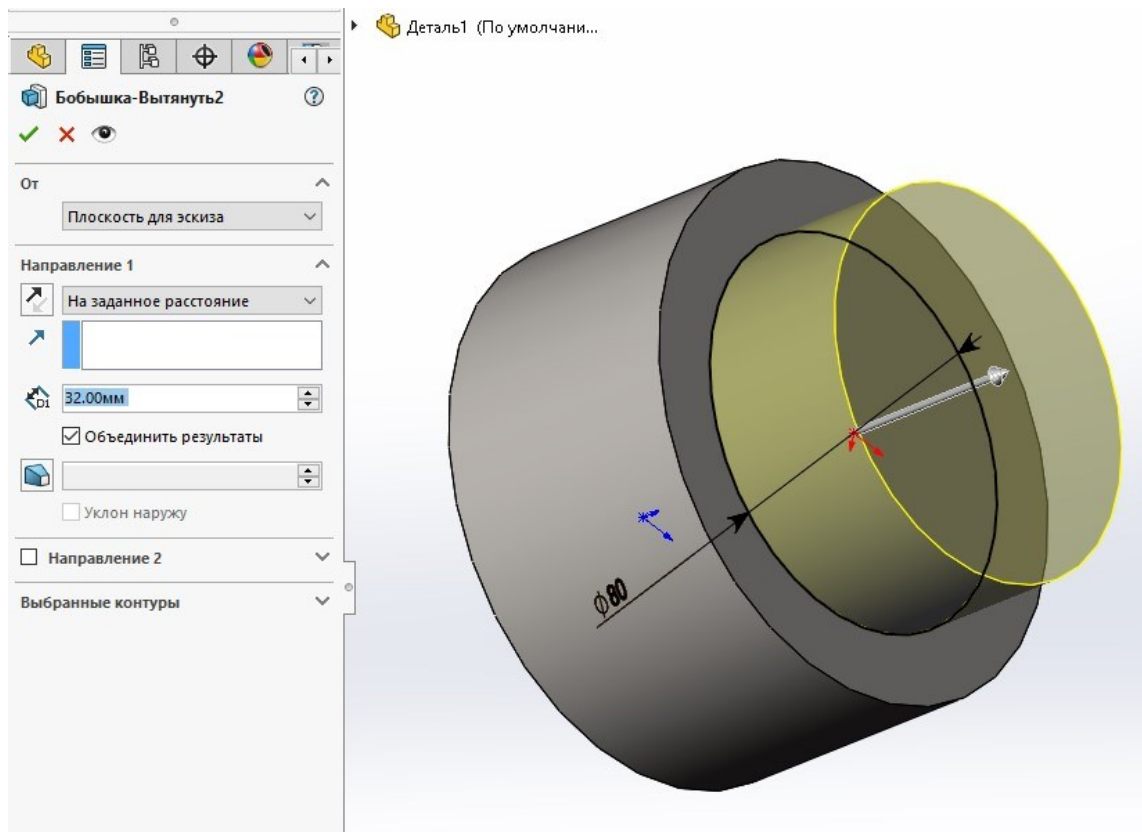


Рисунок 1.8 – Вікно Менеджера властивостей елемента

Створення нових документів і використання шаблонів. Нові документи використовують шаблони в якості основи. Шаблони містять параметри користувача, такі як одиниці виміру або стандарти по оформленню креслень. Шаблони дозволяють створювати будь-яку необхідну кількість документів для деталей, креслень або збірок (рис.1.9). Шаблон може бути деталлю, кресленням або збіркою, збереженими як шаблони.



Рисунок 1.9 – Вікно створення нових документів.

Для створення нового документа SolidWorks:

1. Натисніть кнопку Створити на панелі інструментів «Стандартна» або виберіть Файл, Створити або натисніть Створити документ в діалоговому вікні Новий документ SolidWorks.

2. Виберіть значок шаблону в одній з вкладок в діалоговому вікні створення документів SolidWorks. В полі Попередній перегляд з'явиться попередній вигляд шаблону.

3. Натисніть ОК, щоб відкрити новий документ SolidWorks, використовуючи вибраний шаблон.

Відкриття існуючих документів. Для того щоб відкрити існуючий документ деталі, креслення або зборки:

1. Натисніть кнопку Відкрити на панелі інструментів «Стандартна» або виберіть Файл, Відкрити, або натисніть Ctrl + O.

2. У діалоговому вікні Відкрити (рис.1.10) знайдіть документ деталі, креслення або зборки або файл з іншої програми.

3. Щоб подивитися деталь, креслення або складання, не відкриваючи документ, виберіть Швидкий перегляд.

4. Для відкриття окремої конфігурації деталі або зборки виберіть Конфігурація.

Якщо відкрито кілька документів SolidWorks, можна натиснути Ctrl + Tab для перемикання між ними.

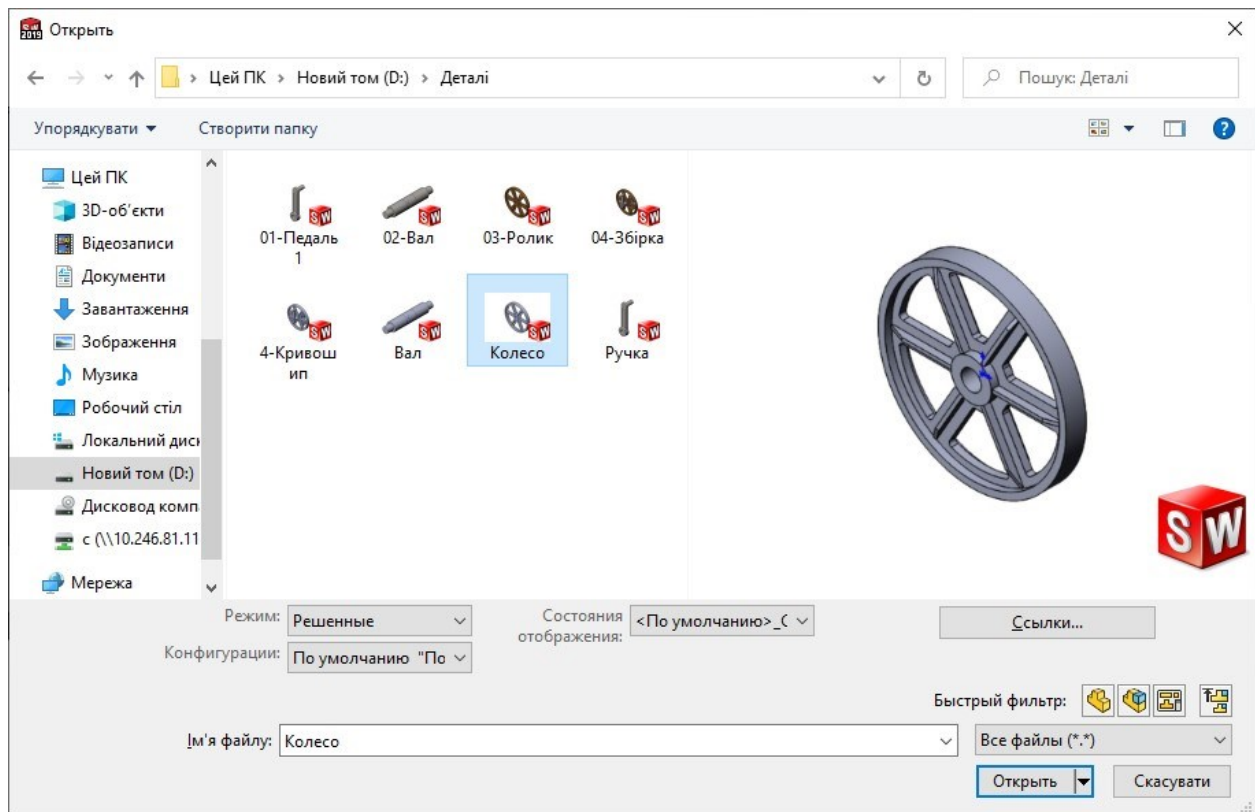


Рисунок 1.10 – Вікно відкриття існуючих документів

Початок роботи з ескізом. При створенні нової деталі або зборки три площини за замовчуванням вирівнюються за певними видами. Площина, обрана першою для рисування, визначає орієнтацію деталі. Наприклад, якщо вибрати параметр «Спереду» в діалоговому вікні Орієнтація виду (або додати вид спереду на кресленні), то вигляд буде перпендикулярним «Площині 1» («Спереду») (рис.1.11).

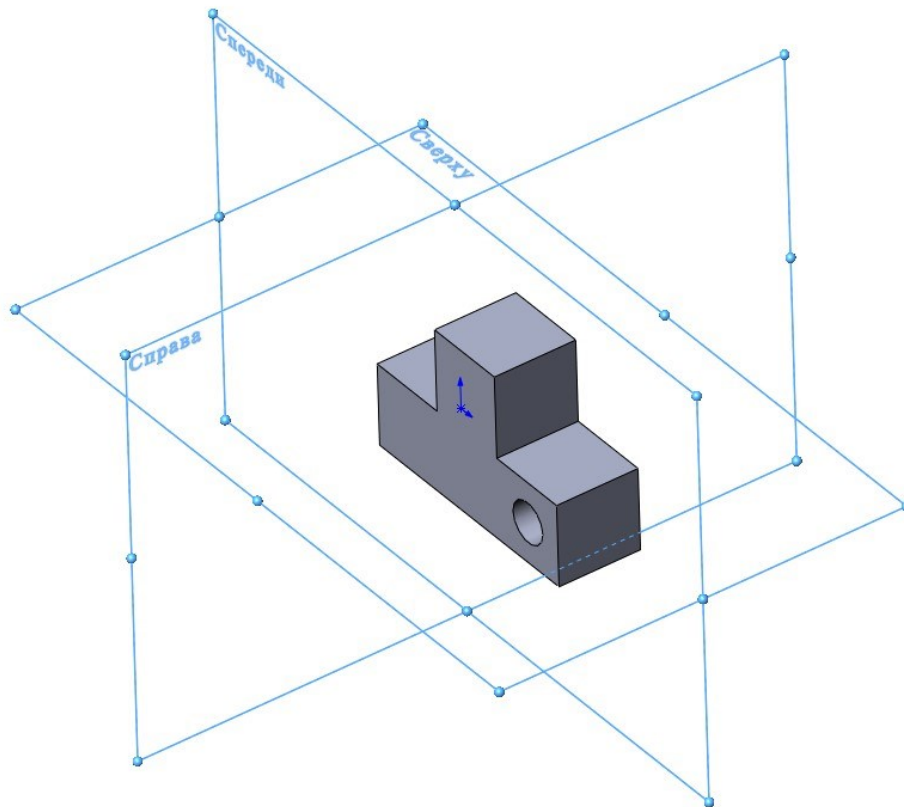


Рисунок 1.11 – Орієнтація деталі відносно вибраної площини ескізу

На рис. 1.12, 1.13 показано ескізи, побудовані на різних площинах та 3Д-моделі, побудовані витягуванням ескізів за допомогою операції «Бобишка – Витягнути».

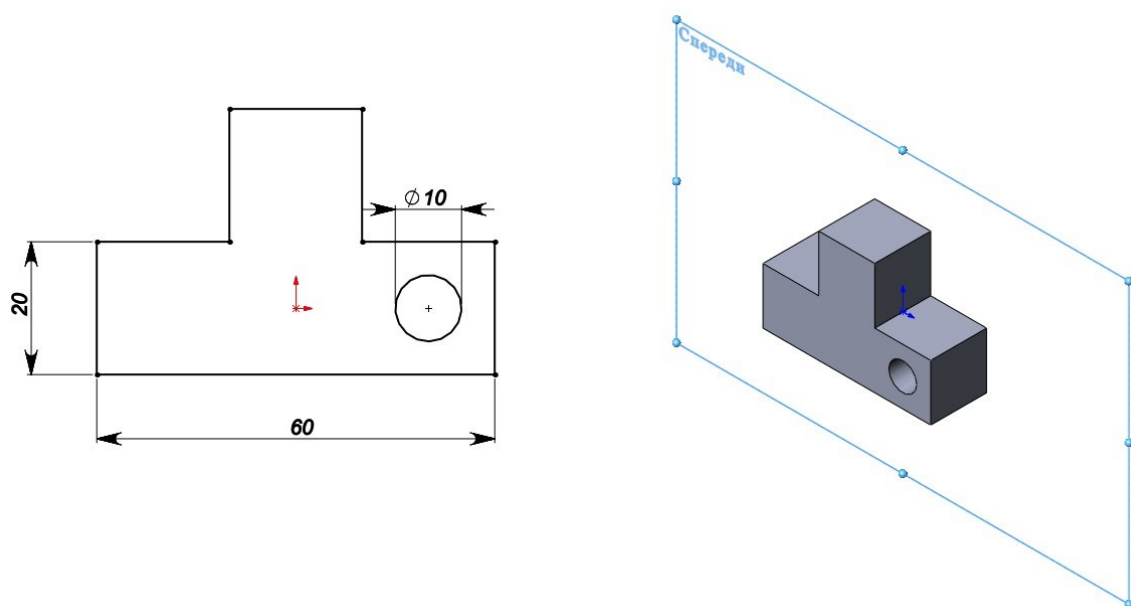


Рисунок 1.12 – Ескіз та побудований елемент деталі

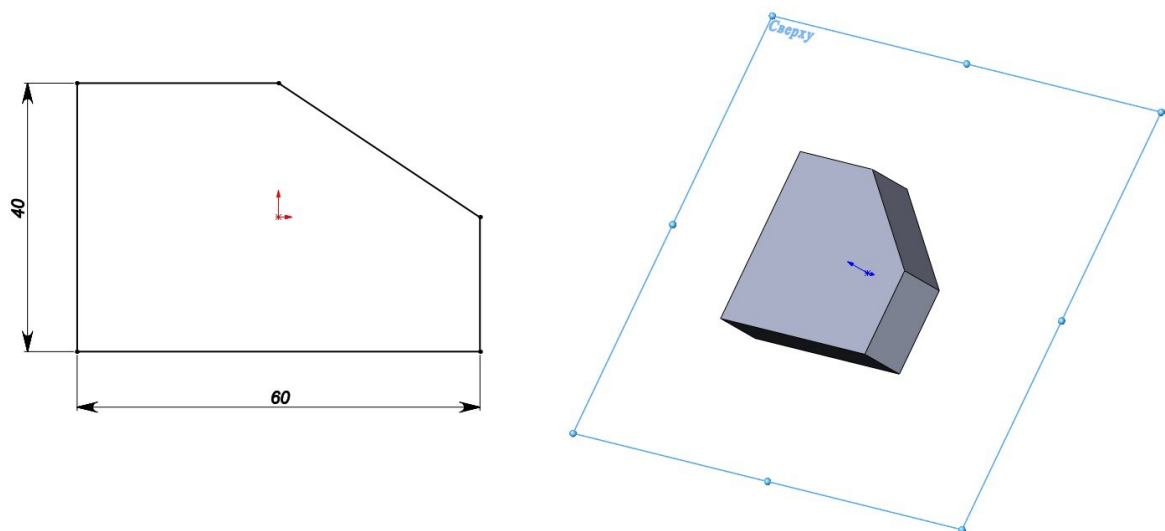


Рисунок 1.13 – Ескіз та побудований елемент деталі

Якщо відкрити ескіз і почати рисувати, не обираючи площину, то ескіз за замовчуванням буде розташовуватися на площині «Площина 1» («Спереду»).

Якщо спочатку малюється вид зверху, то слід вибрати «Площину 2» («Зверху») в дереві конструювання FeatureManager перед натисканням кнопки «Ескіз».

Для зміни орієнтації стандартних видів моделі:

1. Виберіть Вид, Орієнтація або натисніть пробіл.
2. У вікні Орієнтація двічі натисніть на один з видів, щоб вибрати нову орієнтацію. Наприклад, якщо необхідно зробити поточний вид Зліва видом Спереду, двічі натисніть на вигляді Зліва.
3. Натисніть (один раз, а не двічі) на ім'я стандартного виду, яке необхідно призначити для поточної орієнтації моделі. Наприклад, натисніть Спереду, якщо необхідно, щоб поточний вид став видом спереду.
4. Натисніть Оновити стандартні види. При цьому всі стандартні види оновляться щодо цього виду.

Рівень складності ескізів. У багатьох випадках можна отримати один і той же результат як при створенні витягнутого елемента за допомогою складного профілю, так і при створенні витягнутого елемента за допомогою більш простого профілю та деяких додаткових елементів.

Наприклад, якщо потрібно округляти кромки витягування, можна намалювати складний ескіз, який містить заокруглення, або намалювати простий ескіз і додати заокруглення, як окремі елементи, пізніше (Рис. 1.14).

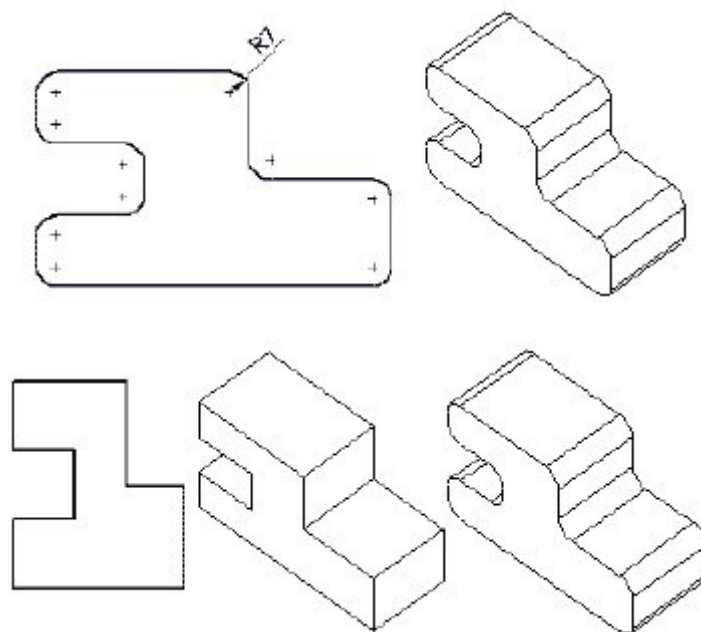


Рисунок 1.14 – 3Д-модель, побудована різними способами

Складні ескізи перебудовуються швидше. Заокруглення на ескізі повторно розраховуються набагато швидше, в порівнянні з елементами заокруглень, але складні ескізи важче створювати і редагувати.

Прості ескізи є більш гнучкими і легкими у використанні. Окремі елементи при необхідності можна змінити таким чином або погасити.

1.2. Варіанти завдань

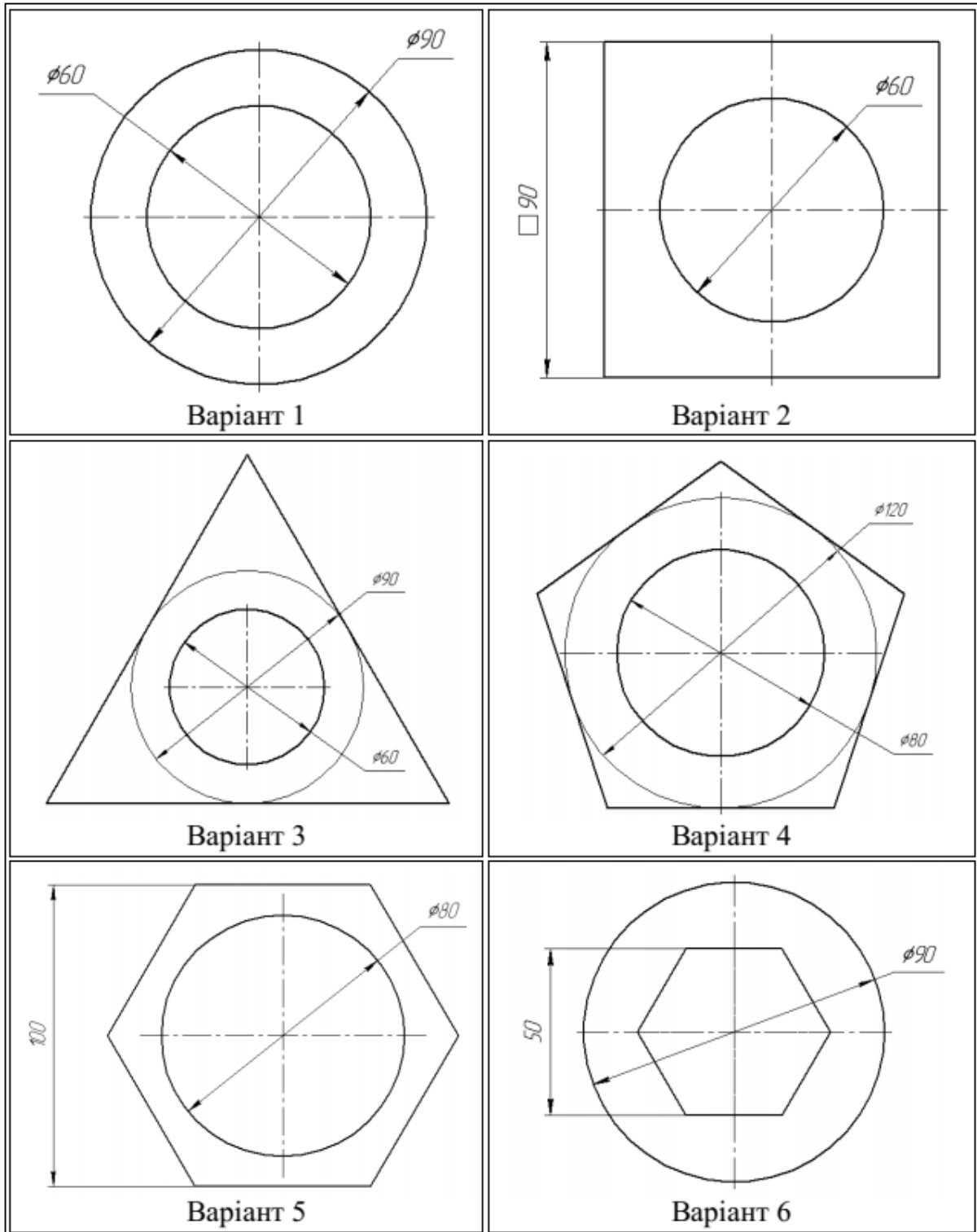
1. Створити у провіднику Папку проекту. В цій папці створити три папки з назвами «3Д-моделі», «3Д-Зборки», «Креслення».

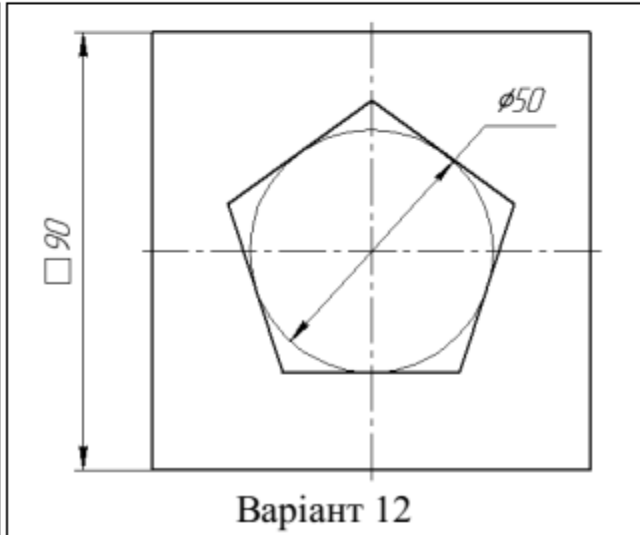
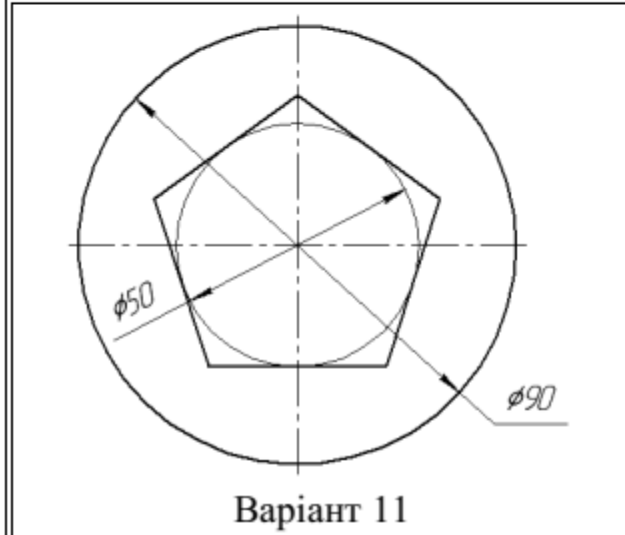
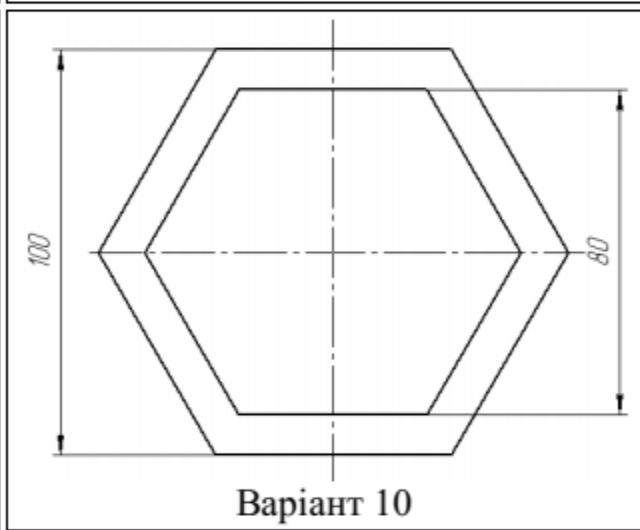
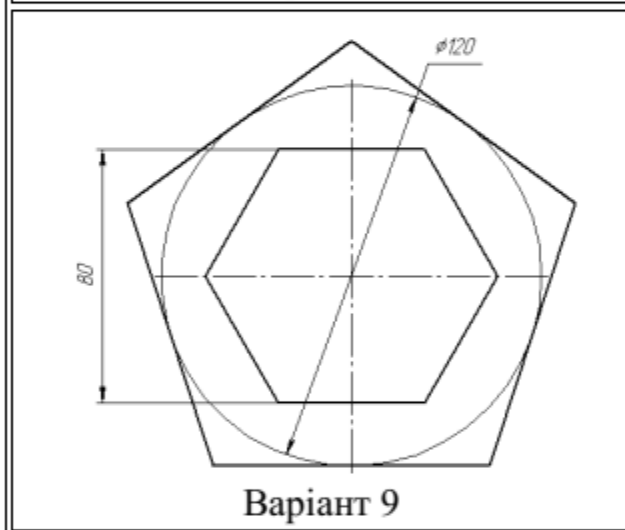
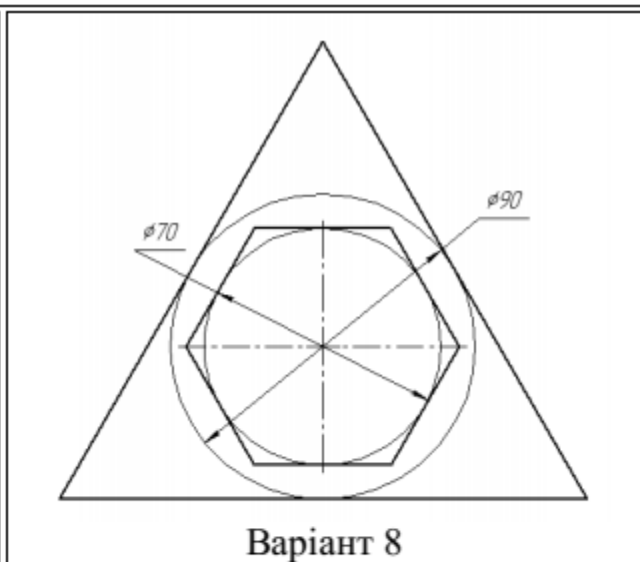
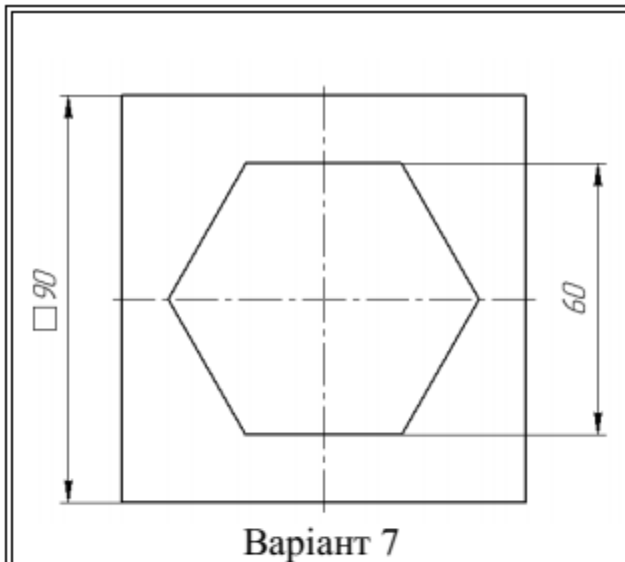
2. В SolidWorks створити 3Д-деталь і зберегти її в папці «3Д-моделі» під ім'ям з номером лабораторної роботи і варіантом, наприклад «Деталь 1.13».

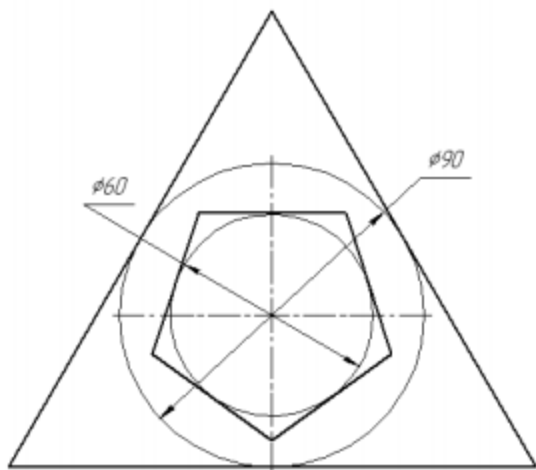
3. Побудувати дві 3Д моделі деталей висотою 120 мм шляхом витягування ескізу згідно з заданим варіантом.

4. Створити 3Д-зборку і зберегти її в папці «3Д-Зборки» під ім'ям з номером лабораторної роботи і варіантами двох деталей, наприклад «Зборка 1.13.14».

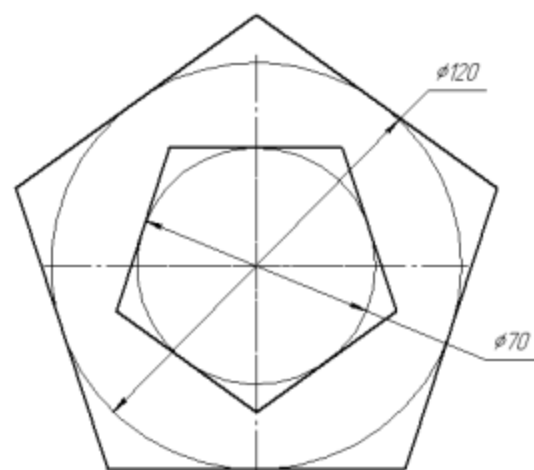
5. Побудувати 3Д-зборку з побудованих раніше деталей з наступними умовами спряження: співвісність осей симетрії, співпадіння основних площин.



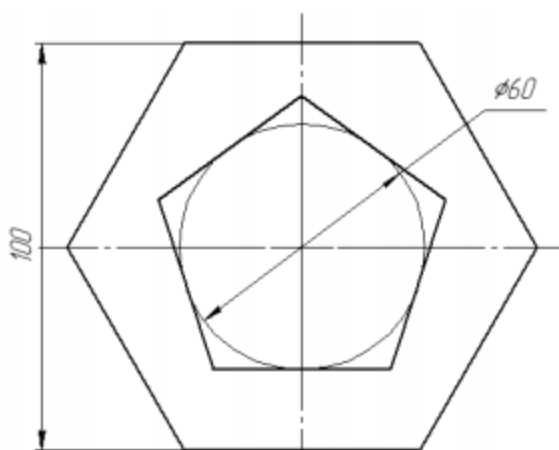




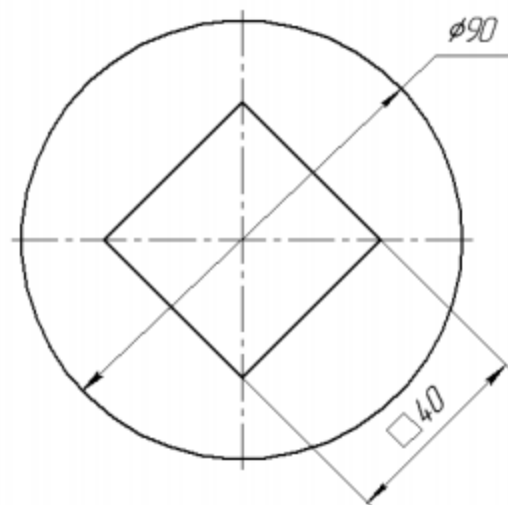
Варіант 13



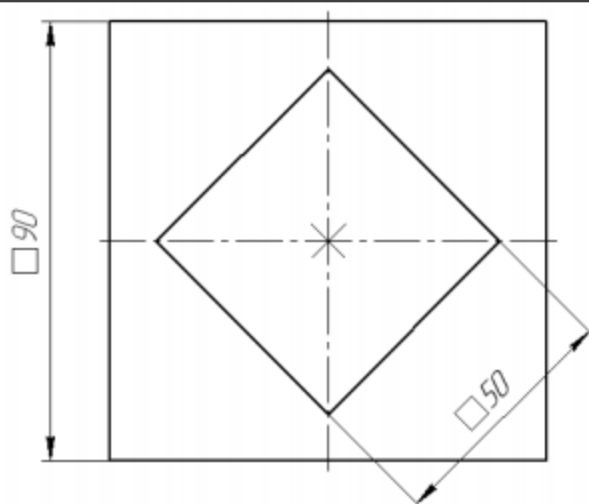
Варіант 14



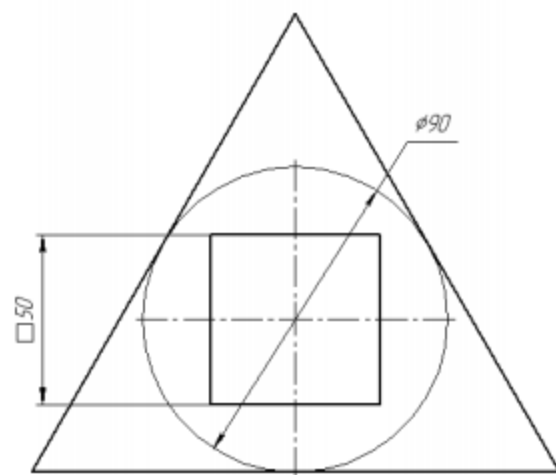
Варіант 15



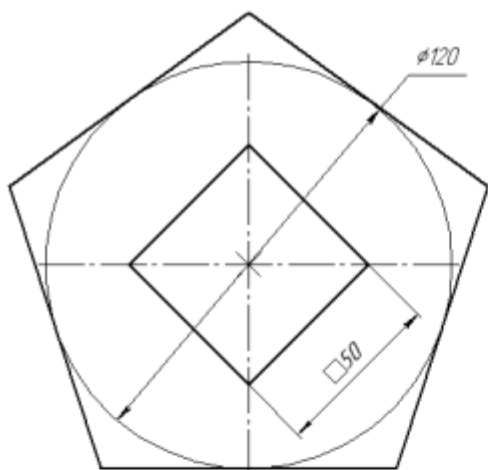
Варіант 16



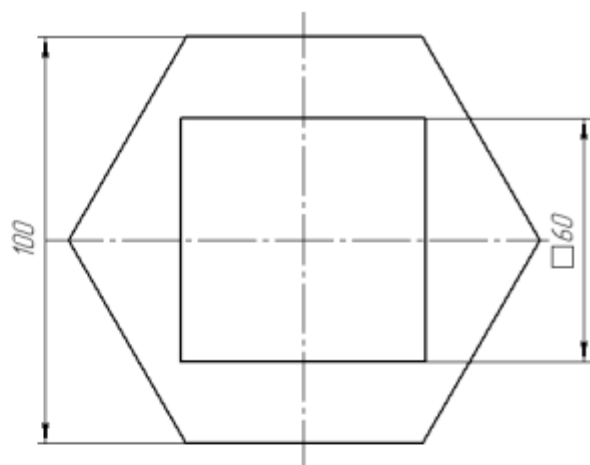
Варіант 17



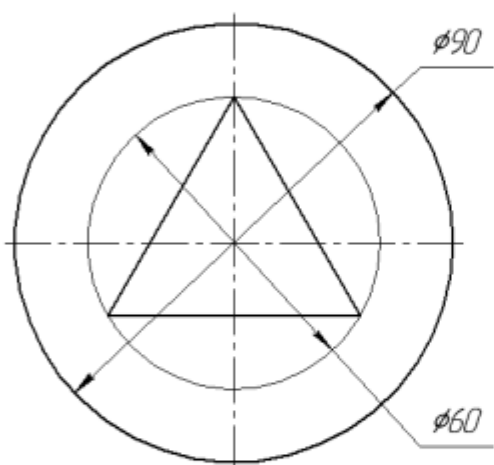
Варіант 18



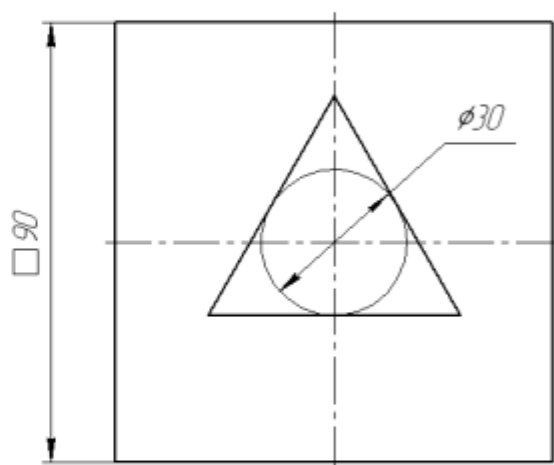
Варіант 19



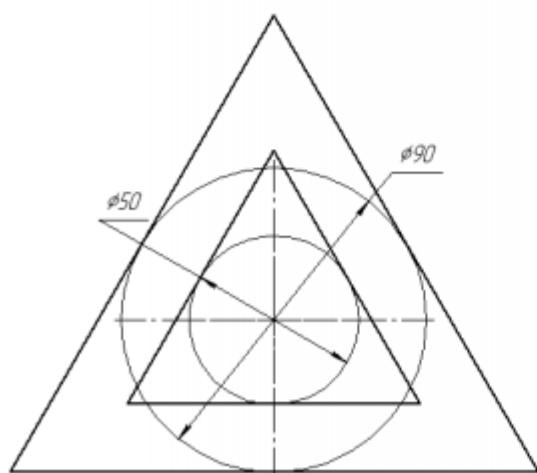
Варіант 20



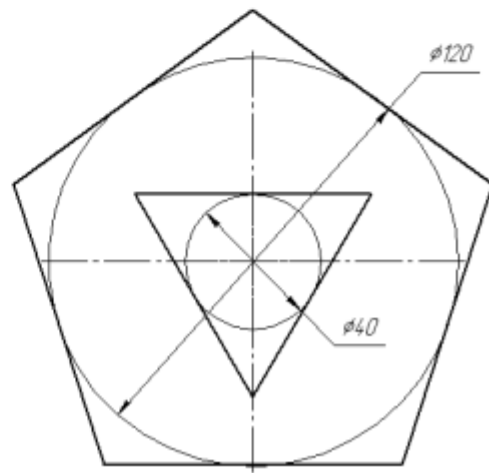
Варіант 21



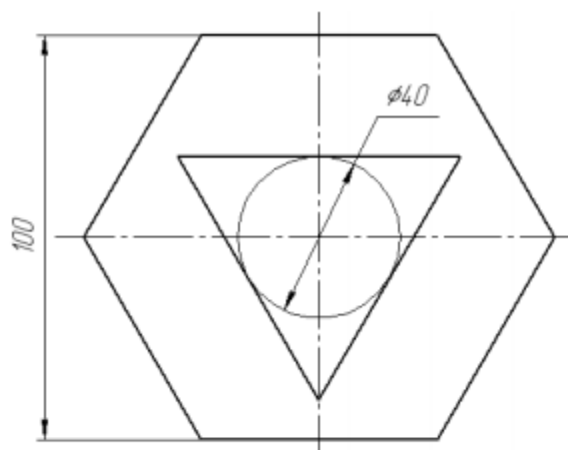
Варіант 22



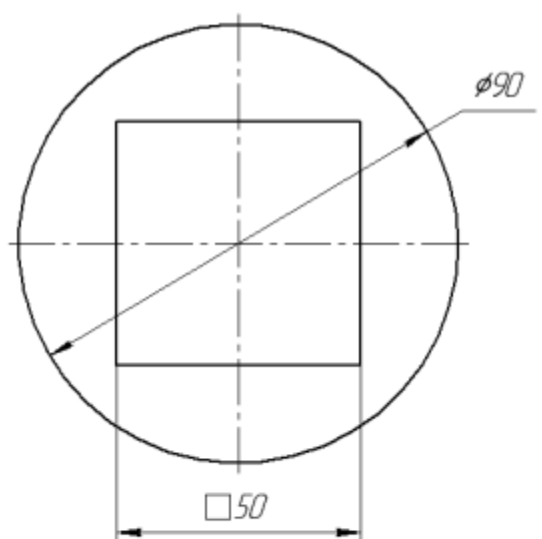
Варіант 23



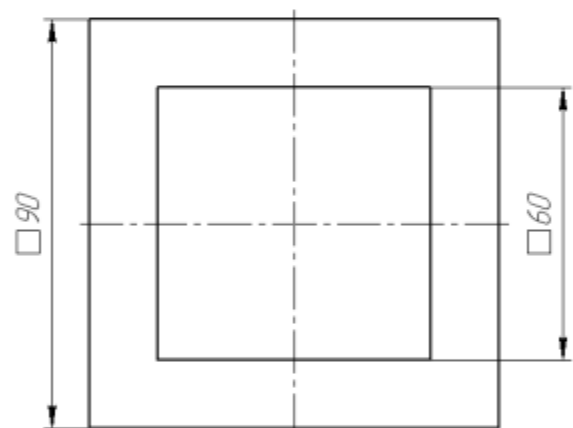
Варіант 24



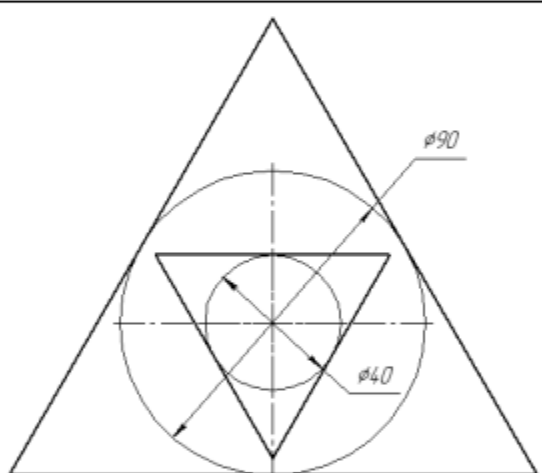
Варіант 25



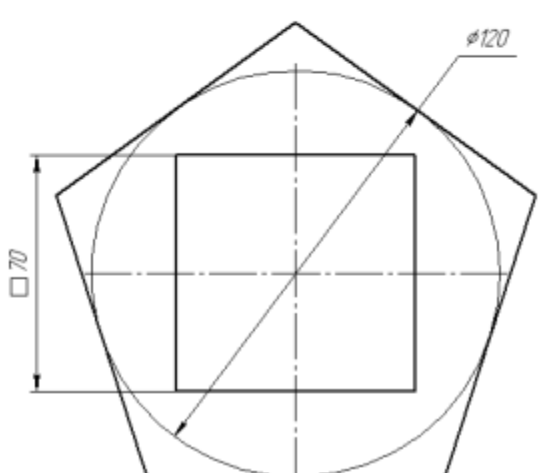
Варіант 26



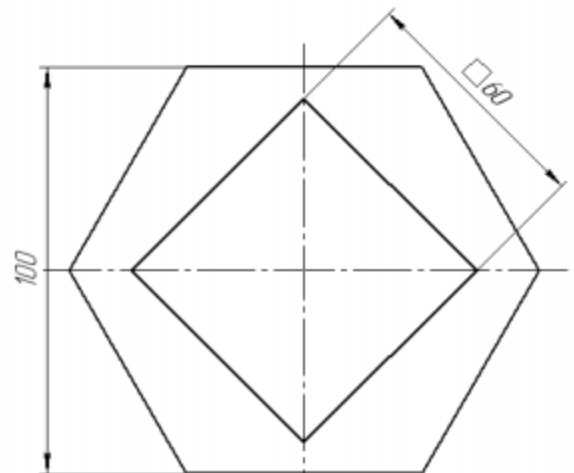
Варіант 27



Варіант 28



Варіант 29



Варіант 30

1.3. Зміст звіту

1. Знімок екрану з вмістом Папки проекту.
2. Ізометричні зображення побудованих 3Д моделей.
3. Ізометричне зображення побудованої 3Д зборки.
4. Масові характеристики побудованих 3Д моделей. Матеріал деталей – сталь 45Л.
5. Загальні висновки про виконану лабораторну роботу.

1.4. Приклад виконання лабораторної роботи

Завдання: побудувати 3Д модель деталі висотою 120 мм шляхом витягування ескізу згідно з варіантом (рис.1.15).

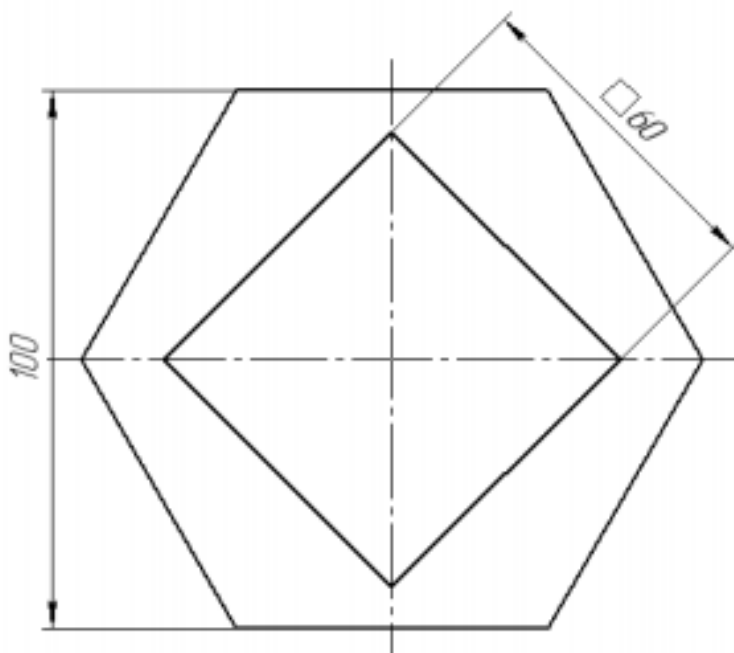


Рисунок 1.15 – Креслення деталі для побудови 3Д моделі

2. Які існують напрями видавлювання?
3. Яку назву має документ для створення 3Д моделі деталі?
4. За допомогою яких чотирьох базових операцій над ескізом можна створювати формотворні елементи 3Д моделі?
5. Що таке грань в SolidWorks?
6. Що таке ребро в SolidWorks?
7. Що таке вершина в SolidWorks?
8. Що таке тіло деталі в SolidWorks?

1.6. Правила техніки безпеки

1. При роботі за комп'ютером необхідно дотримуватись загальних правил тривалості роботи, правильної постави, розміру шрифтів та зображень, вимог до приміщення тощо.

2. Після кожного часу роботи рекомендується робити десяти хвилинну перерву, яку зручно суміщати з провітрюванням. За будь-яких умов безперервна робота за комп'ютером для дорослої людини не повинна перевищувати двох годин. Під час перерви не варто читати книгу або переглядати інформацію в смартфоні. Перерва, яку Ви проводите за комп'ютером (наприклад, граючись або шукаючи матеріали в Інтернеті), просто не має сенсу.

3. Слідкуйте за поставою. Сидіти необхідно прямо, зручно, не напружуючись. Відстань від очей до екрану монітора – не менше 50-70 см. Центр екрану має знаходитися на рівні очей чи трохи нижче.

4. При роботі з текстом рекомендується, щоб колір шрифту був темним, а колір фону – світлим (ідеальний варіант – чорний шрифт на білому фоні).

5. Якщо шрифт занадто дрібний, то потрібно збільшити масштаб документу (наприклад, до 150% чи більше).

6. Якщо з'явилося відчуття втоми, напруження, сонливості, тяжкості в очах, потрібно припинити роботу та хоча б трохи відпочити.





Лабораторна робота № 2


ПОБУДОВА 3-Д МОДЕЛІ ВИЛИВКА


Мета роботи – Ознайомитись з інструментами для роботи з ескізами, основними принципами та елементами побудови 3Д моделей та побудувати 3Д модель вилівка за варіантом.


2.1. Теоретичні відомості

Інструменти для роботи з ескізами:

1.  *Вибрати* - це самий широко використовуваний інструмент в додатку SolidWorks. Виберіть Інструменти, Вибрати або натисніть праву кнопку миші і виберіть команду Вибрати в контекстному меню.
2. При використанні операції *Вибрати* можна: вибрати об'єкти ескізу, перетягнути об'єкти ескізу або кінцеві точки для зміни форми ескізу, вибрати крайку або грань моделі, перетягнути рамку для вибору декількох об'єктів ескізу.
3.  *Масштабна сітка* надає доступ до параметрів масштабної сітки, таким як відображення масштабної сітки, інтервал масштабної сітки або прив'язка. Використовуйте кнопку Масштабна сітка або виберіть Інструменти, Параметри, а потім Масштабна сітка/Одиниці вимірювання на вкладці Властивості документа.
4.  *Ескіз* - відкриває і закриває двомірний ескіз. Ескіз знаходиться в меню Вставка.
5.  *Тривимірний ескіз* - відкриває або закриває ескіз в тривимірному просторі. Один тривимірний ескіз містить об'єкти, які не пов'язані з певними площинами ескізів. Тривимірний ескіз знаходиться в меню Вставка.

6.  Інструмент *Виміряти ескіз* переміщає, обертає або масштабує ескіз. Виміряти знаходиться в меню Інструменти, Інструменти ескізу.

7.  *Перемістити без рішення* - дозволяє перемістити об'єкти ескізу, не вирішуючи розміри або взаємозв'язки в ескізі. Перемістити без рішення знаходиться в меню Інструменти, Інструменти ескізу.

8. *Лінія*.  - дозволяє створювати лінії на ескізі. Для побудови лінії на ескізі необхідно:

1) Натиснути *Лінія* на панелі інструментів «Інструменти ескізу» або вибрати Інструменти, Об'єкти ескізу, *Лінія*;

2) Помістити курсор в те місце, звідки повинна починатися лінія;


3) Натиснути кнопку миші і перетягнути вказівник в те місце, де лінія повинна закінчуватися і відпустити кнопку миші.

Горизонтальна або вертикальна лінія автоматично прив'язується до вузлів масштабної сітки, якщо включений параметр прив'язки до вузлів сітки.


Основні інструменти для роботи з ескізами представлено на рис. 2.1.




Рисунок 2.1 – Панель інструментів «Ескіз»

Дуга із зазначенням центру  - створює еліпс, використовуючи центральну точку, початкову точку і кінцеву точку. Для створення дуги із зазначенням центру:

1. Натисніть кнопку *Дуга із зазначенням центру* на панелі інструментів «Інструменти ескізу» або виберіть Інструменти, Об'єкти ескізу, Центр дуги.
2. Помістіть вказівник в те місце, де повинен розташовуватися центр еліпса.
3. Натисніть кнопку миші і перетягніть вказівник в те місце, де повинна починатися дуга.
4. Відпустіть кнопку миші. Залишається напрямна лінія окружності.
5. Натисніть кнопку миші і перетягніть вказівник для установки довжини та напрямку дуги і відпустіть кнопку миші.

Дотична дуга  - створює дугу, дотичну до будь-якого об'єкта ескізу. Для створення дотичної дуги:

1. Натисніть кнопку *Дотична дуга* на панелі інструментів «Інструменти ескізу» або виберіть Інструменти, Об'єкти ескізу, Дотична дуга.
2. Натисніть вказівником на кінцеву точку лінії, дуги, еліпса або сплайна.
3. Перетягніть дугу для задавання їй бажаної форми.

Дуга через три точки  - створює дугу через три точки (початкову, кінцеву та середню). Для створення дуги через три точки:

1. Натисніть кнопку *Дуга через три точки* на панелі інструментів «Інструменти ескізу» або виберіть Інструменти, Об'єкти ескізу, Дуга через три точки.
2. Помістіть вказівник в те місце, де повинна починатися дуга.
3. Натисніть кнопку миші і перетягніть вказівник в те місце, де повинна закінчуватися дуга і відпустіть кнопку миші.

4. Перетягніть дугу для установки радіуса, а також для зміни напрямку дуги, якщо необхідно.


Коло  . Для створення кола:


1. Натисніть кнопку Коло на панелі інструментів «Інструменти ескізу» або виберіть Інструменти, Об'єкти ескізу, Коло.
2. Помістіть вказівник в те місце, де повинен розташовуватися центр кола.
3. Натисніть кнопку миші і перетягніть для задавання радіусу кола.


Прямокутники  . Для створення прямокутника:


1. Натисніть кнопку Для створення на панелі інструментів «Інструменти ескізу» або виберіть Інструменти, Об'єкти ескізу, Прямокутник.
2. Помістіть вказівник в те місце, де повинен розташовуватися один з кутів прямокутника.
3. Перетягніть вказівник і відпустіть кнопку миші, коли прямокутник набуде необхідної форми і розміру.

За допомогою інструментів взаємозв'язків ескізу можна наносити розміри і визначати об'єкти ескізу.


1.  *Розмір* - створює розміри. Тип розміру (між точками, лінійний, радіальний або кутовий) визначається обраним елементом. При виборі Інструменти, Розміри можна вибрати тип розміру: паралельний, горизонтальний або вертикальний. При натисканні на інструмент Розмір можна натиснути правою кнопкою миші в графічній області і вибрати тип розміру в контекстному меню.

2.  *Додати взаємозв'язки* - створює геометричні взаємозв'язки (наприклад, дотичність або перпендикулярність) між об'єктами ескізу або між об'єктами ескізу і площинами, осями, крайками, кривими або вершинами.

3.  *Відобразити/Приховати взаємозв'язки* - відображає взаємозв'язки, які були призначені для об'єктів ескізу, або вручну, або автоматично, а також дозволяє видалити взаємозв'язки, які більше не потрібні.

4.  Знайти рівні відображає лінії і дуги однакової довжини або радіусу, а також дозволяє створити між об'єктами взаємозв'язки рівної довжини і радіусу.

З рештою панелей інструментів «Стиль відображення», «Орієнтація видів», тощо можна ознайомитись навівши курсор на зображення кнопки для отримання короткої довідки.

Щоб почати роботу над ескізом треба натиснути кнопку  на панелі інструментів «Ескіз» або вибрати пункт меню «Вставка - Ескіз», при цьому стане активна панель «Ескіз», а також з'явиться корисна інформація в рядку стану внизу вікна.

Для відображення або приховування рядка стану необхідно увійти в пункт меню «Вид» і поставити або зняти галочку біля пункту «Рядок стану».

Коли відкритий ескіз в графічній області червоним кольором відображається «Початкова точка» (рис.2.2). Це точка початку координат – $X, Y, Z = 0$. Вихідна точка ескізу допомагає визначити координати ескізу, над яким здійснюється робота. Саме від неї відраховуються координати вказівника, які відображаються в рядку стану, якщо ми починаємо рисувати геометричну фігуру з вихідної точки, то ця фігури визначена (тобто її положення задано однозначно, хоча ми ще не поставили розміри і не задали взаємозв'язку). У кожному ескізі в деталі є своя початкова точка, тому в деталі зазвичай буває кілька початкових точок. Коли відкритий ескіз, можна відключати відображення його початкової точки.



Рисунок 2.2 Початкова точка ескізу

Умовні позначення для стану ескізу. Ескізи можуть знаходитися в одному з п'яти наступних станів.

Повністю визначений (чорний) - всі лінії і криві на ескізі, а також їх положення описані за допомогою розмірів і взаємозв'язків. Це оптимальний стан ескізу, означає що всі розміри і взаємозв'язку задані правильно і в достатній кількості (рис.2.3).

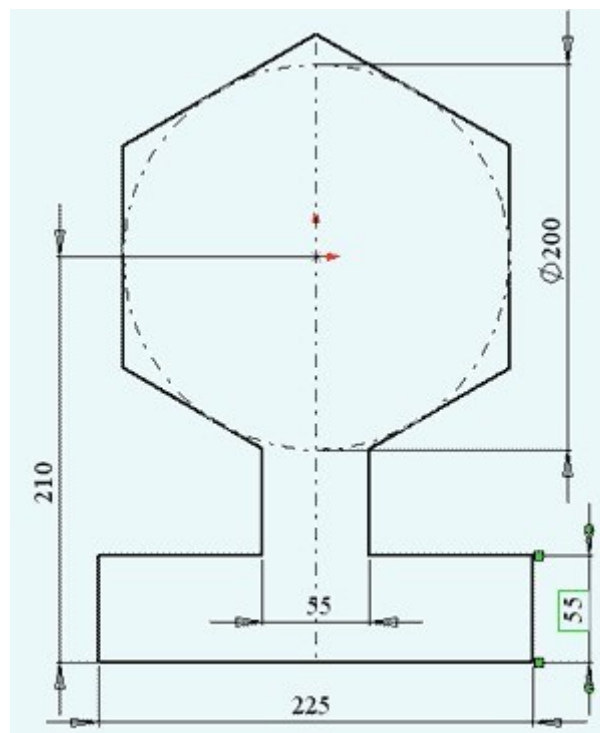


Рисунок 2.3 – Повністю визначений ескіз

В SolidWorks для використання ескізів і для створення елементів наносити на них розміри або повністю визначати їх необов'язково. Однак, бажано повністю визначити ескізи до завершення деталі.

Виконавши цю умову ви уникнете таких проблем, як зміна контуру ескізу при переміщенні його мишею.

Перевизначений (червоний) – ескіз, існують конфліктні або повторні розміри або взаємозв'язки. Для перегляду і видалення конфліктних взаємозв'язків виберіть Менеджер властивостей, Взаємозв'язки ескізу (рис.2.4).

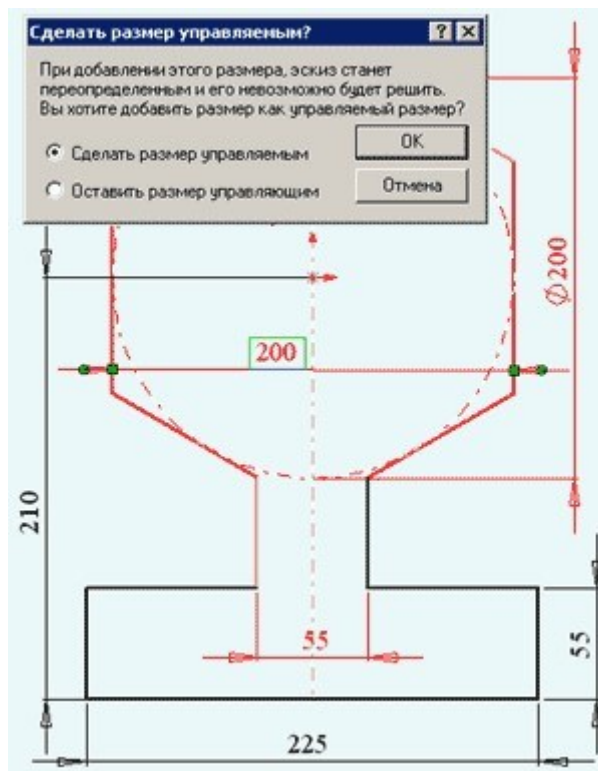


Рисунок 2.4 – Перевизначений ескіз

Подібний колір у ескізу може виникнути якщо, наприклад, поставити розмір одного елемента двічі або для однієї і тієї ж лінії задати взаємовиключні взаємозв'язки (вертикальності і горизонтальності). Оскільки SolidWorks має дружній до користувача інтерфейс, він сам видасть вам про помилку. Як приклад поставлено подвійний розмір 200 - діаметр для вписаного в шестигранник кола і ширина шестигранника.

Недовизначений (синій) – ескіз, в якому не визначені деякі розміри і / або взаємозв'язки, і їх можна змінювати. Можна перетягнути кінцеві точки, лінії або криві, поки об'єкт ескізу не змінить свою форму (рис. 2.5).

Як приклад видалено розмір 55, ескіз відразу змінив свій колір на синій, здається нічого страшного не сталося, але якщо потягнути мишкою контур такого ескізу він почне змінюватися (див. рисунок). Від подібних дій в процесі проектування ніхто не застрахований, і хоча зміни на міліметр не помітно, але зборка з подібною деталлю вже не вийде.

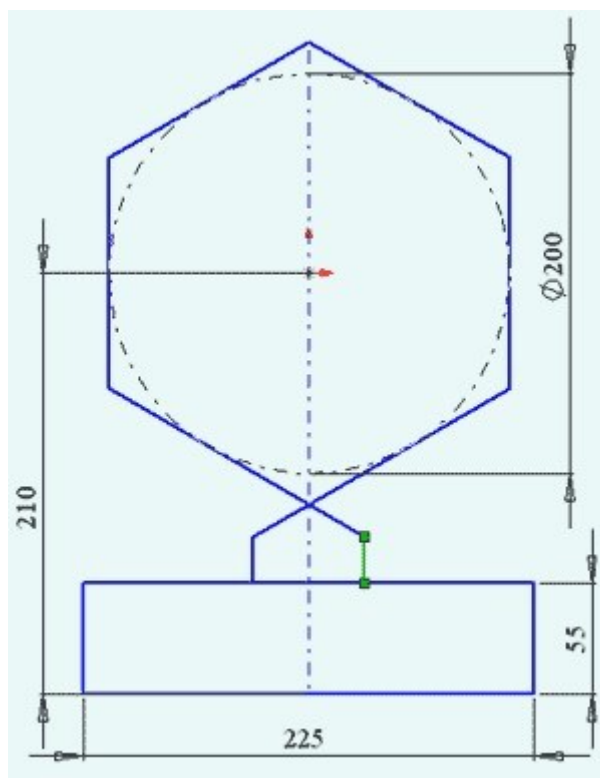


Рисунок 2.4 – Недовизначений ескіз


Невирішений (рожевий) – ескіз, в якому рішення не було знайдено. Відображаються геометрія, взаємозв'язки і розміри, що перешкоджають розрахунку ескізу (рис.2.5).



Рисунок 2.5 – Невирішений ескіз

Даний випадок дуже схожий на попередній, тільки задано взаємозв'язок, виконання якого спочатку нерозв'язне при вже існуючих взаємозв'язках. Так для прикладу в ескізі, наведеному на рисунку, задана паралельність сторони шестикутника і сторони прямокутника. Далі для похилої сторони шестикутника і тієї ж сторони прямокутника намагаємося вказати колінеарність. Результат - ескіз, рішення якого не може бути знайдено.

Неприпустимий ескіз (жовтий) – ескіз, в якому знайдено неприпустиме рішення. Даний ескіз розрахований, але в результаті вийде неприпустима геометрія, наприклад, нульова довжина лінії, дуга нульового радіуса або само перетинаючийся сплайн.

Взаємозв'язки. Вікно **Добавити взаємозв'язки** в PropertyManager з'являється при натисканні кнопки  **Добавить взаимосвязь** на панелі інструментів «Взаємозв'язки ескізу» (рис. 2.6).

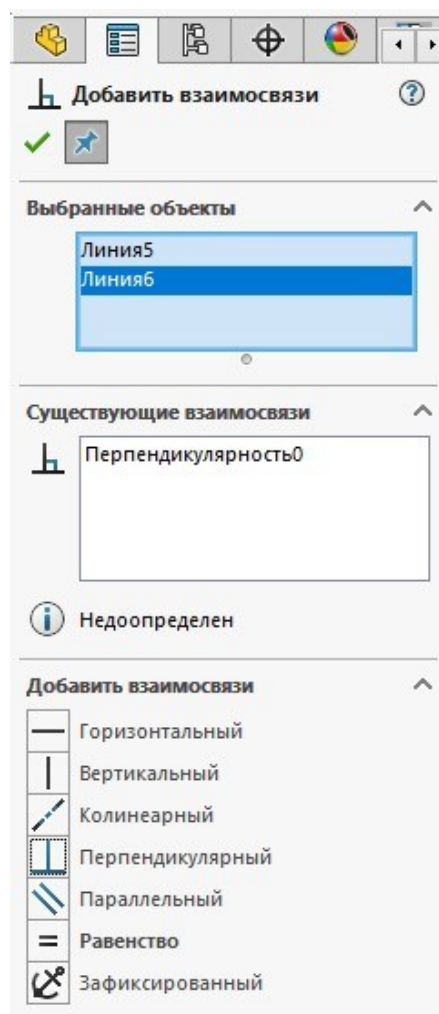


Рисунок 2.6 – Панель інструментів «Взаємозв'язки ескізу»

Можна створювати геометричні взаємозв'язки між об'єктами ескізу або між об'єктами ескізу і площинами, осями, крайками, кромками або вершинами.

На рис. 2.6 показано основні види взаємозв'язків, при наведені на які вказівника миші з'являється спливаюча підказка з короткою інформацією про кожен вид взаємозв'язку.

Щоб задати елементи ескізу для вибору взаємозв'язків досить клацнути на них мишкою в графічній області вікна програми. Назва елемента з'явиться у вікні - Вибрані елементи.

У вікні «Існуючі взаємозв'язки» можна побачити які взаємозв'язки є у вибраного об'єкту ескізу. Внизу вікна є синій значок «і» – *Інформація* – відображається значення стану обраного об'єкта ескізу (повністю визначено, недовизначено, тощо).

Види взаємозв'язків в ескізі:

Горизонтальність або *вертикальність*. Можна вибирати такі об'єкти: одну або кілька ліній, або дві або кілька точок. При цьому лінії стають горизонтальними або вертикальними (що визначається поточною системою координат ескізу). Точки вирівнюються по горизонталі або вертикалі. Можуть бути два випадки при призначенні взаємозв'язку:

Точки не визначені (не мають фіксації), то діє правило «останньої точки», згідно з яким перші обрані точки переміщуються до рівня (по горизонталі або по вертикалі) останньої обраної точки. Одна з точок визначена, інші переміщуються на її рівень.

Колінеарність. Можна вибирати такі об'єкти: дві або кілька ліній. При цьому елементи будуть лежати на одній і тій же нескінченій лінії.

Перпендикулярність. Можна вибирати такі об'єкти: дві лінії. Два елементи стануть перпендикулярні один до одного.

Паралельність. Можна вибирати такі об'єкти: дві або кілька ліній. Елементи будуть паралельні один одному.

Концентричність. Можна вибирати такі об'єкти: дві або більше дуги, або точку і дугу. В цьому випадку для дуг використовується один і той же центр.

На рис. 2.7 *a* показані дві подібні окружності. На рис. 2.7 *b* до них застосували взаємозв'язок концентричність, як видно радіуси кіл не змінилися, але їх центри збіглися.

Рівність. Якщо вибирати дві або більше лінії, або два або більше кола, то довжини ліній або радіуси кіл стають рівними (рис.2.7 *c*). У цьому випадку положення центрів кіл не змінюються, а ось радіуси стають рівні. Алгоритм роботи такий - якщо для одного кола заданий розмір, то друге коло стає рівним першому. Якщо розміри не задані, то радіуси всіх кіл стають рівними радіусу останнього кола зі списку.

Дотичність. Якщо вибрати такі об'єкти як дуга, коло, еліпс або сплайн, і лінію або коло, то вибрані два елементи стають дотичними один до одного. Випадок дотичності показано на рис.2.7 *d*.

Корадіальність. Якщо вибрати два або більше кола то у всіх вибраних елементів будуть одні і ті ж центр і радіус (рис. 2.7 *e*).

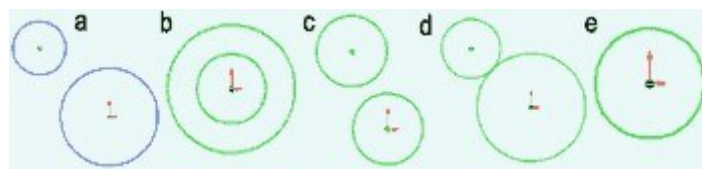


Рисунок 2.7 – Приклади застосування взаємозв'язків в ескізі

Середня точка. Якщо вибирати точку та лінію, то точка стає в центрі лінії, причому, при невизначеному ескізі, змінюється як положення точки, так і положення лінії. Ці зміни підпорядковуються наступним правилам: середня точка розташовується в точці проєкції вихідної точки на лінію. Точка проєкції може бути на продовженні лінії. Приклад обчислення довжини сторін лінії по обидві сторони точки показано на рис. 2.8.

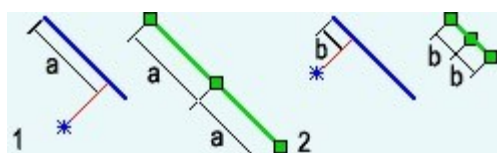


Рисунок 2.8 – Взаємозв'язок «Середня точка» між точкою і лінією

Якщо задати розмір вихідної лінії, то точка при цьому переміститься в середину лінії, яка залишається нерухомою (рис.2.9).

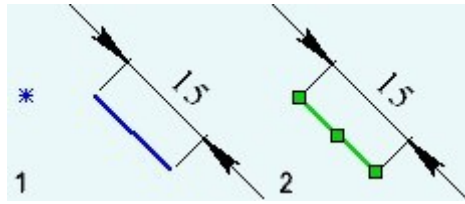


Рисунок 2.9 – Взаємозв'язок «Середня точка» між точкою і лінією з визначеним розміром

Перетин. Цей взаємозв'язок встановлює точку в місці перетину двох ліній. Для застосування перетину потрібно вибрати дві лінії і одну точку (рис. 2.10).

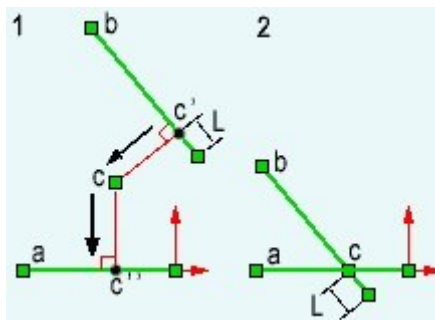


Рисунок 2.9 – Застосування взаємозв'язку «Перетин» для прямих a , b і точки c .

Співпадіння. Цей взаємозв'язок встановлює точку на лінію, дугу або еліпс. Для прямої і точки – точка встановлюється в основу перпендикуляра, опущеного на пряму (рис. 2.11). Для дуги і точки – точка встановлюється в точку дуги, найближчу до неї.

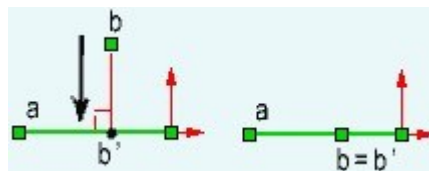


Рисунок 2.10 – Взаємозв'язок «Перетин» для прямої a і точки b .

Для того, щоб точно визначити, які з елементів ескізу будуть переміщатися і утворювати задані взаємозв'язки, бажано мати певні елементи

ескізу. В цьому випадку новостворювані елементи будуть прив'язуватися до вже існуючих елементів.

Створювати ескізи з невизначених елементів набагато складніше, ніж з визначених. Витративши декілька хвилин на завдання розмірів і взаємозв'язків можна заощадити масу часу на з'ясуванні тонкощів алгоритму переміщення невизначених елементів.

2.2. Варіанти завдань

Побудувати 3Д модель виливка згідно з заданим варіантом. Визначити масові характеристики побудованої 3Д моделі виливка. Варіанти завдань представлені у додатку А.

2.3. Зміст звіту

1. Креслення завдання згідно з варіантом.
2. Ізометричне зображення побудованої 3Д моделі виливка.
3. Масові характеристики побудованої 3Д моделі виливка. Матеріал деталі вказаний на кресленні.
4. Загальні висновки про виконану лабораторну роботу.

2.4. Приклад виконання лабораторної роботи

У якості площини для початкового ескізу обрана верхня стандартна площина. Виливок розташовуємо по центру координат. Для побудови ескізів елементів були використані наступні інструменти вкладки «Ескіз»: «Прямокутник із центру», «Багатокутник із центру», «Окружність», «Лінія», «Осьова лінія», «Дуга», «Прорізь», «Сплайн», «Округлення», «Фаска», «Дзеркально відбити об'єкти», «Відігнути об'єкти», «Перетворення об'єктів», «Зміщення об'єктів», «Лінійний і круговий масиви» (рис. 2.11). На ескізи нанесені розміри й взаємозв'язки, що визначають положення елементів ескізів відносно один одного, згідно з розмірами та вимогами

креслення виливка. Ескізи будуються на стандартних площинах, спеціально створених площинах чи на площинах, які належать попередньо створеним поверхням виливка.

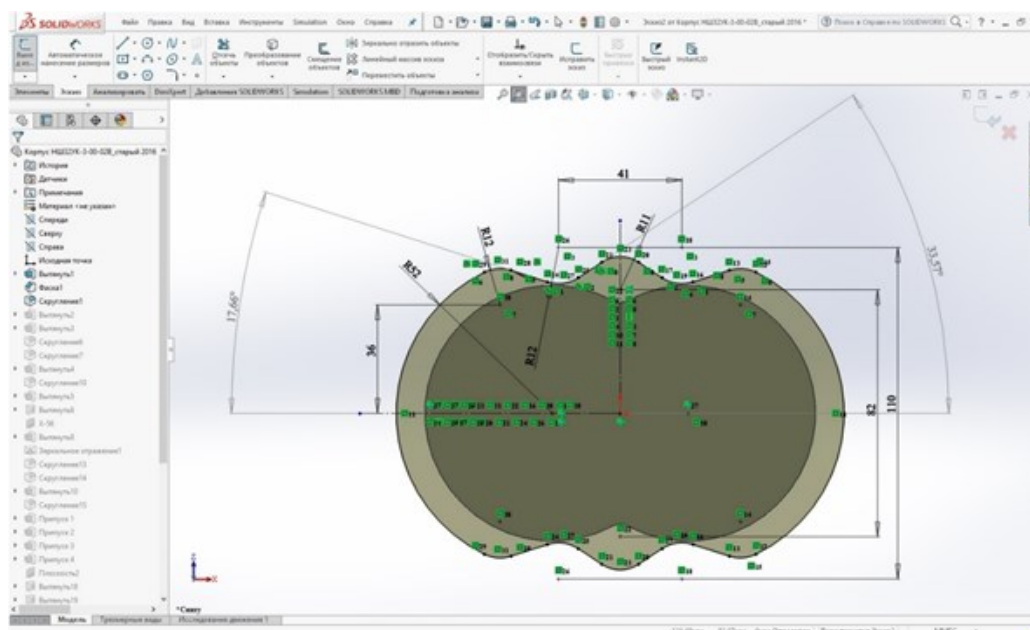


Рисунок 2.11 – Побудова ескізу нижньої частини виливка

Для побудови елементів за попередньо створеними ескізами були використані наступні інструменти вкладки «Елементи»: «Витягнута бобишка/основа», «Повернута бобишка/основа», «Бобишка/основа по траєкторії», «Бобишка/основа по перерізах», «Бобишка/основа на границі», «Витягнутий виріз», «Отвір під кріплення», «Повернутий виріз», «Виріз по траєкторії», «Виріз по перерізах», «Виріз по границі», «Скруглення», «Фаска», «Ребро», «Лінійний і круговий масиви», «Дзеркальний масив», «Масиви, які керуються кривими, ескізами, таблицями, зразками заповнення та розмірами», «Уклон», «Оболонка», «Перенос», «Перетин», «Інструменти ливарної форми» тощо. Побудова відповідного елемента відбувається за розмірами, геометрією і взаємозв'язками, які визначають положення і геометрію елементів відносно один одного, згідно з розмірами та вимогами креслення виливка. На рис. 2.12 показано приклад побудови твердотільної 3Д-моделі основи виливка за попередньо побудованим на площині ескізом. Побудова здійснюється за допомогою інструмента вкладки «Елементи»

«Бобишка/основа витягнути» на відстань 8,5 мм від площини ескізу в заданому напрямку.

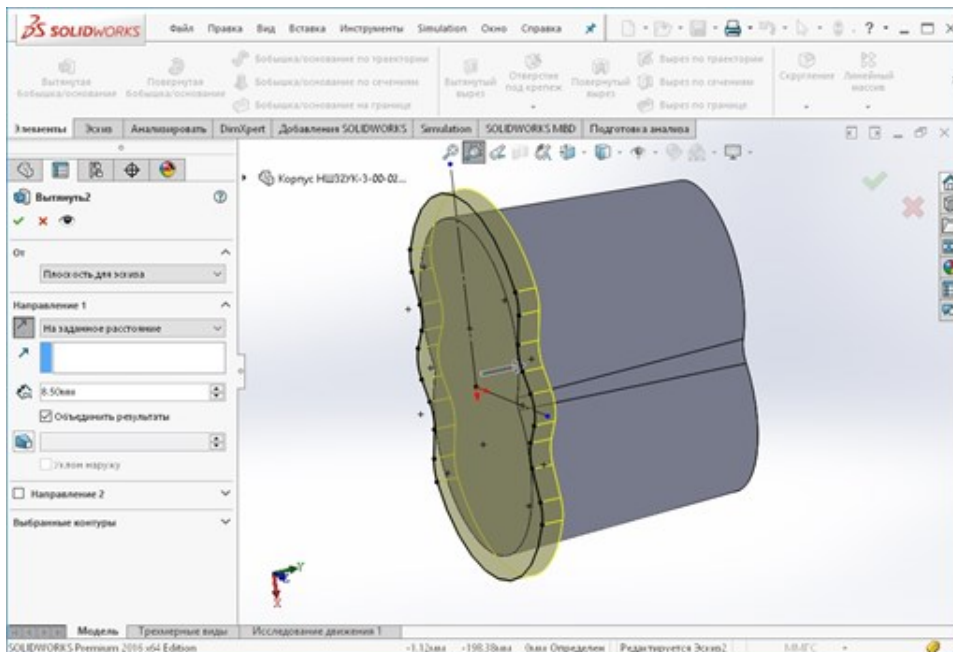


Рисунок 2.12 – Приклад побудови 3Д-моделі основи виливка за допомогою інструменту «Бобишка/основа витягнути»

Після побудови всіх необхідних елементів отримуємо 3Д-моделі виливка «Корпус НШЗ2УК» (рис. 2.13)

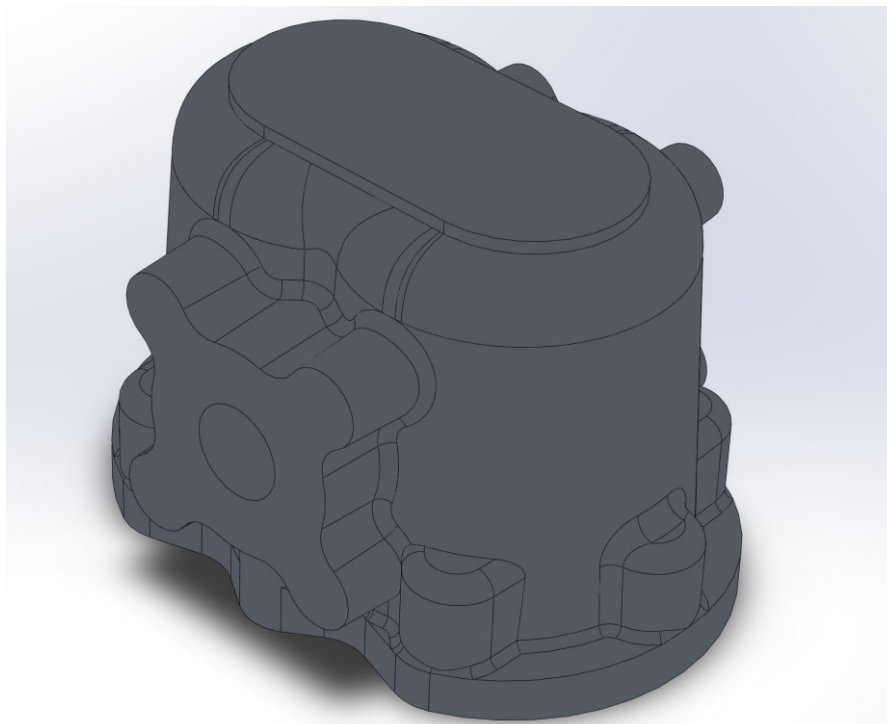


Рисунок 2.13 – Ізометричне зображення побудованої 3Д моделі виливка корпус НШЗ2УК

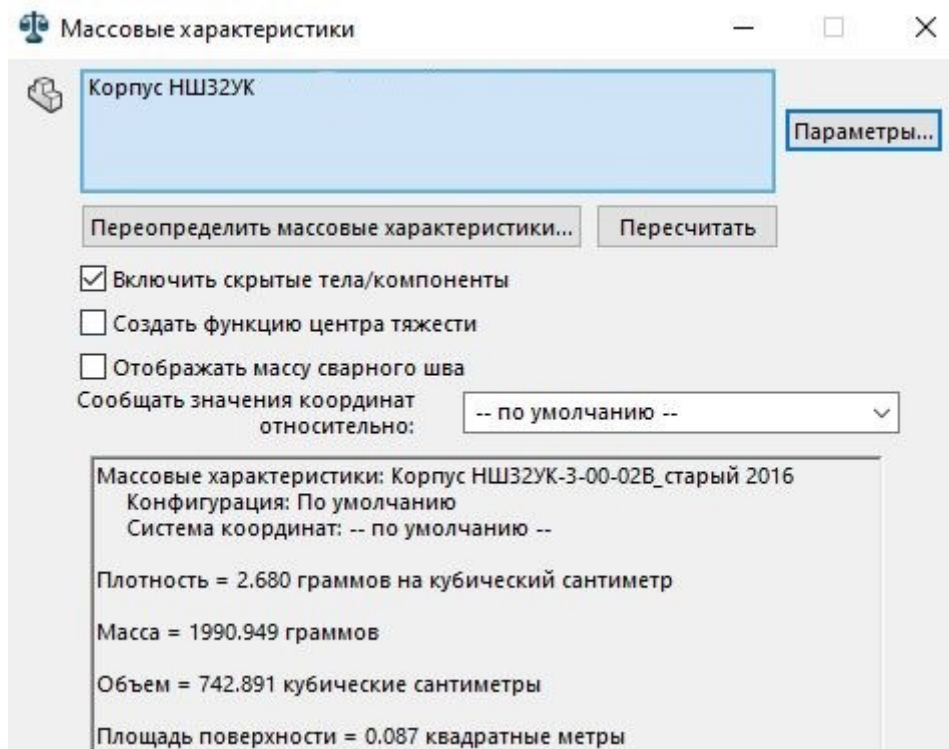


Рисунок 2.14 – Масові характеристики побудованої 3Д моделі виливка корпус НШ32УК

2.5. Контрольні запитання

1. Які існують інструменти для роботи з ескізами?
2. Які існують напрями видавлювання?
3. Які існують види взаємозв'язків в ескізі?
4. За допомогою яких чотирьох базових операцій над ескізом можна створювати формотворні елементи 3Д моделі?
5. Які бувають стани ескізу?
6. Що таке Корадіальність?
7. Навіщо створюють геометричні взаємозв'язки між елементами в ескізі?
8. Чи можна створювати ескізи з невизначених елементів?

2.6. Правила техніки безпеки

1. При роботі за комп'ютером необхідно дотримуватись загальних правил

тривалості роботи, правильної постави, розміру шрифтів та зображень, вимог до приміщення тощо.

2. Після кожного часу роботи рекомендується робити десяти хвилинну перерву, яку зручно суміщати з провітрюванням. За будь-яких умов безперервна робота за комп'ютером для дорослої людини не повинна перевищувати двох годин. Під час перерви не варто читати книгу або переглядати інформацію в смартфоні. Перерва, яку Ви проводите за комп'ютером (наприклад, граючись або шукаючи матеріали в Інтернеті), просто не має сенсу.

3. Слідкуйте за поставою. Сидіти необхідно прямо, зручно, не напружуючись. Відстань від очей до екрану монітора – не менше 50-70 см. Центр екрану має знаходитися на рівні очей чи трохи нижче.

4. При роботі з текстом рекомендується, щоб колір шрифту був темним, а колір фону – світлим (ідеальний варіант – чорний шрифт на білому фоні).

5. Якщо шрифт занадто дрібний, то потрібно збільшити масштаб документу (наприклад, до 150% чи більше).

6. Якщо з'явилося відчуття втоми, напруження, сонливості, тяжкості в очах, потрібно припинити роботу та хоча б трохи відпочити.


Лабораторна робота № 3

ПОБУДОВА 3-Д МОДЕЛІ ЛИВНИКОВО-ЖИВИЛЬНОЇ СИСТЕМИ ВИЛИВКА

Мета роботи – Ознайомитись з основними принципами роботи з ескізами, інструментами для побудови елементів за попередньо створеними ескізами на вкладці «Елементи» та побудувати 3Д модель ливниково-живильної системи вилівка за варіантом.

3.1. Теоретичні відомості

Побудова нового двомірного ескізу. Для того щоб відкрити новий ескіз,

натисніть кнопку Ескіз  на панелі інструментів «Ескіз» або виберіть Вставка -> Ескіз. Новий ескіз відкривається на площині Спереду (площина за замовчуванням).

Для того щоб почати створення ескізів на іншій площині дерева конструювання, перед відкриттям ескізу виберіть необхідну площину в дереві конструювання FeatureManager.

Для того щоб почати створення ескізів на іншій площині моделі (або грані), перед відкриттям ескізу натисніть на відповідну грань.

Контекстні меню. У міру набуття досвіду роботи з інструментами ескізу, з'явиться сенс використовувати контекстне меню, як більш швидкий і зручний спосіб вибору задач.

Якщо натиснути правою кнопкою миші після малювання об'єкта, контекстне меню дозволяє вибрати інший інструмент ескізу, без переміщення вказівника на панель інструментів або до головного меню (рис.3.1). Контекстне меню змінюється в залежності від виконуваної завдання. В елементах меню

відображаються лише операції, що застосовуються в даному конкретному випадку.

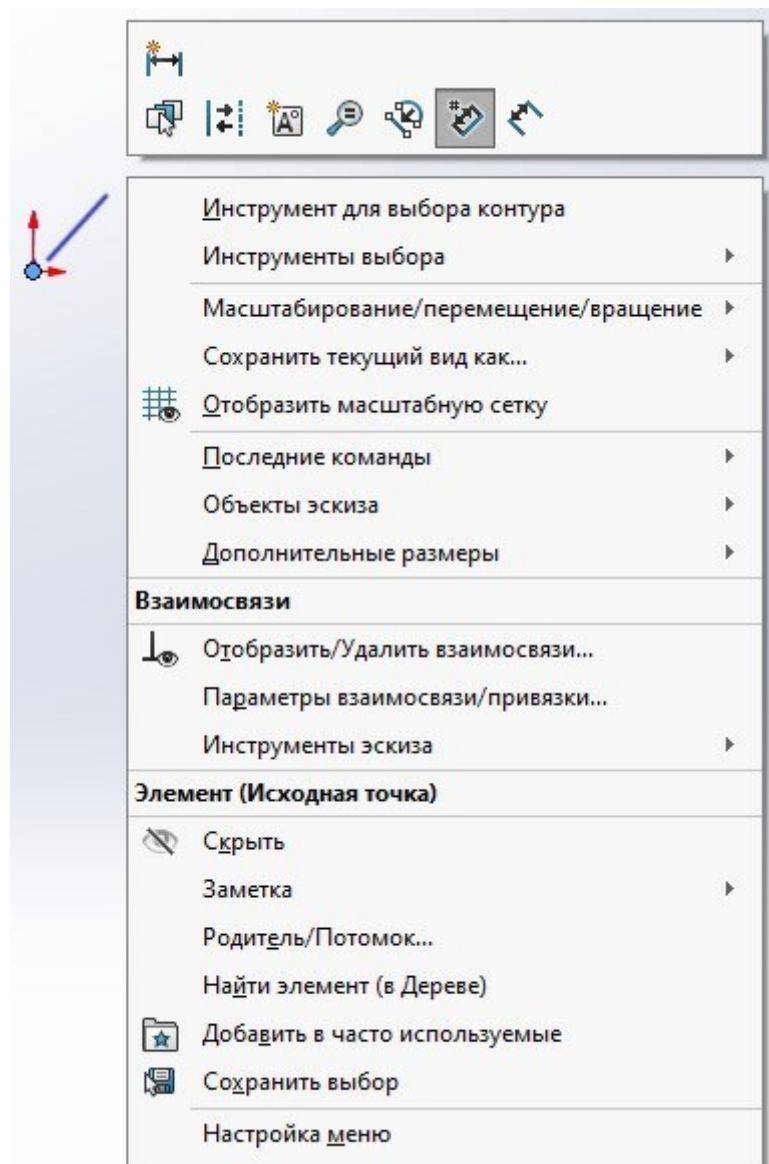


Рисунок 3.1 – Контекстне меню елемента ескізу «Точка»

Використання контекстних меню - це найбільш ефективний спосіб роботи, при якому не потрібно витратити час на переміщення курсора до основних меню або кнопок панелі інструментів. Наприклад, за допомогою контекстного меню можна виконати наступні операції в ескізі:

- Вибрати інструмент, не витрачаючи час на переміщення курсора до панелі інструментів;
- Змінювати вид ескізу;

- Вибрати інструмент для нанесення розмірів;
- Додати взаємозв'язки в об'єкти ескізу або відобразити / видалити взаємозв'язки;
- Вийти з ескізу.

Вирізання, копіювання і вставка в ескізах. Можна вирізати і вставляти або копіювати і вставляти один або більше об'єктів ескізу, як з одного ескізу в інший, так і всередині одного ескізу.

Виберіть об'єкти ескізу і перетягніть, використовуючи такі клавіші:

- Для копіювання всередині одного документа або в інші документи натисніть при перетягуванні клавішу Ctrl.
- Для переміщення всередині одного ескізу натисніть клавішу Shift.
- Для переміщення між різними документами натисніть клавішу Ctrl і перетягніть ескіз в другій документ. Потім відпустіть клавішу Ctrl, натисніть клавішу Shift і відпустіть кнопку миші, встановивши ескіз.

Крім цього, можна копіювати шляхом вибору одного або декількох об'єктів ескізу і вибору команд «Правка» -> «Копіювати» або за допомогою натискання клавіш Ctrl + C. Потім можна вставити об'єкти, натиснувши лівою кнопкою миші в графічній області і вибравши «Правка» -> «Вставити» або натиснувши клавіші Ctrl + V. Центр вставленого ескізу буде в точці, зазначеній натисканням кнопки миші.

Копіювання і вставка цілих ескізів. Можна копіювати весь ескіз і вставляти його на грань в поточній деталі, а також можна вставляти його в інший ескіз або документ деталі, зборки або креслення. При цьому повинен бути відкритий цільовий документ.

Для копіювання і вставки ескізу:

- Виберіть ескіз в дереві конструювання FeatureManager.
- Виберіть «Правка» -> «Копіювати» або натисніть клавіші Ctrl + C.
- В ескізі або документі натисніть в тому місці, де повинен бути центр ескізу.
- Виберіть «Правка» -> «Вставити» або натисніть клавіші Ctrl + V.

Редагування ескізу. Для редагування ескізу: Натисніть правою кнопкою миші на Імені ескізу, який потрібно відредагувати, в дереві конструювання, або на об'єкті ескізу в неактивному ескізі

Для елементів, які були створені за допомогою декількох ескізів (елементів по траєкторії або по перетинах), натисніть правою кнопкою миші на ескізі в дереві конструювання. Виберіть «Редагувати ескіз». Після закінчення редагування натисніть кнопку «Ескіз» або натисніть правою кнопкою миші ескізі і виберіть «Вихід із ескізу».

Тіла обертання – геометричні тіла, отримані шляхом обертання геометричної фігури або її частини навколо осі. Створення тіл обертання (циліндр, конус, усічений конус) можливо двома способами: обертанням і видавлюванням.

Створення тіл обертання: куля, тор, глобоїд можливо тільки обертанням. Спосіб видавлювання аналогічний побудові багатогранників.

Панель інструментів «Елементи» (рис.3.2) включає в себе елементарні операції з тривимірними об'єктами. Потримайте вказівник миші над кнопками панелі «Елементи», щоб дізнатися призначення кнопки або натисніть на посилання, щоб перейти до відповідного розділу.



Рисунок 3.2 – Панель інструментів «Елементи»

Тут представлені найбільш часто використовувані інструменти. З повним списком можна ознайомитися, зайшовши в меню «Інструменти» - «Налаштування» - «Команди» і вибравши панель «Елементи».

Витягнута бобишка/основа. На рис. 3.3 представлена панель Менеджера властивостей при виконанні операції «Витягнута бобишка/основа». Потримайте вказівник миші над елементами управління менеджера властивостей для того, щоб дізнатися призначення кожного елемента.

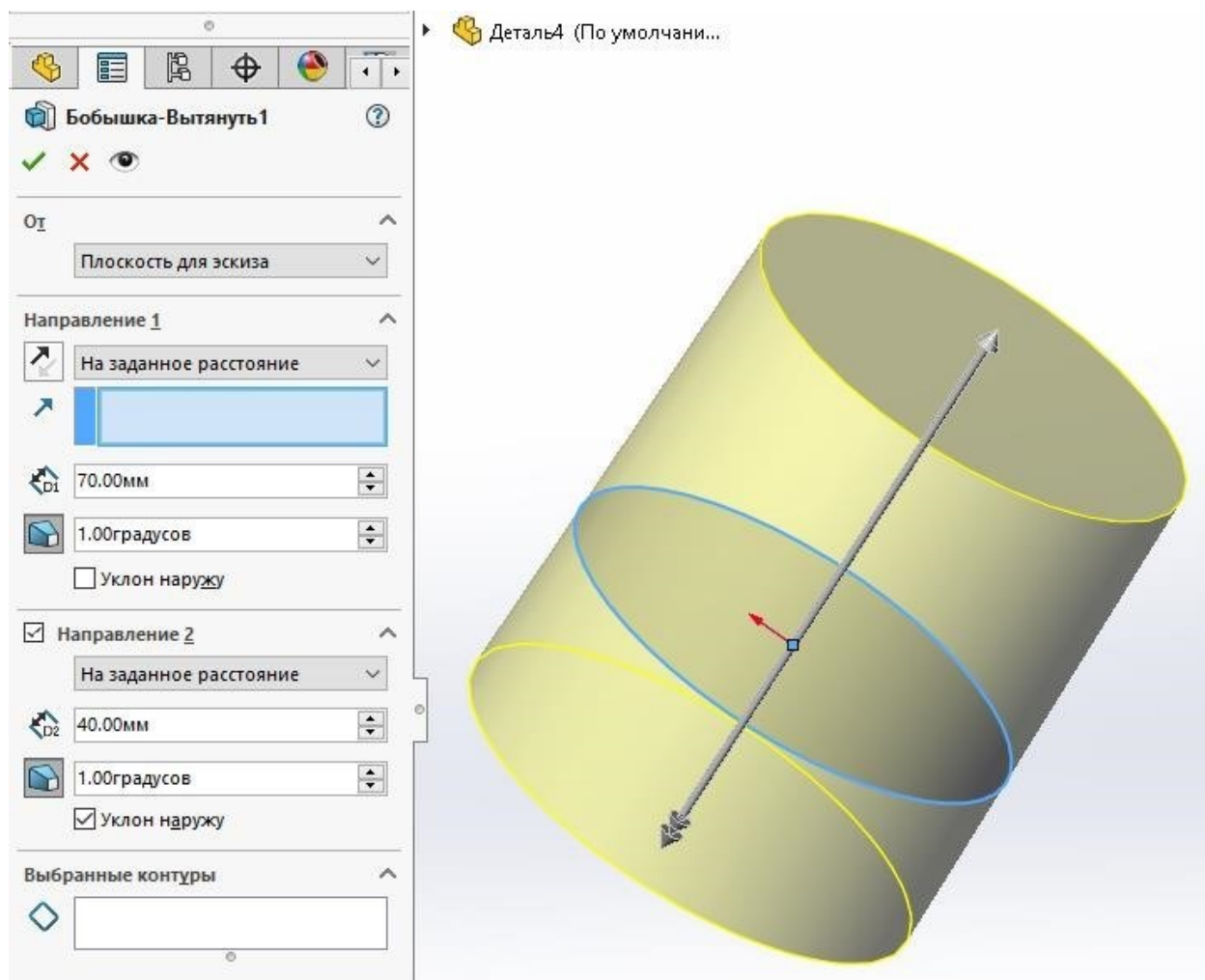


Рисунок 3.3 – Операція «Витягнута бобишка/основа»

Витягування ескізу можна уявити як створення об'ємної фігури з плоскою шляхом витягування її контуру в напрямку осі, перпендикулярній площині ескізу із заповненням матеріалом отриманого об'єму. Так, наприклад, витягаючи коло ми отримуємо циліндр, з прямокутника отримуємо паралелепіпед і так далі.

При витягуванні елемента вказуються «Граничні умови витягування». Доступні параметри залежать від обраного типу витягування.

За замовчуванням програма пропонує провести витягування в одному напрямку від площини вихідного ескізу. У граничних умовах площина вихідного ескізу називається «середньою поверхнею». Початковий напрямок показується маркером.

Якщо не влаштовує початковий напрямок витягування, то змінити його можна як за допомогою маркера, так і за допомогою кнопки «Реверс напрямку». Якщо вам потрібно витягнути ескіз в двох напрямках від середньої поверхні є два способи.

Можна вибрати граничну умову «Від середньої поверхні». При цьому модель витягується симетрично в обидва боки від середньої поверхні на відстань, задану параметром «Глибина».

Якщо необхідно витягнути бобишку на різні відстані в кожному напрямку, активуйте прапорець «Напрямок 2» і виберіть для обох напрямків граничну умову «На задану відстань». Введіть потрібні відстані в полях «Глибина» для кожного напрямку.

Гранична умова «До вершини» обмежує глибину витягування перпендикуляром, проведеним із заданої вершини на напрямок витягування (рис. 3.4).

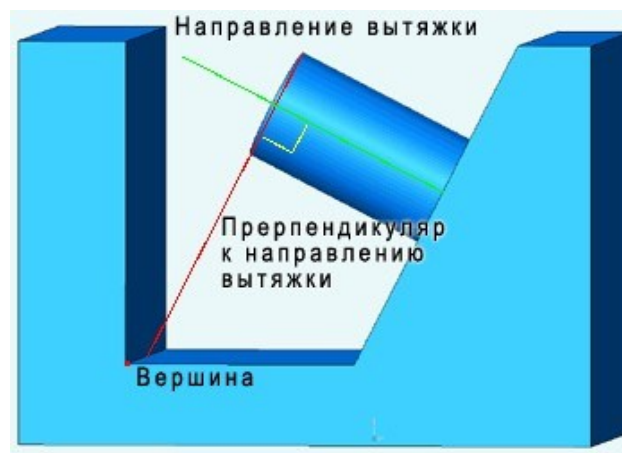


Рисунок 3.4 - Гранична умова «До вершини»

Гранична умова «До поверхні» працює практично так-же, як і умова «До вершини», але на відміну від останнього торець бобишки впритул примикає до обраної поверхні.

Подібним чином працює і гранична умова «На відстань від поверхні». За допомогою цієї умови можна зупинити витягування на деякій відстані від заданої поверхні (рис. 3.5). При цьому торець бобишки буде паралельний до обраної поверхні.

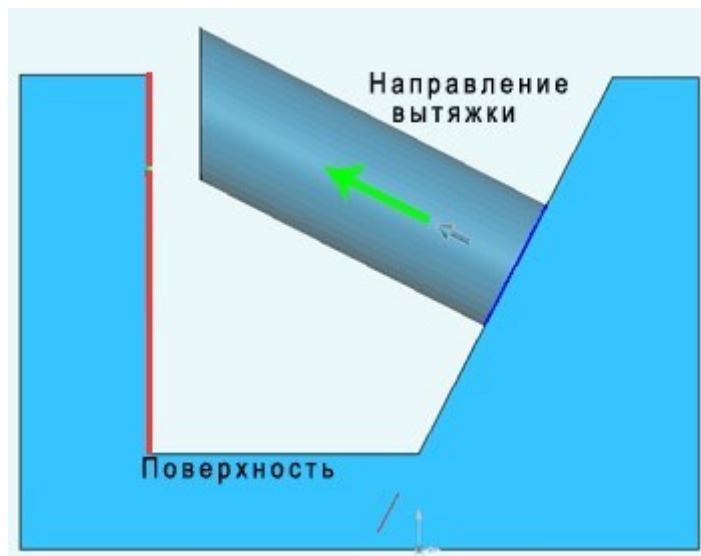


Рисунок 3.5 – Гранична умова «На відстань від поверхні»

Гранична умова «Через все» витягує елемент від площини ескізу через всю існуючу геометрію, як показано на рис. 3.6. Торець бобишки зрізається по перпендикуляру, опущеного з крайньої точки моделі на напрямок витягування.

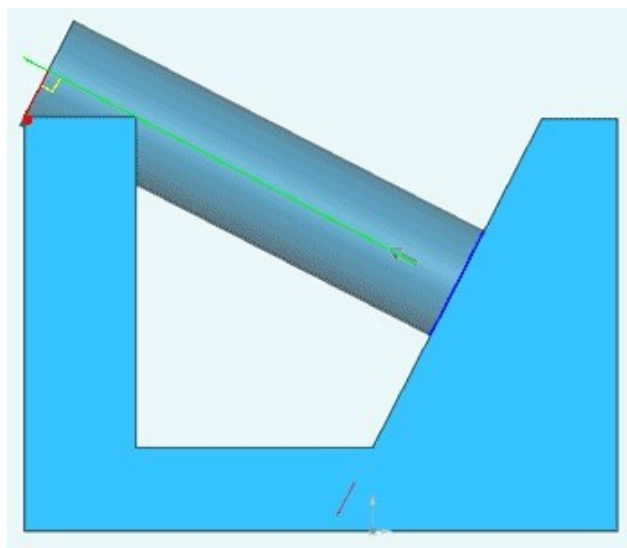


Рисунок 3.6 – Гранична умова «Через все»

Гранична умова «Середня площина», як уже було сказано вище, витягує бобишку на однакові відстані в обох напрямках від площини ескізу. Це можна побачити на рис. 3.7. Відстані «А» рівні між собою і дорівнюють параметру «Глибина».

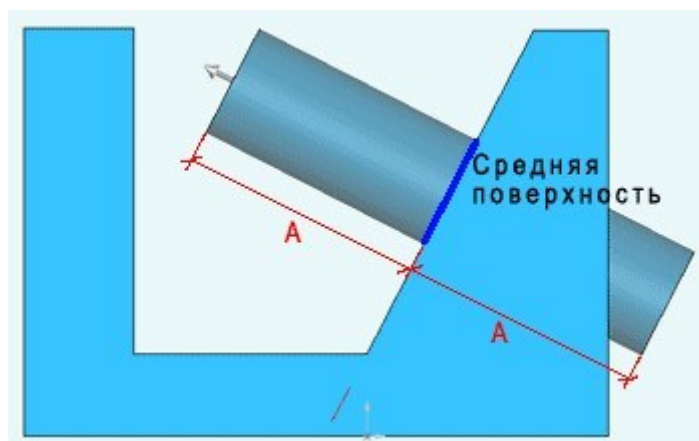


Рисунок 3.7 – Гранична умова «Середня площина»

Гранична умова «Уклон». При використанні уклону ескізи середньої поверхні і торця бобишки є подібними. При уклоні всередину ескіз торця бобишки виходить менше ескізу основи, при уклоні назовні – більше. На 3Д моделі це виглядає як зрізана піраміда, або як усічений конус. Уклон задається в градусах між загальним напрямком витягування та бічною поверхнею. На рис. 3.8 показаний уклон «всередину» і буквою «А» позначений кут нахилу.

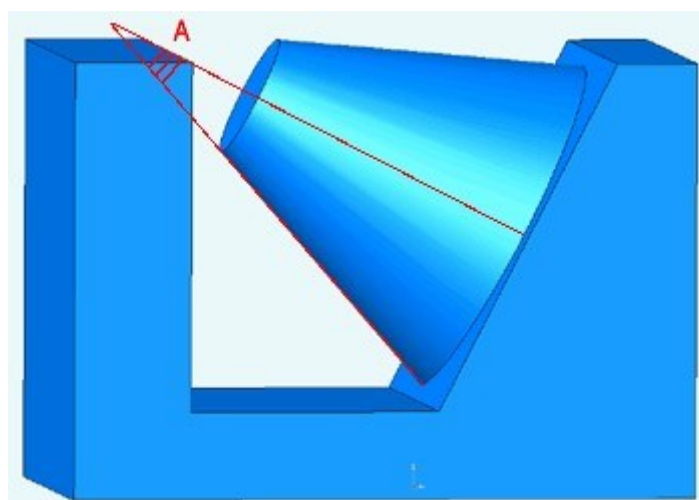


Рисунок 3.8 – Гранична умова «Уклон»

Витягнутий виріз. На рис. 3.9 представлена панель Менеджера властивостей при виконанні операції «Витягнутий виріз». Потримайте вказівник миші над елементами управління менеджера властивостей для того, щоб дізнатися призначення кожного елемента.

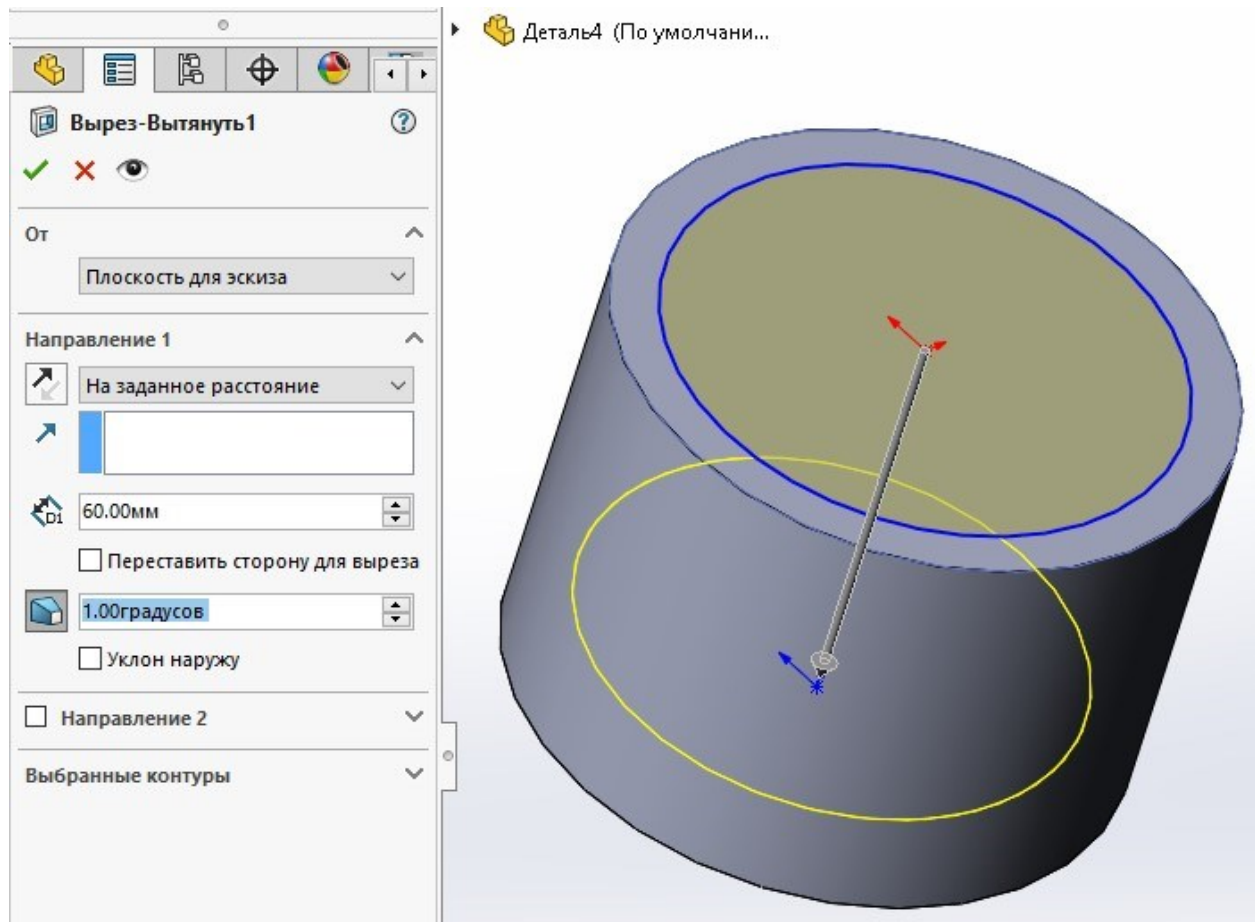


Рисунок 3.9 – Менеджера властивостей операції «Витягнутий виріз»

Витягнутий виріз – це операція, по суті своїй зворотна витягуванню. Якщо при витягуванні ми створювали об’єм, заповнений матеріалом, витягаючи ескіз, то при створенні вирізу ми прибираємо об’єм з уже створеної моделі. Вирізи застосовуються як для створення отворів різної форми, так і для створення канавок, прибирання частини матеріалу, тощо.

Виріз створюється на вже попередньо створеному тілі 3Д моделі.

Виріз, як і бобишка створюється з ескізу на плоскій грані моделі, або на окремій площині (рис.3.10).

Для створення витягнутого вирізу треба зробити ескіз активним, натиснути кнопку «Витягнутий виріз» на панелі інструментів «Елементи», або увійти в меню «Вставка» - «Виріз»- «Витягнути».

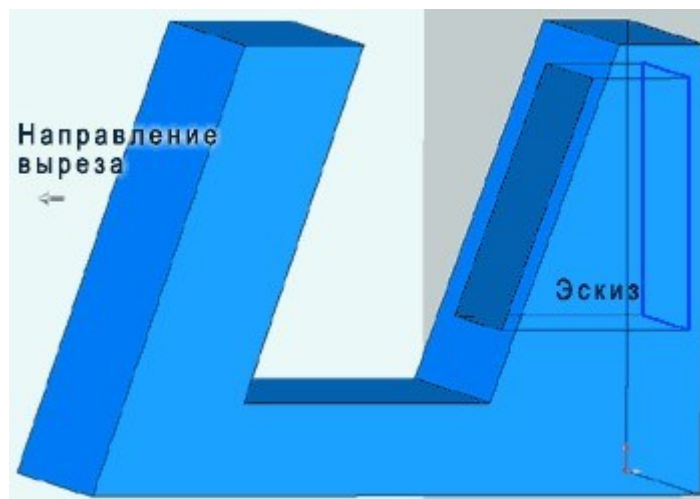


Рисунок 3.10 – Операція «Витягнутий виріз»

В основному елементи Менеджера властивостей при виконанні операції вирізу збігаються з аналогічними елементами при виконанні операції витягування бобишки, але є й відмінності.

Граничні умови «На задану відстань», «Наскрізь», «До вершини», «До поверхні», «На відстані від поверхні» і «Середня площина» працюють так само, як і аналогічні умови при витягуванні бобишки.

Гранична умова «До наступної». Ця гранична умова робить виріз у напрямку до першої на шляху вирізу грані або поверхні. На рис. 3.10 показана «П-подібна» модель, до однієї з «ніжок» якої застосована операція вирізу «До наступної». В результаті прямокутний отвір утворився лише в одній «ніжці» моделі.

Гранична умова «Переставити сторону для вирізу». За замовчуванням виріз виконується з ВНУТРІШНЬОЇ сторони ескізу. Якщо треба прибрати матеріал ЗОВНІ ескізу, використовується цей параметр. На рис. 3.11 «А»

показаний виріз за замовчуванням, а на рис. 3.11 «В» - виріз з використанням параметра «Переставити сторону для вирізу».

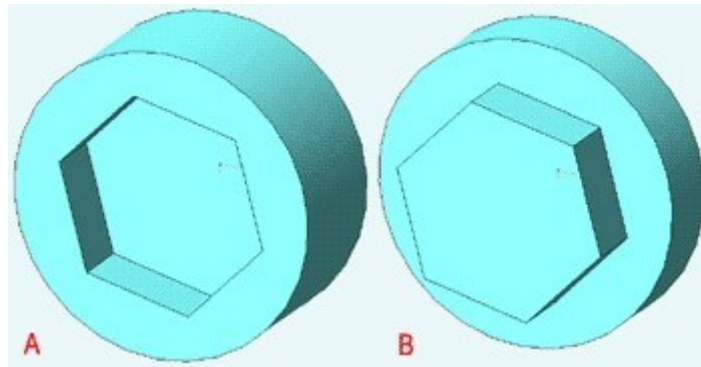


Рисунок 3.11 – Гранична умова «Переставити сторону для вирізу»

Лінійний масив. На рис 3.12 представлена панель Менеджера властивостей при виконанні операції «Лінійний масив». Потримайте вказівник миші над елементами управління менеджера властивостей для того, щоб дізнатися призначення кожного елемента.

Лінійний масив призначений для створення подібних геометричних об'єктів, розташованих на прямій, або на площині. Лінійний масив здійснює копіювання обраних об'єктів через певну відстань. Прикладом лінійного масиву може служити розташування вікон в багатоповерховому будинку або розташування ліхтарних стовпів вздовж дороги, шпал на залізниці тощо Щоб створити найпростіший лінійний масив виконайте наступні кроки:

- 1) Створіть витягнуту основу у вигляді прямокутного паралелепіпеда.
- 2) Виберіть будь-яку його грань і виріжте в її кутку отвір.
- 3) Натисніть кнопку «Лінійний масив», або зайдіть в меню «Вставка» - «Масив/Дзеркало» - «Лінійний масив».
- 4) Вкажіть в якості «Напрямок 1» одне з ребер основи.
- 5) Активізуйте вікно «Копіювати елементи» і натисніть на отвір. Як альтернативний варіант можна активізувати вікно «Копіювати грані» і вибрати по черзі всі грані, з яких складається отвір. Бічна циліндрична поверхня отвору

теж вважається гранню. Копіювання граней буває корисно в разі, якщо модель імпортована з іншої програми і містить тільки грані, а не елементи.

б) Задайте число копійованих елементів і відстань між ними. У графічній області буде показано попереднє розташування отворів масиву (рис. 3.12).

Якщо необхідно, скористайтеся кнопкою «Реверс напрямку» для того, щоб скопійовані елементи розташовувалися по іншу сторону від вихідного.

7) Натисніть «ОК».

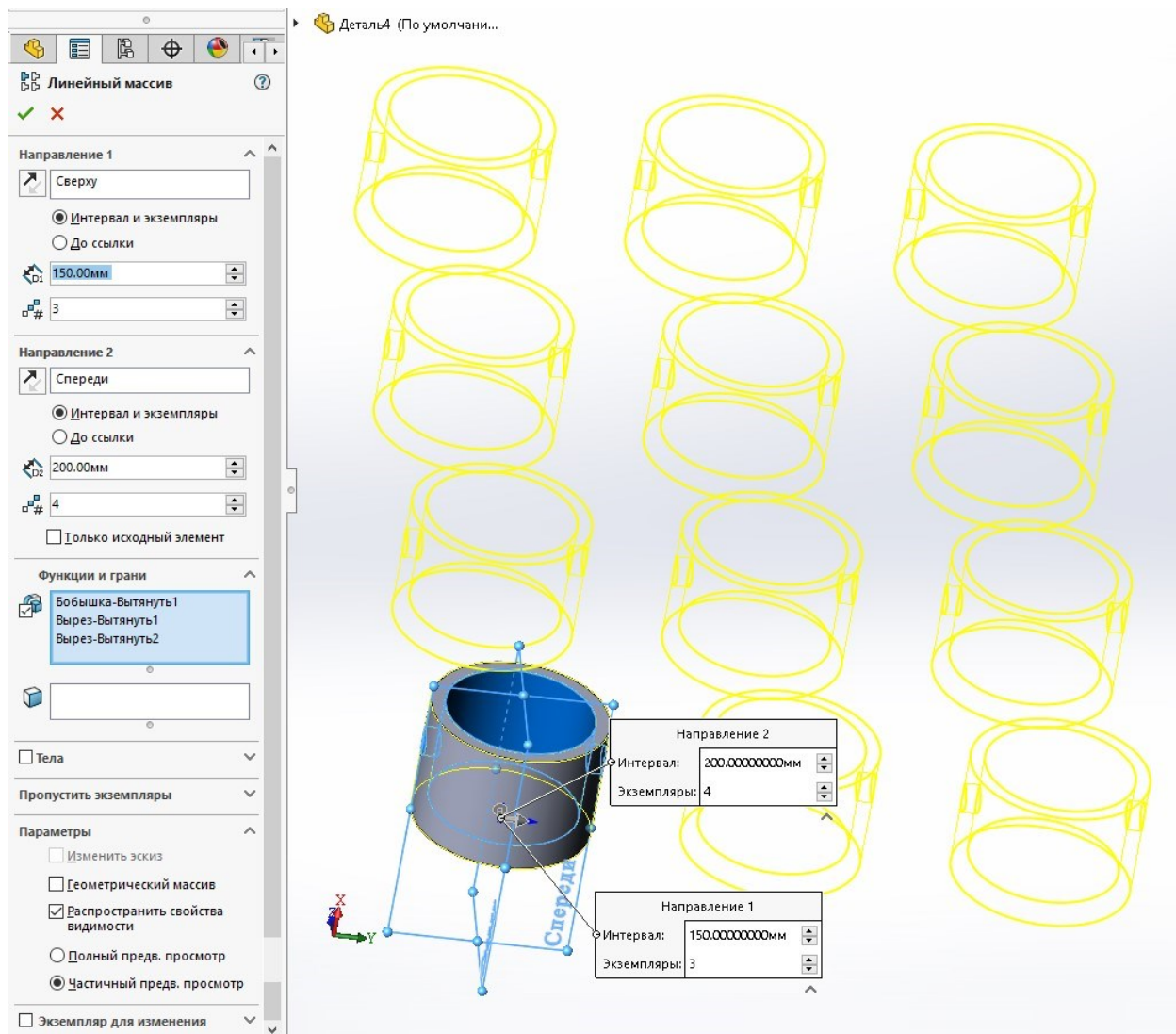


Рисунок 3.12 – Менеджер властивостей операції «Лінійний масив»

В результаті вийде ряд отворів на заданій вамі відстані. Уважно стежте, щоб який-небудь елемент масиву не «завис у повітрі», тобто всі елементи масиву повинні розташовуватись на поверхні попередньо побудованої 3Д моделі паралелепіпеда, хоча б частково. В іншому випадку SolidWorks видасть повідомлення про помилку.

У вікні «Напрямок 2» є додатковий параметр «Лише вихідний елемент». Він дозволяє при створенні масиву в двох напрямках копіювати в другому напрямку тільки вихідний елемент і не копіювати копії елемента в напрямку 1. На рис. 3.13 «В» показано результат побудови при ввімкненні цього параметра.

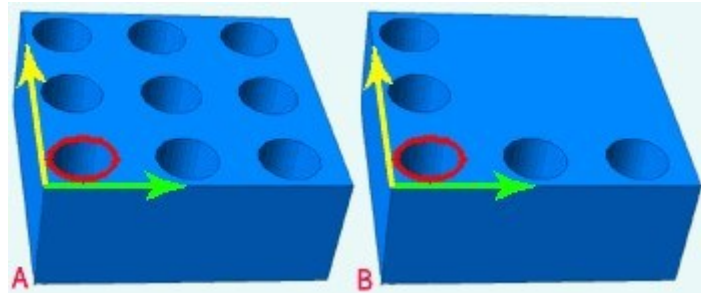


Рисунок 3.13 – Застосування параметра «Лише вихідний елемент»

Вікно «Пропустити екземпляри» служить для виключення з масиву деяких елементів. Для того, щоб виключити елементи з масиву, активізуйте вікно «Пропустити екземпляри». При цьому біля кожного елемента масиву з'явиться маркер, натиснувши на який можна внести елемент в список виключених. Щоб знову відобразити елемент – виберіть його в списку вікна «Пропустити екземпляри» та натисніть на клавіатурі клавішу «Delete».

Круговий масив. На рис. 3.14 представлена панель Менеджера властивостей операції «Круговий масив». Потримайте вказівник миші над елементами управління менеджера властивостей для того, щоб дізнатися призначення кожного елемента.

«Круговий масив» призначений для створення подібних геометричних об'єктів, розташованих по колу. Круговий масив здійснює копіювання обраних об'єктів, повертаючи їх на певний кут. Прикладом кругового масиву можуть служити спиці в колесі, сидіння каруселі тощо

Елементи менеджера властивостей і загальні прийоми роботи з круговим масивом практично такі ж, що і при роботі з лінійним масивом. Однак, є й деякі відмінності, які ми зараз і розглянемо.

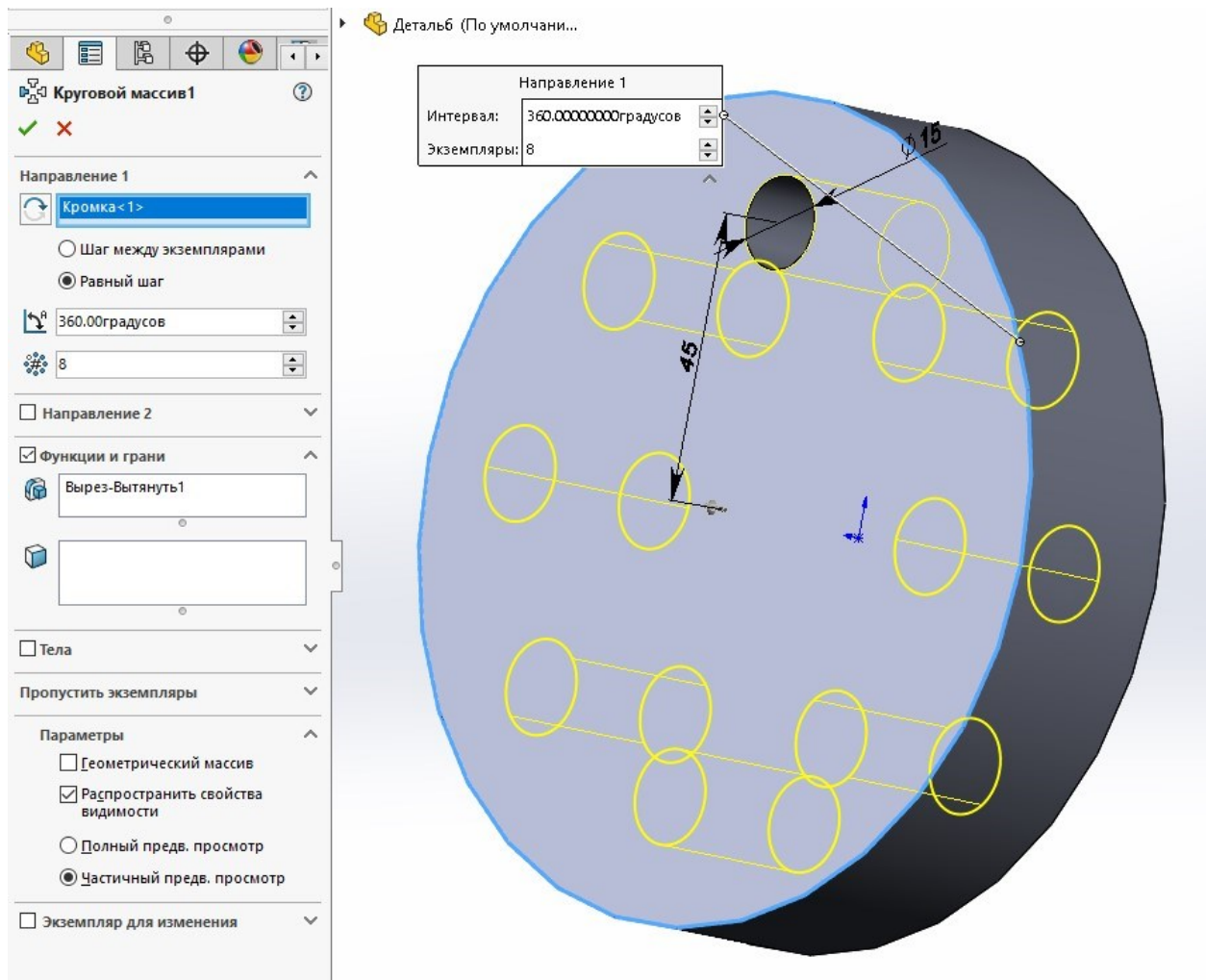


Рисунок 3.14 – Менеджер властивостей операції «Круговий масив»

По-перше, круговий масив не має напрямків. Замість них використовується поняття «Масив осі». Оскільки для розміщення елементів по колу потрібна вісь, вона повинна бути задана.

В якості осі може виступати як елемент «Вісь», так і будь-яке ребро або кромка, наявні в моделі.

По-друге, замість відстані між екземплярами вказується «Кут» між екземплярами.

У вікні налаштування є параметр «Рівний крок». Його дія зводиться до обчислення кута між сусідніми елементами шляхом ділення «Сумарного кута» на «Кількість екземплярів». За замовчуванням «Сумарний кут» дорівнює 360° . Значення «Сумарного кута» при активації параметра «Рівний крок» стає на тому ж місці, де знаходився параметр «Кут».

Кнопка «*Реверс напрямку*» перевертає напрямок осі на 180 градусів. В результаті відлік починає вестися в іншу сторону. (Наприклад, був за годинниковою стрілкою, а став проти годинникової стрілки).

Дзеркальне відображення елемента. На рис3.15 представлена панель Менеджера властивостей операції «Дзеркальне відображення елемента». Потримайте вказівник миші над елементами управління менеджера властивостей для того, щоб дізнатися призначення кожного елемента.

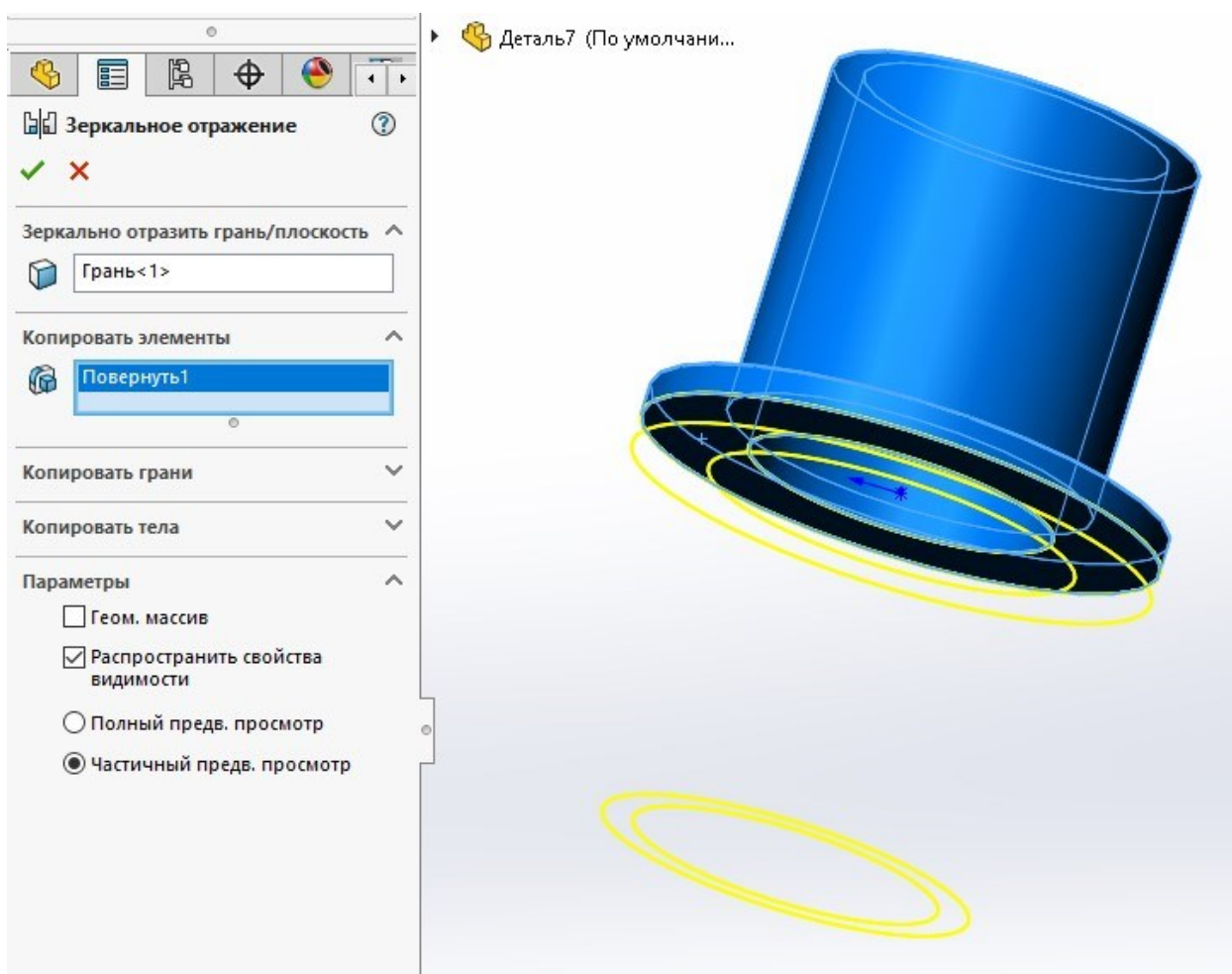


Рисунок 3.15 – Менеджер властивостей операції «Дзеркальне відображення елемента»

«Дзеркальне відображення елемента» створює копію елемента або (декількох елементів), які дзеркально відображаються відносно площини.

Якщо необхідно змінити вихідний елемент, дзеркально відбитий елемент теж змінюється.

Для створення дзеркального відображення елемента:

- Натисніть *«Дзеркальне відображення елемента»* на панелі інструментів *«Елементи»* або виберіть *«Вставка»*, *«Масив/Дзеркало»*, *«Дзеркальне відображення елемента»*.
- Виберіть вікно Площина симетрії і виберіть площину або грань.
- Вибравши вікно Копіювати елементи, натисніть на елемент або елементи в моделі або дереві конструювання Feature Manager.
- Якщо необхідно дзеркально відобразити тільки геометрію елемента (грані і кромки), а не весь елемент, виберіть *«Геометричний масив»*. Параметр *«Геометричний масив»* прискорює створення і перестроювання масиву. Також неможливо створювати геометричні масиви елементів, межі яких злиті з іншою деталлю.

3.2. Варіанти завдань

Побудувати 3Д модель ливниково-живильної системи згідно з заданим варіантом. Визначити масові характеристики побудованої 3Д моделі ливниково-живильної системи. Варіанти завдань представлені у додатку А.

3.3. Зміст звіту

1. Креслення завдання згідно з варіантом.
2. Ізометричне зображення побудованої 3Д моделі ливниково-живильної системи.
3. Масові характеристики побудованої 3Д моделі ливниково-живильної системи. Матеріал деталі вказаний на кресленні.
4. Загальні висновки про виконану лабораторну роботу.

3.4. Приклад виконання лабораторної роботи

У якості площини для початкового ескізу обрана верхня стандартна площина. Вісь ливниково-живильної системи розташовуємо по центру координат. Для побудови ескізів елементів були використані наступні інструменти вкладки «Ескіз»: «Прямокутник із центру», «Багатокутник із центру», «Окружність», «Лінія», «Осьова лінія», «Дуга», «Прорізь», «Сплайн», «Округлення», «Фаска», «Дзеркально відбити об'єкти», «Відітнути об'єкти», «Перетворення об'єктів», «Зміщення об'єктів», «Лінійний і круговий масиви». На ескізи нанесені розміри й взаємозв'язки, що визначають положення елементів ескізів відносно один одного, згідно з розмірами та вимогами креслення вилівка. Ескізи будуються на стандартних площинах, спеціально створених площинах чи на площинах, які належать попередньо створеним поверхням.

Для побудови елементів за попередньо створеними ескізами були використані наступні інструменти вкладки «Елементи»: «Витягнута бобишка/основа», «Повернута бобишка/основа», «Бобишка/основа по траєкторії», «Бобишка/основа по перерізах», «Бобишка/основа на границі», «Витягнутий виріз», «Отвір під кріплення», «Повернутий виріз», «Виріз по траєкторії», «Виріз по перерізах», «Виріз по границі», «Скруглення», «Фаска», «Ребро», «Лінійний і круговий масиви», «Дзеркальний масив», «Масиви, які керуються кривими, ескізами, таблицями, зразками заповнення та розмірами», «Уклон», «Оболонка», «Перенос», «Перетин», «Інструменти ливарної форми» тощо. Побудова відповідного елемента відбувається за розмірами, геометрією і взаємозв'язками, які визначають положення і геометрію елементів відносно один одного, згідно з розмірами та вимогами креслення вилівка.

Після побудови всіх необхідних елементів отримуємо 3Д-моделі ливниково-живильної системи (рис.3.16) та підживлювача (рис. 3.17).

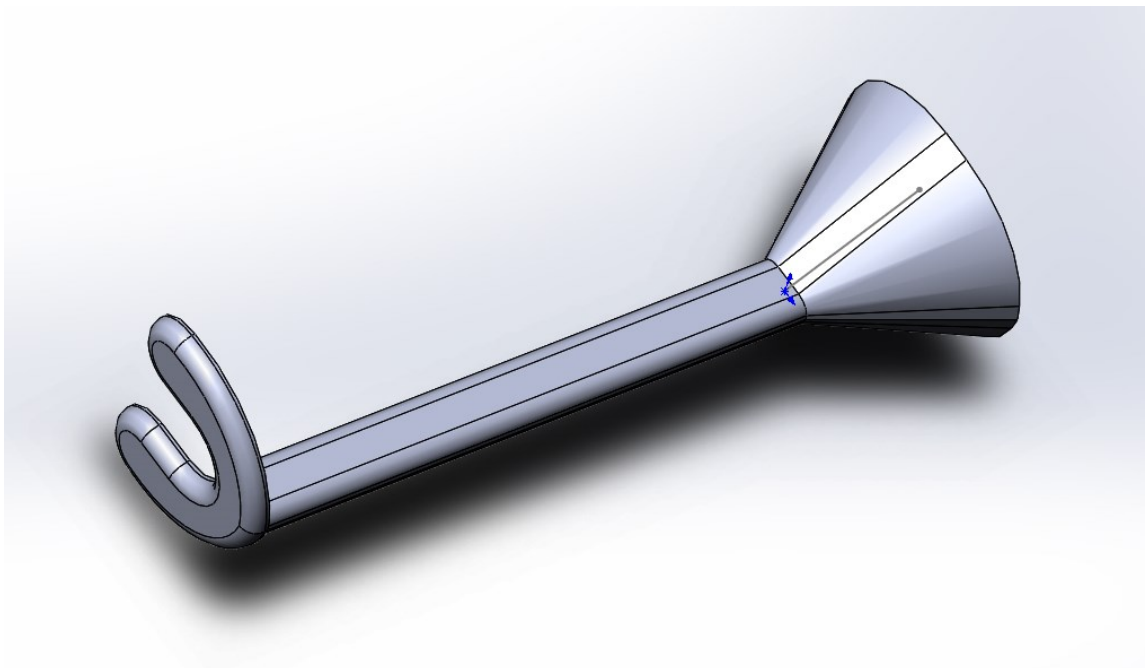


Рисунок 3.16 – Ізометричне зображення побудованої 3Д моделі
ливниково-живильної системи

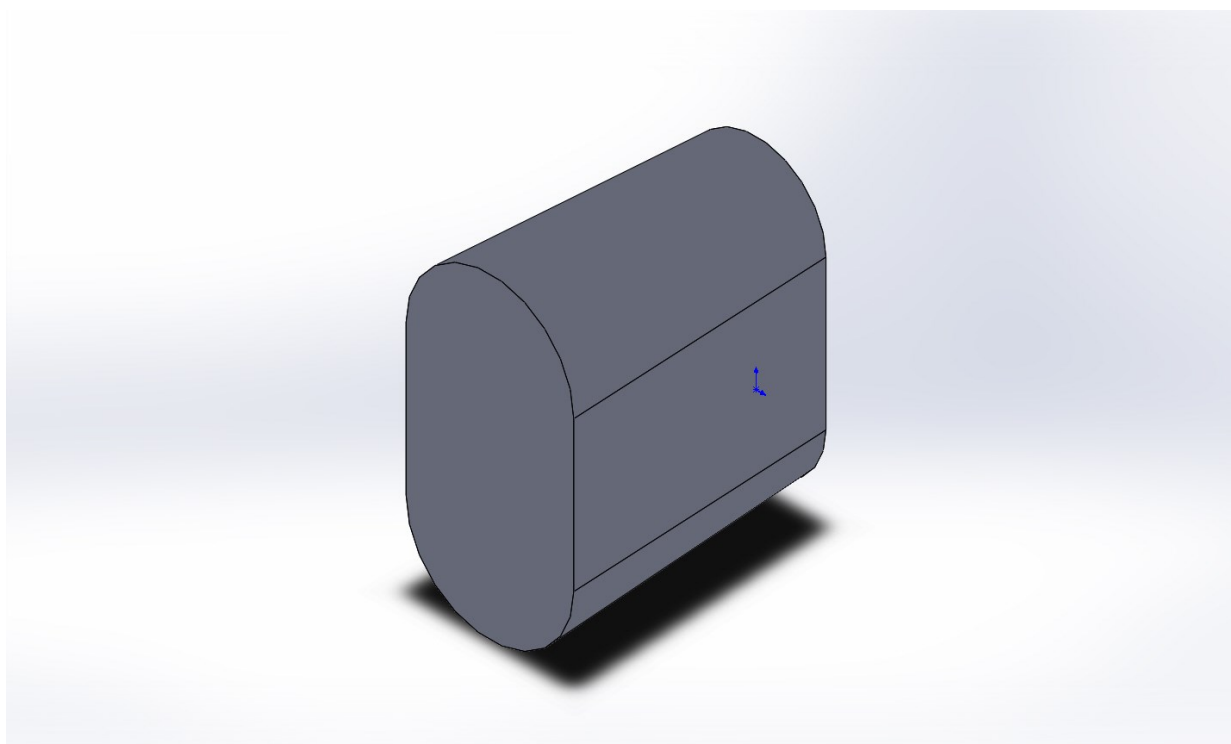


Рисунок 3.17 – Ізометричне зображення побудованої 3Д моделі
підживлювача

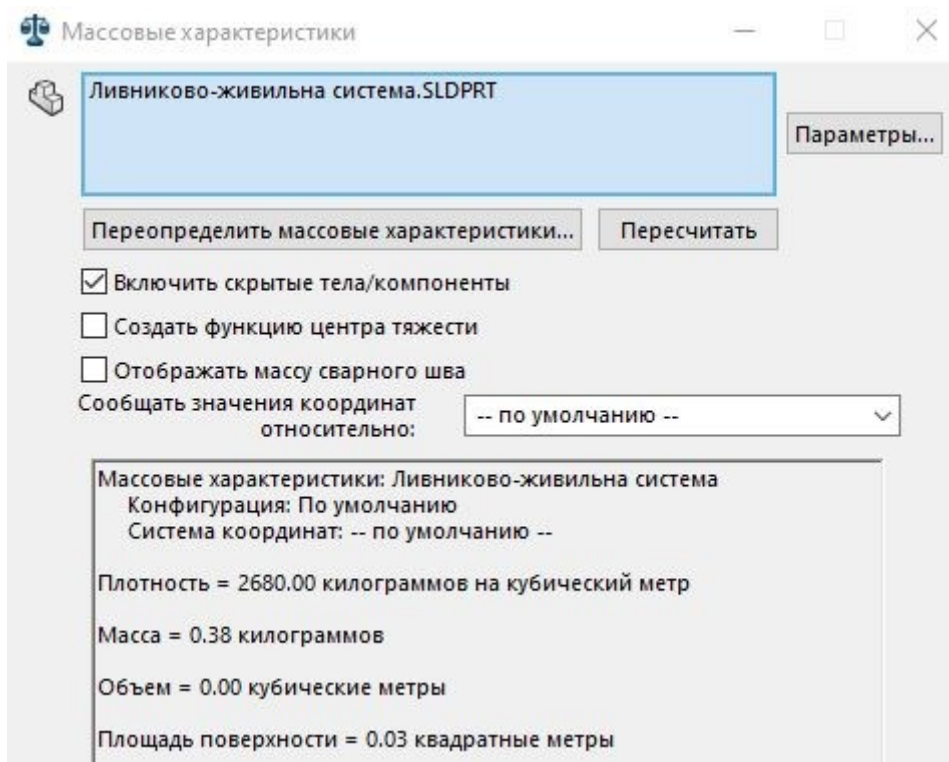


Рисунок 3.18 – Масові характеристики побудованої 3Д моделі ливниково-живильної системи

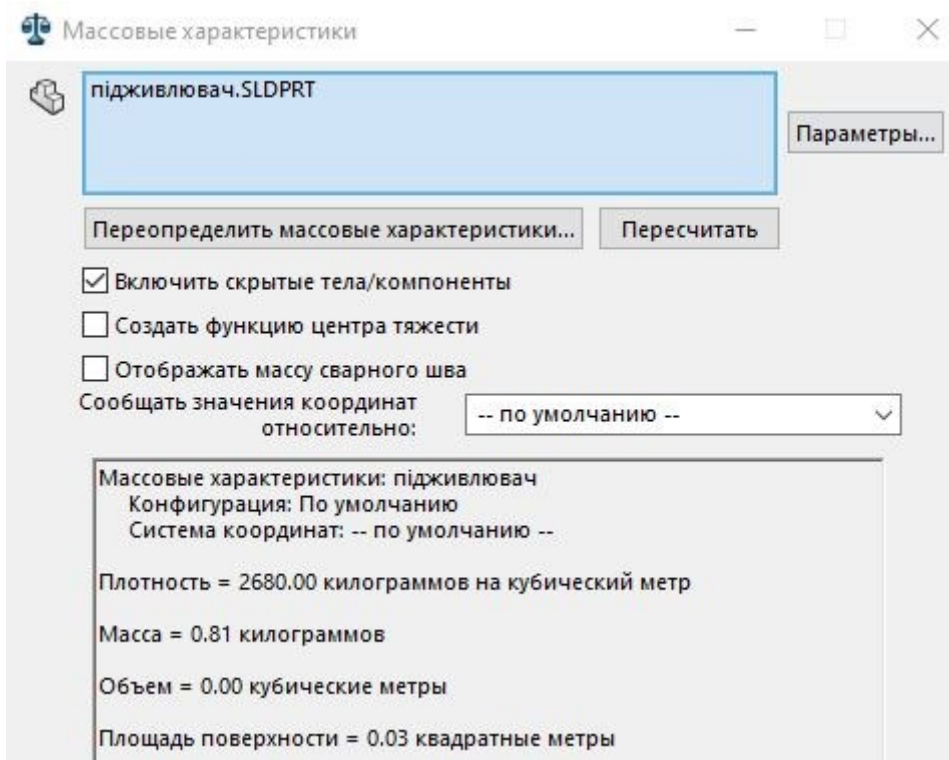


Рисунок 3.19 – Масові характеристики побудованої 3Д моделі підживлювача

3.5. Контрольні запитання

1. Які інструменти має панель «*Елементи*»?
2. Які операції можна виконувати за допомогою контекстного меню?
3. Як здійснюється редагування попередньо створених елементів 3Д моделі?
4. Які граничні умови можна задавати при виконанні операції «*Витягнута бобишка/Основа*»?
5. Що означає гранична умова «*Переставити сторону для вирізу*»?
6. Які параметри необхідно задати при виконанні операції «*Лінійний масив*»?
7. Яка послідовність виконання операції «*Круговий масив*»??
8. Як визначити масові характеристики побудованої 3Д моделі?

3.6. Правила техніки безпеки

1. При роботі за комп'ютером необхідно дотримуватись загальних правил тривалості роботи, правильної постави, розміру шрифтів та зображень, вимог до приміщення тощо.

2. Після кожного часу роботи рекомендується робити десяти хвилинну перерву, яку зручно суміщати з провітрюванням. За будь-яких умов безперервна робота за комп'ютером для дорослої людини не повинна перевищувати двох годин. Під час перерви не варто читати книгу або переглядати інформацію в смартфоні. Перерва, яку Ви проводите за комп'ютером (наприклад, граючись або шукаючи матеріали в Інтернеті), просто не має сенсу.

3. Слідкуйте за поставою. Сидіти необхідно прямо, зручно, не напружуючись. Відстань від очей до екрану монітора – не менше 50-70 см. Центр екрану має знаходитися на рівні очей чи трохи нижче.

4. При роботі з текстом рекомендується, щоб колір шрифту був темним, а

колір фону – світлим (ідеальний варіант – чорний шрифт на білому фоні).

5. Якщо шрифт занадто дрібний, то потрібно збільшити масштаб документу (наприклад, до 150% чи більше).

6. Якщо з'явилося відчуття втоми, напруження, сонливості, тяжкості в очах, потрібно припинити роботу та хоча б трохи відпочити.

Лабораторна робота № 4

ЗД ПОБУДОВА ЗБОРОК МОДЕЛЬНИХ КОМПЛЕКТІВ

Мета роботи – Провести аналіз конструкції модельних комплектів, підмодельних плит, виявити як здійснюється монтаж моделей виливків та елементів ливниково-живильної системи на підмодельній плиті. За допомогою операцій вкладки *«Зборка»* (*«Вставити компоненти»*, *«Редагувати компоненти»*, *«Умови спряження»*, *Лінійний/Круговий масив»*, *«Автокріплення»*, *«Елементи зборки»* тощо) побудувати 3Д зборку модельного комплекту за варіантом.

4.1. Теоретичні відомості

SolidWorks, крім створення окремих деталей і їх креслень, дозволяє створювати 3Д зборки, які за своєю суттю аналогічні складальним кресленням.

Щоб уявити, що таке зборка, приведемо життєвий приклад - банку з кришкою, що складається з деталей: банки і кришки, одягненою на банку. Іншими словами, зборка - це сукупність моделей, між якими встановлені певні просторові взаємозв'язки (спряження). Документи зборки мають розширення *.sldasm*.

Треба відзначити, що всередині файлу зборки не містяться деталі, що входять в зборку, в ньому зберігаються шляхи, що ведуть до файлів моделей, розташованих на диску. Тому, якщо видалити або перемістити одну з деталей, що входять в зборку, файл зборки без моделей, що входять в неї не відкриється. SolidWorks спробує знайти «загублені» моделі, і коли не знайде, запропонує вказати йому шляхи до них.

В SolidWorks можна побудувати складні зборки, що складаються як з окремих деталей, так і інших зборок - вузлів.

Для прикладу, створимо збірку, що складається з трьох раніше створених моделей: Стержня (рис.4.1), Основи (рис. 4.2) і кришки (рис.4.3).

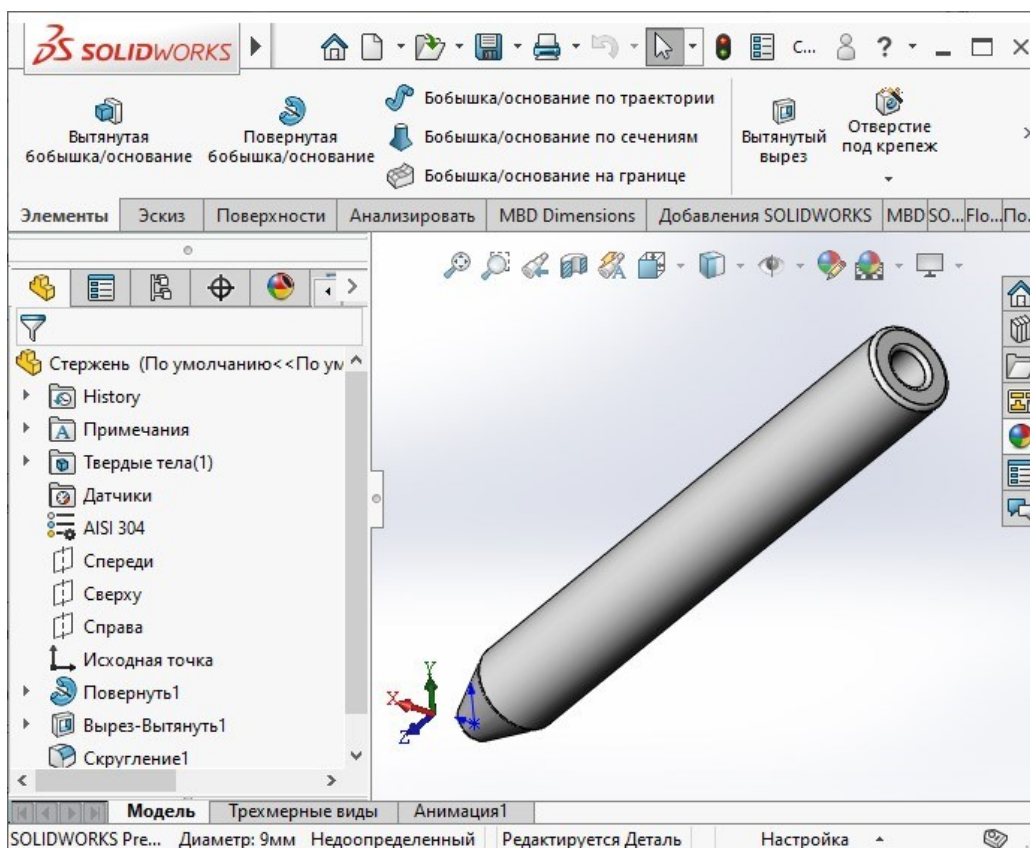


Рисунок 4.1 – 3Д модель Стержень

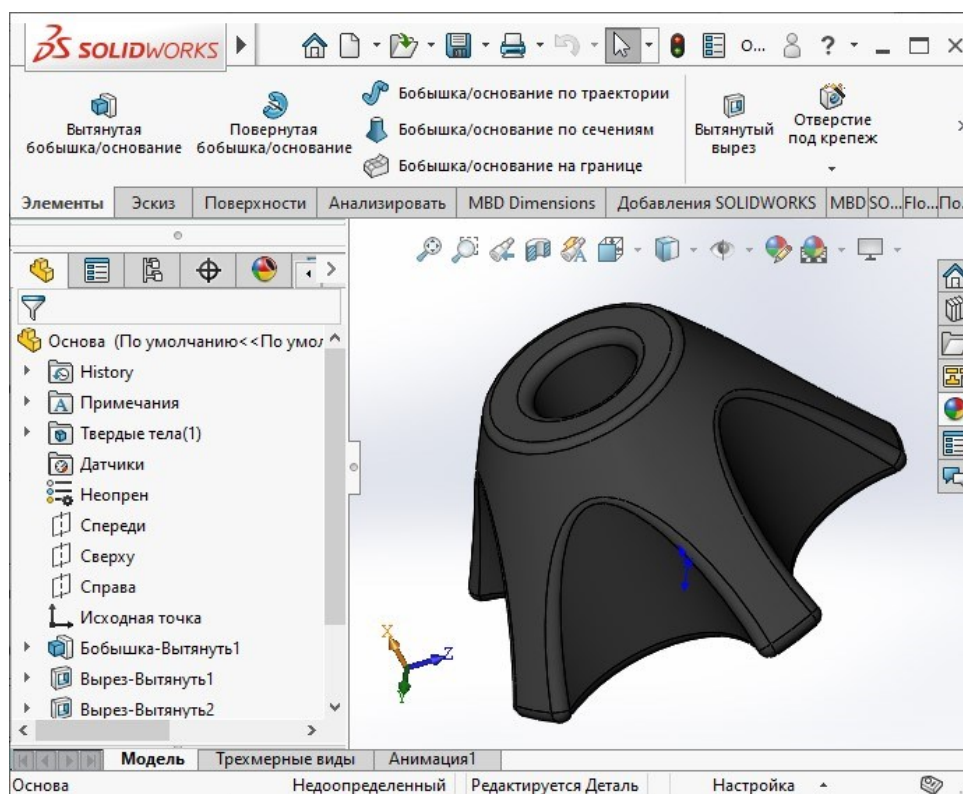


Рисунок 4.1 – 3Д модель Основа

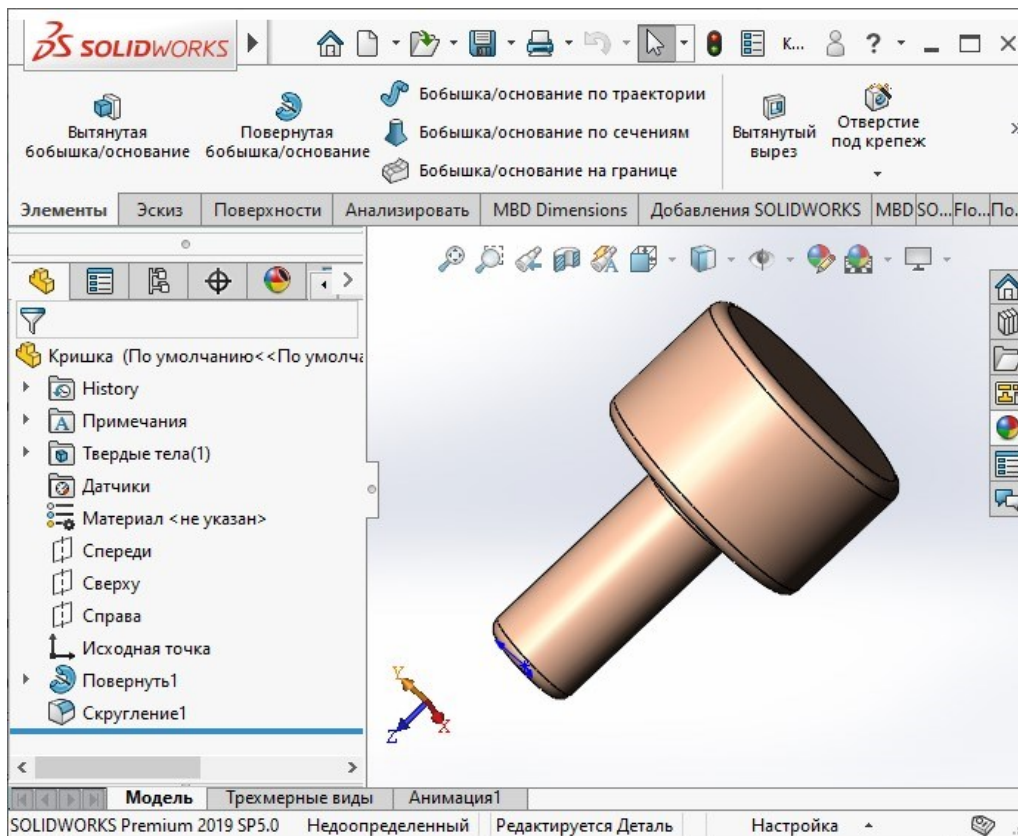


Рисунок 4.1 – 3Д модель Кришка

Створимо новий файл зборки: «Файл -> Створити -> Зборка».

Відкриємо раніше створені моделі, вибудуємо вікна зліва направо: «Вікно > Відобразити вікна зліва направо». Потім беремо мишкою модель в графічній частині вікна деталі і перетягуємо в графічну частину вікна зборки. Це один із способів додавання компонентів у зборку.

Інший варіант - взяти назву моделі з Дерева конструювання деталі і перетягнути його в поле Дерева конструювання зборки. Назва моделі додається в дереві конструювання зборки, а сама модель з'явиться в графічній області.

Крім цих, найрозповсюдженіших способів додавання компонент у зборку, можна використовувати наступні:

- Команда «Вставка -> Компонент»
- Перетягування компонента з Провідника Windows

Після додавання усіх необхідних спряжень додані у зборку компоненти розташовуються відповідним чином відносно один одного та системи координат (рис.4.4).

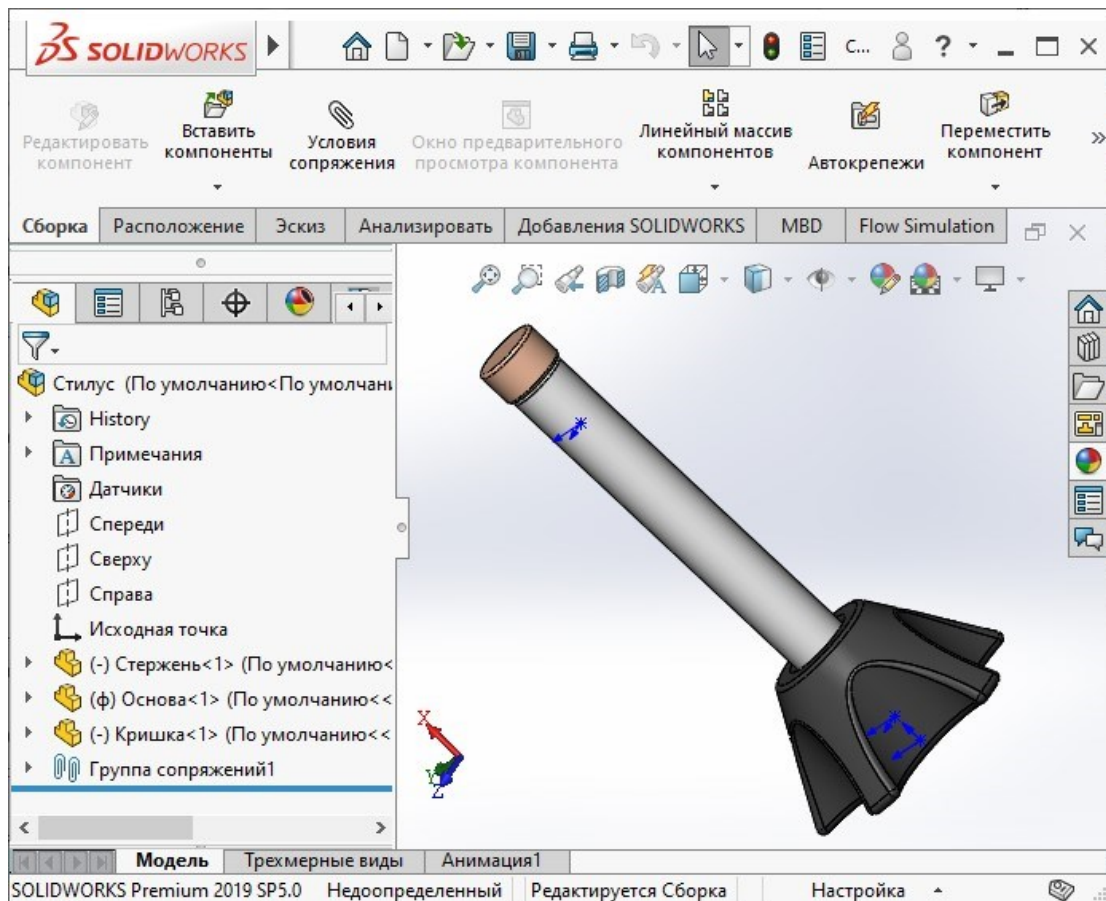


Рисунок 4.4 - 3Д зборка з трьох раніше створених моделей

Аналогічно можна додавати в більш складні зборки вже створені раніше зборки.

Для додавання стандартних елементів з бібліотеки кріпильних виробів, можна використовувати команду «Вставка -> Автокріплення».

Щоб видалити компонент із зборки, натисніть правою кнопкою миші на назві компонента в дереві конструювання, і, в меню, виберіть пункт «Видалити».

У Дереві конструювання біля назви компонентів може бути присутнім позначення (префікс), що надає інформацію про стан його взаємозв'язків з іншими компонентами: (-) недовизначений, (+) перевизначений, (f) зафіксований, (?) не вирішений.

Відсутність префікса означає, що положення компонента повністю визначене.

При збереженні зборки шлях і ім'я кожного компонента з посиланням зберігаються в документі зборки. З цієї причини необхідно завжди дотримуватися обережності при збереженні або перейменування документа компонента, а також при переміщенні його в іншу папку.

Панель інструментів «Зборка». Щоб відобразити панель інструментів «Зборка» необхідно увійти в пункт меню «Інструменти -> Налаштування», вибрати вкладку «Панель інструментів» і поставити галочку навпроти панелі інструмента «Зборка» (рис. 4.5). Панель з'явиться на екрані. Як і всі інші панелі інструментів, її можна переміщати в зручне місце, перетягуючи мишею.

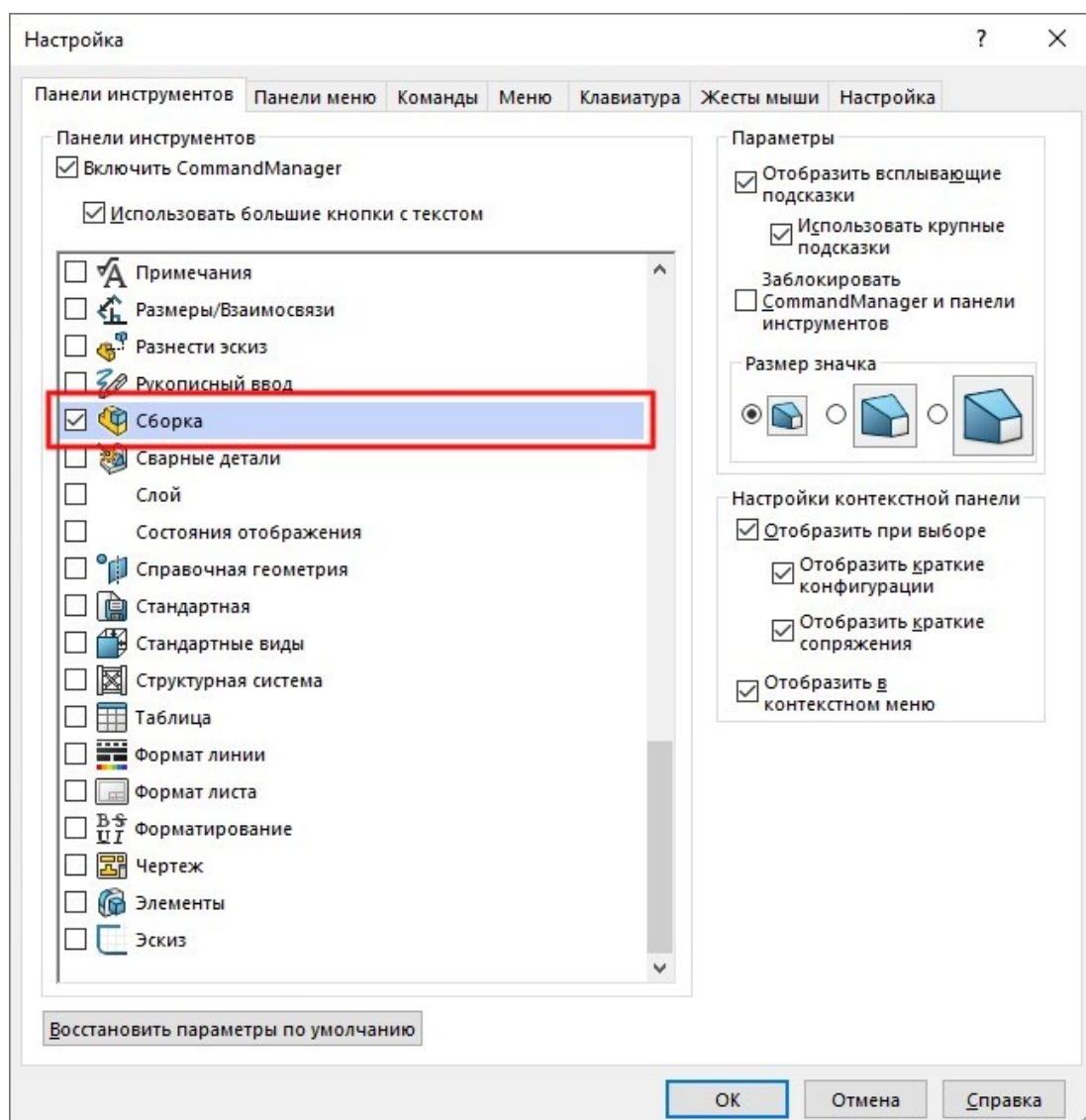


Рисунок 4.5 – Налаштування панелі інструмента «Зборка»

Для докладного ознайомлення з вмістом панелі «Зборка» необхідно потримати курсор над іконкою відповідного інструмента на панелі (рис. 4.6).



Рисунок 4.6 – Панель інструментів «Зборка»

Для роботи з 3Д зборками зручно використовувати контекстне меню (рис.4.7).

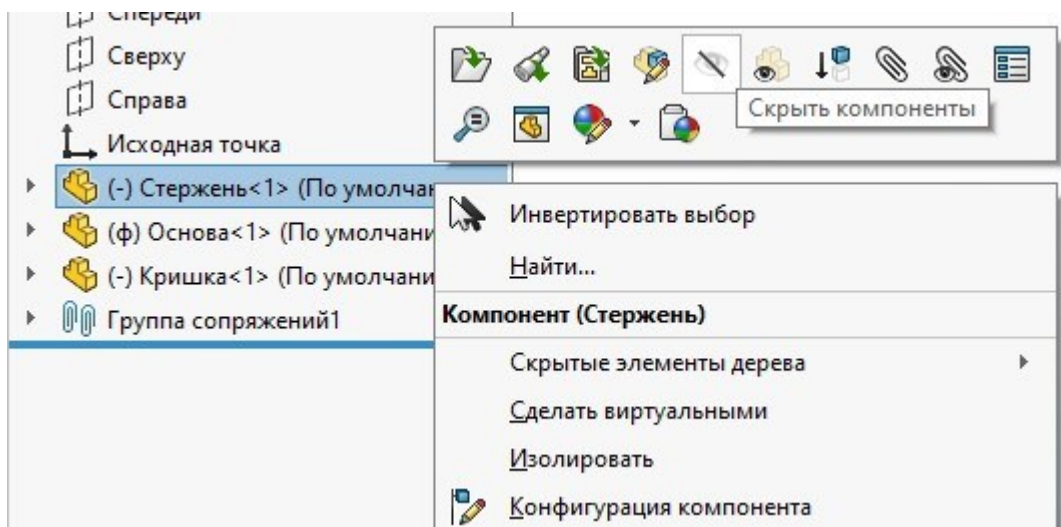



Рисунок 4.7 – Контекстне меню елемента 3Д зборки «Стержень»

Інструмент «*Приховати/відобразити компонент*» (погашений компонент) корисний якщо ви працюєте зі складною зборкою і вам необхідно тимчасово вимкнути відображення будь-якої деталі, що входить в зборку. Знайдіть назву необхідної деталі в дереві конструювання та натисніть на цей інструмент, зображення деталі пропаде з екрану, а її назва і умовне зображення в дереві стане світло-сірого кольору. Щоб включити її відображення, треба встати на назву і повторно натиснути на інструмент «*Приховати/відобразити компонент*» або скористатися пунктом контекстного меню «*Приховати/відобразити компонент*» по кліку правої кнопки миші.

Треба враховувати наступне: погашений компонент не завантажується в пам'ять і більш не є функціональною частиною зборки. Погашений компонент

невидимий і вибирати його елементи не можна. Він видаляється з пам'яті, тому швидкість перестроювання і відображення підвищується. Однак спряження, в яких використовуються погашені компоненти, також погашаються. В результаті положення компонентів зборки стає недовизначеним. Це також може вплинути на елементи в контексті, що містять посилання на погашені компоненти. При поверненні погашеного компонента в повністю вирішений стан можуть виникнути конфлікти. Тому стан погашення при моделюванні слід використовувати дуже обережно.

Інструмент «Вставити автокріплення»  повністю виправдовує свою назву. Він дозволяє вставляти болти і гвинти в обрані отвори в збірці, які беруться з бібліотеки.

Редагування деталей у зборках. При створенні зборки, крім додавання нових компонентів і установки спряжень, існує можливість редагувати всі компоненти, що входять в зборку.

Щоб відредагувати будь-який ескіз або визначення будь-якого компонента, розгорніть дерево конструювання цього компонента і натисніть правою кнопкою на тому елементі, який ви хочете відредагувати. У контекстному меню виберіть «*редагувати ескіз*» або «*редагувати визначення*» в залежності від того, що ви збираєтеся редагувати (рис. 4.8). SolidWorks автоматично увійде в режим редагування компонента, виділивши дерево конструювання редагованої деталі рожевим кольором.

Редагування деталі в збірці надає більше можливостей, ніж редагування її окремо. В ескізах, що створюються під час редагування деталі в збірці, може використовуватися будь-яка кромка або грань будь-якої деталі. Розміри можна вказувати також щодо будь-якої кромки або межі будь-якої деталі. Для елементів можуть використовуватися додаткові кінцеві умови, наприклад, «до поверхні», «до другого компонента». Перебуваючи в режимі редагування, ви бачите всю зборку цілком.

При зміні компонента в збірці, автоматично змінюється і файл цього компонента. Більш того, якщо одночасно зі складанням в іншому вікні відкритий цей компонент, то він також зміниться.

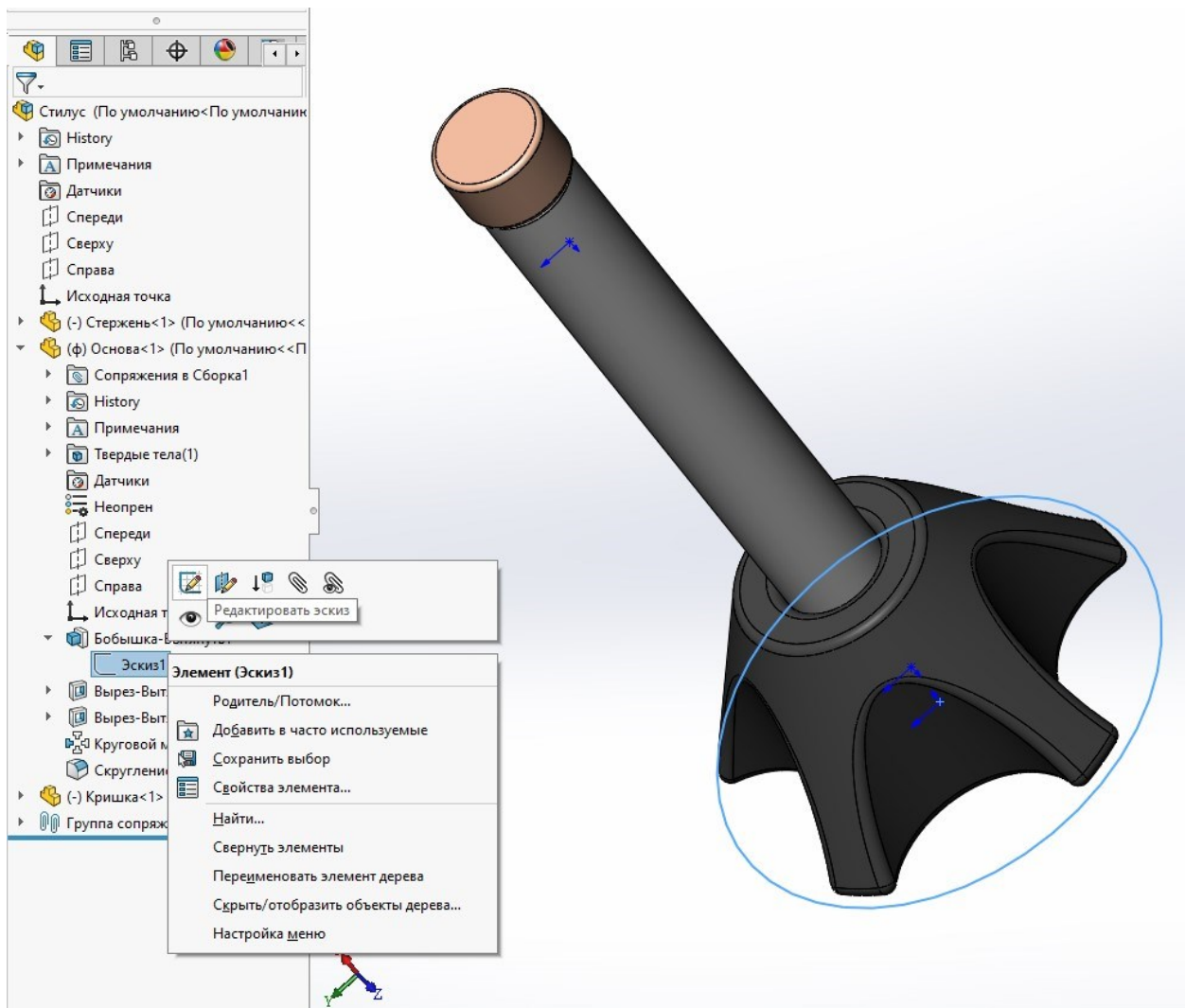


Рисунок 4.8 – Редагування ескізу деталі «Основа» в 3Д збірці

Спряження в зборках це по суті справи ті ж самі взаємозв'язки, за допомогою яких створюються моделі деталей, лише між компонентами зборки. Задати спряження можна двома способами:

- натиснути на кнопку «Спряження» у вигляді скріпки на панелі

інструментів «Зборка» .

- вибрати в меню «Вставка -> Спряження».

Відкриється вікно Менеджера властивостей. Виберіть потрібні об'єкти на компонентах, їх назви будуть відображені в полі «*Спрягаємі об'єкти*». Під час вибору об'єктів можна сміливо повертати, переміщати і змінювати масштаб компонентів і зборки в цілому.

Якщо ви хочете задати відразу кілька спряжень, а потім вирішити їх всі одночасно, встановіть параметр «*Визначити і вирішити кілька спряжень*». На етапі освоєння програми, небажано користуватися цією можливістю, оскільки поетапне створення спряжень більш наочне і дозволяє швидше відстежити помилки при роботі.

Для орієнтації компонентів відносно один одного служить параметр «*Вирівнювання*»

Вирівнювання працює з векторами нормалі до вказаних поверхонь.

Вектор нормалі виходить з поверхні компонента.

- Вирівняні спряження мають вектори нормалей, спрямовані в одну сторону.
- Невирівняні спряження мають вектори нормалей, спрямовані в протилежні сторони.
- Спряження, розташовані максимально близько будуть вирівняні або не вирівняні в залежності від того, яка умова задовольняється при найменшому русі.



Якщо ви хочете подивитися, що вийде після натискання кнопки «ОК», натисніть «*Попередній перегляд*»

Якщо вам не сподобалося те, що ви побачили, натисніть кнопку «*Відмінити введення*» і спробуйте змінити параметри спряження.

Спряження створює геометричні взаємозв'язки, такі як збіг, перпендикулярність, дотичність, тощо. SolidWorks досить інтелектуальна програма, тому вона пропонує тільки ті типи спряжень, які можливі для обраних об'єктів, оскільки кожен взаємозв'язок спряження дійсний для певних поєднань геометричних форм.

Можливі наступні типів спряжень: Кут, Паралельність, Співпадіння, Перпендикулярність, Концентричність, Симетричність, Відстань, Дотичність.

Переміщення і обертання компонента. Після додавання компонента в зборку, його можна перемістити до місця передбачуваного сполучення з іншими компонентами. У цьому нам допомагають два інструменти панелі «Зборка»:

«Перемістити компонент»  Переместить компонент та «Обертати компонент»  Вращать компонент.

При переміщенні можна встановлювати такі параметри:

- *Вільне переміщення* - компонент переміщається в будь-якому напрямку.
- *Вздовж зборки XYZ* - компонент переміщається уздовж осей X, Y або Z зборки. У графічній області з'являється система координат, що полегшує орієнтування.
- *Вздовж об'єкта* - компонент переміщається уздовж обраного об'єкта. Якщо цим об'єктом є лінія, кромка або вісь, компонент має одну ступінь свободи. Якщо в якості об'єкта обрана площина або плоска грань, переміщуваний компонент має два ступені свободи.
- *Дельта XYZ* - компонент переміщається на вказану відстань від свого поточного положення.
- *Розташування XYZ* - компонент переміщається в зазначені координати, відносно початкової точки зборки.

При обертанні можна встановлювати такі параметри:

- *Вільне переміщення* - компонент обертається в будь-якому напрямку.
- *Навколо об'єкта* - компонент обертається навколо обраної лінії, кромки або осі.
- *Дельта XYZ* - компонент обертається на вказаний кут від свого поточного положення.

Зверніть увагу, що неможливо перемістити або повернути компонент, чиє розташування зафіксовано або повністю визначено. Можна переміщати компонент тільки в межах ступенів свободи, що допускаються взаємозв'язками спряжень.

4.2. Завдання

Провести аналіз конструкції побудованих у попередніх лабораторних роботах 3Д моделей вилівка, ливниково-живильної системи, модельних комплектів, підмодельних плит. Виявити як здійснюється компоновка вилівка з ливниково-живильною системою, монтаж моделей вилівок та елементів ливниково-живильної системи на підмодельній плиті. За допомогою операцій вкладки «Зборка» («Вставити компоненти», «Редагувати компоненти», «Умови спряження», «Лінійний/Круговий масив», «Автокріплення», «Елементи зборки» тощо) побудувати 3Д зборку компоновки вилівка з ливниково-живильною системою та модельного комплекту за варіантом.

4.3. Зміст звіту

1. Найменування креслення вилівка згідно з варіантом.
2. Ізометричне зображення побудованої 3Д зборки компоновки вилівка з ливниково-живильною системою та модельного комплекту за варіантом.
3. Масові характеристики побудованої 3Д зборки компоновки вилівка з ливниково-живильною системою. Матеріал деталі вказано на кресленні вилівка.
4. Загальні висновки про виконану лабораторну роботу.

4.4. Приклад виконання лабораторної роботи

Вилівок Кришка MFS90.

Компоновка вилівка з ливниково-живильною системою здійснюється у такій послідовності: вилівка у місці підведення металу кріпиться живильник., над живильником розташовується підживлювач, під підживлювачем ливниковий канал, який в свою чергу з'єднаний з шлаковловлювачем, до шлаковловлювача під'єднано стояк з ливниковою чашею (рис.4.9). Монтаж моделей вилівок та елементів ливниково-живильної системи на підмодельній

плиті показано на рис. 4.10. За допомогою операцій вкладки «Зборка» («Вставити компоненти», «Редагувати компоненти», «Умови спряження», «Лінійний/Круговий масив», «Автокріплення», «Елементи зборки» тощо) побудовано 3Д зборку компоновки вилівка з ливниково-живильною системою (рис. 4.9) та модельного комплекту (рис. 4.10).

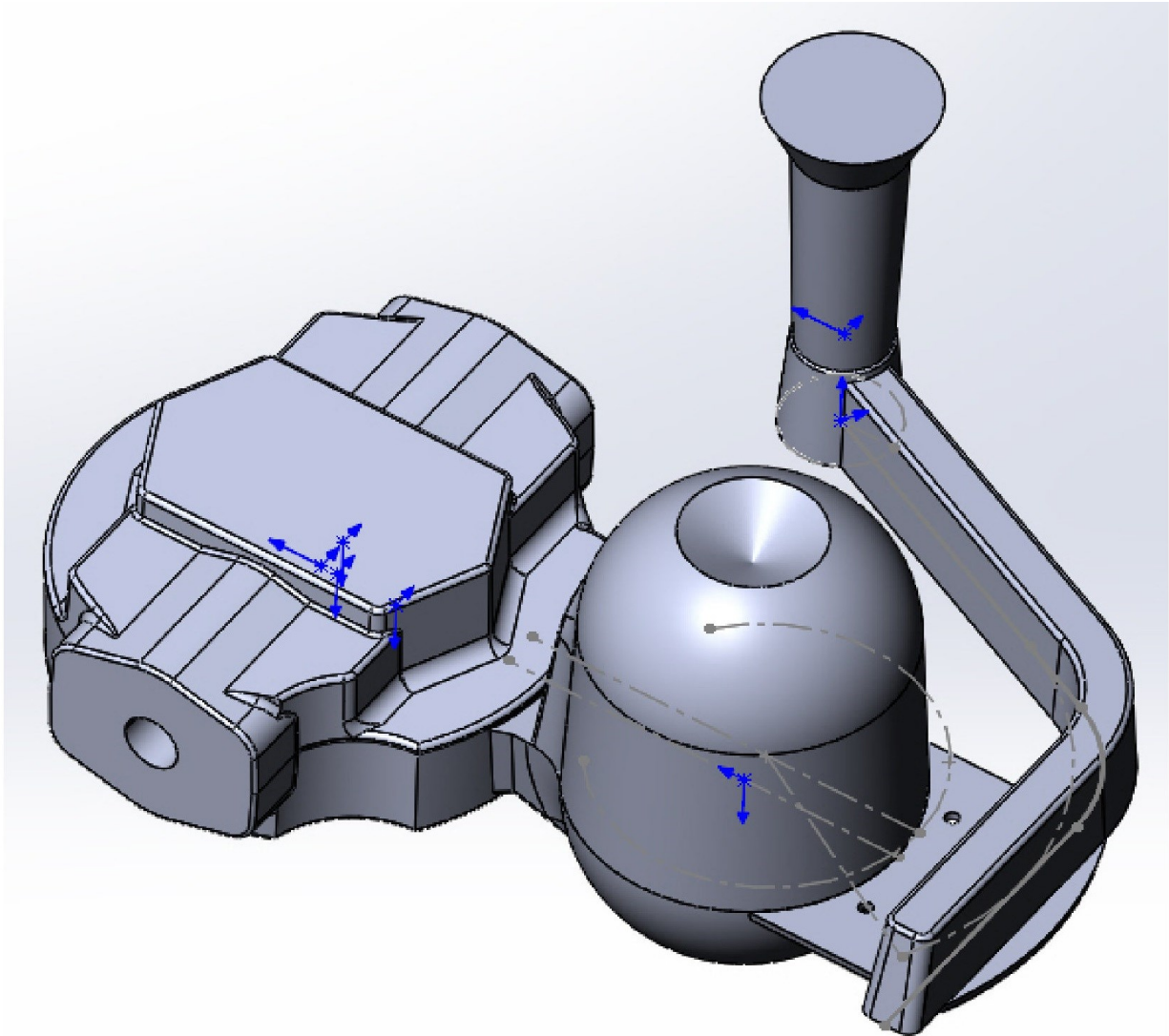


Рисунок 4.9 – 3Д зборка компоновки вилівка з ливниково-живильною системою

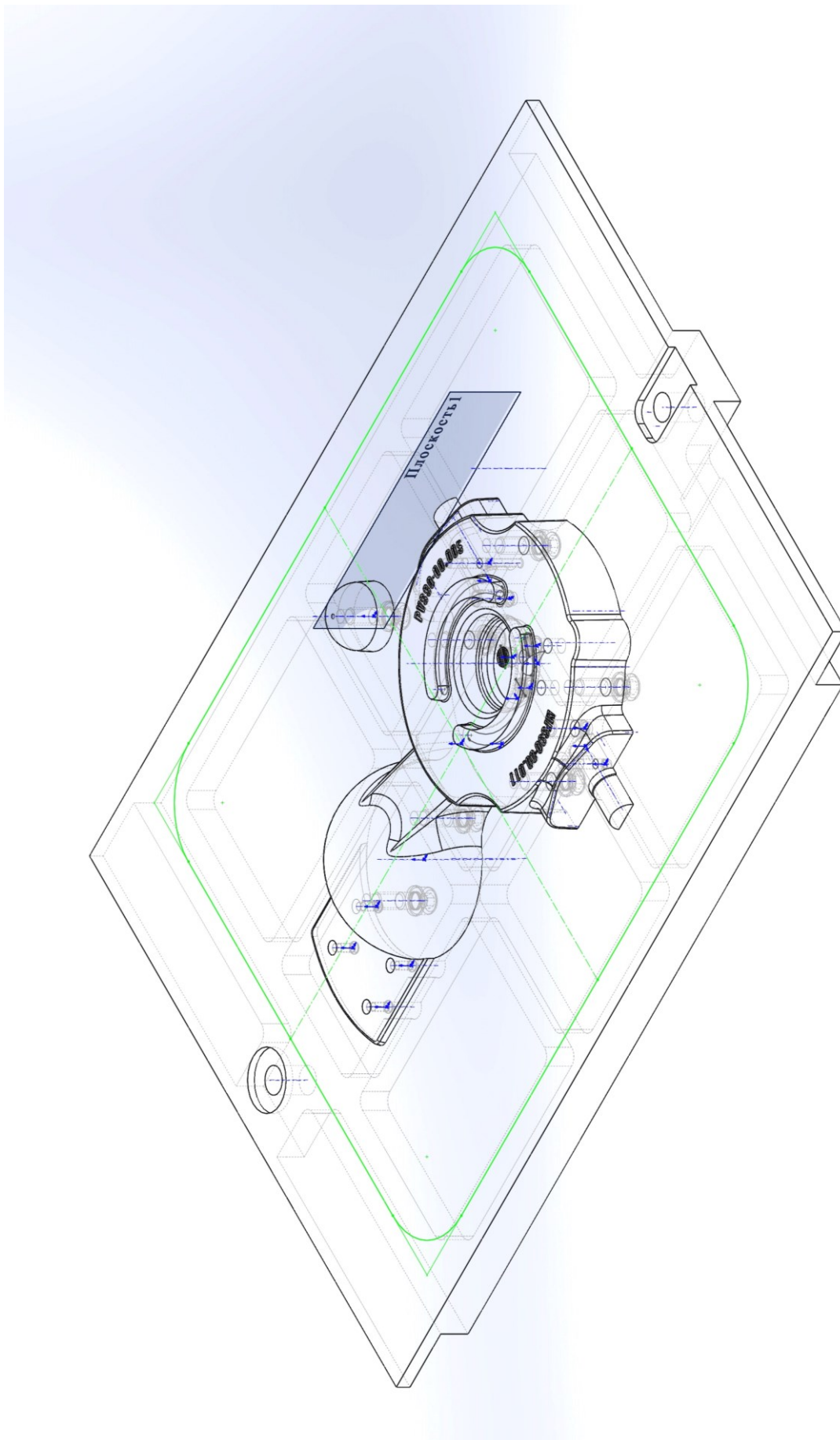


Рисунок 4.10 – 3Д зборка модельного комплекту низу

робота за комп'ютером для дорослої людини не повинна перевищувати двох годин. Під час перерви не варто читати книгу або переглядати інформацію в смартфоні. Перерва, яку Ви проводите за комп'ютером (наприклад, граючись або шукаючи матеріали в Інтернеті), просто не має сенсу.

3. Слідкуйте за поставою. Сидіти необхідно прямо, зручно, не напружуючись. Відстань від очей до екрану монітора – не менше 50-70 см. Центр екрану має знаходитися на рівні очей чи трохи нижче.

4. При роботі з текстом рекомендується, щоб колір шрифту був темним, а колір фону – світлим (ідеальний варіант – чорний шрифт на білому фоні).

5. Якщо шрифт занадто дрібний, то потрібно збільшити масштаб документу (наприклад, до 150% чи більше).

6. Якщо з'явилося відчуття втоми, напруження, сонливості, тяжкості в очах, потрібно припинити роботу та хоча б трохи відпочити.

Лабораторна робота № 5

ПОБУДОВА 3Д МОДЕЛІ ФОРМОУТВОРЮЮЧОЇ ПОРОЖНИНИ З ВИКОРИСТАННЯМ ІНСТРУМЕНТІВ ЛИВАРНОЇ ФОРМИ

Мета роботи – За допомогою вивчених в попередніх лабораторних роботах операцій та побудованої 3Д зборки компоновки вилівка з ливниково-живильною системою побудувати 3Д модель формуючої порожнини згідно з варіантом.

5.1. Теоретичні відомості

Проектування ливарної форми. Ливарну форму можна створити за допомогою набору інтегрованих інструментів, які контролюють процес створення ливарної форми. Можна використовувати ці *інструменти ливарної форми* для аналізу та виправлення недоліків моделей SOLIDWORKS або імпортованих моделей відлитих деталей.

Інструменти ливарної форми охоплюють процес від початкового аналізу до створення розділення напівформ. Результатом розділення напівформ буде багатотільна деталь, що містить окремі тіла для отримання вилівка: стержень, порожнину та інші додаткові тіла, наприклад, базові сторони, основа форми, тощо. Завдяки файлу багатотільної деталі ваш задум проекту знаходиться в одному зручному місці. Зміни в 3Д моделі вилівка автоматично відображаються в 3д моделях форми.

Панель інструментів *Інструменти для ливарної форми* (рис.5.1) має інструменти для створення ливарної форми (напівформи, порожнини, тощо).


 Плоская поверхность	 Масштаб
 Эквидистанта к поверхности	 Вставить папки литейной формы
 Поверхность из сетки	 Линии разъема
 Поверхность разъема	 Отсекающие поверхности
 Линейчатая поверхность	 Поверхности разъема
 Заполненная поверхность	 Разделение инструментом
 Сшить поверхность	 Стержень
 Линия разъема	 Разбить
 Уклон	 Полость
 Переместить грань	

Рисунок 5.1 – Панель інструментів *Інструменти для ливарної форми*

Процес виглядає наступним чином:

- *Аналіз уклону* – Перевіряє межі моделі на наявність достатнього нахилу, щоб переконатися, що вилівок (при литті в металеву форму) або модель (при литті в піщано-глинисту форму) можна буде безперешкодно видалити з форми.
 - *Аналіз виточки* – Визначає «затінені» області вилівка або моделі, які не дозволяють видалення їх з форми.
 - *Аналіз лінії роз'єму* – Аналізує переходи між додатнім і від'ємним уклоном з можливістю візуалізації та оптимізації можливих ліній роз'єму.
 - *Лінія роз'єму* – Цей інструмент має дві функції: перевіряє уклон на моделі, виходячи з вказаного кута та створює лінію роз'єму, з якої формується поверхня роз'єму. Інструмент *Лінії роз'єму* дозволяє вибрати кромку та розповсюдити її для всіх кромок.
 - *Поверхні відсікання* – Створення перемичок на поверхні, щоб закрити отвори в литій деталі.

- *Поверхня роз'єму* – Вона витягується з лінії роз'єму і служить для відокремлення порожнини від серцевини. Поверхню роз'єму також можна використовувати для створення заблокованої поверхні.

- *Лінійчаста поверхня* – Додає уклон для поверхонь на імпортованих моделях. Інструмент *Лінійчаста поверхня* використовується для створення заблокованої поверхні.

- *Розділення інструментів* – Створює половини форми із створених серцевини і порожнини на основі виконаних раніше кроків .

Можна зберегти кожне тіло інструменту в окремому документі деталі, натиснувши правою кнопкою миші на тіло в папці *Тверді тіла* і вибравши *Вставити* до нової деталі. Потім вставте нові деталі в складання, до якого можна буде додавати допоміжне обладнання, створювати сполучення тощо. Нові деталі мають зовнішні посилання на вихідну модель, тому зміни, внесені в деталь, що відливається, автоматично відображаються в деталях форми.

На панелі "*Інструменти ливарної форми*" є додаткові інструменти, які є спільними для процесу створення ливарної форми, наприклад *Масштаб* і *Перемістити грань*, а також є інструменти моделювання поверхні, наприклад *Плоска поверхня* та *Зшити поверхню*.

Коротку інформаційну довідку можна отримати про кожен інструмент панелі *Інструменти для ливарної форми* потримавши вказівник миші над відповідним елементом.

Інструмент Порожнина і вікно PropertyManager "Порожнина". Даний інструмент дозволяє створювати прості ливарні форми. Створення ливарної форми з використанням інструменту *Порожнина* потребує наступних попередньо створених об'єктів: 3Д модель вилівка, ливниково-живильної системи, 3Д модель заготовки (основи) форми, 3д зборка (проміжне складання) в якій буде створюватись порожнина форми, і похідні 3д моделі компонентів форми (деталі, які будуть половинами ливарної форми після її розрізання).

3Д модель вилівка разом з ливниковою системою і 3д моделлю заготовки форми необхідно розмістити використовуючи відповідні спряження (див.

лабораторну роботу №4) в 3Д зборку (проміжне складання) в якій буде створюватись порожнина форми. Виливок та основа ливарної форми об'єднуються у проміжному складанні. Потім створюється порожнина в контексті проміжного складання. Це пов'язує основу ливарної форми з виливком у випадку зміни форми чи розмірів виливка.

Примітка! Основа ливарної форми має бути достатньо велика для того щоб вмістити виливок (виливки) разом ливниково-живильною системою, стержнями та мати запас товщини від порожнини до зовнішніх країв форми.

Для створення порожнини у ливарній формі:

1. Створити проміжну зборку яка містить 3Д модель виливка (виливків) з 3Д моделями ливниково-живильної системи (рис.5.2) і 3Д модель заготовки (основи) ливарної форми (рис.5.3) як показано на рис. 5.4. Якщо деталь не вдається помістити всередині основи ливарної форми, можливо необхідно видалити взаємозв'язки прямо в дереві конструювання, натиснувши + або *Інструменти / Взаємозв'язки / Відобразити, Видалити.*

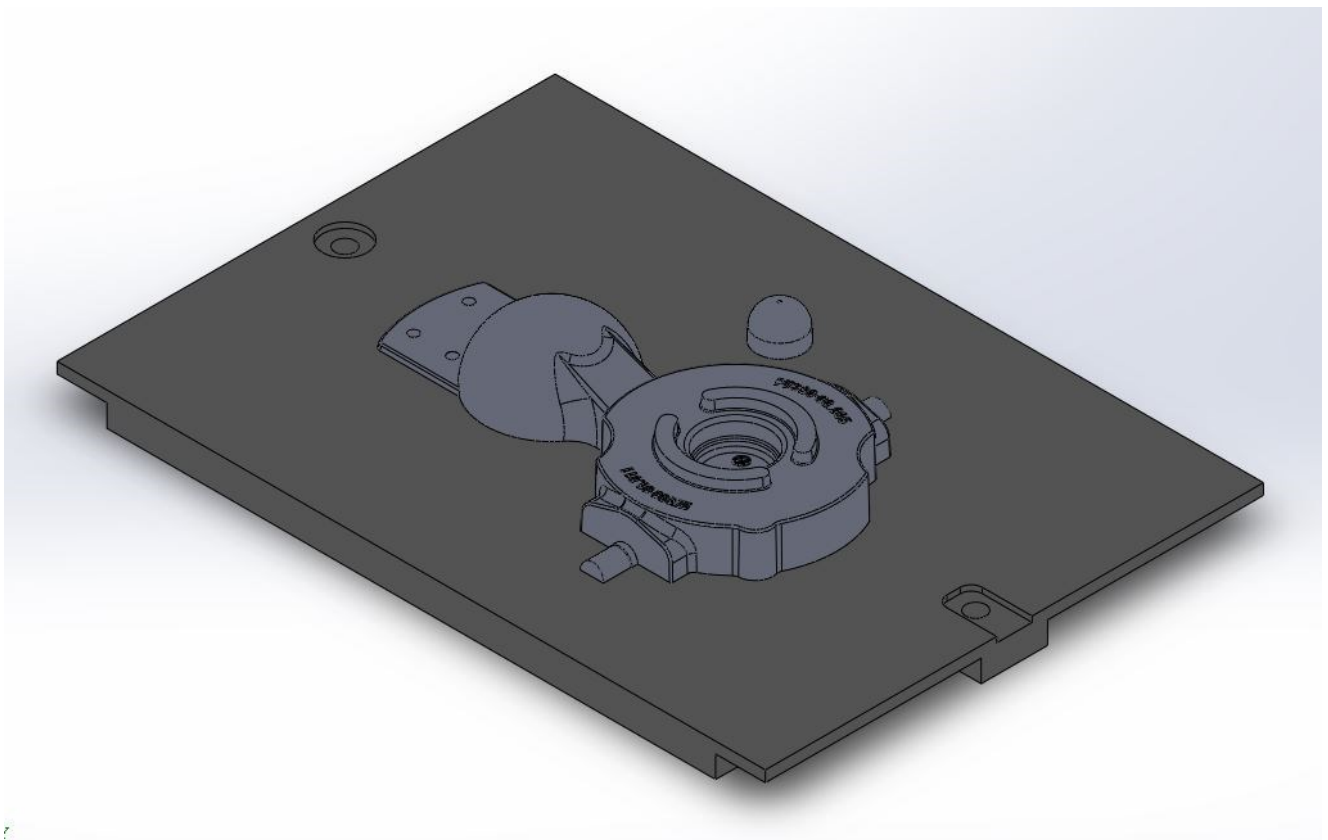


Рисунок 5.2 – 3Д зборка модельного комплекту низу

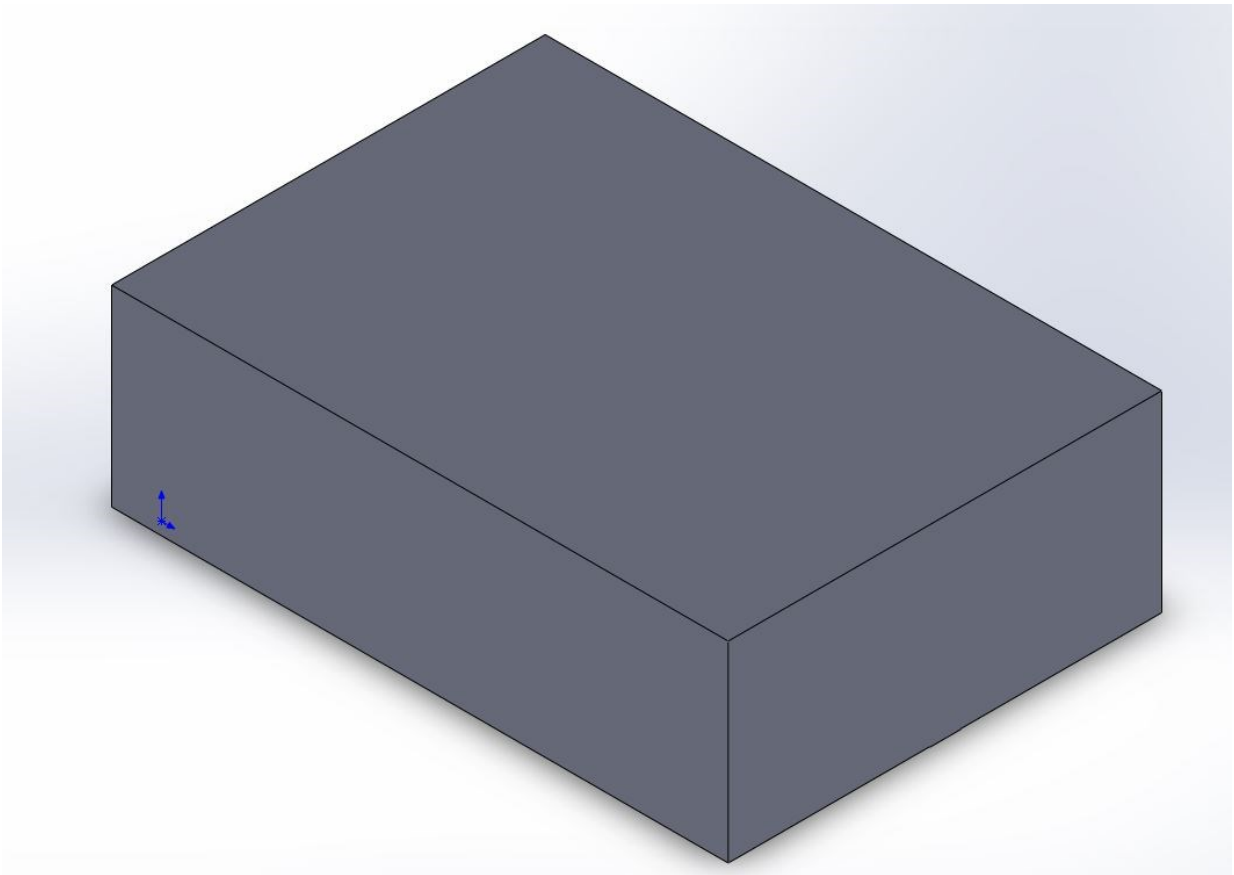


Рисунок 5.3 – 3Д модель заготовки (основи) нижньої напівформи

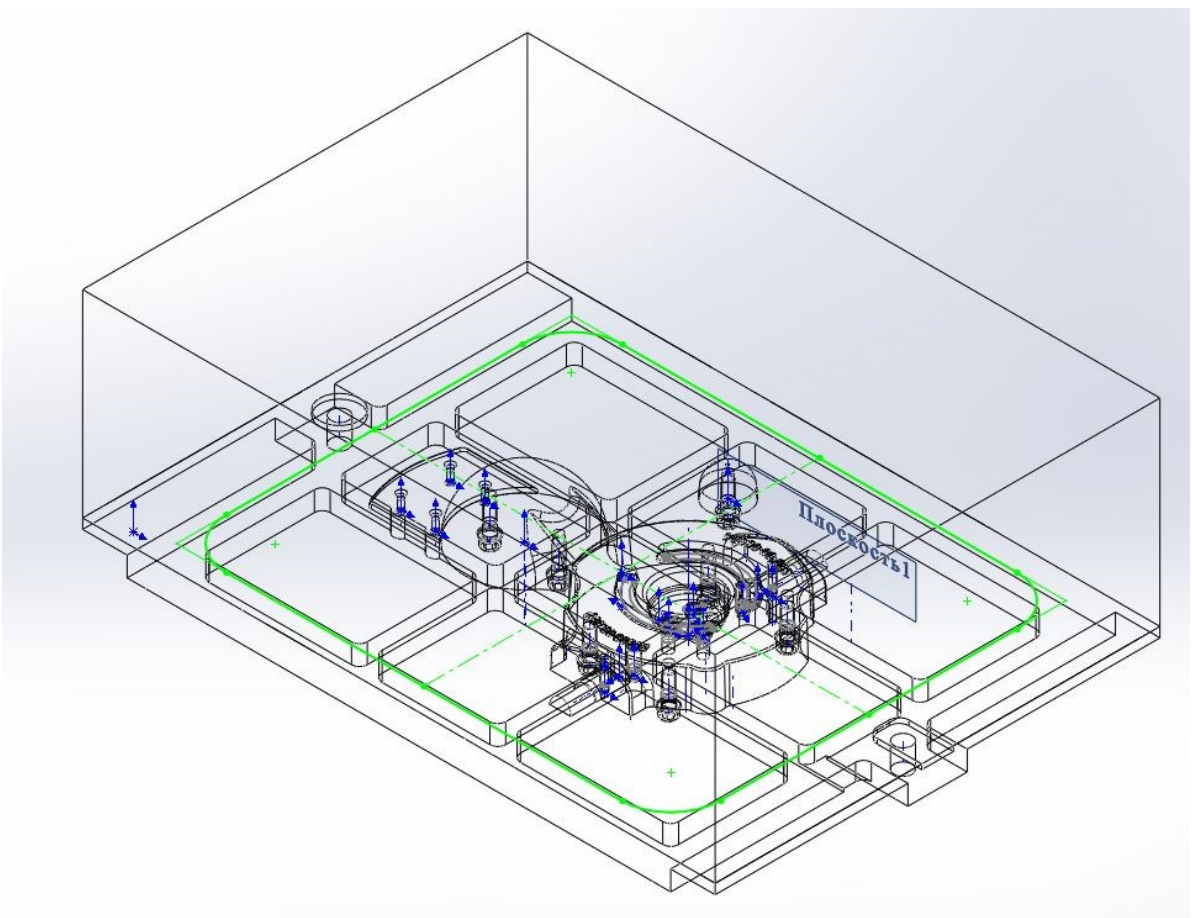




Рисунок 5.4 – Проміжна 3Д зборка для створення порожнини

2. У дереві конструювання проміжної зборки правою кнопкою миші натиснути на 3Д модель заготовки (основи) нижньої напівформи у графічній області або в дереві конструювання FeatureManager і вибрати *Редагувати деталь* .

3. Натиснути *Вставка / Елементи / Порожнина* (або кнопка ). З'явиться діалогове вікно *Порожнина*.

4. У дереві конструювання FeatureManager вибрати 3Д Деталі вилівка, ливниково-живильної системи (всі деталі, порожнини яких необхідно вирізати в ливарній формі). У полі *Компоненти проекту* з'являться всі вибрані 3Д деталі (рис. 5.6).

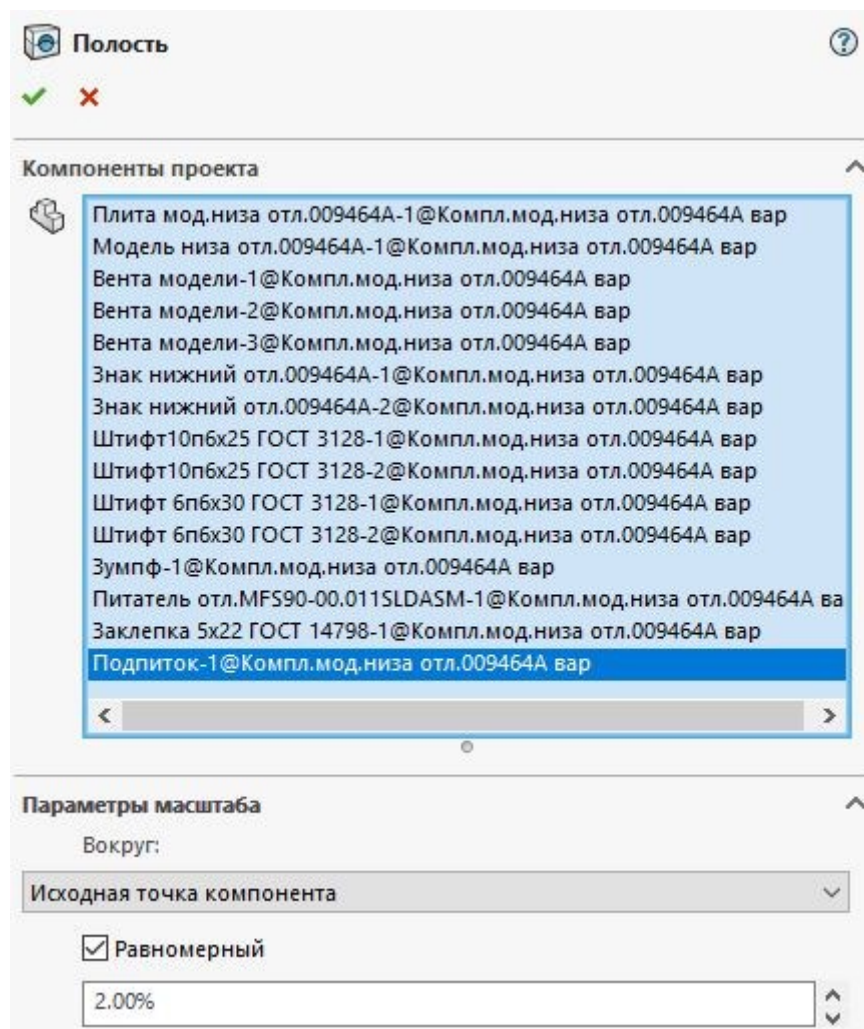


Рисунок 5.6 – Діалогове вікно інструмента «Порожнина»

У діалоговому вікні можна ввести параметри масштабу. Значення *Коефіцієнта масштабу %* може бути максимум 50%. Позитивне значення означає збільшення порожнини, негативне - усадку порожнини.

Для рівномірного масштабу у всіх напрямках необхідно вибрати параметр *Рівномірний* та ввести значення у полі.

Для нерівномірного масштабу скасуйте вибір параметра *Рівномірний* та введіть значення для напрямків X, Y та Z.

Якщо в якості параметру масштабування вибрати *Точка*, то масштаб буде змінюватись відносно обраної точки.

Навколо центроїд компонента. Масштабує порожнину кожної деталі щодо їх центроїд.

Навколо вихідних точок компонентів. Масштабує порожнину кожної деталі щодо їх вихідних точок.

Навколо вихідних точок основи ливарної форми. Масштабує порожнину кожної деталі щодо вихідних точок основи ливарної форми деталі.

Система координат Масштабує порожнину кожної деталі щодо обраної системи координат.

5. Натиснути ОК для здійснення побудови в 3Д моделі заготовки форми.

ПРИМІТКА: За наявності кількох рішень для створення порожнини (якщо при створенні порожнини створюється кілька окремих твердотільних елементів), необхідно вибрати, яке рішення зберегти.

У діалоговому вікні *Вирішити* невизначеність результату виберіть кнопки *Далі* та *Попередній*, щоб переглянути можливі рішення. При створенні порожнини висвітлену геометрію буде збережено (не видалено). Коли відобразиться потрібне рішення, натисніть ОК.

Створюється порожнина яка повторює форму і контури вилівка та ливниково-живильної системи. Розмір порожнини створюється з урахуванням зазначеного коефіцієнта масштабу.

Всі зміни, що вносяться у виливок чи ливниково-живильну систему будуть призводити до автоматичного оновлення порожнини в основі ливарної форми, до тих пір поки доступний шлях оновлення.

Розріз ливарної форми.

1. Для того, щоб розрізати 3Д модель заготовки ливарної форми для виготовлення двох частин ливарної форми необхідно:

У дереві конструювання FeatureManager або в графічній області натиснути на заготовку ливарної форми і вибрати *Файл / Деталь похідного компонента*. В графічній області на боковій грані заготовки форми створити ескіз у вигляді *Лінії*, яка при проектуванні розділяє належним чином заготовку ливарної форми (площина роз'єму) на дві напівформи. **УВАГА! Переконайтеся, що лінія довша за основу ливарної форми** (рис. 5.7).

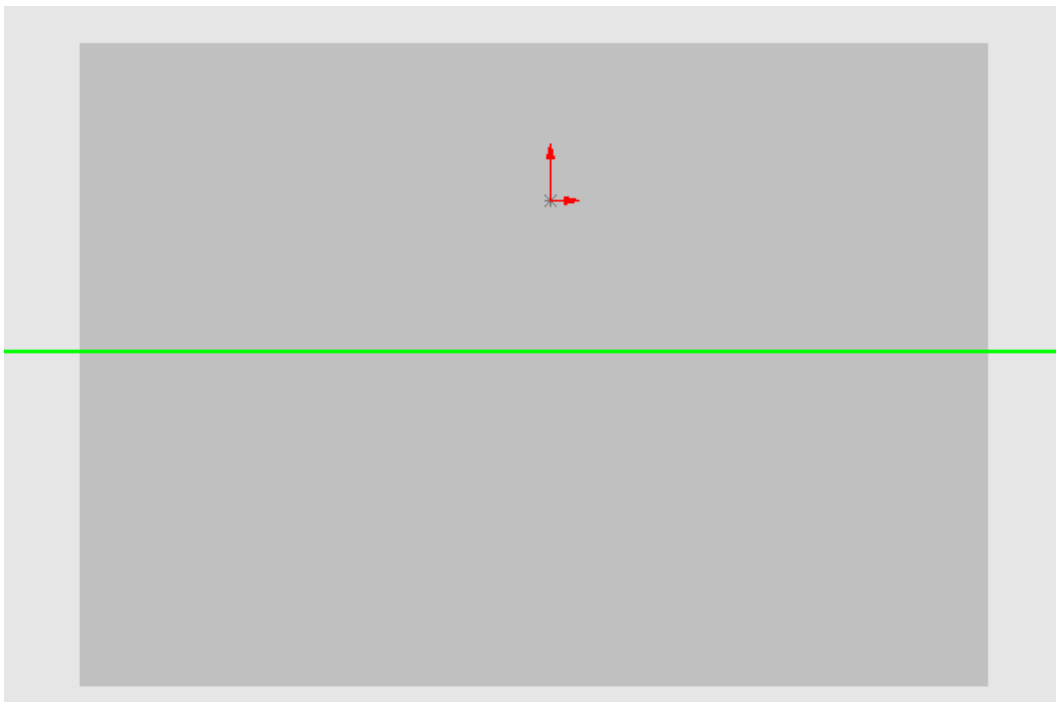



Рисунок 5.7 – Розріз простої ливарної форми

Можна також вибрати край 3Д моделі і натиснути кнопку *Перетворення об'єктів* на панелі інструментів - "*Інструменти ескізу*" для проектування кромки в якості розділяючої лінії.

2. Натиснути кнопку *Витягнутий виріз*  на панелі інструментів "*Елементи*" або вибрати *Вставка/Виріз, Витягнути*. У діалоговому вікні

Витягнути виріз вкажіть у параметрі *Тип* значення *Через все* та залиште вимкненим параметр *Переставити сторону для вирізу*. Натисніть ОК. Заготовка ливарної форми розрізається, показуючи порожнину яка повторює форму і контури виливка та ливниково-живильної системи в нижній частині. Це нижня половина ливарної форми. Необхідно зберегти цю 3Д модель під імям «*Нижня напівформа*» (рис. 5.8).

Для створення іншої половини ливарної форми необхідно знову зберегти 3Д модель під іншим ім'ям «*Верхня напівформа*», потім відредагувати визначення вирізу. Щоб змінити напрямок вирізу, виберіть *Переставити сторону для вирізу*.

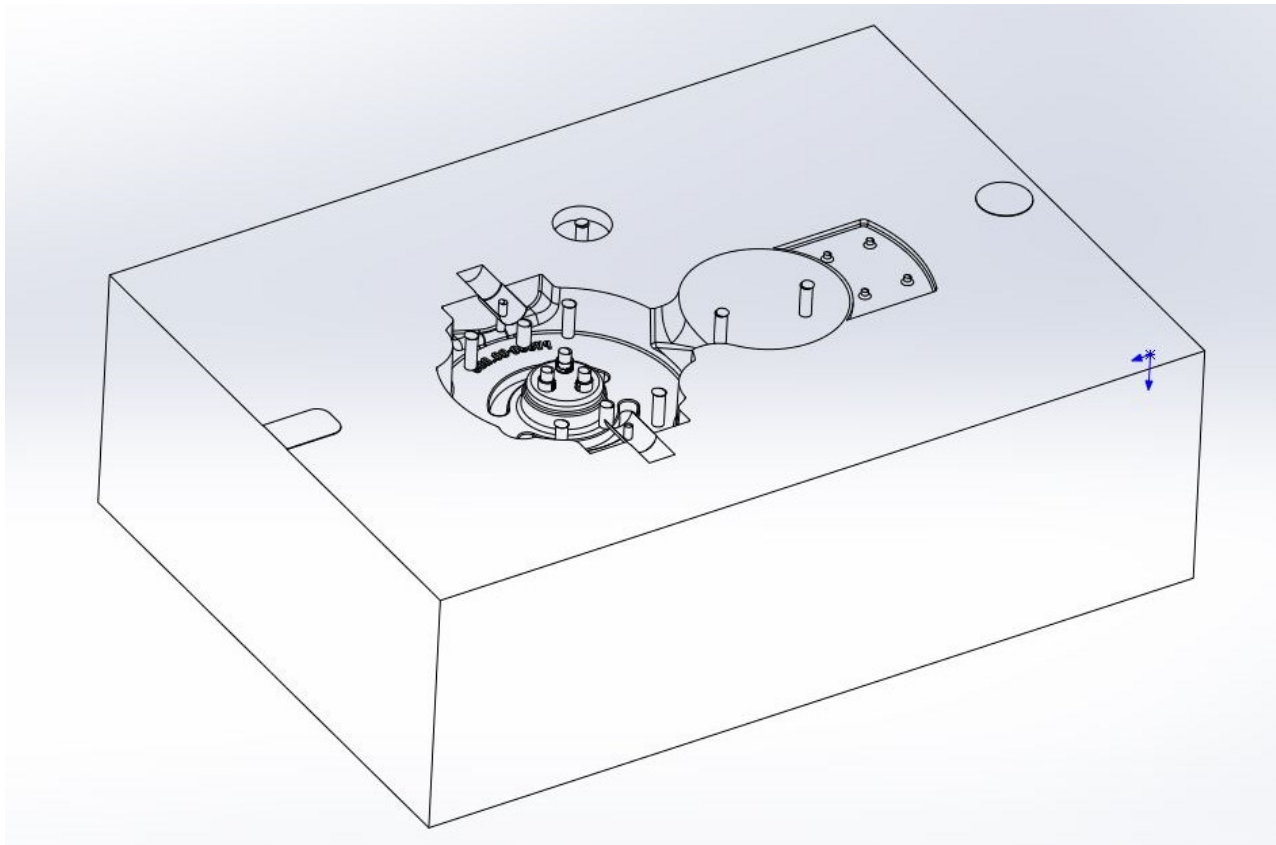


Рисунок 5.8 – 3Д модель нижньої напівформи

5.2. Завдання

За допомогою вивчених в попередніх лабораторних роботах операцій та побудованої 3Д зборки компоновки виливка з ливниково-живильною системою побудувати 3Д модель формуючої порожнини згідно з варіантом.

5.3. Зміст звіту

1. Найменування креслення виливка згідно з варіантом.
2. Ізометричне зображення побудованої 3Д зборки виливка з ливниково-живильною системою.
3. Ізометричне зображення побудованої 3Д зборки компоновки виливка з ливниково-живильною системою та заготовки (основи) форми.
4. Ізометричне зображення побудованих 3Д моделей верхньої і нижньої (правої і лівої) напівформ.
5. Загальні висновки про виконану лабораторну роботу.

5.4. Приклад виконання лабораторної роботи

Згідно з варіантом необхідно побудувати 3Д моделі напівформ для виливка Кришка MFS90 (додаток А).

Ізометричне зображення побудованої 3Д зборки виливка з ливниково-живильною системою представлено на рис. 4.9.

Ізометричне зображення побудованої 3Д зборки компоновки виливка з ливниково-живильною системою та заготовки (основи) форми представлено на рис. 5.4.

Ізометричне зображення побудованих 3Д моделей верхньої і нижньої (правої і лівої) напівформ представлено на рис. 5.8.

5.5. Контрольні запитання

1. Які інструменти має панель інструментів «Інструменти ливарної форми»?
2. Для чого призначений інструмент «Аналіз уклону»?
3. Як здійснюється редагування компонентів 3Д зборки?
4. Які бувають типи спряжень між компонентами в 3Д зборках?

5. Яка послідовність побудови ливарної форми за допомогою інструменту «Порожнина»?
6. Який тип спряження служить для орієнтації компонентів відносно один одного?
7. Для чого призначений інструмент «Поверхня відсікання»?
8. Як виконати редагування компонента в складанні?

5.6. Правила техніки безпеки

1. При роботі за комп'ютером необхідно дотримуватись загальних правил тривалості роботи, правильної постави, розміру шрифтів та зображень, вимог до приміщення тощо.

2. Після кожного часу роботи рекомендується робити десяти хвилинну перерву, яку зручно суміщати з провітрюванням. За будь-яких умов безперервна робота за комп'ютером для дорослої людини не повинна перевищувати двох годин. Під час перерви не варто читати книгу або переглядати інформацію в смартфоні. Перерва, яку Ви проводите за комп'ютером (наприклад, граючись або шукаючи матеріали в Інтернеті), просто не має сенсу.

3. Слідкуйте за поставою. Сидіти необхідно прямо, зручно, не напружуючись. Відстань від очей до екрану монітора – не менше 50-70 см. Центр екрану має знаходитися на рівні очей чи трохи нижче.

4. При роботі з текстом рекомендується, щоб колір шрифту був темним, а колір фону – світлим (ідеальний варіант – чорний шрифт на білому фоні).

5. Якщо шрифт занадто дрібний, то потрібно збільшити масштаб документу (наприклад, до 150% чи більше).

6. Якщо з'явилося відчуття втоми, напруження, сонливості, тяжкості в очах, потрібно припинити роботу та хоча б трохи відпочити.

Лабораторна робота № 6

ПОБУДОВА 3Д МОДЕЛІ СТЕРЖНЕВОГО ЯЩИКА З ВИКОРИСТАННЯМ ІНСТРУМЕНТІВ ЛИВАРНОЇ ФОРМИ

Мета роботи – За допомогою вивчених в попередніх лабораторних роботах операцій та побудованої 3Д зборки компоновки стержня та заготовки стержневого ящика побудувати 3Д модель стержневого ящика згідно з варіантом.

6.1. Теоретичні відомості

Правила Проектування 3Д моделей.

Розглянемо деякі правила, які допоможуть зробити проектування 3Д моделі більш правильним і раціональними. Їх необов'язково дотримуватися, а в окремих випадках навіть ці рекомендації не діють. Однак для тих, хто тільки навчається тривимірному моделюванню, вони будуть досить корисними.

1. Намагайтеся будувати модель із використанням як можна меншої кількості тривимірних формотворних операцій. Один зі способів досягнення цього – раціональна побудова ескізів. Також на попередньому етапі (ще до початку проектування на комп'ютері) скласти певний алгоритм (послідовність) 3Д побудови.

2. У SOLIDWORKS є команди, які за один виклик дозволяють виконувати кілька формотворних операцій. У такому випадку слід виконувати якнайбільше операцій за один сеанс роботи з такою командою. Наприклад, у деталі необхідно зробити закруглення радіусом 5 мм на декількох ребрах. Вам слід зробити їх за один виклик команди Закруглення, навіть якщо ребра не торкаються між собою. Із цього правила випливає, що такі операції, як Закруглення, Фаска, Ухил та ін., бажано виконувати на завершальному етапі побудови моделі, коли вся основна геометрія вже побудована.

3. Перед початком формування деталі добре продумайте всі етапи її

побудови. Особливу увагу приділить створенню основи. Якщо при переробці моделі ви виконуєте операцію перетину, яка видаляє з моделі всю основу, то можливе виникнення помилок розрахунків моделі. Цього слід уникати.

4. Не перевантажуйте модель допоміжною геометрією: використовуйте при можливості плоскі грані моделі як опорних площини, а в якості осей або напрямних – ребра.

5. Намагайтеся будувати деталь так, щоб її як можна простіше було розмістити в складанні. Наприклад, ви можете не починати побудову, відштовхуючись від однієї з базових площин, а створити зміщену площину, «відв'язавши» в такий спосіб деталь від початку координат. Або почати будувати деталь на допоміжній площині нахилено під певним кутом, під яким вона повинна бути розміщена в складанні.

6. Як у деталі, так і в складанні для копіювання типових елементів максимально використовуйте команди створення масивів.

7. Якщо ви не створюєте параметричну модель, то відключіть параметризацію, зафіксуйте деталь після її остаточного розміщення в складанні і видаліть не потрібні спряження.

Якщо ви будете дотримуватися цих правил, вам буде простіше не тільки проектувати, але й редагувати або допрацьовувати модель.

Довідкова документація до системи пропонує два основні способи побудови: знизу нагору й зверху вниз. Спосіб проектування знизу нагору має на увазі побудову кожної деталі окремо з наступним їхнім додаванням у складання. Проектування зверху вниз – це послідовне створення всіх деталей прямо в складанні. Найчастіше застосовується змішаний спосіб, при якому більша частина деталей проектує й редагується окремо, а потім вставляється й розміщається в складанні. Деякі компоненти, які при побудові вимагають прив'язки до тих або інших об'єктів складання, можна створювати в режимі контекстного редагування.

6.2. Завдання

За допомогою вивчених в попередніх лабораторних роботах операцій та побудованої 3Д зборки компоновки стержня та заготовки стержневого ящика побудувати 3Д модель стержневого ящика згідно з варіантом.

6.3. Зміст звіту

1. Найменування креслення вилівка згідно з варіантом.
2. Ізометричне зображення 3Д моделі стержня.
3. Ізометричне зображення побудованої 3Д зборки компоновки стержня та заготовки (основи) стержневого ящика.
4. Ізометричне зображення побудованих 3Д моделей половин стержневого ящика.
5. Загальні висновки про виконану лабораторну роботу.

6.4. Приклад виконання лабораторної роботи

Згідно з варіантом необхідно побудувати 3Д моделі половин стержневого ящика для вилівка Кришка MFS90 (додаток А).

Ізометричне зображення побудованої 3Д моделі стержня представлено на рис. 6.1.

Ізометричне зображення побудованої 3Д зборки компоновки стержня та заготовки (основи) стержневого ящика представлено на рис. 6.2.

Ізометричні зображення побудованих 3Д моделей половин стержневого ящика представлено на рис. 6.3, 6.4.

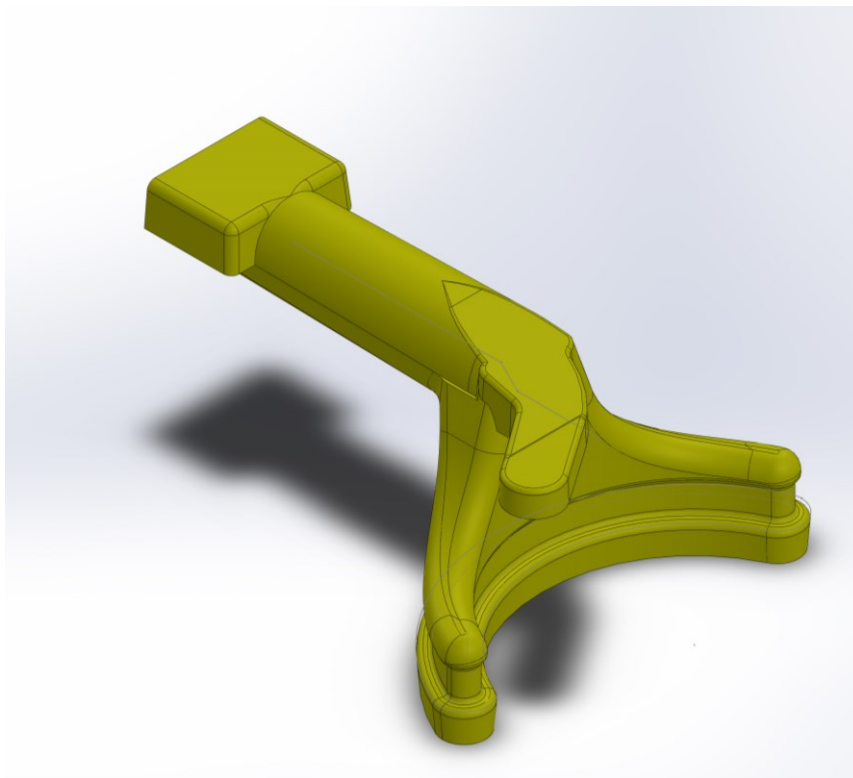


Рисунок 6.1 – 3Д модель стержня для виливка Кришка MFS90

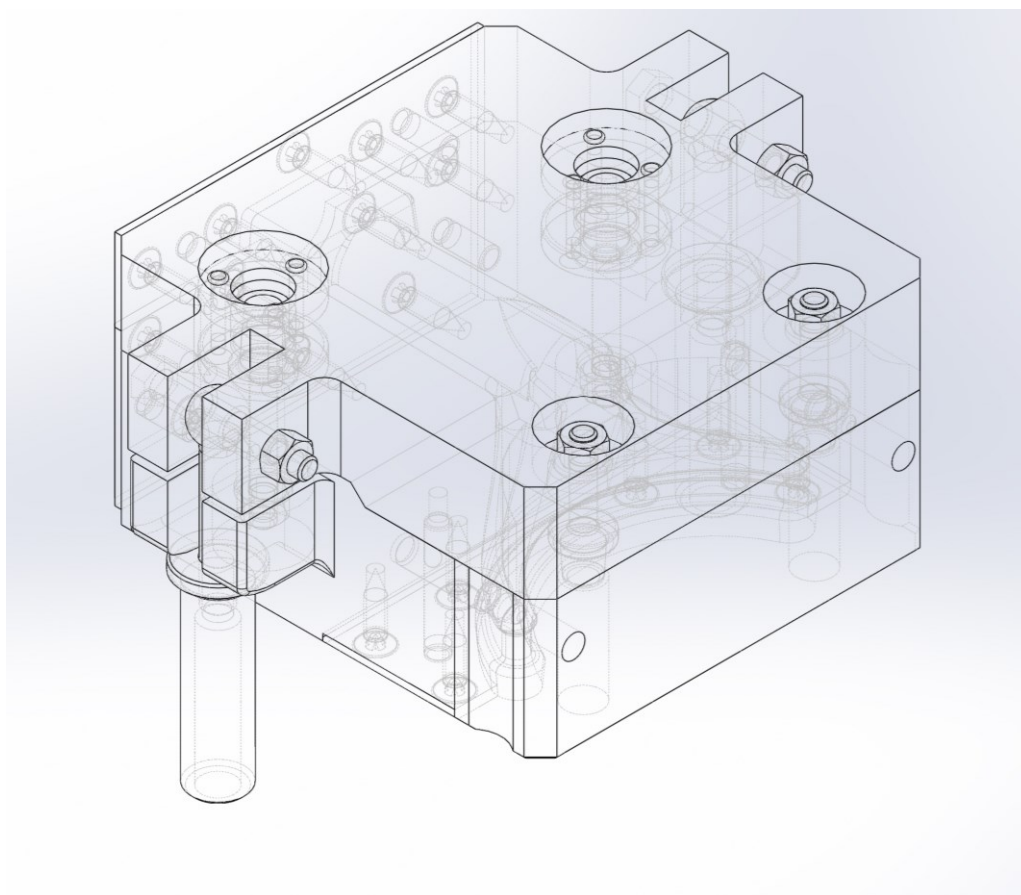


Рисунок 6.2 – 3Д зборка компоновки стержня та заготовки (основи)
стержневого ящика для виливка Кришка MFS90

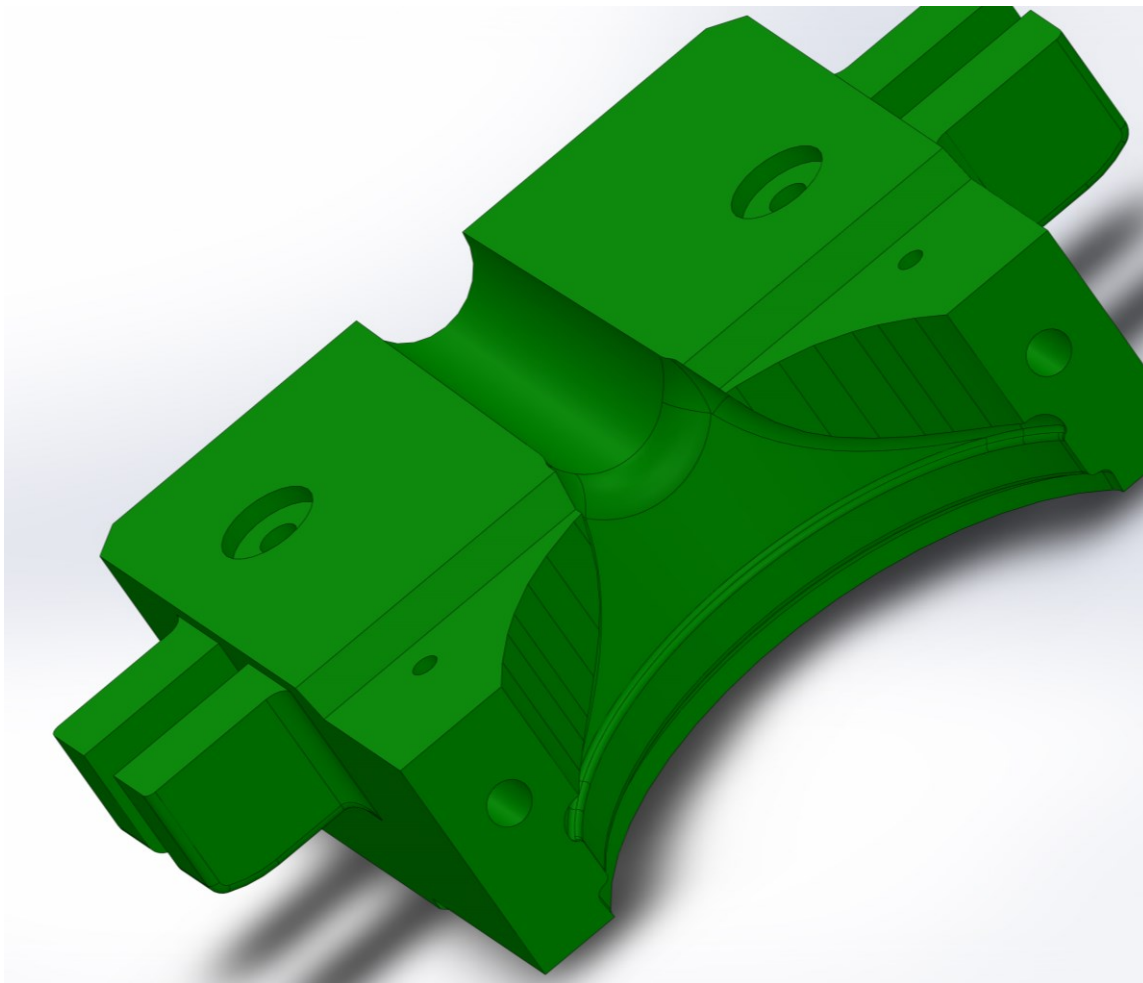


Рисунок 6.3 – 3Д модель нижньої половини стержневого ящика

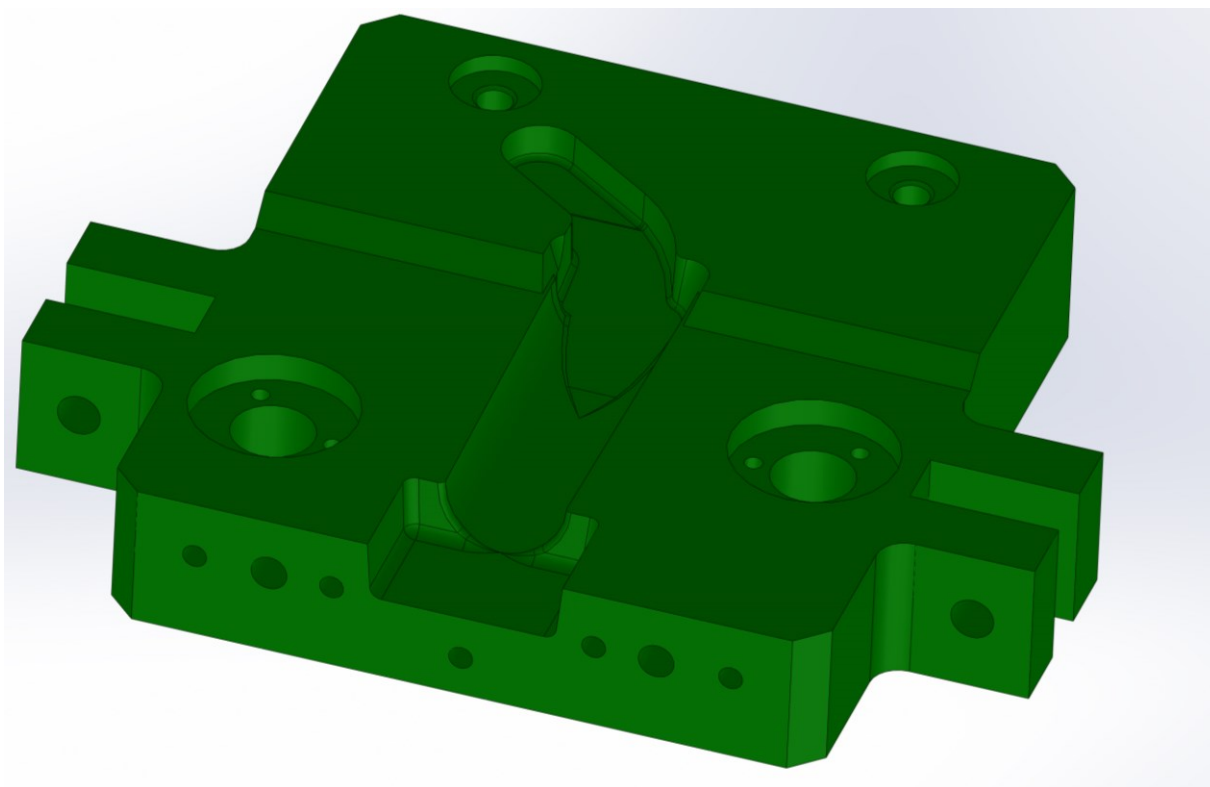


Рисунок 6.3 – 3Д модель верхньої половини стержневого ящика

6.5. Контрольні запитання

1. Які інструменти має панель інструментів «Інструменти ливарної форми»?
2. Для чого призначений інструмент «Аналіз уклону»?
3. Як здійснюється редагування компонентів 3Д зборки?
4. Які бувають типи спряжень між компонентами в 3Д зборках?
5. Яка послідовність побудови стержневого ящика за допомогою інструменту «Порожнина»?
6. Який тип спряження служить для орієнтації компонентів відносно один одного?
7. Для чого призначений інструмент «Поверхня відсікання»?
8. Як виконати редагування компонента в складанні?

6.6. Правила техніки безпеки

При роботі за комп'ютером необхідно дотримуватись загальних правил тривалості роботи, правильної постави, розміру шрифтів та зображень, вимог до приміщення тощо.

Після кожного часу роботи рекомендується робити десяти хвилинну перерву, яку зручно суміщати з провітрюванням. За будь-яких умов безперервна робота за комп'ютером для дорослої людини не повинна перевищувати двох годин. Під час перерви не варто читати книгу або переглядати інформацію в смартфоні. Перерва, яку Ви проводите за комп'ютером (наприклад, граючись або шукаючи матеріали в Інтернеті), просто не має сенсу.

Слідкуйте за поставою. Сидіти необхідно прямо, зручно, не напружуючись. Відстань від очей до екрану монітора – не менше 50-70 см. Центр екрану має знаходитися на рівні очей чи трохи нижче.

При роботі з текстом рекомендується, щоб колір шрифту був темним, а колір фону – світлим (ідеальний варіант – чорний шрифт на білому фоні).

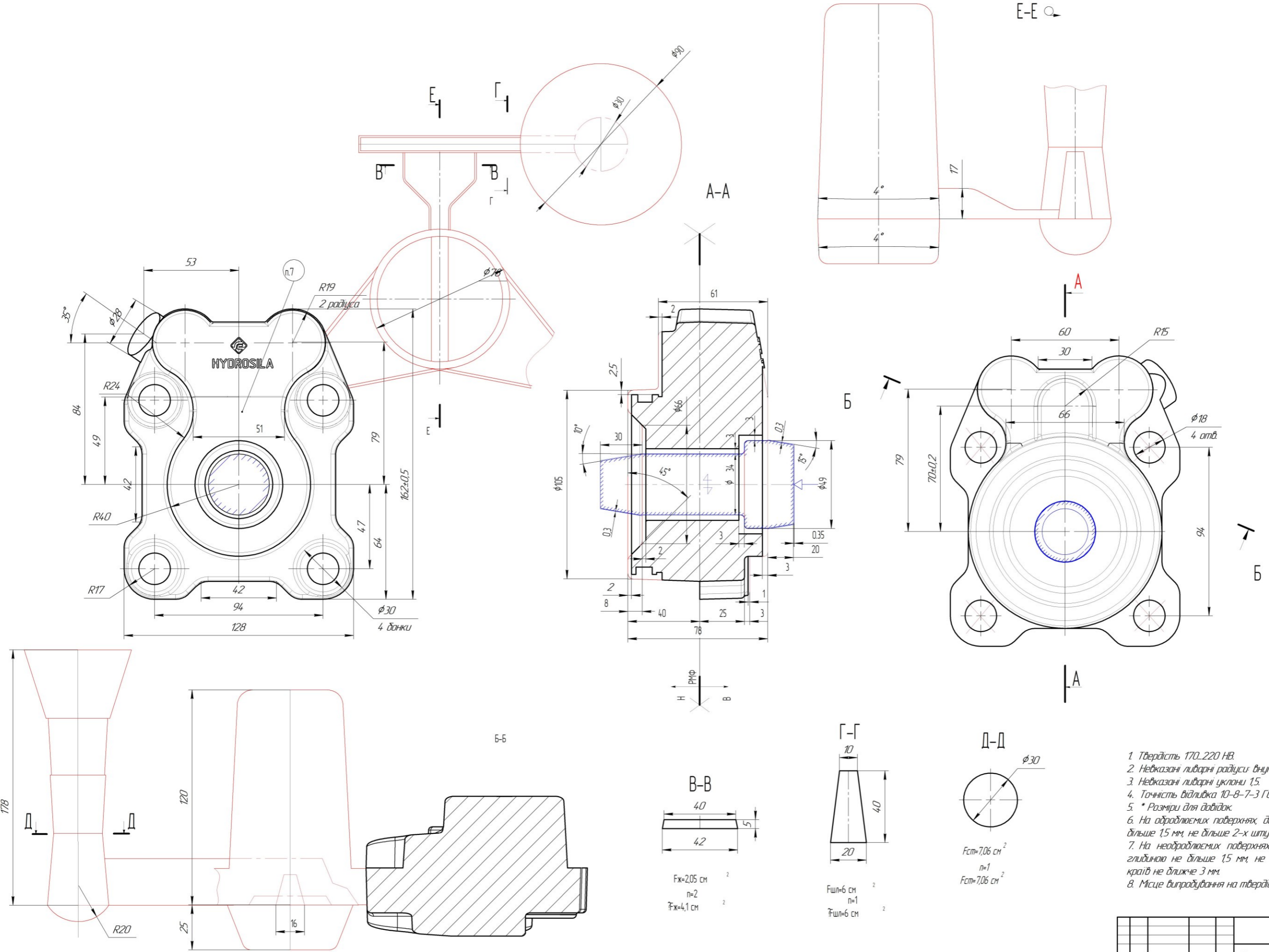
Якщо шрифт занадто дрібний, то потрібно збільшити масштаб документу (наприклад, до 150% чи більше).

Якщо з'явилося відчуття втоми, напруження, сонливості, тяжкості в очах, потрібно припинити роботу та хоча б трохи відпочити.

ЛІТЕРАТУРА

1. Інженерна графіка в SolidWorks: Навчальний посібник/ С.І. Пустюльга, В.Р. Самостян, Ю.В. Клак – Луцьк: Вежа, 2018. – 172 с.
2. Веселовська Г.В. Комп'ютерна графіка / Веселовська Г.В., Ходаков В.Є, Веселовський В.М. - Херсон.: ОЛДІ - плюс, 2008. – 584 с.
3. Холодняк Ю. В. Комп'ютерне проектування промислових виробів: конспект лекцій / Ю. В. Холодняк. – Мелітополь: Люкс, 2021. – 140 с.
4. Козяр М. М. Комп'ютерна графіка: SolidWorks : навч. посіб. / М. М. Козяр, Ю. В. Фещук, О. В. Парфенюк. – Херсон : Олді-плюс, 2018. – 252 с.
5. Комп'ютерне проектування промислових виробів: навчально-методичний посібник з виконання практичних робіт / Ю. В. Холодняк; ТДАТУ. – Мелітополь: ТДАТУ, 2020. – 152 с.
6. Paul J. Schilling, Randy H. Shih. Parametric Modeling with SOLIDWORKS 2022 // 2022, 610 p.
7. James D. Bethune. Engineering Design and Graphics with SolidWorks 2016 // 2016, 829 p.
8. Zeid I. Mastering SolidWorks: the design approach // 2014, 552 p.
9. Solidworks у завданнях 3Д моделювання та інжинірингу технічних систем. Навч. посібник / В.Я. Ворощук, Т.М. Вітенько. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2021. 164 с.

ДОДАТКИ



1. Твердість 170..220 НВ.
2. Невказані ливарні радіуси: внутрішні 5 мм, зовнішні 3 мм.
3. Невказані ливарні уклони 1,5°.
4. Точність відливка 10-8-7-3 ГОСТ 26645-85.
5. * Розміри для довідок.
6. На оброблених поверхнях допускаються раковини глибиною не більше 1,5 мм, не більше 2-х штук на кожній поверхні.
7. На необроблених поверхнях допускаються одиничні раковини глибиною не більше 1,5 мм, не більше 2-х штук розташовані від країв не ближче 3 мм.
8. Місце випробування на твердість.

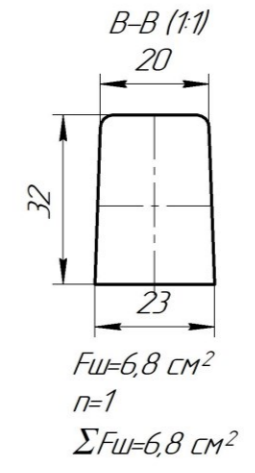
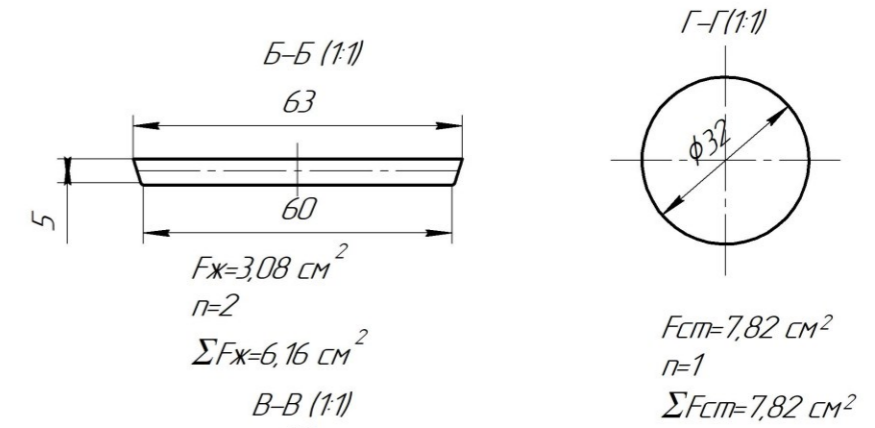
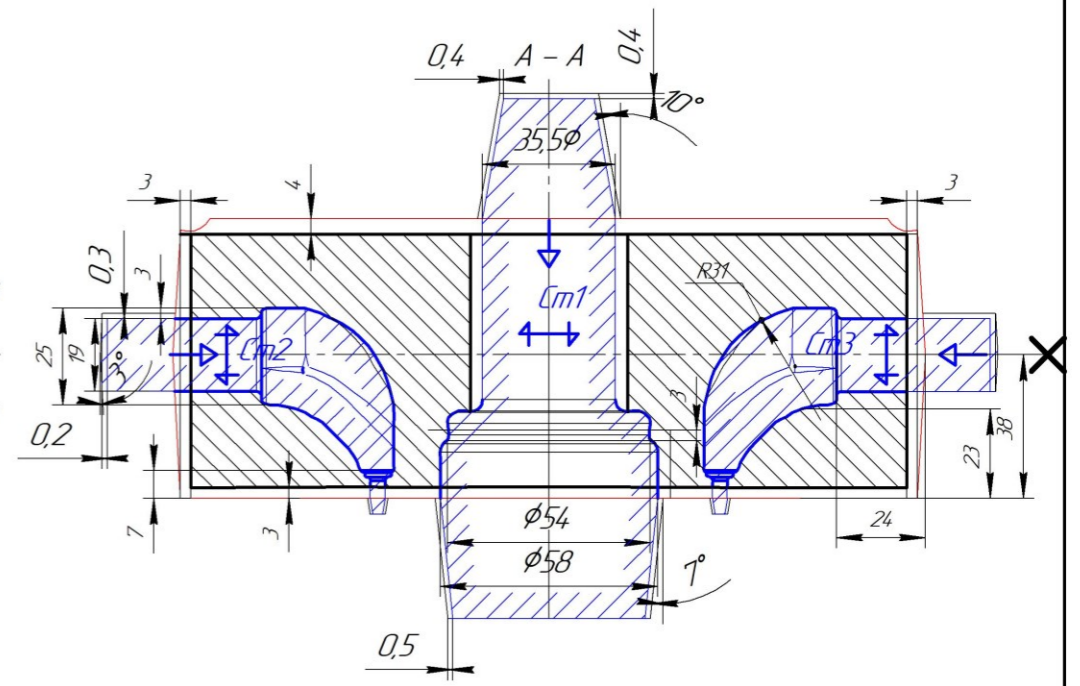
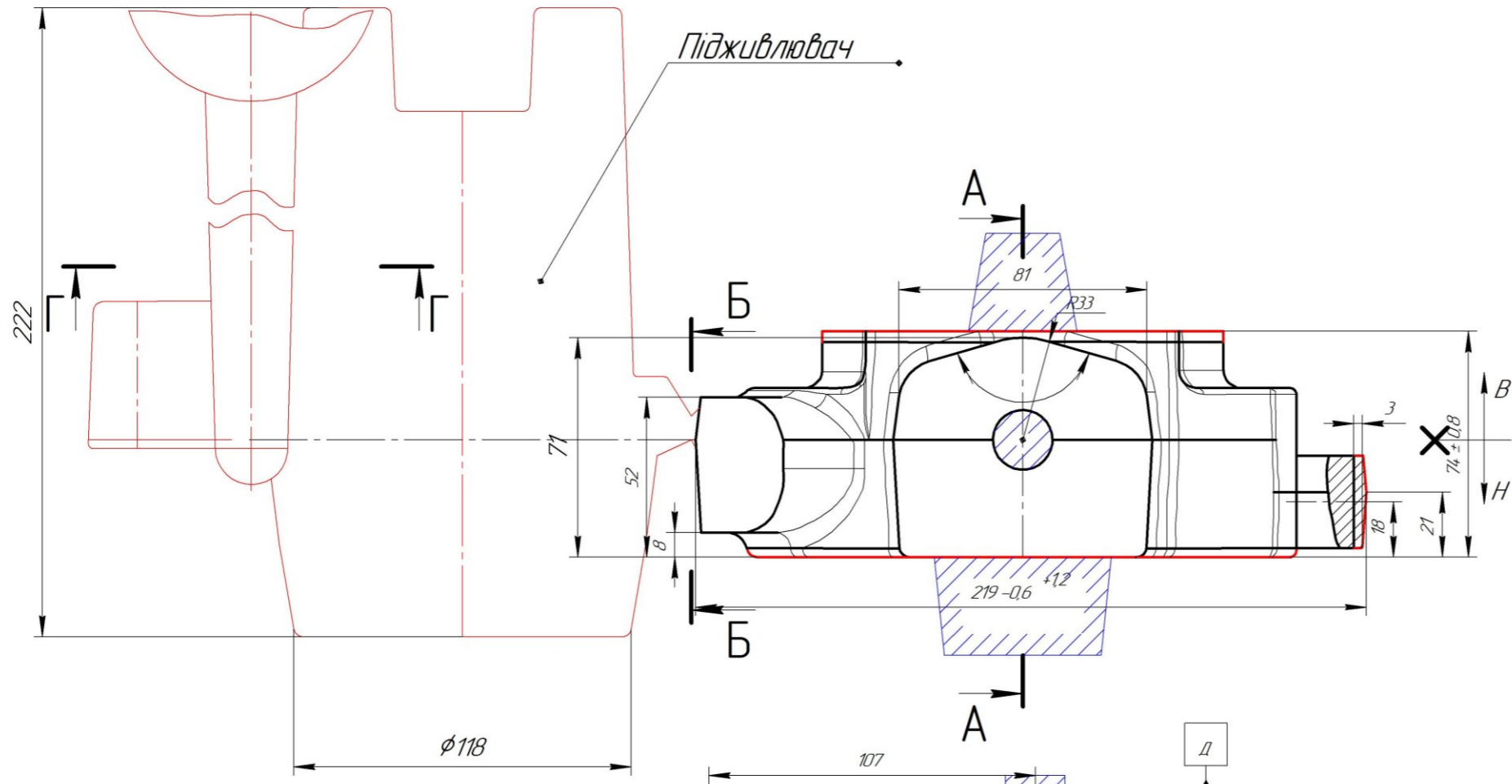
$F_{ж} = 2,05 \text{ см}^2$
 $n = 2$
 $F_{ж} = 4,1 \text{ см}^2$

$F_{шл} = 6 \text{ см}^2$
 $n = 1$
 $F_{шл} = 6 \text{ см}^2$

$F_{ст} = 7,06 \text{ см}^2$
 $n = 1$
 $F_{ст} = 7,06 \text{ см}^2$

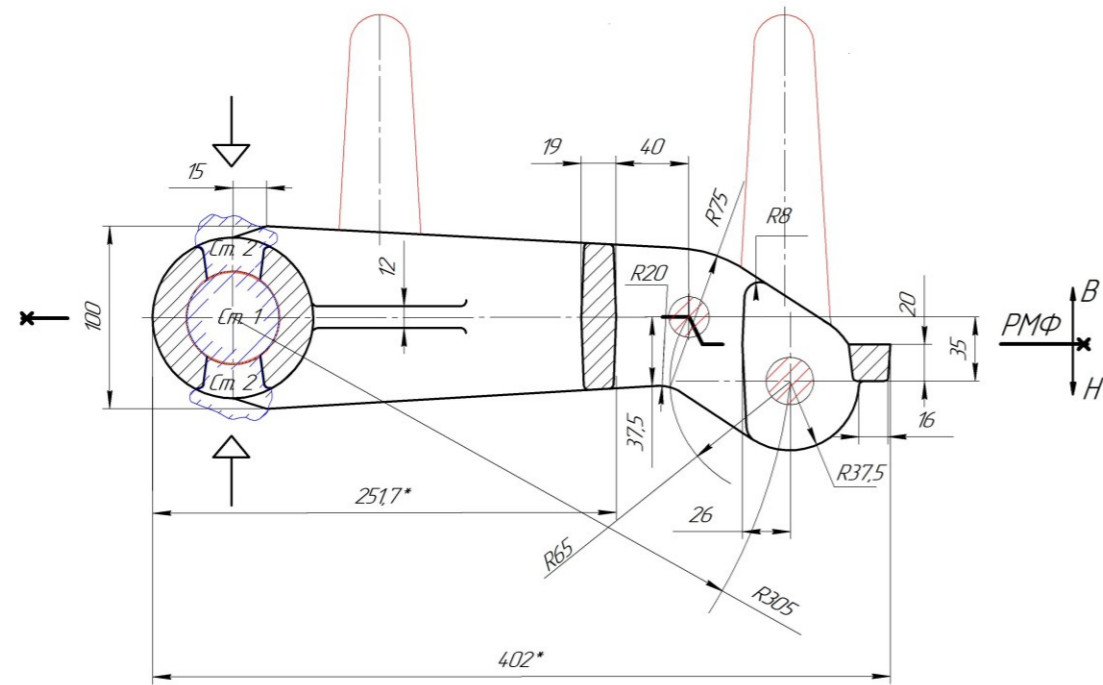
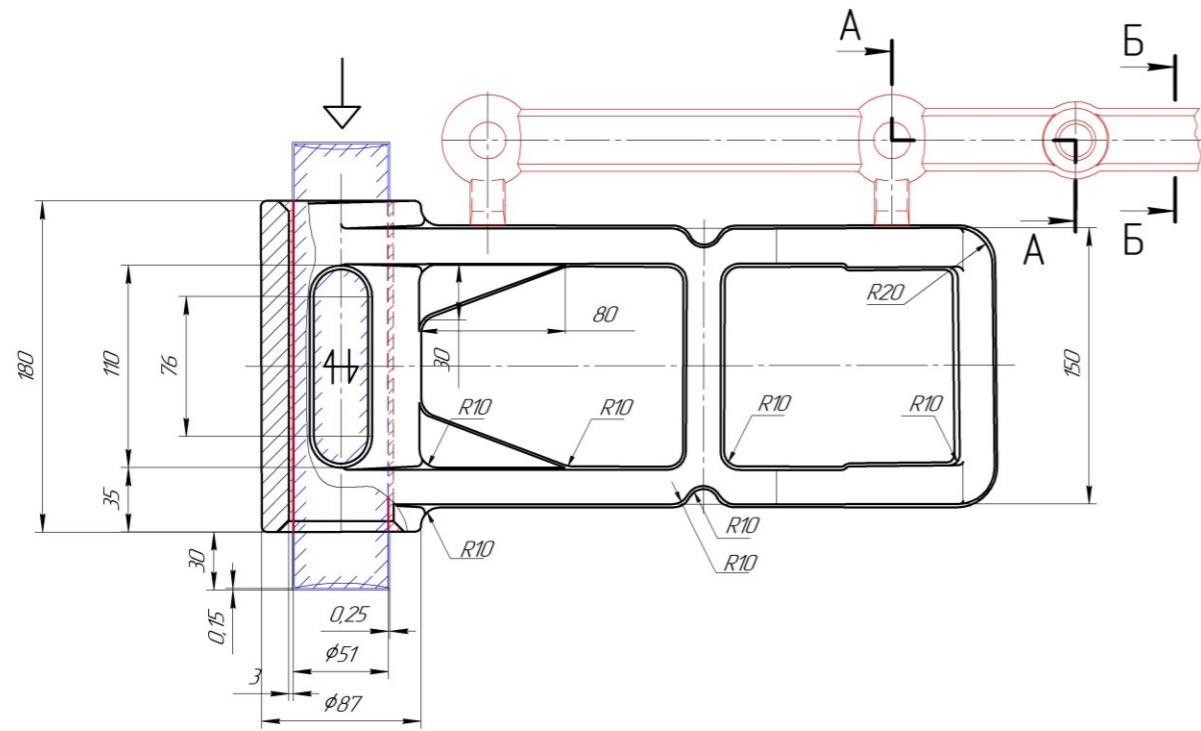
№ з/л	Лист	№ докум	Підп	Дата	Деталь з нанесеною ливарною технологією	Лист	Маса	Максимум
Розроб							6,22	11
Проб								
Еконтр								
Нконтр								
Сінв								
ВЧ 450 ДСТУ 3925-99						ЦНТУ		
Копія						Формат А1		

Перш. примеч.
Спроб. №
Лист. №
Взам. инв. №
Лист. №
Инв. №
Лист. №
Инв. №

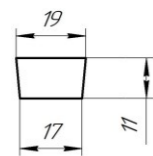


Точність відливка 8-0-0-9 ГОСТ 26645-85
 Невказані ливарні уклони 2°...3°
 Невказані радіуси 2...6 мм
 170...220 НВ

Изм. Лист	№ докум.	Лист	Дата	Кришка задня РВН2.90	Лист	Масса	Масштаб
Разработ					12,91 кг	1:1,5	
Проб.					Лист	Листов	1
Т.контр.							
Исполн.				ВЧ450-10	ЦНТУ		
Утв.					Копировал Формат А2		

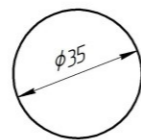


Г-Г M(1:1)



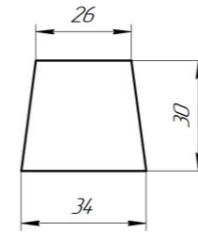
$F_{жив} = 1,98 \text{ см}^2$
 $n = 4$
 $\Sigma F_{жив} = 7,92 \text{ см}^2$

В-В M(1:1)



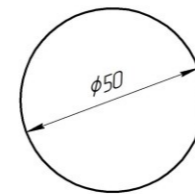
$F_{ст} = 9,5 \text{ см}^2$

Б-Б M(1:1)

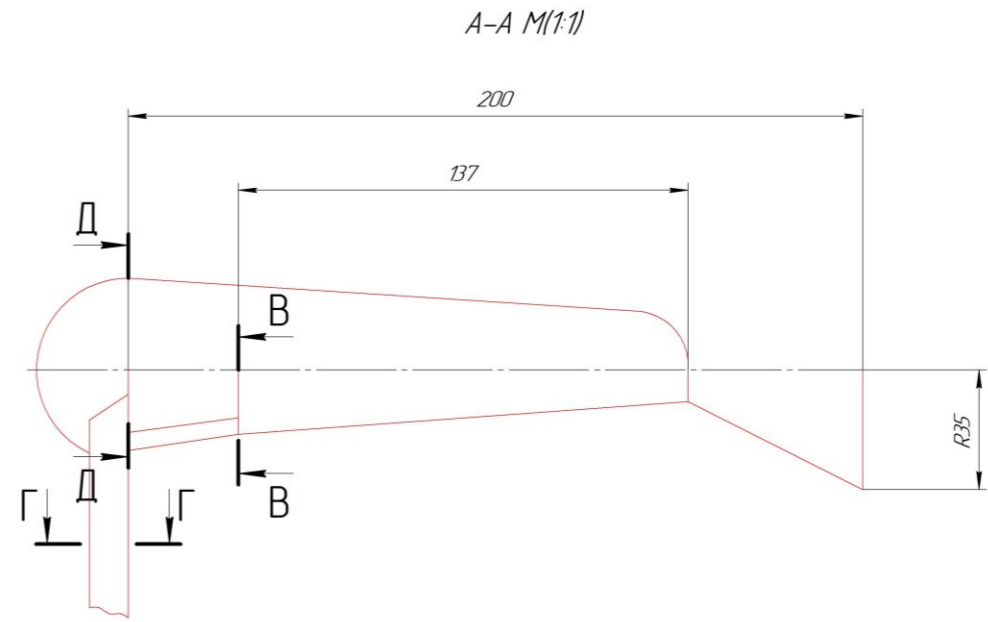


$F_{шл} = 4,55 \text{ см}^2$
 $n = 2$
 $\Sigma F_{шл} = 9,1 \text{ см}^2$

Д-Д M(1:1)

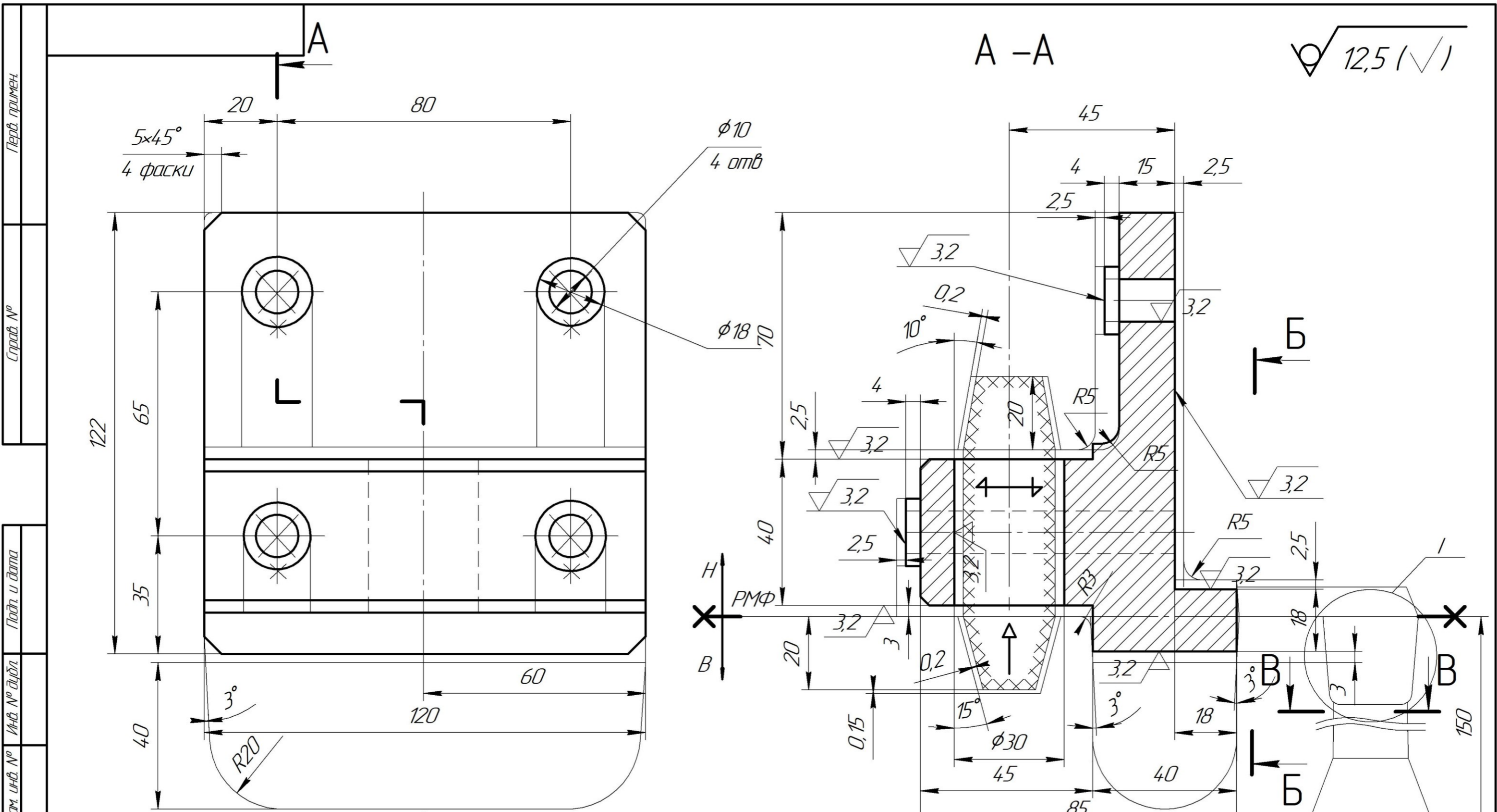


$F_{підж} = 19,65 \text{ см}^2$
 $n = 4$
 $\Sigma F_{підж} = 78,6 \text{ см}^2$

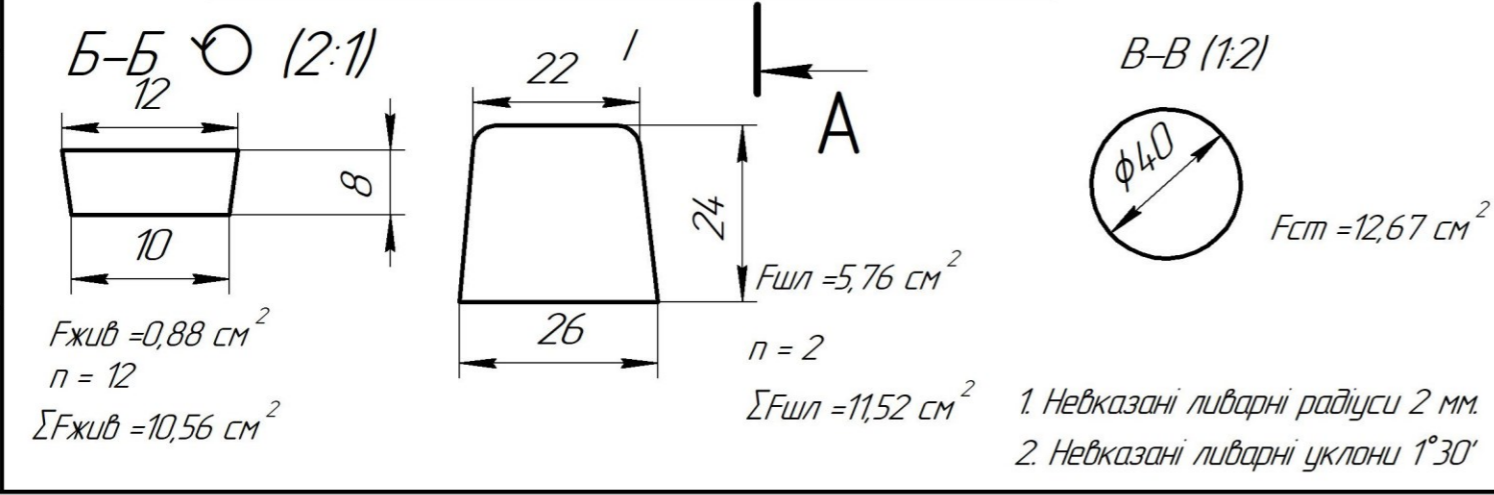


1. Точність відливка 11Т-11Т ГОСТ 26645-85.
2. Невказані ливарні нахили 3°.
3. Невказані ливарні радіуси 3 мм.
4. Максимальний перекид по лінії роз'єму 2 мм.
5. Допускається на оброблюваних поверхнях одиничні раковини 5 мм глибиною 2 мм в кількості 5 шт.; на необроблюваних поверхнях одиничні раковини 9 мм глибиною 4 мм в кількості 8 шт. на деталь; нарости не більше 15 мм площею не більше 6 см² в кількості 3 шт на поверхні; пригар в важкодоступних для очистки місцях; заливи по лінії роз'єму та на стикку стержнів в важкодоступних місцях; дефекти, вказані вище дозволяється виправляти зварюванням з подальшою очисткою.
6. Усадкоба пористість в кутах не більше 2 мм.
7. Твердість 131 ... 157 НВ.
8. Інші технічні вимоги за ГОСТ 23.2.4.70-77.
9. * Розміри для довідок.

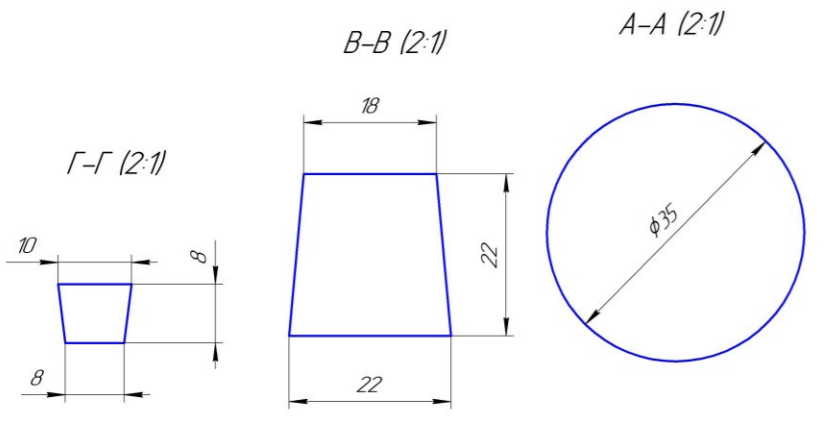
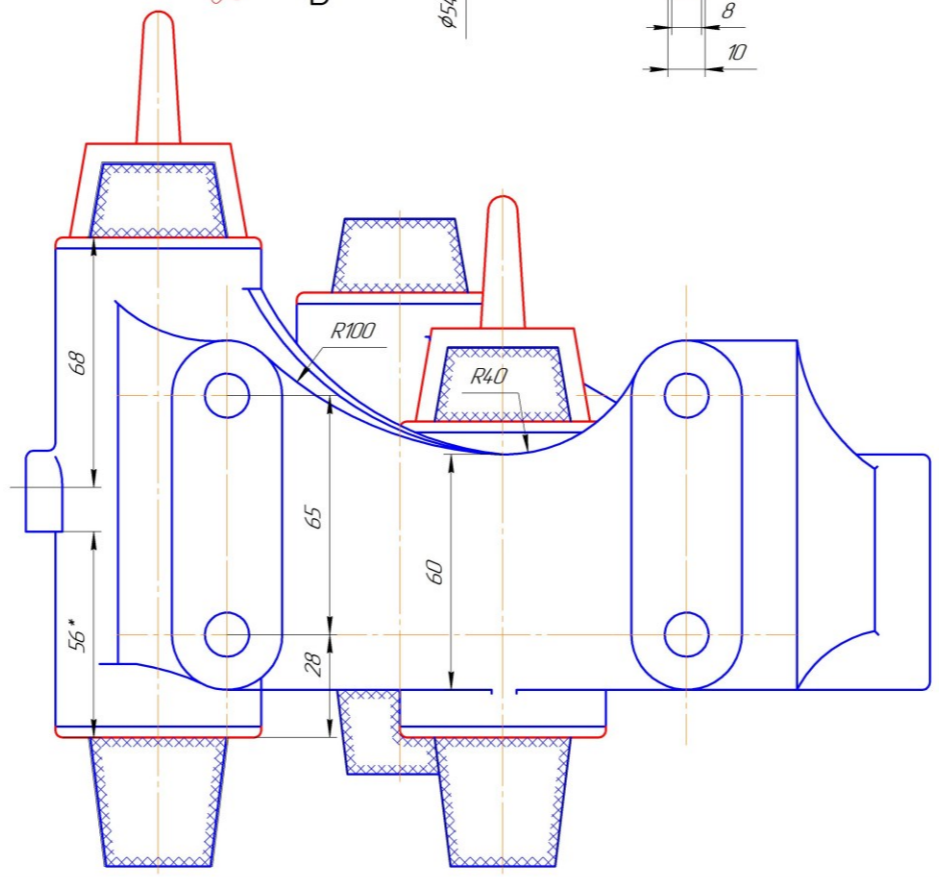
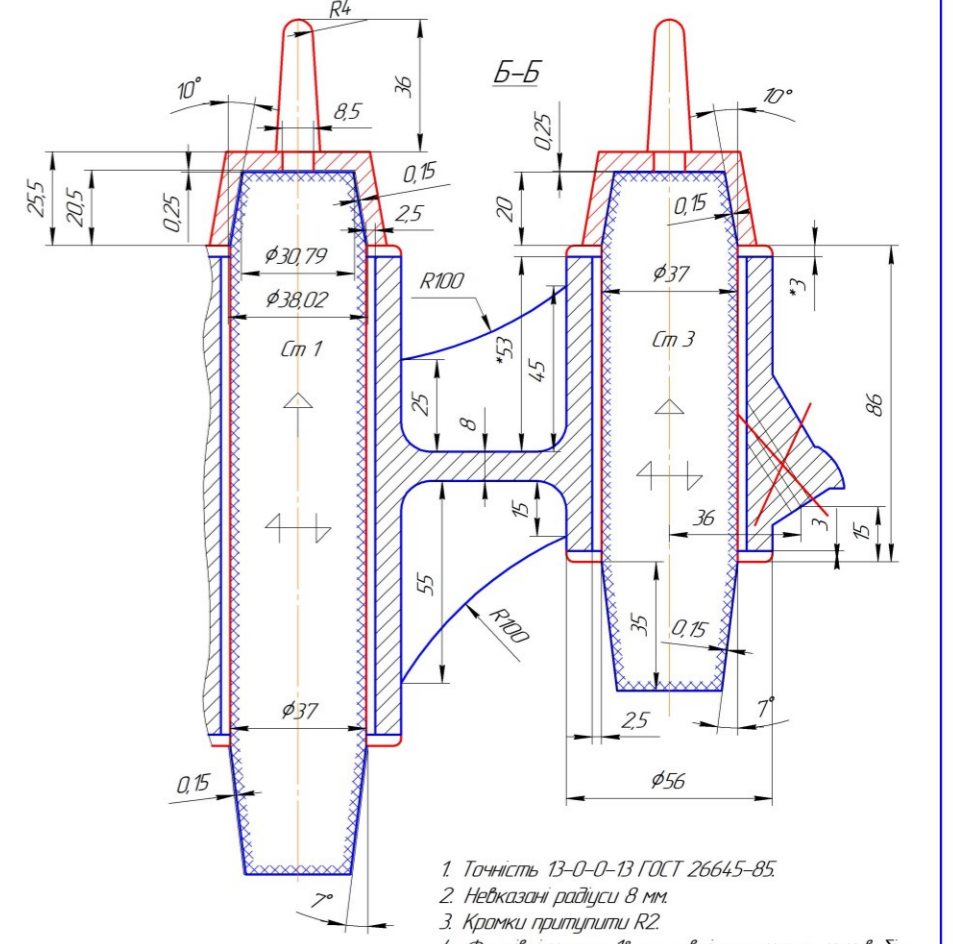
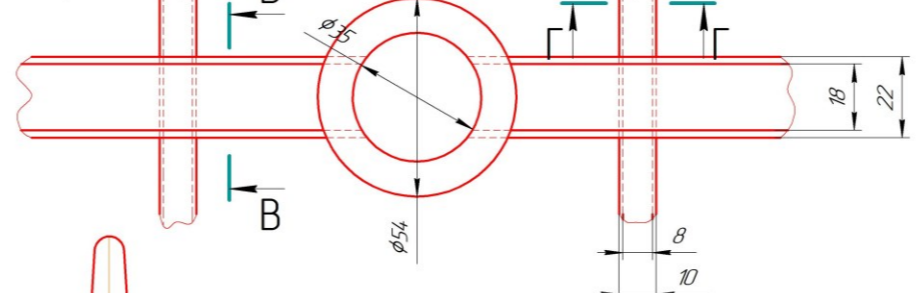
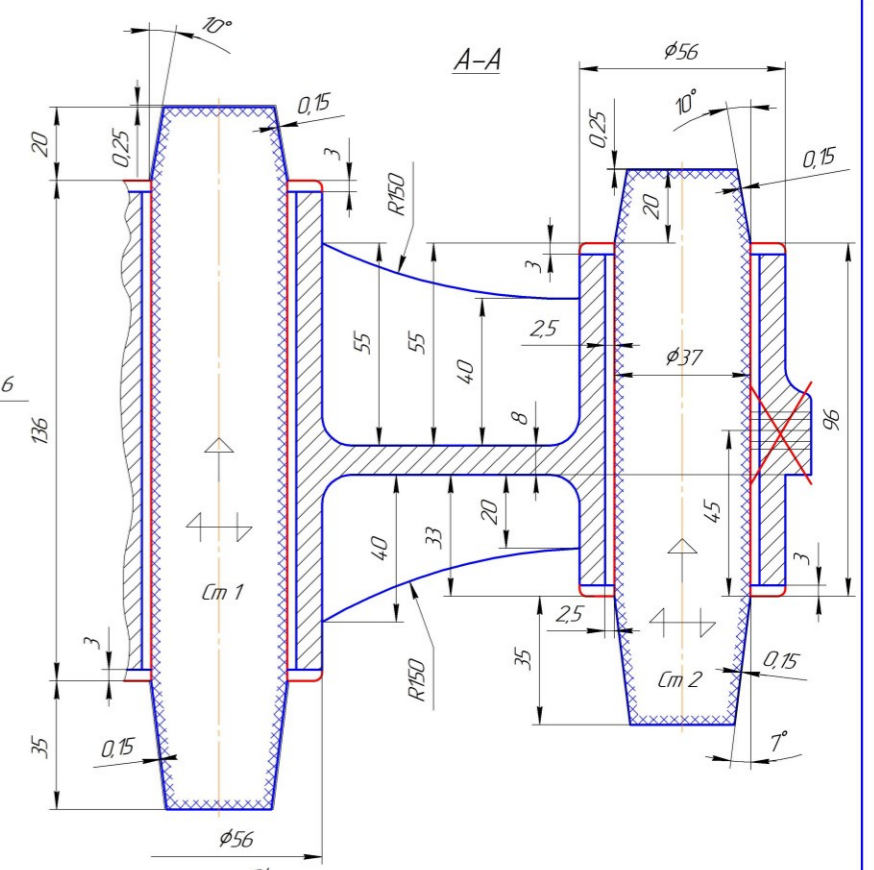
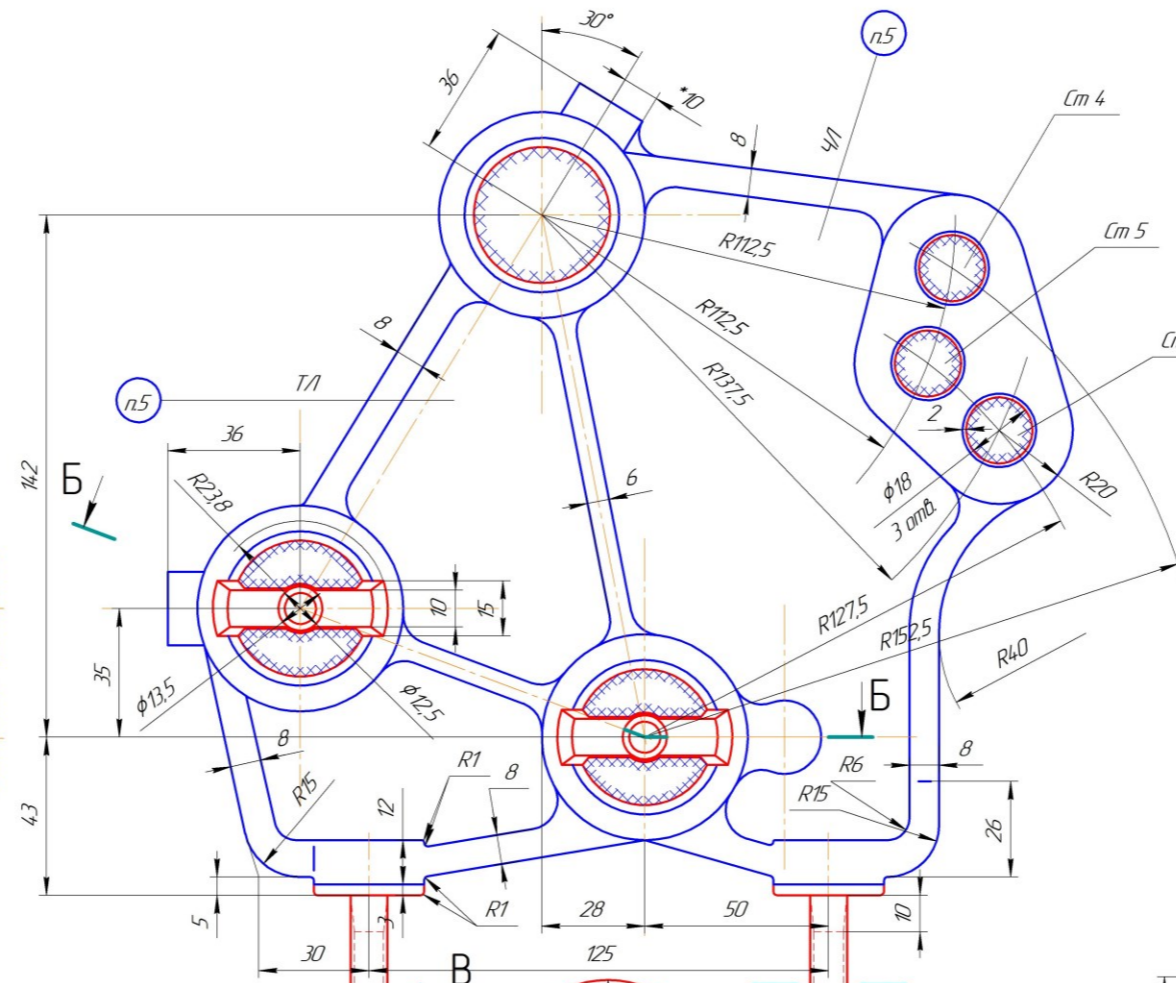
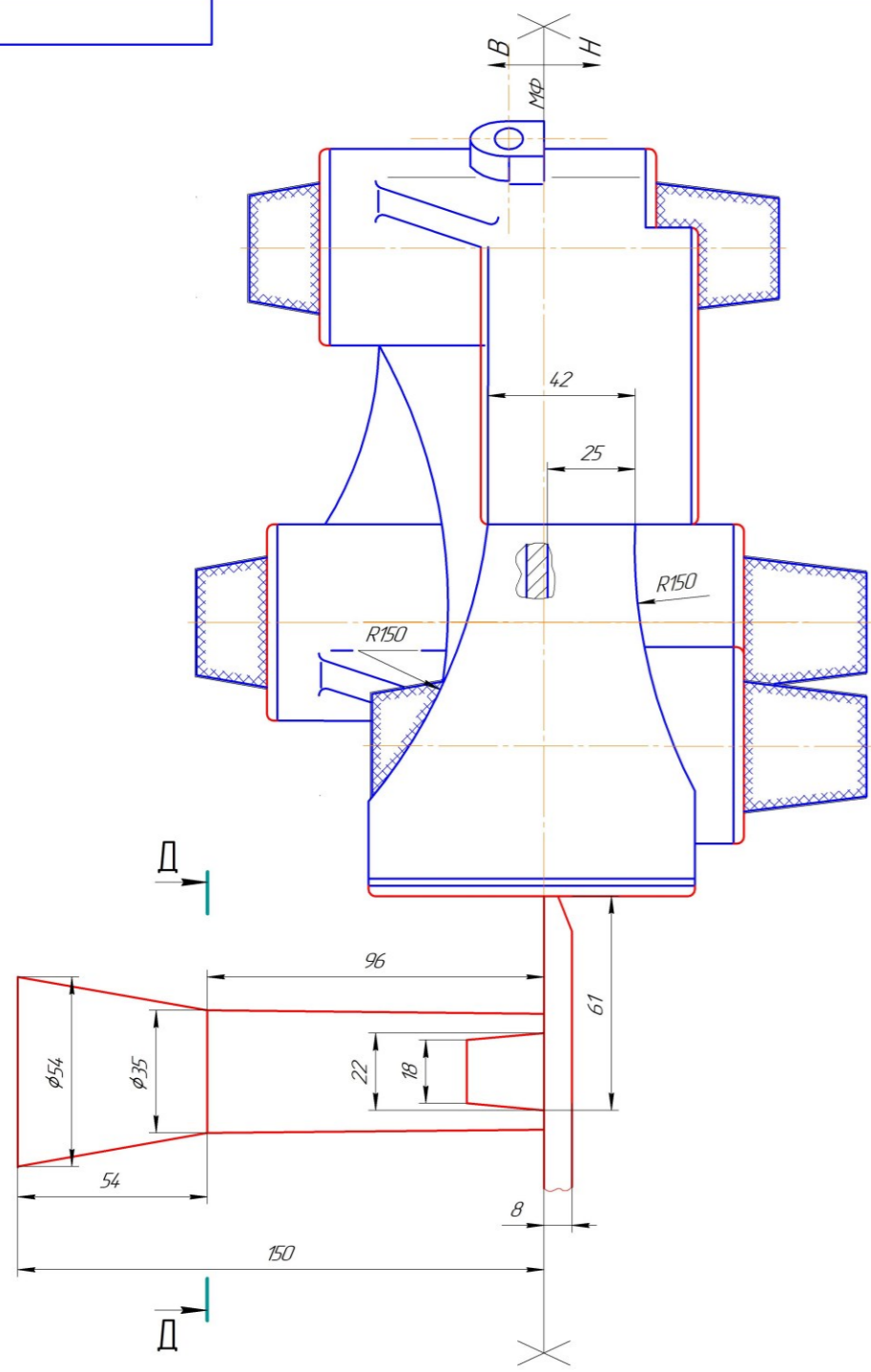
Мен./Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Лист	Масса	Максимум
Кранштейн.				1/1	14	1,2
Резерв				Лист	1	Листов
Проб.						
Інженер						
Чл.б.						
Деталь з ливарною технологією				ЦНТУ		
Сталь 35Л ДСТУ 8781:2018				Копіював		
				Формат А1		



Перв. примен.	
Справ. №	
Подп. и дата	
Взам. инв. №	Инв. № дробл.
Подп. и дата	
Инв. № подл.	



Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Кронштейн	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.							3,8	1:1
Пров.					Сталь 35Л	Листов	Листов	1
Т.контр.						ЦНТУ	каф. М/В	Формат А3
Н.контр.					Копировал			
Утв.								



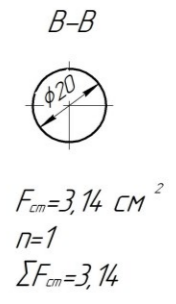
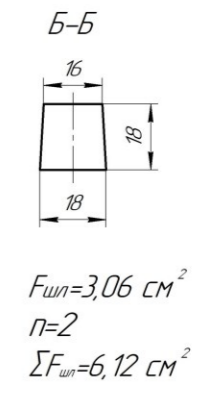
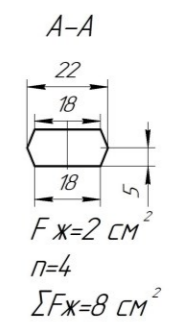
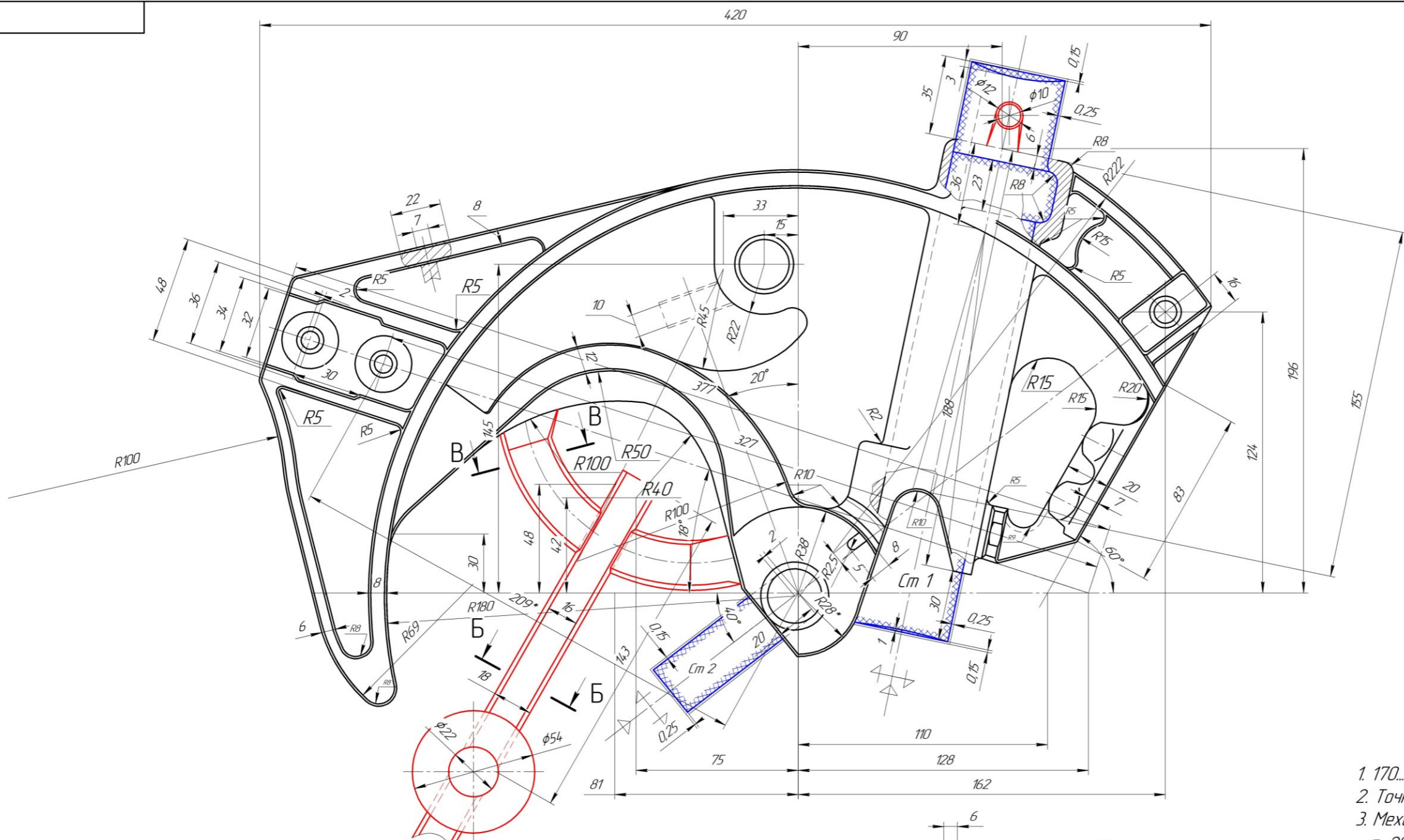
$F_{ж} = 0,7 \text{ см}^2$
 $n = 12$
 $\Sigma F_{ж} = 8,4 \text{ см}^2$

$F_{шп} = 4 \text{ см}^2$
 $n = 2$
 $\Sigma F_{шп} = 8 \text{ см}^2$

$F_{см} = 9,66 \text{ см}^2$
 $n = 1$
 $\Sigma F_{см} = 9,66 \text{ см}^2$

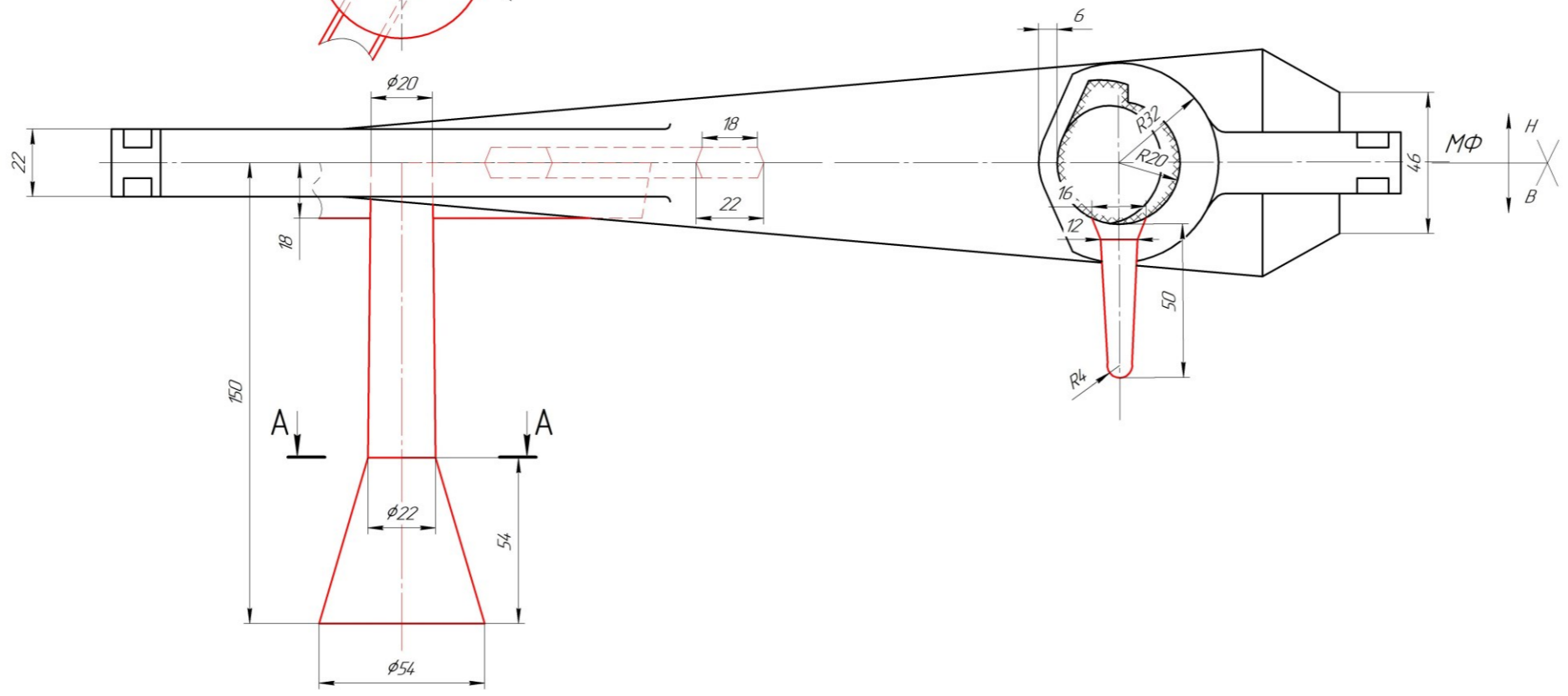
1. Точність 13-0-0-13 ГОСТ 26645-85.
2. Невказані радіуси 8 мм.
3. Кромки притупити R2.
4. Формівні уклони 1°, по зовнішньому контуру в дік зменшення тилівділки.
5. Маркувати шрифт ПО-8 ГОСТ 2930-62.
6. * Розміри для довідок.

Мен. Лист	№ докум.	Лист	Дата	Лист	Маса	Максимум
				Корпус відливка		
				Лист	9,400	11
				СЧ20 ГОСТ 14.12-85		
				Котурдан		
				Формат А1		



Технічні вимоги

- 170...229 НВ
- Точність 12-0-0-12 ГОСТ 26645-85
- Механічні властивості:
 $\sigma = 200 \text{ МПа}$
 $\delta = 1\%$
- * Розміри для довідок забезпечуються оснащенням
- На необроблених поверхнях допускаються одиничні ливарні дефекти розміром до 2 мм у кількості не більше 3 шт. на поверхню
- На оброблених поверхнях допускаються ливарні дефекти величиною не більше 1/2 припуску на механічну обробку
- Невказані ливарні радіуси 3 мм
- Ливарні уклони - 1°
- Зміщення по лінії роз'єму більше 2 мм. не допускається.

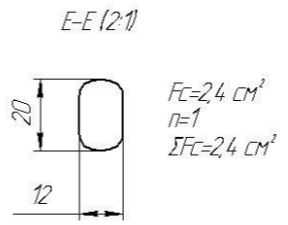
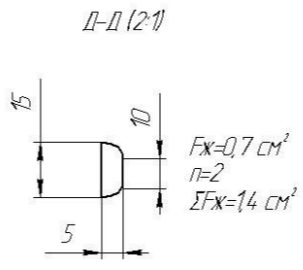
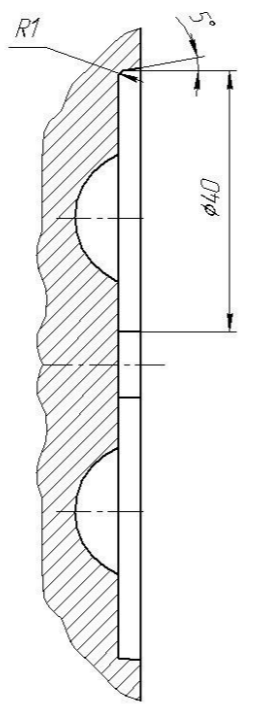
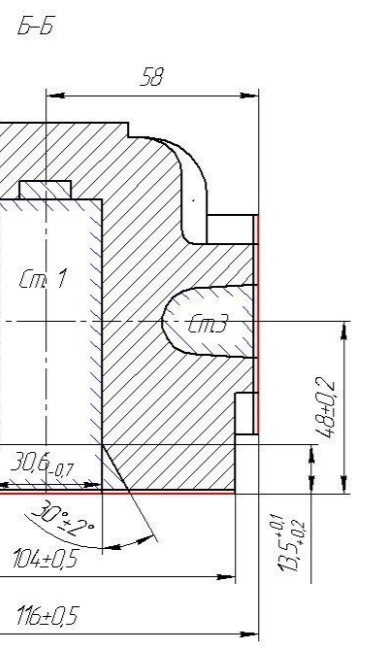
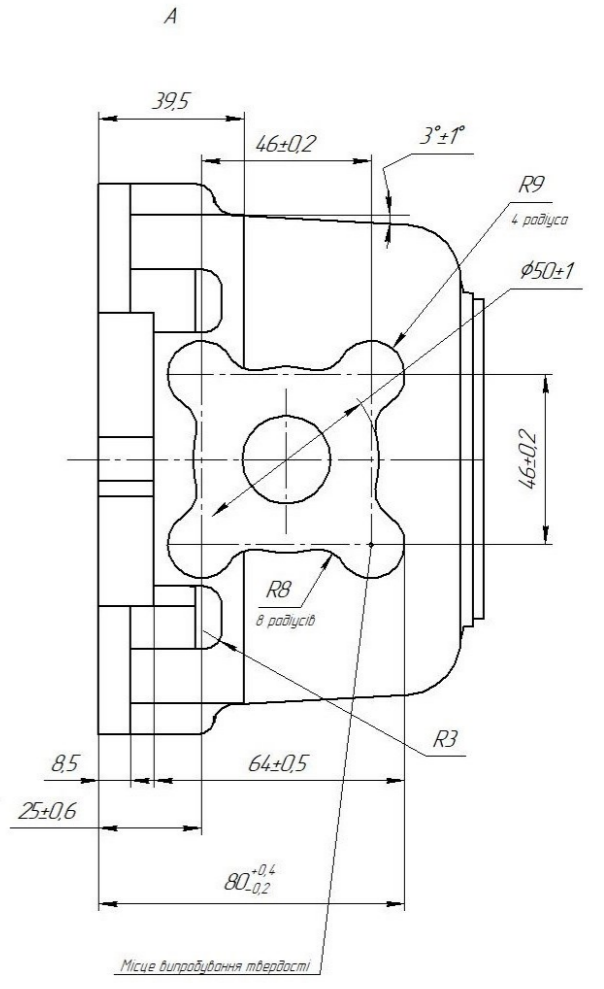
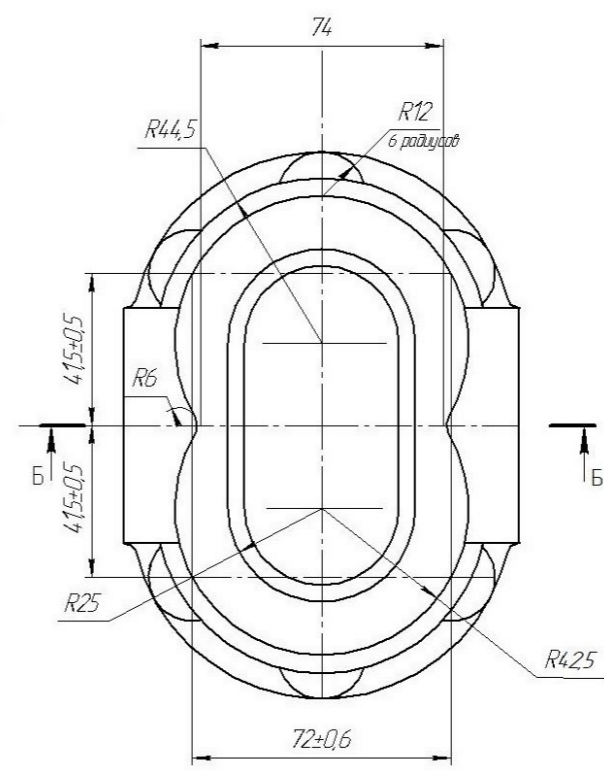
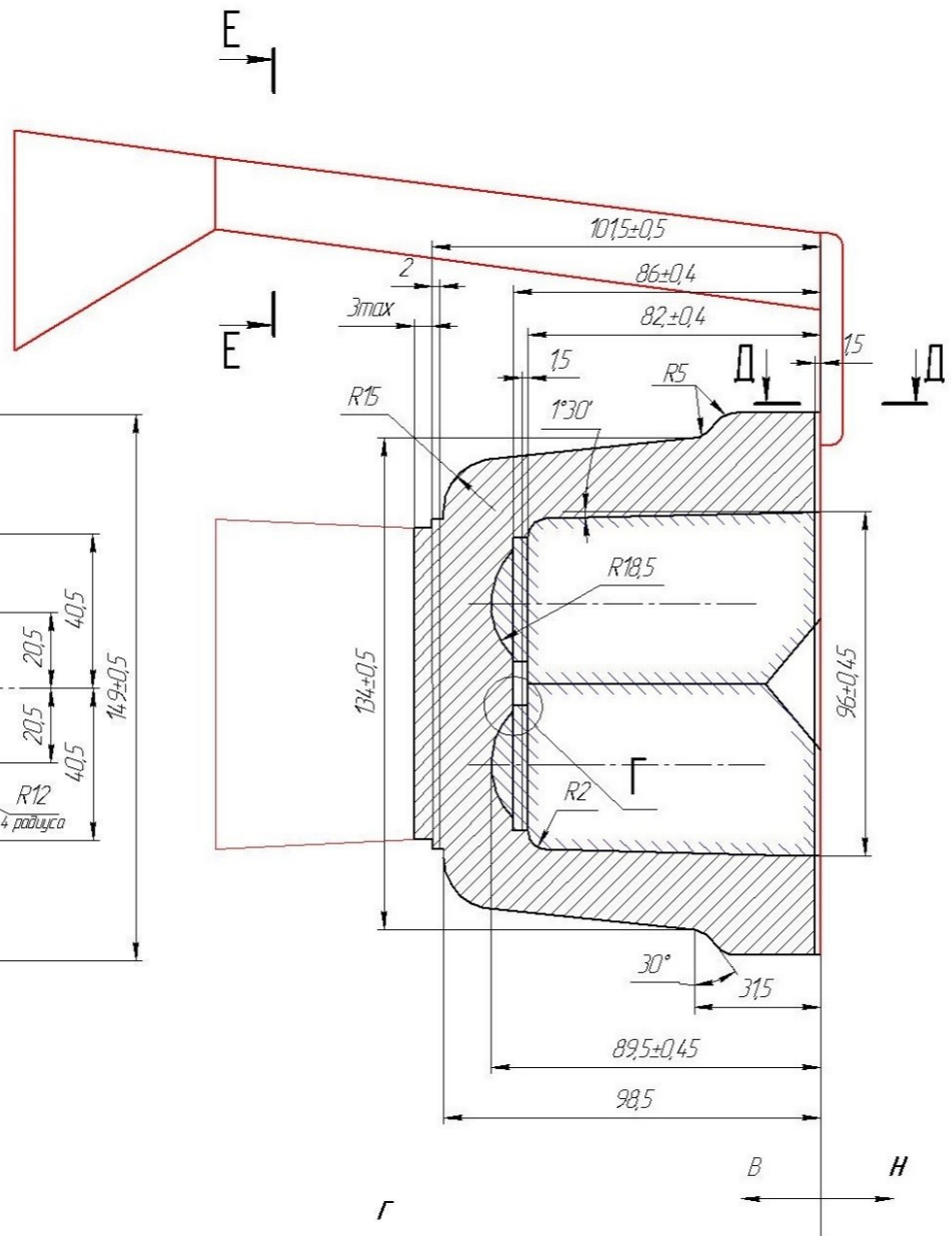
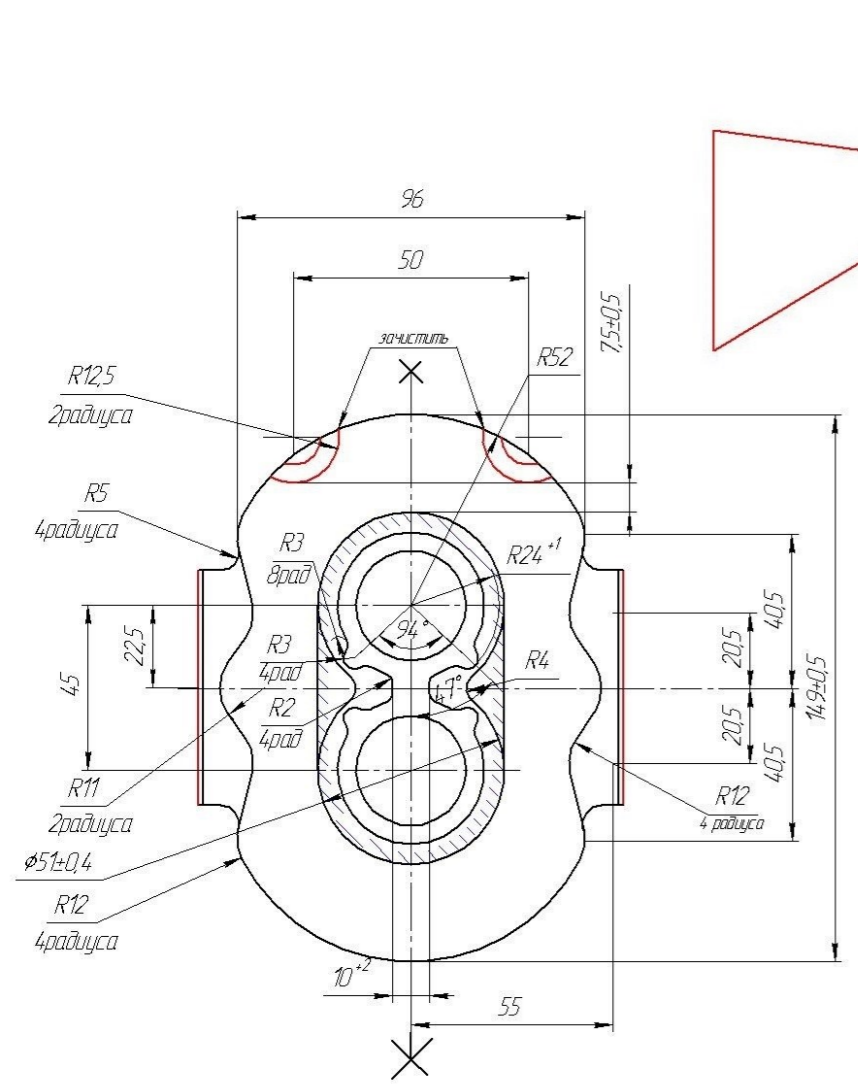


Лист 1 з 1
 Сторінка №
 Всього листів №
 Всього сторінок №
 Листів у збірці
 Листів у деталі
 Листів у збірці

Вид/Лист	№ докум	Підп	Дата	Лист	Масса	Максимум
Розроб					6,34	11
Проб				Лист	Листов	1
Технік						
Начальн						
Черт						

Корпус Н105
 СЧ20 ГОСТ 14.12-85
 ЦНТУ

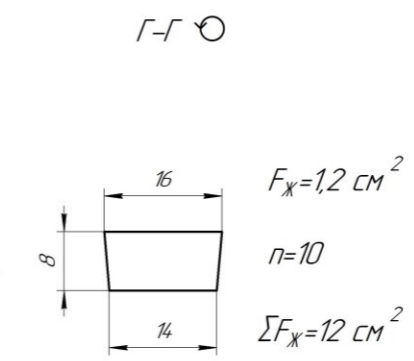
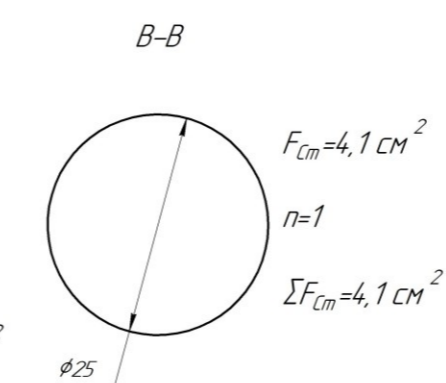
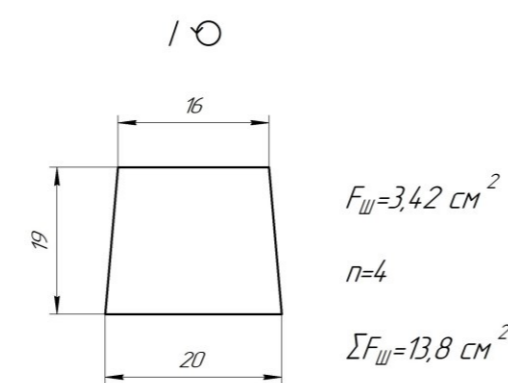
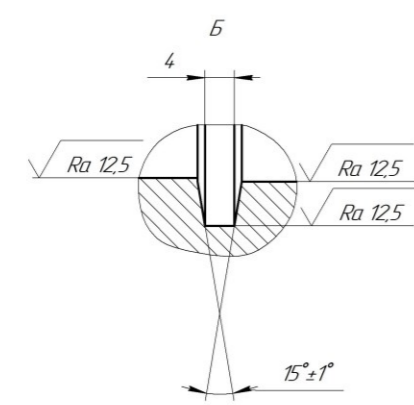
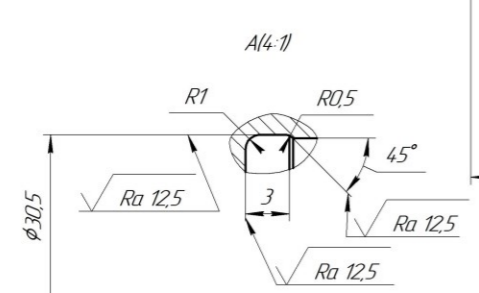
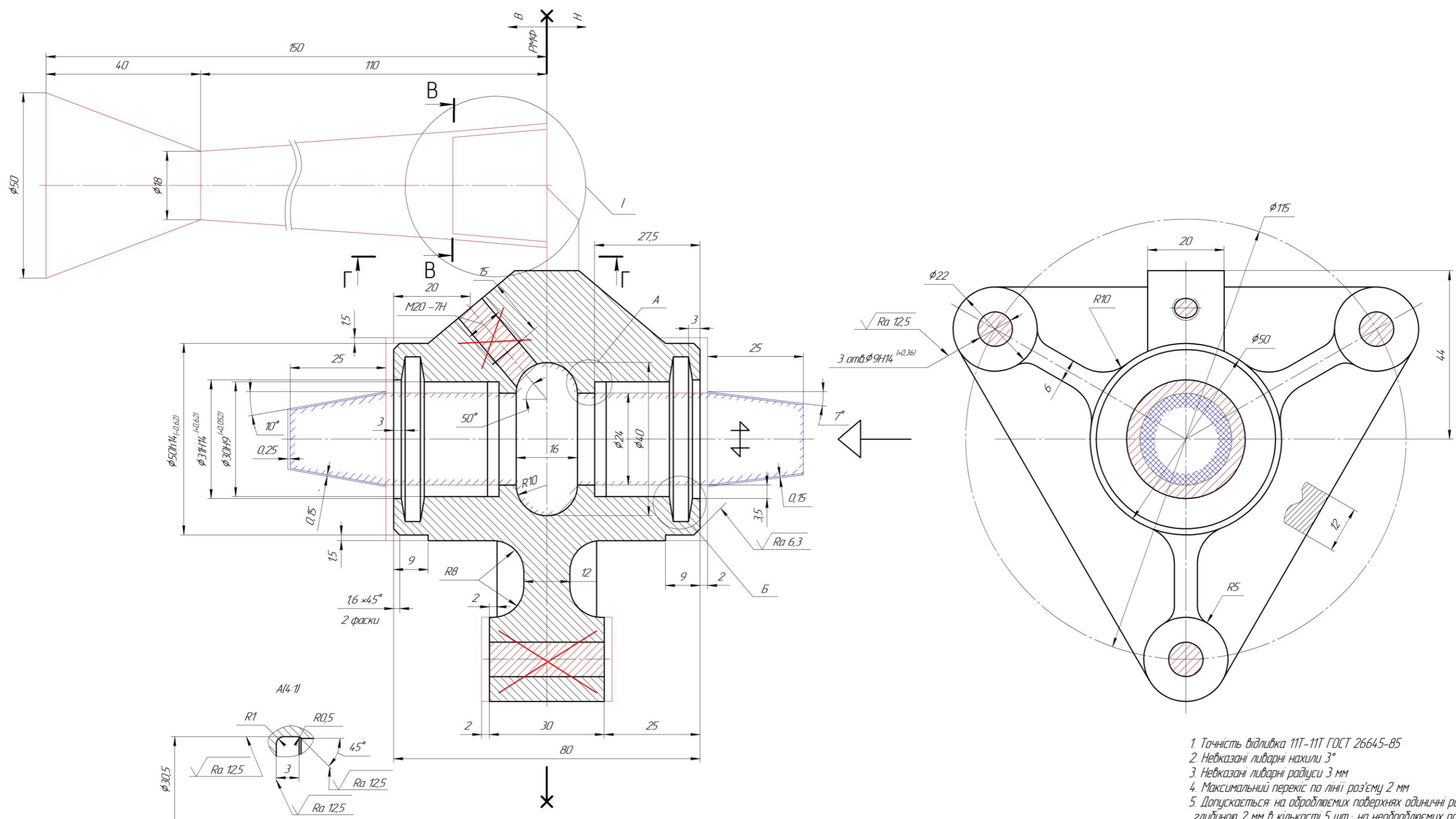
Копія
 Формат А1



1. Відливак 2 по ДСТУ 3015-95. Точність відливка 9-0-0-7m ГОСТ 26645-85.
2. 100..125 НВ Т5.
3. Загальна пористість повинна бути не вище еталону 2 а зональна не вище еталону 3 шкали пористості по ДСТУ 2839-94.
4. Невказані ливарні уклони - 3°, ливарні радіуси - 3 мм.
5. Маркувати марку сплаву АЛ8 виуклим шрифтом.

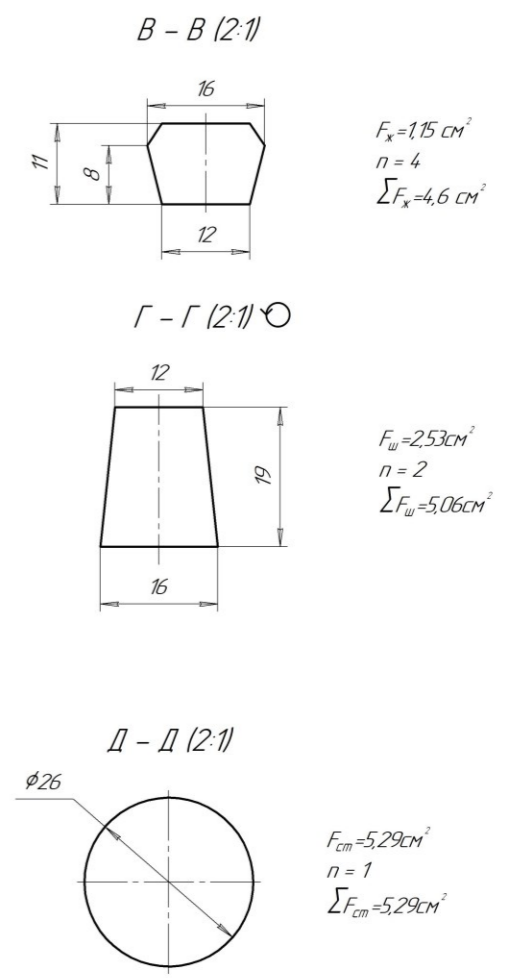
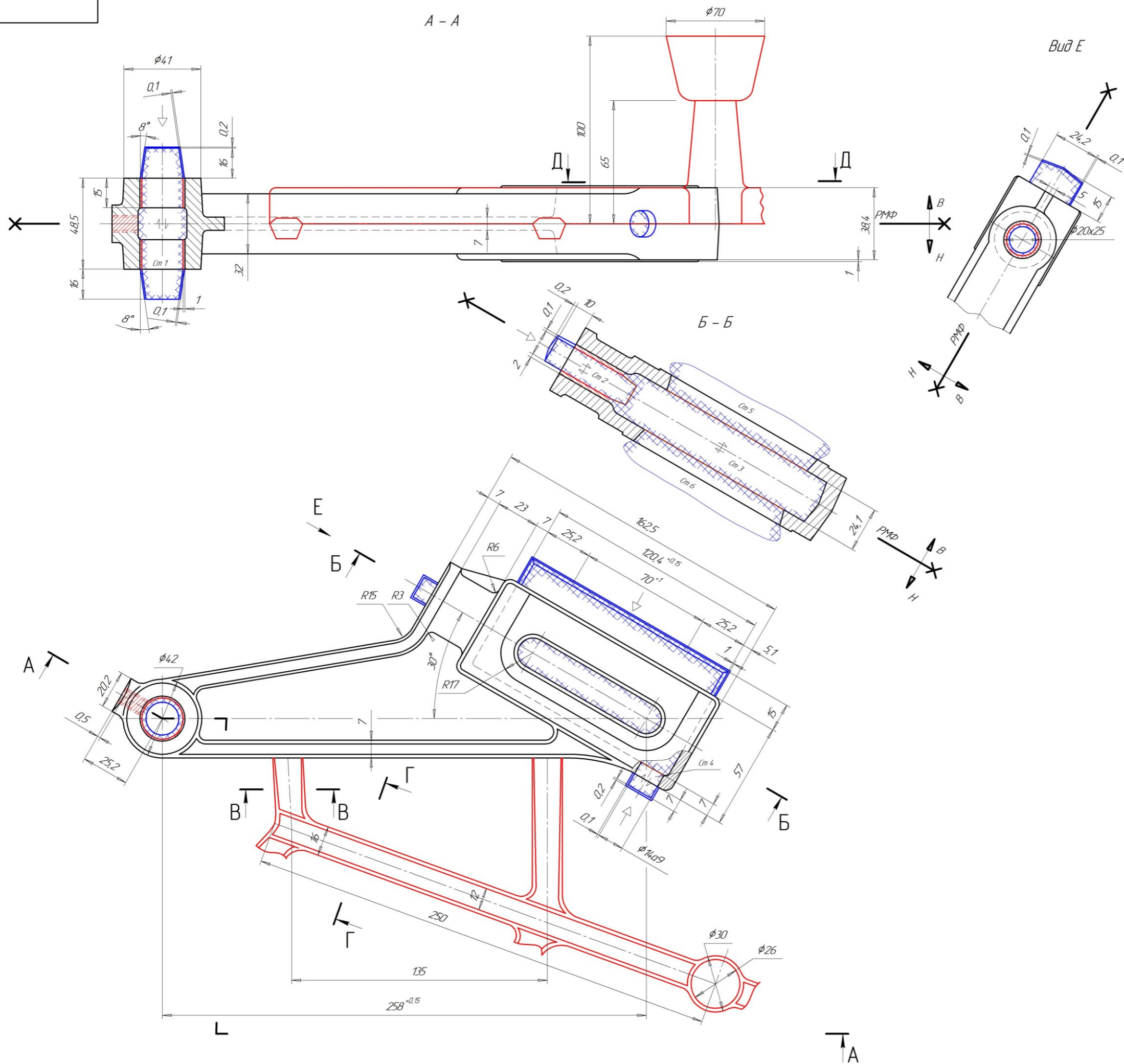
Лист 1 з 1
Сторінка №
Лист 1 з 1
Всего листов №
Лист 1 з 1
Лист 1 з 1

				ДП-131.21.03.02.0100			
Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Відливак корпус НШ 32УК-3-00-02 АК5М2Ц4 ДСТУ 2839-94			
Разраб.	Щенко В.О.						
Проб.	Канончук С.В.						
Т.контр.							
Исполн.				Лист	1	Листов	1
Утв.	Кравченко В.М.			ЦНТУ ПМО/Л-2013			
				Калибрвал			
				Формат А1			



1. Точність відливка 11Т-11Т ГОСТ 26645-85
2. Невказані ливарні нахили 3°
3. Невказані ливарні радіуси 3 мм
4. Максимальний перехіс по лінії роз'єму 2 мм
5. Допускається: на оброблюваних поверхнях одиничні раковини 5 мм, глибиною 2 мм в кількості 5 шт.; на необроблюваних поверхнях одиничні раковини 9 мм, глибиною 4 мм в кількості 8 шт. на деталь; нарости не більше 1,5 мм площею не більше 6 см² в кількості 3 шт на поверхні; пригар в важкодоступних для очистки місцях; заливи по лінії роз'єму та на стикі стержнів в важкодоступних місцях; дефекти, вказані вище дозволяється виправляти зварюванням з подальшою очисткою
6. Усадка паристість в кутах не більше 2 мм
7. Твердість 131... 157 НВ
8. Інші технічні вимоги за ГОСТ 23.2.4.70-77
9. * Розміри для довідок

Мен./Лист	№ докум.	Листів	Дата	Лист	Маса	Максимум
Ступиця					2,0	2,1
Розроб				Лист 1		Листов 1
Проб						
Інженер						
Зав.						
СЧ 200 ДСТУ 8833:2019				ЦНТУ		
Котирдан				Формат А1		

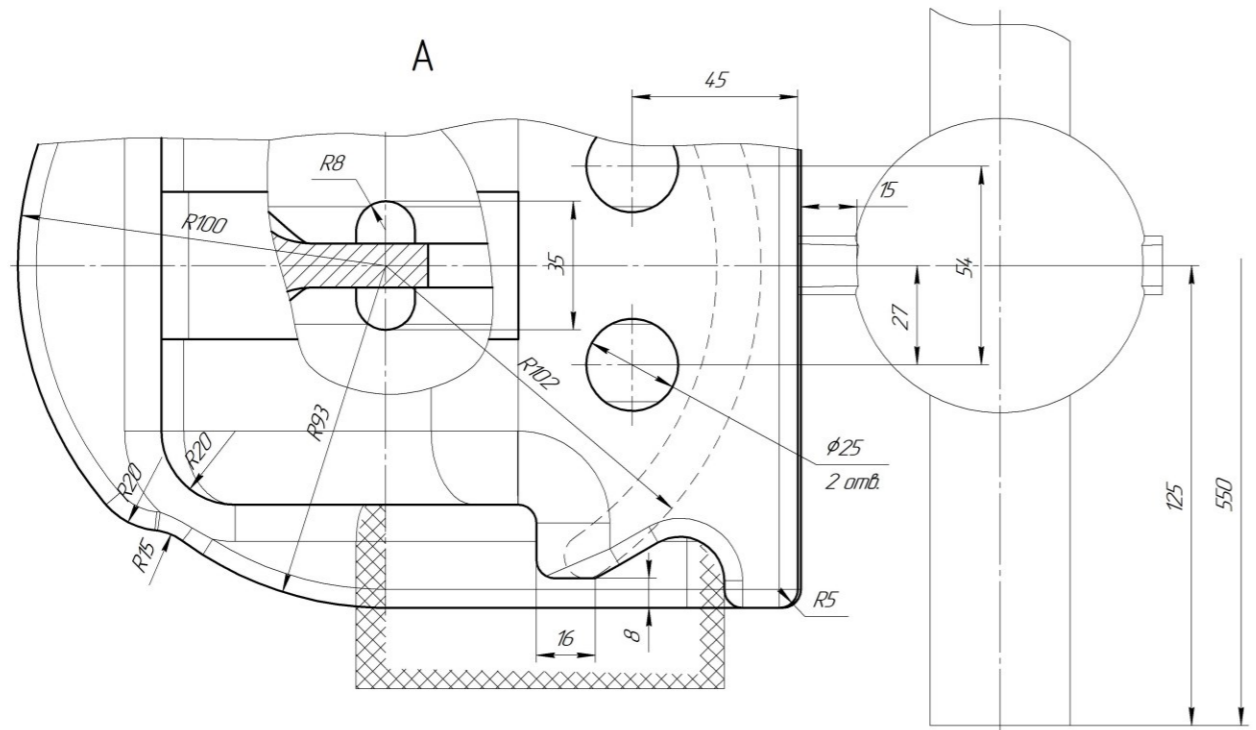
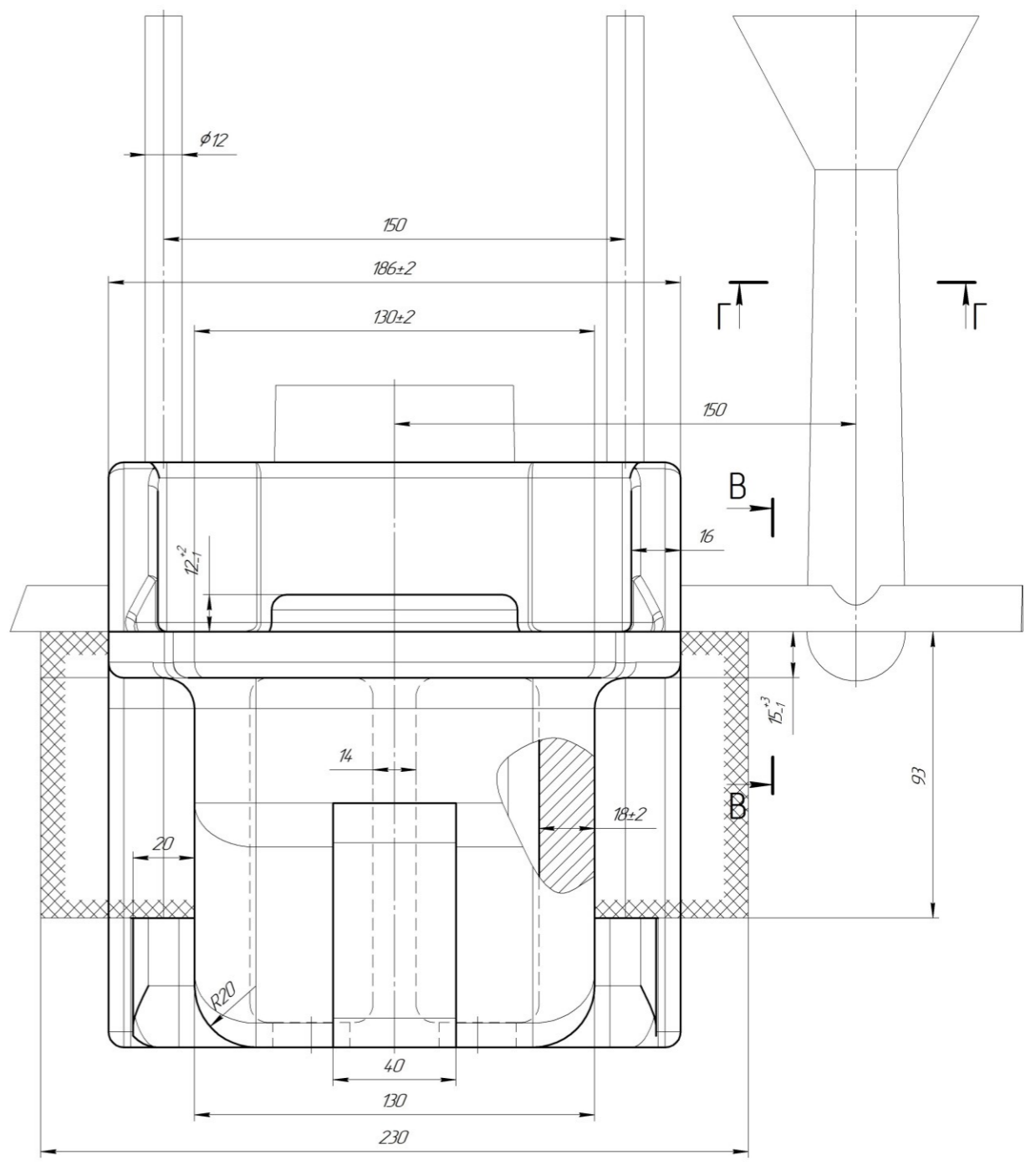
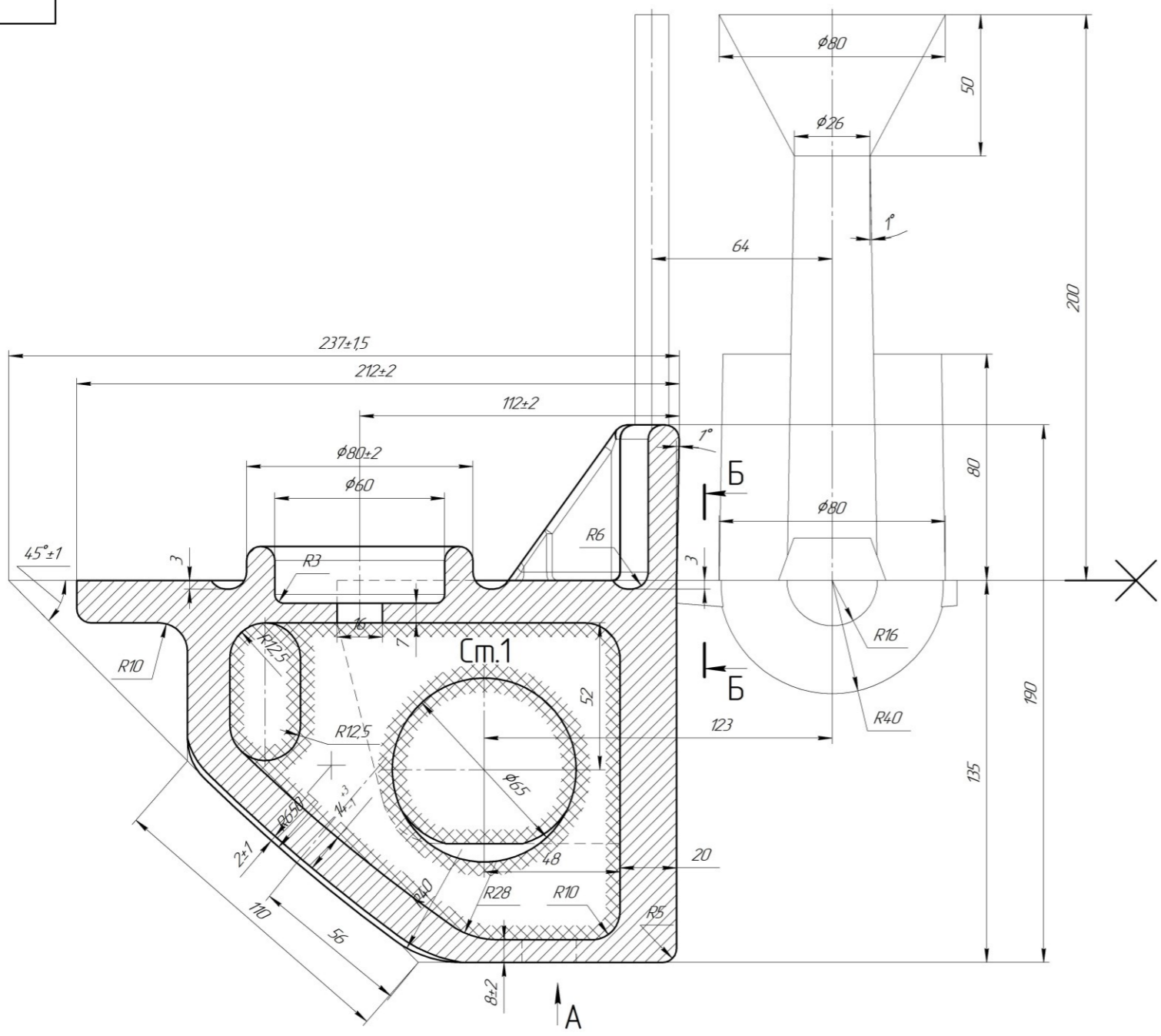


1. На обработанных поверхнях допускаются единичные раковины длиной не больше 1/3 кола, ширину не больше 5 мм, либо дробные раковины наибольшим размером 3 мм в количестве не больше 5 штук. На необработанных поверхнях допускаются единичные раковины размером не больше 9 мм, глубиной не больше 4 мм и в количестве не больше 8 штук на поверхность. У местях сопряжения стержня и формы допускается присутствие кольцевых заусенцев длиной до 15 мм.
2. Змещення по раз'єму опок допускається до 2 мм.
3. Овальність, конусність і зсуб не повинні виходити за межі допуску на відповідний розмір.
4. Злами живильника глибиною понад 2,5 мм не допускається.

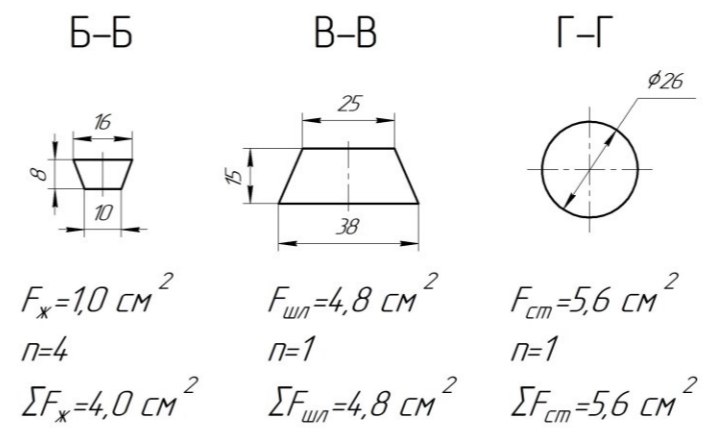
Лист 1 з 1
 Сторінка №
 Назва документа
 Назва виробу
 Назва матеріалу
 Назва деталі

Вид/Лист	№ документа	Підпис	Дата	Лист	Масштаб	Максимум
Вироб						1:1
Розроб						
Проб						
Технік						
Начальник						
Член						
Вилівок				Лист	Масштаб	Максимум
Кранштейн СТА - 202				Лист 1	Листов 1	1
С4200 ДСТУ 8833:2019				ЦНТУ		
Копіюваль				Формат А1		

PMΦ
B
H



Перерізи елементів либникової системи:



- 1) Відливки 2 групи ГОСТ 977-88
- 2) Невказані радіуси не більше 8 мм
- 3) Точність відливка 11т-0-0-11 ГОСТ 26645-85. Граничні відхилення розмірів симетричні, розміри забезпечити інструментом
- 4) Формувачні уклони не повинні бути більше 150 в сторону зменшення розмірів деталі
- 5) Отвори Ж і З виконати з укланом 15 в сторону зменшення розмірів отворів
- 6) На поверхнях Г, Д, Е заливи і виступи не допускаються
- 7) Залишок від живильника повинен бути не більше 3 мм
- 8) Поверхня К - важкодоступне місце
- 9) Допускається:
 - а) на поверхні Е місцеві заглиблення не більше 2,5 мм з загальною площиною 5 см²;
 - б) суцільні і не суцільні заливи в отворах Ж і З;
 - в) місцеві заливи в канавках И;
 - г) зміщення по лінії роз'єму до 2 мм.

Лист	Маса	Масштаб
1	15,8	1:1
Клиш Ханіна		
Сталь 20ГЛ «СТУ 8781:2018		
ЦНТУ		

Лист № 1
Лист № 2
Лист № 3
Лист № 4
Лист № 5
Лист № 6
Лист № 7
Лист № 8
Лист № 9
Лист № 10
Лист № 11
Лист № 12
Лист № 13
Лист № 14
Лист № 15
Лист № 16
Лист № 17
Лист № 18
Лист № 19
Лист № 20