



Міністерство освіти і науки України

Національний університет водного
господарства та природокористування

Кафедра будівельних, дорожніх і меліоративних машин

02-01-564М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання практичних завдань та самостійної роботи з дисципліни
«Основи автоматизованого проєктування машин»
для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
за освітньо-професійною програмою
«Створення і експлуатація машин та обладнання»
спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»
усіх форм навчання

Рекомендовано науково-методичною
радою з якості ННМІ
Протокол № 2 від 02.10.2024

Рівне – 2024

Методичні вказівки до виконання практичних завдань та самостійної роботи з дисципліни «Основи автоматизованого проектування машин» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Створення і експлуатація машин та обладнання» спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» усіх форм навчання. [Електронне видання] / Лук'янчук О. П. – Рівне : НУВГП, 2024. – 42 с.

Укладач: Лук'янчук О. П., доцент кафедри будівельних, дорожніх і меліоративних машин.

Розглянуто та рекомендовано на засіданні кафедри будівельних, дорожніх і меліоративних машин. Протокол № 2 від 17.09.2024 р.

Відповідальний за випуск: Тхорук Є. І., к.т.н., доцент, в.о. завідувача кафедри будівельних, дорожніх і меліоративних машин.

Керівник групи забезпечення спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» ОПП «Створення і експлуатація машин та обладнання»: Тхорук Є. І.

Попередня версія МВ 02-01-531М (2023)

© О. П. Лук'янчук, 2024
© НУВГП, 2024

Зміст

Вступ	3
Інтерфейс та особливості роботи в CAD-системі середнього класу SolidWorks	4
№1. Автоматизація побудови асоціативних видів деталі "Втулка". ...	5
№2. Автоматизація побудови асоціативних видів деталі "Ролик"	7
№3. Автоматизація побудови асоціативних видів деталі "Кронштейн"	9
№4. Автоматизація побудови асоціативних видів деталі "Вісь"	14
№5. Автоматизація побудови асоціативних видів деталі "Вилка" ...	18
№6. Автоматизоване створення складального вузла	23
№7. Автоматизоване створення специфікації складального вузла ...	28
Завдання для самостійного виконання	33
Рекомендована література	40
Додаток	41

Вступ

Вивчення дисципліни «Основи автоматизації проектування машин» включає курс лекцій, практичні заняття та самостійну роботу.

Метою вивчення навчальної дисципліни є засвоєння теоретичних і практичних знань та формування практичних навичок, які б дозволили ефективно використовувати системи автоматизованого проектування в конструюванні машин та обладнання, вивчення функціональних характеристик та можливостей основних систем автоматизованого проектування машин та обладнання; набуття практичних навичок роботи в системі автоматизованого проектування; знати: методи та засоби моделювання при проектуванні машин та обладнання; вміти: користуватись основними методами та правилами створення робочих креслень, 3D-моделей при автоматизованому проектуванні машин та обладнання..

Практична робота

Інтерфейс та особливості роботи в CAD-системі середнього класу SolidWorks.

Порядок виконання роботи

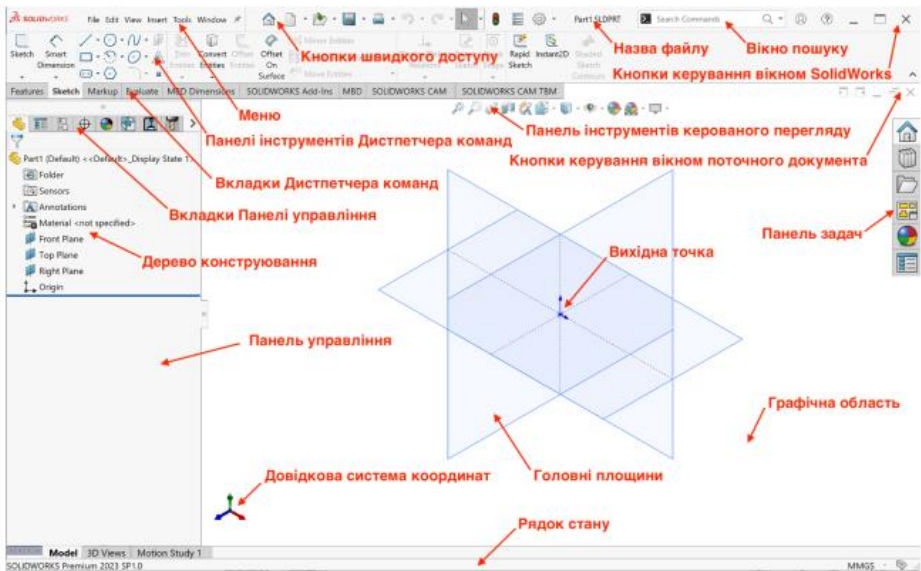
Ознайомитися з інтерфейсом програми solidworks. Спробувати побудувати просту деталь.

Побудова нової деталі починається з вибору в дереві конструювання площини і відкриття в ній двовірального ескізу, натисненням кнопки ескіз



на панелі інструментів.

Основні елементи вікна SolidWorks під час 3D-проекування:



Практична робота № 1.

Автоматизація побудови асоціативних видів деталі «Втулка»

Необхідно створити 3D модель деталі за ескізом та вибраним варіантом (додаток 1) та в автоматизованому режимі створити робоче креслення даної деталі. Робота виконується в системі моделювання середнього класу згідно ескізу (рис. 1.1) технічних вимог до конструкторської документації.

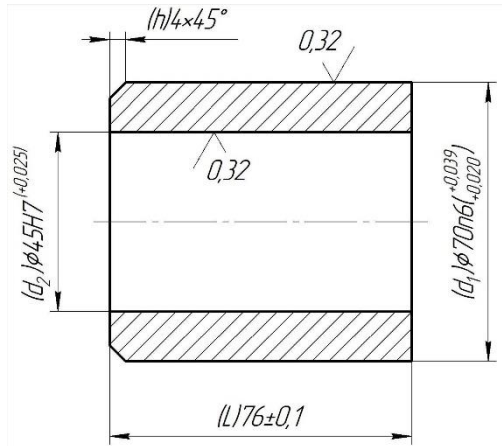


Рис. 1.1.

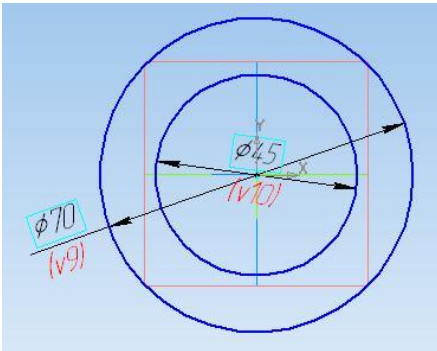


Рис.1.2.

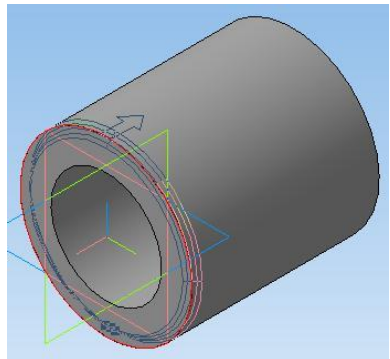


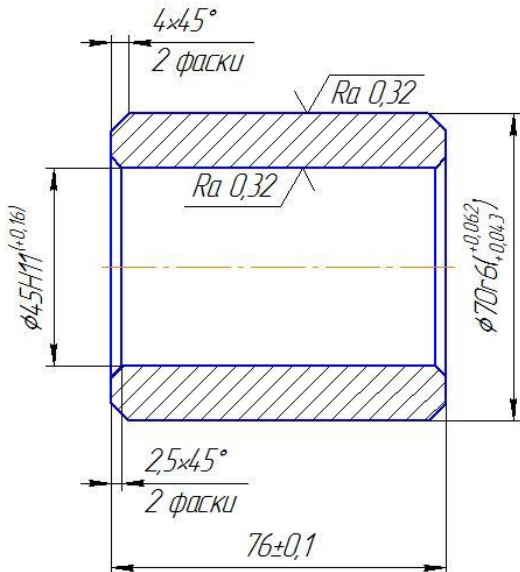
Рис. 1.3.

Для створення асоціативного креслення зберігаємо деталь натискаємо на головній панелі інструментів кнопку «Створити креслення з моделі» та вставляємо види, розріз та розміри на на форматі.

Креслення оформлюють на аркушах формату А4 або А3.

ПК.01.02

$\sqrt{Ra\ 1,25\ (\checkmark)}$



1. H14, h14, $\pm \frac{IT14}{2}$.
2. Остальные технические требования по ОСТ...


Перв. прорис	Справ. №	Взам инв. №	Инд. № дробл.	Лист и дата	Лист и дата	Инд. № лист
--------------	----------	-------------	---------------	-------------	-------------	-------------

				ПК.01.02			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит	Масса	Масштаб
Разраб.		Иванов			A	2,83	1:1
Проб.		Петров			Лист	1	Листов
Т.контр.		Сидоров					1
Нач. КБ		Мартынов			Группа компаний АСКОН		
Н.контр.		Тиханова					
Утв.		Куликов					
Продукт ПКТХХ 75 БрАЖ9-4 ГОСТ 1628-78					Формат А4		

Копировал

Практична робота № 2.

Автоматизація побудови асоціативних видів деталі "Ролик"

Задаємо властивості деталі. Вибравши довільну площину в просторі, створюємо ескіз  (див. рис.2.2).

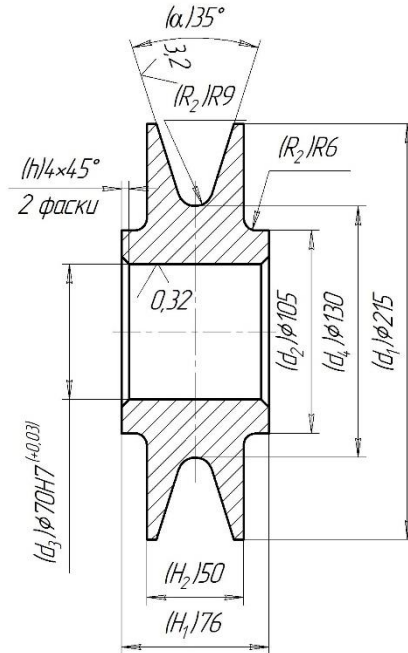


Рис.2.1.

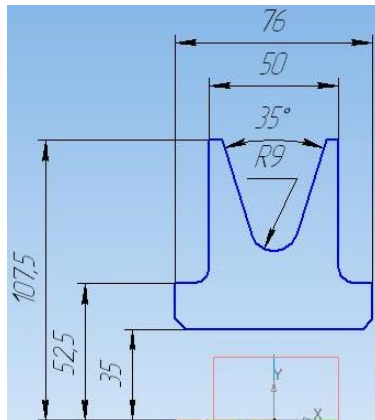
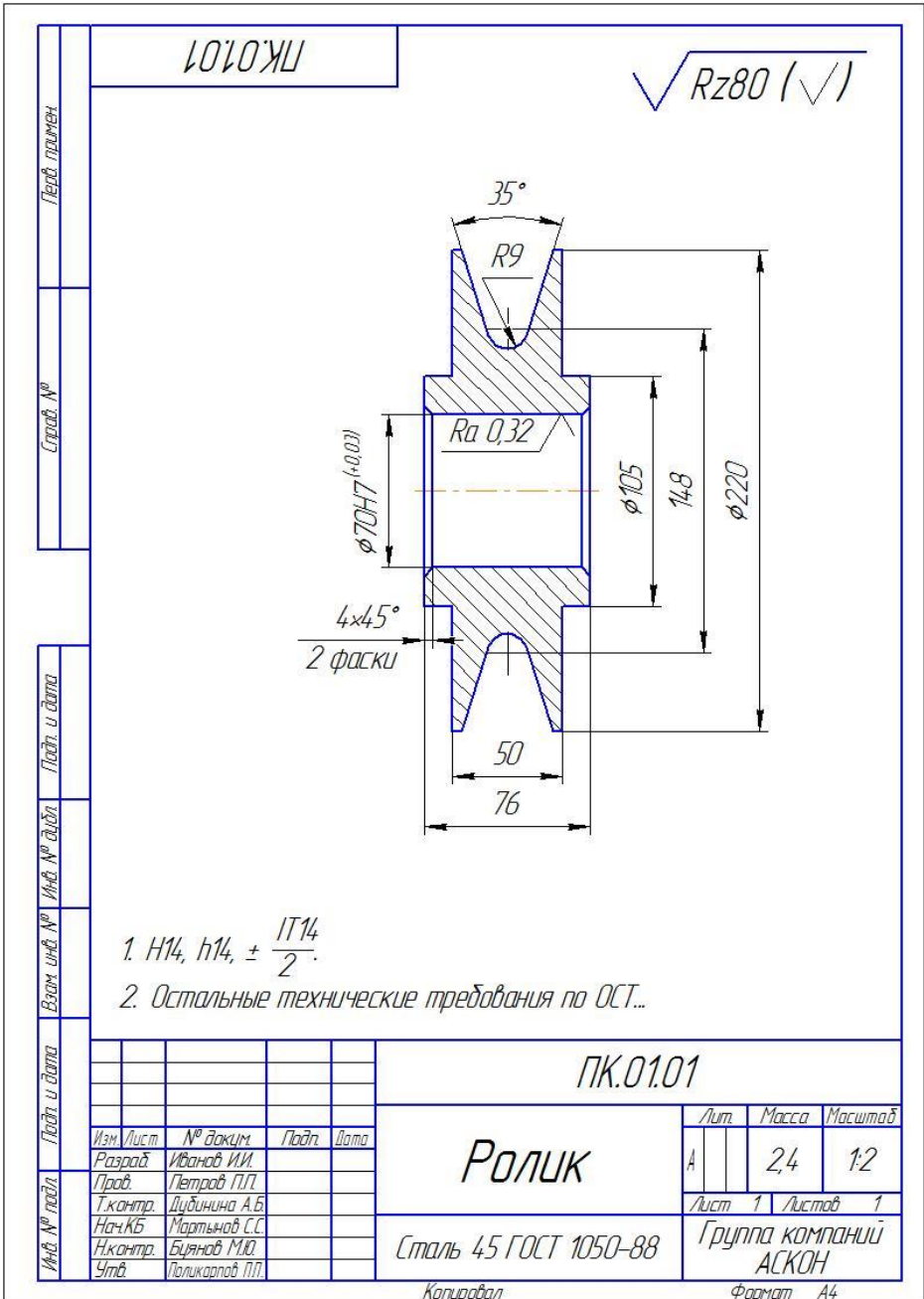


Рис. 2.2.



Практична робота № 3.

Автоматизація побудови асоціативних видів деталі "Кронштейн"

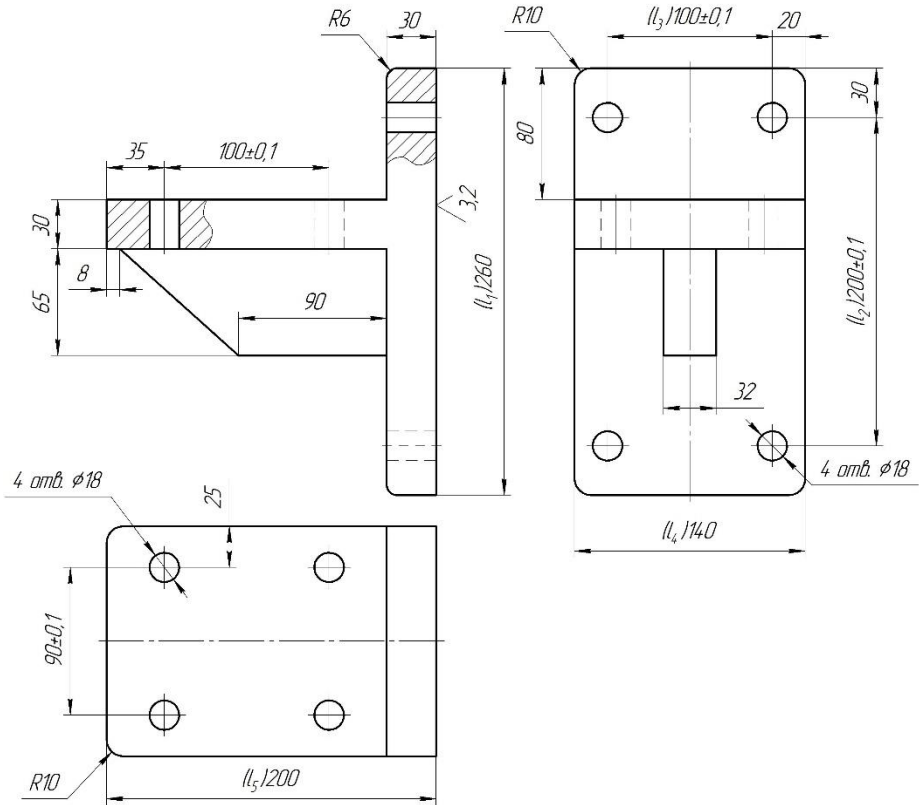



Рис.3.1. Ескіз деталі «Кронштейн»

Задаємо властивості деталі. Вибравши довільну площину в просторі, створюємо ескіз , (Див. рис.3.2).

На створеній моделі вибираємо площину, рис. 3.3, та створюємо ескіз рис. 3.4.

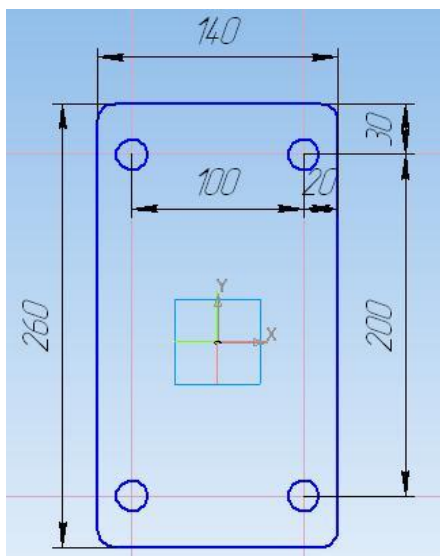


Рис. 3.2.

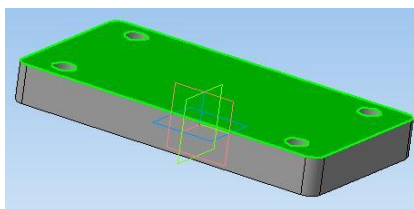


Рис. 3.3.

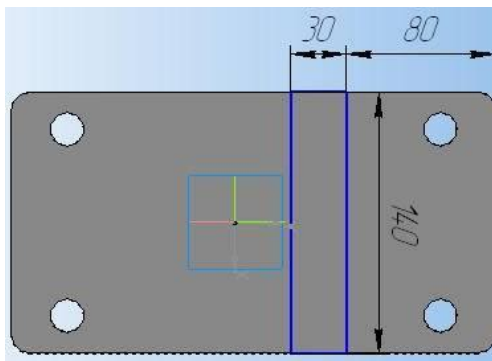


Рис. 3.4.

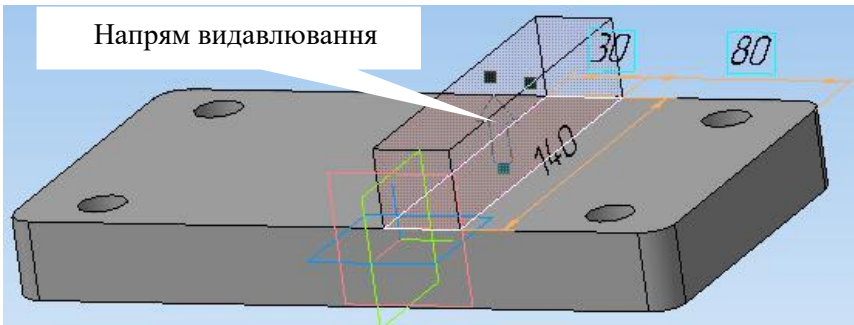


Рис.3.5.

Створення ребра жорсткості:

На створеній моделі вибираємо площини та створюємо середню площину (див. рис. 3.6).

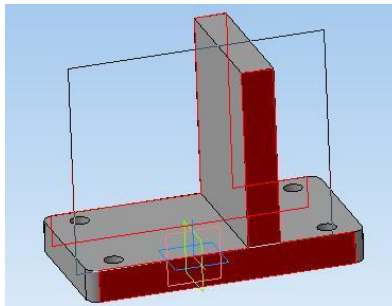


Рис. 3.6.

Вибираємо створену середню площину та створюємо ескіз, рис. 3.7.

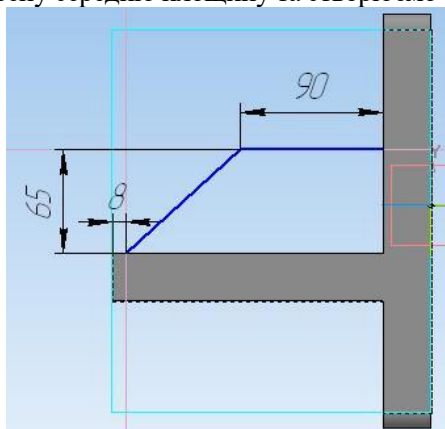


Рис. 3.7.

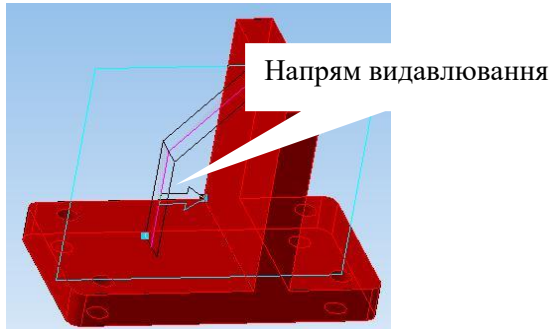


Рис. 3.8.

Вибираємо площину, рис. 3.9. Будуємо ескіз, рис. 3.10.

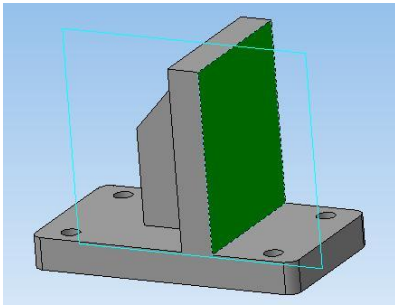


Рис. 3.9.

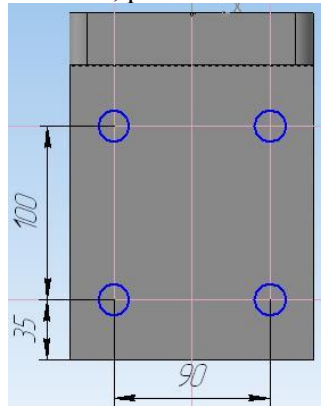



Рис. 3.10.

Для побудови заокруглень вибираємо інструмент заокруглення , вибираємо потрібні ребра (рис. 3.11) та на панелі властивостей задаємо радіус

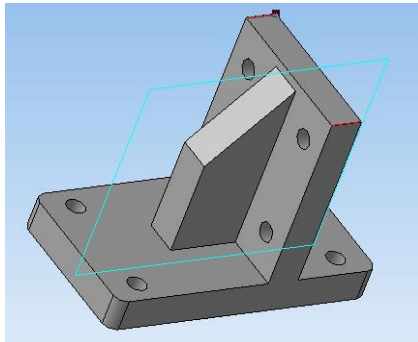


Рис. 3.11.

Практична робота № 4.

Автоматизація побудови асоціативних видів деталі «Вісь»

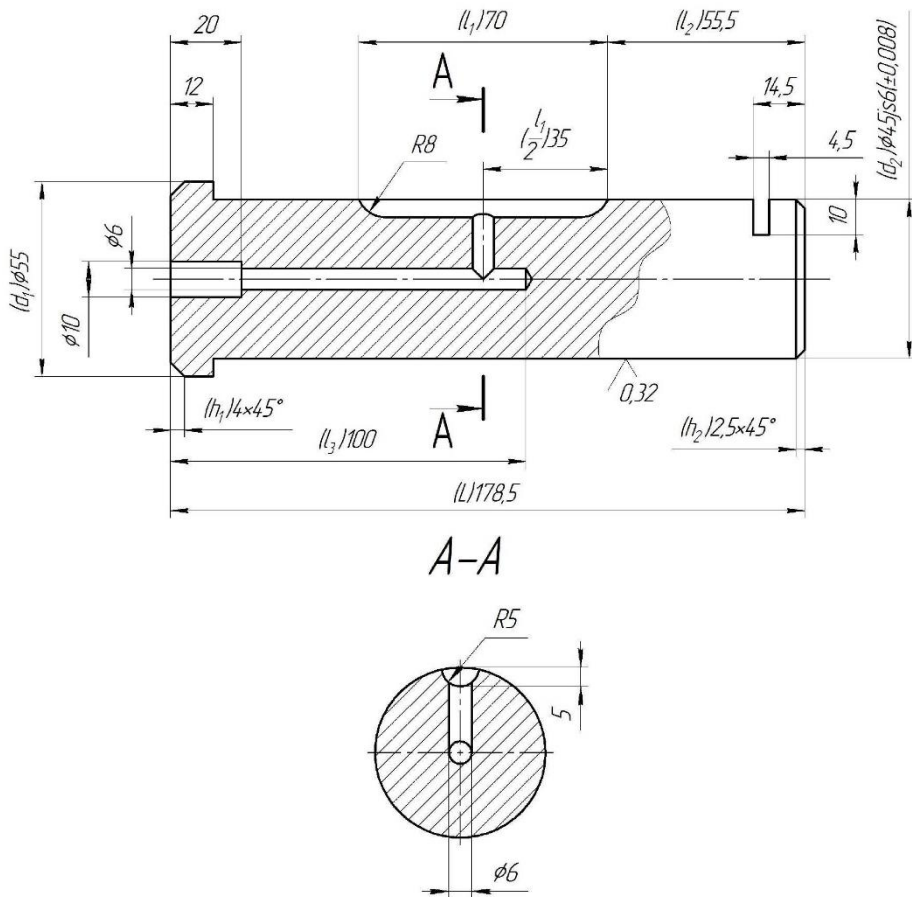


Рис. 4.1. Ескіз деталі "Вісь"

Задаємо властивості деталі.

Вибравши довільну площину в просторі, створюємо ескіз , рис.4.2.

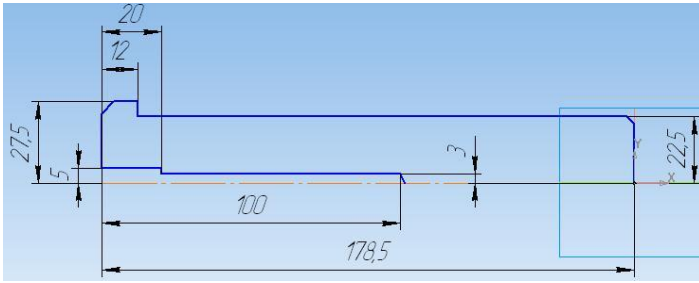


Рис. 4.2.

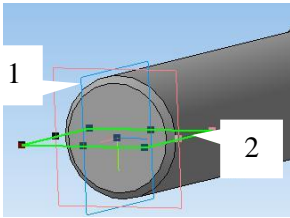


Рис. 4.3.

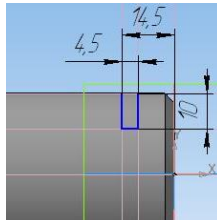


Рис.4.4.

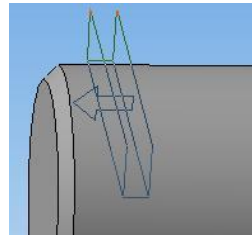


Рис. 4.5.

Для створення канавки мащення вибираємо ту саму площину, що і при створенні лиски та створюємо ескіз, рис. 4.6.

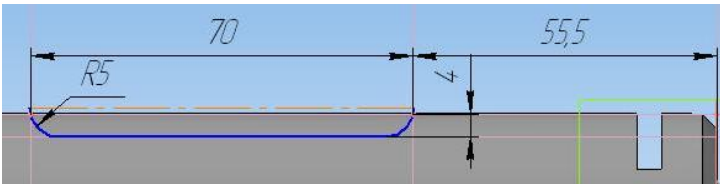



Рис. 4.6

Для побудови перпендикулярного отвору вибираємо площину, яка проходить через вісь обертання деталі і є перпендикулярною до осі отвору (рис. 4.8) та будуємо ескіз , рис. 4.9.

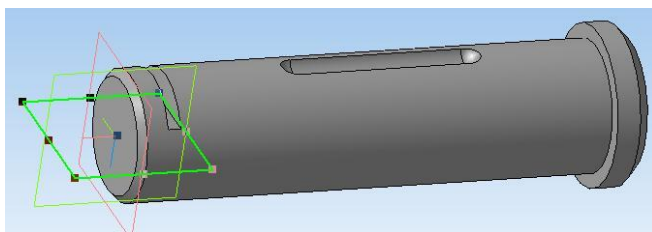


Рис. 4.7.

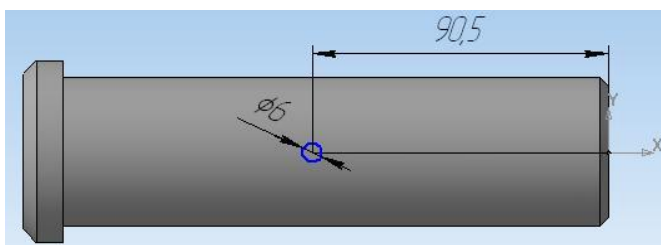


Рис. 4.8.

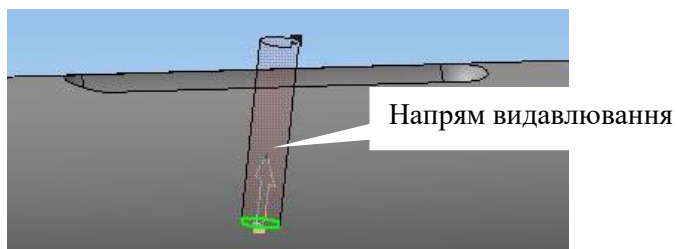
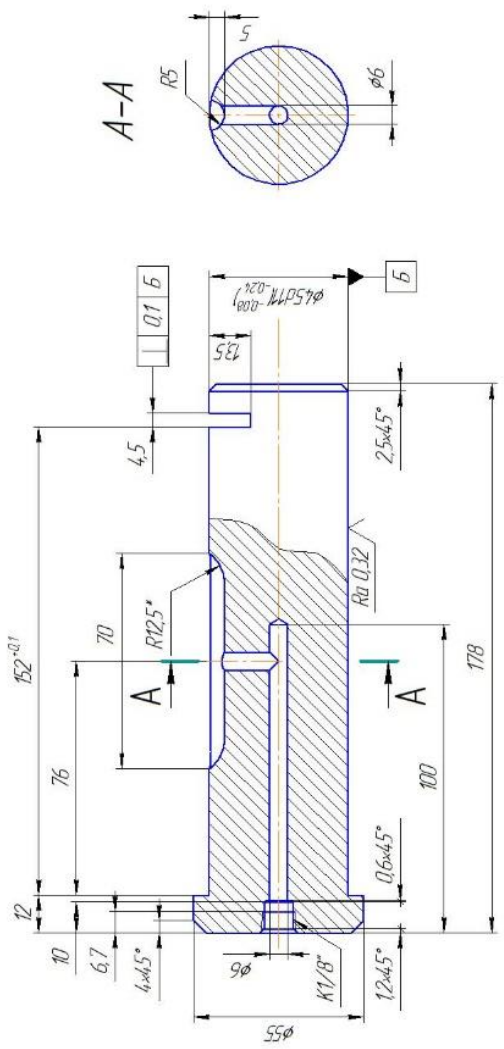


Рис. 4.9.

70100ЖУ

$\sqrt{Ra\ 125}$ (\checkmark)



1. Неуказанные предельные отклонения Н14, н14, ± 2.
2. *Размер, обеспечиваемый инструментом.

ПК.00.04		Лист	Масса	Кусков
Ось		А	2,22	1
Круг 58 ГОСТ 2590-88		Лист 1	Листов 1	7
Круг 45 ГОСТ 1090-88		Группа компаний АСКОН		
Копировать А3				

Изд. №	Изд. и дата	Изм. №	Изд. и дата	Изд. №	Изд. и дата	Изд. №	Изд. и дата	Изд. №	Изд. и дата

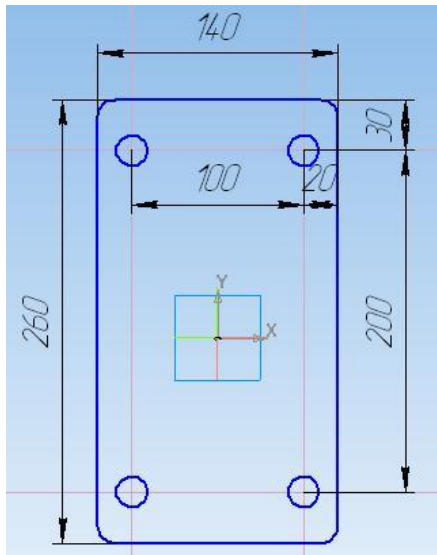


Рис. 5.2.

На створеній моделі вибираємо площину, рис. 5.2, та створюємо ескіз рис. 5.3

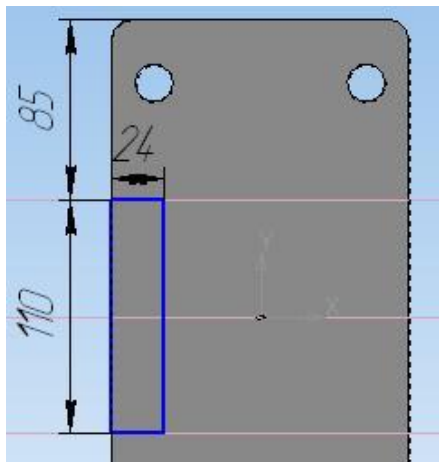


Рис.5.3.

Для побудови бобишки вибираємо площину рис. 5.4 та створюємо ескіз рис. 5.5.

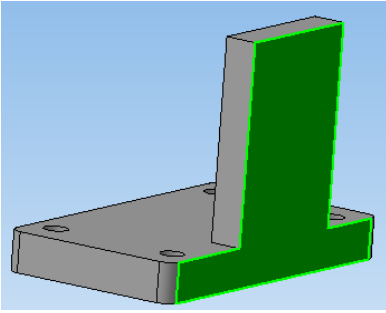


Рис. 5.4

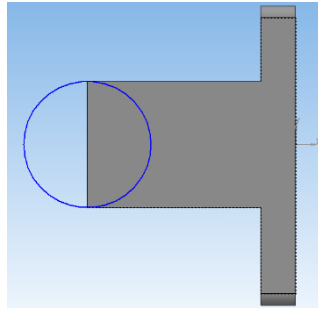


Рис. 5.5

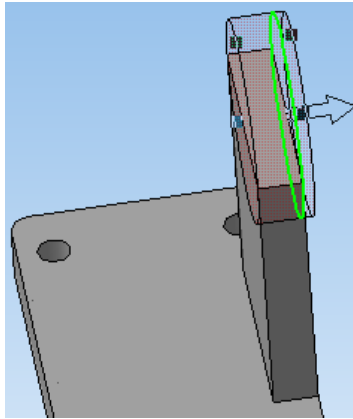


Рис. 5.6.

Для створення бобишки вибираємо площину рис. 5.7, створюємо ескіз рис. 5.8 та видавлюємо його на відстань 6 мм в середину (рис. 5.9).

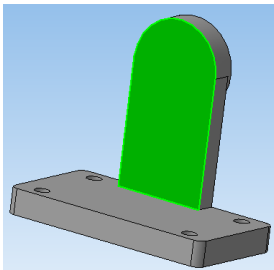


Рис. 5.7.

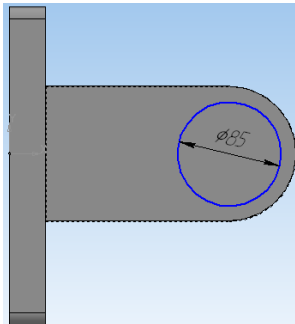


Рис. 5.8.

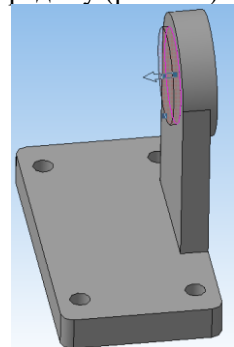



Рис. 5.9.

Для створення отвору в бобищі вибираємо площину рис. 5.10, створюємо ескіз  рис. 5.11. та вирізаємо видавлюванням через все рис. 5.12.

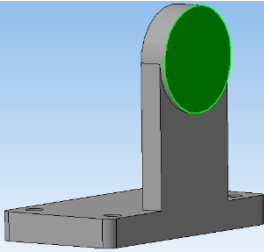


Рис. 5.10.

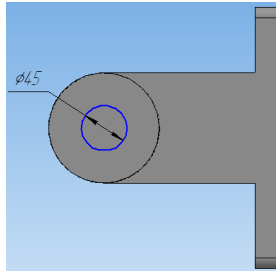


Рис. 5.11.

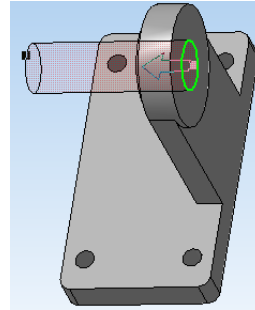


Рис. 5.12.

Для створення симетричної стійки вибираємо **"дзеркальний масив"**, в дереві побудови вибираємо всі операції, які потрібно скопіювати (рис. 5.13) та вибираємо площину симетрії (рис. 5.14). Площину симетрії можна вибрати або на моделі або в дереві побудови. Якщо серед стандартних площин простору площини симетрії не буде, тоді, необхідно її створити, подібно як в деталі **"кронштейн"**.

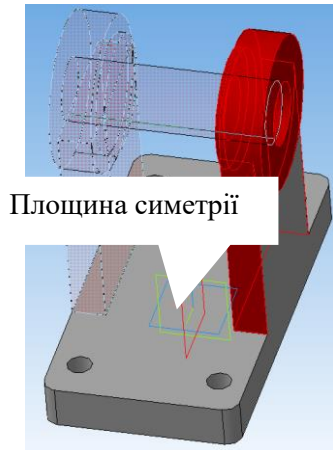


Рис. 5.14.

Практична робота № 6.

Автоматизоване створення складального вузла

Для створення складального вузла вибираємо тип документа *"Збірка"*.

Для добавлення готових деталей необхідно натиснути на інструмент *"добавити з файла"* та знайти на жорсткому диску файл деталі. Перша деталь, яка вставляється в складальний вузол є базовою, вона є нерухомою, всі наступні деталі можна рухати відносно базової деталі.

Вставляємо першою деталь *"вилка"*, прив'язуючи курсор до початку системи координат. Наступною вставляємо в довільному місці простору *"вісь"*. За допомогою інструментів приблизно встановлюємо *"вісь"* таким чином, щоб вона була співвісна з отворами *"вилки"* та повернута була у потрібну сторону (рис. 6.1), але щоб деталі не перекривали одна одну.

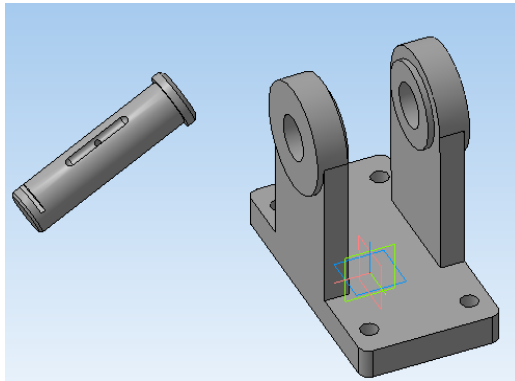


Рис. 6.1.

Для більш точного орієнтування деталі *"вісь"* використовуємо на компактній панелі спряження. Вибираємо інструмент *"співвісність"* та вказуємо на *"осі"* циліндричну частину та на *"вилці"* циліндричну частину отвору, в який повинна зайти вісь (рис. 6.2 поверхні 1 та 2). Для того щоб співпали площини торця головки *"вісі"* та торця бобишки *"вилки"*, вибираємо інструмент *"співпадіння"* та на деталях вказані площини, або їх елементи (ребра), рис. 6.2 площини 3 та 4.

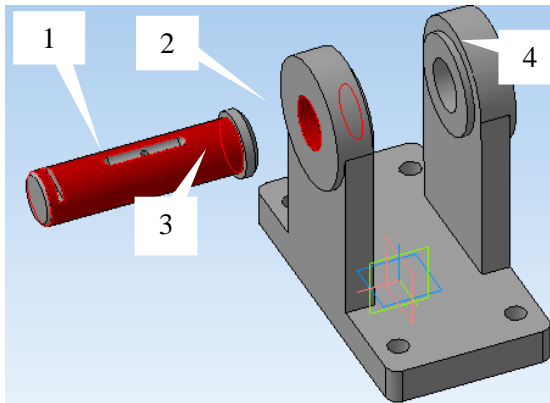


Рис. 6.2.

Для того, щоб розвернути лиску "осі" в потрібному напрямі, спочатку грубо орієнтуємо, а потім використовуємо спряження "**паралельність**", вивабравши площини 1 (дно лиски) та 2, рис. 6.3.

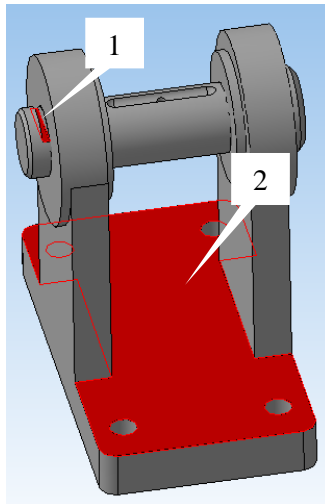



Рис. 6.3

Добавляємо деталі "**ролик**" та "**втулка**" та приблизно орієнтуємо їх одна до одної без перекриття. За допомогою спряжень "**співвісність**"  (поверхні 1 та 2) та "**співпадіння**" (площини 3 та 4) точно підганяємо їх одна до одної (див. рис. 6.4). Далі подібним чином, застосовуємо "**співвісність**" для "**ролика**" та "**осі**".

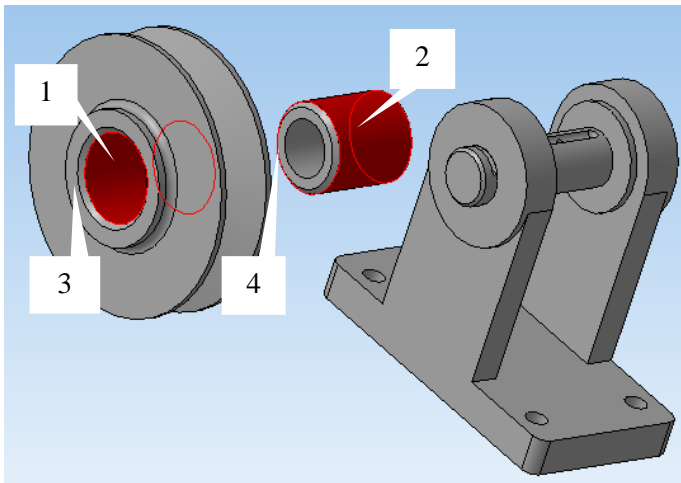


Рис. 6.4

Для того, щоб поставити "ролик" посередині між стійками "вилки", використовуємо спряження "на відстані": вибираємо поверхні торця "втулки" та внутрішній торець бобишки "вилки" (рис. 6.5) та знаючи, що довжина втулки на 4 мм менша ширини між внутрішніми торцями бобишок стійок вилки, задаємо на панелі властивостей, "на відстані" 2 мм та стрілками вибираємо потрібний напрям .

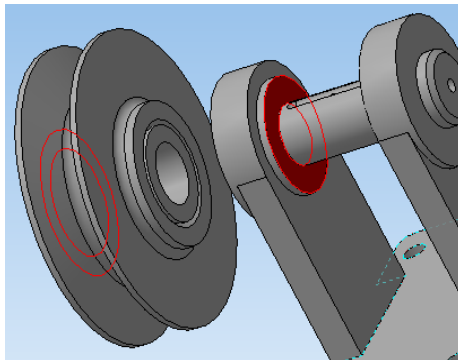


Рис. 6.5.

Подібним чином добавляємо кронштейн: спряженням виконуємо співвідношення для отворів 1 та 2 та співпадінням для ребер 4 та 5 основ деталей, які доторкаються одна до одної (рис. 6.6).

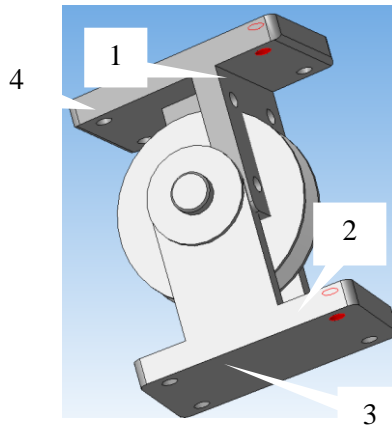


Рис. 6.6.

У результаті отримаємо рис. 6.7.

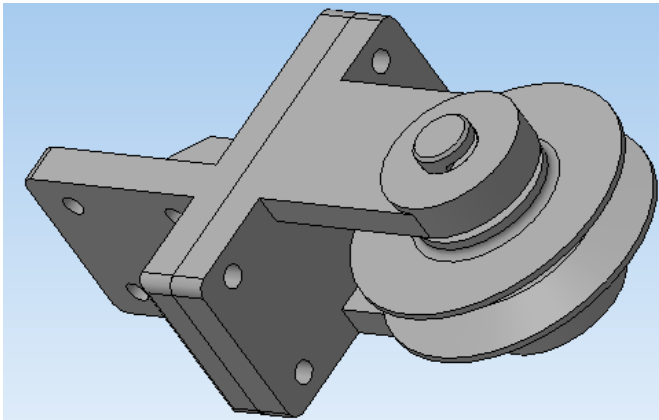


Рис. 6.7.

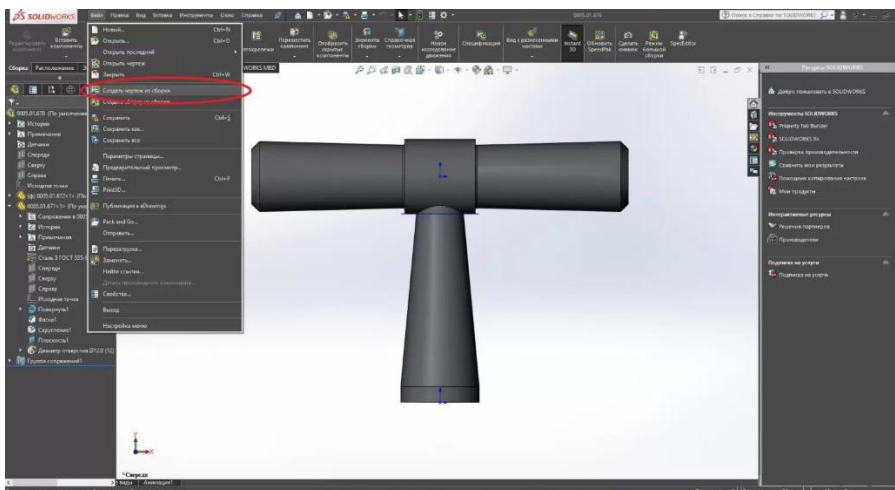
Після створення всіх видів та перерізів просявляються розміри та інші позначення. При цьому потрібно слідкувати, щоб був активним той вид, на якому просявляються позначення.

Креслення оформлюють на аркушах паперу формату А4 чи А3.

Практична робота № 7.

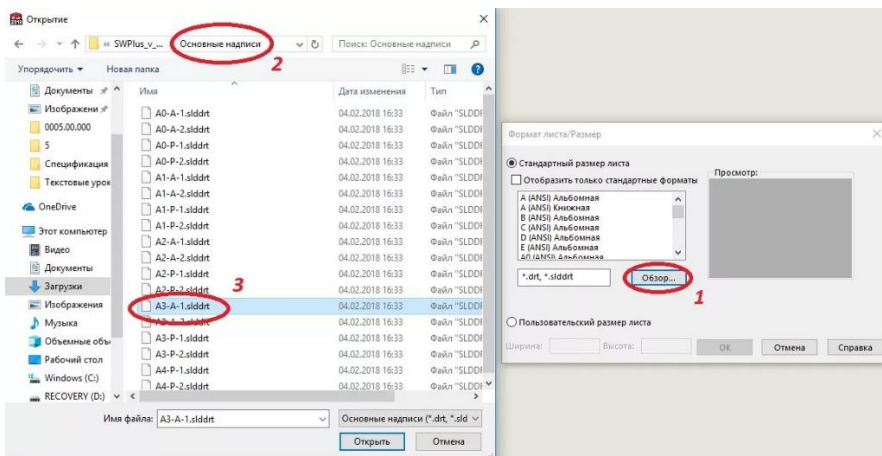
Автоматизоване створення специфікації складального вузла

Відкриваємо готову збірку. Далі натисніть: *Файл > Створити креслення з частини*

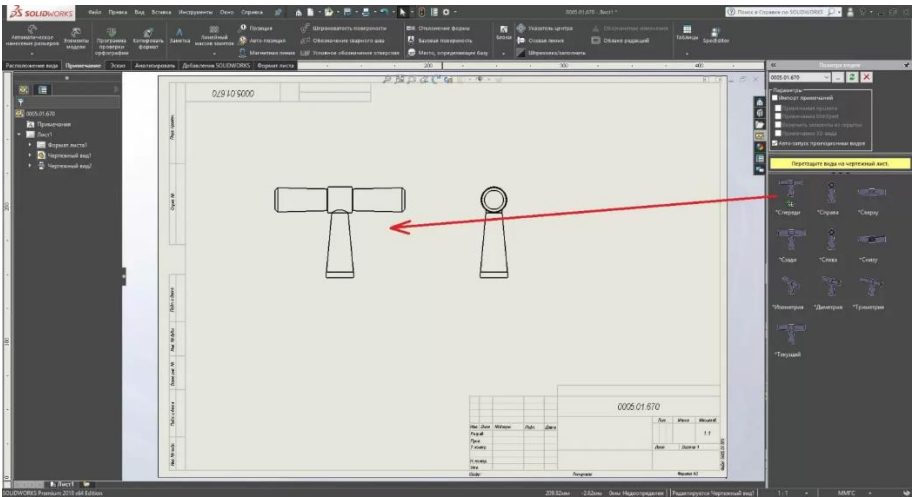


Далі вискочить вікно, в якому потрібно вибрати формат листа.

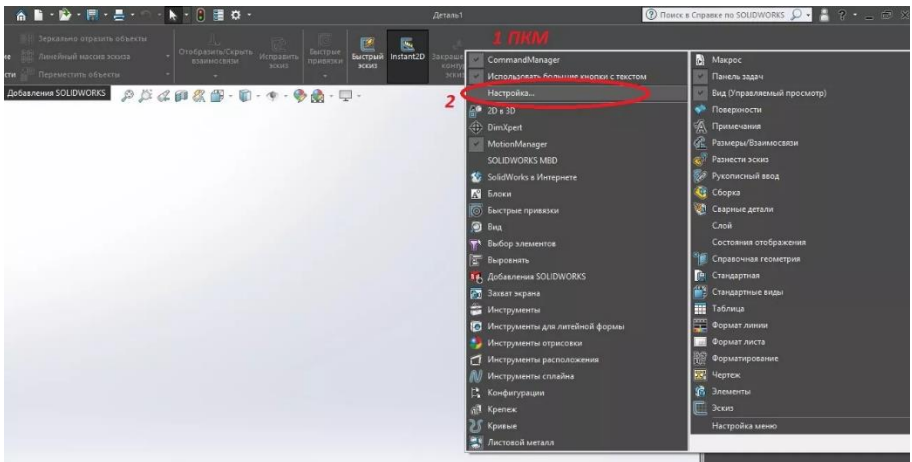
Далі натисніть: *Огляд знайдіть > завантажену папку і відкрийте директорію Main labels Виберіть формат аркуша > збірки > Натисніть ОК*



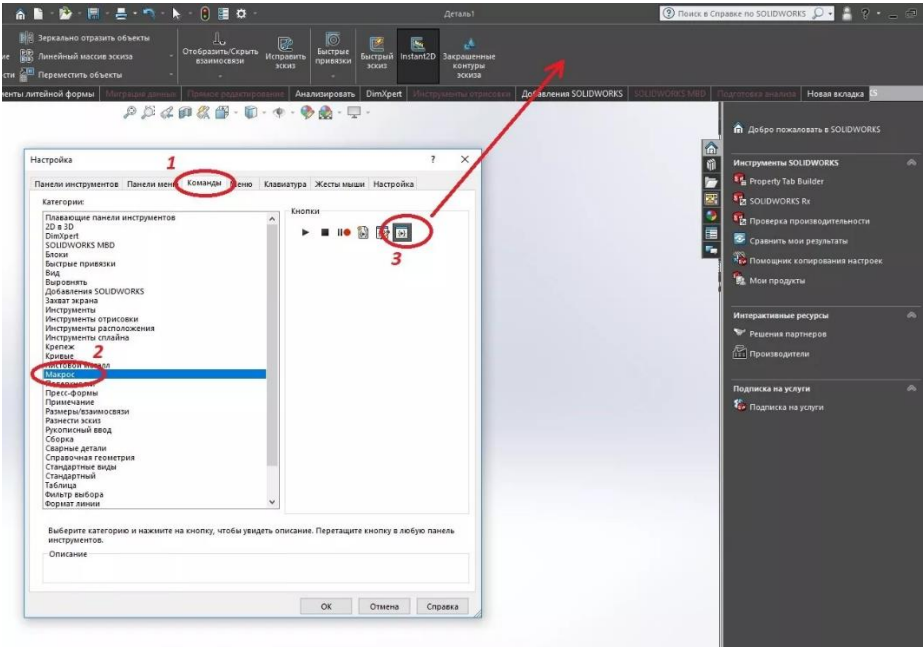
Для того щоб перенести потрібний вид на креслення, досить в правому вікні вибрати потрібний вид і перенести його на креслення так, як показано на рис.



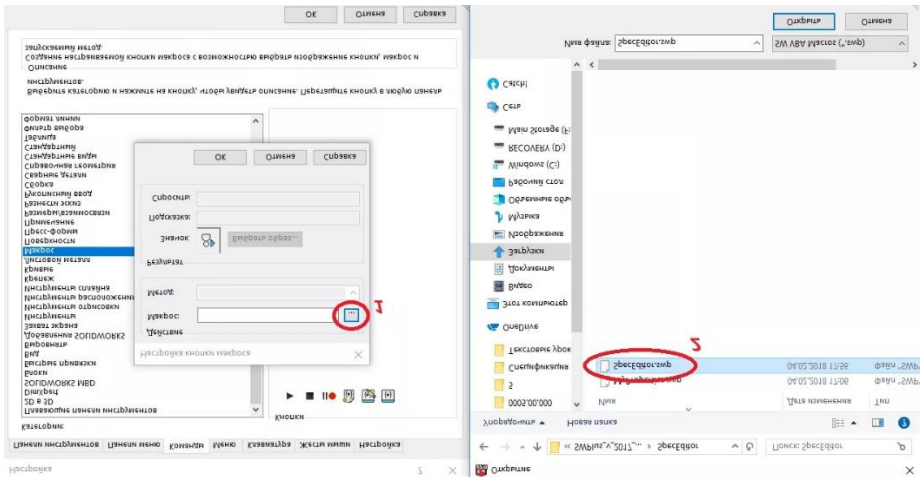
Далі клікніть правою кнопкою миші по порожньому місці на панелі інструментів і перейдіть в *Налаштування...*



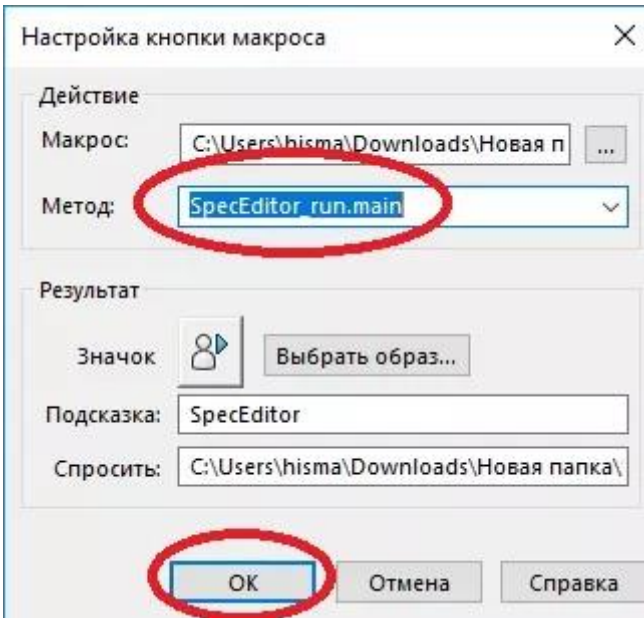
Після цього з'явиться вікно, в якому потрібно перейти на вкладку *Команди* і знайти в *списку категорій Макрос* і перетягнути значок макросу так, як показано на малюнку.



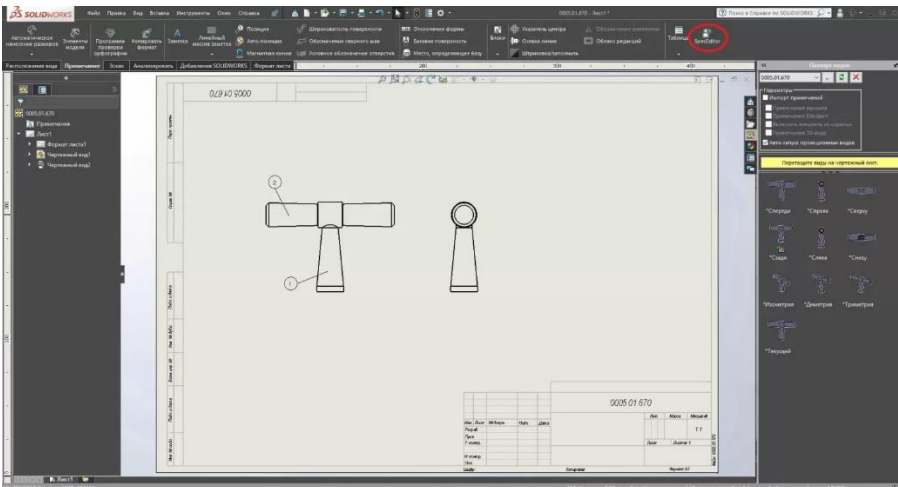
Після цього вискочить нове вікно, в якому потрібно натиснути на кнопку, яка зображена на малюнку, потім потрібно знайти завантажену папку* і в ній знайти директорію "SpecEditor" і вибрати відповідний файл. Натисніть кнопку *Відкрити*.



Далі вибираємо спосіб у вікні, як зазначено на рис. і натисніть кнопку “OK”.



Після того як складальне креслення буде завершено, можна переходити до етапу специфікації. Натисніть на макрос SpecEditor.

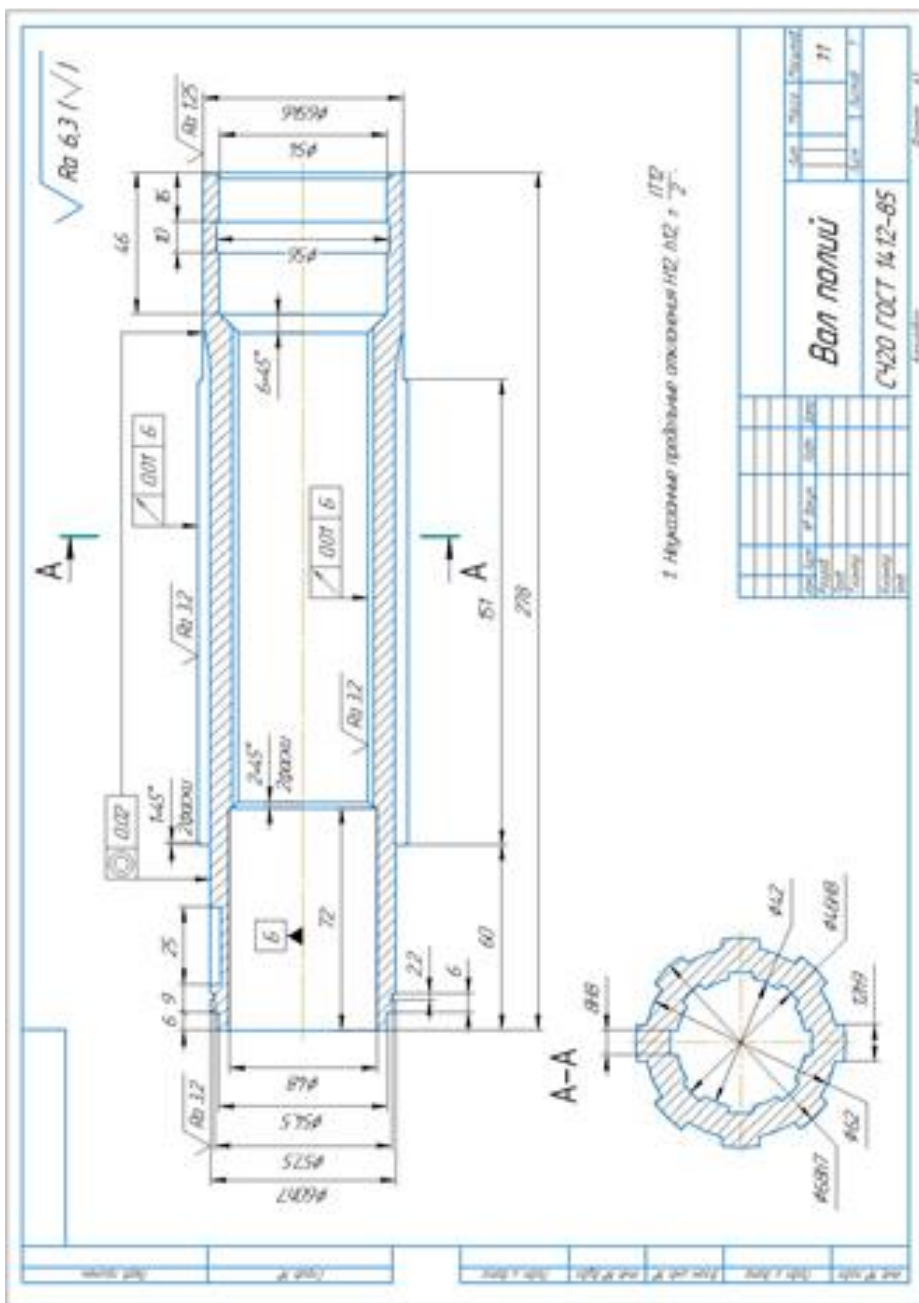


У вікні заповніть всю необхідну інформацію для специфікації і натисніть *Створити*. При необхідності специфікація також може бути створена на монтажному аркуші. Для цього потрібно поставити галочку *поруч з опцією на аркуші СБ*.

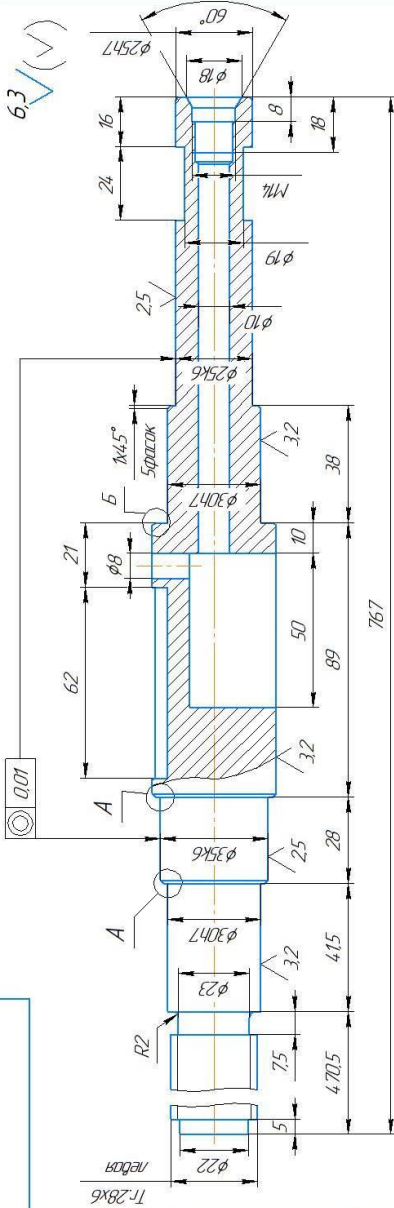
Після цього автоматично створюється лист ВОР разом з перенесеною інформацією.

Спецификация	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		<i>Документация</i>		
А1	0005.01.670СБ	Сборочный чертеж		
		<i>Детали</i>		
	1 0005.01.672	Стойка	1	
	2 Ручка	Корпус	1	

Створення специфікації з вимогами ГОСТу готове.

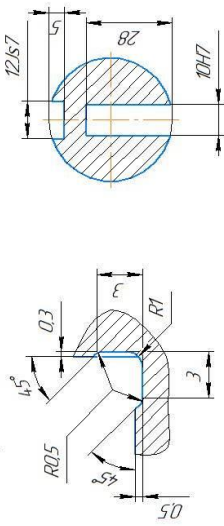


6.3 \sqrt{R}



Тр-28х6
лестя
R2
A
A
B
5
62
21
24
16
60°
18
8
18
2.5
25
32
38
10
50
89
767
32
28
415
25
32
4.705
7.5
5
22
23
30.7
35.6
0.01

А,Б,О (5:1)



1. Неуказанные предельные отклонения H12, h12 ± 1/2.

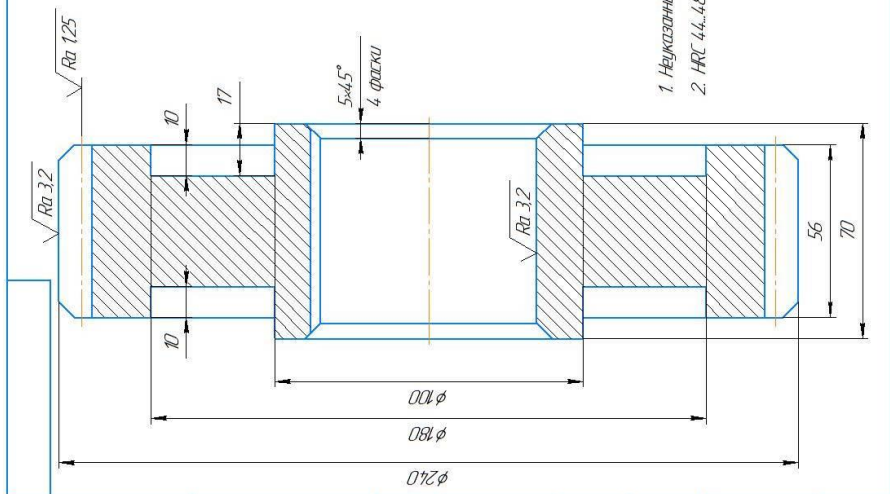
Изм.	Лист	№ докум.	Лист	Дата	Лист	Масса	Масштаб
							1:1
Разработ.	Провер.	Техничер.	Начальн. Упр.				
Вал				Сталь 45 ГОСТ 1050-88			

Формат А3

Копирован

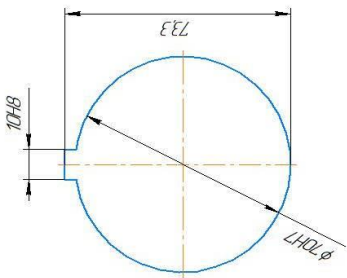
Имя № подл. Подп. и дата Имя № подл. Подп. и дата Имя № подл. Подп. и дата Имя № подл. Подп. и дата Имя № подл. Подп. и дата

Инд № подл. Подп. и дата. Инд № дил. Подп. и дата. Взам инд №. Инд № дил. Подп. и дата.



$Ra\ 6,3$

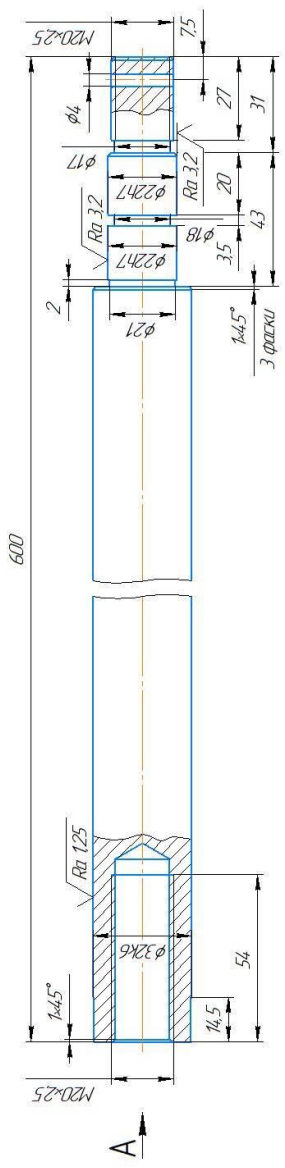
Модуль	m	5
Число зубьев	z	43
Исходный контур	-	ГОСТ 13755-81
Классификация ступеней	K	0.59/0.08
Степень точности	-	7-С
Длина общей нормали	W	86.36 ^{+0.08} _{-0.08}
Допуск на калодные влины	F _W	0.04
Допуск на обрат калодные колесо	f _{α'}	0.08
Допуск на обрат калодные шестеренно	f _α	0.028
Допуск на обрат калодные шестеренно	f _{α'}	0.056
Допуск на обрат калодные шестеренно	f _{α'}	0.016
Допуск на обрат калодные шестеренно	f _{α'}	±0.02
Допуск на обрат калодные шестеренно	d	225
Допуск на обрат калодные шестеренно	f _β	0.016
Допуск на обрат калодные шестеренно	p	34.917



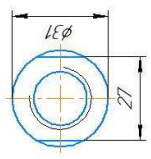
1. Неуказанные предельные отклонения H12, h12, $\pm \frac{IT12}{2}$.
2. НТС 4.4.4.8

Изм. № подл.	Подп. и дата.	Инд № дил.	Подп. и дата.	Взам инд №.	Инд № дил.	Подп. и дата.	Лист	Листов	
							11	1	
Шестерня								Лист	Листов
Сталь 40Х ГОСТ 4543-71								Лист	Листов

$\sqrt{Ra\ 12,5}$



Вид А



1 45.50 НРС

2. Неуказанные предельные отклонения Н12, н12, $\pm \frac{IT12}{2}$.

Инд. № разд.	Лист. и дата	Взам. инд. №	Инд. инд. №	Инд. № д/вл.	Лист. и дата	Спроб. №	Лист. и дата
--------------	--------------	--------------	-------------	--------------	--------------	----------	--------------

Имя	Лист	№ докум.	Лист	Дата	Шток	Лит.	Масса	Масштаб	
Разработ.						Лист		1:1	
Провер.						Лист			
Т. контро.						Лист			
Н. контро.						Лист			
Утв.									
Сталь 40Х ГОСТ 4543-71									

Рекомендована література

1. Сиротинський О. А., Лук'янчук О. П. Основи автоматизації проектування машин. Інтерактивний комплекс. Рівне : НУВГП, 2009. 105 с.
<http://ep3.nuwm.edu.ua/id/eprint/1641>
2. Системи автоматизованого проектування: конспект лекцій [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», спеціалізації «Комп'ютерно-інтегровані системи та технології в приладобудуванні» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; автори: К. С. Барандич, О. О. Подолян, М. М. Гладський. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 97 с.
https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/45614/1/SAPR_KL.pdf
3. Специфікація в SolidWorks <https://autocad-lessons.com/uk/spetsyfikatsiia-v-solidworks/#specifikacia-v-solidworks>

Варіанти завдань для виконання

Ролик																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
d ₁	200	205	210	215	220	225	230	235	240	245	250	255	260	265	270	275	280
d ₂	95	99	103	107	111	115	119	123	127	131	135	139	143	147	151	155	159
d ₃	60	64	68	72	76	80	84	88	92	96	100	104	108	112	116	120	124
d ₄	100	105	110	115	120	125	130	137	145	150	156	160	166	173	175	180	185
r ₁	9	9	9	9	9	9	9	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
r ₂	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7
α	35	35	35	35	35	35	35	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37
h	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5
H ₁	76	76	76	76	76	76	76	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78
H ₂	50	50	50	50	50	50	50	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52
Втулка																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
d ₁	60	64	68	72	76	80	84	88	92	96	100	104	108	112	116	120	124
d ₂	35	39	43	47	51	55	59	63	67	71	75	79	83	87	91	95	99
h	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5
l	76	76	76	76	76	76	76	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78
Вісь	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
d ₁	45	49	53	57	61	65	69	73	77	81	85	89	93	97	101	105	109
d ₂	35	39	43	47	51	55	59	63	67	71	75	79	83	87	91	95	99
h ₁	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5
h ₂	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
l ₁	70	70	70	70	70	70	70	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72
l ₂	39	39	39	40	40	40	40	41	41	41	41	41	42	42	42	42	42
l ₃	107	107	107	108	108	108	108	110	110	110	110	110	111	111	111	111	111
L	74,5	74,5	74,5	76,5	76,5	76,5	76,5	80,5	80,5	80,5	80,5	80,5	82,5	82,5	82,5	82,5	82,5
Кронштейн																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
l ₁	260	260	260	260	260	260	260	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270
l ₂	200	200	200	200	200	200	200	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205
l ₃	96	96	96	98	98	98	98	102	102	102	102	102	104	104	104	104	104
l ₄	136	136	136	138	138	138	138	142	142	142	142	142	144	144	144	144	144

Вилка																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
l_1	260	260	260	260	260	260	260	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270
l_2	200	200	200	200	200	200	200	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205
l_3	96	96	96	98	98	98	98	102	102	102	102	102	104	104	104	104	104
l_4	136	136	136	138	138	138	138	142	142	142	142	142	144	144	144	144	144
d_1	100	104	108	112	116	120	124	128	132	136	140	144	148	152	156	160	164
d_2	35	39	43	47	51	55	59	63	67	71	75	79	83	87	91	95	99
d_3	67,5	71,5	75,5	79,5	83,5	87,5	91,5	95,5	99,5	103,5	107,5	111,5	115,5	119,5	123,5	127,5	131,5
d_4	75	79	83	87	91	95	99	103	107	111	115	119	123	127	131	135	139
z_1	80	80	80	80	80	80	80	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82
z_2	22	22	22	23	23	23	23	24	24	24	24	24	25	25	25	25	25
z_3	34	34	34	35	35	35	35	36	36	36	36	36	37	37	37	37	37
l_5	148	148	148	150	150	150	150	154	154	154	154	154	156	156	156	156	156
h	160	162,5	165	167,5	170	172,5	175	177,5	180	182,5	185	187,5	190	192,5	195	197,5	200