

Міністерство освіти і науки України

Національний університет водного господарства  
та природокористування

Кафедра гідроенергетики, теплоенергетики і  
гідравлічних машин

**01-06-94М**

## **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до виконання кваліфікаційної бакалаврської роботи  
для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського)  
рівня за освітньо-професійною програмою «Теплоенергетика»  
спеціальності 144 «Теплоенергетика» галузі знань  
14 «Електрична інженерія» усіх форм навчання

Рекомендовано науково-  
методичною радою з якості  
ННІЕАВГ  
Протокол № 5 від 25 січня 2024 р.

Рівне – 2024

Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної бакалаврської роботи для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Теплоенергетика» спеціальності 144 «Теплоенергетика» галузі знань 14 «Електрична інженерія» усіх форм навчання. [Електронне видання] / Кочмарський В. З., Куба В. В. – Рівне : НУВГП, 2024. – 37 с.

Укладачі:

Кочмарський В. З., к.ф.-м.н., професор кафедри гідроенергетики, теплоенергетики і гідравлічних машин;

Куба В. В., старший викладач кафедри гідроенергетики, теплоенергетики і гідравлічних машин.

Відповідальний за випуск: Рябенко О. А., д.т.н., професор, завідувач кафедри гідроенергетики, теплоенергетики і гідравлічних машин.

Керівник групи забезпечення спеціальності  
144 «Теплоенергетика»

Костюк О. П

© В. З. Кочмарський,  
В. В. Куба, 2024  
© НУВГП, 2024

## З М І С Т

	<b>ВСТУП.....</b>	<b>4</b>
<b>1</b>	<b>ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ.....</b>	<b>9</b>
1.1	Рекомендації до виконання роботи .....	9
1.2	Зміст та обсяг бакалаврської роботи.....	11
<b>2</b>	<b>ВИМОГИ ДО СТРУКТУРИ БАКАЛАВРСЬКОЇ РОБОТИ.....</b>	<b>12</b>
2.1	Титульний аркуш бакалаврської роботи.....	12
2.2	Зміст бакалаврської роботи.....	12
2.3	Перелік умовних позначень.....	12
2.4	Вступ.....	13
2.5	Розділи бакалаврської роботи.....	13
2.6	Висновки.....	33
2.7	Додатки.....	13
2.8	Список літературних джерел.....	13
<b>3</b>	<b>ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ БАКАЛАВРСЬКОЇ РОБОТИ.</b>	<b>14</b>
3.1	Загальні положення.....	14
3.2	Виконання основних написів.....	14
3.3	Вимоги до форматування тексту.....	16
3.4	Оформлення ілюстрацій та додатків.....	19
3.5	Таблиці у тексті.....	20
<b>4</b>	<b>ОФОРМЛЕННЯ ГРАФІЧНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ.....</b>	<b>21</b>
4.1	Графічна документація в СПДБ.....	21
4.2	Графічні конструкторські документи в ЄСКД.....	24
4.3	Вимоги до оформлення плакатів.....	27
<b>5</b>	<b>РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО СУТІ РОЗДІЛІВ ПОЯСНЮВАЛЬ- НОЇ ЗАПИСКИ.....</b>	<b>28</b>
5.1	Зміст розділів пояснювальної записки .....	28
5.2	Приклад розгорненого плану виконання роботи.....	29
<b>6</b>	<b>ОРГАНІЗАЦІЯ ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ.</b>	<b>34</b>
<b>7</b>	<b>ПОРЯДОК ЗАХИСТУ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ БАКАЛАВР- СЬКОЇ РОБОТИ.....</b>	<b>35</b>
<b>8</b>	<b>РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА.....</b>	<b>36</b>

## ВСТУП

### *Мета та завдання кваліфікаційної роботи*

Завершальною стадією навчання здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти є виконання бакалаврської роботи (БР). БР за ОПП підготовки - це кваліфікаційна робота здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр», яка дозволяє об'єктивно висвітлити рівень компетентностей для вирішення професійних завдань у галузі електричної інженерії, спеціальності 144 «Теплоенергетика».

*Метою виконання бакалаврської роботи* є засвоєння здобувачами основних методів реалізації теплоенергетичних процесів при роботі установок і систем та впровадження у виробництво нових наукових результатів і досліджень.

Основні завдання БР:

- систематизація, закріплення та розширення теоретичних знань, отриманих у процесі навчання за програмою бакалаврської підготовки, та їх практичне використання при вирішенні конкретних інженерних і виробничих завдань за спеціальністю 144 «Теплоенергетика»,

- набуття умінь з пошуку, збору та узагальнення науково-технічної інформації, яка відноситься до конкретної задачі, на основі використання довідково-нормативної документації, а саме підручників, монографій, каталогів, довідників, проспектів, патентів та інш.

- набуття умінь з підготовки технічних завдань на розробку проектних рішень елементів теплотехнічних об'єктів та обладнання з використанням нормативної документації, актуальних методів з пошуку та обробки інформації, засобів автоматизації проектування на основі передового досвіду та сучасних інформаційних систем;

- розвиток умінь виконання теплових, гідравлічних, аеродинамічних, конструкторських розрахунків теплоенергетичного обладнання або відповідних систем і установок із використанням сучасних методик та засобів обчислювальної техніки;

- набуття умінь з розробки проєктів енергетичних систем теплопостачання споживачів на основі оцінки потенціалу традиційних і нетрадиційних джерел енергії з урахуванням параметрів енергетичних установок;

- закріплення умінь з оформлення текстових і графічних проєктно-конструкторських документів у відповідності до вимог Держстандартів України та інших нормативних документів з використанням обчислювальної техніки та комп'ютерних технологій;

- визначення відповідності рівня підготовки здобувача згідно з вимогами стандарту вищої освіти за ОПП підготовки, його готовності до самостійної роботи в умовах сучасного виробництва.

Кваліфікаційна робота повинна виявити рівень загальної інженерної та спеціальної підготовки здобувача, відповідність набутих ним знань та умінь вимогам ОПП спеціальності, надати йому можливості проявити не тільки знання та вміння, але і творчі здібності в процесі самостійної роботи над бакалаврською роботою під керівництвом викладача випускової кафедри.

Класифікація бакалаврських робіт за освітньо-професійною програмою підготовки здійснюється за наступними ознаками :

***За змістом та галузевою належністю:***

- конструкторські – згідно з якими здійснено конструювання та розрахунк нових технічних установок і систем або модернізацію існуючих з метою покращення їхніх характеристик;

- технологічні – можуть бути розроблені нові напрями виробництва, технологічні процеси, реконструйовані чи технічно переоснащені існуючі ланки підприємства, впроваджені нові технологічні процеси та ін.;

- інженерно-економічні – здійснена розробка економічно ефективних виробництв, процесів, систем і заходів щодо покращення якості продукції, управління проєктами та ін.

***За способом виконання:***

- індивідуальна БР – здобувач самостійно працює над заданою темою під керівництвом науково-педагогічного працівника;
- комплексна БР – виконується декількома здобувачами однієї чи кількох спеціальностей.

Зміст та обсяг бакалаврської роботи має забезпечити діагностику ступеня сформованості компетентностей для вирішення типових завдань діяльності згідно до вимог стандартів вищої освіти за ОПП та відповідати терміну, виділеному навчальним планом спеціальності 144 «Теплоенергетика» на розробку БР, даними методичним рекомендаціям з виконання бакалаврської роботи, завданню на роботу.

### ***Рекомендовані теми кваліфікаційної роботи***

Теми БР мають відповідати змісту навчання даної спеціальності, бути зв'язаними з рішенням реальних задач у галузі промислової теплоенергетики незалежно від того, чи є реально існуючими чи віртуальними об'єкти, на котрих передбачена реалізація або можливе використання результатів БР. Необхідно, щоб такі задачі були спрямовані на розробку нових або перспективних теплоенергетичних і теплотехнологічних установок чи процесів, на вдосконалення та покращення існуючих з метою підвищення продуктивності, надійності, економічності, збільшення термінів експлуатації, та пошук найбільш раціональних способів використання теплової енергії та палива при реалізації енергоємних теплотехнологічних процесів, на зниження забруднень навколишнього середовища. Вирішення таких задач повинно забезпечувати досягнення мети та задач БР, як форми державної атестації випускників університету.

Перелік тем БР розробляється випусковою кафедрою, виходячи із можливостей реалізації тієї або іншої групи задач, конкретних задач з вибраної групи. Дані можливості визначаються, як правило, спеціалізацією робіт, що виконуються на об'єктах практики, з якими у випускової кафедри підтримуються виробничі стосунки, а також сформованою на кафедрі науковою школою та спеціалізацією підготовки інженерів у рамках спеціальності. Кафедрою пропонують-

ся наступні напрями робіт:

- Створення нових та удосконалення існуючих методів розрахунку та інтенсифікації процесів теплообміну в одно- та багатозфазних теплоносіях.

- Розробка, розширення, реконструкція, енергетична модернізація систем: тепло-, паливо- або холодопостачання промислових об'єктів різних галузей промисловості, житлових масивів, громадських будівель; виробництва та розподілу енергоносіїв, комплексного використання вторинних енергетичних ресурсів; знешкодження промислових викидів; вентиляції та кондиціонування приміщень виробничих, громадських і житлових об'єктів.

- Дослідження конвекційного теплообміну та течій в однофазних середовищах.

- Розвиток технологій процесів сушіння.

- Розробка, реконструкція, енергетична модернізація високо- чи низькотемпературних теплотехнологічних процесів та установок в різних галузях промисловості.

- Дослідження умов формування відкладень, в оборотних систем охолодження, на елементах конструкцій теплотехнічних систем. Прогнозування впливу відкладень на експлуатаційні показники обладнання.

- Проектування, реконструкція, модернізація або переоснащення котелень централізованого та децентралізованого теплопостачання житлових масивів, промислового вузла або окремих житлових, громадських чи промислових будівель з паровими чи водогрійними котлами, та контактними водонагрівачами при спалюванні газоподібного, рідкого та твердого палива.

- Удосконалення технології раціонального використання вторинних енергоресурсів в системах вироблення та споживання теплової енергії, в промислових процесах та агрегатах.

- Удосконалення та дослідження методів комбінованого вироблення теплової та електричної енергії.

- Удосконалення систем опалення, вентиляції, кондиціонування повітря та гарячого водопостачання житлових, громадських та промислових будівель, у

тому числі з використанням відновлюваних джерел енергії та низькотемпературних вторинних енергоресурсів в теплонасосних установках.

- Розробка методів перетворення в механічну енергію низькопотенційної теплоти та шляхів підвищення її потенціалу.

- Удосконалення засобів енергозбереження в промислових агрегатах і процесах.

- Дослідження процесів очищення газів та удосконалення систем очистки газоподібних викидів промислових теплоенергетичних установок.

- Удосконалення установок отримання біогазу на полігонах твердих побутових відходів та з відходів сільгоспвиробництва.

### ***Рекомендовані назви бакалаврської роботи***

Назва бакалаврської роботи повинна бути короткою та відповідати обраній спеціальності – «Теплоенергетика».

***Потрібно уникати назв робіт, які починаються зі слів*** “Дослідження.....”, “Деякі питання.....”, “Матеріали до вивчення.....”.

Як приклад, нижче наведені варіанти формулювань тем БР:

- Установа використання термальності води для теплофікації об’єкту.

- Енергоустанова з акумуляторами вітрової та сонячної енергії.

- Система опалення та гарячого водопостачання житлового будинку з використанням сонячної енергії.

- Установа утилізації теплоти відхідних газів газоперекачувальних агрегатів компресорної станції.

- Енергетична модернізація вогнетехнічної установки плавильних печей.

- Реконструкція теплоенергетичного господарства промислового підприємства (як наприклад, заводів цукрового, машинобудівного, фармацевтичного, залізобетонних або полімерних будівельних матеріалів, виробів і конструкцій, з переробки сільськогосподарської сировини та ін.).

- Реконструкція (модернізація, розширення) промислової (промислово-опалювальної) котельні (парової, паро-водогрійної, водогрійної) пром підприємства (промзони, житлового масиву).



- Автономна система опалення та гарячого водопостачання промислового (житлового) об'єкту на базі апаратів зануреного горіння (контактних водонагрівачів різних конструкцій).

- Системи вентиляції та кондиціонування повітря (для сантехнічних і технологічних цілей) виробничих ділянок (цехів) промпідприємств різних галузей промисловості.

- Розробка (реконструкція, модернізація) схемних і конструкторських рішень теплотехнологічних процесів і установок (випарних, сушильних, пічних, ректифікаційних і таке ін.) виробництв різних галузей промисловості (цукру, добрив, миючих засобів, целюлози, паперу та картону).

Темами БР можуть бути задачі які зустрічаються при проектуванні нових і модернізації існуючих ТЕС, промислових підприємств, турбокомпресорних, холодильних, опріснювальних, теплоутилізаційних та інших високо- та низькотемпературних теплотехнологічних установок різних галузей промисловості, систем тепло- та холодопостачання підприємств і житлових масивів (включаючи джерела пари, гарячої води, теплові мережі, абонентські установки).

## **1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ**

### **1.1 Рекомендації до виконання роботи**

Бакалаврська робота виконується в кінці 8 семестру навчання.

Термін виконання бакалаврської роботи – *шість тижнів*.

Теоретичною базою виконання бакалаврської роботи є засвоєння студентами навчальних дисциплін, а саме: «Котельні установки промислових підприємств», «Джерела теплопостачання промислових підприємств», «Нагнітачі та теплові двигуни», «Теплотехнологічні процеси та установки», «Енергозбереження та використання вторинних енергетичних ресурсів у теплотехнологічних процесах», «Теплові та атомні електричні станції», «Системи та установки знешкодження шкідливих викидів».

При написанні бакалаврської роботи студент обов'язково посилається на авторів і джерела, з яких взято формули, графіки, діаграми чи окремі результати.

Бакалаврську роботу подають у вигляді друкованого рукопису з твердим переплетенням.

Обсяг і зміст БР визначаються завданням на БР з врахуванням теми роботи. Здобувач, який приступає до БР *перед початком переддипломної практики* має бути ознайомлений з *наступними основними положеннями*.

*БР – це самостійна інженерна розробка* здобувача, в якій йому належить *провідна роль*. Він є ініціатором пропозицій і прийняття обґрунтованих технічних рішень, за які несе повну відповідальність, у тому числі за правильність, достовірність та точність виконаних досліджень і розрахунків, за відповідність розроблених проектно-конструкторських документів прийнятим технічним рішенням, а оформлення документів – вимогам стандартів.

*БР має представляти* комплексне та узгоджене в деталях рішення інженерно-технічної задачі, яке охоплює: розробку та розрахунок теплових схем основних об'єктів проектного завдання; компоновку обладнання; розрахунки та вибір стандартного обладнання; розробку та розрахунки конструкцій нестандартного обладнання чи його складальних одиниць. Розробку заходів з можливості використання вторинних енергоресурсів, захисту навколишнього середовища від промислових викидів і відходів виробництва.

Приступаючи до проектування здобувач має чітко уявляти і роль керівника БР і консультантів. Вона полягає у розробці завдання, формулюванні обсягів розрахункової і графічної частин, систематичному контролю за роботою здобувача над БР, консультуванні та спрямуванні роботи над БР у правильне русло. Керівник при цьому не повинен підміняти студента у прийнятті технічних рішень.

## **1.2 Зміст та обсяг бакалаврської роботи**

БР повинна включати пояснювальну записку та графічну документацію.

Текстова документація може містити специфікації та різні додатки, наприклад, тексти програм комп'ютерних розрахунків, роздруківки результатів обчислень та ін.

*Остаточний зміст та обсяг проєкту уточнюється керівником проєкту разом зі здобувачем після закінчення переддипломної практики з врахуванням всіх обставин, що склалися.*

Обсяг записки складає 50...70 аркушів формату А4 (включаючи рисунки), а об'єм графічної частини – 4 аркуші формату А1 креслень установок і механізмів.

У разі виконання декількома здобувачами комплексної теми, можливо мати спільну частину, але наявність одноосібних розділів БР є обов'язковою.

### **Зміст розрахунково-пояснювальної записки**

- титульний аркуш;
- зміст;
- перелік умовних позначень;
- вступ;
- розділи розрахункової та конструкторської роботи;
- висновки;
- список використаних джерел;
- додатки.

### **Зміст графічної частини роботи**

Графічна частина роботи повинна містити 4 аркуші формату А1. Їх представляють на паперових носіях. За узгодженням з випусковою кафедрою графічна частина може бути представлена у електронному вигляді.

#### ***Аркуші:***

- 1-й, ... та 4-й аркуші – принципова розгорнута енерготехнологічна схема установки, в якій реалізується досліджуваний процес (агрегат, установка,) з переліком встановленого основного та допоміжного обладнання; плани та розрізи агрегатів та обладнання;

## **2. ВИМОГИ ДО СТРУКТУРИ БАКАЛАВРСЬКОЇ РОБОТИ**

### **2.1 Титульний аркуш бакалаврської роботи**

Титульний аркуш магістерської роботи містить:

- найменування міністерства, університету та кафедри;
- прізвище, ім'я, по батькові студента;
- тему бакалаврської роботи;
- наукову ступінь, вчене звання, прізвище та ім'я, по батькові керівника роботи;
- місто, де виконана робота;
- рік виконання.

### **2.2 Зміст бакалаврської роботи**

Зміст подають на початку роботи. Він повинен містити найменування та номери початкових сторінок усіх розділів, підрозділів, зокрема вступу, назв розділів, висновків, додатків, списку використаної літератури.

### **2.3 Перелік умовних позначень**

Якщо в кваліфікаційній роботі спеціальні терміни, скорочення, символи, позначення та інше повторюються *менше трьох разів*, їх у перелік не вносять, а розшифровують у тексті при першому згадуванні. Перелік умовних позначень параметрів *наводиться у разі частого повторення їх у роботі*. Перелік умовних позначень друкують двома колонками, зліва за абеткою наводять скорочення, справа – їх детальне розшифрування та розмірність.

### **2.4 Вступ**

У вступі належить розкрити:

- сутність інженерної проблеми (завдання);
- стан розв'язання інженерної проблеми (завдання);
- значущість інженерної проблеми (завдання) для виробництва, побуту;
- підстави проведення роботи;
- вихідні дані для розроблення теми роботи.

## **2.5 Розділи бакалаврської роботи**

У розділах бакалаврської роботи подають:

- аналітичний огляд літератури за темою;
- вибір напрямку роботи;
- виклад загальної методики та методів роботи;
- розрахункову частину;
- аналіз і узагальнення результатів роботи.

## **2.6 Висновки**

У висновках викладають найважливіші практичні результати бакалаврської роботи та формулюють рекомендації щодо практичного використання одержаних результатів.

## **2.7 Додатки**

До додатків мають бути включено матеріали, що додатково ілюструють результати, одержані в роботі.

## **2.8 Список літературних джерел**

Список використаних джерел розміщують у порядку посилань у тексті БР. Бібліографічний опис джерел повинен відповідати вимогам [5].

## **3. ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ БАКАЛАВРСЬКОЇ РОБОТИ**

### **3.1 Загальні положення**

Пояснювальна записка є текстовим документом, що містить суцільний текст. Вона виконується з використанням комп'ютерної техніки на одному боці аркушу паперу формату А 4 шрифтом Times New Roman 14 пунктів, міжрядковий інтервал 1,5 Lines, і повинна відповідати вимогам ЄСКД. На аркуші текстового документу повинна бути рамка чорного кольору, яка виконана типографським способом або вручну чорнилами чи пастою. Рамку наносять суцільною основною лінією на відстані 20 мм від лівої межі формату та 5 мм від решти меж формату. Відстань від рамки до меж тексту на початку та в кінці строк повинна бути не менше 3 мм а від верхнього чи нижнього рядка тексту до верхньої або нижньої лінії рамки – не менше як 10 мм, а між текстом та заголовком – 15 мм. Помилки та неточності, що знайдені в процесі виконання документу, допускається виправляти закрашуванням білим коректором і нанесенням виправленого тексту по верху від руки.

### **3.2 Виконання основних написів**

Всі текстові документи (за винятком титульних аркушів бакалаврської роботи і пояснювальної записки, аркушів завдання, календарного плану, реферату) повинні мати основні написи, які розміщують у правому нижньому куті аркуша по короткій сторони.

У пояснювальній записці БР основні написи виконуються як для текстових документів системи проєктної документації для будівництва (СПДБ): - перший аркуш (розміщують для змісту) – див. рис. 3.1 та 3.2.

Розшифровка граф основних написів:

(1) – Позначення текстового документа, що складається з заголовкових літер і цифр.

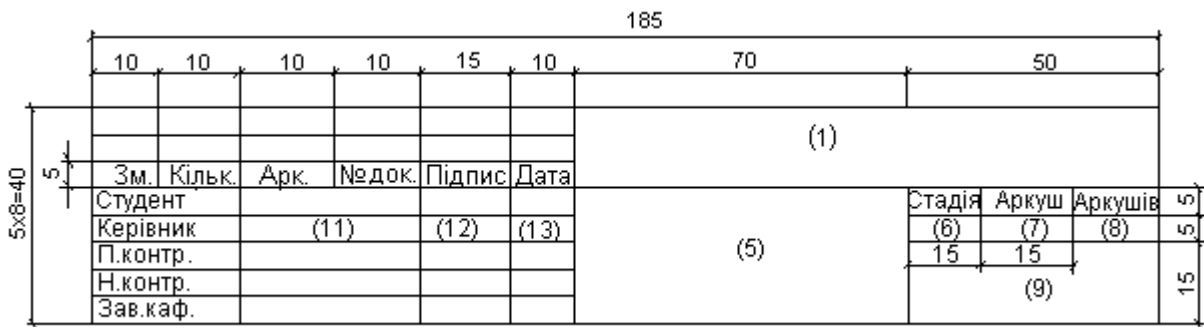


Рис. 3.1.

- наступні аркуші (розміщують на всіх інших аркушах) – див. рис. 3.2.

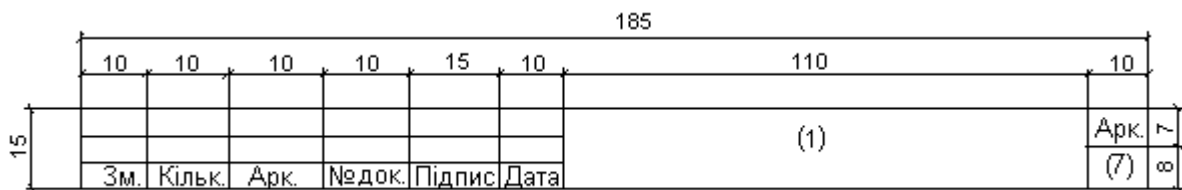


Рис. 3.2.

*Наприклад, ТЕ 51м 05 0008 ПЗ,*

де ТЕ 51м – шифр та номер групи; 05 – дві останні цифри залікової книжки; 08 – номер теми за наказом; ПЗ – пояснювальна записка.

(5) – Найменування виробу (тема бакалаврської роботи) та/або найменування документа.

*Наприклад:* «Система теплопостачання житлового будинку. Пояснювальна записка», і т. ін. Слова «Пояснювальна записка» слід писати меншим шрифтом і в окремому рядку.

(6) - Умовне позначення стадії проектування. Для бакалаврської роботи це БР. При реальному проектуванні це можуть бути наступні літери: П – проект, РП – робочий проект, Р – робоча документація.

(7) - Порядковий номер аркуша.

(8) – Загальна кількість аркушів (з урахуванням усіх розділів ПЗ, висновків, списку літератури та додатків).

(9) – Найменування організації, яка розробила даний документ.

*Наприклад, «НУВГП, ННІЕАВГ, Кафедра ГЕ, ТЕ та ГМ».*

(11) – Прізвища осіб, які підписали документ (без ініціаліві).

(12) – Підписи тих осіб, прізвища котрих вказані в графі (11).

(13) – Дата підпису даного документа.

*Наприклад, 24.06.18, де 24 – рік, 06 – місяць, 18 – число місяця.*

### **3.3 Вимоги до форматування тексту записки**

Текст пояснювальної записки бакалаврської роботи поділяється на розділи, підрозділи, пункти та підпункти. Розділи починаються з нової сторінки та повинні мати заголовки, підрозділи також. Пункти, зазвичай, заголовків не мають.

Заголовки розділів розташовуються посередині рядка та друкуються великими жирними літерами без крапки в кінці, не підкреслюючи текст.

Заголовки підрозділів починаються з абзацного відступу та друкуються маленькими літерами, окрім першої великої, не підкреслюючи їх та без крапки в кінці. Відстань між заголовком і наступним чи попереднім рядком має бути не менше як два рядки.

Не допускається розміщувати назву розділу, підрозділу в нижній частині сторінки, коли після неї можливе розміщення тільки одного рядка тексту.

Пункти та підпункти починаються з абзацного відступу. Розділи повинні мати порядкову нумерацію в межах викладення пояснювальної записки та позначатися арабськими цифрами без крапки, *наприклад, 1, 2, 3 і т. д.*

Підрозділи повинні мати порядкову нумерацію в межах кожного розділу а пункти і підпункти – в межах кожного розділу або підрозділу.

Номер підрозділу складається з номера розділу та порядкового номера підрозділу, що відокремлені крапкою. Після номера підрозділу крапку не ставлять, *наприклад, 1.1, 1.2 і т.д.*

Номер пункту складається з номера розділу, порядкового номера підрозділу та порядкового номера пункту, що відокремлені крапкою. Після номера пункту крапку не ставлять, *наприклад, 1.1.1, 1.1.2 і т.д.*

Номер підпункту складається з номера розділу, порядкового номера пункту та порядкового номера підпункту, що відокремлені крапкою. Після



номера підпункту крапку не ставлять, *наприклад*, 1.1.1.1, 1.1.1.2 і т. д.

У середині пунктів чи підпунктів можуть бути наведені переліки перед якими ставлять двокрапку. Перед кожною позицією у переліку слід ставити малу літеру української абетки та дужку, або не нумеруючи через – дефіс (перший рівень деталізації), для подальшої деталізації переліку слід використовувати арабські цифри та дужку (другий рівень деталізації). Переліки першого рівня деталізації друкують малими літерами з абзацного відступу, другого рівня - з відступом відносно розташування переліків першого рівня.

*Наприклад:*

4.5.2 Нагрівальні прилади систем водяного опалення за конструкцією поділяються на:

- а) радіатори:
  - 1) секційні;
  - 2) панельні;
- б) конвектори;
- в) калорифери.

Викладення текстового матеріалу в ПЗ має супроводжуватися схемами, графіками, рисунками і, при необхідності також фотографіями. На такі матеріали мають бути посилання в тексті записки.

***Посилання на креслення та схеми графічної частини роботи в ПЗ не допускається.***

В тексті ПЗ не допускається застосовувати скорочення слів, окрім тих, що встановлені правилами орфографії та відповідними стандартами, а також скорочувати позначення одиниць вимірювання фізичних величин, коли вони вживаються без цифр.

В ПЗ необхідно застосовувати тільки стандартизовані одиниці фізичних величин.

Формули та рівняння розташовують після тексту, де вони згадуються та посередині сторінки. Вище та нижче кожної формули чи рівняння повинно залишатися не менше одного вільного рядка.

Усі формули нумеруються наскрізною нумерацією арабськими цифрами, що розміщуються на рівні формули справа в круглих дужках. Допускається також нумерація формул у межах кожного розділу. У такому випадку номер формули складається з номера розділу та порядкового номера формули, що розділені крапкою.

У формулах чи рівняннях як символи застосовуються позначення, що встановлені відповідними стандартами. Пояснення значень символів, числових коефіцієнтів, що входять у формули чи рівняння, наводяться безпосередньо під ними у тій послідовності, в якій вони наведені в формулі чи рівнянні. Перший рядок пояснення починають з абзацу словом «де» без двокрапки.

*Наприклад:*

Втрати теплоти через зовнішні огороджувальні конструкції приміщення, кВт, розраховують за формулою

$$Q_{\text{обг.}i} = K_i F_i \Delta t_i (1 + \Sigma \beta)_i n_i \cdot 10^{-3}, \quad (23)$$

де  $K_i$  – коефіцієнт теплопередачі елемента огороджувальної конструкції, Вт/ (м<sup>2</sup> · К);

$F_i$  – поверхня елемента огороджувальної конструкції, що передає теплоту, м<sup>2</sup>;

$\Delta t_i$  – розрахункова різниця температур між внутрішнім та зовнішнім повітрям, °С;

$\Sigma \beta$  – додаткові втрати теплоти в долях до основних;

$n_i$  – поправковий коефіцієнт на розрахункову різницю температур, залежить від геометричного положення елемента огороджувальної конструкції або його типу.

Формули, які розташовані одна за одною та не розділені текстом, відокремлюються між собою комою.

В ПЗ бакалаврської роботи допускається посилання на даний документ, стандарти, технічні умови та іншу літературу. Посилатися необхідно на документ загалом або на його розділи чи додатки. Посилання на підрозділи, пункти, таблиці та ілюстрації не допускається, за винятком перелічених матеріалів даної ПЗ.

### 3.4 Оформлення ілюстрацій та додатків

Ілюстрації (рисунок, графік, схема, діаграма, фотознімки) слід розміщувати в ПЗ безпосередньо після тексту, де про них сказано вперше, або на наступній сторінці [3]. На ілюстрації мають бути посилання у тексті (*наприклад*, на рис. 3.1 наведена компоновка обладнання котельні).

Ілюстрації можуть мати назву та підрисунковий текст. Слово «Рисунок» розміщують після пояснювального тексту.

Ілюстрації нумеруються арабськими цифрами порядковою нумерацією в межах даного розділу, за винятком тих, які наведені в додатках. Номер ілюстрації - це номер розділу та порядковий номер ілюстрації, відокремлені крапкою. Після номера ілюстрації ставиться тире і наводиться її назва (*наприклад*, «Рис. 3.1» - перший рисунок третього розділу).

Наприклад:

Зображення рисунка (ілюстрації)

1 - котел; 2 - деаератор; 3 - насос мережевої води і т. ін.

Рис. 3.1. - Компоновка обладнання котельні.

Ілюстрації додатків позначаються окремою нумерацією арабськими цифрами з додаванням перед ними букви позначення додатку (*наприклад*, «Рисунок А.1» - перший рисунок додатку А).

Додатки, за наявності, оформлюють як продовження ПЗ на наступних аркушах.

Кожен додаток починається з нової сторінки, де вказується зверху посередині сторінки слово «Додаток» та його позначення заголовковими літерами, починаючи з літери А. Допускається позначення додатків літерами латинського

алфавіту, без літер І, О.

Додаток повинен мати заголовок, що записується симетрично відносно тексту з прописної літери окремим рядком.

*Наприклад:*

### **Додаток А**

#### **Результати розрахунків теплової схеми на ЕОМ**

Усі додатки повинні бути представлені в змісті документу, з вказуванням їх номера та заголовку.

### **3.5 Таблиці у тексті**

Цифровий матеріал у вигляді таблиць, розташовують безпосередньо після тексту, у якому вони згадується вперше, або на наступній сторінці. На всі таблиці повинні бути посилання в тексті БР, причому слово «таблиця» пишеться скорочено, наприклад, «див. табл. 1.2».

Таблиці нумеруються арабськими цифрами наскрізною нумерацією. Допускається нумерація в межах розділу, при цьому номер таблиці складається з номера розділу та порядкового номеру таблиці, що розділяються крапкою. Назва таблиці розміщується над нею.

Коли рядки або графи таблиці виходять за межі формату сторінки, тоді таблицю поділяють на частини, переносять частину таблиці на наступну сторінку, повторюючи в кожній частині її оголовок. При поділі таблиці на частини допускається оголовок замінити відповідно номерами колонок нумеруючи їх арабськими цифрами у першій частині таблиці. Слово «Таблиця . . .» вказують один раз зліва над першою частиною таблиці, над іншими частинами пишуть: «Продовження таблиці . . .» зазначаючи її номер.

Таблицю в тексті розміщують після першого згадування про неї так, щоб її можна було читати без повороту аркуша.

*Наприклад:*

Таблиця 3.1 - Результати розрахунків теплової схеми

Найменування величини	Позначення	Одиниця	Значення величини
1	2	3	4

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4

## 4. ОФОРМЛЕННЯ ГРАФІЧНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ

В бакалаврській роботі схеми, компоновочні креслення (плани та розрізи, розташування трубопроводів і повітропроводів) виконуються в системі СПДБ, а креслення загальних виглядів, деталей, збірні, габаритні чи монтажні в системі ЄСКД.

### 4.1 Графічна документація в СПДБ

В залежності від стадії розробки проєктна документація в СПДБ поділяється на ескізний проєкт, техніко-економічне обґрунтування, проєкт, робочий проєкт.

До складу робочої документації включають робочі креслення, призначені для виконання будівельних і монтажних робіт; документацію на будівельні вироби; ескізні креслення загальних видів нетипових виробів; специфікації обладнання, виробів та матеріалів; кошторисну документацію.

Робочі креслення для проведення будівельних і монтажних робіт об'єднують у комплекти.

Маркування основних комплектів робочих креслень, наприклад:

Технологія виробництва	ТХ
Технологічні комунікації	ТК
Генеральний план та споруди транспорту	ГТ
Генеральний план	ГП
Архітектурні рішення	АР
Водопровід та каналізація	ВК
Опалення, вентиляція та кондиціонування	ОВ

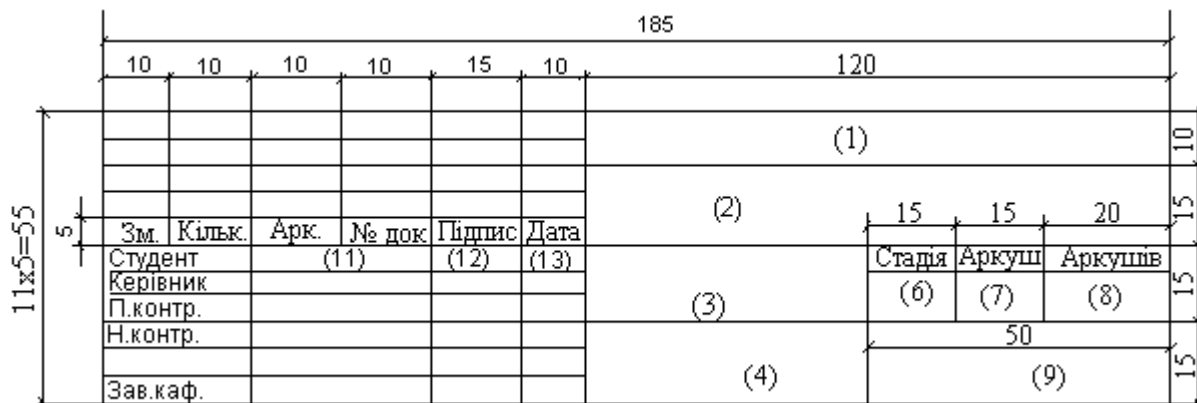


Рис. 4.1.

Тепломеханічні рішення котельних	ТМК
Повітропостачання	ПП
Холодопостачання	ХП
Газопостачання внутрішнє (внутрішні пристрої)	ГПВ
Газопостачання зовнішнє	ГПЗ
Тепломеханічні рішення теплових мереж	ТМТМ
Автоматизація	АТМ

На аркушах комплекту робочих креслень виконують основний напис відповідно до рис. 4.1.

Зміст граф основного напису:

(1) - Позначення документа. Виконується як для текстових документів, див. п. 3.2, але замість літер «ПЗ» пишуться заголовкові літери марки основного комплекту робочих креслень, наприклад «ТМК», «ТК» та ін., перед якими додається ще тризначний, реєстраційний номер документа.

*Наприклад, ТЕ 51 01 0002 001 ТХ.*

(2) - Назва підприємства, житлово-цивільного комплексу, або іншого об'єкту будівництва, до складу якого входить споруда, або найменування мікрорайону (наприклад, «Завод холодильного обладнання у м. Херсоні та ін.).

(3) - Найменування будинку (споруди) і за необхідності вид будівництва (реконструкція, розширення, технічне переоснащення, капітальний ремонт). Наприклад, «Котельня. Реконструкція», «Система теплопостачання. Реконструкція» та ін.

(4) - Найменування зображень, що розміщені на даному аркуші (кресленні) у точній відповідності з їх найменуванням на кресленні. Специфікації, таблиці і т. ін. не вказують. (Наприклад, «Теплова схема котельні», Розріз 1 - 1» та ін.).

(6) - Умовне позначення стадії проектування - заповнюється як для текстових документів бакалаврської роботи.

(7) - Порядковий номер аркуша (креслення) даної марки (якщо один аркуш, то графа не заповнюється).

(8) - Загальна кількість аркушів даної марки (заповнюється тільки на першому аркуші документа).

(9) , (11), (12), (13) - Те саме, що у текстових документах, див. п. 3.2.

Креслення в СПДБ виконують в оптимальних масштабах з урахуванням їх складності та насиченості інформацією.

Зображення трубопроводів та їх позначення в СПДБ виконують у відповідності з ДСТУ Б А. 2.4 - 1 : 2009, а для тепломеханічних рішень котелень, наприклад, - у відповідності з ДСТУ Б В. 2.4 - 12 : 2009.

Умовне позначення трубопроводу складається з графічного умовного позначення або спрощеного зображення трубопроводу та літерно-цифрового чи цифрового позначення, яке характеризує вид середовища, що транспортується, його призначення та параметри.

Літерою або першою цифрою позначають вид середовища, що транспортується, наступними цифрами - призначення та параметри середовища, що транспортується, наприклад Т1; Т2; Т3; 1.1; 1.2; 1.3.

Вимоги до оформлення графічної документації кожної марки основних комплектів робочих креслень установлюються відповідними міждержавними стандартами, *наприклад*:

ДСТУ БА. 2.4 - 22: 2008. СПДБ. Технологія виробництва. Основні вимоги до робочих креслень.

ДСТУ БА. 2.4 - 25 : 2008. СПДБ. Газопостачання. Внутрішні пристрої. Робочі креслення.

ДСТУ БА. 2.4 - 41: 2009. СПДБ. Опалення, вентиляція і кондиціонування повітря. Робочі креслення.

ДСТУ Б А. 2.4 - 28: 2008. СПДБ. Мережі теплові (Тепломеханічна частина). Робочі креслення.

ДСТУ БА. 2.4 - 12: 2009. СПДБ. Правила виконання робочої документації тепломеханічних рішень котелень.

Наприклад, для марки основного комплекту ОВ у робочі креслення опалення, вентиляції та кондиціонування повітря згідно з ДСТУ Б А. 2. 4 - 41: 2009 включають основний комплект робочих креслень марки ОВ; креслення загальних видів нестандартних конструкцій систем опалення, вентиляції та кондиціонування повітря; відомість потреб в обладнанні та матеріалах для даної системи.

#### **4.2 Графічні конструкторські документи в ЄСКД**

Стадіями розробки конструкторських документів є:

- технічна пропозиція;
- ескізний проєкт;
- технічний проєкт;
- робоча документація: деталі, складальної одиниці, комплекси.

Видами конструкторських документів, які виконують в бакалаврській роботі, можуть бути:

- Креслення деталі. Виконується обов'язково в робочій документації деталі та може виконуватись в технічному проєкті. На інших стадіях не виконується.
- Складальне креслення (шифр - СК). Є обов'язковим в робочій документації збірної одиниці. На інших стадіях не виконується.
- Креслення загального вигляду (ВЗ). Може складатися на стадіях технічної пропозиції, ескізного проєкту та технічного проєкту. На інших стадіях не складається.
- Габаритне креслення (ГК). Може виконуватися на всіх стадіях, крім робочої документації комплектів.



- Монтажне креслення (МК). Може виконуватися на стадії робочої документації для збірної одиниці, комплексів, комплектів. На інших стадіях не складається.

Вимоги до робочої документації, що включають креслення деталі, збірні, габаритні та монтажні креслення, виконання схем, креслення загального вигляду викладені в окремих стандартах.

На кожний виріб виконують окреме креслення, на якому розміщують основний напис у відповідності з вимогами [9] згідно з рисунком 4.2.

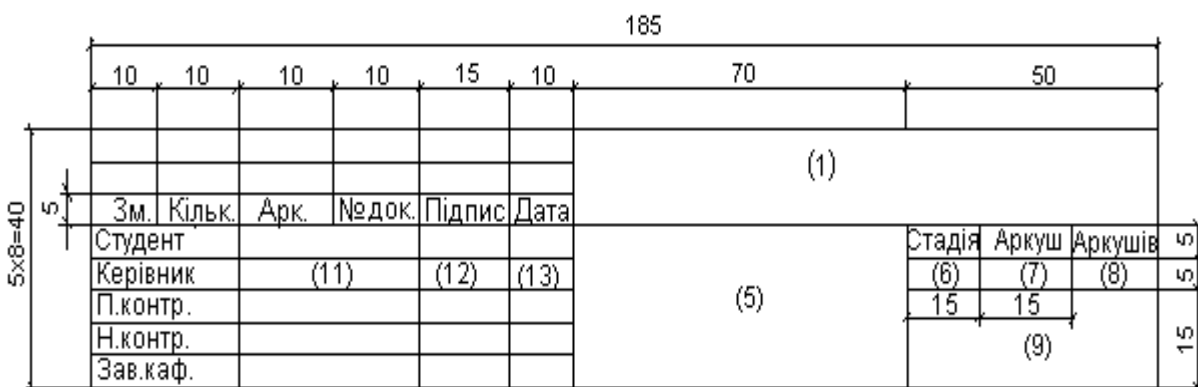


Рис. 4.2.

Допускається для наступних аркушів креслень і схем виконувати основний напис у відповідності з рисунком 4.3.

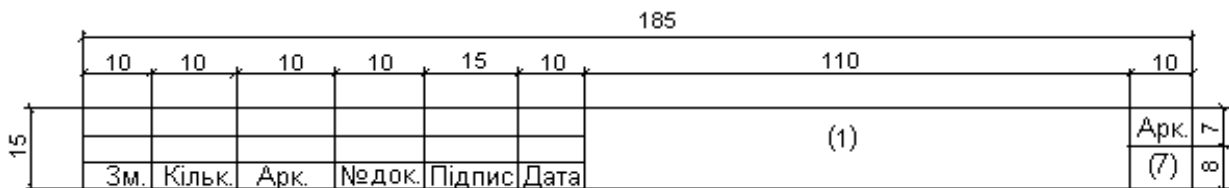


Рис. 4.3

Зміст граф основного напису:

(1) - Позначення документу. Виконується як для основного напису основного комплексу робочих креслень в СПДБ (див рис. 4.1), останніми літерами в якому є шифр креслення.

*Наприклад*, ТЕ 51 01 0002 001 ГВ.

(2) - Назва виробу, а також найменування документа, якщо йому присвоєний шифр.

*Приклади*: «Теплообмінник пластинчастий. Креслення загального вигляду»

ду»; «Калорифер пластинчастий. Складальне креслення» та ін.

Найменування документу розміщують нижче найменування виробу і записують меншим шрифтом.

Допускається для складального креслення найменування документа не вказувати.

(3) - Позначення матеріалу деталі (графу заповнюють тільки на кресленнях деталей).

(4) - Літера, що присвоєна даному документу. В бакалаврській роботі - це БР.

(5) - Маса виробів. Масу указують в кілограмах без позначення одиниці фізичної величини. Допускається вказувати в інших одиницях з їх позначенням.

(6) - Масштаб основних зображень. Якщо масштаб окремих зображень відрізняється від вказаного в основному напису, то його вказують над даним зображенням. Наприклад: А-А (1:20).

(7) - Порядковий номер аркушу даного виду конструкторського документу на відповідний виріб. На документах, що складаються з одного аркушу, графу не заповнюють.

(8) - Загальна кількість аркушів документу, які мають одне й теж позначення (заповнюють тільки на першому аркуші).

(9) , (11), (12), (13) - Заповнюють аналогічно основним написам для текстових документів в СПДБ у відповідності з пунктом 3.2.

На кресленнях і схемах також розміщують додатковий напис розміром 70x14, де вказують позначення документу у зворотному по відношенню до основного напису напрямку.

ГОСТ 2.109 - 73 (Основные требования к чертежам), який є міждержавним стандартом і чинним в Україні, встановлює основні вимоги до виконання креслень деталей, складальних, габаритних та монтажних креслень на стадії розробки робочої документації.

ГОСТ 2.120-73 (Технический проект), який є міждержавним стандартом і чинний в Україні, встановлює вимоги до виконання технічного проєкту на ви-

роби. Деякі вимоги до виконання креслень загального вигляду відповідно до ГОСТ 2.118-73, ГОСТ 2.120-73 наведені в дод. 11.

### 4.3 Вимоги до оформлення плакатів

Кожен плакат повинен містити заголовок, зображення та пояснювальний текст при необхідності. Основний напис на плакаті не виконують, а в правому нижньому кутку аркуша розміщують рамку розміром 185x40 (див. рис. 4.4).

До бакалаврської роботи на тему _____ _____ _____
Виконав студент _____ групи _____
Керівник _____

Рис. 4.4.

## **5. РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО РОЗДІЛІВ ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ**

### **5.1 Зміст розділів пояснювальної записки**

Вступ. Тут необхідно вказати, що БР розроблена на основі завдання на кваліфікаційну роботу випускової кафедри та теми затвердженої наказом по університету. Після цього сформулювати мету, шляхи її досягнення та впливаючі з цього завдання, що мають бути вирішені в роботі.

Текстова та розрахункова частини ПЗ, поділені на розділи, підрозділи, пункти, підпункти мають розкривати зміст роботи, давати повне та вичерпне уявлення про виконану роботу.

Якщо БР присвячена розробці апарата чи установки, то необхідно: висвітлити призначення та область застосування апарата; навести його технічну характеристику; дати опис та обґрунтування конструкції; навести розрахунки, що підтверджують працездатність і надійність конструкції; описати роботу розробленого виробу та рівень його уніфікації.

Якщо БР присвячена розробці теплотехнологічного процесу чи його вдосконаленню, то необхідно: навести опис процесу; відмітити його місце та значення в загальній послідовності теплотехнологічних процесів виробництва, що розглядається; проаналізувати причини стримування інтенсифікації процесу, які не дозволяють забезпечити якість готової продукції; виявити вторинні енергоресурси та можливості їх використання, можливі шкідливі впливи даного процесу на навколишнє природне середовище. Слід описати джерела енергопостачання, навести їх технічну характеристику, зазначити види енергоносіїв для реалізації процесу та їх параметри.

Після цього необхідно викласти суть основних інженерних рішень з теплотехнології, прийнятих у БР, та їх обґрунтування. Привести розрахунки, на яких ґрунтуються технічні рішення а саме: складання теплової чи теплотехнологічної схеми реалізації процесу або її вибір на основі порівняння декількох варіантів з оптимізацією, вибрати числові значення параметрів і характеристик про-

цесу (температура, тиск, продуктивність та ін.), вибрати стандартне основне та допоміжне виробниче обладнання, а також розрахунки для розробки нестандартного виробничого обладнання.

Розрахунки в загальному випадку мають містити: ескіз чи схему розрахованого виробу, накреслені в довільному масштабі; задачу розрахунку; дані для розрахунку; умови розрахунку; сам розрахунок; аналіз отриманих результатів розрахунків і оснований на цьому аналізі висновки відносно можливих технічних рішень.

Поділ матеріалу ПЗ на розділи та підрозділи залежить від тематики БР та погоджується з керівником роботи. Окремі розділи, підрозділи допускається об'єднувати, виключати чи вводити інші необхідні за задумом проекту, як приклад, пов'язані з вибором оптимальних режимів роботи обладнання, компоновочних або схемних рішень та ін. Рівень деталізації розділів погоджується з керівником роботи.

Незалежно від тематики БР у ПЗ можливо відобразити додаткові питання, наприклад, охорона навколишнього середовища від шкідливої дії на нього об'єкта проектування.

Незалежно від теми проекту при прийнятті технічних рішень має приділятися увага питанню раціональної витрати та економії палива, теплової енергії при реалізації теплотехнологічних процесів. Покращити використання та знизити витрату палива, теплової енергії на реалізацію теплотехнологічного процесу, зменшити шкідливі викиди в навколишнє середовище можна шляхом використання вторинних енергетичних ресурсів (ВЕР). Необхідно прагнути мінімізувати можливі теплові відходи у таких процесах і максимального використовувати ВЕР.

## **5.2 Приклад розгорненого плану виконання БР**

Тема: «Промислово-опалювальна котельня».

Вступ (мета проекту, шляхи досягнення мети, задачі, зміст матеріалу

вступу та перерахованих нижче розділів і підрозділів визначаються напрямком завдання: нове проектування, енергетична модернізація котельні, реконструкція, розширення котельні). Інформаційний блок.

1. Характеристика теплових споживачів і величини теплових навантажень.

1.1 Існуючий стан з теплопостачанням споживачів.

1.2 Перспективи для збільшення теплових навантажень споживачів.

2. Описання котельні (при новому проектуванні це опис прийнятих технічних рішень, а в проєктах модернізації, реконструкції, розширення котельні – це описання існуючої котельні)

2.1 Основне устаткування та його характеристики

2.2 Баланси пари та води (тут розглядається робота котельні при основних режимах і при аварійних зупинках парових або водогрійних котлів)

2.3 Теплова схема (приводиться опис теплової схеми котельні та робота устаткування в нормальному режимі експлуатації: парової магістралі, РУ власних потреб, РОУ, деаераторів, калориферів, мережевих підігрівників, системи повернення конденсату в цикл, баків-акумуляторів і т.д.)

2.4 Допоміжне устаткування (перелічується устаткування та приводиться його технічна характеристика: насоси живильні, мережеві та рециркуляційні, водогрійних котлів, підживлення тепломережі, конденсатні, дренажні; деаераторні установки підживлення котлів і підживлення тепломережі, підігрівники сирогої і хімічно очищеної води, розширювачі продувок і дренажів, баки-акумулятори і т.д.).

2.5 Компонування головного корпусу котельні (приводиться опис горизонтального та вертикального планування розташування основного та допоміжного обладнання).

2.6 Зовнішні технологічні трубопроводи (опис конструкцій прокладання трубопроводів для постачання енергоносіїв споживачам і для зв'язку приміщень котельні з допоміжними спорудами, мазутною, насосною та ГРП).

2.7 Паливне господарство (приводиться опис устаткування ГРП, його технічна характеристика та обладнання: фільтрів, приладів для вимірювання витрати газу, регулюючих засувок, регуляторів тиску, глушників шуму; для мазутного господарства – опис приймально-зливного пристрою, складу мазуту, мазутних насосів)

2.8 Водопідготовка (джерела води для живлення хімоводоочистки, результати хіманалізів вихідної води, якість і кількість конденсату, який буде повертатися, продуктивність установки водопідготовки для поповнення втрат пари та конденсату парових котлів; наводиться опис схеми та робота системи ХВО, компонування обладнання ХВО).

2.9 Характеристика котельні, що є джерелом забруднення довкілля.

2.10 Використання вторинних енергетичних ресурсів.

3. Основні технічні рішення та їх обґрунтування.

Структура даного розділу збігається зі структурою попереднього.

У випадку нового проектування матеріал розділу складає зміст попереднього розділу ПЗ і як окремий третій розділ в ПЗ не наводиться.

У проєктах модернізації, реконструкції, розширення котельні опис стану котельні до реалізації запроєктованих заходів наводиться у 2 розділі ПЗ, а тут приводяться описи пропонованих технічних рішень щодо основного та допоміжного обладнання котельні, паливного господарства, ХВО, використання ВЕР, захисту навколишнього середовища.

Зміст технічних рішень та обсяги визначаються в кожному конкретному випадку вимогами до кінцевого результату модернізації, чи реконструкції або розширення котельні, що викладені у завданні на проектування, та реальним станом даної котельні, а також економічною доцільністю реалізації прийнятих рішень. Технічні рішення мають відповідати діючим нормативним документам.

Найбільш поширеними технічними рішеннями є: заміна всіх чи частини морально застарілих і фізично зношених котлів на нові; реконструкція котлів для збільшення їхньої паропроductивності, параметрів пари або з метою пере-

ходу на спалювання палива, наприклад, біогазу очисних споруд, деревних відходів чи лузги насіння; переведення парових котлів на водогрійний режим роботи; використання пальників, що мають високу об'ємну теплову напругу факелу, мікро дифузійних газових пальників, пористих форсунок рідкого палива, різних модифікацій двох- і трьохстадійного процесу спалювання палива, контактних повітрянагрівників і контактних економайзерів, контактних теплообмінників з активною насадкою (КТАН) чи калориферів-утилізаторів; використання котлів зі спалюванням палива в «киплячому» шарі, з вбудованими теплообмінниками-утилізаторами, сучасних імпортних котлів фірм «Viesmann» і «Clayton» у комплекті з індивідуальними живильними насосами та з водопідготовчими установками, що реалізують сучасні технології обробки води живлення та дають можливість обійтися без ХВО; використання насосів фірм «Vilo» і «Grundfos».

У схемі котельні необхідно передбачати використання теплоти продувних вод.

#### 4. Розрахунки, які підтверджують обґрунтованість прийнятих основних технічних рішень

Обсяги та зміст розрахунків студент уточнює з керівником БР при уточненні завдання на проектування та під час обговорення основних технічних рішень.

4.1 Розрахунок теплової схеми котельні (виконують як при новому проектуванні, так і при реконструкції).

4.2 Розрахунки, що зв'язані з реконструкцією самого котла (тепловий, конструкторський, аеродинамічний, гідравлічний розрахунки котельного агрегату, розрахунки на міцність елементів котла – барабана, колекторів, пароперегрівника й ін.)

4.3 Розрахунки, що зв'язані з вибором основного та допоміжного устаткування (проектні та переввввочні теплові, гідравлічні розрахунки та розрахунки на міцність обладнання різного призначення, РОУ, деаераційно-живильної установки, установки для гарячого водопостачання, підігрівників мережевої води та



ін.; розрахунки подачі та напорів, для підбору насосів різного призначення).

4.4 Розрахунки обладнання теплоутилізаційного спрямування (теплові, конструкторські, гідравлічні, аеродинамічні розрахунки контактних повітропідігрівників, економайзерів, калориферів, інших утилізаційних теплообмінників, їхньої теплоізоляції, газоходів, трубопроводів водяної обв'язки та ін.)

4.5 Аеродинамічні розрахунки повітроводів і газоходів з підбором тягодуттєвого устаткування.

4.6 Розрахунки теплових мереж (теплові, гідравлічні розрахунки паро-, водо- конденсатопроводів, різних конструкції їхнього прокладання та ізоляції, розрахунки їх на міцність).

4.7 Розрахунок системи хімоводоочищення (розрахунки втрат конденсату на виробництві, внутрішньокотельних, у деаераторі підживлення тепломережі, на мазутному господарстві, втрат з безперервним продуванням; кількості і типу іонітних фільтрів, режиму перевантажень, місткості баків хімоочищеної води, діаметрів трубопроводів і таке ін.)

При розробці установки для регенерації вапняного шламу ХВО передбачаються розрахунки: кількості та якості вапняного шламу; тепловий, конструкторський, аеродинамічний розрахунки апарата регенерації вапна; допоміжного устаткування установки регенерації (циклонної топки, вентилятора).

4.8 Розрахунки, що пов'язані з паливним господарством (розрахунки обладнання мазутонасосної, мазутопроводів, ГРП, діаметрів газопроводів)

4.9 Розрахунки діаметрів трубопроводів на ділянках (трубопроводів перегрітої пари, живильної води, трубопроводів прямої і зворотної мережної води, головного паропроводу).

4.10 Розрахунки теплової ізоляції устаткування та трубопроводів.

4.11 Розрахунки на міцність.

При відсутності розрахунків на міцність елементів котлоагрегату виконуються перевіірочні чи проєктні розрахунки на міцність апаратів, що працюють під тиском, чи їх елементів, трубопроводів різного призначення, включаючи

компенсацію видовжень, міцності фланцевих з'єднань та ін.

Якщо в ПЗ передбачені окремі розділи з охорони навколишнього середовища і використання вторинних енергоресурсів, то відповідні розрахунки поміщають у цих розділах, а в розділі «Основні технічні рішення» приводять посилання на ці розділи.

5. Захист навколишнього середовища.

5.1 Характеристика котельні як джерела забруднень довкілля.

5.2 Технічні рішення по захисту від забруднень атмосфери.

5.3 Технічні рішення щодо захисту водного середовища та підземних вод від забруднення та виснаження.

## **6. ОРГАНІЗАЦІЯ ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**

Організаційно процес виконання кваліфікаційної роботи складається з наступних етапів: підготовчого, основного, заключного.

**Підготовчий етап** починається з вибору студентом теми та отримання індивідуального завдання від наукового керівника щодо тих питань, які необхідно розглянути під час переддипломної практики за обраною темою (ознайомлення зі станом проблеми та збирання матеріалів), включає освоєння програми переддипломної практики та завершується складанням та захистом звіту практики.

**Основний етап** починається одразу після захисту звіту про практику й завершується орієнтовно за тиждень до захисту кваліфікаційної роботи на засіданні ЕК. На даному етапі кваліфікаційна робота має бути повністю виконаною, перевіреною та підписаною керівником та консультантами; пройти нормоконтроль і перевірку на академічний плагіат.

**Заключний етап** включає отримання відгуку керівника про роботу та рецензії.

Виконані кваліфікаційні роботи з відгуком керівників подаються здобувачами на кафедру. Завідувач кафедри за результатами ознайомлення з поданими матеріалами та співбесіди зі здобувачем приймає рішення про допуск до захисту та візує титульну сторінку кваліфікаційної роботи.

Для керівництва випускниками, що виконують кваліфікаційні роботи, призначаються науково-педагогічні працівники кафедри, провідні співробітники наукових підрозділів кафедри, провідні спеціалісти у відповідній галузі з підприємств, науково-дослідних інститутів.

За рішенням кафедри можуть призначатися консультанти.

Термін виконання магістерської роботи складає 6 тижнів.

## **7. ПОРЯДОК ЗАХИСТУ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ БАКАЛАВРСЬКОЇ РОБОТИ**

Бакалаврська робота захищається на відкритому засіданні екзаменаційної комісії (ЕК), створеної відповідним наказом ректора університету, у терміни, визначені навчальним планом підготовки бакалаврів з теплоенергетики.

Процедура захисту бакалаврської роботи регламентована та містить наступне:

- відкриття засідання ЕК головою ЕК і представлення членів ЕК;
- представлення секретарем ЕК особи бакалавра – автора бакалаврської роботи, та її повної назви;
- викладення бакалавром науково-технічної суті виконаної ним роботи (до 20 хвилин) у вигляді презентації;
- запитань членів ЕК до автора роботи щодо технічних аспектів його роботи та відповіді автора;
- викладення секретарем ЕК змісту відгуку наукового керівника роботи від кафедри та змісту рецензії, що надійшла в ЕК на представлену до захисту роботу;
- відповідь автора роботи на зауваження рецензента;
- обговорення комісією оцінки автора роботи за результатом захисту;
- інформування бакалаврів про оцінки робіт.

Рейтингова оцінка з бакалаврської роботи має дві складові.

Перша враховує відповідність виконаної студентом роботи вимогам до атестаційних робіт освітнього ступеня «бакалавр», а саме, наскільки продемонс-

тровані студентом компетентності відповідають вимогам ОПП, а також якість пояснювальної записки та графічного матеріалу.

Друга складова характеризує якість захисту студентом роботи, тобто оцінити наскільки студент чітко та повно розкрив мету роботи, шляхи її досягнення, аргументує прийняті рішення, професійно відстоює власну точку зору, як він володіє професійними знаннями на сучасному рівні. Також враховуються отримані студентами патенти на корисну модель або позитивне рішення; опубліковані чи прийняті до друку статті в науково-технічних журналах; виступи на наукових конференціях з публікацією тез доповідей.

Результати захисту бакалаврських робіт визначаються на закритому засіданні ЕК, де мають право бути присутні керівники робіт і рецензенти, а рішення про присвоєння випускнику відповідно освітнього ступеня «бакалавр» і кваліфікації бакалавра з теплоенергетики екзаменаційна комісія оголошує на відкритому засіданні в день захисту після оформлення протоколу засідання комісії.

## **8. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА**

1. Про затвердження Вимог до оформлення дисертації: наказ Міністерства освіти і науки від 12.01.2017 р. № 40. *Офіційний вісник України*. 2017. № 20. С. 136–141.

2. Основні вимоги до дисертацій та авторефератів. Бюлетень ВАК України. Київ : Літопис ХХ, 2006. № 6. С. 9–16.

3. Виконання магістерської дисертації за освітньо-професійною програмою [Електронний ресурс] : навчальний посібник для здобувачів ступеня магістра за спеціальністю 144 «Теплоенергетика», спеціалізацією «Промислова та муніципальна теплоенергетика і енергозбереження» КПІ ім. Ігоря Сікорського / уклад.: М.Ф.Боженко. – Електронні текстові дані. Київ, КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. 66 с.

4. Положення про випускну атестацію студентів КПІ імені Ігоря Сікорського [Електронний ресурс] / Уклад.: В. П. Головенкін, В. Ю. Угольніков. Київ : КПІ імені Ігоря Сікорського. 2018. 98 с.

5. ДСТУ 3582: 2013. Бібліографічний опис. Скорочення слів і словосполучень українською мовою. Загальні вимоги та правила(ISO 4:1984, NEQ; ISO 832:1994, NEQ). [На заміну ДСТУ3582-97; чинний від 2013-08-22]. Вид. офіц. Київ : Мінекономрозвитку України, 2014. 15 с. (Інформація та документація).

6. Ковалко М. П., Денисюк С. П. Енергозбереження. Пріоритетний напрямок державної політики України. Київ, УЕЗ. 1998. 306 с.

7. Украина. Энергосбережение в пищевой промышленности. Energy Centre Kiev, Ukraine. 1996. 200 с.

8. Закон України «Про комбіноване виробництво теплової і електричної енергії (когенерація) і використання скидного енергопотенціалу» *Відомості Верховної Ради*. 2005. №20. С. 278–285.

9. Метод. рекомендації до виконання кваліфікаційної магістерської роботи зі спеціальностей 8.05060101 «Теплоенергетика» та 8.05060105 «Енергетичний менеджмент» денної та заочної форм навчання / Укладачі: М. О. Прядко, В. М. Філоненко. Київ : НУХТ, 2012. 33 с.

10. Рекомендації щодо запобігання академічному плагіату та його виявлення в наукових роботах (авторефератах, дисертаціях, монографіях, наукових доповідях, статтях тощо). Лист Міністерства освіти і науки України № 1/11 – 8681 від 15.08.2018 р.