



Міністерство освіти і науки України  
Сумський державний університет

**5476 Методичні вказівки**  
щодо виконання кваліфікаційної роботи  
для здобувачів за другим (магістерським) рівнем вищої освіти  
зі спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування»  
за освітньо-професійними програмами  
**«Компресори, пневмоагрегати та вакуумна техніка»**  
та «Холодильні машини і установки»  
усіх форм навчання

Суми  
Сумський державний університет  
2022

Методичні вказівки щодо виконання кваліфікаційної роботи / укладачі: В. М. Арсеньєв, Г. А. Бондаренко. С. М. Ванєєв, В. М. Козін, С. О. Шарапов. – Суми : Сумський державний університет, 2022. – 42 с.

Кафедра технічної теплофізики

## ЗМІСТ

	С.
ВСТУП.....	4
1 НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНА МЕТА І ЗАВДАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ МАГІСТРА.....	5
2 ТЕМАТИКА ЗАВДАНЬ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ.....	7
3 СТРУКТУРА, ОБСЯГ І ВИМОГИ ДО РОЗРАХУНКОВО-ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ.....	11
4 КЕРІВНИК РОБОТИ, КОНСУЛЬТАНТИ ТА ЗДОБУВАЧ.....	17
5 НОРМОКОНТРОЛЬ, ПЕРЕВІРКА НА АНТИПЛАГІАТ, ПОПЕРЕДНІЙ ЗАХИСТ І РЕЦЕНЗУВАННЯ РОБОТИ .....	19
6 ЗАГАЛЬНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ОФОРМЛЕННЯ І ЗАХИСТУ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ.....	22
ДОДАТОК А.....	27
ДОДАТОК Б.....	28
ДОДАТОК В.....	30
ДОДАТОК Г.....	31
ДОДАТОК Д.....	32
ДОДАТОК Е.....	33
ДОДАТОК Ж.....	37
ДОДАТОК И.....	38
ДОДАТОК К.....	39
ДОДАТОК Л.....	41

## ВСТУП

Згідно з освітньо-професійними програмами «Компресори, пневмоагрегати та вакуумна техніка» й «Холодильні машини і установки» другого (магістерського) рівня вищої освіти метою цих програм є підготовка висококваліфікованих професійних спеціалістів, здатних розв'язувати спеціалізовані задачі та практичні проблеми, зокрема й за умов невизначеності, що передбачає проведення досліджень із застосуванням теорій і методів наук, які характеризуються міждисциплінарністю та інноваційністю, під час проєктування, розроблення та модернізації сучасних енергетичних установок і систем. Центральне місце для реалізації вказаної мети посідає виконання кваліфікаційної роботи магістра.

Кваліфікаційна робота магістра є важливою формою підсумкової атестації здобувачів за другим (магістерським) рівнем вищої освіти для спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування».

Кваліфікаційна робота здобувача за другим (магістерським) рівнем вищої освіти – це самостійно виконана робота розрахункового, проєктного та/або дослідницького характеру за конкретною темою, що має прикладний характер. Вона повинна бути актуальною та спрямованою на розв'язання інженерних проблем сьогодення. Основне її призначення – продемонструвати рівень компетентностей здобувача та його вміння розв'язувати спеціалізовані задачі та практичні проблеми, зокрема і за умов невизначеності. У процесі підготовки роботи здобувачі розвивають широту мислення, набувають навички роботи з літературними джерелами, дослідницькою роботою, демонструють рівень своєї фахової підготовки, що є своєрідним звітом за весь період навчання.

Ці методичні вказівки рекомендовано для використання здобувачами вищої освіти та їхніми керівниками на всіх стадіях виконання кваліфікаційної роботи.

## **1 НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНА МЕТА І ЗАВДАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ МАГІСТРА**

Мета кваліфікаційної роботи – демонстрація одержаних знань і набутих навичок проведення самостійного конкретного інженерного розрахунку з можливим проектуванням розрахованого елемента інженерної системи та/або його дослідження із застосуванням різних методів.

У процесі захисту кваліфікаційної роботи здобувач повинен продемонструвати свої знання за темою, здатність робити аргументовані та обґрунтовані згідно з одержаними результатами висновки.

Кваліфікаційна робота здобувача за другим (магістерським) рівнем вищої освіти є підсумковим етапом навчання, яку виконують із метою:

- систематизації, закріплення і поглиблення теоретичних знань і навичок з інженерних розрахунків і проектування машин, апаратів, пристроїв, одержаних у процесі навчання;

- закріплення практичних навичок, отриманих під час проходження переддипломної практики.

У процесі виконання кваліфікаційної роботи згідно з освітньою програмою здобувач повинен:

- застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що містять сучасні наукові здобутки, а також критичне осмислення сучасних проблем у галузі енергетичного машинобудування для розв’язування складних задач професійної діяльності;

- здійснювати пошук необхідної інформації в науково-технічній і патентній літературі, базах даних, інших джерелах із технологій і процесів у галузі енергетичного машинобудування, на їхній основі систематизувати, аналізувати та оцінювати відповідну інформацію;

- формулювати і розв’язувати складні інженерні, виробничі та/або дослідницькі задачі під час проектування, виготовлення та експлуатації енергетичного обладнання та створення конкурентоспроможних розробок, втілення результатів в інноваційних проєктах;

– розробляти і реалізовувати проекти в галузі енергетичного машинобудування та пов'язані з нею міждисциплінарні проекти з урахуванням технічних, економічних, правових, соціальних та екологічних аспектів;

– створювати новітні технології та процеси й обґрунтовувати вибір обладнання та інструментів з урахуванням обмежень в енергетичному машинобудуванні на основі сучасних знань в енергетичній і суміжних галузях;

– використовувати методи моделювання, а також методи експериментальних досліджень із метою детального вивчення тепло- і масообмінних, гідравлічних та інших процесів, які відбуваються в технологічному обладнанні та об'єктах енергетичного машинобудування;

– ухвалювати ефективні рішення з інженерних та управлінських питань у галузі енергетичного машинобудування у складних і непередбачуваних умовах, зокрема із застосуванням сучасних методів і засобів оптимізації, прогнозування та ухвалення рішень;

– формулювати та розв'язувати інноваційні задачі галузі енергетичного машинобудування з урахуванням вимог до результатів, технічних стандартів, а також нетехнічних (суспільство, здоров'я і безпека, інтелектуальна власність, навколишнє середовище, економіка і виробництво) аспектів;

– вільно спілкуватися державною та іноземною мовами усно і письмово для обговорення професійних проблем і результатів досліджень та інновацій;

– презентувати результати досліджень та інновацій, зрозуміло і недвозначно доносити власні знання, висновки та аргументацію до фахівців і нефаківців;

– управляти складними робочими процесами в галузі енергетичного машинобудування, зокрема такими, що є непередбачуваними та потребують нових стратегічних підходів.

Додатково для здобувачів за освітньо-професійною програмою «Компресори, пневмоагрегати та вакуумна техніка»:

– уміти розробляти конструкторську документацію (зокрема на компресори і компресорні установки, вакуумне обладнання, пневмоагрегати);

– виконувати наукові дослідження в галузі енергетичного машинобудування (зокрема компресоробудування), обирати і застосовувати сучасні технології, інструменти і методи дослідження, формулювати висновки.

Додатково для здобувачів за освітньо-професійною програмою «Холодильні машини і установки»:

– уміти розробляти конструкторську документацію (зокрема на холодильні машини і установки, системи кондиціонування повітря, теплові насоси);

– виконувати наукові дослідження в галузі енергетичного (зокрема холодильного) машинобудування, обирати і застосовувати сучасні технології, інструменти і методи дослідження, формулювати висновки.

## **2 ТЕМАТИКА ЗАВДАНЬ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**

Тему кваліфікаційної роботи магістра можна вибирати з переліку тем на випусковій кафедрі, вона також ґрунтуватися на завданні підприємства, з яким здобувач уклав договір.

Зміст і обсяг графічної і розрахункової частин кваліфікаційної магістерської роботи можуть підлягати змінам після узгодження з керівником відповідного розділу в межах сформульованої теми кваліфікаційної роботи і термінів її виконання. Для виконання кваліфікаційної роботи здобувач може використовувати матеріали, які є в його звіті з переддипломної практики.

На основі розрахункових і технічних даних, одержаних для виконання кваліфікаційної роботи, здобувачі проводять комплекс розрахунків та/або досліджень за одним або декількома спеціальними завданнями, орієнтовні теми яких наведено нижче.

Вибір тематики завдання до кваліфікаційної роботи проводять з урахуванням нижчеперелічених чинників:

- рівня фундаментальної і професійно-орієнтовної підготовки здобувача;
- навичок здобувача з науково-дослідної роботи;
- навичок здобувача щодо знання комп'ютерної техніки та сучасних програмних комплексів;
- місця і характеру місця майбутнього працевлаштування здобувача;
- наукового напряму керівника випускної роботи;
- можливостей одержання необхідної науково-технічної інформації;
- потреб підприємств, що випускають і експлуатують відповідне обладнання.

Перед затвердженням завдань їх обговорюють на засіданні випускової кафедри після попередньої бесіди з кожним здобувачем.

Завдання можуть мати комплексний характер за участю двох-трьох здобувачів однієї освітньо-професійної програми. Комплексне завдання повинно складатися з декількох розділів, які мають самостійне значення, але спрямовані на розв'язання спільної задачі. Обсяги і вимоги до завдань наведено в розділі 3.

Для більш широкого чи поглибленого опрацювання окремих тем декількох здобувачів можна об'єднати з метою виконання міжкафедральної комплексної кваліфікаційної роботи, водночас зміст спеціального, дослідницького й усіх інших розділів у них не дублюється, а за необхідності вони взаємодіють, обмінюючись результатами розрахунків. Комплексна робота декількох здобувачів дозволяє розв'язати задачі оптимізації чи уніфікації конструкції проєктованого обладнання завдяки багатоваріантності досліджень і розроблення його конструкції або зосередити їхні зусилля в різних напрямках для досягнення спільного результату в завершеному вигляді. Завдання виконання комплексної кваліфікаційної роботи магістра ставлять перед такими здобувачами до початку їхньої переддипломної практики, а специфіка роботи кожного з них повинна бути врахована під час розроблення ними технічної пропозиції.



Для освітньо-професійної програми «Холодильні машини і установки» рекомендовано такі приклади тем:

А. Проектно-конструкторські розрахунки і розробки прикладного характеру:

1. Проектування сонячного повітряного колектора для опалення приміщень.

2. Енергетична ефективність теплоутилізації продуктів згоряння котельної установки з метою холодоспоживання.

3. Теплонасосна установка з використанням пароструминної термокомпресії.

4. Розрахунок і проектування енергоефективної системи літнього кондиціонування повітря.

5. Розрахунок і проектування холодильника для охолодження і зберігання вершкового масла.

6. Вибір і проектування компресорної машини об'ємного принципу дії для системи холодопостачання.

7. Проектування та оптимізаційний розрахунок системи опалення навчальної аудиторії на базі теплонасосної установки.

8. Оцінювання показників енергоефективності силового контуру когенераційної установки.

Б. Дослідницький характер робіт:

1. Оцінювання впливу режимних параметрів первинного контуру теплонасосної установки на її енергоефективність.

2. Оптимізація енергоефективності системи тепlopостачання приватного житлового будинку.

3. Дослідження теплонасосної установки системи опалення на базі рідинно-парового ежектора з робочим середовищем R718.

4. Дослідження одноступеневої холодильної машини з різними типами компресорів.

5. Аналіз можливості створення системи охолодження в технології виробництва молока на базі струминної термокомпресії.

6. Оцінювання енергоефективності тепловикористального термотрансформатора з діоксидом вуглецю як робочої речовини.

7. Дослідження та розроблення тепловикористовувального теплового насоса.

8. Дослідження та проектування абсорбційного теплового насоса для потреб системи гарячого водопостачання.

9. Термодинамічний аналіз термотрансформації теплоти конденсації холодильної машини.

10. Оптимізація енергоефективності дросельно-ежекторного циклу криогенної установки.

11. Підвищення ефективності внутрішніх ущільнень відцентрового компресора для теплонасосної утилізації теплоти випарної установки.

Для освітньо-професійної програми «Компресори, пневмоагрегати та вакуумна техніка» приклади тем кваліфікаційних робіт магістрів:

А. Проектно-конструкторські розрахунки і розробки прикладного характеру:

1. Проектування стаціонарної азотно-мембранної компресорної станції.

2. Вихровий компресор для наддування повітря в топку згоряння на ТЕЦ.

3. Розроблення турбогенераторного агрегата для вузла дроселювання газу на газокомпресорній станції.

4. Розроблення вихрового компресора для системи газодинамічних ущільнень і дослідження впливу параметрів на його ефективність.

5. Розроблення уніфікованого ряду повітродувок.

6. Розроблення ротаційної пластинчастої машини зі змінною геометрією робочих органів.

7. Багатоцільовий газовий відцентровий нагнітач.

8. Розроблення турбогенератора на базі вихрової розширювальної машини для Сумської ТЕЦ.

9. Вакуумна система охолодження установки виробництва біодизельного палива на базі рідинно-парового ежектора.

Б. Дослідницький характер робіт:

1. Термодинамічний аналіз системи повітропостачання промислового підприємства.

2. Розрахунок і аналіз характеристик струминно-реактивної розширювальної машини.

3. Моделювання взаємозв'язків конструктивно-геометричних параметрів із експлуатаційними показниками ежекторно-очисної установки.

4. Розрахункове та експериментальне дослідження технологічних параметрів ежекторно-очисної установки з метою підвищення її ефективності.

5. Підвищення ефективності ущільнювальних пристроїв.

6. Удосконалення вакуумної системи відкачування повітря з конденсатора паротурбінної установки.

7. Підвищення ефективності ежекторно-очисної установки.

8. Дослідження пластинчасто-ребристих теплообмінників із різними видами насадок.

9. Дослідження і розрахунок аміачного поршневого компресора, що працює у складі одноступеневої холодильної машини.

10. Дослідження струминно-реактивної розширювальної турбомашини за допомогою програмного комплексу.

11. Дослідження відцентрового компресора азотного контуру установки для отримання скрапленого природного газу.

12. Удосконалення методів розрахунку робочого сопла ежекторно-очисної установки.

13. Розроблення струминно-реактивної розширювальної машини і дослідження впливу профілю трубок ротора на її ефективність.

### **3 СТРУКТУРА, ОБСЯГ І ВИМОГИ ДО РОЗРАХУНКОВО-ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ (РПЗ)**

Рекомендовано таку структуру розрахунково-пояснювальної записки:

1. Титульний аркуш (додаток А).

2. Завдання (додаток Б).

3. Реферат (додаток В) (*вкладають, не брошурують з РПЗ*).

4. Зміст.

5. Вступ.

6. Спеціальний розділ.

7. Економічний розділ (*не обов'язковий, на розсуд керівника роботи*).

8. Технологічний розділ (*не обов'язковий, на розсуд керівника роботи*).

9. Розділ автоматизації (*не обов'язковий, на розсуд керівника роботи*).

10. Розділ «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях».

11. Висновки.

12. Список використаної літератури.

13. Додатки.

У **завданні** до кваліфікаційної роботи формулюють мету завдання, наводять основні вихідні дані. Заповнюють бланк завдання.

У **рефераті** здобувач зазначає обсяг записки, кількість таблиць, рисунків, використаних джерел, додатків, короткий зміст основних розділів. Обсяг реферату – 1 аркуш формату А4.

**Зміст** містить найменування розділів і підрозділів роботи і початкові номери сторінок цих розділів і підрозділів.

**Вступ** до роботи розкриває сутність і стан проблеми (завдання) та її значущість, актуальність, підстави та додаткові вихідні дані для розроблення теми, аналіз чинних підходів до розрахунку або дослідження відповідно до теми роботи, вибір та обґрунтування алгоритму, що використовують у роботі.

**Спеціальний розділ** кваліфікаційної роботи супроводжують необхідними рисунками, графіками, таблицями, присвяченими інженерним розрахункам (термодинамічним, газодинамічним, тепловим, конструктивним, міцнісним та іншим видам, а також виконанню числових досліджень) згідно з поставленими в роботі завданнями.

Структура спеціального розділу кваліфікаційної роботи суттєво залежить від належності завдання до тієї чи іншої групи, наведеної в розділі 2. У будь-якому разі головним є термогазодинамічний або теплотехнічний розрахунок, який можна доповнювати гідродинамічними і міцнісними розрахунками.

У розрахунковій частині спеціального розділу кваліфікаційної роботи магістра, що належить до тематики групи Б (див. розділ 2) рекомендовано відобразити такі дані:

- огляд і аналіз результатів наявних досліджень щодо визначеного питання;
- постановка завдання дослідження і використані припущення;
- програма і методика дослідження;
- схема експериментального стенда та його робота;
- опис математичної моделі та алгоритму розрахунку для теоретичних досліджень;
- блок-схема програми розрахунку та її текст;
- аналіз отриманих результатів;
- висновки і рекомендації для проєктування досліджуваного обладнання.

Опрацювання результатів дослідження та оцінювання похибки дослідження чи вимірювань можна виконувати із застосуванням засобів комп'ютерної техніки. У кваліфікаційних роботах магістрів розрахунки на комп'ютері потрібно виконувати за самостійно розробленими програмами або з використанням ліцензійних програмних комплексів і програм, що застосовуються в навчальному процесі, водночас обсяг таких розрахунків може досягати 80 % від загальної кількості розрахунків спеціального розділу роботи. Крім того, у розрахунковій частині робіт із дослідженнями необхідно навести всі розрахунки, що підтверджують працездатність досліджуваного обладнання (до 50 % обсягу розрахункової частини спеціального розділу роботи):

- термогазодинамічні та теплофізичні розрахунки обладнання;
- динамічні розрахунки апаратів, систем і елементів;
- міцнісні розрахунки основних вузлів і деталей;

- розрахунки допоміжного обладнання;
- розрахунки режимних параметрів роботи обладнання, його енергетичних і об'ємних характеристик.

Спеціальний розділ є обов'язковим, його виконує здобувач під контролем керівника роботи.

**Економічний розділ** кваліфікаційної роботи може містити виконання економічних розрахунків, спрямованих на визначення техніко-економічних показників роботи енергетичної установки, що розраховується або досліджується, а також таких економічних показників, як простий та/або дисконтований термін окупності від модернізації установки або заміни принципової схеми, визначення собівартості енергетичної установки загалом чи її вузла, деталі тощо.

Розділ не є обов'язковим, і здобувач може виконувати його за рекомендацією та під контролем керівника роботи.

**Технологічний розділ** кваліфікаційної роботи може містити опис технології виробництва обраної деталі із зазначенням задіяного обладнання, послідовності його використання, технологічних параметрів роботи та інструментів і пристроїв, що застосовують.

Розділ не є обов'язковим, і здобувач може виконувати його за рекомендацією та під контролем керівника роботи.

**Розділ автоматизації для проєктованого обладнання** кваліфікаційної роботи може містити складання функціональної схеми автоматизації автоматизованої енергетичної установки, складання специфікації контрольно-вимірювальних приладів і автоматики, а також опис принципів автоматичного управління та/або регулювання установки та/або її елементів.

Розділ не є обов'язковим, і здобувач може виконувати його за рекомендацією та під контролем керівника роботи.

У розділі **«Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях»** здобувач виконує аналіз параметрів мікроклімату виробничого приміщення та потенціальних небезпек, пов'язаних із властивостями робочого середовища, умовами експлуатації спроектованого або досліджуваного устаткування.

Теоретичну частину розділу потрібно доповнювати практичною, де відповідно до рекомендації консультанта з цього розділу необхідно виконати розрахунок елемента, що відповідає за безпеку роботи установки чи її елемента (наприклад, розрахунок заземлення, занулення) або розрахунок параметрів, що впливають на умови роботи обслуговчого персоналу (освітлення, повітрообмін, рівень шуму в робочій зоні тощо). Також за рекомендацією консультанта з розділу можна виконати додатковий опис та/або розрахунок впливу можливої надзвичайної ситуації (аварії техногенного та природного характеру, інші можливі надзвичайні ситуації) на роботу установки, персоналу, підприємства тощо.

Розділ є обов'язковим, який здобувач виконує під контролем консультанта роботи з цього розділу або керівника роботи.

У *висновках* наводять критичну порівняльну оцінку одержаних результатів і обґрунтування економічно доцільної галузі їхнього застосування.

Розділ є обов'язковим, і здобувач його виконує під контролем керівника роботи.

Для складання *списку використаної літератури* необхідно ознайомитися з відповідними розділами навчальних посібників, підручників, монографій, статтями у фахових виданнях України та світу з обраної тематики кваліфікаційної роботи. Ознайомлюватися з літературою доцільно в такій послідовності: підручники, навчальні посібники, наукові видання (спочатку книги, потім періодичні видання), довідкова література. Ознайомлення з літературними джерелами повинно відбуватися у зворотному хронологічному порядку, тобто спочатку доцільно вивчити найсвіжіші видання, потім більш пізні. Підбір книг і статей рекомендовано робити з використанням систематичних покажчиків літератури в університетській, міських, обласних і всеукраїнських бібліотеках або з використанням інтернет-джерел.

У процесі вивчення літературних джерел здобувач повинен одержати повне уявлення про обрану тему кваліфікаційної роботи, коло проблем, які вона охоплює, тенденції розвитку розглядуваних процесів і явищ.

Список використаних джерел може бути складений у порядку їхнього згадування в тексті роботи або за алфавітом. Приклади оформлення бібліографічного опису залежно від виду літератури та кількості авторів наведено в додатку Д.

Робота також може вміщувати *додатки*, до яких входить додаткова пояснювальна інформація (принципові схеми, проміжні розрахунки, таблиці, діаграми, рисунки, інші допоміжні графічні об'єкти тощо), яку не доцільно розміщувати в основній частині роботи. Матеріал, наведений у додатках, повинен відповідати обраній темі роботи й містити необхідні матеріали, що були базою для проведення розрахунків основної частини роботи або виконаних досліджень.

Зміст і обсяг графічної частини кваліфікаційної роботи також залежить від належності її завдання до тієї чи іншої групи, поданої в розділі 2.

Під час виконання кваліфікаційних робіт із тематикою групи А графічна частина має бути обсягом не менше ніж 6–8 креслень формату А1 або формату А3, А4 (якщо захист роботи буде відбуватися у вигляді презентації). Вона може вміщувати складальні креслення устаткування (наприклад, теплообмінника) чи вузла (наприклад, ущільнення компресора), розміри і працездатність якого підтверджені в РПЗ тепловим, гідрогазодинамічним і міцнісним розрахунками, а також схеми холодильної машини (компресорної установки, системи змащування тощо) та її цикл в одній або декількох діаграмах, робочі креслення деталей устаткування чи вузла. У разі виконання економічного, технологічного розділів, а також розділу автоматизації рекомендовано доповнювати їх графічною частиною, яка входить до загальної кількості графічної частини роботи.

Під час виконання кваліфікаційних робіт за тематикою групи Б графічна частина може містити (крім складальних креслень і схем) результати порівняльних розрахунків у вигляді таблиць чи графіків, характеристики обладнання чи характер впливу на нього різних параметрів у графічному вигляді, алгоритми розрахунків, блок-схеми, тексти розрахункових програм для персонального комп'ютера, результати числового моделювання



та інші матеріали, які належать до змісту і результатів кваліфікаційної роботи обсягом не менше ніж 6–8 форматів А1. У графічній частині роботи обсяг дослідницької частини може становити до 80 % обсягу графічного матеріалу спеціального розділу. Особлива увага повинна бути приділена кресленням, що відображають новизну і самостійні конструктивні рішення в проєктованому обладнанні.

Загальною вимогою до графічної частини кваліфікаційної роботи є повне використання машинної графіки під час її виконання.

Специфікації до складальних креслень додають до розрахунково-пояснювальної записки, але не брошурують разом із нею і не враховують до її загального обсягу.

Загальний обсяг РПЗ кваліфікаційної роботи, оформленої згідно з рекомендаціями, поданими в розділі 5, становить не менше ніж 50–80 сторінок машинного тексту.

Усі наявні в роботі презентаційні матеріали, розроблені власні програмні продукти (виконавчі файли) та електронні версії розрахунково-пояснювальної записки, графічного матеріалу, інші допоміжні файли записують на цифровий носій інформації (SD-карта, CD- або DVD-диск тощо) та передають на кафедру відповідальній особі до моменту захисту кваліфікаційної роботи.

#### **4 КЕРІВНИК РОБОТИ, КОНСУЛЬТАНТИ ТА ЗДОБУВАЧ**

Для керування процесом написання кваліфікаційної роботи на кафедрі призначають керівника з викладачів кафедри, може бути призначено консультанта з викладачів кафедри екології та природозахисних технологій університету для виконання розділу «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях», а також, за необхідності, інших консультантів із випускової або інших кафедр. Робота керівника та консультантів входить до їхнього педагогічного навантаження, що визначається згідно з чинними нормативами.

Обов'язки керівника кваліфікаційної роботи:

– надання допомоги щодо розроблення плану (змісту) роботи, добору літератури, методології та методів розрахунку (дослідження) та ін.;

– аналіз змісту роботи, висновків і результатів розрахунків (досліджень);

– визначення поетапних термінів виконання роботи;

– контроль процесу виконання;

– інформування на засіданні кафедри про стан виконання роботи;

– написання відгуку на роботу.

Обов'язки консультанта за розділом кваліфікаційної роботи:

– надання допомоги щодо розроблення плану (змісту) розділу роботи, добору літератури, методології та методів розрахунку (дослідження) тощо;

– аналіз змісту розділу роботи, висновків і результатів розрахунків (досліджень);

– визначення поетапних термінів виконання розділу роботи;

– контроль процесу виконання розділу роботи;

– інформування керівника роботи про стан виконання розділу роботи.

Повністю оформлений розділ роботи, за яким закріплено консультанта, потрібно подати для перевірки та подальшого уточнення або затвердження відповідному консультанту, про що свідчить його підпис на завданні та у виділеному місці титульного аркуша роботи.

Повністю оформлену, зброшуровану і підписану особисто роботу (розрахунково-пояснювальна записка і графічна частина, специфікації) автор повинен надати на підпис керівнику роботи та отримати від нього письмовий відгук, який вкладають до розрахунково-пояснювальної записки і зачитують на захисті перед екзаменаційною комісією з обов'язковим оголошенням оцінки.

Здобувач зобов'язаний додержуватися погодженого графіка виконання кваліфікаційної роботи, оформити її згідно з чинними вимогами закладу вищої освіти та кафедри, на якій було виконано роботу, своєчасно передати кваліфікаційну роботу відповідальній особі для перевірки на антиплагіат, на кафедру для передзахисту, на зовнішнє рецензування і для захисту, аргументовано та точно відповідати на зауваження керівника і рецензентів, запитання членів екзаменаційної комісії та присутніх на прилюдному захисті кваліфікаційної роботи.

Керівник, консультанти та зовнішній рецензент роботи мають право брати участь у засіданні екзаменаційної комісії.

## **5 НОРМОКОНТРОЛЬ, ПЕРЕВІРКА НА АНТИПЛАГІАТ, ПОПЕРЕДНІЙ ЗАХИСТ І РЕЦЕНЗУВАННЯ РОБОТИ**

Після отримання позитивного відгуку керівника автор надає її на перевірку на нормоконтроль, яку здійснює один із викладачів кафедри або керівник роботи. Робота з перевірки на нормоконтроль входить до його педагогічного навантаження, що визначено згідно з чинними нормативами. Після врахування автором роботи всіх зауважень нормоконтроль ставить власний підпис у відведених для цього місцях роботи і повертає автору для подальшого проходження попереднього захисту (передзахисту), який здійснює відповідальна особа з викладачів випускової кафедри.

У разі виправлення зауважень нормоконтролю на матеріалах роботи, де містяться підписи керівника та/або консультантів, автору роботи необхідно повторно роздрукувати виправлені частини роботи і заново зібрати підписи.

За 2–3 тижні до захисту кваліфікаційної роботи магістра здобувачі записуються для захисту в один із виділених для цього днів згідно з графіком.

За 10–14 днів до початку захисту всі кваліфікаційні роботи проходять перевірку на антиплагіат. Для цього електронну версію розрахунково-пояснювальної записки надають для перевірки відповідальній особі, що закріплена на кафедрі. За резуль-

татами перевірки спеціалізованою програмою формується звіт із перевірки затвердженої університетом форми. За відсутності виявленого програмою плагіату роздрукований варіант звіту підписує відповідальна особа та передає автору, який додає його до РПЗ, але не брошурує разом із запискою. У разі виявлення у РПЗ плагіату у звіті ставлять відповідну позначку, його підписує відповідальна особа, а роботу повертають автору на доопрацювання, про що повідомляють керівника роботи та інших зацікавлених посадових осіб кафедри. Після доопрацювання роботи виконують її повторну перевірку доти, поки спеціалізована програма не виявить, що робота не має ознак плагіату, про що остаточно оформлює звіт і підписує відповідальна особа, та додають до роботи.

За 7–10 днів до початку захисту всі здобувачі проходять на кафедрі передзахист, на який вони подають повністю оформлені креслення і розрахунково-пояснювальну записку, підписані особисто керівником, консультантами всіх розділів (якщо такі є), а також нормоконтролем.

Перед передзахистом здобувачеві рекомендовано скласти доповідь для захисту роботи перед екзаменаційною комісією тривалістю до 15 хвилин, узгодивши її зміст із керівником роботи. У своїй доповіді необхідно сформулювати мету і завдання кваліфікаційної роботи, викласти методи дослідження і конструювання проектного обладнання з підкресленням новизни власних досліджень і рішень та їхньою зрівнювальною оцінкою щодо тих, які застосовують на підприємствах на час захисту роботи, коротко сформулювати зміст основних розділів роботи.

Більш доцільно викладати не зміст роботи, а логіку одержання найбільш значущих висновків. Здобувачеві варто враховувати такі поради під час підготовки тексту своєї доповіді: використовувати прості слова й прості стверджувальні пропозиції; повторювати іменники, уникати займенників. Якщо захист відбувається через тривалий час після здавання роботи, то перед захистом необхідно ще раз ретельно вивчити всі матеріали, тому що деякі положення й логічні міркування можуть бути забутими.

Здобувачеві потрібно підготувати необхідний ілюстративний матеріал для проведення доповіді без використання конспекту (до чого необхідно прагнути). Ілюстрації повинні, по-перше, відображати основні результати, досягнуті в роботі, і, по-друге, бути погодженими з доповіддю. Під час використання схем важливо забезпечити їхнє візуальне сприйняття членами комісії. Необхідно використовувати яскраві кольори, але не більше ніж три, інакше схема матиме строкатий вигляд. Застосовуваний ілюстративний матеріал повинен бути пронумерований і мати назви. Текст і цифровий матеріал повинні легко читатися з відстані 4–5 метрів. Неохайність оформлення схем, наявність помилок у них знижують враження від захисту, справляють негативний вплив на комісію. За допомогою ілюстративного матеріалу рекомендовано продемонструвати структурно-логічну схему роботи, що відбиває її задум. Підготовлений ілюстративний матеріал можна оформити у вигляді слайдів. Демонстрацію підготовлених слайдів можна проводити з використанням проєктора. Ознайомившись із відгуком і рецензією, здобувачеві доцільно завчасно письмово відповісти на поставлені в цих документах питання. Письмова форма підготовки відповідей необхідна для того, щоб під час захисту зайве хвилювання не змогло перешкодити правильно й спокійно відповідати на запитання. Після ознайомлення членів екзаменаційної комісії з відгуком і рецензією здобувачеві надають слово для доповіді про роботу, пророблену із зауваженнями наукового керівника й рецензента. Потрібно пам'ятати, що один зі способів перевірки своїх знань – це викласти їх іншим так, щоб вони були зрозумілими. Після закінчення підготовки тез доповіді здобувачеві потрібно погодити текст виступу зі своїм керівником.

Для кваліфікаційної роботи дослідницького характеру в доповіді потрібно відобразити новизну та актуальність дослідження, огляд інформаційних джерел за цим питанням із постановкою завдання, сформулювати мету дослідження, розкрити методи дослідження, його зміст і проаналізувати одержані результати з оцінюванням похибки та ймовірністю одержаних результатів.

Обов'язкова умова високої якості кваліфікаційної роботи магістра – її грамотне виконання, чітка логіка викладення матеріалу, правильність мовностилістичного оформлення. Текст повинен бути ретельно відредагований автором після закінчення виконання роботи. Автор роботи є відповідальним за достовірність отриманих результатів і наведених цитат.

Якщо передзахист пройшов успішно, про що свідчать підписи відповідальної особи у виділених місцях роботи, здобувач віддає всі матеріали кваліфікаційної роботи на зовнішнє рецензування. Виправлення зауважень керівника та рецензентів не допустимо. Рецензію до кваліфікаційної роботи вкладають до розрахунково-пояснювальної записки і зачитують на захисті перед екзаменаційною комісією з обов'язковим оголошенням оцінки рецензента.

Після отримання позитивної зовнішньої рецензії автора допускають до захисту роботи.

## **6 ЗАГАЛЬНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ОФОРМЛЕННЯ І ЗАХИСТУ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**

Розрахунково-пояснювальну записку оформлюють у текстовому редакторі Microsoft Word на аркуші формату А4 (210 мм x 297 мм) з книжковим розміщенням сторінок і рамками згідно з ДСТУ ГОСТ 2.001:2006 «Єдина система конструкторської документації. Загальні положення». Шрифт тексту РПЗ – Times New Roman, розмір шрифту – 14 пт, інтервал між рядками – 1,5, абзац – 1 см, поля сторінки: верхнє, нижнє, праве – 1,5 см, лівє – 3 см. Заголовки в роботі відділяють одним або двома відступами зверху та знизу. До загальної кількості сторінок РПЗ, що вказують у відповідному полі рамки змісту роботи та в рефераті, не враховують сторінки, що належать до додатків.

Нумерацію таблиць, рисунків і формул проставляють наскрізною в межах одного розділу. Формули повинні бути виконані із застосуванням вбудованого редактора формул Microsoft Equation або зовнішнього редактора формул Math Type. Рисунки

потрібно згрупувати, текст в елементах рисунка повинен вільно читатися.

Сторінки роботи повинні бути пронумеровані арабськими цифрами у відповідній ділянці рамки згідно з ДСТУ ГОСТ 2.001:2006 «Єдина система конструкторської документації. Загальні положення». Першою сторінкою роботи є титульний аркуш. Він входить до загальної нумерації сторінок роботи, але номер на ньому не проставляють. Кожний структурний елемент роботи (зміст, вступ, розділи роботи, висновки, список використаної літератури, додатки) розпочинається з нового аркуша.

Кваліфікаційна робота магістра, подана для захисту до екзаменаційної комісії, повинна містити таку документацію:

1. Графічну документацію зазначеної кваліфікаційної роботи.
2. Розрахунково-пояснювальну записку кваліфікаційної роботи.
3. Відгук керівника кваліфікаційної роботи.
4. Рецензію з підприємства.
5. Анотацію.
6. Звіт із перевірки роботи на антиплагіат.

В *анотації* зазначають короткий опис розв'язаної в роботі проблеми і зазначають, що конкретно, в якому розділі виконано. У кінці анотації через кому подають *ключові слова* в кількості не менше ніж п'ять слів чи словосполучень. Анотація та ключові слова оформлюють українською та англійською мовами.

Графічну частину магістерської роботи можна подавати і в електронному варіанті у вигляді презентації за допомогою відповідних програмних продуктів. У цьому разі презентаційний матеріал подають роздрукованим на листах формату А3 або А4, які додають до основного тексту записки.

Остаточний перелік та обсяг графічних матеріалів визначає в окремих випадках керівник роботи з урахуванням її мети.

У деяких випадках, наприклад, для кваліфікаційної роботи дослідницького характеру зазначений перелік документації може бути доповнено плакатами з графіками, діаграмами, схемами, а також іншими наочними посібниками (планшетами, макетами).

Відгук керівника кваліфікаційної роботи, рецензія, анотація та реферат кваліфікаційної роботи вкладають до розрахунково-пояснювальної записки, але не підшивають до неї і не нумерують.

Відгук керівника зачитують перед захистом кваліфікаційної роботи. Його оформлюють у довільній формі з висвітленням таких основних положень:

1. Відповідність роботи завданню і повнота розроблення окремих розділів.

2. Позитивні сторони і недоліки роботи.

3. Загальна оцінка роботи за чотирибальною національною шкалою оцінювання із додатковим указанням кількості балів відповідно до критеріїв оцінювання знань під час розгляду кваліфікаційної роботи магістра, чинних на період захисту кваліфікаційної роботи. Також необхідно вказати відповідність роботи освітній програмі.

На засіданні екзаменаційної комісії під час подання кваліфікаційної роботи для захисту оголошують середній бал успішності здобувача в період його навчання, тему роботи та оцінки, що отримав здобувач за виконання роботи від керівника та під час рецензування.

У штампах розрахунково-пояснювальної записки і креслень зазначають шифр теми кваліфікаційної роботи згідно з наказом по університету.

Умовне позначення у штампах розрахунково-пояснювальної записки для здобувачів освітньо-професійної програми «Холодильні машини і установки» має таку структуру «ХМ.м ХХ.00.00.00 ПЗ», а для здобувачів освітньо-професійної програми «Компресори, пневмоагрегати та вакуумна техніка» відповідно – «КМ.м ХХ.00.00.00 ПЗ» для денної форми навчання, де ХХ – порядковий номер здобувача в наказі по університету,



що затверджує тему кваліфікаційної роботи. Для здобувачів заочної форми навчання позначення матиме вигляд відповідно «ХМ.мз ХХ.00.00.00 ПЗ» та «КМ.мз ХХ.00.00.00 ПЗ». Для здобувачів дистанційної форми навчання позначення матиме вигляд відповідно «ХМмдн ХХ.00.00.00 ПЗ» і «КМ.мдн ХХ.00.00.00 ПЗ».

Умовне позначення у штампах графічного матеріалу для здобувачів освітньо-професійної програми «Холодильні машини і установки» має таку структуру «ХМм ХХ.00.00.00 УУ», а для здобувачів освітньо-професійної програми «Компресори, пневмоагрегати та вакуумна техніка» відповідно – «КМм ХХ.00.00.00 УУ» для денної форми навчання, де УУ – умовне позначення, установлене нормативною документацією до оформлення графічних матеріалів. Для здобувачів заочної форми навчання позначення матиме вигляд відповідно «ХМ.мз ХХ.00.00.00 УУ» та «КМ.мз ХХ.00.00.00 УУ». Для здобувачів дистанційної форми навчання позначення матиме вигляд відповідно «ХМ.мдн ХХ.00.00.00 УУ» та «КМ.мдн ХХ.00.00.00 УУ».

З метою погодження реальності і практичної цінності кваліфікаційної роботи щодо виробництва рекомендовано вже на етапі підготовки завдань до кваліфікаційної роботи враховувати сучасні технології і технічне оснащення виробництв, де може бути застосований об'єкт роботи або дослідження.

**Захист роботи.** Метою захисту є виявлення ступеня розкриття автором теми роботи, самостійності й глибини вивчення завдань, обґрунтованості висновків і пропозицій. Рішення щодо оцінювання кваліфікаційної роботи магістра та її захисту ухвалюють на засіданні екзаменаційної комісії. Визначальними критеріями оцінювання водночас є самостійність, теоретичний рівень претендента на ступінь магістра, практична значущість роботи та вміння претендента застосовувати знання на практиці, вести дискусію, аргументовано захищати власні висновки.

Тему та оцінку захисту кваліфікаційної роботи вносять до додатку диплома магістра.

Після закінчення процедури захисту кожен здобувач оформляє анотацію власної кваліфікаційної роботи (див. додаток Д), складає всі друковані матеріали роботи, а також цифровий носій

інформації із записаними на ньому електронними версіями матеріалів до папки для паперів і здає все до архіву кафедри.

У разі повного або часткового невиконання вимог до структури, обсягу, рекомендацій з оформлення і правил захисту кваліфікаційної роботи, викладених у цих методичних вказівках, здобувач не може бути допущений до захисту роботи перед екзаменаційною комісією.

Здобувачі, які не захистили кваліфікаційну роботу чи не виконали її в зазначений термін без поважних причин, підлягають відрахуванню з університету.

**ДОДАТОК А**  
(обов'язковий)

**Зразок оформлення титульного аркуша  
розрахунково-пояснювальної записки  
кваліфікаційної роботи магістра**

Міністерство освіти і науки України  
Сумський державний університет  
Факультет технічних систем та енергоефективних технологій  
Кафедра технічної теплофізики

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

здобувача за другим (магістерським) рівнем вищої освіти  
за освітньо-професійною програмою  
«Компресори, пневмоагрегати та вакуумна техніка»  
зі спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування»  
на тему «Підвищення енергоефективності  
автомобільних газонаповнювальних  
компресорних станцій»

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**

Завідувач кафедри

С. М. Ванєєв

Керівник роботи

С. О. Шарапов

Консультант з охорони праці

В. В. Фалько

Здобувач

М. В. Шапаренко

Суми 2022

**ДОДАТОК Б**  
*(обов'язковий)*

**Зразок оформлення завдання  
до кваліфікаційної роботи магістра**

СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет \_\_\_\_\_ ТеСЕТ \_\_\_\_\_ кафедра \_\_\_\_\_ технічної теплофізики \_\_\_\_\_  
Спеціальність \_\_\_\_\_ 142 «Енергетичне машинобудування» \_\_\_\_\_  
ОПП «Компресори, пневмоагрегати та вакуумна техніка» \_\_\_\_\_

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри технічної теплофізики  
\_\_\_\_\_ С. М. Вансєв

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 р.

**ЗАВДАННЯ**

до виконання кваліфікаційної роботи здобувача  
за другим (магістерським) рівнем вищої освіти

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

затверджена наказом по університету від «28» \_\_\_\_\_ 10 \_\_\_\_\_ 2021 р. № \_\_\_\_\_ 0771-VI \_\_\_\_\_

2. Термін здачі закінченої кваліфікаційної роботи \_\_\_\_\_

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити)

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## Продовження додатка Б

6. Консультанти по кваліфікаційній роботі, із зазначенням розділів роботи, що їх стосуються

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

Керівник \_\_\_\_\_  
(підпис)

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_  
(підпис)

8. Календарний план

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка

Здобувач \_\_\_\_\_  
(підпис)

Керівник \_\_\_\_\_  
(підпис)

## **ДОДАТОК В** (обов'язковий)

### **Зразок оформлення реферату**

#### **РЕФЕРАТ**

Пояснювальна записка: 93 с., 15 рис., 6 табл., 11 додатків, 26 бібліографічних джерел.

Тема роботи: «Розробка та дослідження вихрового компресора продуктивністю  $4 \text{ м}^3/\text{хв}$  при тиску всмоктування 100 кПа, температурі всмоктування 293 К».

У дослідній частині поставлені завдання дослідження вихрового компресора з різними тисками на виході та з різними діаметрами робочих коліс. Виконано розрахунки оптимальних режимів за різних тисків і за різних діаметрів робочих коліс, побудовані графіки залежності.

У конструкторській частині виконано термодинамічний розрахунок найбільш ефективного варіанта вихрового компресора. Побудовані креслення вихрового компресора, кришки, робочого колеса і системи суфлювання компресора.

У розділі охорони праці проведено аналіз небезпечних і шкідливих виробничих чинників під час роботи вихрового компресора, виконано розрахунок шумоглушника.

В економічному розділі знайдено річну економію електроенергії у споживача на одну машину, яка становить 10 892 грн/рік.

## ДОДАТОК Г (обов'язковий)

### Зразок оформлення анотації

**Анотація.** У роботі виконано тепловий і гідравлічний розрахунок кінцевого охолоджувача повітря турбокомпресора ТК-250-61-5. Унаслідок теплового розрахунку визначено значення термодинамічних і конструктивних параметрів апарата, що проєктується. Унаслідок гідравлічного розрахунку визначено гідравлічний опір апарату. Також було виконано розрахунки на міцність елементів охолоджувача повітря, таких як циліндрична обичайка і пласке днище та розрахунок на міцність і герметичність фланцевого з'єднання.

**Ключові слова:** кінцевий охолоджувач повітря, турбокомпресор, тепловий розрахунок, гідравлічний розрахунок, розрахунок на міцність.

**Abstract.** A thermal and hydraulic calculation of the terminal air cooler of the TC-250-61-5 turbocharger was performed. As a result of the thermal calculation, the values of the thermodynamic and design parameters of the projected apparatus are determined. As a result of the hydraulic calculation, the hydraulic resistance of the apparatus was determined. Calculations were also made on the strength of air cooler elements, such as a cylindrical shell and a flat bottom, and a calculation on the strength and tightness of a flange joint.

**Keywords:** terminal air cooler, turbocharger, heat calculation, hydraulic calculation, strength calculation.

**ДОДАТОК Д**  
*(обов'язковий)*

**Зразок оформлення опису**

**ОПИС**

на кваліфікаційну роботу здобувача  
Іванова Владислава Романовича  
(керівник – Ю. М. Вертепов, група – К.м-91)  
на тему «Підвищення енергоефективності  
автомобільних газонаповнювальних компресорних станцій»

**ГРАФІЧНА ЧАСТИНА**

1. Типова АГНКС – 1 ф.А1.
2. Удосконалена АГНКС – 1 ф.А1.
3. АГНКСГки-250 – 1 ф.А1.
4. АГНКС – 1 ф.А1.
5. Блочно-контейнерна АГНКС – 1 ф.А2.
6. Сонячна станція 10 кВт – 1 ф.А2.
7. CD-диск.

**РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА**

1. Дослідницька частина.
2. Конструкторська частина.
3. Розділ охорони праці.
4. Економічний розділ.

\_\_\_\_.12.2022

В. Р. Іванов



**ДОДАТОК Е**  
(обов'язковий)

**Приклади оформлення бібліографічного опису  
в списку використаної літератури  
кваліфікаційної роботи магістра**

<b>Характеристика джерела</b>	<b>Приклад оформлення</b>
Книги: Один автор	Шарапов С. О. Энергозбереження в компресорних системах : навч. посіб. / С. О. Шарапов. – Суми : СумДУ, 2020. – 147 с.
Два автори	Арсеньев В. М. Методи термодинамічного аналізу термомеханічних систем: основи теорії, приклади та завдання : підручник / В. М. Арсеньев, С. О. Шарапов. – Суми : СумДУ, 2022. – 322 с.
Три автори	Гусак О. Г. Гідрогазодинаміка : навч. посіб / О. Г. Гусак, С. О. Шарапов, О. В. Ратушний. Суми : СумДУ, 2022. – 296 с.
Чотири автори	Конструкції елементів пневмоагрегатів : навч. пос. / М. Г. Прокопов, С. М. Ванєєв, В. М. Козін, Ю. С. Мерзляков. – Суми : СумДУ, 2020. – 146 с.
Автор (-и) та редактор (-и) / упорядники	1. Тепловые и конструктивные расчеты холодильных машин : учеб. пос. / под ред. И. А. Сакуна. – Ленинград : Машиностроение, 1987. – 423 с. 2. Теплообменные аппараты холодильных установок / Г. Н. Данилова, С. Н. Богданов, О. П. Иванов и др. ; под общ. ред. д-ра техн. наук Г. Н. Даниловой. – 2-е изд., перераб. и доп. – Ленинград : Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1986. – 303 с., ил.

Продовження додатка Е

Характеристика джерела	Приклад оформлення
Без автора	Правила пожежної безпеки в Україні (зі змінами). – Київ : Основа, 2002. – 352 с.
Законодавчі та нормативні документи	<p>1. Будівельна кліматологія: ДСТУ-Н В.1.1 – 27:2010. – [Чинний від 01.11.2011]. – Київ : Держстандарт України, 2011. – 132 с. – (Національні стандарти України).</p> <p>2. Про вищу освіту : Закон України від 01.07.2014 № 1556-VII. Дата оновлення: 28.09.2017. URL: <a href="http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1556-18">http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1556-18</a> (дата звернення: 15.11.2017)</p>
Патенти	Пат. 84068 Україна, МПК (2006) F04C 7/00 F04C 19/00. Віддільник рідини / Ю. М. Вертепов, В. М. Козін, В. М. Арсеньєв ; заявник та патентотримувач Сумський державний університет ; заявл. 27.11.06 ; опубл. 10.09.08. Бюл. № 17
Монографії	Термомеханічний розрахунок рідинно-кільцевих компресорних машин : монографія / В. М. Козін, В. М. Арсеньєв, Д. О. Левченко, С. С. Мелейчук. – Суми : СумДУ, 2014. – 158 с.
Дисертації	Шарапов, С. О. Удосконалення вакуумних агрегатів на базі рідинно-парових ежекторів : дис. ... канд. техн. наук: спец. 05.05.14 «Холодильна, вакуумна та компресорна техніка, системи кондиціювання», захищена 25.01.2018 / Шарапов Сергій Олегович ; наук. кер. В. М. Арсеньєв ; Сумськ. держ. ун-т, Одес. нац. акад. харч. технологій. – Одеса, 2017. – 180 с. – Бібліогр.: с. 155–169 (136 назв.)

Продовження додатка Е

Характеристика джерела	Приклад оформлення
Тези доповіді	Чех О. Ю. Використання математичної моделі опису процесу релаксаційного пароутворення / О. Ю. Чех, С. О. Шарاپов // Системи розроблення та постановлення продукції на виробництво. Індустрія 4.0. Сучасний напрямок автоматизації та обміну даними у виробничих технологіях : матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції, м. Суми, 22–26 травня 2017 р. / ред. кол.: О. Г. Гусак, К. О. Дядюра. – Суми : СумДУ, 2017. – С. 167–168
Методичні вказівки	Методичні вказівки до виконання розрахункової роботи на тему «Розрахунок параметрів циклу одноступеневої парокомпресійної холодильної машини з використанням експлуатаційних характеристик компресорного обладнання» з дисципліни «Теплофізичні основи низькотемпературної техніки» / укладачі: В. М. Арсеньєв, В. М. Козін. – Суми : Сумський державний університет, 2022. – 43 с.
Частина книги, періодичного, продовжуваного видання	1. Козін В. М. Підвищення теплонадходження геліопанелі для вироблення теплової енергії / В. М. Козін, Б. О. Винниченко // Наукові праці. – Одеса : Одеська національна академія харчових технологій, 2017. – Том 81, вип. 1. – С. 147–152. 2. Jet Thermal Compression of the Ammonia-Water Mixture for Heat Pumps and Refrigerating Systems / Vyacheslav Arsenyev, Viktor Kozin, Iurii Merzliakov, Mikhail Protsenko // Applied Mechanics and Materials. 2014. Vol. 630. P. 61–65

Продовження додатка Е

Характеристика джерела	Приклад оформлення
Електронні ресурси	<p>1. Вікіпедія [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <a href="https://uk.wikipedia.org/wiki">https://uk.wikipedia.org/wiki</a>.</p> <p>2. Методичні вказівки до виконання обов'язкового домашнього завдання з дисципліни «Теплообмінні апарати холодильної техніки» на тему «Розрахунок теплообмінного апарата парокомпресійної холодильної машини» / укладачі: В. М. Козін, Ю. С. Мерзляков // Суми : Вид-во СумДУ, 2014. – 37 с. – Режим доступу : <a href="http://lib.sumdu.edu.ua/library/docs/rio/2014/m3737.pdf">http://lib.sumdu.edu.ua/library/docs/rio/2014/m3737.pdf</a></p>

## ДОДАТОК Ж (обов'язковий)

### Правила оформлення додатків

Додатки оформлюють як продовження роботи на наступних її сторінках, розміщуючи їх у порядку появи посилань у тексті роботи. Додатки оформлюють на окремих сторінках роботи, кожний такий додаток повинен починатися з нової сторінки. Додаток повинен мати заголовок, надрукований угорі симетрично щодо тексту сторінки. Справа сторінки над заголовком малими літерами з першої великої друкують слово «Додаток \_\_\_\_» і велику літеру, що позначає додаток.

Додатки потрібно позначати послідовно великими літерами української абетки, наприклад, «Додаток А», «Додаток Б» тощо. Не застосовують як нумерацію додатків літери Г, Є, З, І, Ї, Й, О, Ч, Ь. Один додаток позначають як «Додаток А». За необхідності текст додатків можна поділяти на розділи, підрозділи, пункти і підпункти, які потрібно нумерувати в межах кожного додатка відповідно до вимог. У цьому разі перед кожним номером ставлять позначення додатка (літеру) і крапку, наприклад, А.2 – другий розділ додатка А; Б.3.1 – підрозділ 3.1 додатка Б. Ілюстрації, таблиці та формули, розміщені в додатках, нумерують у межах кожного додатка, наприклад: рис. А.1 – перший рисунок додатка А; формула (В.2) – друга формула додатка В, табл. Г.1 – перша таблиця додатка Г.

Наприклад:

Додаток А  
(обов'язковий)

Таблиця В.8 – Витяг із каталогу фреонових спіральних герметичних компресорів фірми «COPELAND». Компресор ZB56KCE-TWD

## ДОДАТОК II

(обов'язковий)

### Вимоги щодо оформлення основних елементів роботи. Правила оформлення таблиць

Вирівнюють по лівому полю сторінки з абзацу слово «Таблиця» та її порядковий номер, через тире записують назву таблиці. У цьому прикладі **зверніть увагу на правильне перенесення частини таблиці на наступну сторінку** (якщо таблиця не вміщується на одну сторінку).

Таблиця 2.1 – Параметри холодильного агенту у вузлових точках циклу одноступеневої ПКХМ із СК

Точки	$t, ^\circ C$	$p, \text{МПа}$	$v, \frac{\text{м}^3}{\text{кг}}$	$h, \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$	$s, \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$	$x$
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
1	-40	0,0544	2,054	1553,7	6,857	–
2	234	1,782	0,135	2149,2	6,857	–
3	45	1,782	0,00175	558,6	2,193	0

{наступна сторінка}

Продовження таблиці 2.1

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
4	40	1,782	0,00172	533,8	2,115	–
5	-45	0,0544	0,565	533,8	2,387	0,280

## ДОДАТОК К (обов'язковий)

### Приклад оформлення структурних частин кваліфікаційної роботи магістра

Заголовки структурних частин роботи друкують малими літерами (крім першої великої) симетрично до тексту. Крапку в кінці заголовка не ставлять. Відстань між заголовком і наступним текстом – один інтервал, наприклад:

### РОЗДІЛ 1 ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ХОЛОДИЛЬНИХ МАШИН

#### 1.1 Парокомпресійні холодильні машини

Парокомпресійні холодильні машини є .....

Симетрично до тексту під рисунком – слово «Рисунок» та його порядковий номер і в тому самому рядку – назву рисунка, наприклад, «Рисунок 2.3» (третій рисунок другого розділу).

#### Приклад оформлення рисунка

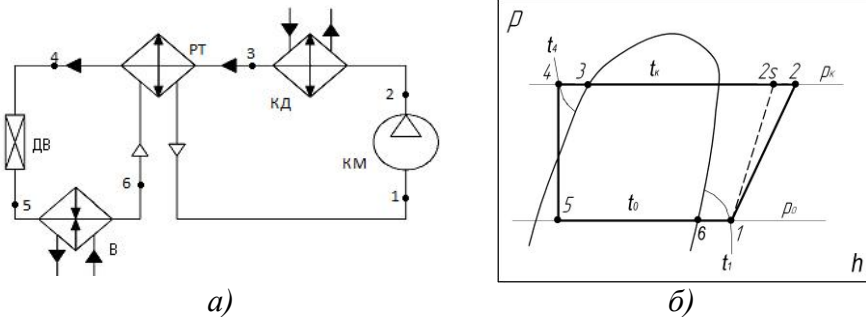


Рисунок 2.2 – Принципова схема і цикл у  $p$ - $h$ -діаграмі одноступеневої ПКХМ з регенеративним теплообмінником: *КМ* – компресор; *КД* – конденсатор; *РТ* – регенеративний теплообмінник; *ДВ* – дросельний вентиль; *В* – випарник

## Продовження додатка К

### Правила оформлення формул

Формули нумерують у межах розділу. Номер формули складається з номера розділу та порядкового номера формули в розділі, відокремлених крапкою. Номер формули зазначають на рівні формули у круглих дужках із вирівнюванням тексту рядка з формулою та її номером за правим краєм, наприклад: (2.1) (перша формула другого розділу). Посилання на формули подають порядковим номером формули в дужках, наприклад: «... у формулі (2.1)». Пояснення значень символів і числових коефіцієнтів формули наводять під нею в тій послідовності, у якій вони подані у формулі зліва направо. Значення кожного символу і числового коефіцієнта записують із нового рядка. Перший рядок пояснення починають зі слова «де» без двокрапки. Кожну формулу відокремлюють від тексту одним вільним рядком. Наприклад,

$$\dot{Q} = k \cdot F \cdot \overline{\Delta t}, \quad (2.1)$$

де  $\dot{Q}$  – тепловий потік, що передається в теплообмінному апараті  $Вт$ ;

$k$  – коефіцієнт теплопередачі теплообмінного апарата,  $Вт/(м^2 \cdot К)$ ;

$F$  – площа поверхні теплопередачі теплообмінному апарата,  $м^2$ ;

$\overline{\Delta t}$  – середній логарифмічний температурний напір у теплообмінному апараті.

Формули, записані одна за одною та не розділені текстом, розділяють комою та одним вільним рядком.



# ДОДАТОК Л

(обов'язковий)

## Зразок оформлення змісту кваліфікаційної роботи магістра

ЗМІСТ					С.
ВСТУП.....					3
ЗАВДАННЯ І ВИХІДНІ ДАНІ.....					4
РОЗДІЛ 1 ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ГЕЛІОПАНЕЛІ З ВИРОБЛЕННЯ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ.....					7
РОЗДІЛ 2 ВИБІР ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОГО ТИПУ ТЕПЛОВИКОРИСТОВУВАЛЬНОЇ ХОЛОДИЛЬНОЇ МАШИНИ ТА ЇЇ РОБОЧОГО ТІЛА.....					19
2.1 Розрахунок компресійної тепловикористовувальної холодильної машини.....					20
2.2 Розрахунок пароежекторної холодильної машини .....					45
2.3 Розрахунок абсорбційної холодильної машини.....					50
РОЗДІЛ 3 ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕРМІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ХОЛОДИЛЬНОГО АГЕНТУ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЦИКЛУ ГХКМ.....					58
3.1 Дослідження впливу температури кипіння на роботу ГХКМ.....					58
3.2 Дослідження впливу температури конденсації на роботу ГХКМ....					63
3.3 Висновки з розділу 3.....					68
РОЗДІЛ 4 ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОВОГО ПОТЕНЦІАЛУ ГЕЛІОПАНЕЛІ... 70					70
РОЗДІЛ «ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ».....					129
ВИСНОВКИ.....					139
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....					140
ДОДАТОК А.....					142
ДОДАТОК Б.....					143

					ХМ.м 15.00.00.00 ПЗ			
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата				
Розроб.	Винниченко				Розрахунок геліохолодильної машини із дослідженням роботи геліопанелі. Пояснювальна записка	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевір.	Козін						2	141
Н. контр.	Шаралов				СумДУ, гр. Х.м-71			
Затв.	Ванєсв							

Електронне навчальне видання

**Методичні вказівки**  
щодо виконання кваліфікаційної роботи  
для здобувачів за другим (магістерським) рівнем вищої освіти  
зі спеціальності *142 «Енергетичне машинобудування»*  
за освітньо-професійними програмами  
**«Компресори, пневмоагрегати та вакуумна техніка»**  
та **«Холодильні машини і установки»**  
усіх форм навчання

Відповідальний за випуск С. М. Ванєєв  
Редактор І. О. Кругляк  
Комп'ютерне верстання В. М. Козіна, О. В. Казбан

Формат 60×84/16. Ум. друк. арк. 2,44. Обл.-вид. арк. 1,34.

Видавець і виготовлювач  
Сумський державний університет,  
вул. Римського-Корсакова, 2, м. Суми, 40007  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 3062 від 17.12.2007.