МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

# ТЕХНОЛОГІЧНІ ВИМІРЮВАННЯ ТА ПРИЛАДИ-2

## (КУРСОВИЙ ПРОЕКТ)

*Рекомендовано Методичною радою КПІ імені Ігоря Сікорського
як навчальний посібник для студентів, які навчаються за спеціальністю
151 "Автоматизація та комп'ютерно - інтегровані технології",
освітньо-професійною програмою "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані
технології кібер-енергетичних систем",*

Київ

КПІ імені Ігоря Сікорського

2020

Рецензент: *Сірий О.А., к.т.н., доцент*

Відповідальний редактор: *Волощук В.А., докт. техн. наук, в.о. зав. кафедри*

*Гриф надано Методичною радою КПІ імені Ігоря Сікорського (протокол № 2 від 01.10.2020 р.) за поданням Вченої ради факультету (протокол № від . .2019 р.)*

Електронне мережне навчальне видання

*Некрашевич Олена Василівна,* ст. викладач

*Ноженко Костянтин Данилович,* ст. викладач

# ТЕХНОЛОГІЧНІ ВИМІРЮВАННЯ ТА ПРИЛАДИ-2

(КУРСОВИЙ ПРОЕКТ)

Технологічні вимірювання та прилади: Курсовий проект [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», освітньо-професійна програма «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології кібер-енергетичних систем» /Укладачі: О. В. Некрашевич, К. Д. Ноженко ; КПІ імені Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: ____ Мбайт). – Київ : КПІ імені Ігоря Сікорського, 2020. – ___ с.

Посібник призначений для студентів, які навчаються за спеціальністю 151 «Автоматизація та комп'ютерно інтегровані технології», освітньо-професійна програма «Автоматизація та комп'ютерно інтегровані технології кібер-енергетичних систем», які розробляють курсовий проект з курсу «Технологічні вимірювання та прилади».

Вказівки містять необхідні теоретичні відомості; завдання до курсового проекту; склад, обсяг та структуру курсового проекту; рекомендації до виконання розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини проекту; вказівки про порядок захисту проекту. Методичні вказівки можуть використовуватися при розроблені курсових проектів із суміжних дисциплін, а також під час самостійної роботи студентів.

© О. В. Некрашевич, К. Д. Ноженко, 2019
© КПІ імені Ігоря Сікорського, 2020

# ЗМІСТ

1. ЗАДАЧІ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ ..... 4
2. ЗАВДАННЯ НА ПРОЕКТУВАННЯ ..... 5
3. ЗМІСТ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ ..... 6
4. ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ ..... 7
5. ВКАЗІВКИ ПО ВИКОНАННЮ ГРАФІЧНИХ ДОКУМЕНТІВ ..... 8
5.1.1. Виконання схеми автоматичного контролю ..... 8
5.2. Виконання монтажних креслень ..... 11
6. ВКАЗІВКИ ДО СКЛАДАННЯ ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ ..... 13
7. ВКАЗІВКИ ДО СКЛАДАННЯ СПЕЦИФІКАЦІЇ ОБЛАДНАННЯ ..... 20
8. ВКАЗІВКИ ДО СКЛАДАННЯ ВІДОМОСТІ ДОКУМЕНТІВ ПРОЕКТУ ..... 20
9. ЗАХИСТ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ ..... 21
10. ПОРЯДОК КОМПЛЕКТУВАННЯ ДОКУМЕНТІВ ..... 21
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ..... 22
Додаток 1 Завдання на курсовий проект ..... 23
Додаток 2 Умовні графічні зображення трубопроводів ..... 24
Додаток 3 Основні умовні графічні зображення приладів та засобів автоматизації ..... 25
Додаток 4 Літерні умовні позначення ..... 26
Додаток 5 Додаткові літерні позначення, які відображають функціональні ознаки приладів ..... 28
Додаток 6 Форма відомості проекту ..... 29
Додаток 7 Порядок складання креслення у папки ..... 30
Додаток 9 Форма специфікації обладнання, виробів та матеріалів ..... 33
Додаток 10 Основні вимоги до вибору засобів контролю ..... 35
Додаток 11 Приклад оформлення основного напису до курсового проекту ..... 37
Додаток 12 Приблизний перелік тем курсового проекту ..... 37

# 1. ЗАДАЧІ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

Курсовий проект є важливою частиною не лише вивчення дисциплін «Теплотехнічні вимірювання та прилади» та «Сучасні вимірювальні системи», а і процесу формування кваліфікованого фахівця в галузі автоматизації теплоенергетичних процесів.

Виконання проекту має сприяти поглибленню та узагальненню знань, отриманих студентами під час навчання, а також використанню цих знань для розв'язання конкретного інженерного завдання, навчити студентів користуватися довідниками, стандартами, таблицями, номограмами і типовими проектами.

Основні задачі курсового проекту [1]:

а) Вивчити технологічний процес та теплову роботу конкретного агрегату, який задається викладачем кожному студенту індивідуально;

б) Навчитися розробляти та обґрунтовувати схеми контролю;

в) Навчитися робити обґрунтований вибір засобів контролю, користуючись **сучасними** довідниками, каталогами фірм-виробників. Для цього треба визначити діапазон змін параметрів, які необхідно контролювати, а також передбачити необхідність сигналізації, види сигналів для дистанційної передачі інформації та ін.;

г) Засвоїти техніку складання монтажних креслень, специфікацій обладнання та пояснювальної записки;

д) Виробити навички публічного захисту прийнятих технічних рішень.

## 2. ЗАВДАННЯ НА ПРОЕКТУВАННЯ

Кожному студенту керівник проекту дає індивідуальне завдання (див. додаток 1) на проектування системи автоматичного контролю будь-якого теплоенергетичного об’єкта, на якому треба вимірювати витрати газів, пари або рідини, а також тиск і температуру в необхідних місцях. На деяких об’єктах необхідно також вимірювати рівень, концентрацію або інші параметри. Крім того, до завдання додається графік виконання основних етапів проекту [1].

Теми курсових проектів мають бути реальними, тобто базуватися на матеріалах промислових підприємств, наукових праць кафедри та можуть охоплювати питання розробки і модернізації технічних засобів контролю, поліпшення їх характеристик: підвищення точності, розширення меж вимірювання, підвищення надійності, терміну дії й ін.

Важливим елементом завдання є його спрямованість на розвиток навичок самостійної роботи студентів. Можливо також використання учбової тематики в курсовому проектуванні для розробки технічних засобів навчання, лабораторних макетів та ін.

## 3. ЗМІСТ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

Проект складається з [1]:

а) графічних документів:

1) схема автоматичного контролю агрегату;
2) встановлення конкретного звужуючого засобу на конкретному трубопроводі (поз.____);
3) встановлення конкретного засобу вимірювання температури в конкретному місці агрегату (поз.____)

*Примітка:* Позиція конкретних засобів автоматизації проставляються згідно зі схемою автоматичного контролю агрегату.

б) текстових документів:

1) пояснювальна записка;
2) специфікація обладнання;
3) відомість документів проекту.

Пояснювальна записка складається з наступних розділів:

ПІДСТАВА ДЛЯ РОЗРОБКИ

РОЗДІЛ 1. КОРОТКА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА КОНТРОЛЮ

РОЗДІЛ 2. ПРОЕКТНІ РІШЕННЯ

2.1. Опис структури системи контролю;

2.2. Вибір і обґрунтування засобів вимірювання.

РОЗДІЛ 3. РОЗРАХУНКИ

3.1. Розрахунок звужуючого пристрою (поз. __);

3.2. Розрахунок метрологічних характеристик вимірювальних каналів.

РОЗДІЛ 4. ВИБІР ВТОРИННОГО ПРИЛАДУ ВИМІРЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ (поз. __)

ВИСНОВКИ

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

ДОДАТКИ

## 4. ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

Графік вписується в завдання і має наступні етапи (див. табл.1).

Таблиця 1

| № п/п | Назва етапу | Термін виконання |
|---|---|---|
| 1 | Вивчення з використанням літературних джерел технологічного процесу та конструкції агрегату | 3-й тиждень |
| 2 | Уточнення вимог до автоматичної системи контролю (АСК), діапазонів змін всіх контрольованих параметрів, необхідної точності вимірювань | 5-й тиждень |
| 3 | Розробка схеми контролю з представленням першого аркушу спільно зі специфікацією обладнання | 7-ий тиждень |
| 4 | Розрахунок вимірювального звужуючого засобу для заданої викладачем межі витрати | 10-й тиждень |
| 5 | Розробка монтажних креслень встановлення засобів вимірювання витрати | 11-й тиждень |
| 6 | Розрахунок метрологічних характеристик вимірювальних каналів | 12-й тиждень |
| 7 | Розробка монтажних креслень встановлення засобів вимірювання температури | 14-й тиждень |
| 8 | Оформлення пояснювальної записки та відомості документів проекту | 16-й тиждень |
| 9 | Захист проекту | 17-й тиждень |

# 5. ВКАЗІВКИ ПО ВИКОНАННЮ ГРАФІЧНИХ ДОКУМЕНТІВ

Всі креслення мають бути виконаними у відповідності з вимогами, які наведені в методичних вказівках щодо оформлення курсових та дипломних проектів [2] та додатком 8, 11. Всі креслення виконуються на комп'ютері. На кожному листі креслень в правому нижньому кутку розташовують основний напис. Додаткові написи розташовують також у відповідності з [2].

### 5.1.1. Виконання схеми автоматичного контролю

Схема автоматичного контролю повинна мати:

а) спрощене зображення об'єкта управління або його частини, для якого розроблена схема;
б) засоби технічного забезпечення автоматичного контролю (умовними позначеннями згідно діючих стандартів) за виключенням допоміжних пристроїв і апаратури (джерел живлення, реле, блоків керування та ін.);
в) функціональні зв'язки між засобами технічного забезпечення, які зображені на схемі;
г) зовнішні функціональні зв'язки засобів технічного забезпечення, які зображені на схемі, з іншими технічними засобами;
д) таблицю використаних в схемі умовних позначень, які не передбачені діючими стандартами.

В курсовому проекті розробляється схема автоматичного контролю та сигналізації, тобто не треба приводити відсічні клапани, засоби та пристрої керування. Формат аркуша визначається в залежності від складності об'єкта та кількості необхідної вимірювальної апаратури.

Технологічне устаткування на схемі має відповідати власній конфігурації, але має бути зображено спрощено без масштабу та другорядних деталей. Окремі

пристрої технологічного агрегату можна зображати окремо від об’єкта але в цьому разі треба давати необхідні вказівки щодо їх взаємозв’язку .

Технологічні трубопроводи можуть зображуватися умовними позначеннями у відповідності з додатком 2. Умовні графічні позначення приладів та засобів автоматизації необхідно виконувати по стандарту, в якому система позначень будується на функціональних ознаках. Основні умовні позначення приладів та засобів автоматизації наведені в додатку 3, а літерні умовні позначення в додатках 4 та 5. Послідовність літер в позначеннях приладів має бути наступною: основне позначення величини, що вимірюється; позначення, яке уточнює (якщо це необхідно) значення першої літери; позначення функціональних ознак приладу. Функціональні ознаки треба розташовувати наступним чином IRCSA. Приклад побудови умовного позначення наведено на рисунку 5.1.

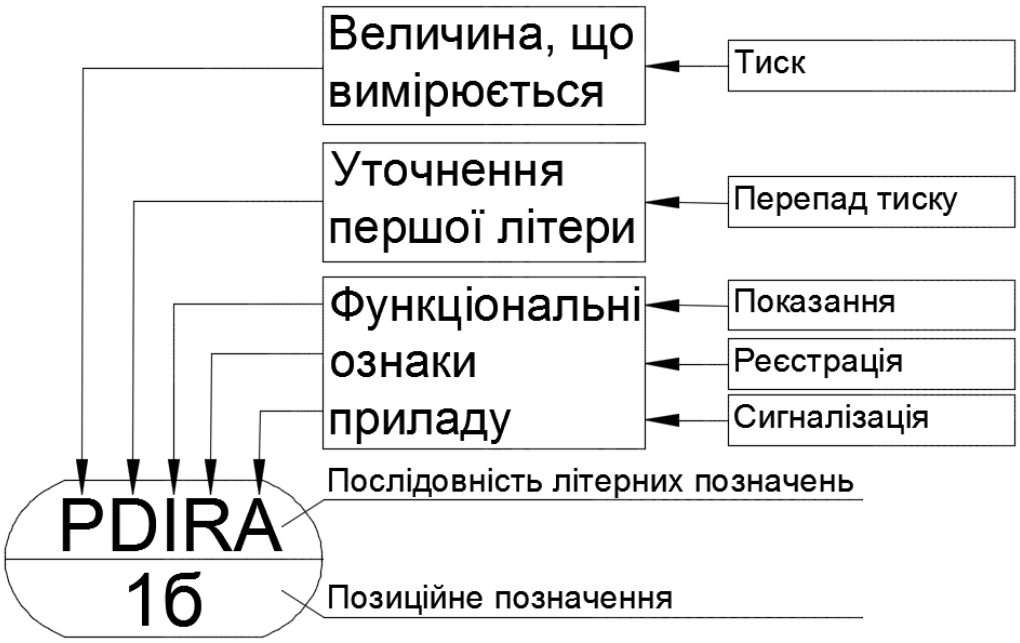



Рисунок 5.1 – Приклад побудови умовного позначення приладу для вимірювання та реєстрації перепаду тиску

*Примітка:* Функціональна ознака приладів – «сигналізація» завжди позначається в кінці послідовності літерного позначення.

Прямокутники, які зображують щити і пульти, слід розміщувати в нижній частині креслення у наступному порядку: «Місцеві прилади», «Щит контролю»,

«Щит оператора» і т. ін. Під зображеннями щитів та пультів може бути накреслений прямокутник, в якому наносяться написи, які пояснюють значення засобів вимірювання. Підвід ліній зв’язку до символу приладу можна виконувати з будь-якого боку кола (зверху, збоку, знизу).

Усім приладам і засобам автоматизації надаються позиційні позначення, які зберігаються у всіх документах проекту. Позиційні позначення мають складатися з порядкового номеру комплекту, а також індексів елементів комплекту, які можуть позначатися або цифрами, або літерами, наприклад 5-1, 5-2, або 5а, 5б, 5в і т. ін.

Виділення групи елементів схеми за якоюсь ознакою слід виконувати штрих пунктирною лінією з пояснювальним написом у лівому верхньому кутку рамки.

Лінії зв’язку, зазвичай, мають бути паралельні лініям зовнішньої рамки схеми та виконуються тонкими лініями (0,2÷0,3 мм) по найкоротшій відстані з мінімальною кількістю перетинів. Напрямок ліній зв’язку зверху донизу та зліва направо слід вважати основним. З’єднання ліній зв’язку слід позначати точкою на їхньому перетині.

На лініях зв’язку мають бути зазначені крайні (максимальні або мінімальні) значення величин, які вимірюються, згідно ГОСТ 8.417 або в одиницях шкали приладу.

Відстань між сусідніми паралельними лініями зв’язку має бути не меншим за 3 мм. Відстань між сусідніми елементами схеми має бути не меншим ніж 10 мм.

Розрив ліній має бути позначений. В місцях розривів дозволяється використовувати ідентифікатор у вигляді арабських цифр, які вказують на номер лінії у порядку розташування приладів у прямокутнику «Місцеві прилади».

Прилади, які вмонтовано в технологічні комунікації, показують в розриві ліній зображення комунікацій, а ті, що встановлюються на технологічному обладнанні (за допомогою закладних пристроїв), показують поряд (рисунок 5.2).

Пояснювальні написи, умовні позначення, скорочення розміщують на вільному полі креслення (якщо можливо над основним написом) і при

необхідності зводять в таблицю.

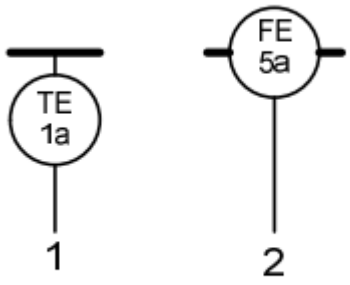



Рисунок 5.2 – Фрагмент схеми контролю

В схемах автоматизації рекомендується зображати контури технологічного устаткування, прямокутники щитів, трубопроводи лініями товщиною 0,6÷1,5 мм; засоби автоматизації – 0,5÷0,6 мм; лінії функціональних зв'язків між засобами автоматизації – 0,2÷0,3 мм.

Схема автоматичного контролю є основою для розробки специфікації обладнання. Замовляти треба тільки **сучасні** прилади вітчизняного виробництва або прилади, які випускаються сумісними підприємствами.

## 5.2. Виконання монтажних креслень

В курсовому проекті виконуються два монтажних креслення:

1) встановлення термоперетворювача для вимірювання температури на технологічному устаткуванні;
2) встановлення вимірювального звужуючого пристрою.

Встановлення первинних перетворювачів нормалізована і здійснюється на основі типових монтажних креслень, які передбачають типові способи встановлення приладів, засобів автоматизації і монтажних виробів. В монтажних кресленнях треба зазначити відомості, які визначають спосіб встановлення, сферу використання, номер креслень типових або закладних конструкцій, по яким можуть бути виготовлені окремі вузли та деталі. На монтажному кресленні

необхідно також привести вказівки, примітки, а також перелік використаних виробів, їх типів, кількості і т.п.

При проектуванні монтажних креслень треба передбачити можливість встановлення перетворювачів в реальних умовах, їх заміна, при порушеннях роботи, без зупинки агрегату. Розміри треба ставити установочні, габаритні, конструктивні.

На кресленні звужуючого пристрою треба зобразити схему з'єднання дроселя з дифманометром. На ній треба враховувати їх взаєморозміщення.

На монтажних кресленнях обов'язково треба зазначати позиції перетворювачів.

# 6. ВКАЗІВКИ ДО СКЛАДАННЯ ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ

Пояснювальна записка повинна містити короткий, але достатній для розуміння виклад основних технічних рішень проекту. Загальні правила оформлення текстових матеріалів пояснювальної записки викладені в [1]. Пояснювальна записка має містити титульний лист та зміст. Нижче наведені матеріали, які мають бути в кожному розділі пояснювальної записки.

В «**ЗМІСТі**» вказують назви всіх розділів і підрозділів пояснювальної записки, а також зазначаються номера сторінок. Розділи вказані нижче:

1. Підстава для розробки
2. Коротка характеристика об’єкта контролю
3. Проектні рішення:
    - 3.1. Опис структури системи контролю
    - 3.2. Вибір і обґрунтування засобів вимірювання
4. Розрахунки:
    - 4.1. Розрахунок звужуючого пристрою (поз. __)
    - 4.2. Розрахунок метрологічних характеристик вимірювальних каналів
5. Вибір вторинного приладу вимірювання температури (поз. __)

ВИСНОВКИ

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

ДОДАТКИ

В розділі «**Підстава для розробки**» наводять назву об’єкту, для якого розробляється система автоматичного контролю; назва документів на підставі яких ведуть проектування, у відповідності до завдання.

В розділі «**Коротка характеристика об’єкта контролю**» мають бути наведені: короткий опис технологічного процесу і теплової роботи агрегату, а також основні конструктивні (у вигляді рисунку) і технічні характеристики об'єкта; номінальні значення основних параметрів контролю. Також в цьому

розділі формуються технічні вимоги до роботи системи автоматичного контролю. Їх рекомендується оформляти у вигляді таблиці. Наприклад:

Таблиця 2

| № | Назва параметру | Діапазон вимірювань | Допустима похибка вимірювань |
|---|---|---|---|
| 1 | Температура пари після перегрівача першого ступеня | (0-500) ºС | 2% |
| 2 | Розрідження у топці котла | - 20 Па | 2% |

В розділі «**Проектні рішення**» наводяться основні технічні рішення по розробці системи автоматичного контролю. Цей розділ складається з двох підрозділів:

1) «**Огляд структури системи контролю**» - в цьому підрозділі треба привести короткий опис розробленої структури системи автоматичного контролю, зупинившись на виборі фірми-виробника, типу сигналу дистанційної передачі інформації; зазначити інформацію щодо надійності, безпеки експлуатації; можливості стиковки приладів із системами більш високого рівня.

2) «**Вибір та обґрунтування засобів вимірювання**» - у цьому підрозділі треба обґрунтувати вибір засобів контролю і сигналізації з урахуванням параметрів речовини, яка контролюється: температури, тиску, вологості, складу і т.п. (див. Додаток №10). На вибір приладів впливають вимоги до надійності, точності, швидкодії та умов експлуатації. Якщо необхідно, треба дати обґрунтування використання в проекті нестандартних приладів.

В розділі «**Розрахунки**» наводяться результати розрахунків звужуючого засобу та метрологічних характеристик вимірювальних каналів.

В «**Розрахунку звужуючого засобу (поз.___)**» необхідно привести методику та результати розрахунку стандартного звужуючого засобу (ЗЗ), який використовується в курсовому проекті. Треба відмітити, що розраховується тільки один засіб і частіше всього – це камерна діафрагма. Цей розрахунок ЗЗ необхідно

проводити у відповідності з [2,3,4]. При цьому стандартними ЗЗ називають стандартні діафрагми (камерні та дискові), стандартні сопла, стандартні труби Вентурі та скорочені труби Вентурі, які задовольняють вимогам Правил [3]. Внаслідок чого забезпечується можливість виготовлення та використання таких засобів на підставі розрахунку без індивідуального тарування.

При виборі стандартних ЗЗ необхідно враховувати наступні особливості їх використання:

- зміни чи забруднення профілю ЗЗ під час експлуатації змінюють коефіцієнт витрати діафрагми значно більше, ніж коефіцієнт витрати сопла;

- при однакових значеннях витрат і перепаду тиску для сопла потрібні коротші прямі ділянки трубопроводу у порівнянні з діафрагмою;

- при однакових значеннях модуля і перепаду тиску сопло дозволяє вимірювати більшу максимальну витрату, ніж діафрагма;

- при однакових значеннях модуля і витрати втрата тиску на соплі значно менше, ніж на діафрагмі.

Враховуючи вищенаведені особливості, можна рекомендувати наступні області використання стандартних ЗЗ :

- стандартна діафрагма використовується для трубопроводів діаметром не менш, ніж 50 мм з дотриманням вимоги $0,05 \leq m \leq 0,64$ для агресивних та забруднених речовин;

- стандартна труба Вентурі використовується для трубопроводів діаметром не менш, ніж 65 мм з дотриманням вимоги $0,05 \leq m \leq 0,6$, а також у випадках, коли необхідна мінімальна втрата тиску на ЗЗ.

Важливою умовою, яку треба враховувати при виборі стандартних ЗЗ, є серійний випуск стандартних діафрагм на приладобудівних підприємствах. Тому треба віддати перевагу використанню стандартних діафрагм при допустимих умовах їх роботи.

Для розрахунку стандартного ЗЗ потрібні наступні вихідні дані:

a. Параметри речовини, що вимірюється (абсолютний тиск, температура, щільність, в’язкість в робочих умовах; для газів – склад та відносна

вологість);

б. Максимальна і мінімальна витрата речовини, яка вимірюється;

в. Матеріал трубопроводу та його внутрішній діаметр перед ЗЗ;

г. Допустима втрата тиску на ЗЗ;

д. Схема ділянки трубопроводу, на якому встановлюється ЗЗ. Треба привести найближчі місцеві опори і, на якій відстані від дроселя вони розміщені з обох боків.

Основним завданням розрахунку нормального ЗЗ полягає в тому, щоб розмір отвору відповідав певним вимогам, а саме:

а. Сталість коефіцієнта витрати ЗЗ на всьому діапазоні вимірювання;

б. Втрата тиску на звуженні не може перевищувати допустимого по умовам його використання;

в. Модуль дроселя m має відповідати правилам встановлення ЗЗ на прямій ділянці трубопроводу.

Необхідно врахувати наступне, що чим більше граничний номінальний перепад дифманометра, тим менше модуль m ЗЗ і тим більшою є втрата тиску. Тим часом, чим менше m, тим меншою є похибка вимірювання витрати, яка пов'язана з присутністю місцевих опорів в трубопроводі перед ЗЗ при однакових місцевих опорах ЗЗ з меншим m може бути встановленим на меншій прямій ділянці трубопроводу. При однакових значеннях витрат і модуля m втрата тиску у сопла значно менше, ніж у діафрагми, а у труби Вентурі – ще менше.

Оскільки вимірювання відбувається при робочих умовах речовини, що вимірюється, розрахунок ЗЗ необхідно проводити по формулам, які відносяться до середніх робочих умов.

Звичайно граничні витрати задають в стандартних нормальних одиницях вимірювання при 20°С та 101325 н/м² (760 мм рт. ст.) або при 0°С і тому ж тиску. В цьому випадку треба перерахувати граничні витрати $Q_{шк\ max}$ та $Q_{шк\ min}$ в робочі витрати, які є розрахунковими. По закінченні розрахунку розміру отвору ЗЗ необхідно перевірити правильність розрахунку по формулі, яка виражає

максимальну витрату, яка відповідає граничному значенню стандартної шкали в нормальних умовах.

Для розрахунку розміру отвору ЗЗ вибирають відповідну основну робочу формулу витрати і перетворюють її так, щоб отримати залежність добутку величин mα (допоміжна величина) від заданої витрати речовини та її параметрів.

Наприклад, при розрахунку ЗЗ по робочому рівнянню:

$$Q = 3.998 \cdot 10^{-3} \cdot \alpha \cdot \varepsilon \cdot d^2 \sqrt{\frac{\Delta p}{\rho}}, \ \ м^3 / год; \qquad (6.1)$$

$d^2$ в цьому рівнянні змінюють на $mD^2$ (де D – дійсний внутрішній діаметр трубопроводу , m – модуль ЗЗ) і отримують залежність:

$$m \cdot \alpha = \frac{Q_{шк\max} \cdot \sqrt{\rho}}{3.998 \cdot 10^{-3} \cdot \varepsilon \cdot D^2 \cdot \sqrt{\Delta p}}, \qquad (6.2)$$

яка використовується для розрахунку.

Для перевірку вірності розрахунку треба підрахувати по робочому рівнянню максимальну витрату $Q_{шк\ max}$, підставивши визначені величини $\varepsilon, D, \sqrt{\Delta p}$.

Похибка розрахунку не може перевищувати 0,2%, інакше треба зробити перерахунок. Кінцевий розмір отвору ЗЗ приводять з допуском ±0,1 %.

Розрахунки ЗЗ треба виконувати користуючись літературою [3-6].

В «**Розрахунку метрологічних характеристик вимірювальних каналів**» параметри для розрахунку вказуються викладачем і виконується для трьох технологічних параметрів.

Під час розрахунку визначається абсолютна та приведена похибки вимірювань. З теорії ймовірностей [9] відомо, що в тих випадках, коли абсолютні похибки приладів, з яких складається вимірювальний канал, є результатом дії причин, що не пов’язані між собою, повна абсолютна похибка вимірювального каналу визначається за співвідношенням:

$$A = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} a_i^2}, \qquad (6.3)$$

$a_i$ – абсолютна похибка окремого приладу;

n – кількість приладів у вимірювальному каналі.

Абсолютні похибки кожного приладу обчислюються по відомим співвідношенням, що пов’язують абсолютну похибку з приведеною та відносною похибками або класом точності приладу в залежності від того, яка технічна характеристика задана в технічній документації на прилад.

Приведена похибка вимірювального каналу обчислюється по відомій абсолютній похибці з урахуванням діапазону вимірювань технологічного параметру.

У розділі «**Вибір вторинного приладу вимірювання температури (поз. __)**» необхідно навести технічні характеристики приладу у вигляді таблиці 3 та врахувати вимоги до якості вимірювання технологічного параметра, необхідності індикації, реєстрації, сигналізації, подальшого перетворення сигналу тощо.

Таблиця 3

| **Метрологічні характеристики** | |
|---|---|
| Клас точності | |
| Похибки вимірювання та перетворення сигналів | |
| Варіація | |
| **Експлуатаційні характеристики** | |
| Кількість каналів вимірювання та їх характеристика | |
| Доступні функції: індикація, реєстрація, сигналізація, перетворення сигналу тощо | |
| Допустимі параметри навколишнього середовища | |

Продовження таблиці 3

| | |
|---|---|
| Середній час функціонування (години, роки) | |
| Швидкодія | |
| Живлення | |
| Потужність | |
| **Конструкційні характеристики** | |
| Габарити | |
| Маса | |
| Виконання корпусу | |
| Спосіб монтажу | |
| **Додаткові відомості про прилад, що будуть корисними оператору об'єкта** | |
| | |

Під час визначення характеристик користуватись документацією завода-виробника (інструкції з експлуатації, монтажу, налаштування) та довідковою літературою.

Описати методику налаштування приладу для роботи з обраним первинним перетворювачем температури.

У «**ВИСНОВКИ**» коротко викладають підсумки виконання проекту, корисність розробки та використання приладів та перетворювачів вітчизняного виробництва.

До «**СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**» мають бути включені всі використані при проектуванні джерела, які розташовуються згідно порядку появи посилань в тексті записки. Перелік оформляють у відповідності з вимогами [2, 10, 11].

В «**ДОДАТКИ**» приводять завдання на курсовий проект та всі необхідні допоміжні матеріали. Оформлення цього підрозділу необхідно проводити у відповідності з вимогами [2, 11]. Якщо в документі декілька додатків, їх позначають арабськими цифрами, наприклад, додаток 1, додаток 2. Якщо в пояснювальній записці декілька додатків, на них роблять посилання в основному тексті документу, а в змісті приводять всі додатки із зазначеннями їхніх номерів та назв.

## 7. ВКАЗІВКИ ДО СКЛАДАННЯ СПЕЦИФІКАЦІЇ ОБЛАДНАННЯ

Вихідний документ для складання специфікації - це схема автоматичного контролю.

В специфікацію включають всі засоби вимірювання із зазначенням їхніх позицій, технічних найменувань, характеристик, кількості та підприємств-виробників.

Форма специфікації та порядок її заповнення приведені в додатку 9. Специфікація обладнання подається до перевірки одночасно зі схемою автоматичного контролю, яка оформлюється згідно додатку 8.

## 8. ВКАЗІВКИ ДО СКЛАДАННЯ ВІДОМОСТІ ДОКУМЕНТІВ ПРОЕКТУ

В відомість включають всі конструкторські документи, які розроблені в цьому проекті. Відомість документів проекту складають по формам, яка наведена в додатку 6.

## 9. ЗАХИСТ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

Захист курсового проекту є формою перевірки знань студентів і має привчати студентів до всебічного обґрунтування використаних рішень. Захист складається з короткої доповіді (5-7 хв.) студента по виконаному проекту та відповідях на запитання перед викладачами у присутності студентів групи. Такий захист дозволяє познайомити групу з методикою захисту і рівнем технічних рішень товаришів по групі. Це значно підвищує якість підготовки студентів.

Внаслідок захисту курсовий проект оцінюють диференційною оцінкою за прийнятою в університеті системою.

## 10. ПОРЯДОК КОМПЛЕКТУВАННЯ ДОКУМЕНТІВ

Комплектування документів проекту відбувається після його захисту в наступному порядку:

а) Завдання на курсовий проект (див. додаток 1)
б) Відомість документів проекту;
в) Пояснювальна записка;
г) Специфікація обладнання;
д) Схема автоматичного контролю;
е) Монтажні креслення.

Всі креслення складаються згідно порядку, який наведено в додатку 7 та зшиваються з іншими документами в спеціальній папці.

# СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ


1. Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу «Технологічні вимірювання та прилади» для студентів спеціальностей: «Автоматизоване управління технологічними процесами», «Комп'ютерно-інтегровані технологічні процеси та виробництва» / Укл. С.Ю.Олійник, Л.Д. Пайзанський - К: НТУУ«КПІ», 2010.-28с.
2. Методические указания по оформлению курсовых и дипломных проектов для студентов всех специальностей теплоэнергетического факультета – К: КПИ, 1992
3. Методические указания по расчёту расходомерных сужающих устройств для студентов специальности "Автоматизация теплоэнергетических процессов и производств" –К КПИ , 1992
4. Правила измерения расхода газов и жидкостей стандартными сужающими устройствами РД 50-213-80( Госкомитет СССР по стандартам). – М. : Изд-во стандартов, 1982
5. Альбом графиков к правилам 28-64 измерения расхода жидкостей, газов и паров стандартными диафрагмами и соплами (Госкомитет СССР по стандартам). –М.: Изд-во стандартов, 1979
6. ГОСТ 26969-86 Диафрагмы стандартные для расходомеров: Технические условия ( Госкомитет СССР по стандартам) –М.: Изд-во стандартов, 1989
7. ГОСТ 12821-80 Фланцы, арматуры соединяемых частей и трубопроводов . Технические условия ( госкомитет СССР по стандартам) М.: Изд-во стандартов, 1989
8. ГОСТ 7050-88 Трубы. Технические условия (Госкомитет СССР по стандартам) М.: Изд-во стандартов, 1989
9. Никитин В.А., Бойко С.В. Методы и средства измерений, испытаний и контроля: - Оренбург ГОУ ОГУ, 2004. -462 с.
10. ДСТУ 8302:2015 «Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні вимоги та правила складання»
11. ДСТУ 3008-95 «Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення», К.: Держстандарт України, 1995

**Додаток 1 Завдання на курсовий проект**

Затверджую
в.о. зав. кафедрою АТЕП _____ В.А. Волощук
«___» _____ 20___р.

**Завдання на курсовий проект**
**з курсу «Сучасні вимірювальні системи»**

Студенту групи _____ Теплоенергетичного факультету
(шифр групи)

_____
(ПІП студента)

на тему: _____
(назва теми)

Вивчити технологію, теплову роботу та конструкцію агрегату згідно теми курсового проекту та зобразити його конструкцію з технологічними трубопроводами у вигляді ескізів (план, розріз, зовнішній вид або аксонометричне зображення). На зображенні агрегату вказати місця встановлення відбірних пристроїв первинних приладів. Дати скорочений опис технологічного процесу та основні параметри процесу і агрегату.

Вивчити систему автоматичного контролю цього агрегату. Скласти:

1) перелік параметрів, які треба контролювати, їх значень, діапазонів можливих змін та вимог до точності контролю;

2) перелік технологічних параметрів, на яких потрібна сигналізація і в яких межах;

3) функціональну схему системи контролю.

Зробити ескіз ділянки _____,
(місце встановлення звужуючого пристрою з вказанням позиційного номеру)
на якому встановлено звужуючий засіб. Зібрати необхідні відомості для розрахунку звужуючого засобу: матеріал трубопроводу та звужуючого засобу, максимальну та номінальну витрати, тиск та температура речовини, що вимірюється, щільність речовини в нормальних умовах, склад речовини.

Зробити ескіз встановлення первинного перетворювача для вимірювання температури _____
(назва середовища з вказанням позиційного номеру)
Вивчити його конструкцію, матеріали захисних пристроїв, методику встановлення і заміни перетворювача.

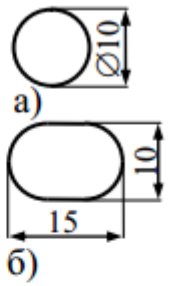
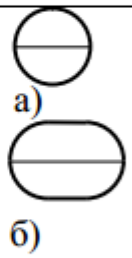
Керівник проекту _____
(ПІП викладача)

«___» _____ 20___р.

# Додаток 2 Умовні графічні зображення трубопроводів

| Найменування | Літерно-цифрові познаки |
|---|---|
| **1 Водопровід:** | |
| а) загальне позначення | ВО |
| б) господарсько-питний* | В1 |
| в) протипожежний* | В2 |
| г) виробничий* | |
| - загальне позначення | В3 |
| - оборотної води подавальний | В4 |
| - оборотної води зворотний | В5 |
| - зм'якшеної води | В6 |
| - річкової води | В7 |
| - річкової освітленої води | В8 |
| - підземної води | В9 |
| **2 Каналізація:** | |
| а) загальне позначення | КО |
| б) побутова | К1 |
| в) дощова | К2 |
| г) виробнича: | |
| - загальне позначення | К3 |
| - механічно забруднених вод | К4 |
| - мулова | К5 |
| - вод, що містять шлам | К6 |
| - хімічно забруднених вод | К7 |
| - кислих вод | К8 |
| - лужних вод | К9 |
| - кислотолужних вод | К10 |
| - вод, що містять ціан | К11 |
| - вод, що містять хром | К12 |
| **3 Теплопровід:** | |
| а) загальна познака | ТО |
| б) трубопровід гарячої води для опалення і вентиляції (в тому числі кондиціювання), а також загальний для опалення, вентиляції, гарячого водопостачання і технологічних процесів: | |
| - подавальний | Т1 |
| - зворотний | Т2 |
| в) трубопровід гарячої води для гарячого водопостачання: | |
| - подавальний | Т3 |
| - циркуляційний | Т4 |
| г) трубопровід гарячої води для технологічних процесів: | |
| - подавальний | Т5 |
| - зворотний | Т6 |
| д) трубопровід: | |
| - пари (паропровід) | Т7 |
| - конденсату (конденсатопровід) | Т8 |
| **4 Газопровід:** | |
| а) загальна познака | ГО |
| б) низького тиску до 5 кПа (0,05 кгс/см$^2$) | Г1 |
| в) середнього тиску більше 5 кПа (0,05кгс/см$^2$) до 0,3 МПа (3 кгс/см$^2$) • | Г2 |
| г) високого тиску більше 0,3 (3) до 0,6 МПа (6 кгс/см$^2$) | Г3 |
| д) високого тиску більше 0,6 (6) до 1,2 МПа (12 кгс/см$^2$) | Г4 |
| є) газопровід продувочний | Г5 |
| ж) трубопровід на розрідження | Г6 |

**Додаток 3 Основні умовні графічні зображення приладів та засобів автоматизації**

| Найменування | Позначення |
|---|---|
| Первинний вимірювальний перетворювач (датчик): прилад, що встановлюється поза щитом (місцевий) на технологічному трубопроводі, апараті, стіні, підлозі, колонні, металоконструкції:<br>а) основне позначення<br>б) допустиме позначення |  |
| Прилад, встановлюваний на щиті, пульті:<br>а) основне позначення<br>б) допустиме позначення |  |
| Лінія зв'язку |  |
| Перетин ліній зв'язку без з'єднання |  |
| Перетин ліній зв'язку зі з'єднанням |  |

## Додаток 4 Літерні умовні позначення

| Позначення | Вимірювана величина | | Функціональна ознака приладу | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | основне позначення вимірюваної величини | додаткове позначення, що уточнює вимірювану величину | відображення інформації | формування вихідного сигналу | додаткове значення |
| *A* | + | – | Сигналізація | – | – |
| *B* | + | – | – | – | – |
| *C* | + | – | – | Автоматичне регулювання, управління | – |
| *D* | Густина | Різниця, перепад | – | – | – |
| *E* | Будь-яка електрична величин | – | + | – | – |
| *F* | Витрата | Співвідношення, частка, дріб | - | - | - |
| *G* | Розмір, положення, переміщення | – | + | – | – |
| *H* | Ручна дія | – | – | – | Верхня межа |
| / | + | – | Показання | – | – |
| *J* | + | Автоматичне перемикання, оббігання | – | – | – |
| *K* | Час, часова програма | – | – | + | – |
| *L* | Рівень | – | – | – | Нижня межа |
| *M* | Вологість | – | – | – | – |
| *N* | + | – | – | – | – |
| *O* | + | – | – | – | – |
| *P* | Тиск, вакуум | – | – | – | – |
| *Q* | Величина, що характеризує якість: склад, концентрація | Інтеграція, підсумовування за часом | – | + | – |

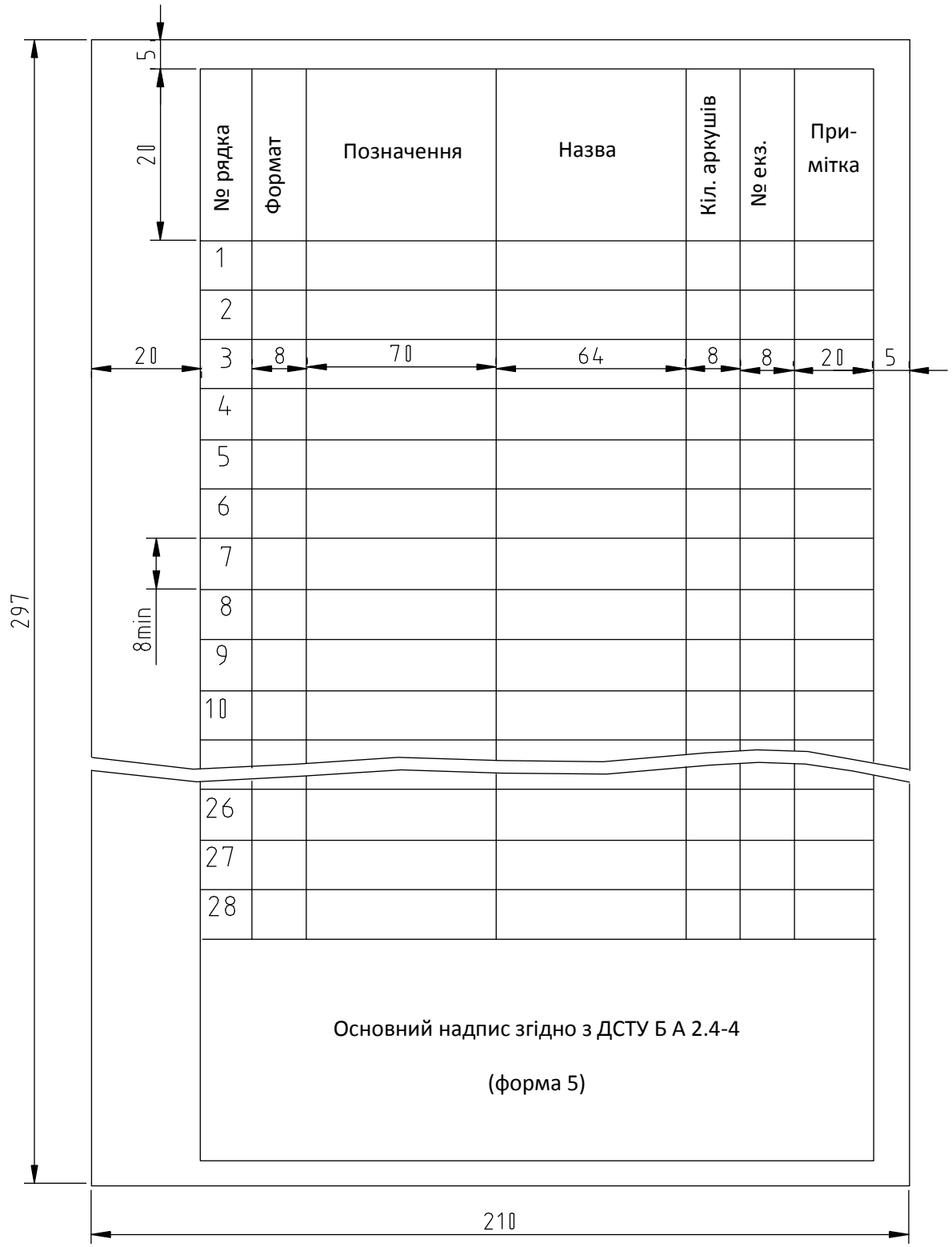
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| *R* | Радіоактивність | – | Реєстрація | – | – |
| *S* | Швидкість, частота | – | – | Включення, відключення, перемикання, блокування | – |
| *T* | Температура | – | – | + | – |
| *U* | Декілька різнорідних величин | – | – | – | – |
| *V* | В'язкість | – | + | – | – |
| *W* | Маса | – | – | – | – |
| *X* | Нерекомендована резервна буква | – | – | – | – |
| *Y* | + | – | – | + | – |
| *Z* | + | – | – | + | – |

*Примітка:* Літерні позначення, що мають позначку "+", є резервними, а позначку "–" - не використовуються.

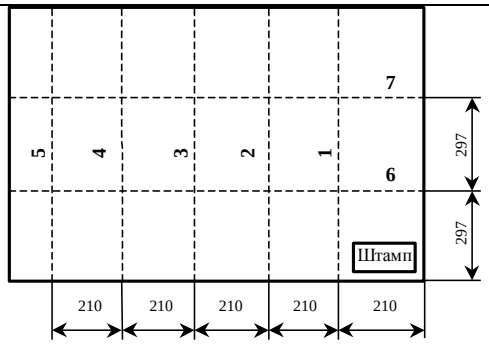
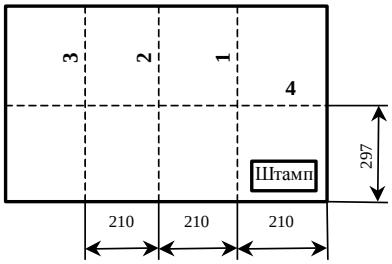
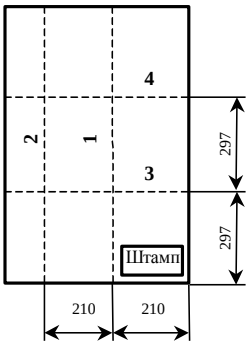
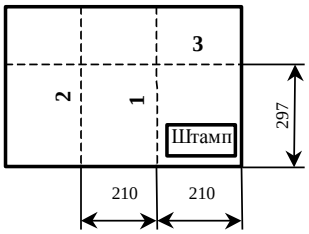
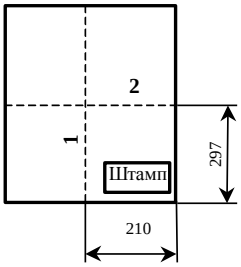
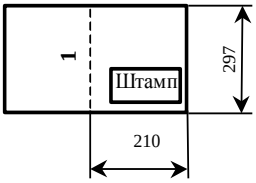
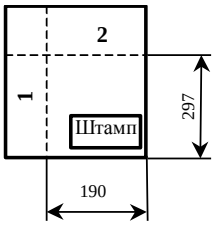
## Додаток 5 Додаткові літерні позначення, які відображають функціональні ознаки приладів

| Найменування | Позначення | Призначення |
|---|---|---|
| Чутливий елемент (первинний | *E* | Пристрої, що виконують первинне перетворення: перетворювачі термоелектричні, термоперетворювачі опору, |
| Дистанційна передача | *T* | Прилади безшкальні з дистанційною передачею сигналу: манометри, дифманометри, манометричні термометри |
| Станція управління | *K* | Прилади, що мають перемикач для вибору виду керування і пристрій для дистанційного керування |
| Перетворення, обчислювальні | *Y* | Для побудови позначень перетворювачів сигналів і обчислювальних пристроїв |

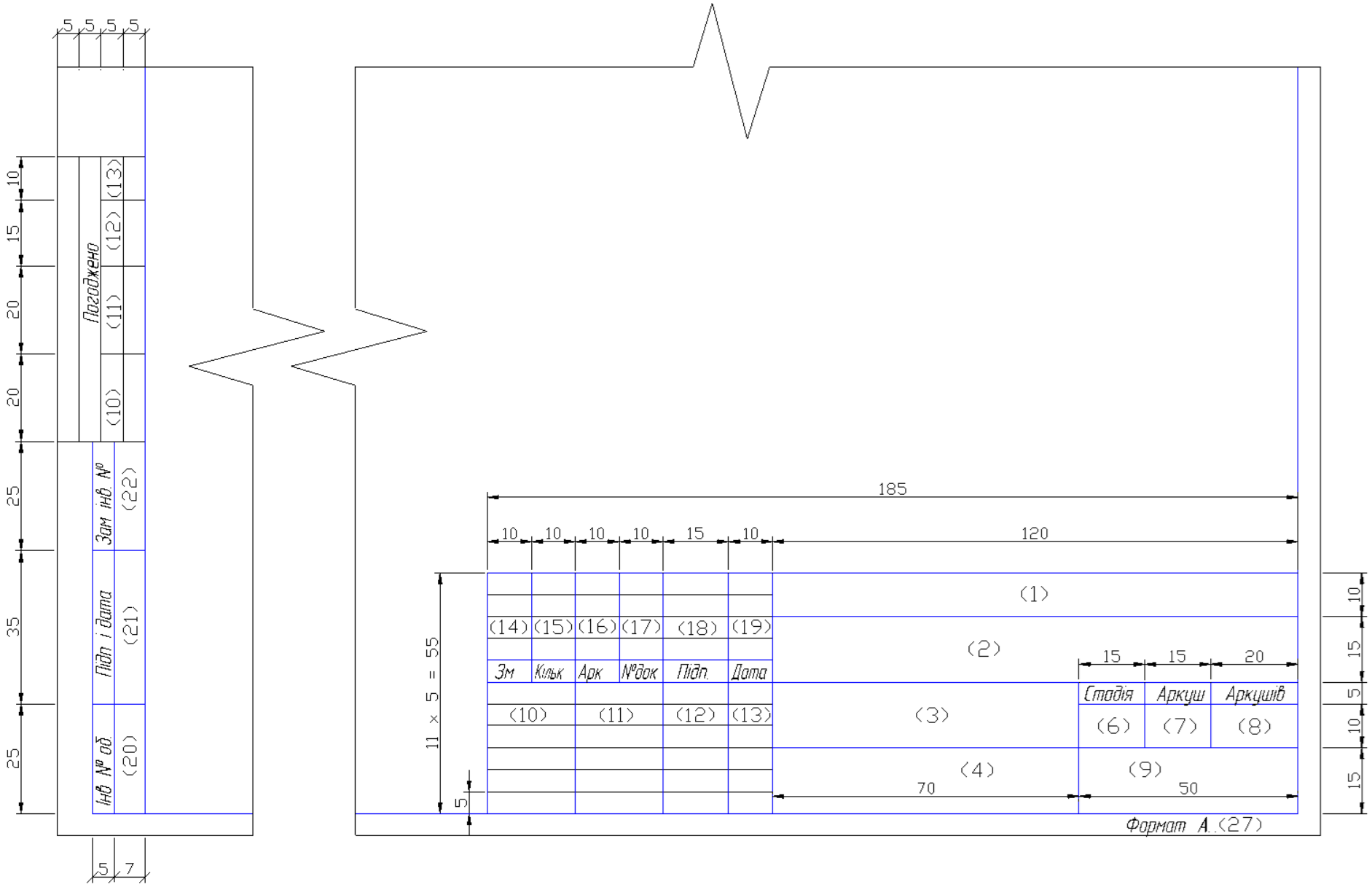
## Додаток 6 Форма відомості проекту



## Додаток 7 Порядок складання креслення у папки

| Формат | Схема складання | |
|---|---|---|
| | *Альбомна орієнтація* | *Книжна орієнтація* |
| **A0** (841 x 1189) |  | |
| **A1** (594 x 841) |  |  |
| **A2** (420 x 594) |  |  |
| **A3** (297 x 420) |  |  |

**Додаток 8 Основний напис та додаткові графи до нього для аркушів основних комплектів робочих креслень**

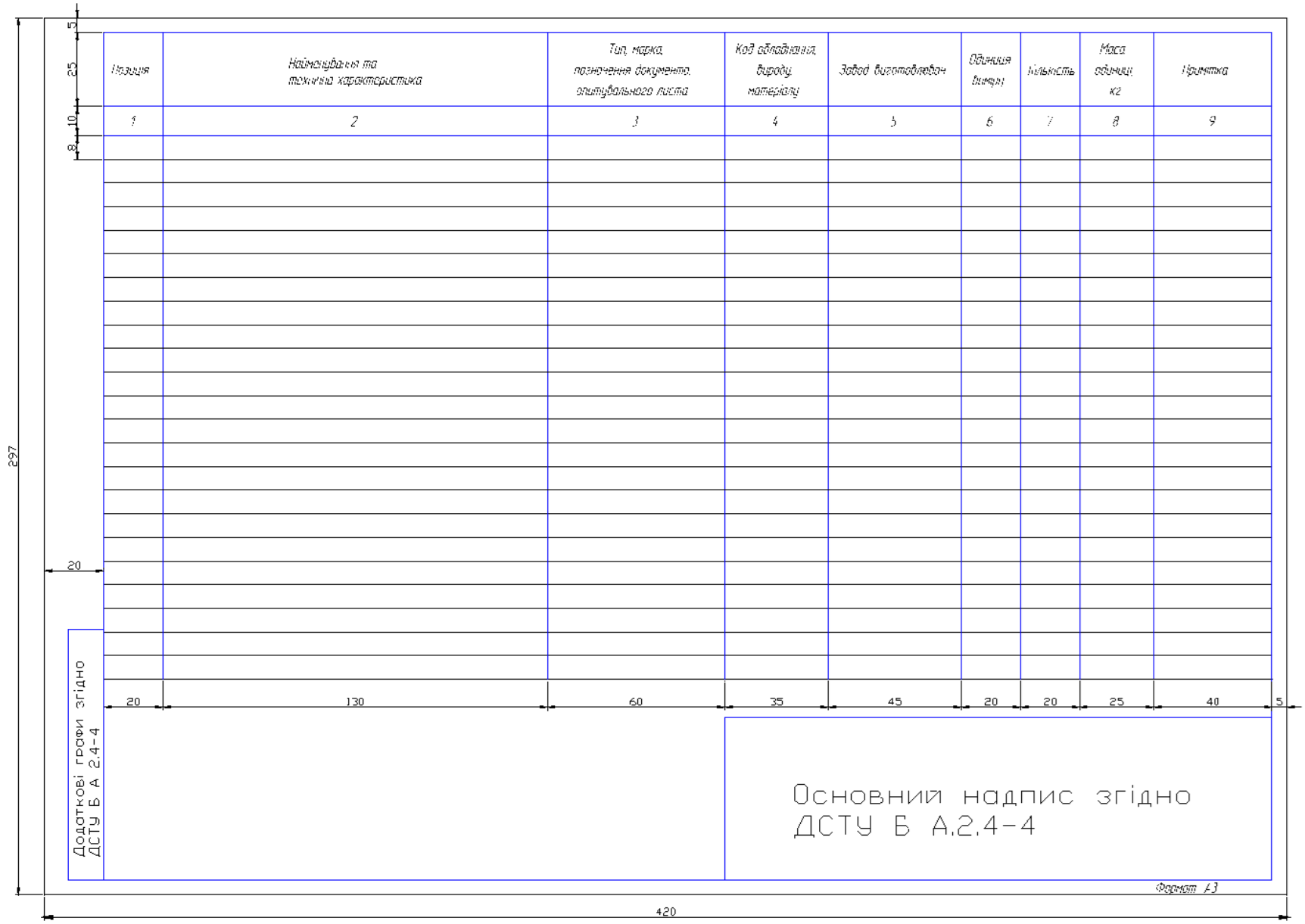


**Вказівки щодо заповнення основного напису та додаткових граф до нього**

У графах основного напису та додаткових графах до нього (номери граф вказані у дужках) наводять:

- у графі 1 – шифр документа, в т.ч. розділу проекту, основного комплекту робочих креслень, креслення виробу, текстового документа тощо;
- у графі 2 – назва проекту;
- у графі 3 – назва документа (схема автоматизації функціональна);
- у графі 4 – додаткові відомості про документ (при необхідності);
- у графі 5 – найменування документа;
- у графі 6 – умовне позначення стадії проектування: КП – курсовий проект; ДП – дипломний проект;
- у графі 7 – порядковий номер аркуша (креслення). На документах, які складаються з одного аркуша, графу не заповнюють;
- у графі 8 – загальне число аркушів документа. Графу заповнюють тільки на першому аркуші;
- у графі 9 – найменування або розпізнавальний індекс організації, яка розробила документ (КПІ ім. Ігоря Сікорського, ТЕФ, кафедра АТЕП);
- у графі 10 – характер виконаної роботи (Розробив, Перевірив, Технічний контроль, Нормоконтроль, Затвердив);
- у графах 11-13 – прізвища та підписи осіб, указаних у графі 10, та дату підписання.
- у графах 14-19 – графи таблиці змін, які заповнюють відповідно до стандарту;
- у графі 20 – інвентарний номер оригіналу;
- у графі 21 – підпис особи, яка прийняла оригінал на зберігання, та дату приймання (число, місяць, рік);
- у графі 22 – інвентарний номер оригіналу документа, замість якого випущено оригінал;
- у графі 27 – позначення формату аркуша відповідно до ГОСТ 2.301.

## Додаток 9 Форма специфікації обладнання, виробів та матеріалів



У відповідних колонках специфікації вказують:

1 – позиційні позначення обладнання, виробів, що передбачені робочими кресленнями відповідного основного комплекту;

2 – найменування обладнання, виробу, матеріалу, їх технічну характеристику відповідно до вимог стандартів, технічних умов та іншої технічної документації, а також інші необхідні відомості. При записі матеріалу вказують його умовне позначення, що встановлено у стандарті чи іншому нормативному документі;

3 – тип, марку обладнання, виробу, позначення стандарту, технічних умов чи іншого документа, а також позначення опитувального аркуша;

4 – код обладнання, виробу, матеріалу за класифікатором промислової та сільськогосподарської продукції;

5 – найменування заводу-виготовлювача обладнання (для імпортного обладнання - країну, фірму);

6 – позначення одиниці виміру;

7 – кількість обладнання, виробів, матеріалів у прийнятих одиницях виміру;

8 – масу одиниці обладнання, виробу у кілограмах. Для невеликого обладнання (масою до 25 кг), графу допускається не заповнювати;

9 – додаткові відомості.

*Примітка:* Допускається титульний аркуш не виконувати, якщо на першому аркуші специфікації виконано основний надпис згідно додатку 8.

## Додаток 10 Основні вимоги до вибору засобів контролю

1) **Температури (термоперетворювач опору, термоелектричний перетворювач, пірометри, біметалеві термометри, термістори):**
   а) діапазон температури;
   б) точність вимірювання;
   в) середовище (хімічна складова, тиск, вібрація);
   г) умови роботи датчика (нормальні, підвищеної вологості, температура навколишнього середовища і т.д.);
   д) тип вихідного сигналу;
   е) розміщення датчика всередині вимірювального середовища/об’єкта (якщо «ні», то використовуються радіаційні термометри - пірометри);

*Захисна гільза* датчика температури:

1) з’єднання: різьбове, приварне, фланцеве;
2) матеріал:
   а) температурне обмеження;
   б) хімічна стійкість до середовища;
   в) сумісність з матеріалом трубопроводу;
   г) тиск середовища.

2) **Тиск (датчики абсолютного тиску, датчики надлишкового тиску, датчики розрідження, датчики гідростатичного тиску, датчики тиску – розрідження, датчики різниці тисків):**
   а) діапазон тиску;
   б) температура вимірювального середовища;
   в) точність вимірювання;
   г) умови роботи датчика (нормальні, підвищеної вологості, температура навколишнього середовища і т.д.);
   д) тип вихідного сигналу;

3) **Витрата (вимірювання перепаду тиску, ультразвукові витратоміри, електромагнітні витратоміри, коріолісові витратоміри, вихрьові витратоміри):**
    а) діапазон витрати (тиск та температура вимірювального середовища);
    б) тип середовища (електропровідне середовище, агресивне середовище, суміші, засмічене середовище) ;
    в) діаметр та матеріал трубопроводу;
    г) точність вимірювання;
    д) умови роботи датчика (нормальні, підвищеної вологості, температура навколишнього середовища і т.д.);
    е) тип вихідного сигналу;
4) **Рівень (поплавкові датчики рівня, датчики перепаду тиску, вібраційні датчики рівня, ємнісні датчики, ультразвукові датчики рівня, реле контролю рівня):**
    а) вид середовища (агресивність, електропровідність, в'язкість);
    б) тип датчика (датчик рівня чи сигналізатор рівня);
    в) діапазон рівня;
    г) температура та тиск вимірювального середовища;
    д) точність вимірювання;
    е) умови роботи датчика (нормальні, підвищеної вологості, температура навколишнього середовища і т.д.);
    ж) тип вихідного сигналу;

## Додаток 11 Приклад оформлення основного напису до курсового проєкту

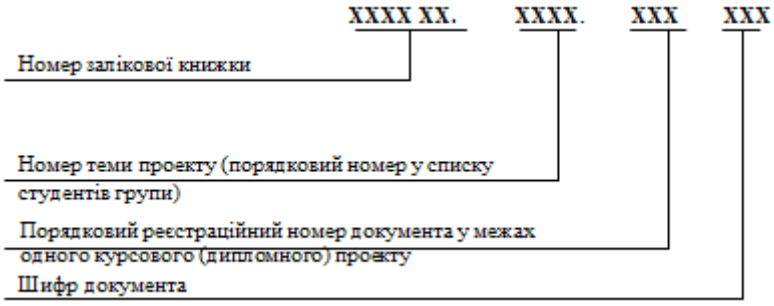



Рис. 11.1 Приклад оформлення шифру у документах

Якщо студент має номер залікової книжки - ТА-8105 та порядковий номер №8 згідно зі списком студентів у своїй групі, то шифр для оформлення основного напису буде мати вигляд:

**ТА-8105.0008**

### 1) Основний напис до схеми автоматизації функціональної

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | Ваш шифр.001.АТХ.А | | | |
| | | | | | | Ваша тема курсового проекту | | | |
| Зм. | Кільк | Арк. | N°док | Підп. | Дата | | | | |
| Розробив | | ПІП студента | | | | Схема автоматизації функціональна | Стадія | Аркуш | Аркушів |
| Перевірив | | ПІП викладача | | | | | КП | | 1 |
| Т. Контроль | | | | | | | | | |
| | | | | | | | КПІ ім. І. Сікорського, ТЕФ, гр. ____ | | |
| Н. Контроль | | ПІП викладача | | | | | | | |
| Затвердив | | Волощук В. А. | | | | | | | |

### 2) Основний напис до специфікації обладнання

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | Ваш шифр.001.АТХ.С | | | |
| | | | | | | Ваша тема курсового проекту | | | |
| Зм. | Кільк | Арк. | N°док | Підп. | Дата | | | | |
| Розробив | | ПІП студента | | | | Специфікація обладнання | Стадія | Аркуш | Аркушів |
| Перевірив | | ПІП викладача | | | | | КП | 1 | 2 |
| Т. Контроль | | | | | | | | | |
| | | | | | | | КПІ ім. І. Сікорського, ТЕФ, гр. ____ | | |
| Н. Контроль | | ПІП викладача | | | | | | | |
| Затвердив | | Волощук В. А. | | | | | | | |

**3) Основний напис до схем встановлення конкретного засобу вимірювання температури в конкретному місці агрегату (поз.____)**

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | Ваш шифр.001.А ТХ.Щ.1 | | | |
| | | | | | | Ваша тема курсового проекту | | | |
| Зм. | Кільк | Арк. | N°док. | Підп. | Дата | | | | |
| Розробив | | ПІП студента | | | | Встановлення термоелектричного термометру у трубопроводі (поз. 3а) | Стадія | Аркуш | Аркушів |
| Перевірив | | ПІП викладача | | | | | КП | | 1 |
| Т. Контроль | | | | | | | | | |
| | | | | | | | КПІ ім. І. Сікорського, ТЕФ, гр. ___ | | |
| Н. Контроль | | ПІП викладача | | | | | | | |
| Затвердив | | Волощук В. А. | | | | | | | |

**4) Основний напис до схем встановлення конкретного звужуючого засобу на конкретному трубопроводі (поз.____)**

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | Ваш шифр.002.А ТХ.Щ.1 | | | |
| | | | | | | Ваша тема курсового проекту | | | |
| Зм. | Кільк | Арк. | N°док. | Підп. | Дата | | | | |
| Розробив | | ПІП студента | | | | Встановлення звужуючого пристрою у трубопроводі (поз. 4а) | Стадія | Аркуш | Аркушів |
| Перевірив | | ПІП викладача | | | | | КП | | 1 |
| Т. Контроль | | | | | | | | | |
| | | | | | | | КПІ ім. І. Сікорського, ТЕФ, гр. ___ | | |
| Н. Контроль | | ПІП викладача | | | | | | | |
| Затвердив | | Волощук В. А. | | | | | | | |

## Додаток 12 Приблизний перелік тем курсового проекту

1) Система контролю параметрів твердопаливного котла

2) Система контролю параметрів барабанної сушарки

3) Система контролю параметрів тунельної печі

4) Система контролю параметрів припливної системи вентиляції з водяним охолоджувачем

5) Система контролю параметрів камерної сушарки

6) Система контролю параметрів методичної печі

7) Система контролю параметрів печей камерного типу

8) Система контролю параметрів припливно-витяжної системи вентиляції з роторним рекуператором

9) Система контролю параметрів 5-и зонної методичної печі

10) Система контролю параметрів промислового кондиціонера

11) Система контролю параметрів печі швидкісного нагріву

12) Система контролю параметрів теплового пункту

13) Система контролю параметрів промислового компресора

14) Система контролю параметрів низу доменної печі

15) Система контролю параметрів обжигової печі

16) Система контролю параметрів мартенівської печі

17) Система контролю параметрів кисневого конвертера

18) Система контролю параметрів нагрівального регенеративного колодязя з центральним подовим пальником

19) Система контролю параметрів нагрівального рекуперативного колодязя

20) Система контролю параметрів 3-х зонної методичної печі