



# Проектування Агрегатів Автоматизованих Механічних Систем. Курсовий Проєкт (ПААМС.КП)

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>13 Механічна інженерія</i>
Спеціальність	<i>131 Прикладна механіка</i>
Освітня програма	<i>Автоматизовані і роботизовані механічні системи</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)/дистанційна/змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>4 курс, 7 семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>1,5 кредити ECTS</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік/Курсовий проєкт</i>
Розклад занять	<i><a href="http://rozklad.kpi.ua/Schedules/">http://rozklad.kpi.ua/Schedules/</a></i>
Мова викладання	<i>Українська/Англійська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Практичні/консультації: к.т.н., доцент, Беліков Костянтин Олександрович, belikovka@gmail.com</i>
Розміщення курсу	

### Програма навчальної дисципліни

#### 1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Програма навчальної дисципліни «Проектування агрегатів автоматизованих механічних систем» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки магістрів (наукового і професійного спрямувань) з галузі знань 13 «Механічна інженерія» за спеціальністю 131 «Прикладна механіка».

**Метою** викладання дисципліни «Проектування агрегатів автоматизованих механічних систем» є формування у студентів здатностей: складати принципіві гідравлічні схеми підключення приводів; складати принципіві електричні схеми керування гідравлічними апаратами; виконувати розрахунок і вибір обладнання для систем керування гідроприводом; оформлювати проєктну документацію.

**Предмет вивчення** дисципліни: Порядок розрахунку основних параметрів гідравлічних приводів і правила оформлення звітної документації; Конструкція гідравлічних модулів, основні елементи, правила оформлення конструкторської документації; Побудова гідравлічних і електричних принципівих схем, принципи підбору обладнання і правила оформлення принципівих схем

#### **Навчання дозволить:**

Використовувати знання теоретичних основ механіки рідин і газів, теплотехніки та електротехніки для вирішення професійних завдань;

Виконувати геометричне моделювання деталей, механізмів і конструкцій у вигляді просторових моделей і проєкційних зображень та оформлювати результат у виді технічних і робочих креслень;

*Застосовувати нормативні та довідкові дані для контролю відповідності технічної документації, виробів і технологій стандартам, технічним умовам та іншим нормативним документам;*

**Отримані компетентності:**

*Здатність здійснювати оптимальний вибір технологічного обладнання, комплектацію технічних комплексів, мати базові уявлення про правила їх експлуатації;*

*Здатність застосовувати комп'ютеризовані системи проєктування (CAD), виробництва (CAM), інженерних досліджень (CAE) та спеціалізоване прикладне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань з прикладної механіки;*

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

## **2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)**

*Для успішного засвоєння матеріалу з навчальної дисципліни Електропривод з програмованим керуванням студенту необхідно успішно пройти навчання з наступних дисциплін:*

*"Механіка матеріалів і конструкцій" "Електротехніка і електроніка" "Механіка рідини і газу", "Дискретні системи керування приводами", "Основи конструювання та проєктування"*

*Результати навчання за дисципліною ПААМС можуть бути використані в подальшій науковій і інженерній діяльності, як в профільних дисциплінах, так і при роботі над кваліфікаційною роботою.*

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

- 1. Формування і оформлення технічного завдання до курсового проєкту*
- 2. Оформлення принципової гідравлічної схеми.*
- 3. Розрахунок гідроциліндра. Розрахунок споживаної витрати, зусилля на штоку циліндру при змінній швидкості переміщення. Розрахунок на стійкість.*
- 4. Гідравлічний розрахунок системи. Визначення характеристик джерела гідравлічної енергії. Вибір насоса, обладнання насосної станції, акумулятора*
- 5. Вибір датчиків і сенсорів гідросистеми. Оформлення електричної схеми. Вибір обладнання*
- 6. Повірочний розрахунок системи. Тепловий розрахунок. Підбір обладнання. Додаткові розрахунки конструктивних параметрів циліндра.*
- 7. Побудова моделі циліндру. Оформлення складального креслення. Вибір комплектуючих.*
- 8. Оформлення креслень деталей циліндра.*
- 9. Форматування і оформлення проєкту.*

## **4. Навчальні матеріали та ресурси**

- 1. ДСТУ 3455.1-96. Гідроприводи об'ємні та пневмоприводи. Частина 1. Загальні поняття. – К.: Держстандарт України, 1997. – 54 с.*
- 2. ДСТУ 3455.2-96. Гідроприводи об'ємні та пневмоприводи. Частина 2. Об'ємні гідромашини та пневмомашини. – К.: Держстандарт України, 1997. – 61 с.*
- 3. ДСТУ 3455.3-96. Гідроприводи об'ємні та пневмоприводи. Частина 3. Гідроапарати та пневмоапарати. – К.: Держстандарт України, 1997. – 37 с.*

4. ДСТУ 3455.4-96. Гідроприводи об'ємні та пневмоприводи. Частина 4. Кондиціонери робочого середовища, гідропосудини та пневмопосудини, гідроприводи та пневмоприводи. – К.: Держстандарт України, 1997. – 30 с.
5. ДСТУ ISO 1219-1:2018 Приводи гідравлічні і пневматичні та їхні елементи. Графічні умовні позначки та принципові схеми. Частина 1. Графічні умовні позначки для звичайних застосувань та застосовні для оброблення даних (ISO 1219-1:2012/Amd 1:2016, IDT). Зміна № 1:2018
6. ДСТУ ISO 1219-3:2018 Приводи гідравлічні і пневматичні та їхні елементи. Графічні умовні позначки та принципові схеми. Частина 3. Символьні модулі та позначки групи з'єднання обмоток у принципових схемах (ISO 1219-3:2016, IDT)

#### Додаткові матеріали

7. Product catalog Industrial hydraulics - [https://dc-us.resource.bosch.com/media/us/products\\_13/product\\_groups\\_1/industrial\\_hydraulics\\_5/pdfs\\_4/re00112-3.pdf](https://dc-us.resource.bosch.com/media/us/products_13/product_groups_1/industrial_hydraulics_5/pdfs_4/re00112-3.pdf)
8. Der Hydraulik Trainer Grundlagen Und Komponenten.pdf  
Hydraulik - Grundlagen und Komponenten, Authors:Herbert Exner, Helmut Kempf, R. Freitag, H. Geis, Bosch Rexroth AG, Print Book, German, 2011, Publisher:Bosch-Rexroth, Drive & Control Acad, Würzburg, 2011

### Навчальний контент

#### 5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

##### ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ

<i>Етапи виконання курсового проєкту</i>	
1.	Формування і оформлення технічного завдання до курсового проєкту
2.	Оформлення принципової гідравлічної схеми.
3.	Розрахунок гідроциліндра. Розрахунок споживаної витрати, зусилля на штоку циліндру при змінній швидкості переміщення. Розрахунок на стійкість.
4.	Гідравлічний розрахунок системи. Визначення характеристик джерела гідравлічної енергії. Вибір насоса, обладнання насосної станції, акумулятора
5.	Вибір датчиків і сенсорів гідросистеми. Оформлення електричної схеми. Вибір обладнання
6.	Повірений розрахунок системи. Тепловий розрахунок. Підбір обладнання. Додаткові розрахунки конструктивних параметрів циліндра.
7.	Побудова моделі циліндру. Оформлення складального креслення. Вибір комплектуючих.
8.	Оформлення креслень деталей циліндра.
9.	Форматування і оформлення проєкту.

##### Самостійна робота студента

№ з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1.	Виконання курсового проєкту	90

### Політика та контроль

#### 6. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які викладач ставить перед студентом:

- правила відвідування занять: відповідно до Наказу І-273 від 14.09.2020 р. заборонено оцінювати присутність або відсутність здобувача на аудиторному занятті, в тому числі нараховувати заохочувальні або штрафні бали. Відповідно до РСО даної дисципліни бали нараховують за відповідні види навчальної активності на лекційних заняттях.
- правила поведінки на заняттях: студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних заняттях, передбачені РСО дисципліни;
- використання засобів пошуку інформації на Google-сторінці викладача, в інтернеті;
- правила призначення заохочувальних та штрафних балів: заохочувальні та штрафні бали не входять до основної шкали РСО, а їх сума не перевищує 10% стартової шкали;
- політика щодо академічної доброчесності встановлює загальні моральні принципи, правила етичної поведінки осіб та передбачає політику академічної доброчесності для осіб, що працюють і навчаються, якими вони мають керуватись у своїй діяльності, в тому числі при вивченні та складанні контрольних заходів з дисципліни;
- при використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка на форумах та у соц. мережах тощо) необхідно дотримуватись загальноприйнятих етичних норм, зокрема бути ввічливим та обмежувати спілкування робочим часом викладача.

## 7. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО)

*Поточний контроль: контроль виконання етапів проєкту*

*Календарний контроль: провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.*

*Семестровий контроль: залік.*

*Умови допуску до семестрового контролю: мінімально позитивна оцінка за виконання етапів курсового проєкту, оформлена документація курсового проєкту в повному складі.*

*Для оцінювання результатів навчання застосовується 100-бальна рейтингова система і університетська шкала.*

*Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:*

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
<i>100-95</i>	<i>Відмінно</i>
<i>94-85</i>	<i>Дуже добре</i>
<i>84-75</i>	<i>Добре</i>
<i>74-65</i>	<i>Задовільно</i>
<i>64-60</i>	<i>Достатньо</i>
<i>Менше 60</i>	<i>Незадовільно</i>
<i>Не виконані умови допуску</i>	<i>Не допущено</i>

*Рейтинг студента розраховується виходячи із 100-бальної шкали (протягом семестру) і складається з балів, які студент отримує за:*

*– етапи виконання курсового проєкту.*

*Виконання етапів курсового проєкту:*

*Студент отримує*

*– роботу виконано в повному обсягу і своєчасно – 8...12 балів;*

*– роботу виконано з помилкою або несвоєчасно – 5...8 балів;*

*- роботу виконано з великою кількістю помилок і не своєчасно – 3...4 бали;*

*– роботу не зараховано (не виконано або є грубі помилки) – 0 балів.*

*Критерії залікового оцінювання:*

*– вичерпні відповіді на всі питання завдання, а також на додаткові питання: 95 ... 100 балів;*

*– вичерпні відповіді на всі питання завдання і на частину додаткових питань: 85-94 бали;*

*– принципово вірні відповіді на всі питання завдання: 80-84 бали;*

- є всі відповіді, деякі відповіді неповні: 71-79 балів;
- є всі відповіді але є помилки, які виправлено за додатковими питаннями: 66-70 балів;
- є помилки у відповідях або відсутня відповідь на одне з питань залікової роботи: 60-65 балів.
- роботу не виконано або є грубі помилки – 0 балів.

Студент отримує позитивну залікову оцінку без додаткових випробувань («автоматом») за результатами роботи в семестрі, якщо має підсумковий рейтинг за семестр не менше 60 балів.

Якщо студент виконав умови РСО щодо допуску до семестрового контролю, але має підсумковий рейтинг менше 60 балів або хоче підвищити поточну оцінку він виконує залікову роботу. При цьому здобувач отримує більшу з оцінок, що отримані за результатами залікової контрольної роботи або за рейтингом.

Критерії залікового оцінювання:

- вичерпні відповіді на всі питання завдання, а також на додаткові питання: 95 ... 100 балів;
- вичерпні відповіді на всі питання завдання і на частину додаткових питань: 85-94 бали;
- принципово вірні відповіді на всі питання завдання: 80-84 бали;
- є всі відповіді, деякі відповіді неповні: 71-79 балів;
- є всі відповіді але є помилки, які виправлено за додатковими питаннями: 66-70 балів;
- є помилки у відповідях або відсутня відповідь на одне з питань залікової роботи: 60-65 балів.
- роботу не виконано в неповному обсязі або є грубі помилки – : до 15 балів.

## **8. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)**

Приклад оформлення документації до проєкту

Титульна сторінка пояснювальної записки

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ**  
**«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ**  
**імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**  
Механіко-машинобудівний інститут  
Кафедра прикладної гідроаеромеханіки і механотроніки

## **Пояснювальна записка**

**до курсового проекту з дисципліни**  
**"Проектування агрегатів автоматизованих**  
**механічних систем"**

Виконала: студентка IV курсу, групи

. П.І.Б. студента

Перевірив:

Проект допущено до захисту « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ р.

Київ – 20 \_\_\_\_ року

## Лист завдання

### Вихідні дані до проекту:

Цикл роботи привода: 1 –  $\bar{1}$  – 2 –  $\bar{2}$  – КТ – ВЧ

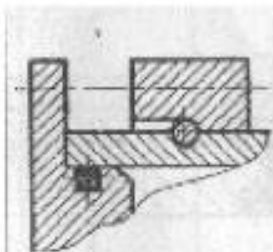
Перероблюємо цикл:

### Основний циліндр:

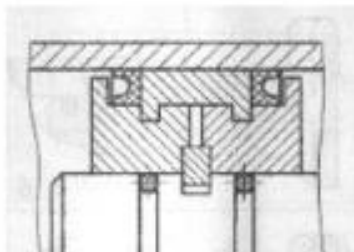
- корисне зусилля  $P = 20$  кН;
- робочий тиск  $p = 5,0$  МПа;
- швидкість швидкого підводу (відводу)  $v_{\text{шв(вк)}} = 5,0$  м/хв.;
- швидкість першої робочої подачі  $v_1 = 1,3$  м/хв.;
- швидкість другої робочої подачі  $v_2 = 2,20$  м/хв.;
- довжина ходу штока  $l = 0,5$  м;
- довжина трубопроводів на нагнітанні  $l_1 = 3,5$  м;
- довжина трубопроводів на зливі  $l_2 = 3,0$  м.

### Допоміжний циліндр:

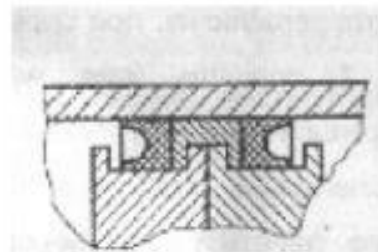
- корисне зусилля  $P_1 = 3,5$  кН;
- робочий тиск  $p_1 = 3,0$  МПа;
- час спрацювання  $t_1 = 7$  с;
- довжина ходу штока  $l_1 = 0,20$  м.



Кріплення кришок 11



Кріплення поршня до штока 3



Ущільнення поршня 12

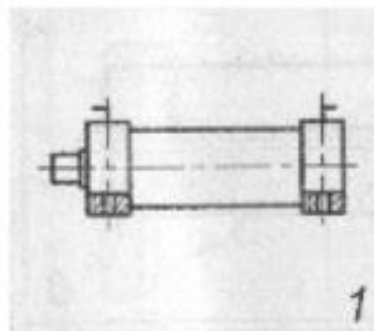


Схема основного циліндра 1

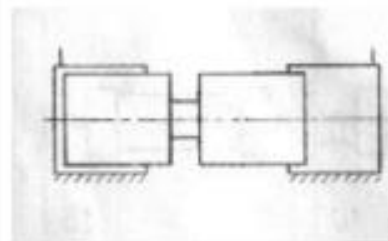


Схема допоміжного циліндра 5

## ЗМІСТ

Завдання	3
Вступ	4
1. Сфера застосування спроектованого гідропривода	4
2. Опис роботи і складання принципової схеми	5
3. Розрахунок гідроприводу	7
3.1. Визначення розмірів основного гідроциліндра	7
3.2. Визначення розмірів допоміжного гідроциліндра	8
3.3. Вибір робочої рідини	9
3.4. Визначення витрат і тисків в гідроциліндрах	9
3.5. Вибір подачі насосу	14
3.6. Гідрравлічний розрахунок і вибір розмірів трубопроводів	15
3.7. Тепловий розрахунок	19
3.8. Розрахунок гідроциліндрів на тривкість	21
3.9. Розрахунок різьбових з'єднань	22
4. Підбір обладнання	24
Список використаної літератури	31

<i>МА82.06.КП21.ЕГПМС.000.000 ПЗ</i>				
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата
Разраб.				
Провер.				
Н. Контр.				
Чтб.				
Електрогідрравлічний модуль пояснювально записка				
			Лист	Листов
			1	31
<i>КПІ ім.Ігоря Сікорського, ММІ</i>				



### 3.5 Вибір подачі насосу

Для нормальної роботи гідроприводу необхідно, щоб у кожному такті виконувалася умова:

$$Q_H \geq \sum Q_i$$

де  $Q_H$  - подача насоса;  $Q_i$  - витрата споживана гідродвигуном в відповідному такті.

В деяких тактах потужність насоса використовується не цілком, надлишок рідини буде зливатися через переливний клапан у бак, що знижує ККД гідросистеми. Об'єм рідини, що буде надходить у гідросистему за час циклу  $t_u$ :

$$V_u = \sum Q_i \cdot t_i$$

Об'єм рідини  $V_{u,c}$ , споживаний гідросистемою за час циклу:

$$V_{\Sigma} = V_{1sp} + V_{1rp1} + V_{1rp2} + V_{1rp1_{zvor}} + V_{1rp2_{zvor}} + V_{1sp_{zvor}} + V_2 + V_{2_{zvor}} = 0.0031, m^3$$

$$V_{POVNE} = V_{\Sigma} \cdot 1000 = 3.0644, L$$

$$T_{\Sigma} = t_{1sp} + t_{1rp1} + t_{1rp2} + t_{1rp1_{zvor}} + t_{1rp2_{zvor}} + t_{1sp_{zvor}} + 2 \cdot T_{sprazdop} = 72.4571, sec$$

Оптимальним можна вважати режим роботи, при якому подача насоса дорівнює середньому  $Q_{cp}$  значенню витрати, споживаної приводом за цикл

$$Q_s \cdot 10r = V_{\Sigma} / T_{\Sigma} = 4.2292 \cdot 10^{-05}$$

$$Q_{SER} = Q_s \cdot 10r \cdot 60000 = 2.5375$$

Приймаємо  $k_1 = 1,1$

$$Q_H = Q_s \cdot 10r \cdot 1.1 = 4.6521 \cdot 10^{-05}, m^3/sec$$

$$Q_{NASOSA} = Q_H \cdot 1000 \cdot 60 = 2.7913, L/min$$

Вибираємо насос CTRO-008/B5/B50.37A/1P-3.2/B11N/

$$Q_{NASOSA} = 3.2,$$

$$Q_H = Q_{NASOSA} / 60000 = 5.3333 \cdot 10^{-05}$$

$$K_3 = 1.2$$

Робочий об'єм акумулятора можна визначити на підставі діаграми витрат.

$$V_{gidroakumul} = ((Q_{1sp} - Q_H) \cdot t_{1sp} + (Q_{1rp1} - Q_H) \cdot t_{1rp1} + (Q_{1rp2} - Q_H) \cdot t_{1rp2} + (Q_{1sp_{zvor}} - Q_H) \cdot t_{1sp_{zvor}}) \cdot K_3 = 4.4838 \cdot 10^{-05}, m^3$$

$$V_{GA} = V_{gidroakumul} \cdot 1000 = 0.0448, Liters$$

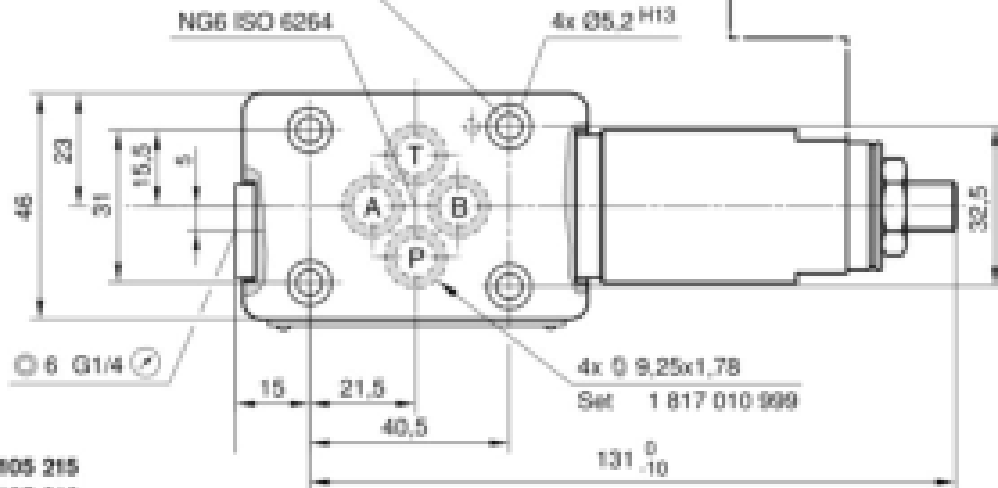
А також можна підібрати з найбільшої витрати у циклі (швидкий підвід)

$$V_{GA} = (Q_{Nsp} - Q_{NASOSA}) \cdot \left(\frac{t_{1sp}}{60}\right) = 0.1541$$

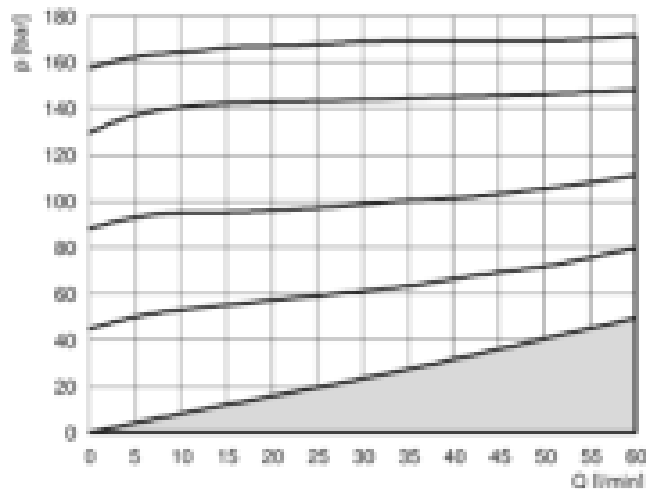
									Лист
									12
Км	Лист	№ докум.	Підпись	Дата	МА82.06.КП21.ЕГПМС.000.000 ПЗ				

0 811 105 218  
 0 811 105 219  
 0 811 105 220

M5x40 DIN 912-10.9 (4x)  
 2 910 151 170



0 811 105 215  
 0 811 105 216  
 0 811 105 217



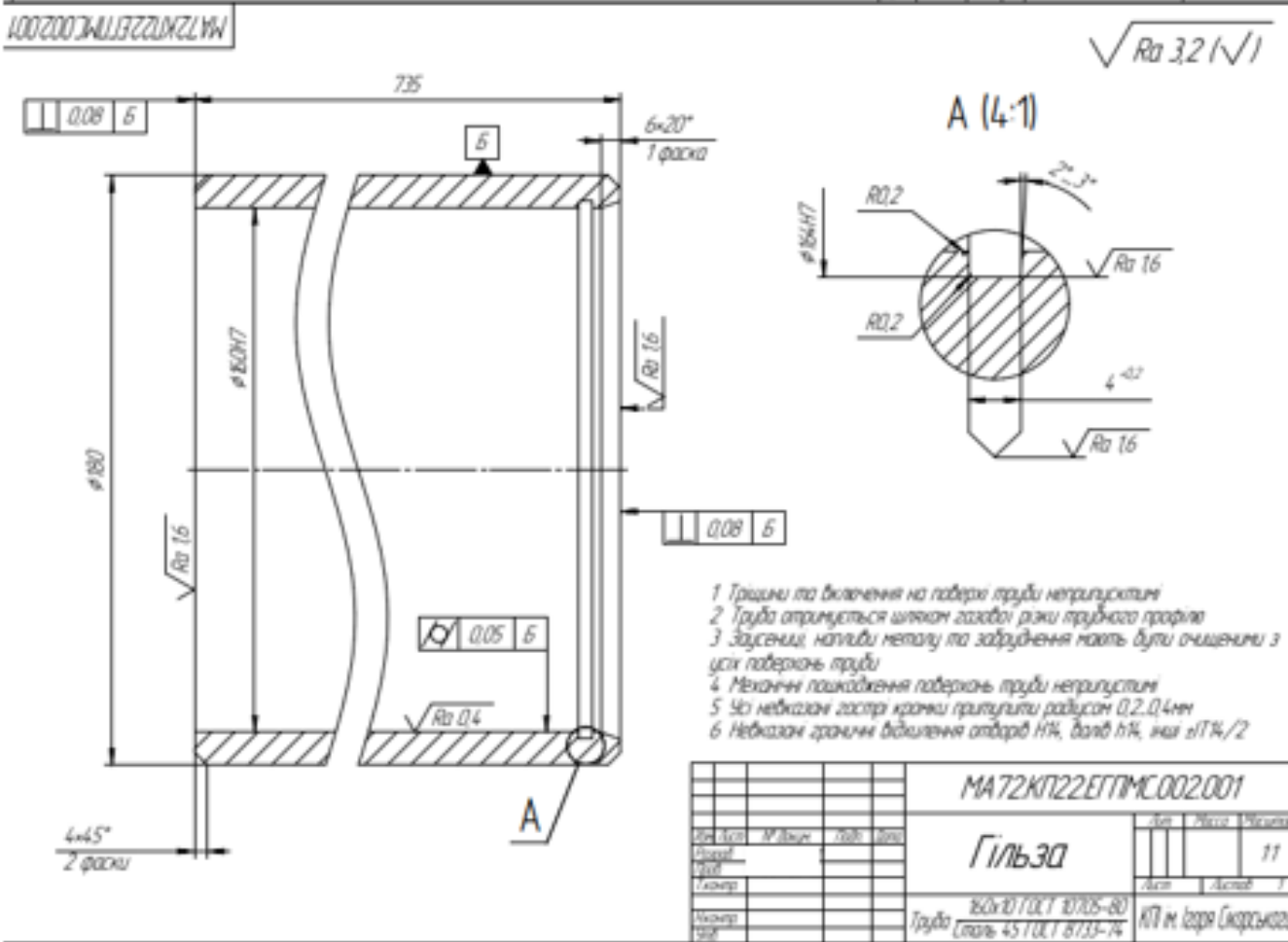
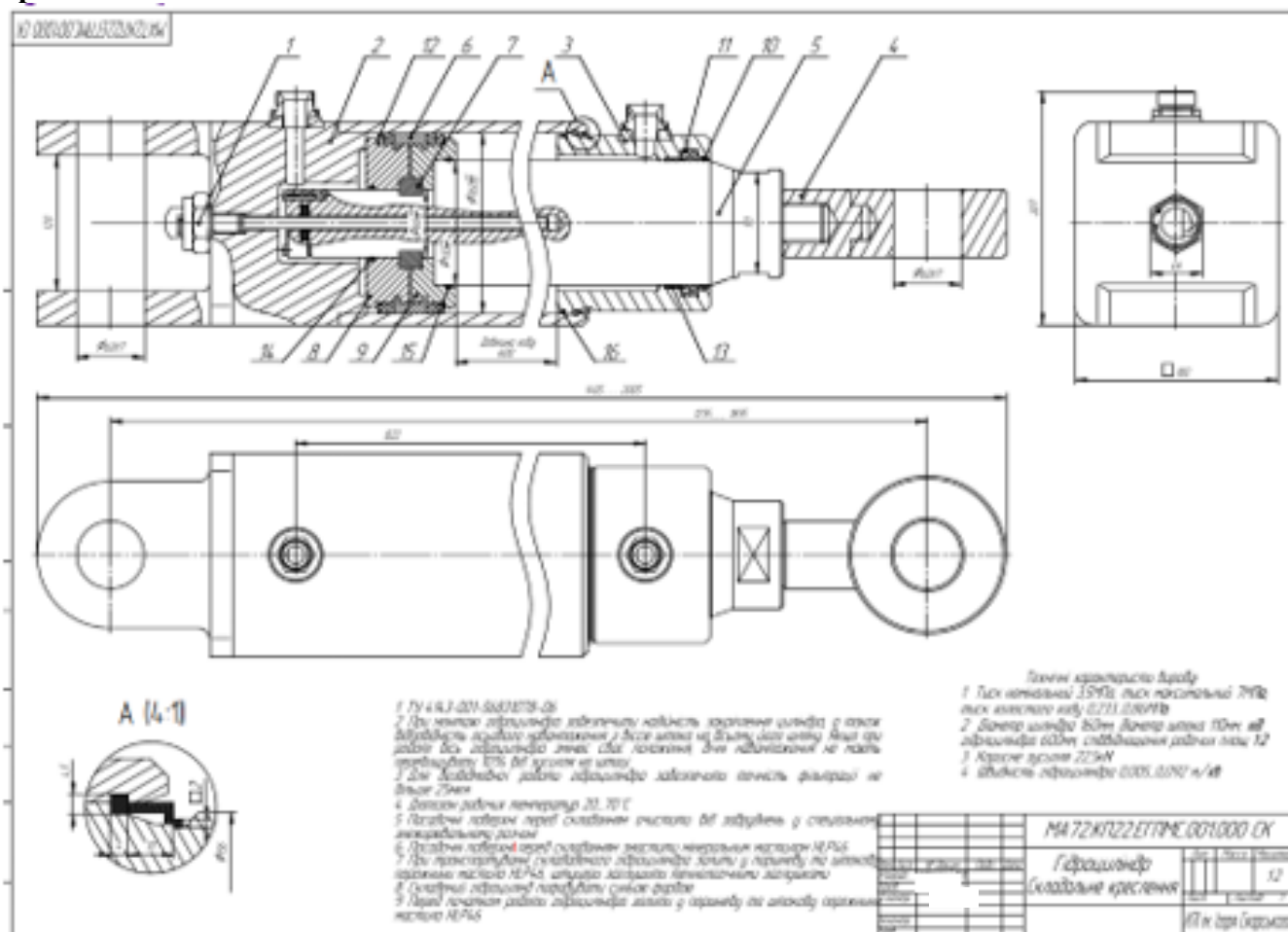
Максимальна витрата, л/хв	60
Максимальний тиск, МПа	31.5
Максимальний тиск налаштування, МПа	16
Якість гідролічної рідини	ISO 4406 class 20/18/15
Вага, кг	1.4

Рис. 4.8. Клапан тиску KT2 Bosch Rexroth DB6DPBW7-1X/160V.

Клапан тиску переливний KT3 для налаштування тиску в акумуляторі підбираємо за найбільшим тиском з табл. 4.3, 7.12 МПа, найбільша витрата 31.81



# Креслення



**Робочу програму навчальної дисципліни (силабус): Проєктування Агрегатів Автоматизованих Механічних Систем**

**Складено:**

Доцентом кафедри ПГМ, кандидатом технічних наук, Беліковим Костянтином Олександровичем

**Ухвалено:** кафедрою ПГМ (протокол №17 від 14.06.2022 р.)

**Погоджено** Методичною комісією факультету<sup>1</sup> (протокол № 11 від 29.08.2022)

---

<sup>1</sup> Методичною радою університету – для загальноуніверситетських дисциплін.