

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

«Харківський політехнічний інститут»

До друку дозволяю



проректор Руслан МИГУЩЕНКО

**«Системи автоматизованого проектування
в автотракторобудуванні»**

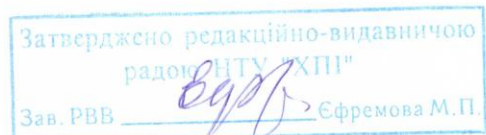
МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторних занять

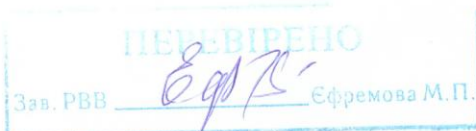
для студентів спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»

спеціалізації 133.01 Автомобілі і трактори та

274 «Автомобільний транспорт»



Затверджено
редакційно-видавничою
радою університету,
протокол № 1 від 25.02.2021 р.



Харків
НТУ «ХПІ»
2021

Листопад 2021, н. 96

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу «Системи автоматизованого проектування в автотракторобудуванні» для студентів спеціальностей 133 «Галузеве машинобудування» спеціалізації 133.01 «Автомобілі і трактори» та 274 «Автомобільний транспорт» / Уклад. Самородов В.Б., Пелипенко Є.С. – Харків: НТУ «ХП». – 54 с.

Укладачі: В.Б. Самородов
 Є.С. Пелипенко

Рецензент В.М. Краснокутський

Кафедра автомобіле- і тракторобудування

Зміст

Вступ.....	4
Мета і порядок виконання.....	5
Вимоги до оформлення роботи.....	5
Лабораторна робота № 1 «Виконання робочого креслення корпусної деталі».....	7
Лабораторна робота № 2 «Виконання робочого креслення оригінальної деталі».....	11
Лабораторна робота № 3 «Виконання робочого креслення деталі типу шестерні».....	12
Лабораторна робота № 4 «Виконання робочого креслення валу».....	14
Лабораторна робота № 5 «Виконання складального вузла».....	15
Лабораторна робота № 6 «Виконання креслення параметричної деталі».....	18
Список джерел інформації.....	35
Додаток А. Індивідуальні завдання.....	36
Додаток Б. Перелік креслень для індивідуальних завдань.....	38

Вступ

Рівень прискорення науково-технічного прогресу суспільства визначається темпами зростання продуктивності праці розробників нових виробів, скороченням термінів проектування, підвищенням якості розробки проектів.

Системи автоматизованого проектування (САПР) дають можливість на основі новітніх досягнень фундаментальних наук розробляти нові методи проектування складних систем і об'єктів.

В даний час створені і застосовуються різні САПР. Одні з них вирішують завдання забезпечення автоматизації різних процедур і операцій, таких як: підготовка текстової документації, інтегровані рішення автоматизації проектних і конструкторсько-технологічних робіт, побудова графічних зображень, пристрої зв'язку комп'ютера і верстата з ЧПУ, системи автоматизованих розрахунків. Інші – являють цілі системи, що виконують вузьконаправлені завдання управління виробництвом – системи управління проектами та електронними архівами на підприємствах, системи управління проектно-конструкторською документацією для відділів і робочих груп.

Даний курс знайомить з можливостями системи автоматизованого двовимірного твердотільного конструкторського моделювання у вигляді креслярсько-конструкторської системи САПР. Дана система дозволяє зручно і швидко розробляти різну креслярсько-конструкторську документацію, створювати специфікації та інші текстово-графічні документи. САПР володіє вбудованою інтерактивною параметризацією креслень; оснащена прикладними бібліотеками стандартних конструктивних елементів з базами даних; підтримує створення власних бібліотек і часто використовуваних елементів; здійснює підтримку форматів DWG, DXF, IGES, PDF 3.

Методичні вказівки використовуються студентами спеціальностей 133 «Галузеве машинобудування» спеціалізації 133.01 Автомобілі і трактори та 274 «Автомобільний транспорт» і всіх форм навчання.

МЕТА І ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ

Практичне навчання в даному курсі САПР передбачає активну роботу студентів при проведенні практичних, лабораторних робіт і виконання кожним студентом індивідуального завдання, тісно пов'язаного з темою курсової роботи з проектування самохідних машин.

На практичних роботах студент знайомиться з роботою системи «САПР-ГРАФІК», вивчає призначення і функції компонентів програми і закріплює розглянутий матеріал виконанням фрагментів вправ.

При проведенні лабораторних робіт студент, використовуючи отримані знання, виконує робочі креслення різних деталей вузлів трансмісії тракторів і автомобілів. Складність виконуваних креслень зростає по мірі вивчення системи автоматизованого проектування, і на закінчення, студент виконує складальне креслення вузла і складає до цього вузла специфікацію. Окрема лабораторна робота присвячена важливій темі складання параметричних креслень, використовуючи програму.

ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ РОБОТИ

Звіт про виконання лабораторної роботи складається кожним студентом окремо. Звіт повинен містити:

- завдання на виконання лабораторної роботи;
- мету виконання лабораторної роботи;
- електронний варіант виконаної роботи.

При виконанні лабораторних робіт можлива заміна завдання на виконання індивідуальної роботи, пов'язаної з тематикою курсової роботи з проектування самохідної машини.

Захист звітів про виконання лабораторних робіт здійснюється як під час проведення роботи, так і під час додаткових консультацій. При бригадному

методі роботи захист звітів здійснюється членами бригади одночасно. Контрольні запитання та оцінку за виконання лабораторної роботи кожен студент отримує окремо. Оцінка заноситься в журнал обліку виконання лабораторних робіт і зараховується студентам при виставленні семестрової підсумкової оцінки з даної дисципліни.

Студенти, які не захистили звіти за дві попередні лабораторні роботи, до наступної роботи не допускаються, при цьому кожному студенту видається самостійне завдання з досліджуваної тематики.

Студенти, які не виконали лабораторні роботи, передбачені навчальною програмою, або не захистили звіти, до іспиту з даної дисципліни не допускаються.

Лабораторна робота № 1

Виконання робочого креслення корпусної деталі

Мета роботи – ознайомитися з порядком виконання робочого креслення, проставлянням розмірів, допусків, посадок, оформленням технічних вимог до креслення та установкою невизначеної шорсткості.

Завдання

- Ознайомитися з робочим кресленням деталі.
- Встановити параметри поточного графічного документа.
- Створити вигляд документа.
- Виконати креслення деталі, використовуючи методичні вказівки.
- Внести у графічний документ деталі технічні вимоги. Ознайомитися з роботою редактора *«Шаблони технічних вимог»*.
- Встановити не зазначену шорсткість на робоче креслення.
- Заповнити штамп робочого креслення.

Порядок проведення лабораторного заняття

Порядок роботи виконуйте згідно з пунктами.

1. Відповідно до номера бригади за табл. А1 Додатка А, виберіть номер і назву деталі. Ознайомтесь у Додатку Б з робочим кресленням зазначеної деталі.

2. Встановіть параметри поточного графічного документа, вибравши команду *«Сервіс – Параметри – Поточне креслення»*. У діалоговому блоці виберіть опцію *«Параметри першого аркуша – Формат»*. У лівій половині блоку вкажіть позначення формату аркуша А4 або А3 і орієнтацію аркуша (горизонтальна чи вертикальна) і підтвердіть кнопкою *«ОК»*. Створіть вид документа, вибравши команду *«Вставка – Вид»*. У виведеному на екран блоці вкажіть масштаб креслення, його номер та ім'я. Вибрані установки підтвердіть.

3. На екран буде виведена локальна система координат у вигляді маркера курсора, вставте її в нижній лівий кут креслення.

4. Накресліть робоче креслення деталі, використовуючи команди панелі **«Геометрія»**. При побудові активно використовуйте допоміжні криві, що дозволяють виконати контур деталі і провести положення осьових ліній.

Основні лінії деталі накладайте на допоміжні, використовуючи команду **«Безперервне введення об'єктів»**. Використання цієї команди при кресленні особливо важливо при виконанні перерізу деталі з наступним накладенням штрихування. Розрив у контурі перерізу не дозволить виконати команду **«Штрихувати»** до тих пір, поки він не буде знайдений й усунутий.

При накладанні осьових ліній на допоміжні, не забудьте змінити стиль кривої командою **«Поточний стиль»** в рядку параметрів об'єкта.

Після повного прорисовування деталі допоміжні лінії видаліть командою **«Видалити допоміжні криві і точки»** з меню **«Видалити»**.

5. Після прорисовування деталей і накладення штрихування, проставте розміри деталі, допуски форми та посадки, використовуючи команди панелі **«Розміри і технологічні позначення»**.

6. Внесіть в робоче креслення деталі технічні вимоги, використовуючи команду **«Вставка – Технічні вимоги – Введення»**.

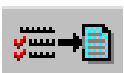
У новому відкритому текстовому вікні системи при написанні технічних вимог використовуйте піктограму «Вставити текстовий шаблон», яка дозволить підготувати для подальших креслень шаблони технічних вимог, що часто зустрічаються. Для цього у блоці відкриття файлу виберіть файл **«Graphic»** і відкрийте його. З'явилося вікно файлу шаблонів. Воно розділене по вертикалі на дві частини. Внизу вікна розташовані готові шаблони технічних вимог. При їх виборі вони переносяться у верхню частину вікна. На смузі роздільника вікна встановлені піктограми.

Піктограма «Команда перенести в текст» дозволяє вставити вибрані пункти шаблону в текст, починаючи з поточної позиції курсора. Для позначки потрібних пунктів шаблону двічі клацніть лівою кнопкою миші. При цьому біля зазначених пунктів з'явиться спеціальний значок.



Піктограма «Команда редагувати шаблон» дає змогу негайно перейти до редагування вмісту файлу поточного шаблону. Після виклику команди редагування файл шаблону завантажується в текстовий редактор як звичайний текстовий документ. Під час запису редагованого файлу-шаблону зміни будуть збережені на диску, і після видачі попереджувального повідомлення буде виконано завантаження модифікованого файлу у вікно роботи з шаблоном.

При відкритті файлу шаблону можна бачити розділи, написані синім шрифтом, пропозиції розділів – червоним шрифтом і самі фрази-шаблони написані чорним шрифтом. Користувач може створити свій розділ і внести до нього запис. Бажано в одному розділі встановлювати тільки один запис, оскільки при виборі розділу - технічні вимоги переносять повністю вміст розділу, який відображається у верхній частині вікна.



Між цими двома вказаними вище кнопками розташована кнопка-піктограма «**Закриття шаблону**». При її виборі технічні вимоги з верхньої частини вікна шаблону будуть перенесені в текстове вікно технічних вимог для подальшої редакції.

7. Для відображення на кресленні невизначеної шорсткості виберіть команду «**Вставка – Незазначена шорсткість**» з меню «**Вставка**». В однойменному блоці вкажіть тип знака, який буде встановлений в дужках, і натисніть кнопку «**Текст**», для відображення типу шорсткості (**Ra** або **Rz**) і її величини.

8. Далі приступаємо до заповнення штампа робочого креслення, вибравши команду «**Вставка – Основний напис**» або виконавши подвійне клацання лівою клавішею миші на штампі креслення.

У графі матеріалів штампа текст можна записати вручну, але краще вибрати його з бібліотеки системи «**Компас**». Подвійне клацання лівою клавішею миші в цій графі завантажує бібліотеку «**Довідник матеріалів**». Для цих же цілей можна використовувати команду «**Стандартний текст**». У шаблоні «**Довідник**

матеріалів» вибираємо необхідний матеріал, командою *«Матеріал – Застосувати матеріал»* переносимо його в таблицю штампа креслення.

У блоці діалогу *«Стандартний текст»* можна вставити власний розділ користувача і записувати в нього будь-яку інформацію для подальшого використання. Для цього вибираємо пункт меню блоку *«Структура – Створити розділ»* і записуємо в рядок ім'я нового розділу, підтверджуємо кнопкою *«Вставити»*. Для внесення нового тексту інформації в блок вибираємо команду *«Текст – Додати»* і в текстовий рядок *«Введіть текст»* вносимо інформацію. Виконані дії підтверджуємо кнопкою *«ОК»*.

Для установки в штампі масштабу виконаної деталі проводимо одинарний клік лівою клавішею миші в графі масштабу. У таблиці значень масштабу вибираємо необхідний масштаб і він встановлюється в штампі креслення.

Для внесення назви кафедри й установи в основний напис, виконуємо подвійний клік у цій графі – виводиться меню *«Стандартний текст»*. У ньому користувач створює новий розділ і вписує в нього текст – назву університету і кафедри.

Після внесення в штамп прізвища розробника креслення і прізвища викладача, що перевіряє креслення, графічний документ вважається закінченим.

Контрольні запитання

1. Як здійснюється ручна установка блоку технічних вимог на креслення?
2. Як встановити в креслення таблицю певного розміру?
3. Якою командою відключається автоматичне проставляння квалітета біля значення розміру?
4. Як здійснити простановку діаметрального розміру на виносній поличці?
5. Коли необхідно використовувати команду *«Запам'ятати стан»*?

Лабораторна робота № 2

Виконання робочого креслення оригінальної деталі

Мета роботи – ознайомитися з порядком виконання робочого креслення деталі, широко використовуючи команди редагування.

Завдання

- Ознайомитися з робочим кресленням деталі.
- Використовувати команди редагування при побудові безлічі окружностей заданого діаметра.
- Оформити робоче креслення деталі згідно з вимогами стандарту.

Порядок проведення лабораторного заняття

Порядок роботи виконуйте згідно з пунктами.

1. Виберіть деталь для виконання відповідно до номера бригади за табл. А2

Додатка А.

2. Ознайомтесь у *Додатку Б* з робочим кресленням зазначеної деталі.
3. Виберіть формат аркуша креслення і створіть вигляд графічного документа.
4. Прорисовування деталі проводьте, використовуючи допоміжні лінії.
5. При виконанні копіювання і розмноження отворів використовуйте команди редагування: **«Копія по сітці»** або **«Копія з концентричною сіткою»**, а для задання параметрів копіювання – кнопку **«Параметри»** на інструментальній панелі.
6. При виконанні приливів під отвори прорисуйте один приплив, решта – копіюйте з поворотом.
7. Подальше оформлення креслення – відповідно до вимог стандарту.

Контрольні запитання

1. Як накласти штрихування, якщо існує розрив контуру?
2. Як виконати двосторонню еквідистанту контуру?
3. Як здійснити копію об'єкта за довільною кривою?
4. Якою командою можна збільшити зображення частини об'єкта?

Лабораторна робота № 3

Виконання робочого креслення деталі типу «шестерня»

Мета роботи – ознайомитися з порядком виконання робочого креслення деталі типу «шестерня».

Завдання

- Ознайомитися з робочим кресленням деталі.
- Виконати в масштабі 5:1 всі необхідні технологічні вигляди деталі.
- Накреслити в графічному документі таблицю контрольованих параметрів шестерні.
- Оформити робоче креслення деталі згідно з вимогами стандарту.

Порядок проведення лабораторного заняття

Порядок роботи виконуйте згідно з пунктами.

1. Відповідно до номера бригади за табл. А3 *Додатка А* виберіть номер і назву деталі.
2. Ознайомтесь у *Додатку Б* з робочим кресленням зазначеної деталі.
3. Виберіть формат аркуша креслення і створіть вигляд графічного документа.
4. Вкажіть всі необхідні виноска і прорисуйте їх в масштабі 5:1 на вільному місці креслення. Для цього виконайте команду «*Вставка – Вид*» і в однойменному блоці вкажіть масштаб 5:1 та підтвердіть. Локальну систему координат встановіть на вільне місце креслення.
5. Встановіть на робоче креслення таблицю контрольованих параметрів шестерні. Для цього використовуйте кнопку «*Введення таблиці*» на інструментальній панелі і вкажіть місце таблиці. У діалоговому блоці діалогу «*Створити таблицю*» задайте її параметри – кількість рядків і стовпців та їх величину.
6. Подальше оформлення креслення виконуйте згідно зі стандартом.

Контрольні запитання

1. Як ввести у таблицю контрольованих параметрів додатковий рядок?
2. Як розбити рядок таблиці по горизонталі?
3. Як перенести окремий вигляд елемента креслення з одного креслення в інше?
4. Як скопіювати вигляд з одночасним його масштабуванням?

Лабораторна робота № 4

Виконання робочого креслення вала

Мета роботи – ознайомитися з порядком виконання робочого креслення вала.

Завдання

- Ознайомитися з робочим кресленням вала.
- Виконати всі необхідні перерізи вала і показати їх у масштабі 5:1. Показати канавки – місця виходу ріжучого інструменту.
- Оформити робоче креслення деталі згідно з вимогами стандарту.

Порядок проведення лабораторного заняття

Порядок роботи виконуйте згідно з пунктами.

1. Відповідно до номера бригади за табл. А4 *Додатка А* виберіть номер і назву деталі.
2. Ознайомтесь у *Додатку Б* з робочим кресленням зазначеної деталі.
3. Виберіть формат аркуша креслення і створіть вид графічного документа.
4. Прорисовування деталі проведіть, використовуючи допоміжні лінії.
5. Вкажіть всі необхідні лінії розрізу і на вільному місці креслення прорисуйте ці перерізи в масштабі 5:1. Локальну систему координат встановіть на вільне місце креслення, місце розташування перерізу.
6. Подальше оформлення креслення виконуйте згідно зі стандартом.

Контрольні запитання

1. Вкажіть порядок установки на креслення таблиці допуску форми.
2. Як, використовуючи бібліотеку системи, встановити на креслення центрові отвори?
3. Як змінити режим роботи конструкторської бібліотеки?

Лабораторна робота № 5

Виконання складального креслення

Мета роботи – ознайомитися з порядком виконання складального креслення вузла і складанням до нього специфікації.

Завдання

- Підготувати робочі креслення деталей, що входять в складальний вузол.
- Ознайомитися зі складальним вузлом.
- Виконати складальне креслення вузла згідно з вимогами стандарту.
- Оформити до креслення специфікацію.

Порядок проведення лабораторного заняття

За погодженням з викладачем виберіть складальний вузол трансмісії трактора або автомобіля, бажано за темою курсового проекту, або підвузол, що входить в збірку основного вузла.

Порядок роботи виконуйте згідно з пунктами.

1. Виконайте робочі креслення деталей, що входять в збірку. При виконанні креслень необхідно на нульовий шар документа винести тільки зображення деталі, на перший шар – її розміри і допуски. Пам'ятайте, що нульовий шар створюється автоматично при створенні виду креслення. Для створення першого шару використовуйте команду **«Сервіс – Шари»**. У діалоговому блоці діалогу **«Стан шарів»** натисніть кнопку **«Створити шар»**. Далі вкажіть параметри шару, дайте ім'я йому і підтвердіть кнопкою **«ОК»**. Зробіть цей шар поточним. Проставте в цьому шарі всі розміри і допуски.

2. Виберіть формат аркуша складального креслення і створіть вид графічного документа. Якщо виконання складального креслення проводиться на підставі креслень деталей, що входять у збірку, то послідовність виконання така:

- а) відкрити креслення першої деталі.

б) виділити потрібні елементи вигляду. Можна при виділенні використовувати клавішу «*Shift*».

в) викликати контекстне меню й у ньому вибрати команду «*Об'єднати макроелемент*».

г) скопіювати вигляд, зайшовши в головне меню «*Редактор – Копіювати*» і вказати точку прив'язки зображення (зазвичай центр деталі).

д) встановити вигляд деталі на збірці, для цього відкрити складання креслення і виконати команду «*Редактор – Вставити*».

е) аналогічно проводимо роботу з іншими деталями складальної одиниці.

Невидимі на складанні лінії деталей видаліть з допомогою команди редагування «*Усікти криву*». Далі доповніть складальне креслення розмірами, технічними умовами і заповніть штамп.

3. При необхідності відсутні деталі складального вузла вирисовуються безпосередньо на кресленні. Стандартні і покупні вироби вибираються з бібліотеки, якщо вони є в наявності.

4. На основі складального креслення створюємо специфікацію в такому порядку:

а) вибираємо піктограми «*Нова специфікація*» та «*Нормальний вигляд*» на головній панелі. В цьому випадку на екран буде виведена тільки основна частина специфікації, без штампа.

б) заходимо в меню «*Редактор*» і вибираємо пункт «*Додати розділ*». У меню оберіть команду «*Документація*» і підтвердить кнопкою «*Створити*». У специфікацію буде внесено назву «*Документація*» і залишається вказати ім'я документа та провести клацання поза рядком запису.

в) у меню «*Редактор*» виберіть опцію «*Додати розділ*» і виберіть розділ, в даному випадку – «*Складальні одиниці*». У специфікацію буде внесено назву «*Складальні одиниці*», наберіть назву першої складальної одиниці і проведіть клацання поза рядком запису.

г) для внесення наступної складальної одиниці виконується команда **«Редактор – Додати базовий елемент»**. Система вставить новий рядок запису.

д) таким же чином оформляються розділи **«Деталі»** та **«Стандартні вироби»**. При заповненні стандартних виробів внизу блоку відкривається текстовий рядок для вибору шаблонів болтів, шайб, підшипників і т. д. При виборі певного шаблону він переноситься в специфікацію креслення. При заповненні номера ГОСТ необхідно пам'ятати, що для перенесення на наступний рядок запису використовується клавіша **«Enter»**.

Вся специфікація заповнюється одним безперервним аркушем. По закінченню заповнення виберіть піктограму **«Розмітка сторінки»**. Ця команда розбиває специфікацію по аркушам, з автоматичною нумерацією аркушів і позначенням номера специфікації.

При редагуванні специфікації можна вставляти в неї нові рядки і видаляти непотрібні, використовуючи команди звичайного текстового редактора.

Контрольні запитання

1. Яке призначення команди **«Управління збіркою»**?
2. Що таке проектування збірки **«зверху-вниз»** і що таке змішане проектування?
3. Як здійснити вставку в складальне креслення однакових компонентів?

Лабораторна робота № 6
Виконання параметричного креслення

Мета роботи – ознайомитися з порядком виконання параметричних креслень.

Завдання

- Побудувати параметричну модель деталі «**Втулка**». Деталь повинна вільно змінювати свою форму переміщенням входних до неї відрізків або їх характерних точок відносно фіксованої точки на лівому торці.
- На основі параметричної моделі редагуванням геометрії та зміною значень розмірів побудувати чотири робочі креслення: «**Втулка 1**», «**Втулка 2**», «**Втулка 3**» і «**Втулка 4**».

Порядок проведення лабораторного заняття

Порядок роботи виконуйте згідно з пунктами.

1. Побудову параметричної моделі найкраще робити у фрагменті, оскільки створюється типовий елемент, позбавлений елементів оформлення. Креслення базової деталі втулка показано на рис. 6.1. Створіть новий фрагмент і змістіть вліво локальну систему координат.

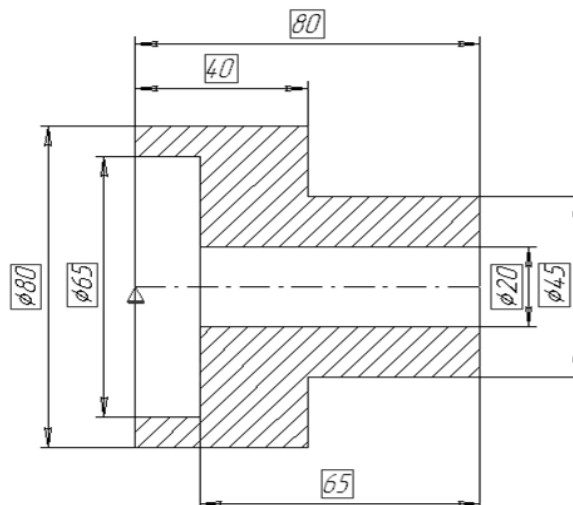


Рисунок 6.1 – Параметричне креслення «**Втулка**»

2. Налаштуйте режим **«Параметризація»**. Для цього виконайте команду **«Сервіс – Параметри – Поточне креслення – Параметризація»**. Відзначте в правій частині діалогового вікна **«Управління параметризацією»** два прапорці **«Всі»** у групах **«Асоціювати при введенні»** і **«Параметризувати»**.

Тепер налаштуйте роботу глобальних прив'язок. Для цього клацанням на кнопки **«Прив'язки»** в рядку поточного стану викличте на екран діалогове вікно **«Установка глобальних прив'язок»**. Перевірте і при необхідності включіть прив'язки **«Найближча точка»**, **«Перетин»** і **«Точка на кривій»**. Інші прив'язки зручніше активізувати меню локальних прив'язок по мірі необхідності.

Деталь має явну горизонтальну вісь симетрії, тому досить побудувати верхню половину, а нижню можна отримати за допомогою команди **«Симетрія»**.

3. Увімкніть кнопку **«Безперервне введення об'єктів»** на сторінці **«Геометрія»** інструментальної панелі.

Побудову виконуємо від точки початку координат фрагмента. Для цього помістіть курсор у початок координат і натисканням на клавішу **«Enter»** зафіксуйте початкову точку. Потім побудуйте ламану лінію з п'яти відрізків (рис. 6.2). Не витрачайте час на задання точних розмірів і орієнтації відрізків. На даному етапі досить просто приблизно дотримуватися пропорції деталі.

4. За допомогою кнопки **«Горизонталь»** накладіть обмеження горизонтальності на відрізки $p2 - p3$ та $p4 - p5$, а за допомогою кнопки **«Вертикаль»** обмеження на відрізки $p1 - p2$, $p3 - p4$ і $p5 - p6$.

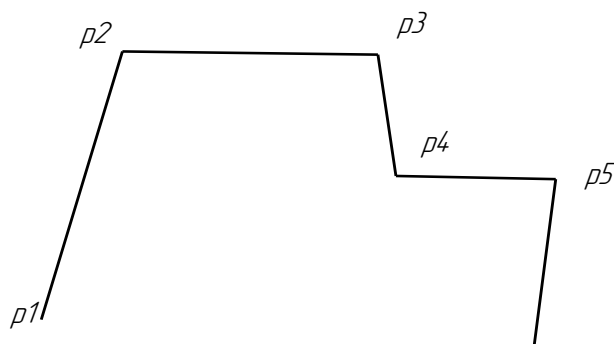


Рисунок 6.2 – Побудова ламаної кривої

Перевірте, чи правильно формуються параметричні залежності у моделі. Для цього виділіть клацанням миші відрізок $p1 - p2$ і перегляньте накладені на нього обмеження і зв'язки. Потім зробіть теж саме для відрізка $p2 - p3$. Якщо ви отримали такі ж результати, то можна рухатися далі. В іншому випадку перевірте правильність налаштування режимів параметризації і прив'язок, після чого повторіть побудови.

Тепер побудуємо два відрізки, що належать до проточки на лівому торці деталі.

5. Знову активізуйте команду **«Безперервне введення об'єктів»**. За допомогою локальної прив'язки **«Точка на кривій»** вкажіть початкову точку першого відрізка на вертикальному відрізку $p1 - p2$. Це необхідно зробити для автоматичного формування зв'язку **«Точка на кривій»** між відрізками $p1 - p2$ і $p7 - p8$.

За допомогою кнопки **«Вертикаль»** дайте відрізку $p8 - p9$ вертикальну орієнтацію, а відрізку $p7 - p8$ за допомогою кнопки **«Горизонталь»** – горизонтальну (рис. 6.3).

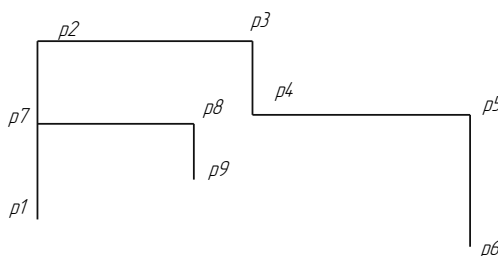


Рисунок 6.3 – Побудова додаткових відрізків проточки

6. У результаті неточних побудов точки $p1$, $p9$ і $p6$ виявилися не вирівняні у вертикальному напрямку. Проте, вони повинні мати однакові координати по осі Y, тобто лежати на одній горизонтальній прямій. В даний час ця горизонтальна пряма (вісь симетрії) на кресленні відсутня, і ми не можемо використовувати команди **«Усікти криву»** і **«Вирівняти криву»**. Скористаємося параметричною командою вирівнювання точок по горизонталі. Увімкніть кнопку **«Вирівняти точки по горизонталі»** на сторінці **«Параметризація»** інструментальної панелі.

Далі попарно вкажіть характерні точки геометричних примітивів. Для вирівнювання точки p_9 по точці p_1 за допомогою глобальної прив'язки «**Найближча точка**» послідовно вкажіть точки p_1 і p_6 .

Зауваження. В даній ситуації порядок зазначення точок не має значення, оскільки одна з точок (точка p_1) має фіксований статус. Тому саме її вибере система в якості базової при виконанні вирівнювання.

Для вирівнювання точки p_6 по точці p_1 послідовно вкажіть точки p_1 і p_6 .

Після виконання процедури вирівнювання точок ваш ескіз повинен виглядати так, як на рис. 6.4.

Не поспішайте рухатися далі. Перевіряйте зв'язки і обмеження об'єктів та поведінку моделі. Це дасть можливість виявити й усунути можливі помилки, які в подальшому можуть призвести до неправильної роботи моделі.

Перегляньте параметричні залежності відрізка $p_8 - p_6$.

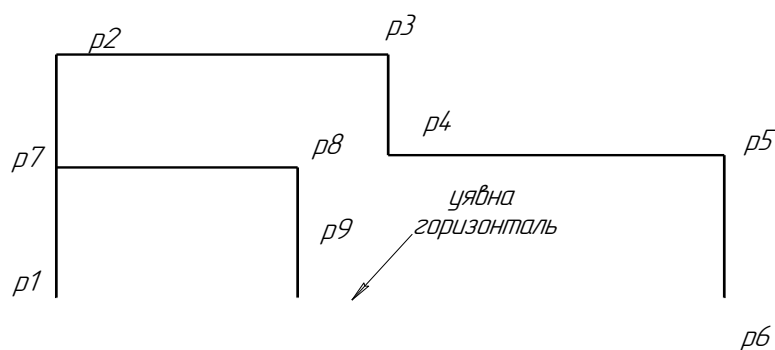


Рисунок 6.4 – Креслення після вирівнювання точок

Зверніть увагу на зв'язок «**Вирівнювання по горизонталі**», яка утворилася при виконанні команди «**Вирівняти точки по горизонталі**». За рахунок цього зв'язку точки p_9 і p_1 виконують умову безперервної рівності їх координат в напрямку осі Y . В той же час точка p_1 має фіксований статус. За рахунок цих двох обставин ви зможете переміщати відрізок $p_8 - p_9$ тільки в горизонтальному напрямку. Закрийте вікно «**Показати/видалити обмеження**» і перевірте поведінку відрізка $p_8 - p_9$ в моделі.

7. Побудуємо відрізок $p_{10} - p_{11}$, відповідний наскрізному отвору в деталі (рис. 6.5).

Подумайте, якими залежностями повинен володіти об'єкт для правильної роботи моделі. Його початкова точка $p10$ повинна безперервно належати відрізку $p8 - p9$, кінцева точка $p11$ повинна безперервно знаходитися на відрізку $p5 - p6$, а сам відрізок повинен бути завжди горизонтальним. Таким чином, його теж можна побудувати у довільній орієнтації з виконанням прив'язок *«Точка на кривій»* в початковій і кінцевій точках, а потім накласти на нього обмеження горизонтальності.

Але можна міркувати трохи інакше. Відрізок $p10 - p11$ повинен бути постійно перпендикулярний відрізку $p8 - p9$, а зв'язки його кінцевих точок повинні бути тими ж, що і в попередньому варіанті. Скористайтеся другим способом побудови, який теж дасть правильний результат. Крім того, вам не потрібно буде піклуватися про правильні орієнтації відрізка $p10 - p11$. За рахунок зв'язку *«Перпендикуляр»* з відрізком $p8 - p9$ він завжди буде паралельний осі симетрії.

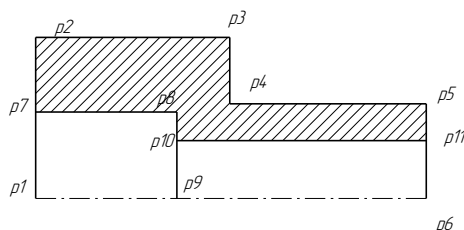


Рисунок 6.5 – Побудова верхньої частини втулки

Увімкніть кнопку *«Перпендикулярний відрізок»* на панелі розширених команд введення відрізків. У відповідь на запит системи вкажіть мішенню на відрізок $p8 - p9$, який в даній ситуації є базовим об'єктом для побудови перпендикуляра. Далі зафіксуйте початкову точку об'єкта на відрізку $p8 - p9$ з допомогою прив'язки *«Точка на кривій»*, а кінцеву точку – на відрізку $p5 - p6$ за допомогою прив'язки *«Перетин»*. Порядок використання прив'язок повинен бути саме таким. Тільки в цьому випадку на об'єкт будуть накладені правильні зв'язки. Тому в даній ситуації краще скористатися локальними прив'язками, які виконуються більш наочно.

Перевірте зв'язки і обмеження побудованого відрізка. Потім перевірте роботу моделі переміщенням відрізків $p8 - p9$ і $p5 - p6$ або їх вузлів.

8. Перейдемо до побудови осьової лінії. У моделі вона буде виконувати найважливішу роль, відповідаючи за параметричну симетрію верхньої та нижньої половини деталі.

Відразу після побудови на осьову лінію повинно бути накладено єдине обмеження – горизонтальність. Для уникнення випадкового накладення зайвих обмежень клацанням на кнопки **«Заборонити прив'язки»** в рядку поточного стану тимчасово відмінити роботу глобальних прив'язок. Там же встановити нове значення поточного кроку 3 мм.

Увімкніть кнопку **«Введення відрізка»** і встановіть поточний стиль лінії **«Осьова»**. Для введення початкової точки осьової мишею помістіть курсор поруч з точкою $p1$ і виконайте точну прив'язку до точки. Натисніть клавішу «←» змістіть курсор на крок вліво і натисканням на клавішу **«Enter»** зафіксуйте точку. Аналогічним чином введіть кінцеву точку осьової лінії, виконавши прив'язку до точки $p6$ і зсунувши курсор на крок вправо.

Клацанням на кнопки **«Заборонити прив'язки»** в рядку поточного стану відновіть роботу глобальних прив'язок.

Тепер подбаємо про постійний вихід осьової лінії за межі лівого і правого торця деталі на постійну величину 3 мм. Для цього за допомогою команди **«Лінійний розмір»** проставте два лінійних розміри, як це показано на рис. 6.6.

Переконайтеся, що проставлені розміри дійсно є асоціативними. Для цього виділіть клацанням миші правий розмір 3 мм і перегляньте його зв'язку і обмеження.

Після цього ви повернетесь до вікна **«Стан шарів»**, у списку якого з'явиться новий рядок, відповідний створеному шару. Зверніть увагу, що шар номер 0, в якому за замовчуванням розміщені всі створені вами раніше об'єкти ескізу, залишився поточним. Про це свідчить символ "галочка" ліворуч від номера. Шар номер 1 не є ні поточним, ні погашеним, ні фоновим. Такий шар називається активним. Клацанням на кнопки **«ОК»** закрийте вікно.

Зауваження. Ви вже знаєте, що шар для допоміжних розмірів повинен бути погашений. Але робити це прямо зараз не має сенсу. Вміст погашеного шару стає недоступним для виконання будь-яких команд, і ви просто не зможете перенести в нього допоміжні розміри.

Перенесемо лінійні розміри на шар номер I. Виділіть обидва лінійних розміри – це можна зробити послідовними клацаннями на обох розмірах, утримуючи натиснутою клавішу Shift на клавіатурі і клацніть правою кнопкою на будь-якому з них. З появи контекстного меню виберіть команду **«Змінити шар»**.

У діалоговому вікні **«Виберіть шар»** зробіть поточним рядок 1 і підтвердіть.

Тепер шар номер 1 можна погасити. Для цього клацніть на кнопці **«Шар»** в рядку параметрів. У діалоговому вікні **«Стан шарів»** зробіть поточним рядок 1, увімкніть прапорець **«Погасити»** та натисніть кнопку **«ОК»**. Після цього вікно буде закрито, а лінійні розміри зникнуть з екрана. Верхня половина деталі і вісь симетрії побудовані.

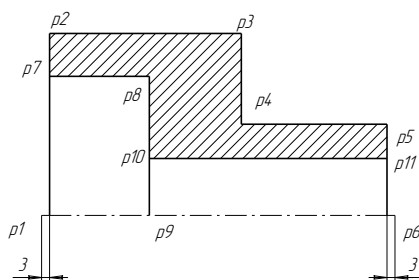


Рисунок 6.6 – Побудова осьової лінії деталі

6. Побудуємо нижню половину деталі. Спочатку за допомогою команди **«Виділити – Січною рамкою»**, виділіть всю верхню половину деталі за винятком осі симетрії.

Увімкніть кнопку **«Симетрія»** на сторінці **«Редагування»** інструментальної панелі. Для вказівки осі симетрії увімкніть кнопку **«Вказати заново»** на панелі спеціального управління і вкажіть мішенню на вісь симетрії деталі в будь-якій її точці.

Після цього система виконає побудову нижньої половини деталі (рис. 6.7).

Під час виконання команди *«Симетрія»* система проробляє величезну роботу, автоматично накладаючи на об'єкти дзеркальної копії всі зв'язки і обмеження, необхідні для правильної роботи симетричної моделі. Ніяких додаткових залежностей вам додавати не доведеться.

Перегляньте зв'язки і обмеження, накладені системою на осьову лінію. Їх список досить значний. Всі ці зв'язки забезпечують узгоджену зміну верхньої і нижньої половинок деталі.

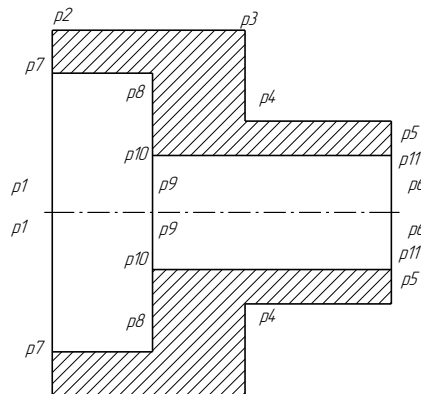


Рисунок 6.7 – Побудова деталі з використанням команди *«Симетрія»*

Перевірте поведінку моделі. Наприклад, виберіть відрізок $p3 - p4$ і перемістіть його вузлик $p4$ трохи вправо і вгору. Ви побачите, як одночасно зміняться розміри і положення трьох відрізків у верхній половині деталі. Одночасно аналогічним чином перебудовуються і відповідні відрізки у нижній половині. Спробуйте переміщати інші вузлики або відрізки моделі, спостерігаючи при цьому за зміною її геометрії.

Клацанням на кнопці *«Скасувати»* відновіть початкову конфігурацію деталі.

10. На перший погляд модель працює нормально і можна приступити до її остаточного оформлення – штрихування і проставлення розмірів. Однак це не зовсім так. За рахунок сформованих в деталі зв'язків і обмежень ми отримали досить гнучку конструкцію, форму якої можна змінювати в дуже широких межах.

При цьому можливе отримання парадоксальних варіантів, не передбачених початковим задумом.

Подивимося, що станеться з деталлю, якщо діаметр проточки на лівому торці зробити менше діаметра наскрізного отвору. Для цього клацанням миші виберіть відрізок $p7 - p8$ і перемістіть вузлик $p8$ вертикально вниз, розташувавши його за точкою $p10$ (рис. 6.8). Такий варіант зміни геометрії наша модель не передбачає. В ескізі виникло дві помилки. Точки $p10$ і $p12$, що належать відрізкам наскрізного отвору, повисли в повітрі. У той же час такий стан креслення аніскільки не суперечить математичній моделі, що описує деталь. Система, як і раніше, коректно виконує всі параметричні залежності у моделі. Просто наш ескіз потребує невеликого уточнення геометрії.

За допомогою глобальної прив'язки **«Найближча точка»** побудуйте додатковий відрізок, як це показано на рис. 6.6. Потім персонально для нього створіть дзеркальну копію відносно осі симетрії.

Зауваження. З наведеного вище прикладу видно, що при побудові моделі далеко не завжди вдається відразу повністю охопити всі можливі варіанти зміни геометрії.

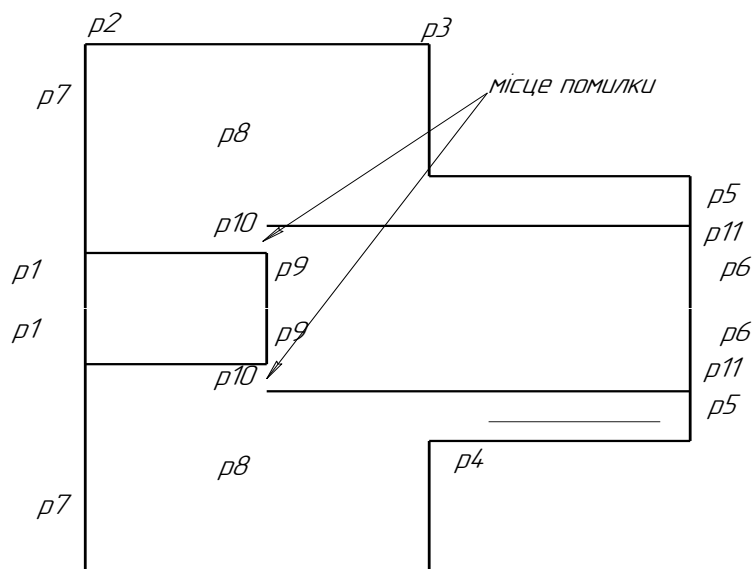


Рисунок 6.8 – Помилка в побудові параметричної деталі

У таких випадках доводиться вносити в неї додаткові елементи, зв'язки й обмеження. З іншого боку, можливістю зміни форми деталі теж потрібно користуватися в розумних межах. Намагайтеся створювати тільки реальні варіанти моделі.

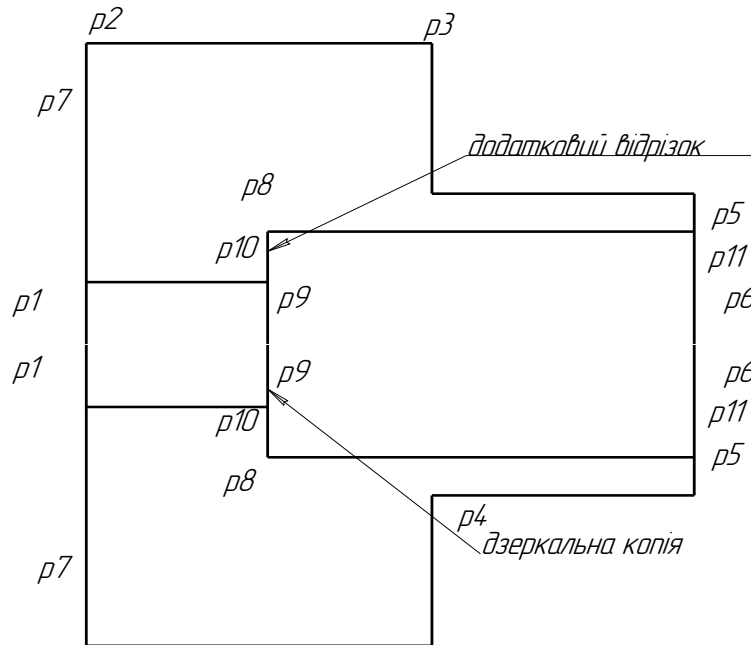


Рисунок 6.9 – Побудова додаткового відрізка для виправлення помилки

Поверніть на місце вузлик $p8$, перемістіть його вертикально вгору. Після внесення уточнень модель працює правильно. Тепер можна ввести в модель асоціативне штрихування, заштрихувавши ділянки.

11. Після виконання штрихування проставте лінійні вертикальні і горизонтальні розміри деталі.

Зауваження. На ескізі значення розмірів будуть, звичайно, іншими. Не намагайтеся встановлювати потрібні значення розмірів. Це призведе до автоматичної їх фіксації, в результаті чого ви втратите можливість змінювати геометрію деталі.

На даному етапі повністю закінчено створення параметричної моделі деталі «**Втулка**».

12. Збережіть фрагмент на диску і закрийте його.

13. Побудуйте креслення деталі «**Втулка 1**», рис. 6.10

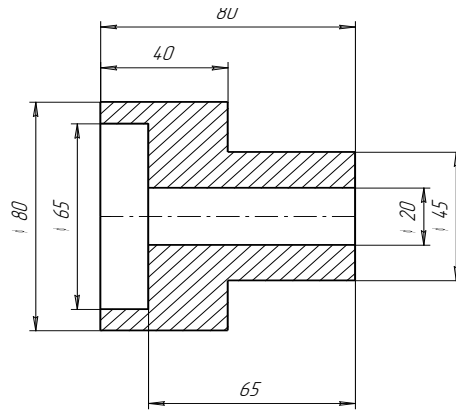


Рисунок 6.10 – Параметричне креслення «Втулка 1»

За допомогою кнопки **«Новий аркуш»** на Панелі управління створіть новий лист креслення. Клацанням на кнопці **«Показати все»** змінити масштаб таким чином, щоб документ відповідав цілком.

Всі параметри документа за замовчуванням нас цілком влаштовують. На аркуші формату А4 деталь втулка може бути зображена в масштабі 1:1, тому документ не потребує створення видів. Тому можна відразу приступити до створення деталі. Єдине, що потрібно зробити, це присвоїти документу ім'я **«Втулка1»** і зберегти на диску в папці.

- Виконайте команду **«Вставка – Вставити фрагмент»**. У папці знайдіть фрагмент **«Втулка»**, зробіть його поточним і відкрийте клацанням на кнопці **«Відкрити»**.

- У діалоговому вікні **«Спосіб вставки фрагмента»** обов'язково включіть кнопку **«Розсіпати»** і натисніть клавішу **«ОК»**.

Зауваження. Необхідність вибору варіанта **«Розсіпати»** обумовлена тим, що в будь-якому іншому випадку фрагмент буде розглядатися системою як єдине ціле і ви не зможете керувати його параметричними залежностями.

Зверніть увагу на включену кнопку **«На шари – джерела»**. Система сама визначила наявність у фрагменті, що вставляється, виключеного шару номер 1 (в цьому шарі ви розмістили два допоміжних розміри) і пропонує вжити заходів щодо правильного обслуговування цієї ситуації. Після розміщення фрагмента в кресленні автоматично буде створений, а потім погашений, новий шар з тими ж

параметрами, що і у фрагменті, який вставляється. Допоміжні розміри будуть розміщені в цьому шарі.

Після цього система вивантажить на полі креслення фантом фрагмента **«Втулка»** і запросить положення його базової точки. Мишею розташуйте фантом приблизно в центрі креслення і зафіксуйте його клацанням лівої клавіші. За допомогою кнопки **«Змінити масштаб рамкою»** збільшіть зображення деталі на весь екран.

Вставлений у креслення фрагмент зберігає всі свої параметричні властивості за єдиним винятком. Відразу після вставки він втрачає всі свої фіксовані точки. Це відбувається по зрозумілій причині – у разі їх збереження ви не змогли б вільно рухати фантом фрагмента по полю креслення для його правильного розміщення. Увімкніть кнопку **«Зафіксувати точку»** на сторінці **«Параметризація»** інструментальної панелі і відновіть фіксований статус точки p1.

Оскільки форма вставленого фрагмента повністю відповідає кресленню деталі **«Втулка 1»**, залишається лише задати потрібні значення параметричних розмірів. Після задання всіх розмірів геометричні параметри деталі будуть остаточно визначені.

Для встановлення точного значення розмірів увімкніть кнопку **«Встановити значення розміру»** послідовно вкажіть мішенню на всі розміри креслення. У діалоговому вікні **«Встановити значення розміру»**, що з'явилося на екрані, у текстовому полі **«Значення»** введіть потрібне значення розміру і клацніть на кнопці **«ОК»**.

Зауваження. Для точного значення розміру, крім використання кнопки **«Встановити значення розміру»**, ви можете виконувати подвійне клацання мишею на розмірному написі параметричного розміру. Це приведе до появи діалогового вікна **«Встановити значення розміру»**. Порядок зміни значення розмірів – довільний.

Встановіть значення всіх лінійних розмірів так, як це показано на рис. 6.10. Після цього форма і розміри параметричної моделі будуть точно відповідати кресленню деталі «*Втулка 1*». Запишіть креслення на диск і закрийте його.

13. Побудуйте креслення деталі «*Втулка 2*», рис. 6.11.

Створіть новий аркуш креслення і збережіть його під ім'ям «*Втулка 2*» в папці.

Вставити в нього фрагмент «*Втулка*», як це було показано в попередній вправі.

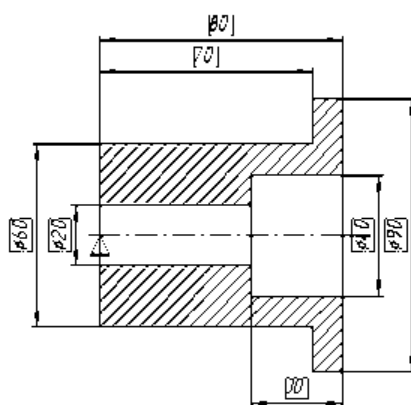


Рисунок 6.11 – Параметричне креслення «*Втулка 2*»

Збільшіть зображення деталі на весь екран.

Увімкніть кнопку «*Зафіксувати точку*» на сторінці «*Параметризація*» інструментальної панелі і зафіксуйте точку p1.

Змініть значення вертикальних розмірів на лівому торці, починаючи з розміру отвору.

Змініть значення вертикальних розмірів на правому торці, починаючи з розміру отвору.

Встановіть оптимальне положення розмірних ліній для всіх розмірів. Це можна зробити, виділивши потрібний розмір клацанням миші і перетягуванням вузлика на підставі стрілок в потрібному напрямку.

Зауваження. Для усунення тимчасових спотворень зображення можете клацати на кнопці **«Оновити зображення»** на панелі керування в проміжках між зміною розмірів. Якщо ви змінюватимете значення розмірів не в зазначеній послідовності, то в проміжних станах модель може приймати парадоксальну форму. Однак незалежно від порядку зміни розмірів ви все одно отримаєте потрібну форму і розміри деталі.

Збережіть креслення на диску і закрийте його.

14. Побудуйте креслення деталі **«Втулка 3»**, рис. 6.12.

Створіть новий аркуш креслення і збережіть його під ім'ям **«Втулка 3»** в папці. Вставте в нього фрагмент **«Втулка»**, як це було показано в попередній вправі, і збільшіть зображення деталі на весь екран. Зафіксуйте точку $p1$.

Деталь, яку ви щойно вставили в креслення порівняно з тією, яку ви повинні отримати (рис. 6.12), має тільки одну принципову відмінність - наявність кінчної ділянки. Відрізок $p4 - p5$ в моделі має горизонтальну орієнтацію. Більш того, на нього накладено обмеження **«Горизонталь»**. Ви самі зробили це при побудові моделі. В результаті наявності обмеження вам не вдасться ніяким чином нахилити цей відрізок.

Слід внести зміни в модель, знявши з відрізка згадане обмеження. Для цього виділіть відрізок клацанням миші і натисніть кнопку **«Показати/видалити обмеження»** на сторінці **«Параметризація»** інструментальної панелі.

У списку зв'язків і обмежень діалогового вікна **«Показати/видалити обмеження»** зробіть поточним рядок **«Горизонталь»** і клацанням на кнопці **«Видалити»** видаліть його. Потім клацанням на кнопці **«Вихід»** закрийте вікно.

Після зняття обмеження відрізок $p4 - p5$ може мати будь-який кут нахилу. Виберіть відрізок клацанням миші, захопіть його вузлик $p4$ і трохи перемістіть його вертикально вгору. Ви побачите, що відрізок почне змінювати свій кут нахилу. Відрізок $p3 - p4$ стане зменшуватися, виконуючи зв'язок **«Збіг точок»** з відрізком $p4 - p5$ в точці $p4$. Одночасно почнуть перебудовуватися і відповідні

відрізки в нижній половині деталі – система виконує параметричну симетрію об'єктів.

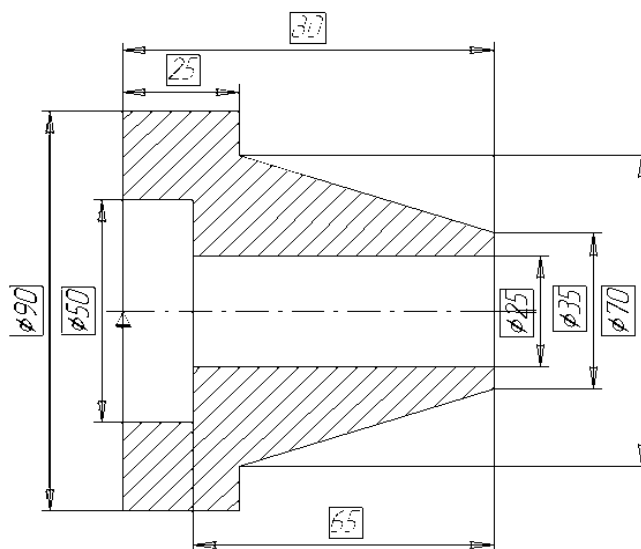


Рисунок 6.12 – Параметричне креслення «Втулка 3»

Зауваження. Для формування конічної ділянки досить зняти обмеження «Горизонталь» з відрізка р4 – р5. Відповідний відрізок в нижній половині деталі буде вести себе коректно за рахунок зв'язків «Симетрія точок».

Після переміщення вузлика для точного опису геометрії похилої ділянки необхідно проставити додатковий вертикальний розмір. Однак перед цим не забудьте зробити налаштування режимів параметризації поточного креслення. Для цього виконайте команду «Сервіс – Параметри – Поточне креслення – Параметризація» і в правій частині вікна увімкніть прапорець «Розміри» в групі «Асоціювати при введенні» і «Прив'язки» в групі «Параметризувати».

Для отримання точних розмірів деталі змініть значення всіх розмірів на кресленні згідно з рис. 6.12 і виберіть оптимальне положення розмірних ліній там, де це необхідно. Збережіть креслення на диску, але не закривайте його.

15. Побудуйте креслення деталі «Втулка 4», рис. 6.13.

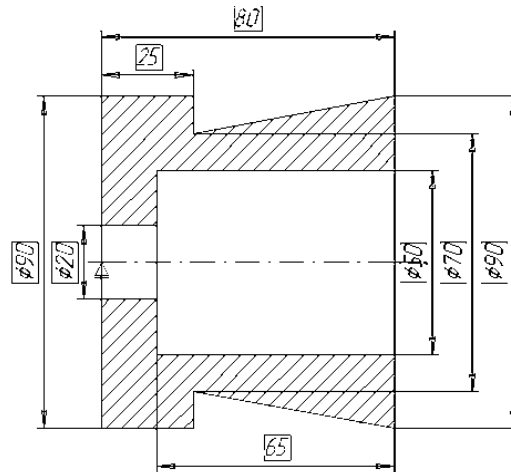


Рисунок 6.13 – Параметричне креслення «Втулка 4»

Для побудови цього креслення можна піти тим же шляхом, що і в попередньому випадку: створити нове креслення, привласнити йому ім'я «Втулка 4», вставити в нього фрагмент «Втулка» і т. д. Проте в цьому випадку вам доведеться заново виконати всю роботу, пов'язану з внесенням змін у модель, оскільки деталь «Втулка 4» так само має похилу ділянку.

Для економії часу набагато зручніше зняти з цього креслення «Втулка 3» – копію під ім'ям «Втулка 4». У такому випадку залишиться лише встановити потрібні значення розмірів.

Для створення копії креслення переконайтеся, що креслення «Втулка 3», виконане у попередньому завданні, є поточним, тобто його вікно відображається на екрані і його заголовок виділено кольором.

Виконайте команду «Файл – Зберегти як». У полі «Ім'я файлу» введіть нове ім'я «Втулка 4» та натисніть кнопку «Зберегти» – ви отримаєте нове креслення «Втулка 4», вміст якого повністю ідентичний вмісту файлу «Втулка 3».

У кресленні встановіть значення всіх розмірів так, як це показано на рис. 6.13.

Встановіть оптимальне положення розмірних ліній там, де це необхідно. Збережіть креслення на диску і закрийте його.

16. Ви закінчили побудову всіх чотирьох креслень. Виконайте команду **«Файл – Відкрити»** і відкрийте всі креслення деталі **«Втулка»**.

Виконайте команду **«Вікно – Мозайка – Всі вікна»**. По черзі зробіть поточним кожне з вікон і виконайте для нього команду **«Показати все»**. Таким чином, ви одночасно розташуєте на екрані всі чотири креслення.

При виконанні завдання основний час було витрачено на побудову параметричної моделі деталі. На створення кожного наступного креслення знадобилося не більше хвилини. При необхідності на основі моделі **«Втулка»** можна отримати необмежену кількість схожих за топологією деталей.

Кілька прикладів нескладних параметричних моделей спробуйте побудувати самостійно.

Контрольні запитання

1. Як проводиться ввімкнення і налагодження параметричного режиму?
2. Як параметризувати звичайне креслення?
3. Що таке асоціативний розмір?
4. Як правильно виконати команду **«Симетрія»** із збереженням всіх накладених зв'язків і обмежень?
5. Як встановити залежності між змінними?

Список джерел інформації

1. Потьомкін А. Інженерна графіка.– М.: Лорі, 2000. – 492 с.
2. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Системи автоматизованого проектування в автотракторобудуванні. Розділ: Площинне проектування».– /Упоряд. Павлій Н.В., Кісельов А. Р.. Харків.: НТУ «ХП», 2017.– 60 с.

ДОДАТКИ

Додаток А. Індивідуальні завдання

Таблиця А1 – Виконання робочого креслення корпусної деталі

№ з/п	Номер бригади, що виконує креслення	Номер креслення та його назва
1	1	№. 101 «Втулка»
2	2	№ 102 «Важіль»
3	3	№ 103 «Планка»
4	4	№ 106 «Шарнір»
5	5	№ 108 «Косинка»

Таблиця А2 – Виконання робочого креслення оригінальної деталі

№ з/п	Номер бригади, що виконує креслення	Номер креслення та його назва
1	1	№. 201 «Плита»
2	2	№ 202 «Кришка нижня»
3	3	№ 203 «Диск гальмівний»
4	4	№ 204 «Кришка»
5	5	№ 205 «Кришка»

Таблиця А3 – Виконання робочого креслення шестерні

№ з/п	Номер бригади, що виконує креслення	Номер креслення та його назва
1	1	№. 301 «Шестерня»
2	2	№ 302 «Муфта»
3	3	№ 303 «Маточина»
4	4	№ 304 «Колесо зубчасте»
5	5	№ 305 «Колесо зубчасте»

Таблиця А4 – Виконання робочого креслення валу

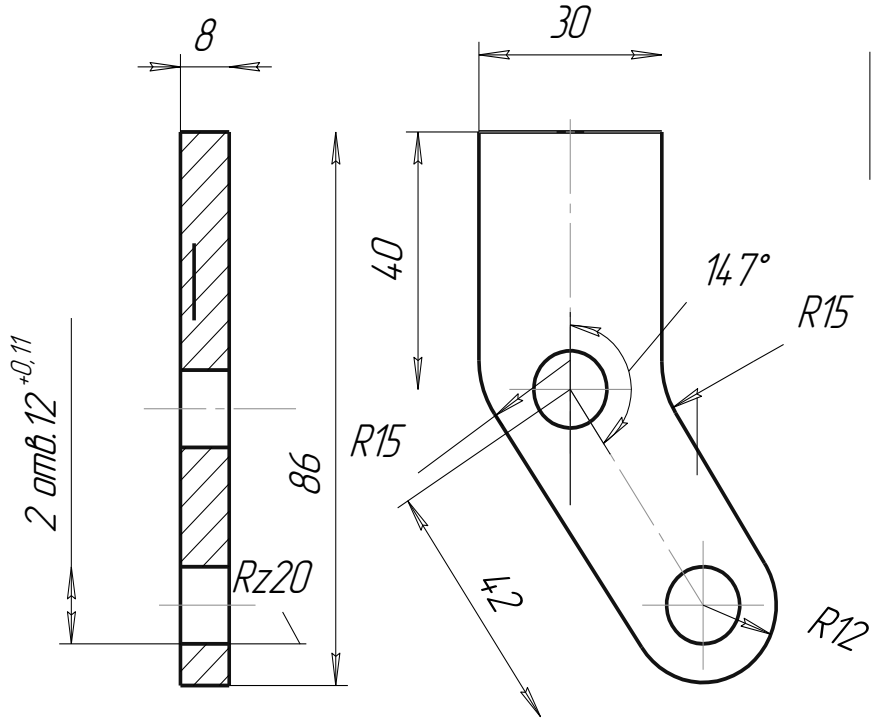
№ з/п	Номер бригади, що виконує креслення	Номер креслення та його назва
1	1	№. 401 «Вал рульовий»
2	2	№ 402 «Вал-шестерня»
3	3	№ 403 «Вал первинний»
4	4	№ 404 «Вал-шестерня»
5	5	№ 405 «Черв'як»

Додаток Б. Перелік креслень для індивідуальних завдань

Справ. №	Перв. примен. 078.505.9.0100.00	Подп. и дата	Инв. № дробл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № подл.	Изм. Лист	№ док.м.	Подп.	Дата	Лист	Масса	Масштаб
<p>1. Материал-заменитель - Труба $\frac{65 \times 12 \text{ ГОСТ } 8734-75}{10 \text{ ГОСТ } 8733-74}$.</p> <p>2. *Размер для справок.</p> <p>3. Покрытие Хим. Фос. прм.</p> <p>4. Маркировать Ч и клеймить К на бирке.</p>													
<p>TM 20a 7.090211.101</p>													
<p>Втулка</p>													
<p>Труба $\frac{65 \times 12 \text{ ГОСТ } 8734-75}{20 \text{ ГОСТ } 8733-74}$</p>													
<p>НТУ "ХПИ" кафедра АиТ</p>													
<p>Копировал Формат А4</p>													

TM20a 7.09 0211 102

Rz40 ✓ (✓)



1. Неуказанные предельные отклонения отверстий по H14, валов по h14, остальные $\pm \frac{IT14}{2}$

Перв. застос.	Справ. №	Взам. инв. №	Инв. № дудл.	Підп. і дата
Инв. № подл.				

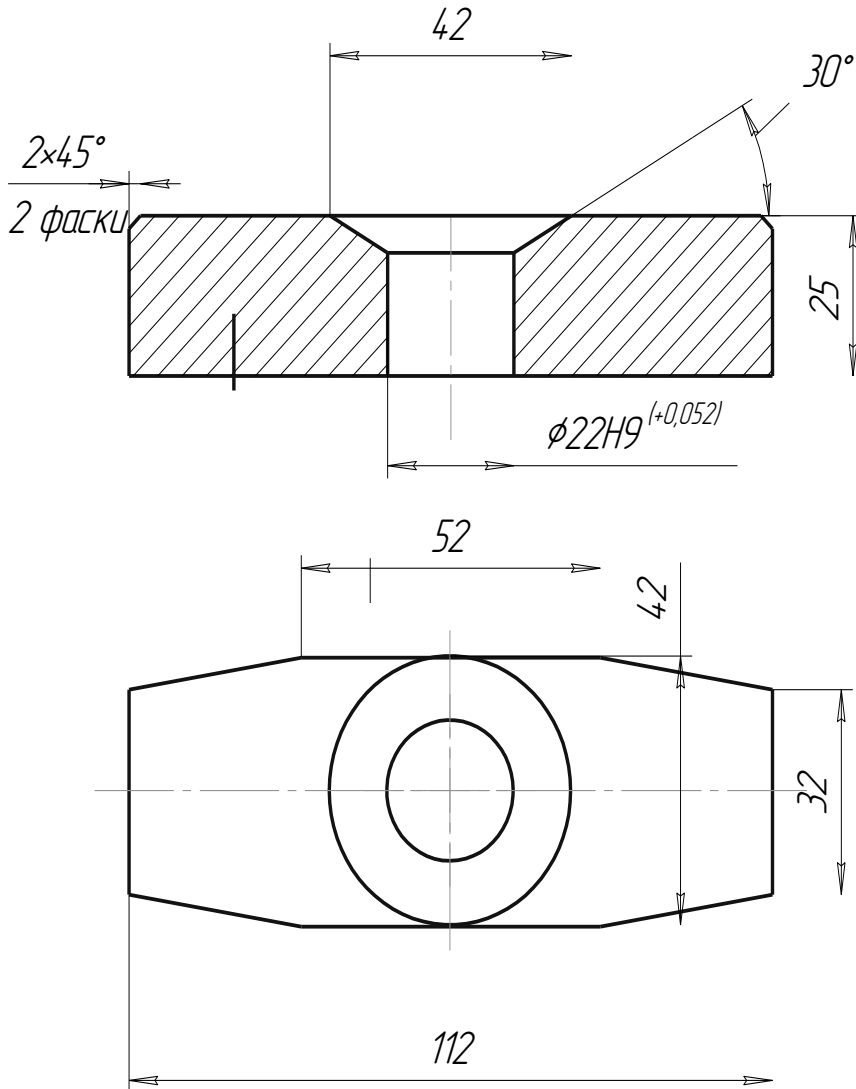
				TM20a 7.09 0211 102			
Эм. Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Ручаг	Лит.	Маса	Маштаб
Разроб.	Невєдрав						1:1
Переб.	Пеліпенко				Арқш	Арқш	
Т.контр.							
Н.контр.				Сталь 35	НТУ "ХП"		
Затв.	Самородов			ГОСТ 1050-88	кафедра АІТ		

Копіявав

Формат А4

TM20a 7.09 0211 103

Rz80 $\sqrt{\quad}$ ($\sqrt{\quad}$)



1. Неуказанные предельные отклонения отверстий по H14, валов по h14, остальные $\pm \frac{IT14}{2}$

Перв. застос.					TM20a 7.09 0211 103		
Справ. №					Планка Сталь 45 ГОСТ 1050-88		
Підп. і дата							
Взам. инв. №	Инв. № дудл.	Підп. і дата			Лит.	Маса	Маштаб
Підп. і дата	Зм. Лист	№ докцм.	Підп.	Дата	1:1		
Инв. № подл.	Разроб.	Неведров			Арқш	Арқшів	
	Перев.	Леліпенко			НТУ "ХПІ" кафедра АІТ		
	Т.контр.				Формат А4		
	Н.контр.						
	Затв.	Самородов					

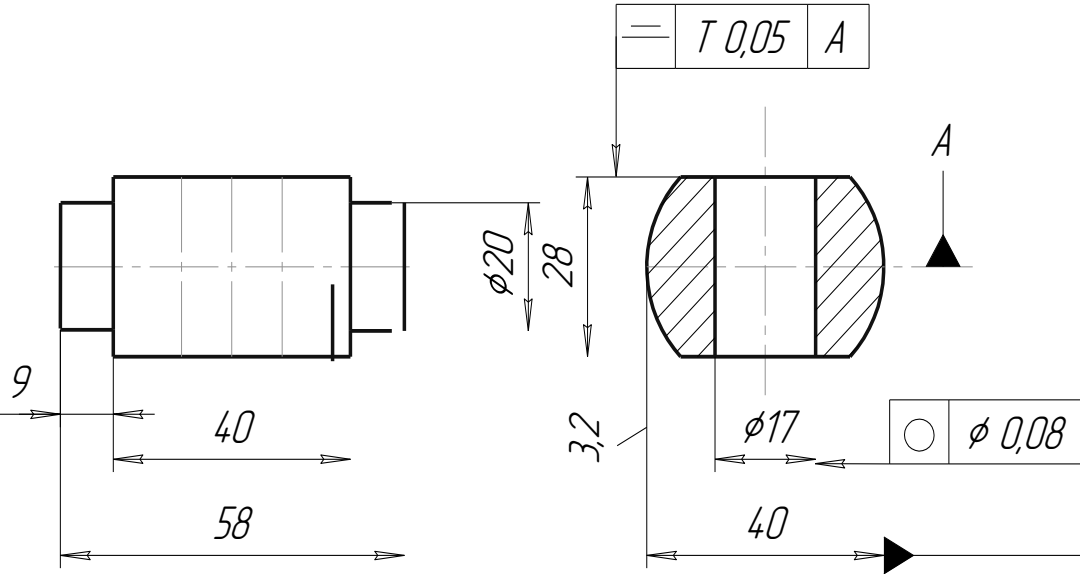
Копіював

TM 20a 7.09 0211 106

6,3 (✓)

Перв. застос.

Справ. №



Підп. і дата

Інв. № дробл.

Взам. інв. №

Підп. і дата

Інв. № подл.

1. Масса заготовки не более 0,26 кг
2. Неуказанные предельные отклонения размеров валов по H14, отверстий по h14, остальные по $\pm 2^{IT14}$.
3. *Размер для справок

				TM 20a 7.09 0211 106		
				Шарнір		
				Лім.		Маса
						Маштаб
						1:1
				Арқш		Арқш
				Коло 40-В ГОСТ 2590-88		НТУ "ХПІ" кафедра АІТ
				Стэлс-1- ГОСТ 535-88		
				Копіявав		Формат А4

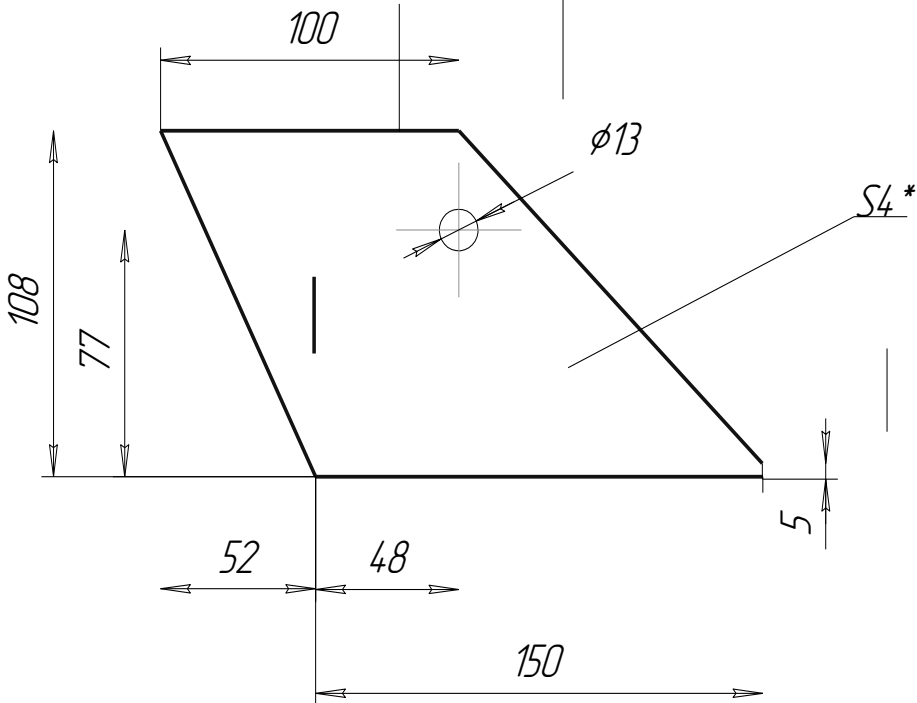
Зм. Лист	№ докум.	Підп.	Дата
Разроб.	Неведров		
Перев.	Пелипенко		
Т.контр.			
Н.контр.			
Затв.	Самородов		

TM 20a 7.090211 108

16 ✓ (✓)

Перв. застос.

Справ. №



Підп. і дата

Інв. № дубл.

Взам. інв. №

Підп. і дата

Інв. № подл.

1. Масса заготовки не более 0,6 кг
2. Неуказанные предельные отклонения размеров валов по H14, отверстий по h14, остальные по ± 0.2
3. *Размер для справок

TM 20a 7.090211 108

Зм. Лист	№ докум.	Підп.	Дата
Розроб.	Неведров		
Перев.	Пелипенко		
Т.контр.			
Н.контр.			
Затв.	Самородов		

КОСИНКА

Лім.	Маса	Маштаб
	0,52	1:2
Арқш		Арқш

Лист Б-ПН-0-4 ГОСТ 19903-74
СтЗпс ГОСТ 14637-89

НТУ "ХПІ"
кафедра АіТ

Коплював

Формат А4

Перв. застос.

Справ. №

Підп. і дата

І-в. № дубл.

Взам. ш.в. №

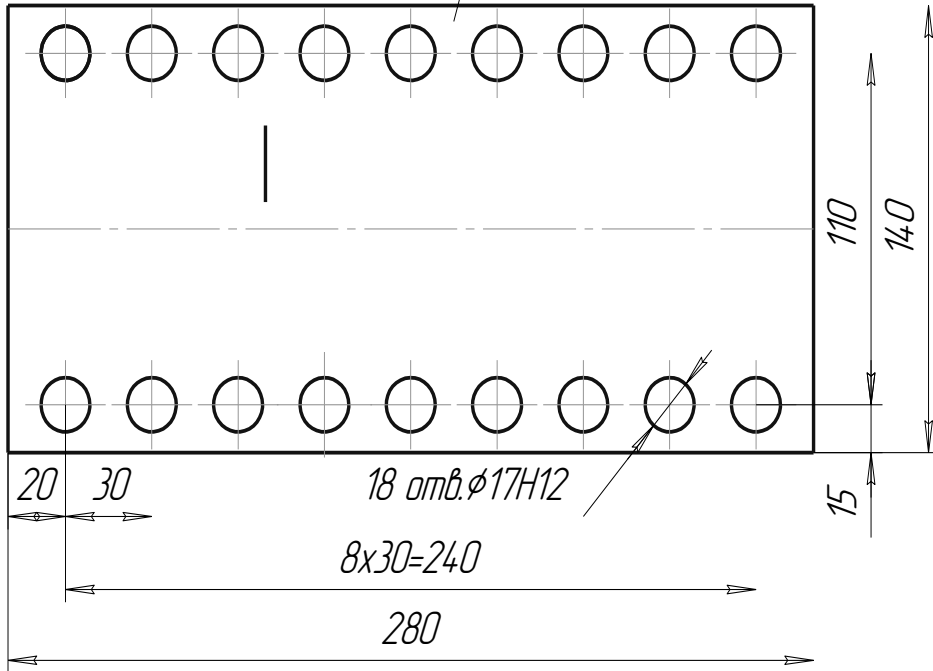
Підп. і дата

І-в. № подл.

TM20a 7.090211 201

12,5 $\sqrt{\quad}$ ($\sqrt{\quad}$)

S10*



1. Масса заготовки более 3 кг.
2. Неуказанные предельные отклонения отверстий по H14, валов по h14, остальные \pm IT14/2.
3. *Размеры для справок

TM20a 7.090211 201

Зм. Лист	№ докум.	Підп.	Дата
Розроб.	Невєдров		
Перев.	Пелипенко		
Т.контр.			
Н.контр.			
Затв.	Самородов		

Плита

Лист

Б-ПН-0-10 ГОСТ 19903-74
СтЗпс-4 ГОСТ 14637-89

Лит.	Маса	Маштаб
	2,75	1:2
Аркш	1	Аркшів
		1

НТУ "ХПІ"
кафедра АІТ

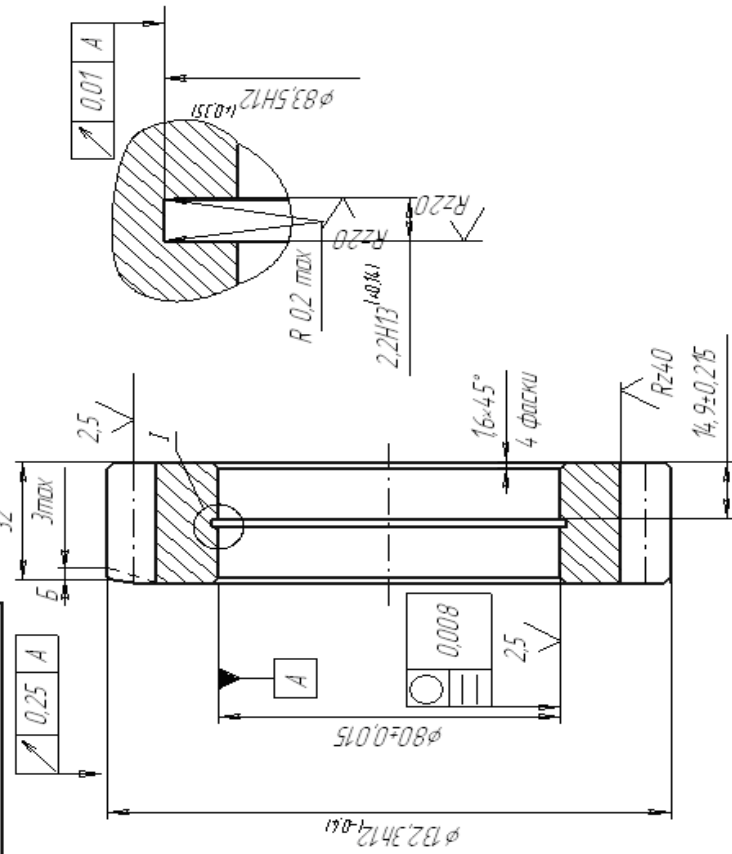
Коплював

Формат А4

ТМ20а 7.090211.03 37.301

1 (5:1)

Rz80 ✓



Модуль	m	5
Число зубьев	z	24
Нормальный исходный контур	-	ГОСТ 13 755-85
Коэффициент смещения	x	+0.268
Степень точности		10-9-9 ГОСТ 1643-85
Предельные отклонения измерительного межосевого расстояния	+Ea°S -Ea°I	0,045 -0,025
Наименьшее дополнительное смещение исходного контура	-E°NS	-0,180
Делительный диаметр	d	120
Окружная толщина зуба по дуге делительной окружности	Sf	8,83
Высота зуба	h	11566
Угол гладкого профиля	α	20°
Длина общей нормали	W	56,26 ^{-0,20} _{-0,300}

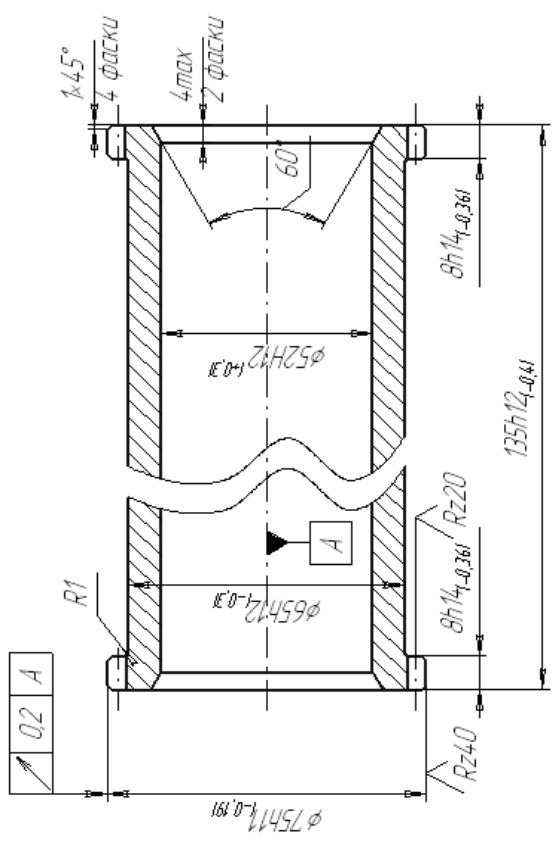
ТМ20а 7.090211.03 37.301	
Шестерня	
Материал	Сталь 25ХГТ ГОСТ 4543-71
Лист	1 из 1
Листов	1
Код документа	НТУ "ХПИ" кафедра АУТ

- 1 Нитроцементировать h=0.8..1.3 мм. Ядро 25..45 НРС, На шлифуемых поверхностях h>0.6 мм, НРС ≤46
- 2 Проверку твердости нитроцементированных поверхностей производить на вершине зуба, проверку глубины нитроцементации - на запятке Б одного из зубьев.
- 3 Трещины, расслоения металла, волосовины, забоины не допускаются.
4. Неуказанные предельные отклонения отверстий по Н/А, валов по h/А, остальные ± 7/2

Лист № 001	Лист № 002	Лист № 003	Лист № 004	Лист № 005	Лист № 006	Лист № 007	Лист № 008	Лист № 009	Лист № 010
------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------

TM20a 709 0211302

RZ80 $\sqrt{(\vee)}$



Обозначение	3875х3,5х20	
Модуль	m	3,5
Число зубьев	z	20
Диаметр ролика	d _p	7±0,001
Размер по роликам	M _p	82,43 ^{+0,051} _{-0,124}
Толщина зуба по хорде делительной окружности	S _A	6,364 ^{-0,07} _{-0,15}
Диаметр делительной окружности	d _A	70,0
Длина общей нормали	L	37,34 ^{-0,4} _{-0,21}

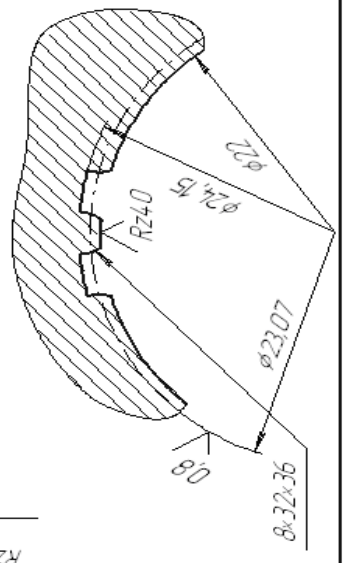
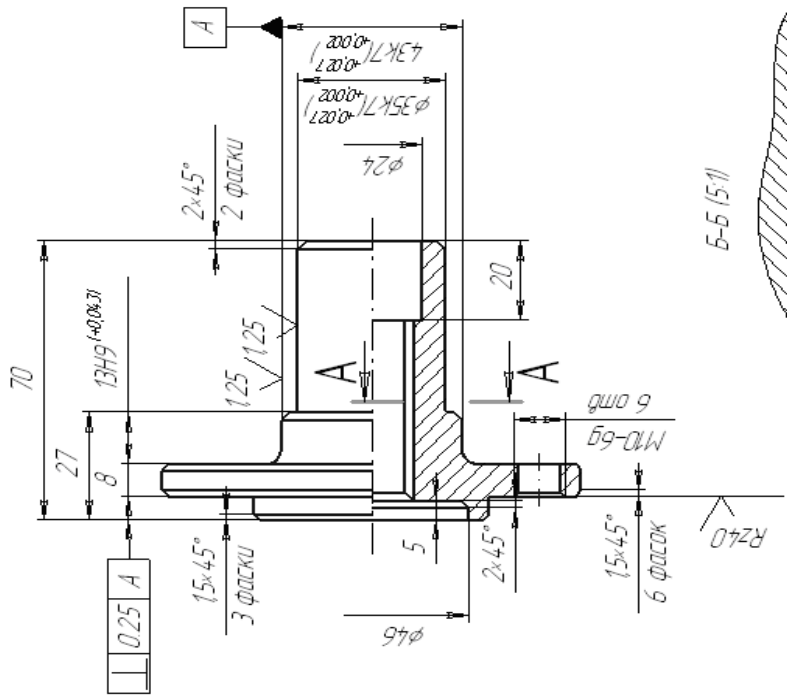
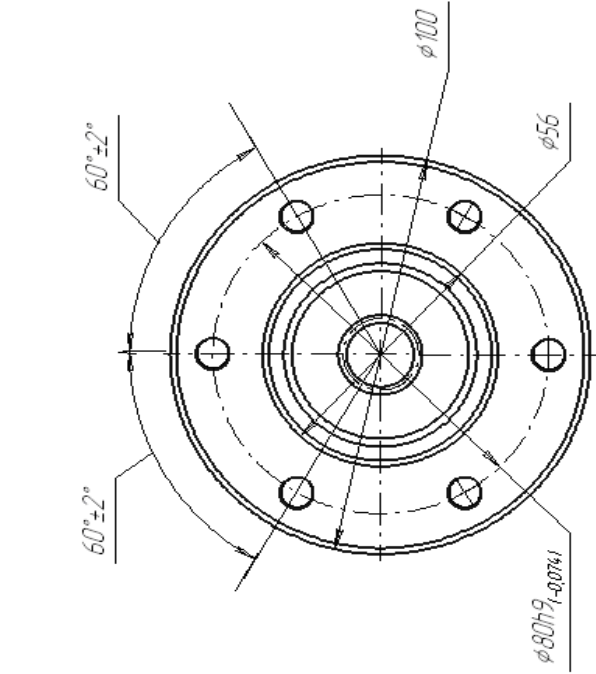
1. HRC₂ ≥ 46,5 шлицы TB4 h ≥ 15 мм HRC₂ ≥ 515
2. Допускается изготовление из стали 40Х ГОСТ 4543-71
3. Допускается понижение глубины закаленного слоя по длине шлиц до 0,9 мм.
4. Трещины, окислы, задобы, вмятины, расслоения металла не допускаются.

TM20a 709 0211302		Дата	Масса	Усиловий
Муфта		Лист	23	11
		Листов	1	1
Сталь 38ХС ГОСТ 4543-71		НТУ "ХИМ" Корфоро Аут		
Котировка		Формат А3		

Имя, № подл. Подп. и дата. Взам. инв. №. Инв. № подл. Стр. №. Листов. Лист

TM-28A 7090211303

Rz80 $\sqrt{(\vee)}$

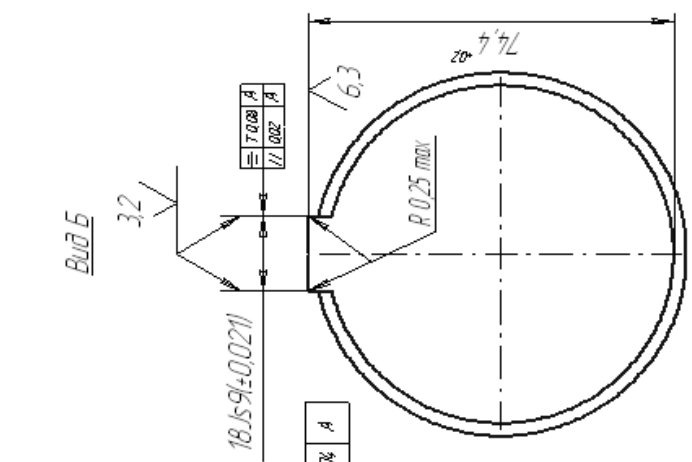
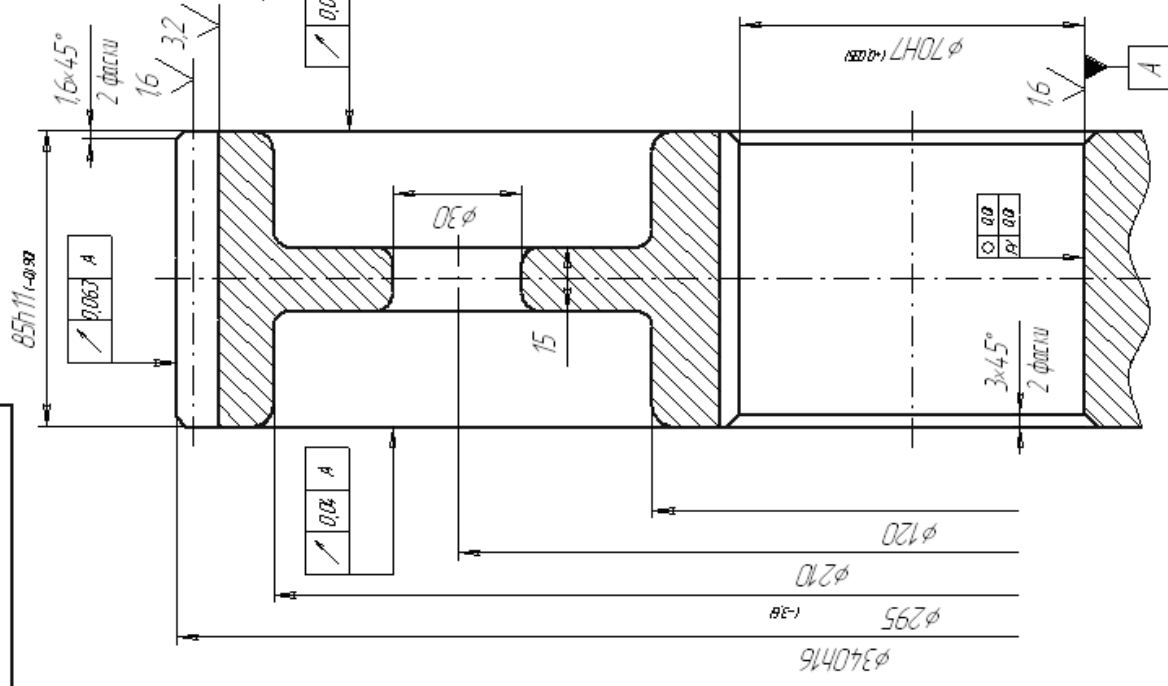


1. HRC 59...64
2. Неуказанные радиусы 3...5мм
3. Неуказанные предельные отклонения размеров: отверстий по H14, валов по h14, остальные ±2/IT14.

TM-28A 7090211303		Лист	Масса	Максимум
Ступица		КП	14	11
		Листов	Листов	
20 ХН ГОСТ 1085-88 НТУ "ХН" Корфедра-ЛП		Копирдан		
Формат А3				

№6 № пост	№6 № пост	№6 № пост	№6 № пост	№6 № пост	№6 № пост	№6 № пост	№6 № пост	№6 № пост	№6 № пост
№6 № пост	№6 № пост	№6 № пост	№6 № пост	№6 № пост	№6 № пост	№6 № пост	№6 № пост	№6 № пост	№6 № пост

ТМ20А 709211304



Модуль	m	4
Число зубьев	z	80
Нормальный исходный контур	-	ГОСТ 13755-81
Коэффициент смещения	x	0
Степень точности	-	8-9 ГОСТ 1643-81
Длина общей нормали	W	93,05 ^{+0,18} _{-0,28}
Делительный диаметр	d	320

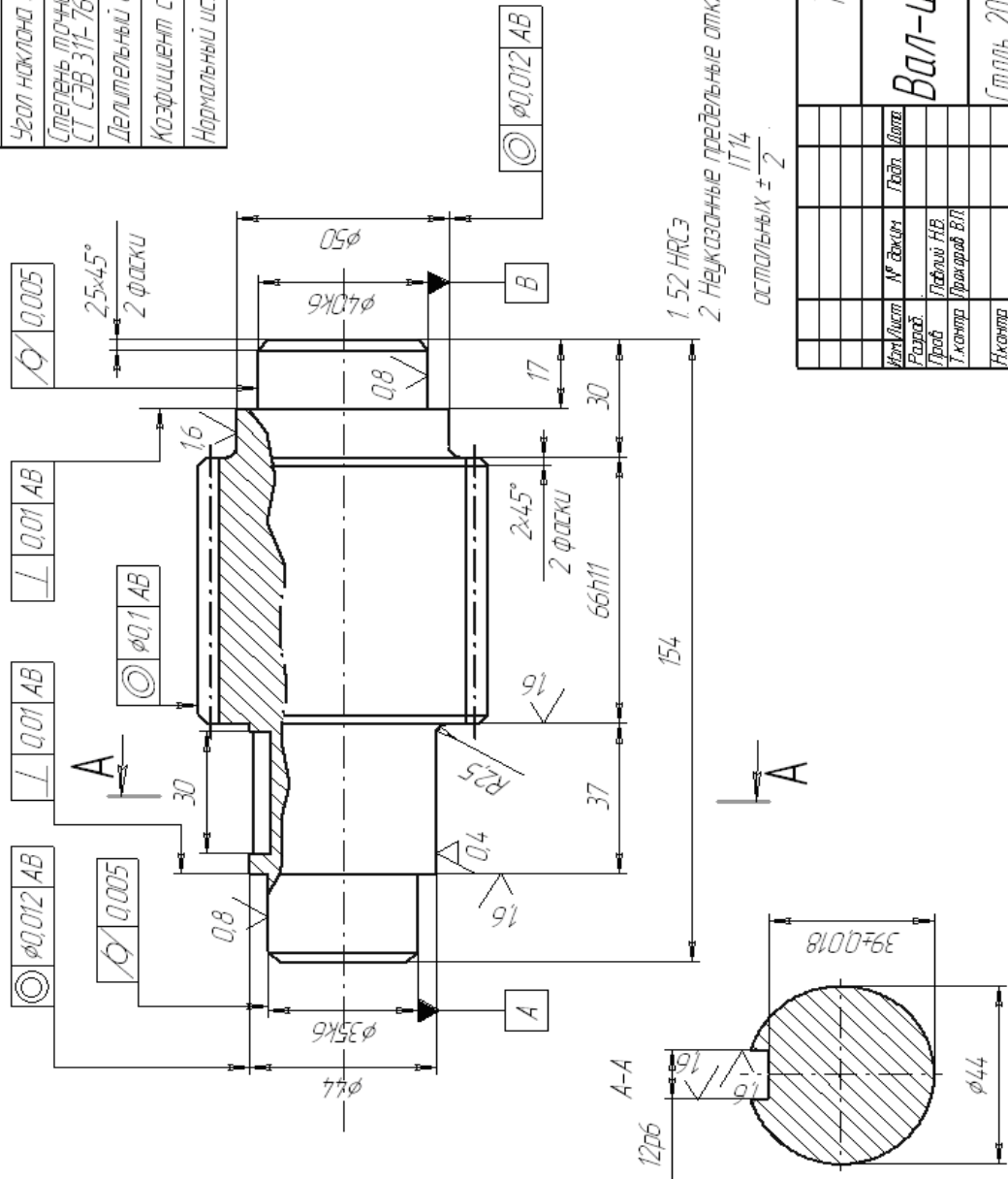
25/1/1

1. НВ 210..240. Зубья цементировать $h 0,7...0,9 \text{ мм}$; HRC 58..62.
2. Неуказанные радиусы 2..5 мм.
3. Штамповочные углы 2° тип.
4. Неуказанные предельные отклонения размеров: отверстий по Н14; валов по h14, остальные по $\pm IT14/2$.

ТМ20А 709211304		Лист	Масса	Масштаб
Колесо зубчатое		1	0,78	1:1
Сталь 40Х ГОСТ 4543-81		Лист	Листов	
		НТУ "ХПМ"		
		Калужский АУТ		

TM20A 7090211402

Модуль	m	15
Число зубьев	z	40
Угол наклона зуба	-	12°
Степень точности СТ СЭВ 311-76	-	8-B
Делительный диаметр	d	6154
Коэффициент смещения	X	0
Нормальный исходный контур	-	ГОСТ13755-81



1.52 HRC3
2. Неуказанные предельные отклонения размеров: валов - по h14, остальных ± 2

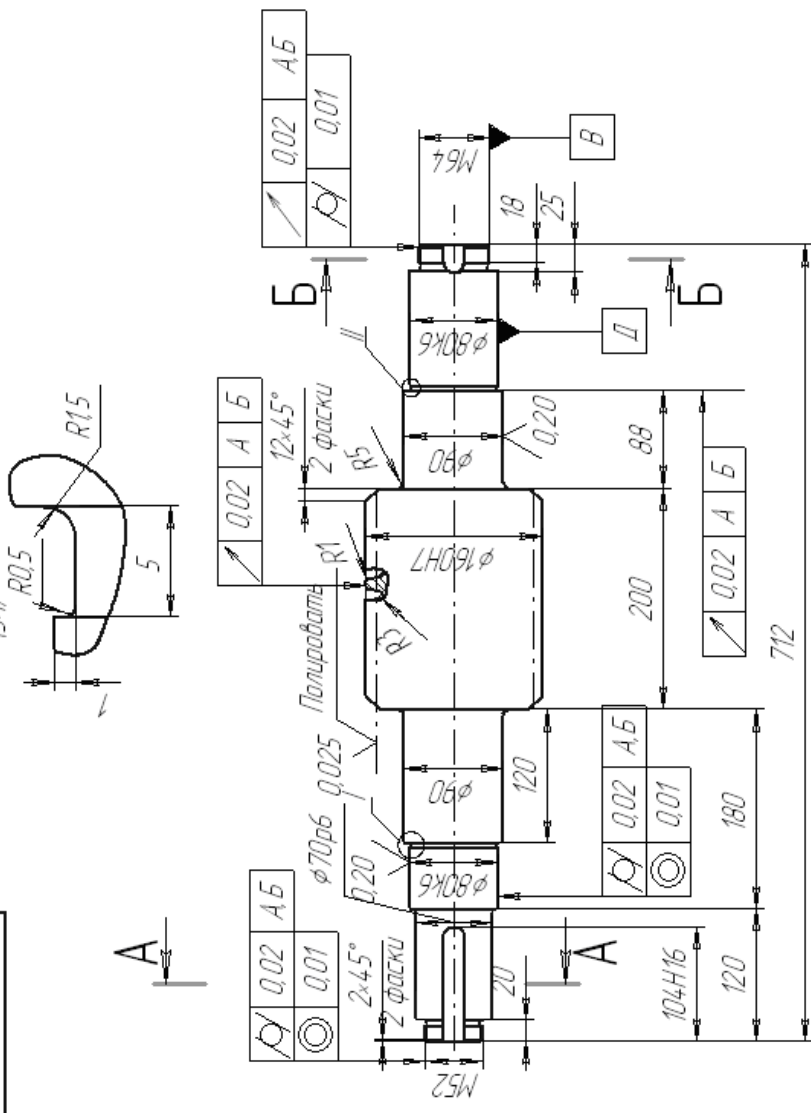
TM20A 7090211402		Лист	Листов
Вал-шестерня		9	12 11
Сталь 20X ГОСТ 4543-71		Лист 1	Листов 1
Копирован		ИТУ ХИИ	
Каширава		Каширава А.П.	
№ докум.	№ докум.	Дата	Измен.
Разраб.	Леккерс Н.В.		
Провер.	Федорав В.И.		
Исполн.			
Упр.	Семезов В.Б.		

№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.
Лист 1	Листов 1	Лист 1	Листов 1	Лист 1	Листов 1	Лист 1	Листов 1

507 1120607 02011
TM205 7090211 405

1 // обработано (5:1)

6,3 $\sqrt{(\checkmark)}$

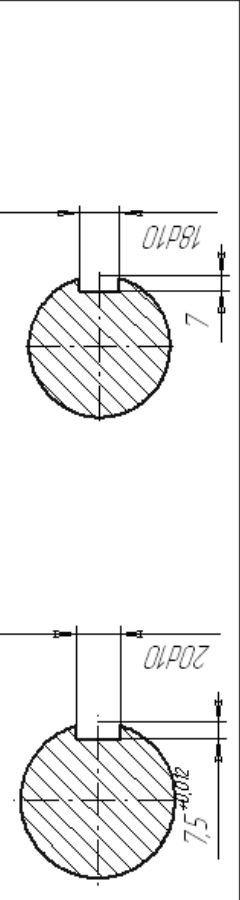


Модуль	m	8
Число витков	z1	1
Вид червяка	-	zA
Делительный угол подъема линии витков	-	3°10'8"
Направление линии витка	-	Правое
Исходный червяк	-	ГОСТ 19036-81
Степень точности СТЭВ-311-76	-	9-C
Угол профиля	α	20°
Делительный диаметр	d1	144
Обозначение чертежа сопряженного колеса		КП 26.10.00.3.00

1. 230...250, витки ТВЧ h 10...15, 45...50 HRC3
2. Предельные отклонения размеров : валов - по h14, отверстий по H14, остальное по ± 2 IT#
3. Концы витков толщиной менее 5 мм срезать и пригнать.

\equiv	0,02	A
//	0,018	A

\equiv	0,02	A
//	0,018	A



TM205 7090211 405		Лист	Масса	Углы
Червяк		4	14	14
		Дист. 1 Дистав 1		
Сталь 45 ГОСТ 1050-88		НТУ "ХПИ" кафедра АиТ		
Угль		Составной Б.Б.		
Н.контур				
Т.контур				
Дробь				
Ступень				
№ дробей				

Коллектор А.Э. Формат А3

Навчальне видання

Системи автоматизованого проектування

в автотракторобудуванні

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторних занять

для студентів спеціальностей 133 «Галузеве машинобудування»
спеціалізації 133.01 Автомобілі і трактори та 274 «Автомобільний транспорт»

Укладачі:

САМОРОДОВ Вадим Борисович

ПЕЛИПЕНКО Євген Сергійович

Відповідальний за випуск проф. *В.Б. Самородов*
Роботу до видання рекомендував проф. *Д.О. Волонцевич*

В авторській редакції

План 2021, поз. 96

Підп. до друку «15» квітня 2021 р. Формат 60x84 1/16.Папір офсетний.

Riso-друк. Гарнітура Times New Roman. Умов. друк. арк. 2,25

Наклад 50 прим. Зам. № 69. Ціна договірна

Надруковано у копії-центрі «МОДЕЛІСТ»
(ФО-П Миронов М.В. Свідоцтво ВО № 022953)

м. Харків, вул. Червопрапорна, 3 літер Б-1

тел. 7-170-354

www.modelist.in.ua