

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЧЕРНІГІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

## **Параметричне креслення в КОМПАС-ГРАФІК**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
до самостійної роботи з дисципліни  
**„Основи САПР”**  
для студентів напряму підготовки 6.050502 „Інженерна механіка”  
всіх форм навчання

Обговорено і рекомендовано на засіданні  
кафедри технологій машинобудування та  
деревообробки.  
Протокол № 9 від 13.02.2013 р.

Чернігів ЧДТУ 2013

Параметричне креслення в КОМПАС-ГРАФІК. Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни "Основи САПР" для студентів напряму підготовки 6.050502 „Інженерна механіка” всіх форм навчання. – Чернігів: ЧДТУ, 2013. – 45 с.

Укладачі: ФЕДОРИНЕНКО ДМИТРО ЮРІЙОВИЧ, доктор технічних наук, доцент, доцент кафедри технологій машинобудування та деревообробки

ІГНАТЕНКО ПАВЛО ЛЕОНІДОВИЧ, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри технологій машинобудування та деревообробки

Відповідальний за випуск: СТУПА ВОЛОДИМИР ІВАНОВИЧ, завідувач кафедрою технологій машинобудування та деревообробки, доктор технічних наук, професор

Рецензент: БОНДАРЕНКО СТАНІСЛАВ ГРИГОРОВИЧ, кандидат технічних наук, доцент, професор кафедри технологій машинобудування та деревообробки Чернігівського державного технологічного університету

## ВСТУП

Сучасний розвиток машинобудування передбачає широке впровадження у виробництво комп'ютерних інформаційних технологій. Зокрема в технічній підготовці виробництва дуже поширені САД системи для автоматизації конструкторської діяльності. Однією з виключних переваг застосування таких систем в умовах жорсткої конкуренції на ринку є, насамперед, можливість створювати параметричні кресленики, що, в свою чергу, надає змогу швидкого автоматизованого проектування типових конструктивних елементів машин.

Дані методичні вказівки розроблені з метою самостійного опанування студентами за напрямом підготовки 6.050502 „Інженерна механіка” прийомів та засобів створення параметричних креслеників на основі креслярсько-конструкторського редактора КОМПАС-ГРАФІК при виконанні третього циклу лабораторних робіт з дисципліни „Основи САПР”. Для ефективного засвоєння матеріалу зазначеної навчальної дисципліни студенти повинні вивчити приведений у методичних вказівках теоретичний матеріал, виконати вправи та відповіді на питання для самоконтролю, які приведені наприкінці кожного розділу.

Приведені методичні вказівки будуть корисні при виконанні студентами кваліфікаційних робіт бакалаврів, атестаційних робіт магістрантів та дипломному проектуванні.

# 1 АВТОМАТИЧНЕ НАКЛАДАННЯ ЗВ'ЯЗКІВ І ОБМЕЖЕНЬ

## 1.1 Параметризація прив'язок

Однією з найбільш цікавих можливостей креслярсько-конструкторського редактора КОМПАС-ГРАФІК є створення параметричних креслеників і фрагментів. Звичайне креслення містить лише інформацію про його складові об'єкти. Наприклад, для кожного відрізка у файлі кресленику зберігаються його параметри: координат початкової й кінцевої точок. Навіть якщо два відрізки мають загальну точку, введену з використанням прив'язки, інформація про координати цієї точки зберігається для кожного відрізка абсолютно незалежно. В результаті переміщення одного з відрізків їхня загальна точка буде загублена.

Параметричне креслення крім даних про об'єкти містить інформацію про *зв'язки* між об'єктами і про накладені на об'єкти *обмеження*.

Під зв'язками між об'єктами розуміється залежність між параметрами цих об'єктів. Наприклад, одним із найбільш розповсюджених видів зв'язку є **Совпадение точек**. Якщо два відрізки мають такий зв'язок, то система автоматично підтримує безперервну рівність координат цієї точки для обох відрізків. В результаті ви можете як завгодно переміщати кожний з відрізків, але вам не вдасться розірвати їх у точці зв'язку.

Під обмеженнями розуміється залежність між параметрами окремого об'єкта або рівність параметра константі. Наприклад, якщо на відрізок накладене обмеження *Вертикаль*, то система автоматично забезпечує безперервну рівність  $X$  - координат його кінцевих точок. Такий відрізок можна як завгодно переміщати, подовжувати або укорочувати, але вам не вдасться його нахилити.

Накладаючи на об'єкти кресленика зв'язки й обмеження користувач поступово формує *параметричну модель* – стійкий комплекс об'єктів, елементи якого безупинно виконують задані користувачем параметричні залежності. Така модель може динамічно змінювати свою форму без порушення зв'язків між елементами.

За замовчуванням параметризація виключена і КОМПАС-ГРАФІК працює у звичайному режимі. Якщо ви збираєтесь створити параметричний кресленик, то попередньо потрібно настроїти параметризацію, включивши потрібні її режими.

Параметричний режим доцільно використовувати для створення деталей середньої складності і простих складальних креслеників. Створення параметричних креслеників дійсно складних об'єктів краще покласти на спеціалізовані програми. Тільки вони можуть забезпечити формування цілком визначеного закону зміни параметричної моделі, повноцінний діалог і засоби контролю.

Одним з основних джерел формування параметричних зв'язків є використання прив'язок. Такі зв'язки як *совпадение точек*, *выравнивание*, *положение*

**точки на кривой** формуються через виконану при вказівці точки прив'язку (глобальну або локальну).

Продемонструємо це на декількох простих прикладах.

Приклад виконання побудови в параметричному режимі. Виконайте команду **Настройка - Параметры текущего фрагмента - Параметризация**. В правій частині діалогового вікна **Настройка параметров текущего фрагмента** (рис. 1.1) увімкніть прапорець **Привязки** в групі **Параметризовать**. Щигликом на кнопці **ОК** закрийте вікно. У такий спосіб ви ввімкнули режим параметризації прив'язок.

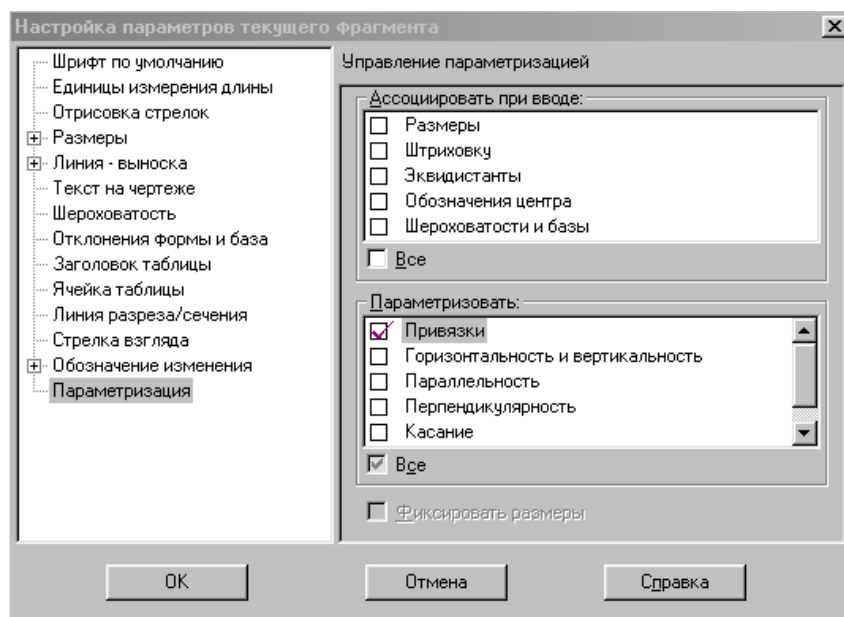


Рисунок 1.1 – Настроювання параметрів поточного фрагмента

Тепер розберемося із самими прив'язками. Щигликом на кнопці **Привязки...** в рядку поточного стану викличте діалогове вікно **Установка глобальных привязок**. Перевірте і при необхідності увімкніть прив'язку **Ближайшая точка** й опцію **Отображать текст** (рис. 1.2).

За допомогою команди **Ввод отрезка** знову побудуйте відрізки p1-p2 і p2-p3. Зверніть увагу, що початкова точка відрізка p2-p3 була зафіксована за допомогою прив'язки **Ближайшая точка** (рис. 1.3).

Клацніть на відрізок p2-p3 і, переміщаючи вузол p2 спробуйте відірвати відрізок p2-p3 від відрізка p1-p2. Цього разу у вас нічого не вийде. При переміщенні вузла відрізок p2-p3 так само почне змінювати положення точки p2, рухаючись за переміщенням вузлом (рис. 1.4).


Ми одержали два зв'язаних відрізки, що мають спільну точку.

Давайте проаналізуємо, за рахунок чого виник цей зв'язок?

Ви включили режим **Параметризовать - Привязки** (див. рис. 1.1) і при побудові відрізків використовували включену прив'язку **Ближайшая точка** (див. рис. 1.2). В момент фіксації точки з використанням прив'язки система автоматично сформувала зв'язок **Совпадение точек**. Ви можете скільки завгодно переміщати вузли обох відрізків або самі відрізки. Виконуючи сформований

зв'язок, система в будь-якому випадку забезпечить зв'язаність відрізків. Спробуйте виконати серію таких переміщень. Потім приблизно поверніть вихідне положення точок (див. рис. 1.3).

У КОМПАС-ГРАФІК є засіб, що дозволяє переглядати накладені на об'єкти зв'язки й обмеження, тобто заглянути усередину параметричної моделі.

Щигликом на кнопці **Параметризація**  викличте на екран однойменну сторінку інструментальної панелі. Подивимося зв'язки, накладені системою на відрізок p2-p3. Для цього виділіть відрізок щигликом миші. При цьому він повинен змінити свій колір.

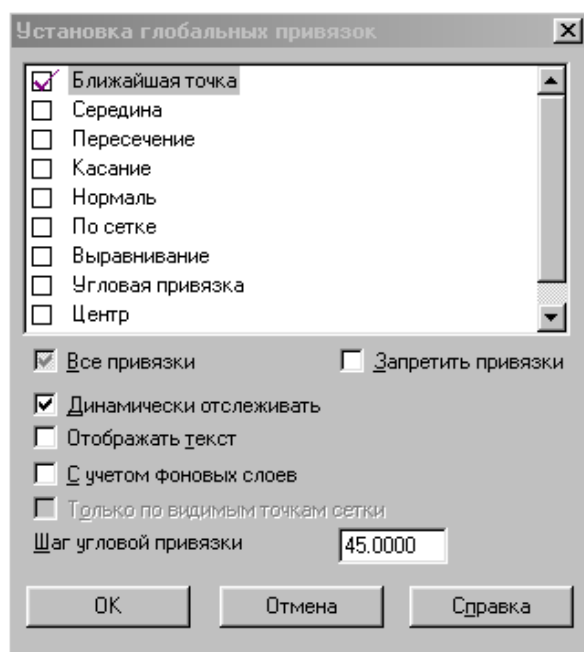


Рисунок 1.2 – Встановлення глобальних прив'язок

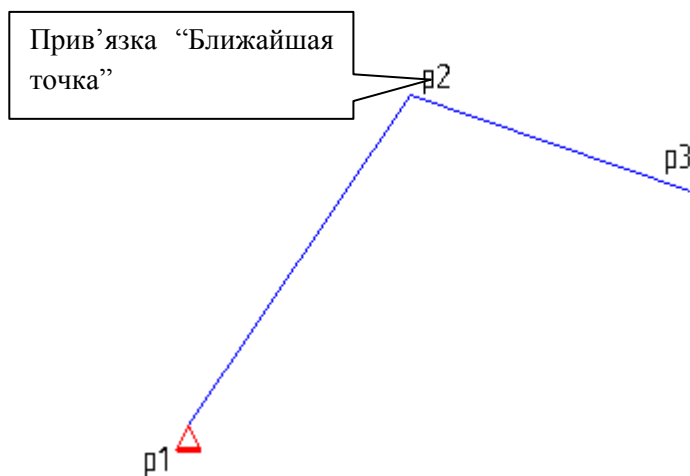


Рисунок 1.3 – Приклад використання прив'язки **Ближайшая точка**

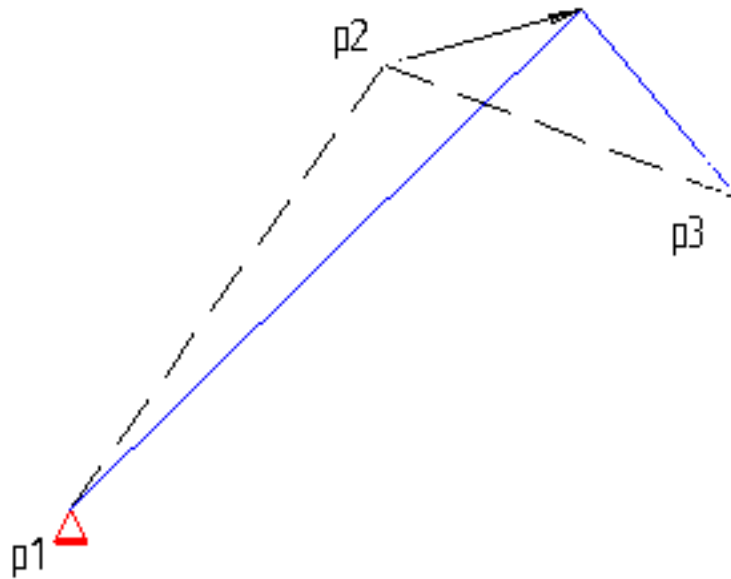



Рисунок 1.4 – Графічний приклад використання параметризації

Клацніть на кнопці **Показать/удалить ограничения**  на сторінці **Параметризация** інструментальної панелі. На екрані з'явиться діалогове вікно **Показать/удалить ограничения**.

Виконайте команду **Настройка - Параметры текущего фрагмента - Параметризация** і у групі керування **Параметризовать** додатково увімкніть прапорець **Горизонтальность и вертикальность** (рис. 1.5).

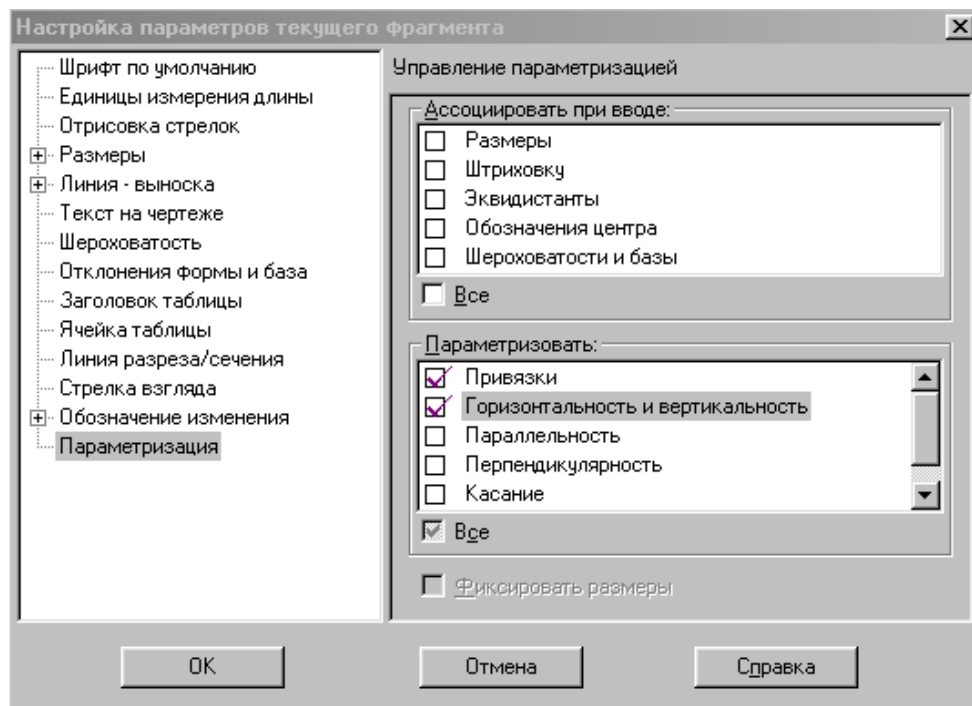


Рисунок 1.5 – Настроювання параметрів поточного фрагмента

За допомогою команди **Непрерывный ввод объектов** заново побудуйте

контур пластини, як це було показано вище в даній вправі. (рис. 1.6).

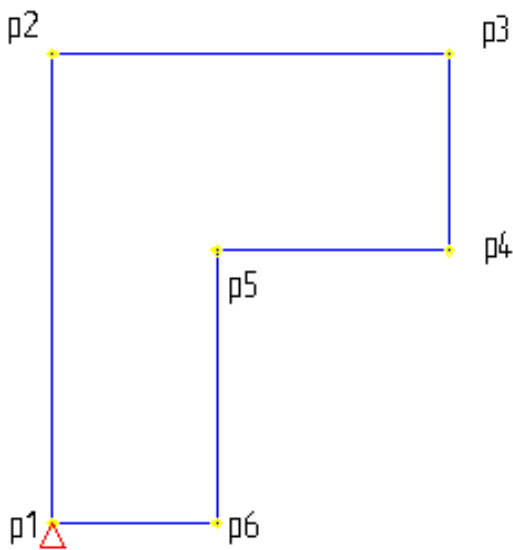


Рисунок 1.6 – Контур пластини

Перевірте роботу моделі, побудованої при включеному додатковому режимі **Параметризувати - Горизонтальність и вертикальність**. Для цього виділіть відрізок p3-p4 і перемістіть вузол p3, як це показано на рис. 1.7.

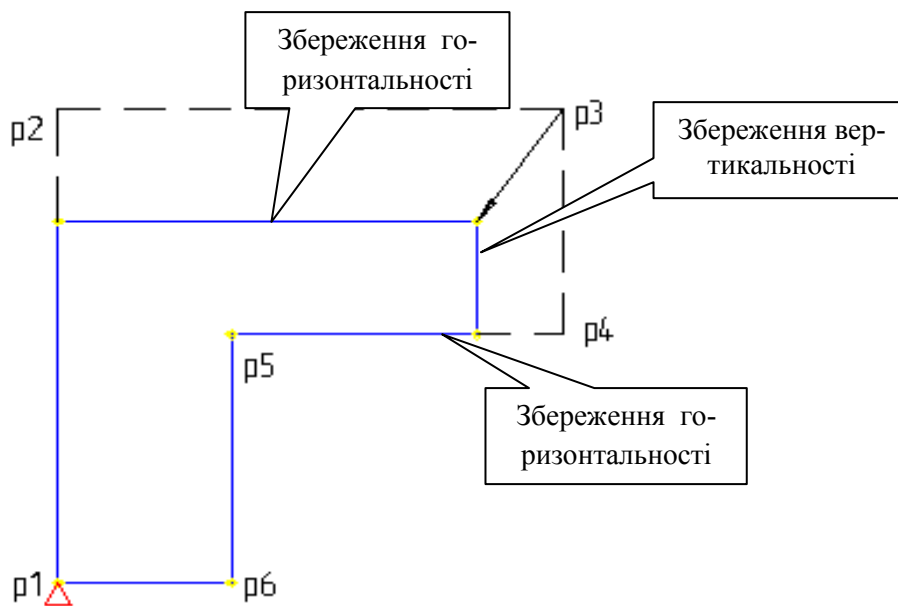


Рисунок 1.7 – Пластина

В цьому разі модель працює так, як і було задумано. При переміщенні вузла ціла група відрізків змінює свою довжину, але зберігають незмінною орієнтацію. Подивимося, що ж змінилося в моделі? Для цього перевірте зв'язки й обмеження кожного з відрізків, наприклад відрізка p3-p4 (рис. 1.8).



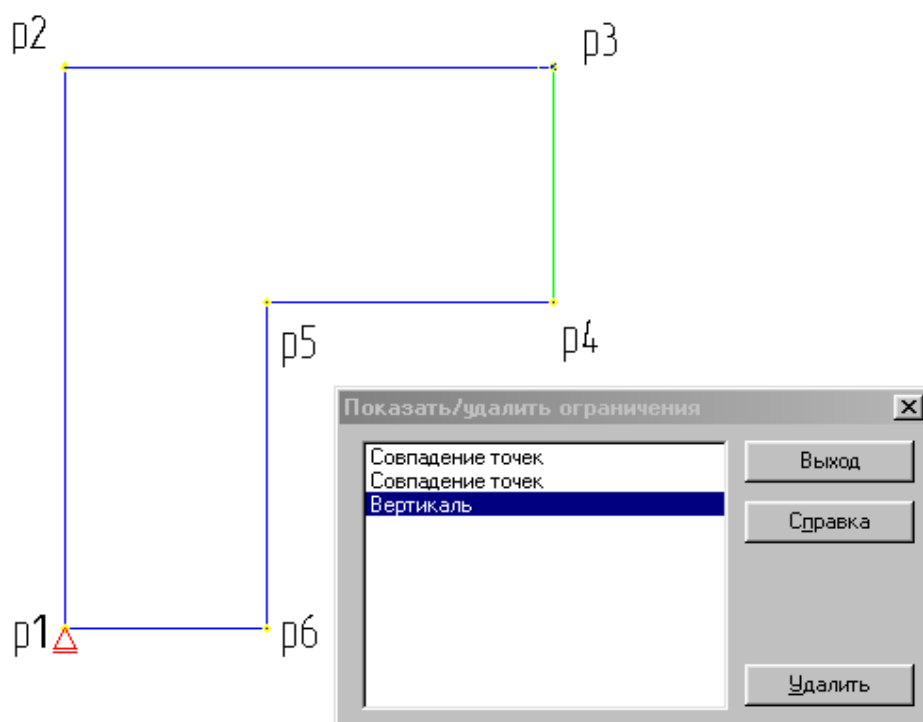


Рисунок 1.8 – Пластина

У списку діалогового вікна *Показать/удалить ограничения* крім існуючих раніше пари зв'язків *Совпадение точек* додалося обмеження *Вертикаль*. У даному випадку мова йде саме про **обмеження**, а не про зв'язок. Послідовно зробіть поточними обидва рядки *Совпадение точек*. Ви побачите, як система кольором виділяє зв'язані з відрізком р3-р4 об'єкти. За рахунок цих зв'язків досягається нерозривність відрізка р3-р4 із сусідніми відрізками.

Зробіть поточний рядок *Вертикаль* - крім самого відрізка не один з об'єктів моделі не виділений. Тобто вертикальність є властивістю (обмеженням) самого відрізка й означає рівність  $X$ -координат його кінцевих точок одна одній або рівності кута його нахилу  $90^\circ$ . Відрізок, на який накладене таке обмеження, можна переміщати, але не можна повертати, тобто змінювати кут його нахилу.

## 1.2 Параметризація побудов

Крім прив'язок, іншим джерелом параметричних залежностей є використання панелей розширених команд сторінок *Геометрия* і *Редактирование*. На панелях зберігаються різні спеціальні режими створення або редагування геометричних об'єктів. Наприклад, зв'язки *Параллельность* або *Перпендикулярность* для відрізків виникають при використанні команд *Параллельный отрезок* і *Перпендикулярный отрезок*. Зв'язок *Касание* для кіл і відрізків виникає при використанні команд *Отрезок, касательный к двум кривым*, *Касательный отрезок через внешнюю точку* і т.д.

При ввімкненому режимі параметризації прив'язок використання команд *Фаска* і *Скругление* також приводить до формування параметричних залежностей.

Нарешті, при використанні деяких команд із сторінки *Редактирование* інструментальної панелі в параметричному режимі приводить до появи зв'язків між геометричними об'єктами.

**Вправа № 1.1** – Побудуйте графічний елемент з параметризацією дотику кіл і відрізків. Зафіксуйте розміри, як показано на рис. 1.9.

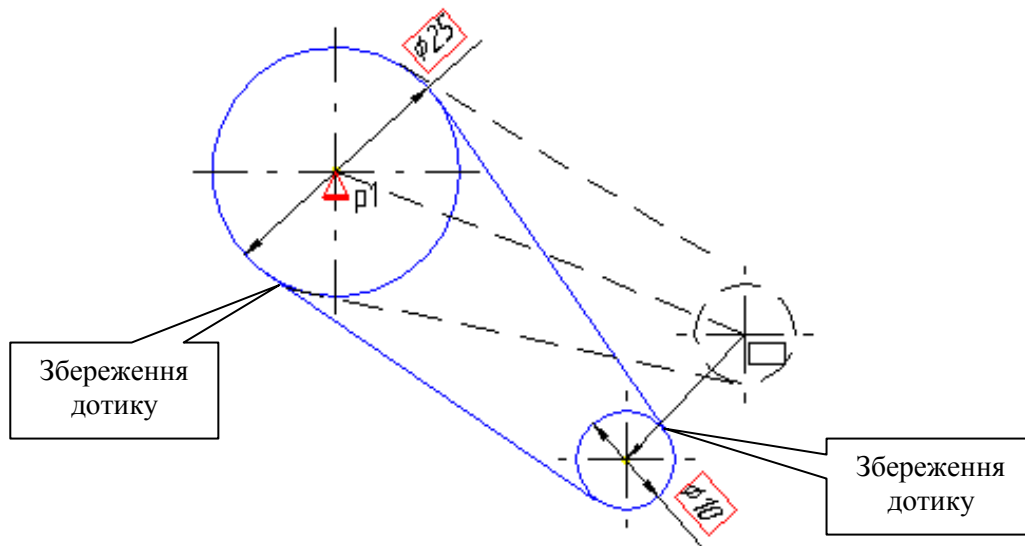


Рисунок 1.9 – Графічний приклад до вправи №1.1


Розглянемо послідовність виконання вправи 1.1.

Виконаємо настроювання параметризації. Для побудови заданої моделі нам доведеться скористатися декількома додатковими режимами. У групі керування *Параметризовать* увімкніть режими *Привязки* і *Касание*. У групі керування *Ассоциировать при вводе* увімкніть прапорці *Размеры* і *Обозначение центра*. Нарешті, увімкніть прапорець *Фиксировать размеры* в нижній частині вікна (рис. 1.10).

Давайте розберемося з увімкненими режимами параметризації.

З режимами *Привязки* і *Касание* усе більш-менш ясно: вони необхідні для керування дотиком відрізків до кіл. Режим *Обозначение центра* необхідний для безперервної прив'язки системних значків позначення центра до центрів кіл.

Одним із засобів виключення з моделі зайвих ступенів волі і є простановка фіксованих розмірів. Фіксовані розміри це ті розміри, що повинні залишатися незмінними при будь-яких змінах моделі.

За допомогою команди *Диаметральный размер*  проставте діаметральні розміри кіл. Зверніть увагу, що розмірні написи, вкладені в прямокутні рамки - це є зовнішньою відмінною ознакою фіксованого розміру. По суті простановка фіксованих діаметральних розмірів означає заборону зміни діаметрів кіл при переміщенні будь-якого вузлика моделі.

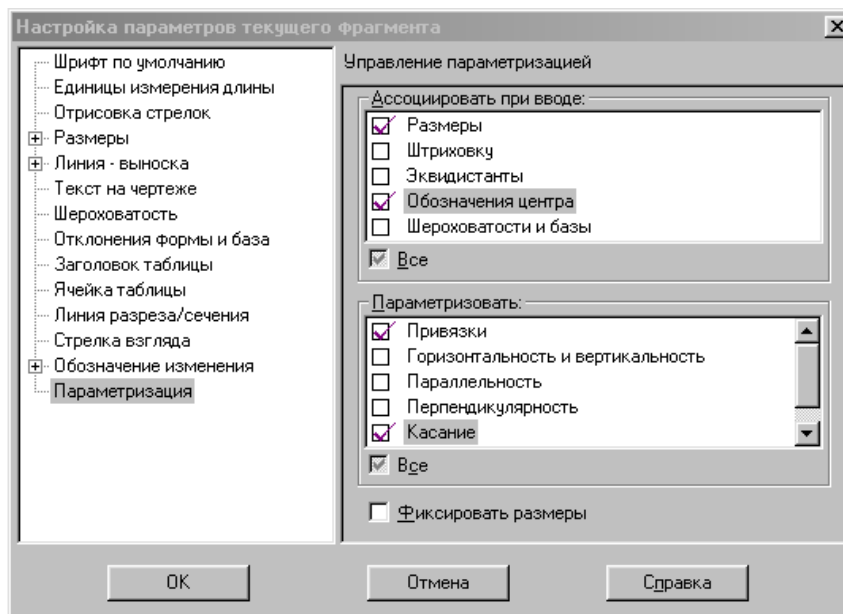




Рисунок 1.10 – Настроювання параметрів поточного фрагмента

**Зауваження:** модель, що ви збираєтеся побудувати, незважаючи на свою простоту має досить багато ступенів волі. Ступінь волі можна умовно представити у вигляді вузликів керування об'єктами в моделі. Адже кожен вузлик може бути переміщений, а на кожне переміщення система зобов'язана відгукуватися зміною геометрії. У даній моделі таких вузликів шістнадцять (по 5 на кожному із двох кіл і по 2 на кожному із трьох відрізків). При такій великій кількості ступенів волі модель виявляється в стані невизначеності. На практиці це виражається в її непередбаченій поведінці при переміщенні вузликів. Система не в змозі визначити, які з вузликів повинні переміщатися разом із даним, а які повинні залишатися на місці, навіть якщо це є очевидним для оператора.

За допомогою команди **Отрезок, касательный к двум кривым**  побудуйте два відрізки, дотичні до обох кіл. З запропонованих системою чотирьох варіантів дотику створіть тільки два зовнішніх відрізки.

Щигликом миші виділіть верхній відрізок і клацніть на кнопці **Показать/удалить ограничения**  на сторінці **Параметризация** інструментальної панелі. У списку вікна **Показать/удалить ограничения** представлені зв'язки й обмеження виділеного відрізка (рис. 1.11).

Два зв'язки **Касание** відповідають за безперервний напрямок відрізка по дотичній до обох кіл, а два зв'язки **Точка на кривой** забезпечують розташування початкової й кінцевої точок відрізка в точках дотику до кіл. Усі ці зв'язки автоматично сформувалися при використанні команди **Отрезок, касательный к двум кривым** у комбінації з режимами параметризації **Привязки** і **Касание**. Щигликом на кнопці **Выход** закрийте діалогове вікно.

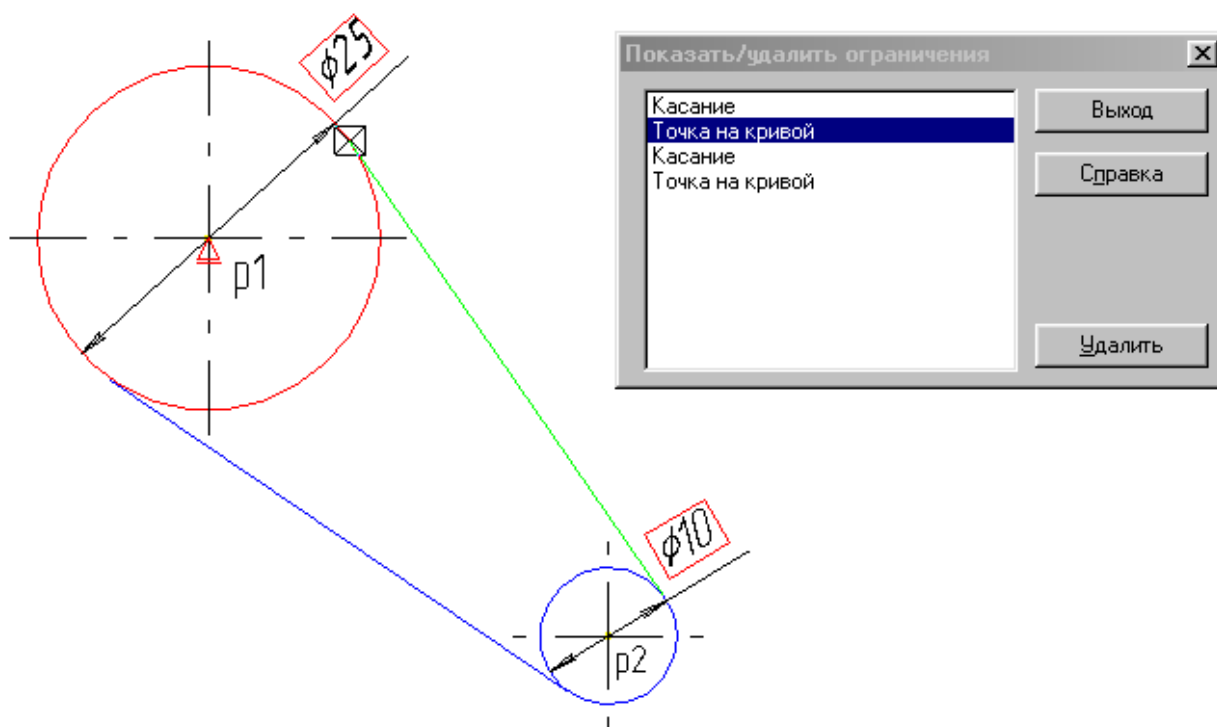


Рисунок 1.11 – Зв'язки верхнього відрізка

Перегляньте зв'язки осевого відрізка. Пари зв'язків *Совпадение точек* забезпечують прив'язку його кінцевих точок до центрів кіл.

І нарешті, останнє. Ви звичайно, помітили, що при переміщенні малого кола слідом за ним переміщається і його діаметральний розмір. Виникає природне бажання з'ясувати причину цього чудового явища. Виділіть розмір щигликом миші і перегляньте його зв'язки й обмеження. Обмеження *Фиксированный размер* забезпечує незмінність радіуса кола при переміщенні будь-яких вузликів або об'єктів моделі. Зв'язок *Ассоциативность* відповідає за безперервну приналежність розміру своєму базовому об'єктові - колу. Обидві залежності сформувався безпосередньо при простановці розміру при ввімкненому режимі асоціації розмірів.

Для виконання умови, поставленої у завданні, основні відрізки моделі повинні зберігати горизонтальність і вертикальність. Для фасок повинні виконуватися умови збігу точок із сусідніми відрізками, а для дуг - умови збігу точок і дотик. Увімкніть відповідні режими параметризації (рис. 1.12).

### 1.3 Параметризація команд редагування об'єктів

Ряд команд, розташованих на сторінці *Редактирование* інструментальної панелі також приводять до формування параметричних залежностей. Це можливо при включенні відповідних режимів параметризації. До них відносяться команди *Усечь кривую*, *Усечь кривую двумя точками*, *Выровнять по границе*, *Эквидистанта к кривой*. Найважливішою командою, використовуваною для побудови параметричних креслеників, є команда *Симметрия*.

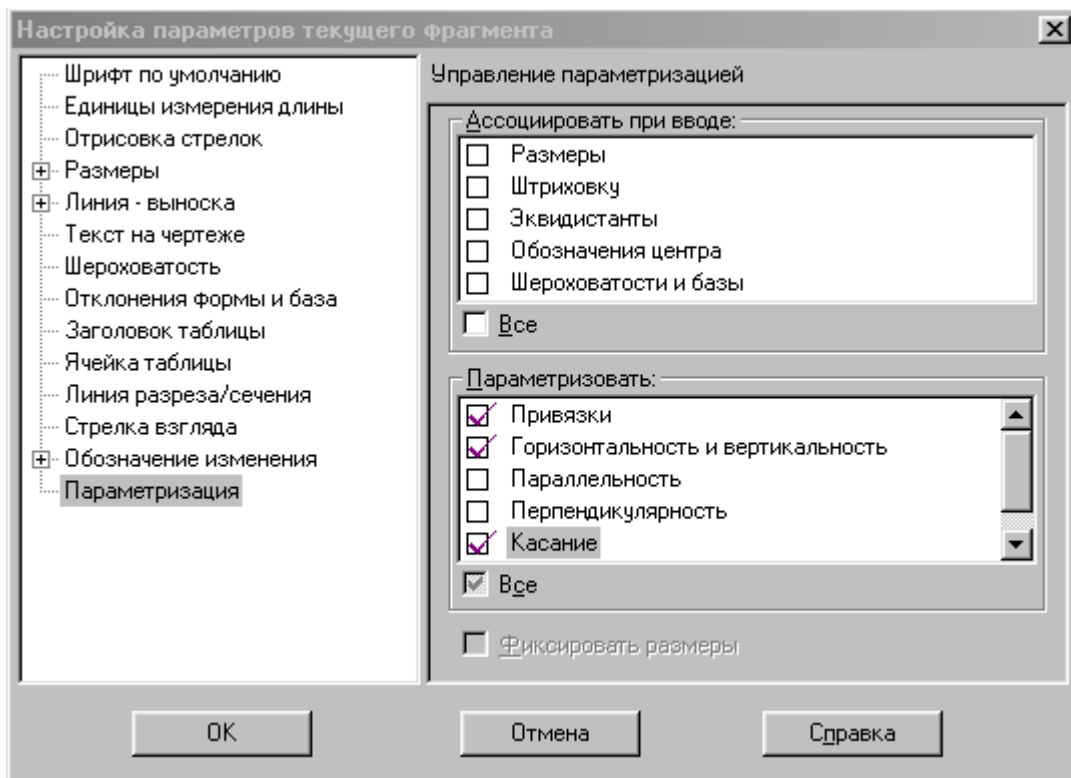



Рисунок 1.12 – Настроювання параметрів поточного фрагмента


Інші команди редагування, такі як *Сдвиг*, *Копирование*, *Поворот*, *Деформация* так само можуть використовуватися в параметричному режимі, хоча і не призводять до формування зв'язків і обмежень. Однак використання цих команд при параметричному кресленні можливо тільки в тому випадку, якщо вони не суперечать зв'язкам і обмеженням, сформованим в моделі.

Проілюструємо роботу деяких команд редагування в параметричному режимі на декількох простих прикладах.

### 1.3.1 Параметризація відсікання кривих двома точками

Увімкніть режим параметризації прив'язок і простановки фіксованих розмірів (рис. 1.13).

З точки р1 побудуйте відрізок довжиною 65 мм під кутом 45°. Оскільки в завданні говориться про нерухому точку р1, зафіксуйте її. Для цього увімкніть кнопку *Зафиксировать точку*  на сторінці *Параметризация* і вкажіть точку р1. Після цього в зазначеній точці з'явиться системний значок фіксованої точки - червоний підкреслений трикутник (рис. 1.14).

За допомогою команди *Усечь кривую двумя точками*  видаліть частину відрізка між точками р3 і р4. Положення точок усікання зафіксуйте за допомогою глобальної прив'язки *Пересечение* (рис. 1.15).

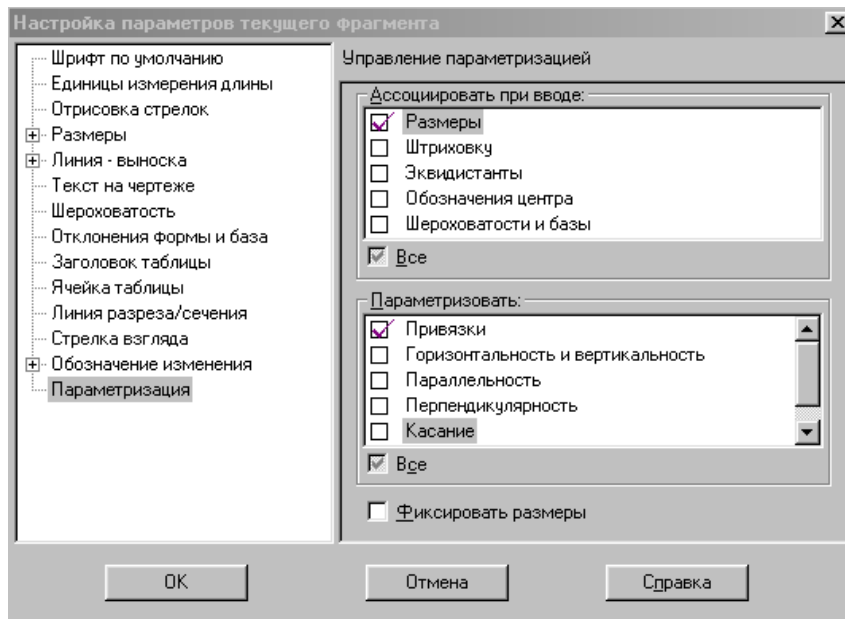


Рисунок 1.13 – Настроювання параметрів поточного фрагмента

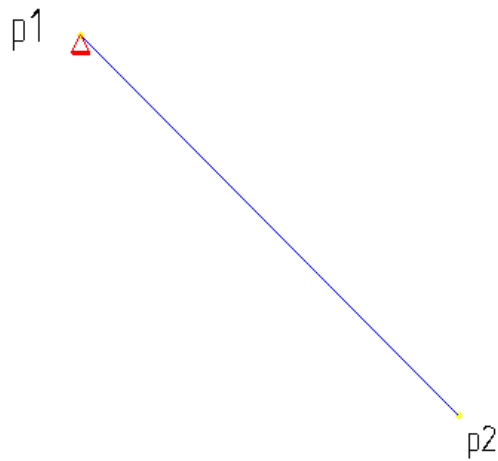


Рисунок 1.14 – Фіксація точки p1

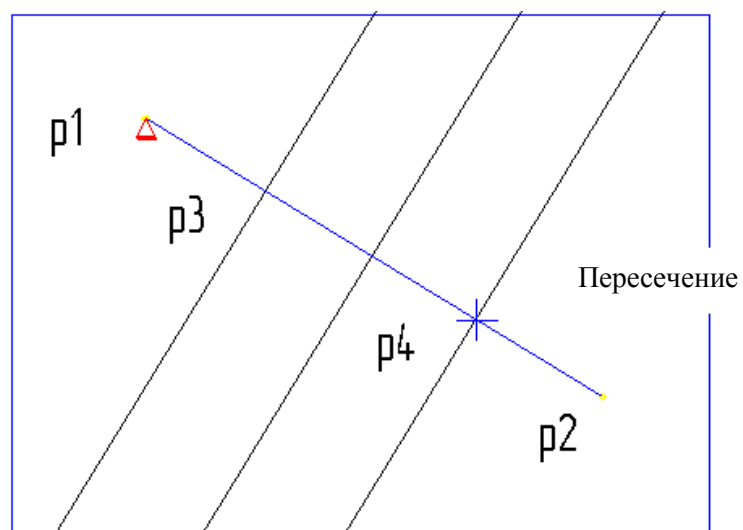


Рисунок 1.15 – Відсікання відрізка між точками p3 і p4

Видаліть допоміжні побудови, проставте фіксовані розміри, як це показано на рис. 1.16 і перевірте роботу моделі.

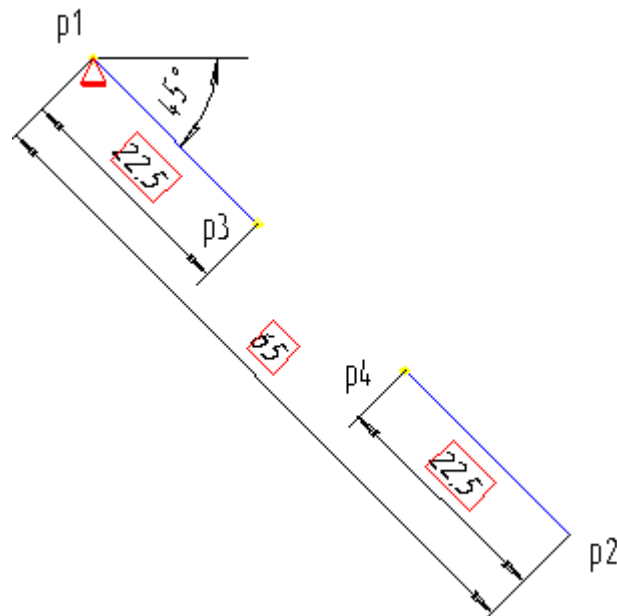


Рисунок 1.16 – Видалення допоміжних побудов

Перегляньте обмеження і зв'язки відрізка p4-p2 (рис. 1.17). Два зв'язки **Совпадение точек** відносяться до асоціативного лінійного розміру й автоматично сформувалися при простановці розміру. Завдяки їм виносні точки розміру безперервно належать кінцевим точкам відрізка. Зв'язок **Коллинеарность** був накладений після виконання команди відсікання і відповідає за розташування відрізків на одній прямій.

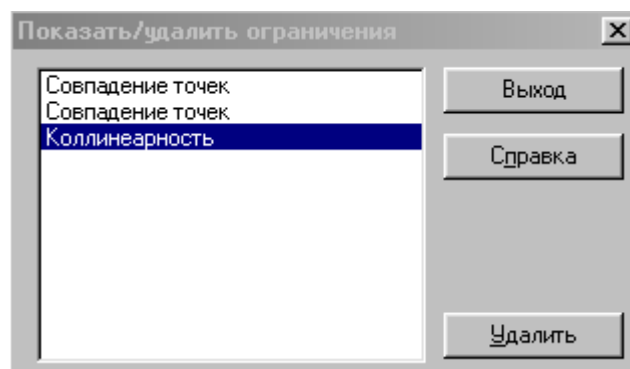


Рисунок 1.17– Меню обмежень

### 1.3.2 Параметризація еквідістант

Ввійдіть у режим настроювання параметризації і ввімкніть прапорець **Еквідистанты** в групі **Ассоциировать при вводе** (рис. 1.18).

Знову побудуйте еквідістанту з тими ж параметрами і повторіть переміщення вузлика. Цього разу еквідістанти переміщуються за осьюовою лінією, змінюючи свій профіль (рис. 1.19).

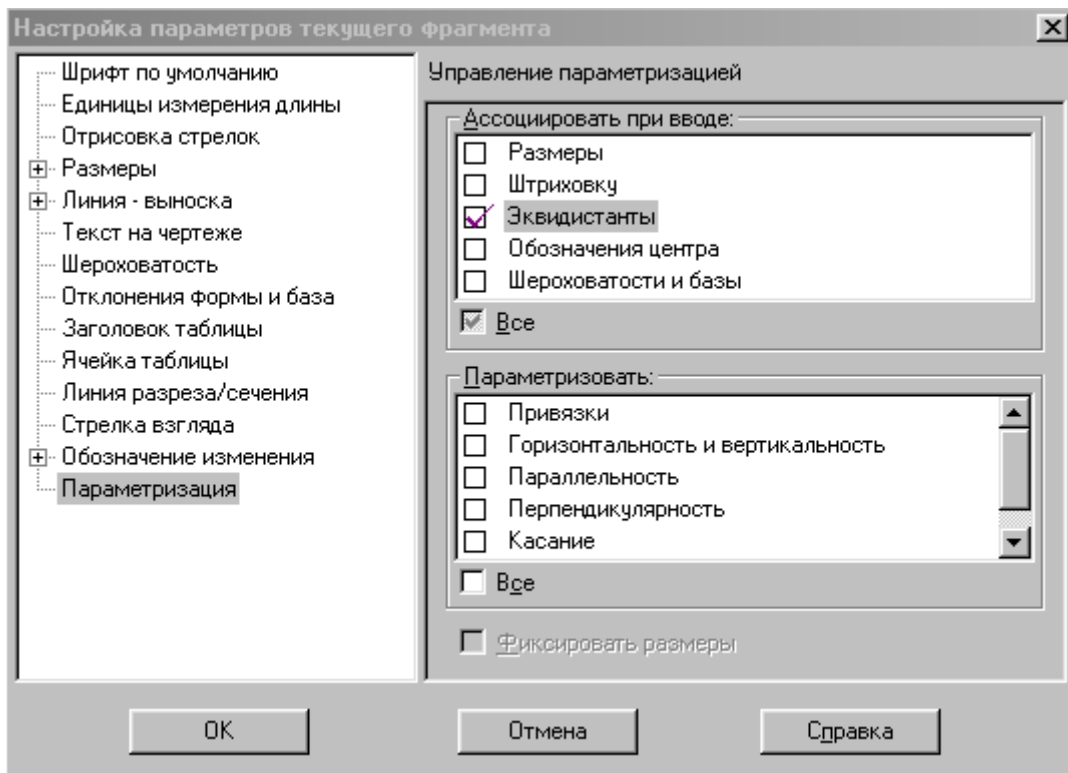


Рисунок 1.18 – Настроювання параметрів поточного фрагмента

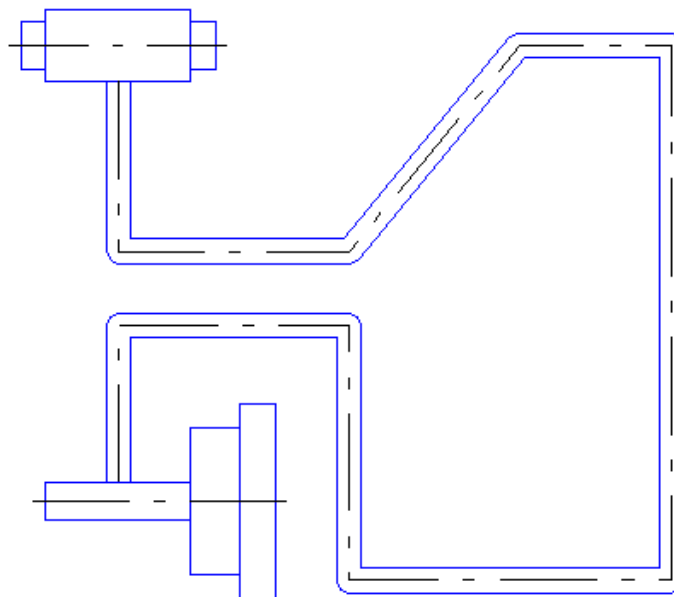


Рисунок 1.19 – Побудова еквідистанти

Щигликом миші виділіть еквідистанту і переглянете її обмеження і зв'язки (рис. 1.20). Єдиний зв'язок *Асоціативність* показує параметричну залежність еквідистанти й осьової ламаної лінії. Даний зв'язок був накладений системою безпосередньо в ході побудови еквідистанти.



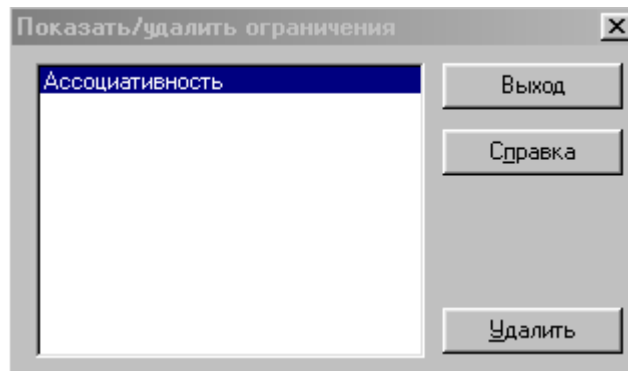


Рисунок 1.20 – Диалогове вікно *Показать/удалить ограничения*

Можливість параметризації еквідистант можна з успіхом застосовувати при виконанні різних компоновальних робіт для зображення стін при проектуванні будинків і споруд, трубопроводів і т.д.

### 1.3.3 Параметризація симетрії

Однією з найбільш ефективних особливостей, зв'язаних із використанням режиму параметризації, є параметризація симетрії.

Для побудови другої половини деталі настройте режим параметризації, ввімкнувши в групі *Параметризовать* прапорець *Симметрию* (рис. 1.21).

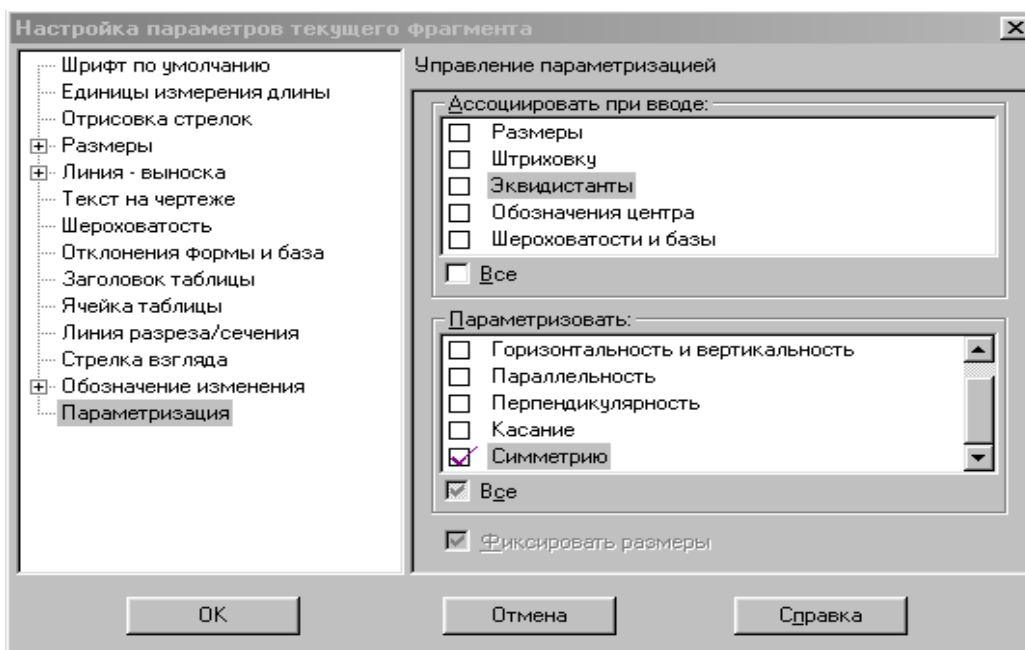



Рисунок 1.21 – Настроювання параметрів поточного фрагмента

За допомогою команди *Выделить - Секущей рамкой* виділіть всю верхню половину деталі за винятком осі симетрії (рис. 1.22).

Увімкніть кнопку *Симметрия*  на сторінці *Редактирование* інструментальної панелі. Для вказівки осі симетрії увімкніть кнопку *Указать заново* на панелі спеціального керування і вкажіть мішенню на вісь симетрії деталі в будь-якій її точці.

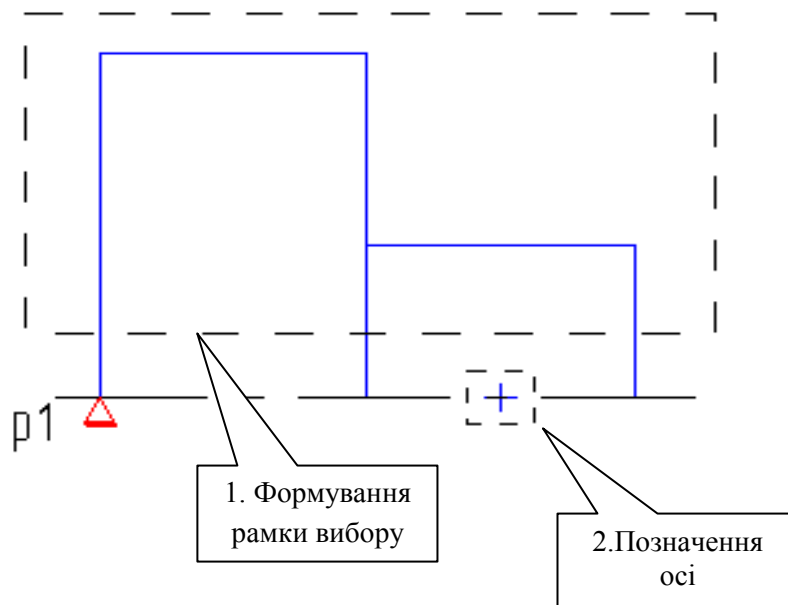


Рисунок 1.22 – Приклад побудови

Перегляньте обмеження і зв'язки кожного з відрізків нижньої половини деталі, наприклад, p7-p8 (рис. 1.23). Обидва зв'язки *Симметрия точек* були автоматично накладені системою при виконанні операції *Симметрия* і забезпечують погоджену зміну координат кінцевих точок верхнього й нижнього відрізків.

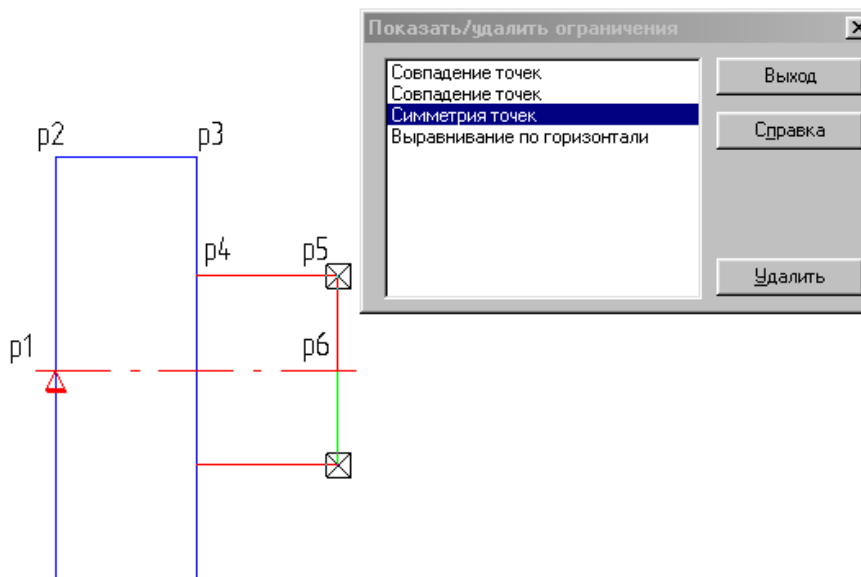


Рисунок 1.23– Перегляд обмежень

## 1.4 Автоматичне накладення асоціацій

Частим випадком зв'язків є асоціації, тобто зв'язки, накладені на об'єкти оформлення: розміри, штрихування, позначення шорсткості й бази. При виконанні попередніх вправ ви вже зіштовхувалися з асоціативністю.

### 1.4.1 Асоціація штрихування, позначення баз і шорсткості поверхонь

Заштрихуйте деталь за допомогою команди **Штриховка** на сторінці Геометрія. Потім проставте позначення базової поверхні *A* для правого торця деталі. (рис. 1.24).

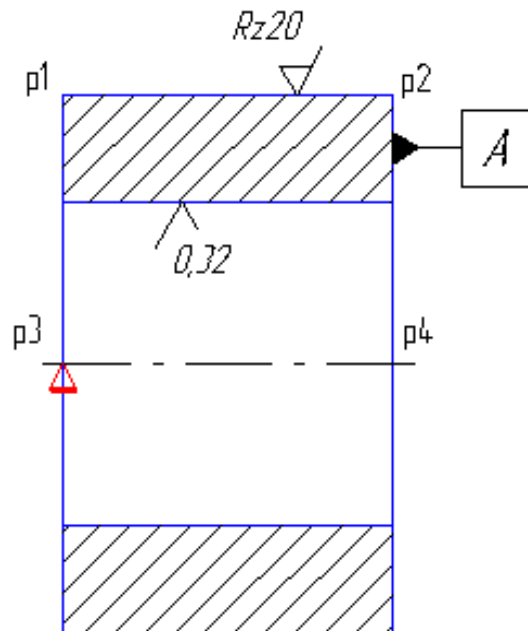


Рисунок 1.24 – Приклад використання штрихування, позначення баз і шорсткості поверхонь

Перевірте поведінку моделі. Для цього змістіть вправо відрізок p2-p4. Геометрія деталі перебудувалася правильно, тому що деталь є параметричною. Однак об'єкти оформлення "відірвалися" від відповідних поверхонь. Ви вже зрозуміли, в чому тут справа - за замовчуванням не були включені необхідні режими параметризації. Викличте на екран вікно налаштування параметризації й встановіть прапорці **Штриховку**, **Шероховатости** и **базы** в групі **Асоціювати при вводе** (рис. 1.25).

За допомогою кнопки **Отменить** видаліть побудовані об'єкти оформлення і відновіть первісну конфігурацію деталі. Заново виконайте штрихування і проставте позначення базової поверхні.

Спробуйте знову змінити геометрію деталі переміщенням відрізка p2-p4. Після включення потрібних режимів асоціації об'єкти оформлення перебудовуються коректно.

Виділіть штрихування щигликом миші в будь-якій його точці і переглянете його параметричні зв'язки. Єдиний зв'язок **Асоціативність** означає автоматичний зв'язок із усіма об'єктами кресленника, що входять в область штрихування. Самі об'єкти в ескізі система відображає червоним кольором (рис. 1.26).

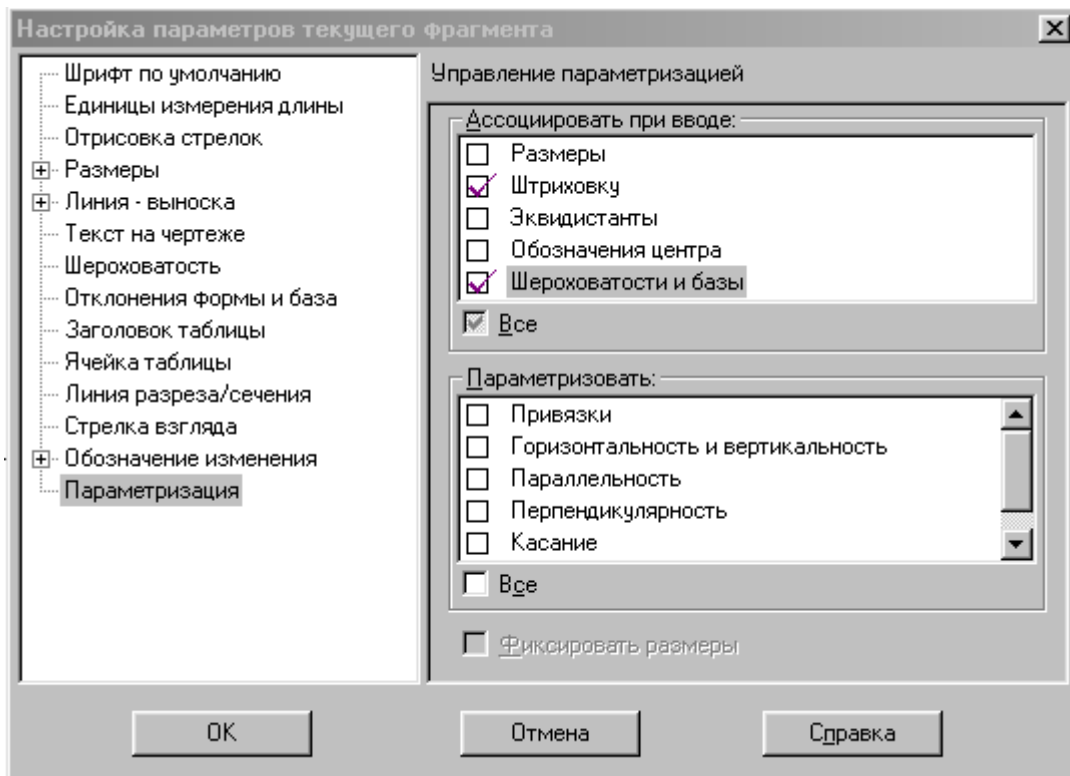


Рисунок 1.25 – Настроювання параметрів поточного фрагмента

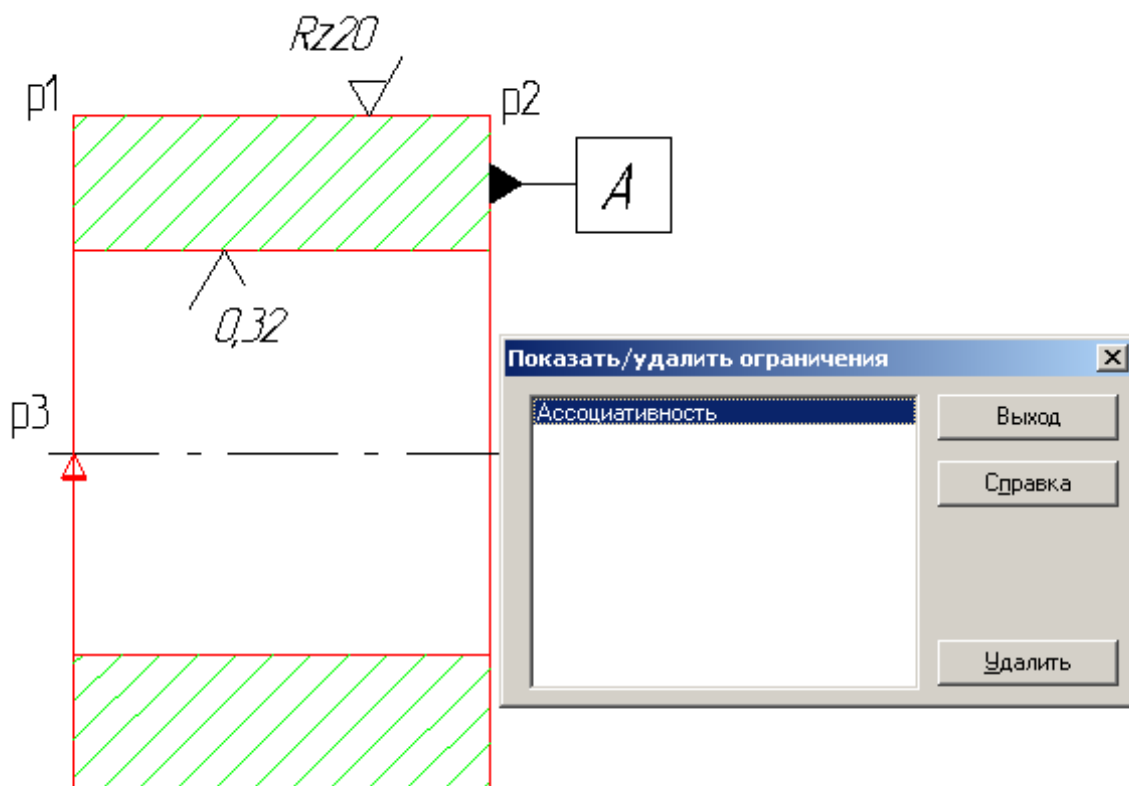


Рисунок 1.26 – Перегляд обмежень

## 1.5 Параметричні розміри

Розміри при параметричному кресленні крім функції оформлення кресленника виконують ще одну найважливішу функцію - функцію керування моделлю. Змінюючи значення розмірів можна змінювати і геометрію моделі. У цьому полягає власне суть параметричних креслеників. Розміри бувають вільними й фіксованими. **Вільні розміри** просто прив'язані до точок на об'єкті, і не впливають на його поводження. При простановці вільних розмірів можна переміщувати сам об'єкт або його характерні точки, при цьому розмір буде відповідати своєму базовому об'єктові, при необхідності, змінюючи своє значення. **Фіксовані розміри** позбавляють модель зайвих ступенів волі, роблять її стан більш передбачуваним, тому що при редагуванні моделі переміщенням об'єктів система забороняє змінювати значення фіксованих розмірів.

**Вправа №1.2:** Побудуйте деталь за зразком, як показано на рис. 1.27. Центри кіл повинні постійно знаходитись на уявній вертикальній прямій. В деталі повинна бути можливість змінювати діаметри кіл і їхню міжосьову відстань без порушення умови дотику відрізків. Положення центра верхнього кола повинно бути незмінним.

<p>4-14 Параметрические размеры</p> <p>Образец</p> <p>Задание: постройте модель по образцу.</p>	<p>Простановка управляющих размеров</p>
---	---

Рисунок 1.27 – До вправи № 1.2

Розглянемо послідовність виконання вправи 1.2.

Для побудови деталі настройте режими параметризації, як це показано на рис. 1.28. Прапорець **Фиксировать размеры** в нижній частині вікна вмикати не потрібно.

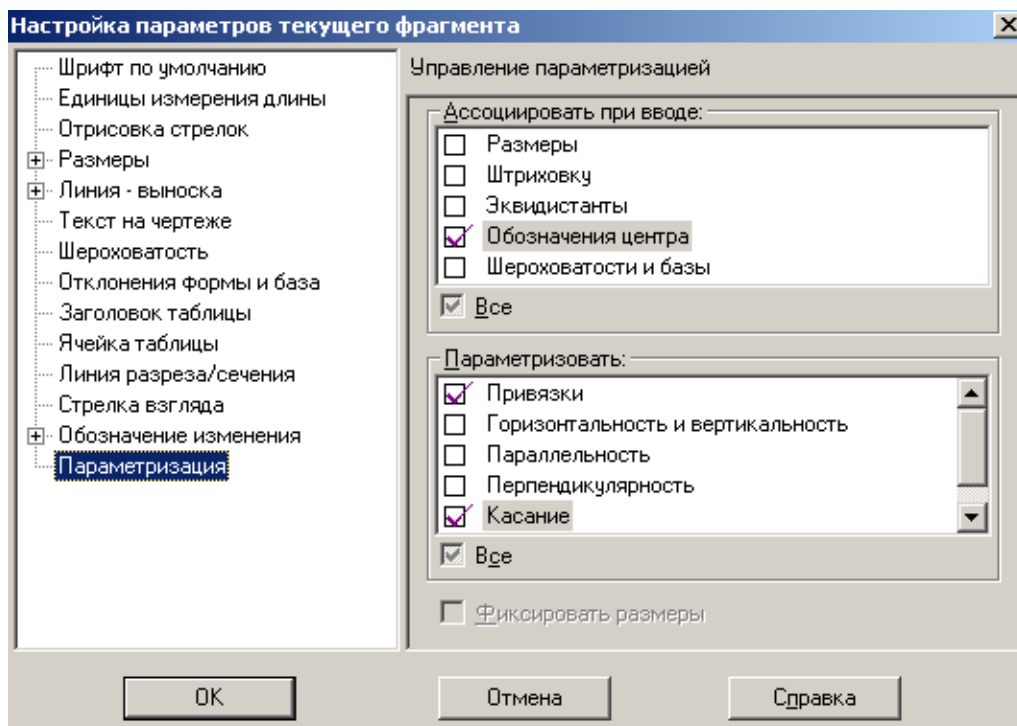


Рисунок 1.28 – Настроювання параметрів поточного фрагмента

У КОМПАС-ГРАФІК є спеціальні команди, що дозволяють керувати параметричними розмірами. До них відносяться кнопка **Установить значение размера**, що дозволяє керувати значенням параметричного розміру, і кнопка **Зафиксировать размер**, що дозволяє фіксувати значення вільних параметричних розмірів. Обидві вони знаходяться на сторінці **Параметризация** Інструментальної панелі.

У будь-який момент ви можете зафіксувати вільний розмір, заборонивши системі вносити в модель відповідні зміни.

Увімкніть кнопку **Зафиксировать размер** і вкажіть мішенню на вертикальний лінійний розмір. Після виконання щиклика текст розмірного напису буде укладений у червону рамку - ознаку фіксованого розміру. Спробуйте знову перемістити нижнє коло. Тепер це зробити не вдасться, тому що система забороняє зміну значення фіксованого розміру.

Для встановлення точного значення розмірів увімкніть кнопку **Установить значение размера** і вкажіть мішенню на лінійний розмір у будь-якій його точці. У діалоговому вікні, що з'явилося на екрані, **Установить значение размера**, в текстове поле введіть потрібне значення розміру, наприклад 30 мм і **клацніть** на кнопці **ОК** (рис. 1.29).

Після цього система змінить положення центра нижнього кола, витримавши задане значення міжосьової відстані (рис. 1.30).

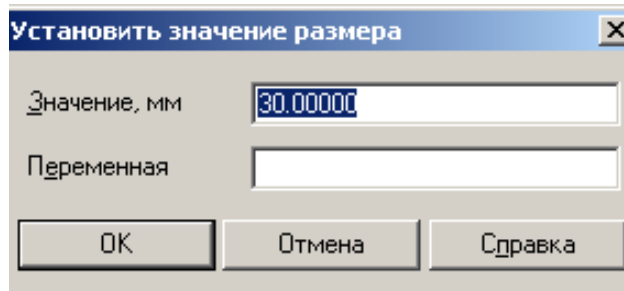


Рисунок 1.29 – Встановлення значення розміру

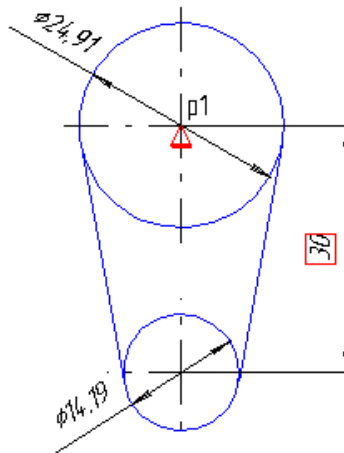


Рисунок 1.30 – Встановлення міжосьової відстані

Аналогічним чином задайте точне значення діаметра верхнього кола 25 мм. Зверніть увагу, що після встановлення значення вільного розміру командою **Установить значение размера**, розмір автоматично фіксується (рис. 1.31).

Фіксований розмір, показаний на рис. 1.31 носить допоміжний характер. Наявність цього розміру на кресленику з погляду його оформлення не тільки є зайвим, але і суперечить стандартам. Проте в даній ситуації він необхідний для правильного функціонування параметричної моделі.

---

**Порада:** якщо для побудови моделі вам доводиться проставляти допоміжні розміри, ви можете розмістити їх на спеціально створеному для них шарі. Після простановки всіх допоміжних розмірів цей шар можна виключити, зробивши "зайві" розміри невидимими.

---

Проставте в завданні лінійний розмір 2 мм, як це показано на рисунку 1.31 і зафіксуйте його. За замовчуванням він розміститься на поточному виді номер 0. Для переносу розміру на шар номер 1 виділіть розмір і виконаєте на ньому щиглик правою клавішею миші. З контекстного меню виберіть команду **Изменить слой** (рис. 1.32).

У списку діалогового вікна **Выберите слой** зробіть поточний шар 1 і клацніть на кнопці **ОК**. Після цього виділений розмір переміститься на шар 1 (рис. 1.33).

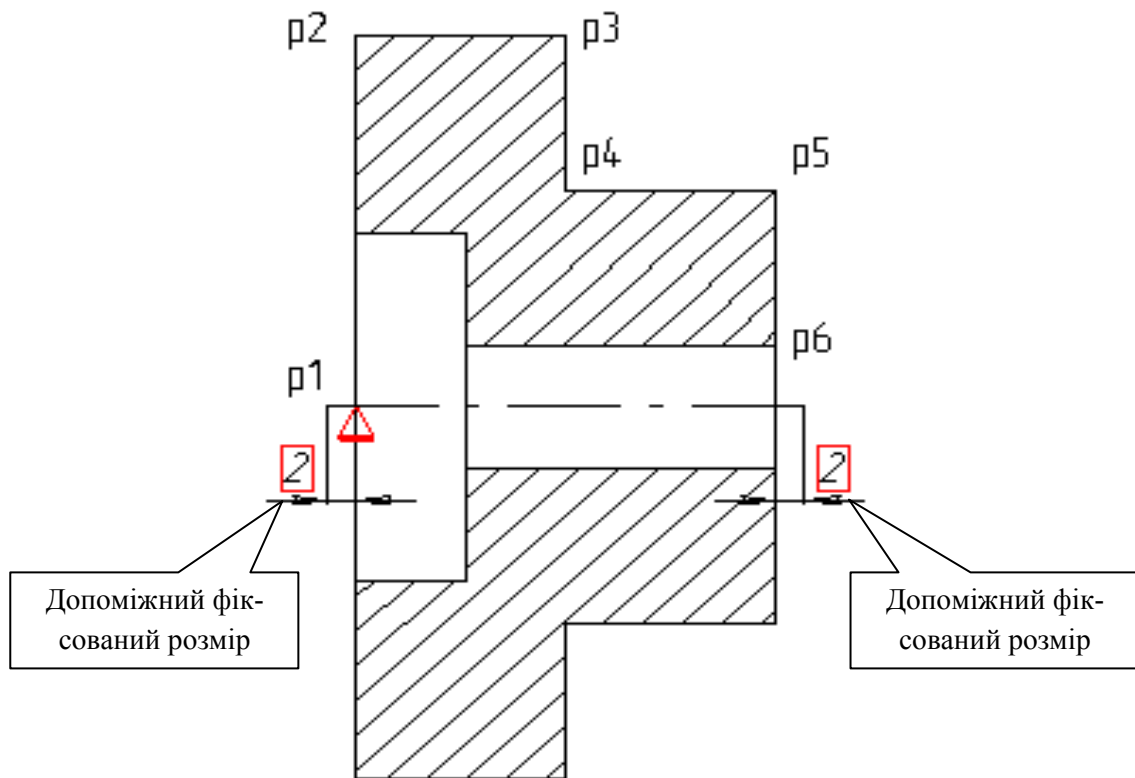


Рисунок 1.31 – Простановка допоміжних розмірів

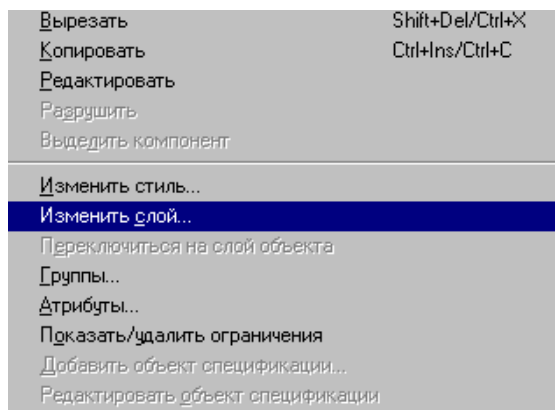


Рисунок 1.32 – Зміна шару

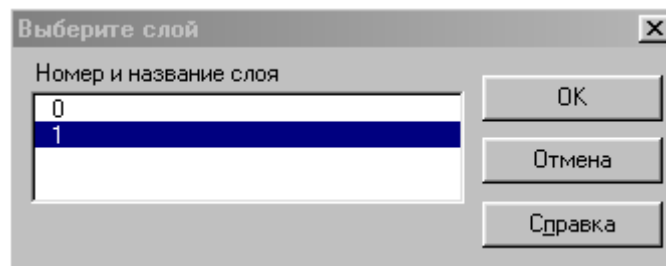


Рисунок 1.33 – Вибір шару



Тепер можна виключити додатковий шар. Для цього клацніть на кнопці **Слой** у рядку параметрів. У діалоговому вікні *Состояние слоев* зробіть поточний рядок 1, увімкніть прапорець **Погасить** і натисніть кнопку **OK** (рис. 1.34).

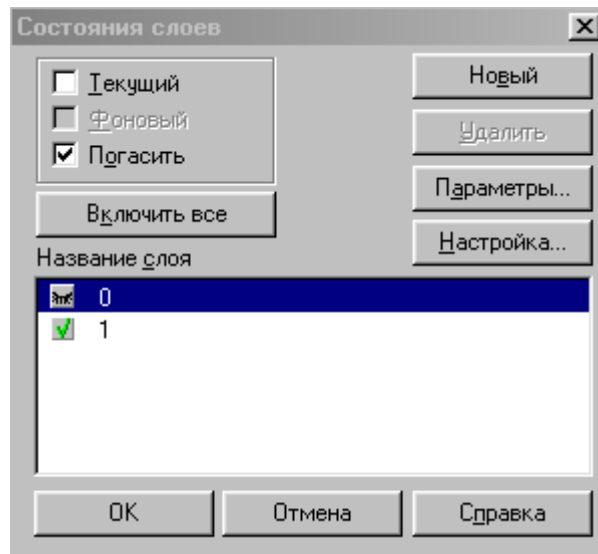


Рисунок 1.34 – Стан шарів

## 1.6 Питання для самоконтролю

1. Дайте визначення терміну „параметрична модель”.
2. Що таке параметричне обмеження?
3. Як здійснюється параметризація прив’язок в автоматичному режимі?
4. Яким чином здійснюється параметризація горизонтальності та вертикальності?
5. Як здійснюється параметризація дотику?
6. Наведіть засоби параметризації команд редагування об’єктів.
7. Наведіть послідовність параметризації еквідистант.
8. Як здійснюється параметризація симетрії?
9. Що розуміється під терміном „асоціативність”?
10. Як здійснюється фіксації точки?
11. Наведіть засоби параметризації елементів оформлення кресленника.
12. Яка відмінність між вільними та фіксованими параметричними розмірами?
13. Як здійснюється параметризація розмірів кресленника?

## 2 РУЧНЕ НАКЛАДАННЯ ЗВ'ЯЗКІВ І ОБМЕЖЕНЬ

При побудові параметричних креслеників не завжди вдається відразу остаточно й правильно задати всі зв'язки й обмеження для всіх об'єктів засобами автоматичного накладання зв'язків і обмежень. У таких випадках додаткові параметричні залежності можна призначити об'єктам кресленика в будь-який момент роботи над документом у ручному режимі. Команди для призначення подібних зв'язків і обмежень знаходяться на окремій сторінці **Параметризація** Інструментальної панелі (рис. 2.1).

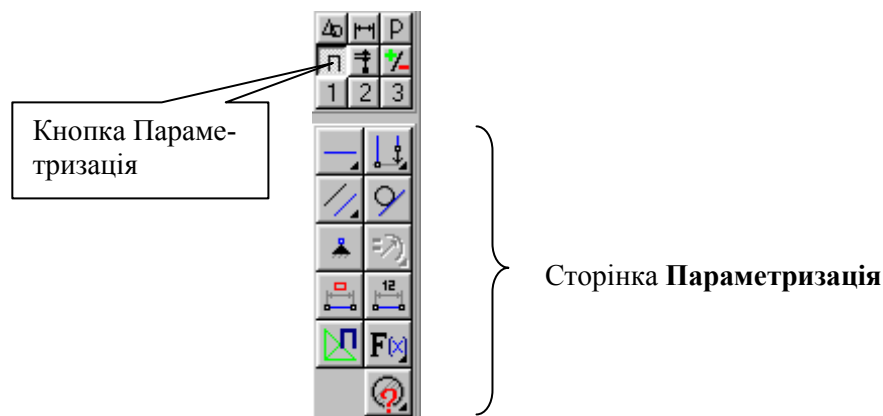


Рисунок 2.1 – Сторінка "Параметризація"

За допомогою цих кнопок можна виконувати редагування параметричного кресленика, перетворити непараметричний кресленик в параметричний без повторного перекреслювання, або навпаки.

Особливість режиму ручного накладання зв'язків і обмежень полягає в його наочності. В автоматичному режимі формування параметричних зв'язків відбувається паралельно з кресленням і фактично приховано від користувача. У ручному режимі користувач сам вибирає параметричну команду і вказує на об'єкти, між якими необхідно сформувати зв'язок. У цьому випадку практично виключена імовірність виникнення зайвих або помилкових зв'язків.

З іншої сторони робота в ручному режимі більш трудомістка. У такий спосіб правильна робота полягає в розумному сполученні обох методів.

Ви вже знайомі з деякими командами сторінки Параметризація: **Показати/удалити обмеження**, **Зафіксувати точку**, **Зафіксувати розмір**, **Установити значення розміра**. Приведені в даному розділі вправи допоможуть вам швидко познайомитися з іншими командами.

### 2.1 Горизонтальність і вертикальність відрізків

Ви вже знаєте, як побудувати параметричний прямокутник в автоматичному режимі. Для цього потрібно включити режим параметризації **Горизонтальність** **и вертикальність** і будувати відрізки, задаючи їхній кут нахилу крат-

ним  $90^\circ$  у рядку параметрів. Крім того, можна користуватися кутовою прив'язкою, кратною  $90^\circ$  при включеному режимі параметризації **Привязки**.

У ручному режимі для цих цілей варто використовувати кнопки **Горизонталь** і **Вертикаль**.

Виконайте команду **Настройка - Параметры текущего фрагмента - Параметризация** увімкніть режим параметризації прив'язок.

Увімкніть кнопку **Непрерывный ввод объектов** на сторінці **Геометрия** Інструментальної панелі. З точки p1 побудуйте ламану лінію p1-p2-p3-p4-p5-p6 таким чином, щоб вона лише приблизно відповідала зразкові. Довжину відрізків задавайте приблизно, а кути між ними спеціально зробіть відмінними від прямих (рис. 2.2).

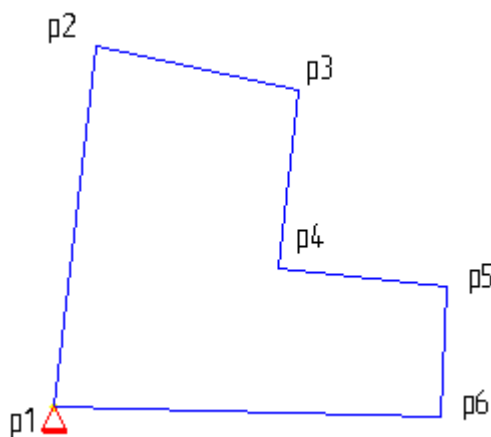


Рисунок 2.2 – Побудова ламаної лінії

За допомогою кнопки **Зафиксировать точку** зафіксуйте точку p1. Перевірте поводження побудованої ламаної, переміщаючи її відрізки або їхні вузлики керування. Усі відрізки ламаної вільно змінюють свою довжину й кут нахилу. Переглянете зв'язки й обмеження будь-якого відрізка моделі, наприклад, p2-p3 (рис. 2.3).

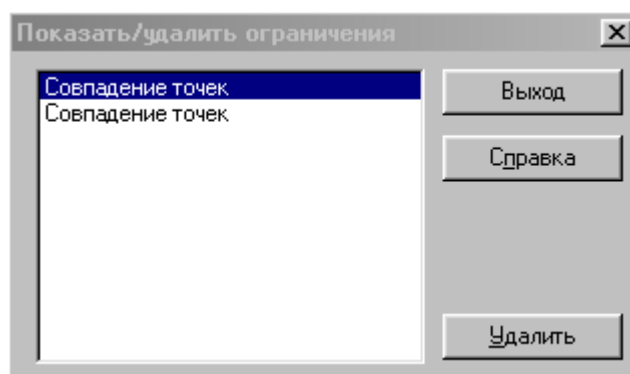


Рисунок 2.3 – Перегляд обмежень

Увімкніть кнопку **Горизонталь** на сторінці **Параметризация** Інструментальної панелі і послідовно вкажіть мішенню на відрізки p2-p3, p4-p5 і p1-p6.

Відрізки приймуть горизонтальну орієнтацію. Аналогічно відбудовуються вертикальні відрізки (рис. 2.4).

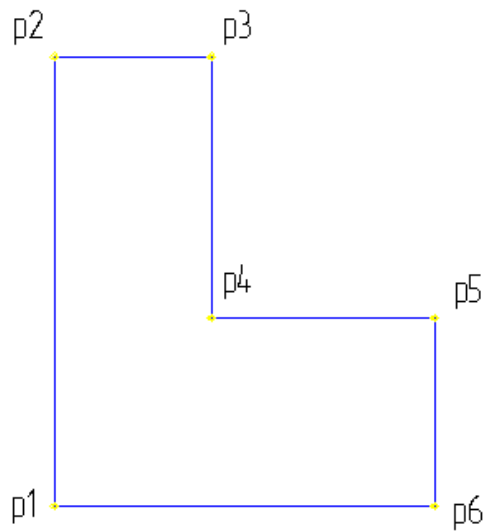


Рисунок 2.4 – Побудова параметричної моделі в ручному режимі

## 2.2 Питання для самоконтролю

1. Наведіть особливості ручного режиму параметризації.
2. Де розташовані команди параметризації геометричних побудов?
3. Як здійснюється параметризації горизонтальності та вертикальності в ручному режимі?
4. Як здійснюється редагування параметричних обмежень кресленика?

## 3 СТВОРЕННЯ ПАРАМЕТРИЧНИХ КРЕСЛЕНИКІВ

**Вправа № 3.1:** Виконайте геометричні побудови, як показано на рис. 3.1. Забезпечте в моделі постійну рівність X-координат для точок центрів кіл. При переміщенні уздовж осі X верхнього кола повинно переміщатися і нижнє коло.

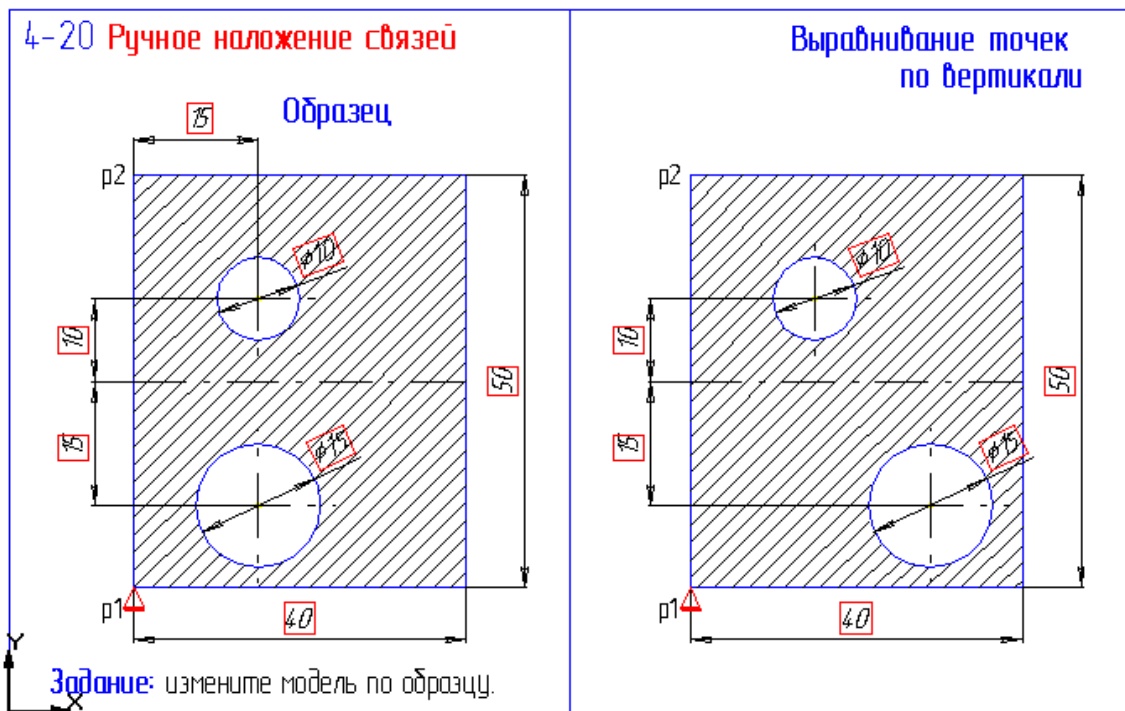


Рисунок 3.1 – До вправи № 3.1

Розглянемо послідовність виконання вправи 3.1.

В даний час центри кіл не зв'язані між собою параметричними зв'язками. Тому кола можуть переміщатися в горизонтальному напрямку незалежно одне від одного.

1. Для формування заданого зв'язку увімкніть кнопку **Выровнять точки по вертикали** на сторінці **Параметризация**. Кнопка знаходиться на Панелі розширених команд операцій з точками.

2. У відповідь на запити системи послідовно вкажіть курсором на центри верхнього й нижнього кіл. Після цього центри кіл стануть розташовані на одній уявній вертикальній прямій.

**Зауваження:** для усунення тимчасових перекручувань зображення можете клацати на кнопці **Обновить изображение** на Панелі керування в проміжках між зміною розмірів.

3. Виконайте налаштування параметризації, включивши параметризацію прив'язок і асоціацію розмірів. Це налаштування необхідне для побудови ліній-

ного керуючого розміру.

4. Задайте положення верхнього кола щодо точки p2. Для цього проставте лінійний горизонтальний розмір між точкою p2 і центром кола.

5. Для встановлення точного значення розміру увімкніть кнопку **Установити значення розміра** і вкажіть мішенню на побудований розмір у будь-якій його точці. У діалоговому вікні, що з'явився на екрані, у текстове поле **Значення** введіть потрібне значення 15 мм і клацніть на кнопці **ОК**. Після цього обидва кола займуть потрібне положення.

6. Спробуйте задати інше значення розміру, наприклад, 20 мм.

---

**Зауваження:** зверніть увагу на автоматичну зміну області штрихування. Система виконує асоціацію штрихування з її границями, якими є відрізки пластини і її отвору.

---

7. Відредагуйте положення розмірних ліній, лінійних розмірів, що змістилися, там, де це необхідно.

**Вправа № 3.2:** Виконайте геометричні побудови, як показано на рис. 3.2. При обертанні кривошипа повзун повинен переміщуватися вздовж напрямної.

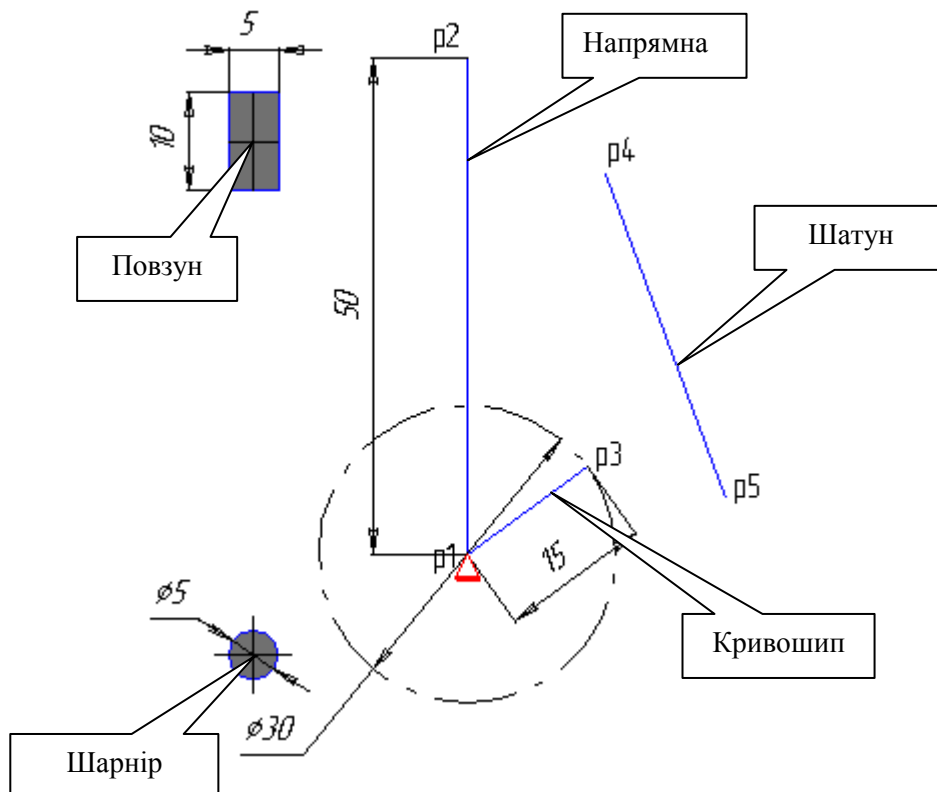


Рисунок 3.2 - До вправи № 3.2

---

Розглянемо послідовність виконання вправи 3.2.

Виконайте налаштування режимів параметризації. Для цього виконайте команду **Налаштування - Параметризувати поточний фрагмент - Параметризувати** й увімкніть режими параметризації прив'язок і асоціації розмірів. Крім того увімкніть прапорець **Фіксувати розміри** в нижній частині вікна.

Приступимо до складання моделі. На початку забезпечимо постійну приналежність повзуна до направляючої.

1. Визначіть положення точки перетинання осевих ліній повзуна. Для цього увімкніть кнопку **Точки пересічення двох кривих** і послідовно вкажіть мішенню на осі симетрії. У точці перетинання система згенерує допоміжну точку.

---

**Зауваження:** при включеному режимі параметризації прив'язок дана команда також призводить до появи параметричних зв'язків. На точку автоматично накладаються два зв'язки **Точка на кривій**.

---

2. Увімкніть кнопку **Точка на кривій** на сторінці **Параметризувати**. Вкажіть мішенню на направляючу p1-p2 у будь-якій її точці, а потім за допомогою прив'язки **Ближайша точка** вкажіть на точку перетинання осевих ліній повзуна (рис. 3.3). Після цього повзун "стрибне" на напрямну. За рахунок чого це відбулося? Проставлена вами центральна точка придбала зв'язок **Точка на кривій** щодо напрямної, перемістилася на неї і "потягнула" за собою весь повзун.

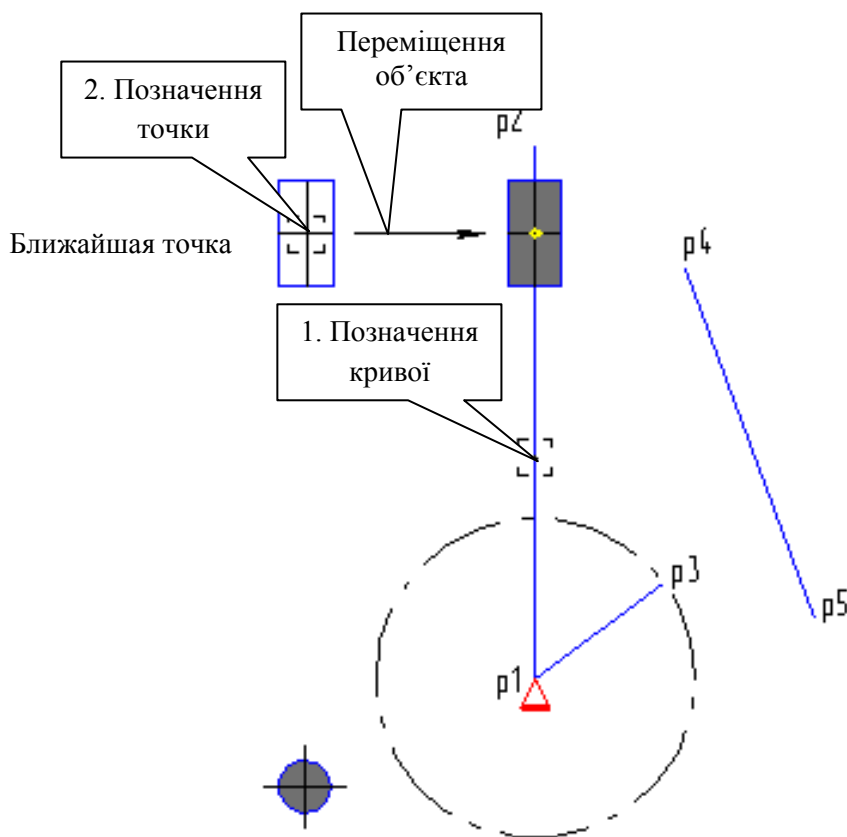


Рисунок 3.3 – З'єднання повзуна і напрямної

3. Тепер перенесемо шарнір у точку  $p3$  кривошипа  $p1$ - $p3$ . Для цього увімкніть кнопку **Об'єднати точки** і послідовно вкажіть точку  $p3$  і центральну точку шарніра. Центр кола переміститься в точку  $p3$  (рис. 3.4).

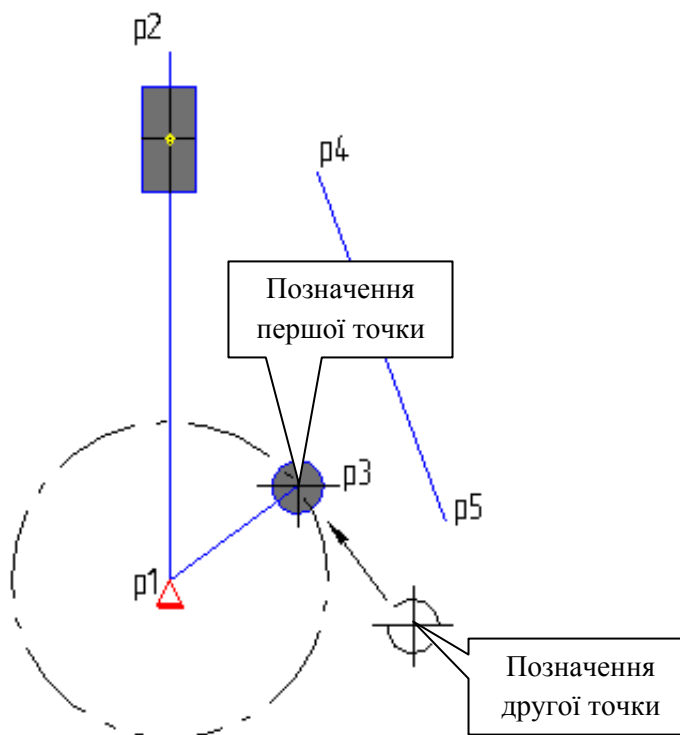


Рисунок 3.4 – З'єднання шарніра з кривошипом

4. Зв'яжемо повзун із шатуном, тобто перемістимо точку  $p4$  відрізка  $p4$ - $p5$  у центральну точку прямокутника. Для цього знову увімкніть кнопку **Об'єднати точки** і послідовно вкажіть центральну точку прямокутника й точку  $p4$ . Не переривайте команду.

5. Зв'яжемо шарнір із шатуном, тобто перемістимо точку  $p5$  відрізка  $p4$ - $p5$  у центральну точку кола. Для цього послідовно вкажіть центральну точку кола й точку  $p5$ .

6. Проставте лінійний розмір до відрізка  $p3$ - $p4$  і встановіть значення розміру 35 мм. Переконайтеся в тім, що даний розмір став фіксованим. З його допомогою ви жорстко зафіксували довжину шатуна. У протилежному випадку він буде "гумовим" і модель працювати не буде.

7. Зафіксуйте його кінцеві точки  $p1$  і  $p2$ .

Два кола в завданні на кресленнику без осей симетрії. Проставте ці осі з розрахунком на те, що вони повинні постійно належати колам. Для цього потрібно настроїти параметризацію: увімкніть прапорець **Обозначение центра** в групі **Асоціювати при вводе**. Крім того додатково увімкніть прапорець **Размери** в цій же групі і параметризацію прив'язок (рис. 3.5). Останні два режими необхідні для простановки асоціативних розмірів.



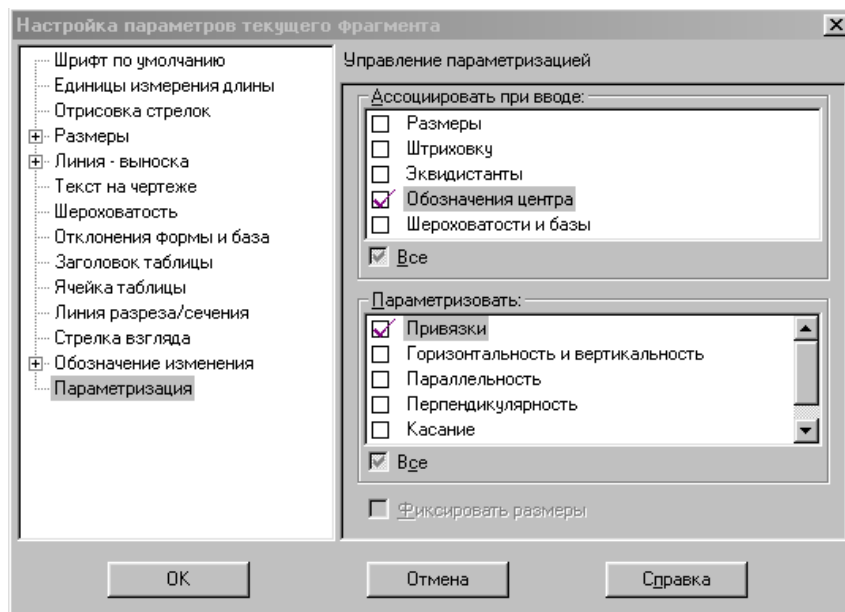


Рисунок 3.5 – Настроювання параметрів поточного фрагмента

**Вправа № 3.3:** Виконайте геометричні побудови, як показано на рис. 3.6. Забезпечте симетрію центрів кіл відносно відрізка  $p1$ - $p2$ .

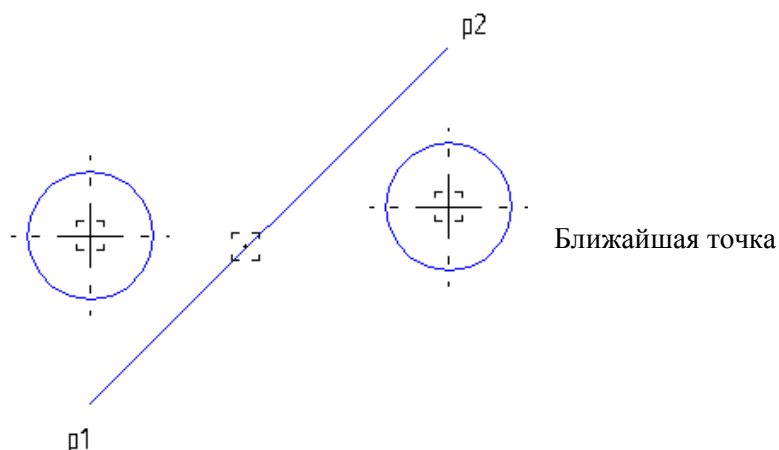


Рисунок 3.6 – До вправи №3.3

Розглянемо послідовність виконання вправи 3.3.

Кнопка **Симметрия 2 точек**, розташована на Панелі розширених команд параметризації точок, дозволяє встановити симетрію характерних точок об'єктів щодо відрізка (дзеркальну симетрію). Увімкніть кнопку і послідовно вкажіть відрізок  $p1$ - $p2$  (вісь симетрії), центральну точку лівого кола і центральну точку правого кола (див. рис. 3.6).

Після цього система змінить положення кіл, розташувавши їх симетрично щодо відрізка  $p1$ - $p2$ . Перевірте поводження моделі переміщенням центрального вузлика кожного з кіл.

## 4 ПЕРЕТВОРЕННЯ МОДЕЛЕЙ

На практиці може виникнути потреба перетворити звичайний кресленик в параметричний і навпаки. Наприклад, при розробці кресленика ви не припускали на його основі одержувати які-небудь його модифікації, проте пізніше така потреба з'явилася. Та ж проблема може виникнути при використанні креслеників, створених у більш ранніх версіях КОМПАС-ГРАФІК.

Навпаки, після створення на основі параметричної моделі конкретного кресленика в користувача може виникнути бажання цілком або частково звільнити його від параметричних залежностей. Наприклад, після вставки параметричного фрагмента в звичайний кресленик, зв'язки й обмеження моделі можуть стати перешкодою для подальшого оформлення й редагування основного кресленика.

### 4.1 Перетворення звичайної моделі в параметричну

Виконання цієї роботи являє собою далеко не тривіальну задачу. Згадайте, скільки факторів необхідно враховувати при формуванні параметричної моделі. Операторові доводиться накладати на об'єкти велику кількість зв'язків і обмежень, причому в такій комбінації, що забезпечить потрібний результат. В даний час немає такої системи, що була б у змозі виконати цю роботу в автоматичному режимі. Тому такий вид перетворення звичайно, супроводжується значним обсягом ручних робіт.

Для автоматичного накладення параметричних залежностей на об'єкти ескізу необхідно зробити наступне.

1. Увімкніть всі режими параметризації.
2. Зафіксуйте точку р1.
3. За допомогою команди **Выделить - Рамкой** виділіть всю деталь, включаючи розміри.
4. Натисніть кнопку **Параметризовать** на сторінці Параметризація. На екрані з'явиться діалогове вікно **Установите типы ограничений** (рис. 4.1).

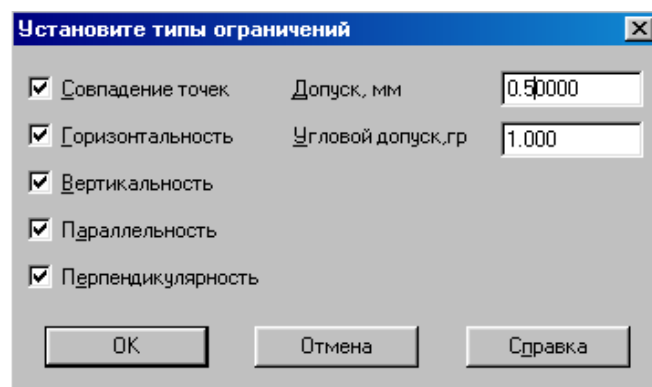


Рисунок 4.1 – Встановлення типів обмежень

У цьому діалозі ви можете встановити типи обмежень, що накладаються на об'єкти при їхній автоматичній параметризації. Наприклад, якщо ввімкнено опцію **Совпадение точек**, то на точки об'єктів, відстань між якими менше значення лінійного допуску, буде накладена умова збігу. Розширте діапазон сполучення точок, ввівши в поле **Допуск, мм** значення 0,5 мм. Інші налаштування залишіть без змін.

## 4.2 Перетворення параметричної моделі у звичайну

Зворотне перетворення з параметричної форми у звичайну, навпроти, виконується надзвичайно просто. Користувач легко може видалити зайві зв'язки й обмеження в окремого об'єкта, групи об'єктів або всього кресленника цілком.

Тепер перетворіть змінену вами модель з параметричної форми у звичайну, цілком звільнивши складові її елементи від усіх зв'язків і обмежень.

1. Для цього за допомогою команди **Выделить - Рамкой** виділіть всі об'єкти моделі.

2. Натисніть кнопку **Удалить все ограничения** на сторінці Параметризація. Вона знаходиться на Панелі розширених команд під кнопкою **Показати/удалити ограничения**.

Команда почне виконуватися негайно. Після завершення роботи на екрані з'явиться вікно повідомлення (рис. 4.2). Просто клацніть на кнопці **ОК**.

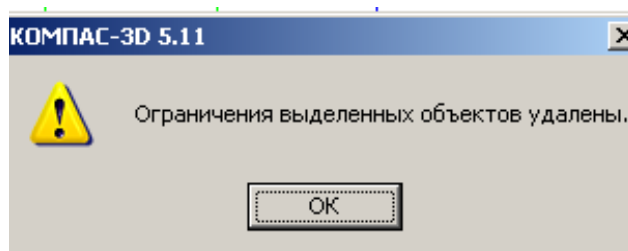


Рисунок 4.2 – Видалення обмежень

У результаті обрані об'єкти звільняться від усіх зв'язків і обмежень. Разом з обмеженнями геометричних об'єктів видаляються обмеження всіх асоційованих із ними об'єктів оформлення.

## 4.3 Використання змінних і виразів

Як ви вже знаєте, параметричною моделлю КОМПАС-ГРАФІК можна керувати за допомогою асоціативних розмірів. Зміна значення розмірів приводить до зміни геометрії деталі. На практиці часто зустрічаються ситуації, коли значення одного розміру математично залежить від значення іншого. Наприклад, за задумом конструктора внутрішній діаметр труби на кресленнику повинен завжди бути у два рази менше її внутрішнього діаметра, або посадковий діаметр вала повинен дорівнювати діаметрові отвору в корпусі деталі. В загальному випадку вам доведеться встановлювати значення цих розмірів окремо.

Однак така погоджена зміна розмірів може реалізуватися в самій моделі за рахунок використання змінних і виразів. Будь-якому параметричному розмірові в КОМПАС-ГРАФІК може бути привласнене ім'я змінної.

Надалі змінні можуть бути зв'язані виразами. У результаті обчислення виразів можуть змінюватися значення змінних, що у свою чергу призведе до зміни геометрії.

**Вправа № 4.1:** Побудуйте деталь Кільце за зразком (рис. 4.3) таким чином, щоб зовнішній діаметр кільця був завжди у два рази більше внутрішнього. Зміна зовнішнього діаметра повинна виконуватися автоматично при зміні внутрішнього. Побудова параметричної моделі з використанням змінних і рівнянь.

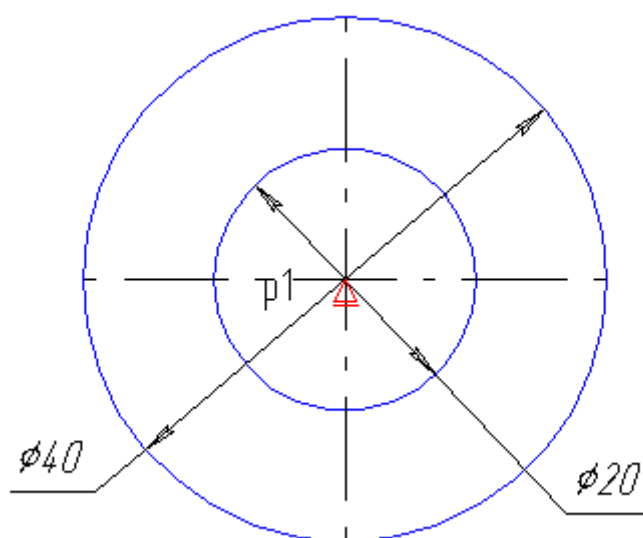


Рисунок 4.3 – До вправи № 4.1

---

Розглянемо послідовність виконання вправи 4.1.

1. Увімкніть всі режими параметризації.
2. Побудуйте коло радіусом 20 мм із центром у точці p1.
3. Побудуйте коло радіусом 40 мм з осями симетрії і з центром у точці p1.
4. Зафіксуйте точку p1.
5. Проставте діаметральні розміри кіл.

Для присвоєння розмірові внутрішнього кола імені змінної варто скористатися командою **Установить значение размера**. Вона дозволяє не тільки змінювати числові значення фіксованих або нефіксованих асоціативних розмірів, але і привласнювати розмірам імена змінних.

---

**Порада:** для присвоєння розмірові імені змінної ви можете також використовувати подвійний щиклик миші на розмірному написі.

---

Увімкніть кнопку **Установить значение размера** і вкажіть мішенню на діаметральний розмір 20 мм. У діалоговому вікні **Установите значение размера** в текстове поле **Переменная** введіть ім'я змінної у вигляді латинської букви **a** (рис. 4.4). Щигликом на кнопці **OK** закрийте вікно.

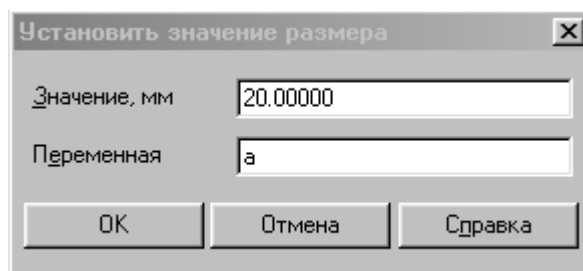


Рисунок 4.4 – Введення імені змінної

---

**Зауваження:** при присвоєнні розмірові імені змінної допускається використання букв латинського алфавіту (розрізняються символи верхнього й нижнього регістру), арабських цифр і символу підкреслення ("\_"). Довжина імені змінної не більш 16 символів. Перший символ в імені змінної повинний бути буквою або символом підкреслення.

---

Після цього діалогове вікно закриється, а ім'я привласнене розмірові змінної відобразиться в дужках під розмірним написом (рис. 4.5).

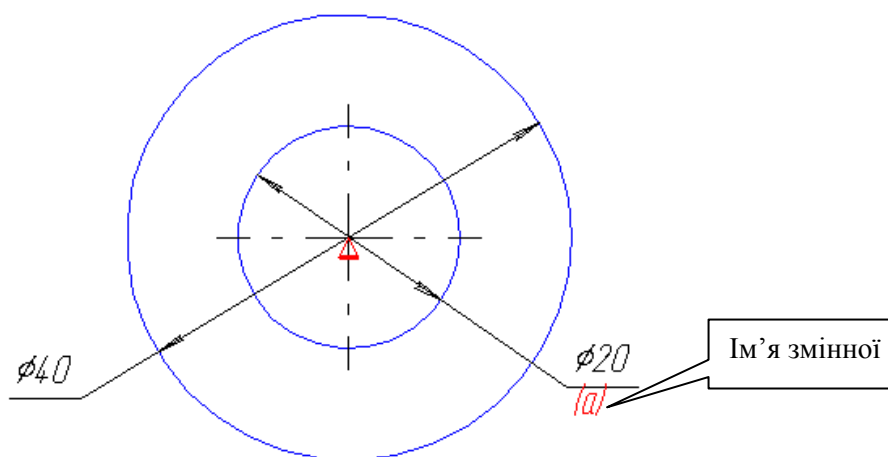


Рисунок 4.5 – Ім'я змінної на кресленику

---

**Зауваження:** імена змінних відображаються тільки на екрані і не виводяться на друк.

---

Аналогічним чином присвойте діаметральному розмірові зовнішнього кола ім'я змінної **b**.

Просте присвоєння розмірам імен змінних не накладає ніяких обмежень на поводження моделі. Ви як і раніше можете встановлювати значення розмірів.

Якщо розмір вільний, то зберігається можливість переміщення вузлових точок базових об'єктів розміру.

Тепер для виконання умови завдання створені змінні потрібно зв'язати виразом. Для введення у файл вправи виразу, що зв'язує створені змінні, натисніть кнопку **Уравнения** на сторінці Параметризація.

У діалоговому вікні **Ввод и редактирование уравнений** у рядок редагування введіть вираз  $b=a*2$  і клацніть на кнопці **Добавить**. Після цього вираз буде скопійовано у вікно перегляду (рис. 4.6). Щигликом на кнопці **Выход** закрийте вікно.

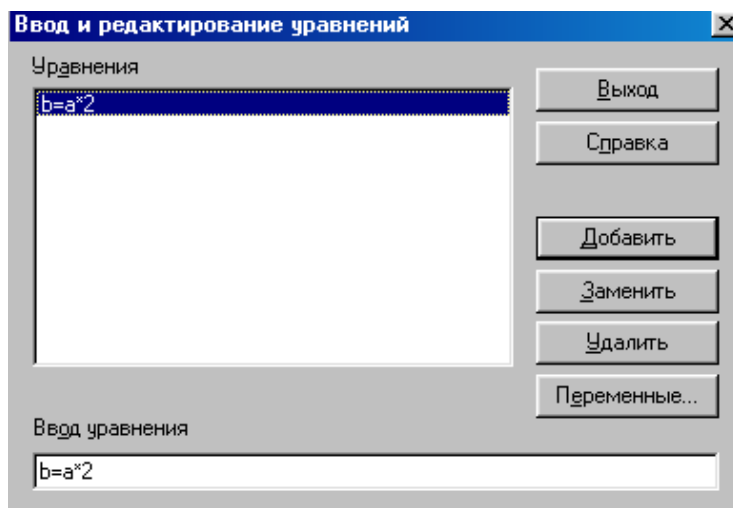


Рисунок 4.6 – Введення рівняння

---

**Зауваження:** рівняння можуть складатися з імен змінних, арифметичних і логічних операцій, функцій і констант. Повний список усіх дозволених операцій і функцій приведений у [1].

---

При будь-якій зміні параметричного асоціативного розміру система обчислює значення усіх рівнянь, доданих у модель. Після цього результат обчислень автоматично відображається на кресленнику.

## 4.4 Використання зовнішніх змінних.

### 4.4.1 Параметричні фрагменти

Як уже неодноразово відзначалося, фрагменти КОМПАС-ГРАФІК дуже зручні для збереження типових елементів креслеників. При необхідності їх можна вставляти в будь-який поточний документ, виключаючи таким чином повторне креслення.

Ще більш ефективним рішенням є використання параметричних фрагментів. Параметричні залежності, використані при побудові такого фрагмента зберігаються при його вставленні в поточний документ. Надалі ви можете викори-

стовувати всі прийоми редагування параметричної моделі для її зміни в залежності від конкретної ситуації.

Виключенням із даного правила є використання змінних і рівнянь. При вставленні такого фрагмента його геометрія визначається поточними значеннями змінних і рівнянь, що зберігаються в ньому, однак самі змінні і рівняння не передаються в поточний документ і не зберігаються в ньому. Таке обмеження введено спеціально, щоб уникнути можливих конфліктів змінних.

Але це не означає, що користувач взагалі позбавлений можливості використовувати змінні і вирази при вставленні фрагментів. У КОМПАС-ГРАФІК реалізована можливість задавання значень змінних, обчислення рівнянь і зміна геометрії безпосередньо в момент вставлення фрагмента в документ. Для цього змінні, які визначають геометрію моделі, варто задати *зовнішніми*. Якщо змінній надати статус зовнішньої, то в момент вставлення фрагмента система видає запит на зміну її значення.

Послідовність вставлення параметричного фрагмента:

1. Знаходячись у фрагменті Кільце виконайте команду **Редактор - Вставити**. За допомогою клавіатурної команди [Ctrl]+[0] помістіть точку прив'язки фантома в початок координат фрагмента і зафіксуйте натисканням клавіші [Enter]. Зверніть увагу, що після вставлення фрагмента розміри втратили імена змінних. У такий спосіб поведуться при вставленні фрагменти з простими змінними.

2. Присвойте внутрішньому діаметру ім'я змінної **a**, зовнішньому діаметру ім'я змінної **b**. Заштрихуйте деталь або залийте її кольором (рис. 4.7).

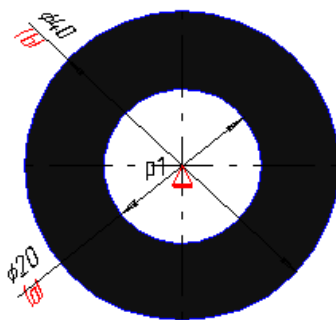


Рисунок 4.7 – Присвоєння змінних і заливка кольором

3. Увімкніть кнопку **Переменные** на сторінці **Параметризация**. Вона знаходиться на Панелі розширених команд під кнопкою **Уравнения** на екрані з'явиться діалогове вікно **Просмотр переменных**. У вікні перегляду показані всі змінні поточного фрагмента. У відповідних стовпцях вікна перераховані імена змінних і їхні значення. Поточною в списку є змінна **a** (рис. 4.8).

4. Присвойте змінній **a** зовнішній статус, увімкнувши прапорець **Внешняя переменная** в нижній частині вікна. При цьому навпроти імені змінної у списку з'явиться символ "галочка". Клацніть на кнопці **Комментарий**

5. У текстове поле вікна, що з'явилося, введіть коментар до змінної **Внутрішній діаметр** (рис. 4.9).

6. У списку змінних зробіть поточний рядок змінної **b**, присвойте їй зовні-

шній статус і введіть коментар **Зовнішній діаметр**. Щиґликом на кнопці **OK** закрийте вікно *Просмотр переменны*. (рис. 4.10).

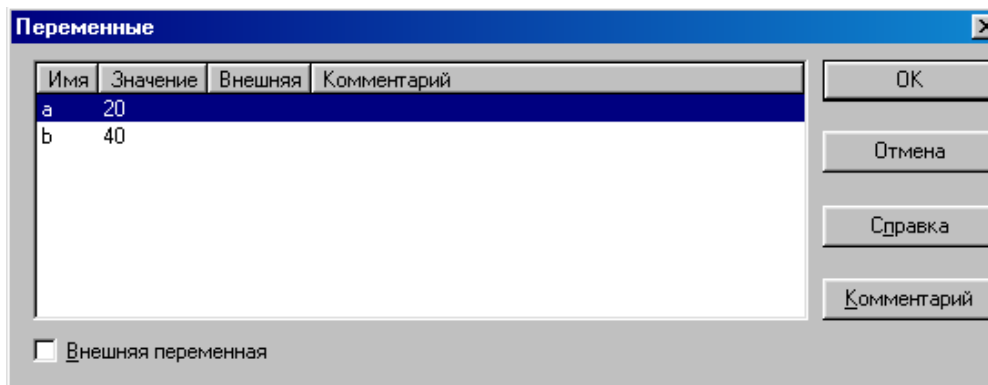


Рисунок 4.8 – Перегляд змінних

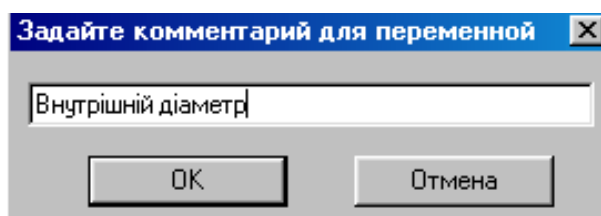


Рисунок 4.9 – Введення коментарію

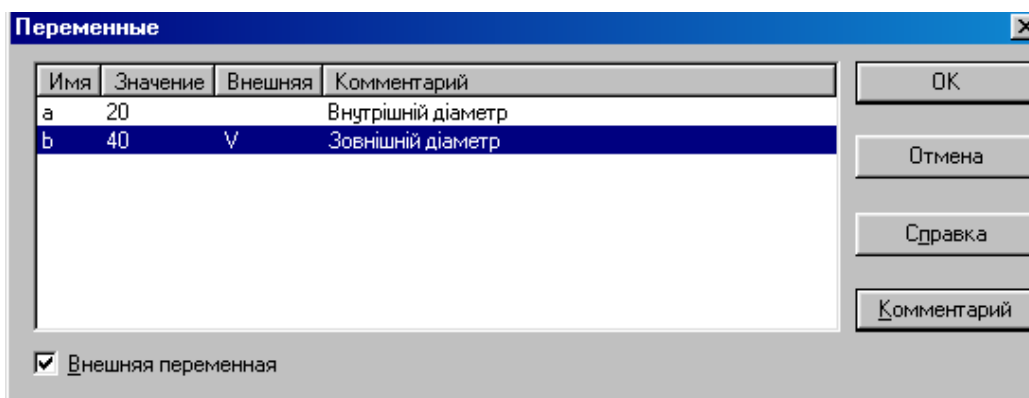


Рисунок 4.10 – Перегляд змінних

7. Запишіть фрагмент на диск і закрийте його вікно командою **Файл - Закрить**. Після цього поточним стане єдиний відкритий фрагмент 4-35.

8. Виконаєте команду **Редактор - Вставить фрагмент..** У списку файлів папки *Parametr* знайдіть фрагмент з ім'ям **Кільце** і відкрийте його (рис. 4.11).

9. Виберіть спосіб вставлення фрагмента, ввімкнувши кнопку **Рассыпать** і натисніть кнопку **OK** (рис. 4.12).

Система вивантажить на екран фантом фрагмента Кільце, який ви можете вільно переміщувати по екрану. Одночасно з цим на екрані з'явиться таблиця, в стовпцях якої перераховані всі зовнішні змінні фрагмента, що вставляються: їхні імена, значення й коментарі користувача (рис. 4.13).



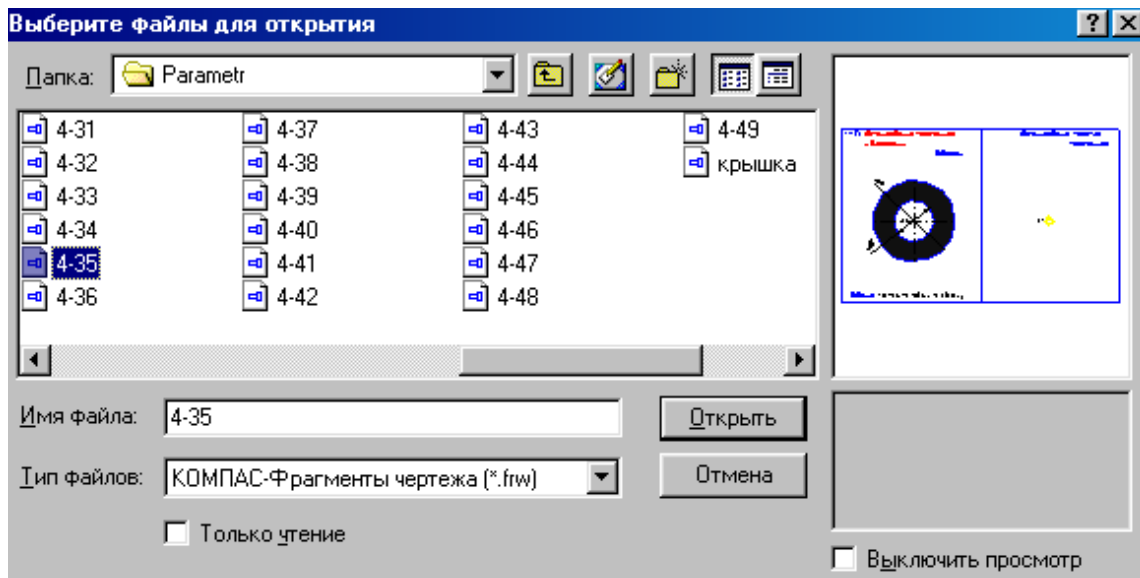


Рисунок 4.11 – Вставлення фрагмента

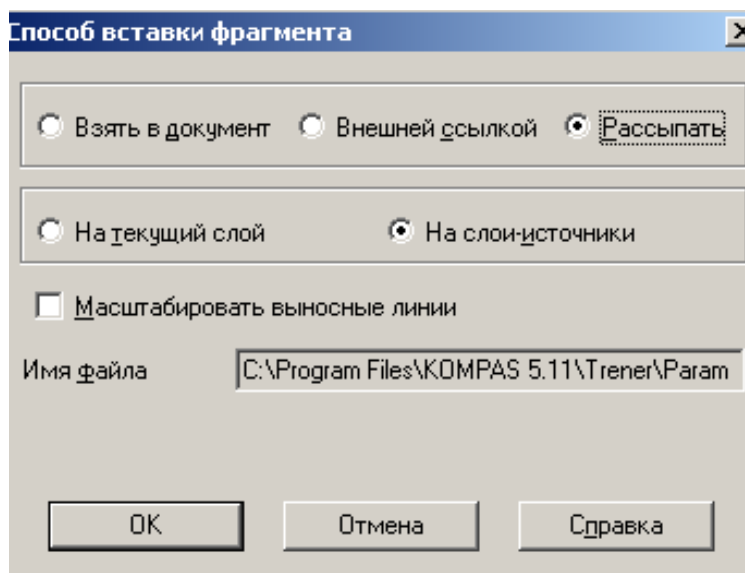


Рисунок 4.12 – Спосіб вставлення фрагмента

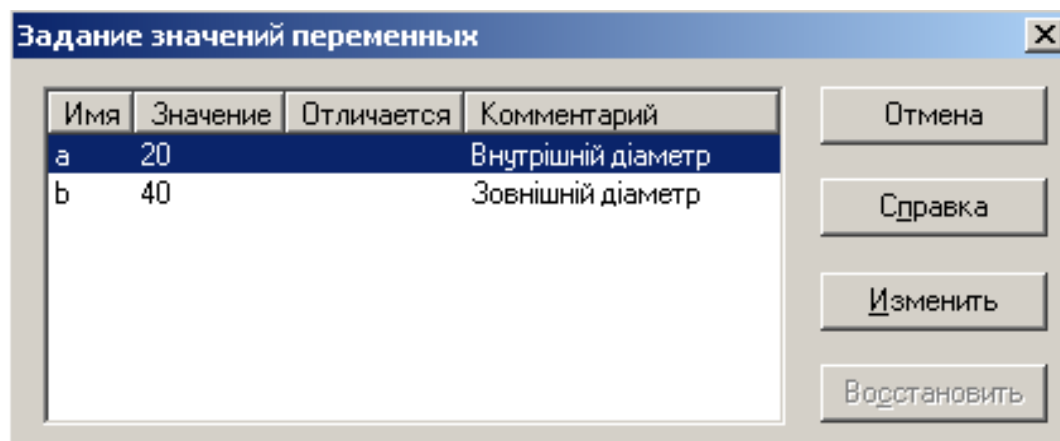


Рисунок 4.13 – Введення значень змінних

10. Щигликом на кнопці **Изменить** задайте нове значення змінної **a**, встановивши його рівним 15 мм. Після щиглика на кнопці **OK** фантом змінить відповідний діаметр (рис. 4.14).

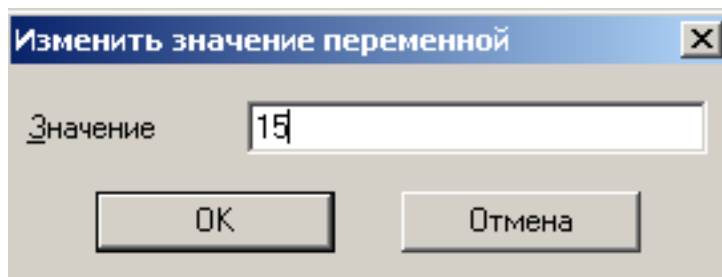


Рисунок 4.14 – Зміна значення змінної

11. Аналогічним чином задайте нове значення змінної **b=20** мм. Після цього цей фантом прийме форму першої деталі на Зразку. Зафіксуйте його у вільному місці.

#### 4.4.2 Способи вставлення параметричних фрагментів

1. **Розсіпом** – при цьому об'єкти фрагмента, що вставляється, копіюються в документ, а всякий зв'язок між ними і фрагментом-джерелом губиться.

2. **Взяти в документ** – зміст фрагмента копіюється в документ і зберігається як єдине ціле. При цьому зв'язок із фрагментом-джерелом не зберігається за винятком інформації про його ім'я й шлях.

3. **Зовнішнє посилання** – зміст фрагмента копіюється в документ і зберігається як єдине ціле, формується посилання на фрагмент-джерело. При редагуванні фрагмента – джерела будуть обновлятися всі зроблені вставки цього джерела.

### 4.5 Питання для самоконтролю

1. Наведіть особливості перетворення звичайної моделі в параметричну.
2. Наведіть особливості перетворення параметричної моделі у звичайну.
3. Для чого в параметричних моделях використовуються змінні?
4. Як здійснюється введення та редагування рівнянь, в які входять змінні параметричної моделі?
5. В чому полягає відмінність внутрішніх та зовнішніх змінних моделі?
6. Як здійснюється введення зовнішніх змінних моделі?
7. Для чого призначені параметричні фрагменти?
8. Які існують способи вставки параметричних фрагментів в кресленик?
9. Наведіть та проаналізуйте принципові відмінності способів вставки параметричних фрагментів.
10. Як здійснюється редагування розмірів при вставці параметричного фрагмента у кресленик?

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. КОМПАС-3D. Руководство.пользователя. – АО “АСКОН”. – 2001. – 260 с.
2. КОМПАС-ГРАФИК 5.X. Практическое руководство. – АО “АСКОН”. – 1999. –Часть 1. – 601 с.

# ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
1 АВТОМАТИЧНЕ НАКЛАДАННЯ ЗВ'ЯЗКІВ І ОБМЕЖЕНЬ.....	4
1.1 Параметризація прив'язок.....	4
1.2 Параметризація побудов .....	9
1.3 Параметризація команд редагування об'єктів .....	12
1.3.1 Параметризація відсікання кривих двома точками .....	13
1.3.2 Параметризація еквідістант .....	15
1.3.3 Параметризація симетрії .....	17
1.4 Автоматичне накладення асоціацій .....	18
1.4.1 Асоціація штрихування, позначення баз і шорсткості поверхонь....	19
1.5 Параметричні розміри .....	21
2 РУЧНЕ НАКЛАДАННЯ ЗВ'ЯЗКІВ І ОБМЕЖЕНЬ.....	26
2.1 Горизонтальність і вертикальність відрізків.....	26
3 СТВОРЕННЯ ПАРАМЕТРИЧНИХ КРЕСЛЕНИКІВ.....	29
4 ПЕРЕТВОРЕННЯ МОДЕЛЕЙ .....	34
4.1 Перетворення звичайної моделі в параметричну .....	34
4.2 Перетворення параметричної моделі у звичайну .....	35
4.3 Використання змінних і виразів .....	35
4.4 Використання зовнішніх змінних .....	38
4.4.1 Параметричні фрагменти .....	38
4.4.2 Способи вставлення параметричних фрагментів .....	42
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА .....	43