

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова

М. В. ВАЩИЛЕНКО, В. М. ПАТЛАЙЧУК

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання дипломної бакалаврської
роботи зі спеціальності 142 "Енергетичне
машинобудування"

Рекомендовано Методичною радою НУК

Електронне видання
комбінованого використання на DVD-ROM



МИКОЛАЇВ • НУК • 2018

УДК 621.431(076)
В 23

Автори:

М. В. Ващиленко, канд. техн. наук, доцент;
В. М. Патлайчук, канд. техн. наук, доцент

Рецензент О. К. Чередніченко, канд. техн. наук, доцент

Ващиленко М. В.

В 23 Методичні вказівки до виконання дипломної бакалаврської роботи зі спеціальності 142 "Енергетичне машинобудування" / М. В. Ващиленко, В. М. Патлайчук. – Миколаїв : НУК, 2018. – 37 с.

Наведені зміст дипломної бакалаврської роботи зі спеціальності 142 "Енергетичне машинобудування" для освітньо-професійних програм підготовки "Турбіни" та "Газотурбінні установки і компресорні станції". Надані методичні рекомендації стосовно виконання окремих розділів, вимоги до оформлення текстової та графічної частин. Наведений перелік рекомендованої літератури.

Призначено для студентів спеціальності 142 "Енергетичне машинобудування" денної та заочної форм навчання.

УДК 621.431(076)

Навчальне видання

ВАЩИЛЕНКО Микола Віталійович
ПАТЛАЙЧУК Володимир Миколайович

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання дипломної бакалаврської роботи
зі спеціальності 142 "Енергетичне машинобудування"

Комп'ютерне верстання *А. В. Платонова*

© Ващиленко М. В., Патлайчук В. М., 2018
© Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова, 2018

Формат 60×84/16. Ум. друк. арк. 2,1. Об'єм даних 3715 кб.
Тираж 15 прим. Вид. № 35. Зам. № 214.
Видавець і виготовник Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова
просп. Героїв України, 9, м. Миколаїв, 54025
E-mail : publishing@nuos.edu.ua
Свідчення суб'єкта видавничої справи ДК № 6402 від 19.09.2018 р.

ЗМІСТ

1.	Порядок проведення дипломного проектування	4
1.1.	Мета і завдання проектування	4
1.2.	Етапи виконання дипломної роботи	4
1.3.	Керівництво дипломним проектуванням	5
1.4.	Тематика дипломного проектування	6
1.5.	Попередній розгляд та рецензування дипломної роботи	8
1.6.	Захист дипломної роботи	10
2.	Рекомендації до виконання дипломної роботи	15
3.	Загальні вимоги до оформлення розрахунково-пояснювальної записки і графічного матеріалу	26
3.1.	Друк тексту	26
3.2.	Нумерація сторінок, розділів, підрозділів, пунктів	27
3.3.	Ілюстрації	28
3.4.	Таблиці	30
3.5.	Формули та рівняння	31
3.6.	Список використаних джерел	32
3.7.	Додатки до роботи	34
4.	Список рекомендованої літератури	35

1. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУВАННЯ

1.1. Мета і завдання проектування

Підготовка та захист дипломної роботи – це заключний етап процесу навчання студента у вищому навчальному закладі за освітньо-кваліфікаційним рівнем "бакалавр". Вони відіграють вирішальне значення у формуванні фахівців, здатних вирішувати практичні завдання в галузі проектування, виробництва та експлуатації об'єктів енергетичного машинобудування різноманітного призначення.

Метою виконання дипломної роботи є систематизація, закріплення і поглиблення професійних знань в галузі енергетичного машинобудування, застосування цих знань при вирішенні конкретних завдань проектування; закріплення навичок самостійної роботи, уміння працювати з довідковою та спеціальною літературою, іншими джерелами інформації; виконання різноманітних технічних розрахунків, у тому числі з використанням прикладних пакетів програм і систем автоматизованого проектування; набуття досвіду теоретичних та експериментальних досліджень; закріплення навичок критично аналізувати результати роботи і захищати у відкритій дискусії прийняті проектні рішення.

Дипломна робота як підсумковий документ дипломного проектування, а також процес захисту роботи повинні продемонструвати, в якій мірі випускником досягнута зазначена вище мета.

1.2. Етапи виконання дипломної роботи

Загальна тривалість дипломного проектування визначається навчальними планами підготовки бакалавра денної та заочної форм навчання і передбачає наступні етапи:

1. Призначення керівника дипломної роботи і визначення теми дослідження.

2. Безпосереднє виконання дипломної роботи з оформленням розрахунково-пояснювальної записки і графічної частини згідно з планом-графіком дипломного проектування.

3. Попередній (кафедральний) розгляд та рецензування дипломної роботи.

4. Захист дипломної роботи на засіданні Атестаційно-кваліфікаційної комісії (АКК).

Навчальним планом підготовки бакалаврів зі спеціальності 142 "Енергетичне машинобудування" на дипломне проектування (враховуючи захист роботи на засіданні АКК) відведено 4 тижні.

Час на призначення керівника, вибір теми дослідження, розробку завдання на проектування до загальної тривалості дипломного проектування не входять.

1.3. Керівництво дипломним проектуванням

З метою реалізації постійного контролю за ходом проектування, орієнтування студента на застосування доцільних шляхів вирішення поставлених завдань, сучасних методик, новітніх конструктивних рішень, своєчасного виявлення помилок та їх виправлення наказом ректора за поданням випускової кафедри зі складу її найбільш кваліфікованих професорів, доцентів та викладачів призначаються керівники дипломного проектування. Керівниками роботи можуть бути також наукові співробітники і висококваліфіковані фахівці інших підприємств та установ, призначені завідувачем випускової кафедри.

Призначення керівника дипломної роботи відбувається на початку останнього року навчання студента в університеті за освітньо-кваліфікаційним рівнем "бакалавр".

Керівник дипломної роботи виконує такі обов'язки:

- розробляє та видає завдання на проектування;
- допомагає студенту визначитись з переліком необхідної літератури, довідкових матеріалів та інших інформаційних джерел;
- надає дипломнику систематичні консультації, передбачені навчальним планом;
- допомагає прийняти раціональні технічні рішення з усіх розділів роботи, визначити відповідні шляхи їх розробки, своєчасно застерігає дипломника від помилкових рішень;
- контролює відповідність розділів роботи вимогам завдання на проектування;
- перевіряє хід виконання дипломної роботи як за розділами, так і в цілому;
- підписує розрахунково-пояснювальну записку, креслення та дає письмовий висновок про роботу дипломника за термін проектування.

Студент-дипломник самостійно виконує всі розділи роботи, несе особисту відповідальність за її зміст та якість. Керівник дипломного проектування повинен ужити необхідних заходів при незадовільному відношенні студента до роботи.

1.4. Тематика дипломного проектування

Підготовка до виконання дипломної бакалаврської роботи повинна починатися заздалегідь, з третього курсу навчання, коли студент починає вивчати спеціальні дисципліни та виконувати курсові проекти, пов'язані з обраною освітньо-професійною програмою. Бажано, щоб студент вже в цей час був ознайомлений зі специфікою майбутнього дипломного проектування і надалі цілеспрямовано використовував набуті знання при виконанні дипломної роботи.

Тематика дипломного проектування повинна бути актуальною, відповідати сучасному стану та перспективам розвитку енергетичного машинобудування.

Для освітньо-професійних програм підготовки "Турбіни" та "Газотурбінні установки і компресорні станції" в якості тематики дипломної роботи пропонується розглядати проектування газотурбінних агрегатів (ГТА) простої теплової схеми (простого термодинамічного циклу) для різних випадків застосування. Як приклад, наведемо деякі з тем:

- "Головний судновий газотурбінний агрегат простої схеми потужністю 18 МВт";

- "Газотурбінний агрегат простої схеми потужністю 6 МВт для судна на підводних крилах типу "Циклон";

- "Енергетичний газотурбінний агрегат простої схеми потужністю 60 МВт";

- "Енергетичний газотурбінний агрегат простої схеми потужністю 100 МВт для електростанції";

- "Газотурбінний агрегат простої схеми потужністю 25 МВт для блокової електростанції";

- "Газотурбінний агрегат простої схеми потужністю 12 МВт для плавучої електростанції типу "Северное сияние";

- "Газотурбінний агрегат простої схеми потужністю 10 МВт для компресорної станції";

- "Газотурбінний агрегат простої схеми потужністю 16 МВт для компресорної станції магістрального газопроводу".

Тема дипломної роботи обирається керівником проектування з урахуванням пропозицій студента та затверджується розпорядженням завідувача випускової кафедри.

Для студентів, що займаються науково-дослідною роботою на випусковій або інших кафедрах, тема може носити дослідний характер. У цьому випадку завдання на проектування може відрізнятися від типового (за погодженням із завідувачем кафедри).

У виняткових випадках тема дипломної роботи може бути змінена, але не пізніше, ніж за три місяці до дати її захисту на засіданні АКК. Для цього студент подає заяву на ім'я ректора з обґрунтуванням причин, що викликали необхідність зміни теми дипломної роботи, та додає необхідні документи. Ця заява розглядається на засіданні кафедри, де і приймається рішення відносно подання клопотання ректору про зміну теми дипломної роботи.

Завдання на дипломне проектування видається керівником роботи за формою, наведеною на рис. 1. Бланк завдання підписується керівником дипломного проектування і студентом.

Підпис студента підтверджує те, що він прийняв дане завдання до виконання. Бланк завдання включається до складу зброшурованої розрахунково-пояснювальної записки.

1.5. Попередній розгляд та рецензування дипломної роботи

Повністю підготовлена дипломна робота, підписана студентом, подається керівникові дипломного проектування. Після перегляду та ухвалення роботи керівник підписує її і готує письмовий висновок про роботу студента. Якщо студент використовує комп'ютерні технології для підготовки текстових, графічних та/або ілюстративних матеріалів дипломної роботи, то він обов'язково надає копії цих матеріалів на електронних носіях.

Роботу та висновок студент представляє на розгляд завідувачу кафедри, який вирішує питання про його допуск до захисту на засіданні Атестаційно-кваліфікаційної комісії.

Якщо завідувач кафедри вважає потрібним, то він направляє дипломника на попередній розгляд перед кафедральною комісією. До складу комісії входять два-три провідні викладачі кафедри. У випадках, коли комісія виявила суттєві недоліки у виконанні дипломної роботи, вона

має право або повторно заслухати дипломника після виправлення зауважень, або не допустити його до захисту перед АКК.

У тих випадках, коли завідувач кафедри або кафедральна комісія не вважає можливим допустити студента до захисту проекту на засіданні АКК, це питання розглядається на засіданні кафедри, результат оформлюється протоколом, який у разі потреби надається адміністрації університету. Недопущені до захисту перед АКК студенти мають право захистити дипломну роботу наступного року, згідно з графіком АКК з новою темою або за умови 60...70 % обсягу виконаної роботи з раніше затвердженої теми. Такий захист відноситься до додаткових освітніх послуг. Вартість даної послуги визначається адміністрацією університету.

Якщо дипломна робота цілком відповідає встановленим вимогам до дипломного проектування, студент одержує позитивний висновок кафедри про свою роботу за підписом завідувача кафедри.

За бажанням студента, з урахуванням його здібностей та відповідної підготовки, дипломна робота може бути виконана однією з іноземних мов. У цьому випадку потрібне узгодження з кафедрою сучасних мов НУК, яка бере на себе перевірку матеріалів, поданих відповідною мовою, а також призначає свого представника на захист.

Допущена до захисту дипломна робота направляється випусковою кафедрою на рецензування. Перелік рецензентів готується на випусковій кафедрі за участю керівників дипломного проектування, а в деяких випадках – студентів-дипломників. Як правило, у ролі рецензентів виступають провідні фахівці підприємств енергомашинобудівної галузі, науково-педагогічні працівники споріднених навчальних закладів та інших кафедр університету.

Студент подає рецензентові наступний комплект документів: оформлену та зброшуровану розрахунково-пояснювальну записку, графічні креслення та плакати. Рецензія повинна відображати ступінь відповідності змісту дипломної роботи завданню кафедри і вимогам щодо

дипломного проектування, логіку і коректність прийнятих у роботі технічних рішень, глибину пророблення матеріалу окремих розділів, дотримання студентом норм і стандартів при оформленні розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини. Рецензент дає загальну оцінку роботі. Підпис зовнішнього рецензента, як правило, завіряється печаткою підприємства або організації, у якій він працює. Зразок виконання рецензії наведений на рис. 2.

1.6. Захист дипломної роботи

Подання голові Атестаційно-кваліфікаційної комісії щодо захисту дипломної роботи (рис. 3), яке містить довідку про успішність студента, висновок керівника роботи, висновок кафедри про роботу, а також рецензія та залікова книжка студента передаються секретареві АКК не пізніше, ніж за один день до захисту дипломної роботи. У день захисту дипломники повинні прибути за одну годину до початку засідання АКК, щоб встигнути розмістити демонстраційні матеріали на стендах або встановити на комп'ютері презентаційне програмне забезпечення.

Захист дипломної роботи починається з доповіді її автора, у якій студент повинен освітити основні технічні рішення за розділами роботи, використовуючи у ролі демонстраційного матеріалу графічну частину дипломної роботи, зробити загальний висновок за результатами проектування. Тривалість повідомлення не повинна перевищувати 5...7 хвилин.

Після доповіді секретар АКК оголошує висновок керівника і рецензію. При наявності в рецензії зауважень дипломник зобов'язаний надати комісії необхідні пояснення. З метою визначення рівня професійної підготовки студента, ступеня самостійності під час виконання дипломної роботи, рівня ерудиції в цілому, голова і кожен член АКК можуть поставити запитання дипломнику як з теми роботи, так і з вивчених ним

дисциплін. Загальна тривалість захисту дипломної роботи не повинна перевищувати 30 хвилин.

Оцінки за результатами захисту виставляються комісією за стобальною шкалою ECTS із співвідношенням за традиційною шкалою ("відмінно", "добре", "задовільно", "незадовільно") та оголошуються студентам у день захисту. Дипломники, що одержали незадовільні оцінки, відраховуються з університету з одержанням академічної довідки про успішність навчання. До повторного захисту дипломна робота може бути прийнята не раніше, ніж через півроку після першого захисту і не більше, ніж через три роки після закінчення університету.

Після захисту студент повинен здати дипломну роботу (розрахунково-пояснювальну записку та графічні матеріали), а також електронну її версію до архіву випускової кафедри та отримати відмітку в обходному аркуші.

Міністерство освіти і науки України
Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова

ЗАВДАННЯ

на виконання дипломної бакалаврської роботи студенту

Потапову Р.С.

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи:

**"ГТА простого термодинамічного циклу потужністю 16 МВт для привода нагнітача
природного газу"**

затверджена на засіданні кафедри турбін НУК " 01 " лютого 2017 р.

2. Термін здачі студентом дипломної роботи " " 2017 р.

3. Вихідні дані до дипломної роботи:

- потужність ГТА: **16 000 кВт**;
- температура атмосферного повітря: **288 К**;
- температура газу перед турбіною високого тиску: **1500 К**;
- паливо – **природний газ**;
- розробити схему паливної системи ГТД;
- розробка заходів з охорони праці: **засоби гасіння пожежи в цеху компресорної станції та дії робітників цеху.**

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік належних до розробки питань)

- 4.1. Патентно-інформаційний пошук.
- 4.2. Термодинамічні та теплові розрахунки циклу та схеми ГТА.
- 4.3. Габаритний розрахунок ГТА та його компонування.
- 4.4. Термогазодинамічний розрахунок одноступінчастої турбіни високого тиску ГТА.
- 4.5. Конструювання та конструктивні розрахунки.
- 4.6. Заходи з охорони праці.

5. Перелік графічного матеріалу (з вказівкою обов'язкових креслень)

- 5.1. Кінематично-компоновочне креслення ГТА.
- 5.2. Поздовжній переріз турбіни високого тиску ГТА.
- 5.3. Схема паливної системи ГТА.

6. Дата видачі завдання "9" лютого 2017 р.

Керівник

(підпис)

(В.М. Армагедієв)

Завдання прийняв до виконання

(підпис)

(Р.С. Потапов)

Рис. 1. Зразок завдання на виконання дипломної роботи

РЕЦЕНЗІЯ

на дипломну роботу студента гр. 4231 Сейідова К.А.

До рецензування була пред'явлена дипломна робота, виконана на тему «Газотурбінний агрегат простої схеми потужністю 10 МВт для компресорної станції». Зміст та обсяг поданої студентом до розгляду роботи повністю відповідають виданому завданню на проектування.

Актуальність запропонованої до розробки тематики визначається наявністю попиту на високоефективні газотурбінні агрегати цієї потужності на українському і закордонному (зокрема, азіатському) ринках для транспортування природного газу.

В роботі наведені результати патентно-інформаційного пошуку, оптимізаційні розрахунки параметрів термодинамічного циклу, результати детального теплового розрахунку схеми проектуемого газотурбінного агрегата; проведений габаритний розрахунок двигуна та його компоновання.

В четвертій частині роботи представлені результати термогазодинамічного розрахунку на середньому діаметрі одноступінчастої турбіни низького тиску. Ці дані стали основою для розробки її конструкції та виконання креслення проточної частини.

Конструктивні розрахунки, які виконані у дипломній роботі, містять розрахунок на міцність робочих лопаток турбіни низького тиску. Розроблено паливну систему газотурбінного агрегата.

У шостій частині роботи розроблені засоби гасіння пожежи в цеху компресорної станції та дії робітників цеху в період цього.

При виконанні дипломної роботи студент використовував вітчизняний досвід проектування ГТА даного типу. Усі необхідні розрахунки виконано грамотно, за допомогою сучасного програмного забезпечення.

Як зауваження до роботи слід відмітити недостатньо обґрунтований вибір частоти обертання силової турбіни – 5000 об/хв, оскільки жоден вітчизняний або закордонний виробник на таку частоту обертання під привід 10 МВт нагнітачів природного газу серійно не виготовляє.

В цілому дипломна робота виконана на досить високому рівні, якість виконання можна оцінити відміткою « д о б р е », студент заслуговує присвоєння кваліфікації «бакалавр з енергетичного машинобудування».

Доцент кафедри
енергетичного машинобудування
канд. техн. наук, доцент

С.А. Пакулів

Рис. 2. Зразок виконання рецензії на дипломну бакалаврську роботу

**Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова**

**ПОДАННЯ
ГОЛОВІ АТЕСТАЦІЙНО-КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ КОМІСІЇ
ЩОДО ЗАХИСТУ ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ**

Направляється студент Мухаммедов Б.А. до захисту дипломної бакалаврської роботи
з галузі знань: _____ 14 «Електрична інженерія» _____
за спеціальністю 142 «Енергетичне машинобудування» (освітня програма «Турбіни»)
на тему: *Газотурбінний агрегат простої схеми потужністю 18 МВт для блокової
електростанції*

Дипломна робота і рецензія додаються.

Директор інституту, декан факультету _____
(підпис)

Довідка про успішність

_____ Мухаммедов Б.А. _____ за період навчання в інституті, на факультеті
(прізвище та ініціали студента)
_____ з 20____ року до 20____ року повністю
виконав навчальний план за напрямом підготовки з таким розподілом оцінок за:
національною шкалою: відмінно _____%, добре _____%, задовільно _____%;
шкалою ECTS: A _____%; B _____%; C _____%; D _____%; E _____%.
Секретар інституту, факультету (відділення) _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

Висновок керівника дипломної роботи

Студент Мухаммедов Б.А. протягом роботи над дипломною роботою широко використовував вітчизняний досвід проектування газотурбінних агрегатів даного типу. Усі необхідні розрахунки виконані грамотно за допомогою сучасного програмного забезпечення. Актуальність запропонованої до розробки тематики визначається наявністю попиту на високоефективні газотурбінні агрегати цієї потужності на українському та закордонних (зокрема, азіатському) ринках приводів генераторів електричного струму. Студент зарекомендував себе сумлінним працівником, він повністю готовий до самостійної діяльності в рамках одержаної кваліфікації.

Із запропонованим завданням на проектування студент Мухаммедов Б.А. справився повністю, його дипломна робота заслуговує позитивної відмітки, а сам студент – присвоєння відповідної кваліфікації.

Керівник роботи _____
(підпис)
“ _____ ” _____ 20____ року

Висновок кафедри про дипломну роботу

Дипломна робота розглянута. Студент _____ Мухаммедов Б.А. _____
допускається до захисту даної роботи на засіданні Атестаційно-кваліфікаційної комісії.
Завідувач кафедри турбін _____ Патлайчук В.М.
(підпис)
“ _____ ” _____ 20____ року

Рис. 3. Зразок подання голові Атестаційно-кваліфікаційної комісії щодо захисту
дипломної роботи

2. РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ

Дипломна робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини.

Розрахунково-пояснювальна записка за обсягом має містити 80...110 сторінок рукописного або набраного електронним чином тексту та повинна мати такий склад:

- титульний аркуш (рис. 4);
- анотація (рис. 5);
- бланк завдання на дипломне проектування;
- зміст;
- вступ;
- основна текстова частина;
- висновки;
- список використаних джерел;
- додатки.

Основна текстова частина повинна містити такі розділи:

1. Патентно-інформаційний пошук.
2. Термодинамічні та теплові розрахунки циклу та схеми ГТА.
3. Габаритний розрахунок ГТА та його компонування.
4. Термогазодинамічний розрахунок однієї з турбін ГТА.
5. Конструювання та конструктивні розрахунки.
 - 5.1. Розробка конструкції обраної турбіни ГТА.
 - 5.2. Розрахунок закручення лопаток турбіни.
 - 5.3. Перевірочний розрахунок робочих лопаток турбіни на міцність.
 - 5.4. Розробка однієї з систем газотурбінного агрегата.
6. Заходи з охорони праці.

Кожен з розділів роботи повинен починатися з титульного аркуша, зразок виконання якого наведений на рис. 6. Шифр у рамці складається з:

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА

Кафедра турбін

«Допущений до захисту»

Завідувач кафедри

" ____ " _____ 2017 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА

Тема роботи: *ГТА простої схеми потужністю 10 МВт
для компресорної станції*

Розрахунково-пояснювальна записка

Керівник дипломної роботи

д-р техн. наук, проф.

Армагедієв Ж.А.

Студент групи 4231

Сейідов К.А.

2017 р.

Рис. 4. Зразок оформлення титульного аркуша дипломної роботи

Кафедра _____ турбін _____

**ПОЯСНЮВАЛЬНА
ЗАПИСКА**

до дипломної роботи на тему:

ГТА простої схеми потужністю 10 МВт для компресорної станції

У роботі освітлені наступні питання: виконано патентно-інформаційний пошук; проведено оптимізацію параметрів циклу ГТА, обрано оптимальну міру підвищення тиску; проведено детальний тепловий розрахунок схеми ГТА на режимі повної потужності та габаритно-компонувальний розрахунок ГТД; виконано термогазодинамічний розрахунок на середньому діаметрі одноступінчастої турбіни низького тиску; за результатами розрахунків проведено перевірочний розрахунок на міцність робочих лопаток турбіни низького тиску; розроблено паливну систему ГТД; проаналізовані засоби гасіння пожежі в цеху компресорної станції та дії робітників цеху.

Студент групи 4231 Сейідов К.А. (_____)

Керівник дипломної роботи Армагедієв Ж.А. (_____)

Завідувач кафедри Патлайчук В.М. (_____)

Рис. 5. Зразок оформлення анотації до дипломної роботи

					142.4231.14.ДР				
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Термодинамічні та теплові розрахунки циклу та схеми ГТА	Літ.	Арк.	Аркушів	
Студент	Бондаренко О.І.								
Керівник	Потапов В.І.								
Зав.каф.	Патлайчук В.М.					НУК			

Рис. 6. Зразок оформлення титульного аркуша окремого розділу роботи

- номери спеціальності;
- номери навчальної групи;
- номери студента за списком в цій групі;
- літер "ДР", що означають "дипломна робота".

Графічна частина дипломної роботи містить 3...4 аркуша креслень та плакатів, виконаних на форматі А1.

Вступ

У вступі до дипломної роботи в лаконічній формі подається коротка характеристика сучасного стану турбобудування у напрямку, що стосується тематики дипломної роботи. Висвітлюється актуальність тематики, можливості та перспективи використання проектуємого газотурбінного агрегата у відповідній галузі техніки.

Розділ 1. Патентно-інформаційний пошук

У цьому розділі дається аналіз існуючих конструкцій газотурбінних агрегатів оговореного в темі дипломної роботи функціонального призначення (суднового, енергетичного або для приведення механізмів), які мають потужність, близьку до заданої. Розглядаються їх технічні характеристики та конструктивні особливості.

На основі цього аналізу студент обирає газотурбінний агрегат, який надалі буде використовуватися ним у ролі базового при проектуванні. Подібно до базового ГТА будуть прийматися структурна схема проектуємого двигуна, визначатися деякі технічні та експлуатаційні параметри.

Розділ 2. Термодинамічні та теплові розрахунки циклу та схеми ГТА

Розділ починається з розроблення теплової (структурної) схеми газотурбінного агрегату та його термодинамічного циклу. Обґрунтування

термодинамічних параметрів агрегату виконується за допомогою бібліотеки комп'ютерних програм кафедри турбін на персональних комп'ютерах. Для оптимізації параметрів циклу ГТА простої схеми використовують програму **GTA1CC**.

Після вибору проектних параметрів циклу газотурбінного агрегату виконується розрахунок його теплової схеми на номінальному режимі роботи з використанням відповідної методики.

Розділ 3. Габаритний розрахунок ГТА та його компоновання

Одержані на етапі розрахунку теплової схеми ГТА на номінальному режимі роботи параметри дозволяють виконати необхідні габаритні розрахунки основних частин двигуна: компресорів, турбін та камери згоряння. У процесі габаритних розрахунків частин двигуна виконується його компоновання. Ці результати дають можливість почати виконувати розробку кінематично-компоновочного креслення газотурбінного двигуна в цілому.

Кінематично-компоновочне креслення двигуна виконується на аркуші паперу формату А1 в стандартному масштабі і повинно давати повну уяву про його особливості конструкції.

Розділ 4. Термогазодинамічний розрахунок однієї з турбін ГТА

У ролі вихідних для проведення термогазодинамічного розрахунку на середньому діаметрі окремих турбін газотурбінного агрегата використовують дані, отримані протягом попереднього розрахунку теплової схеми ГТА на номінальному режимі (витрата робочого тіла, тиск, температура та ін.), та параметри, що були визначені у третьому розділі при габаритно-компоновочному проектуванні турбінної частини (частота обертання ротора, середній діаметр ступеня).

Як правило, об'єктом проектування є одноступінчасті турбіни високого або низького тисків. Розрахунок багатоступінчастих турбін

містить розподіл теплоперепаду між ступенями та детальне проектування обраного одного турбінного ступеня.

Розрахунок одноступінчастої турбіни (або одного ступеня багатоступінчастої турбіни) полягає у послідовному дослідженні процесів у сопловому апараті та робочій решітці. В результаті цих розрахунків визначаються швидкості входу і виходу газу з каналів та втрати енергії. Водночас визначаються кути входу та виходу потоку із решіток, необхідні для побудови трикутників швидкостей. В кінці розрахунку мають бути визначені камерні втрати, колова та внутрішня роботи ступеня, коловий та внутрішній ККД, а також довжина та кількість соплових і робочих лопаток та потужність ступеня.

При розрахунку камерних втрат в ступені необхідно враховувати особливості його конструктивного виконання: наявність або відсутність бандажу, наявність та місце розташування зазорів, їхній тип (відкритий чи закритий зазор) і величину та ін.

Розділ 5. Конструювання та конструктивні розрахунки

У даному розділі наводяться результати конструювання окремих, оговорених завданням на дипломне проектування, частин газотурбінного агрегату.

5.1. Розробка конструкції обраної турбіни ГТА

Використовуючи відомості щодо аналогічної турбіни базового газотурбінного двигуна та результати термогазодинамічного розрахунку турбіни, наведені у розділі 4, студент розробляє конструкцію і виконує креслення її поздовжнього перерізу. Креслення виконується на аркуші паперу формату А1, як правило, в масштабі 1:1. За погодженням з керівником роботи, воно може складатися з двох аркушів формату А1.

Якщо турбіна має опорний вінець, то він також зображується на кресленні. Обов'язково необхідно показати основні габаритні розміри, а

також величини усіх зазорів в лабіринтових ущільненнях та радіальні зазори в робочих вінцях турбіни.

5.2. Розрахунок закручення лопаток турбіни

Закручення лопаток обраної турбіни проводиться з метою зниження в ній віялових втрат, поява яких зумовлена просторовою структурою потоку газу в турбінних каналах. Параметри, визначені протягом закручування, надалі в дипломній роботі використовуються для побудови профілю та визначення площі характерних перерізів робочих лопаток, знання яких є необхідним для проведення їх перевірного розрахунку на міцність.

У ролі вихідних для розрахунку використовують дані, отримані протягом термогазодинамічного розрахунку турбіни на середньому діаметрі (див. розділ 4). Закручення проводиться за стандартними методиками. Найчастіше для цього використовують закон сталості циркуляції та умову $\alpha_1 = \text{const}$.

5.3. Перевірочний розрахунок робочих лопаток турбіни на міцність

Перевірочний розрахунок робочих лопаток обраної турбіни на міцність проводиться за спрощеною методикою. Для цього використовують параметри, які раніше були визначені протягом термогазодинамічного розрахунку турбіни та закручення її лопаток.

В процесі розрахунку обирається матеріал, з якого будуть виготовлятися робочі лопатки; визначається границя тривалої міцності цього матеріалу при розрахунковій температурі лопаток; визначається закон зміни площі поперечного перерізу лопаток за довжиною; для кореневого (найбільш небезпечного) перерізу лопаток розраховуються напруження розтягнення від дії відцентрових сил та напруження згину від

газодинамічної сили; визначаються сумарні напруження в кореновому перерізі та запас міцності профільної частини робочих лопаток.

5.4. Розробка однієї з систем газотурбінного агрегата

Відповідно до завдання на дипломне проектування виконується розробка принципової схеми однієї з систем газотурбінного агрегата. У ролі такої системи можуть виступати: система змащення двигуна, його паливна система, система суфлювання та розвантаження, система пневмокерування, система пуску та ін.

При розробці системи слід, за можливістю, орієнтуватися на аналогічну систему базового двигуна. Схема розробленої системи викреслюється на аркуші формату А1. Специфікація до креслення приводиться як додаток до розрахунково-пояснювальної записки.

Розділ 6. Заходи з охорони праці

У цьому розділі дипломної роботи студент розробляє питання з охорони праці, техніки безпеки, виробничої санітарії, гігієни праці та пожежної профілактики на об'єкті, де розміщується газотурбінний агрегат.

Матеріал, викладений у розділі, повинен містити:

- аналіз та характеристику потенційних небезпек та шкідливостей для працюючих на об'єкті розміщення ГТА (у цеху компресорної станції, в машинному відділення судна, в залі електростанції) з точки зору охорони праці;

- рекомендації щодо захисту людини на розглядаємому об'єкті від потенційної небезпеки або шкідливостей;

- висновки з викладеного.

Кожний студент отримує індивідуальне завдання для виконання цього розділу. Варіанти індивідуального завдання можна рекомендувати наступні:

1. Профілактика травматизму в цеху компресорної станції магістрального газопроводу.

2. Система вентиляції машинного відділення судна.
3. Можливі причини виникнення пожежі у машинному відділенні судна та засоби гасіння.
4. Система виробничого освітлення в машинному залі електростанції.
5. Засоби гасіння пожежі в цеху компресорної станції та дії робітників цеху.
6. Індивідуальні засоби захисту персоналу від електричного струму в машинному залі електростанції.
7. Заходи для рятування людини, яка потрапила під дію електричного струму.
8. Заходи та засоби захисту команди від теплового випромінювання в машинному відділенні судна.
9. Заходи та засоби захисту команди від шуму в машинному відділенні судна.
10. Заходи та засоби захисту персоналу від електромагнітного випромінювання в машинному залі електростанції.

Висновки

У висновках в лаконічній формі викладаються основні результати дипломної роботи.

Висновки слід нумерувати і розміщувати в логічній послідовності. В першому пункті висновків можна коротко окреслити стан проблеми чи питання, яке є темою дипломної роботи.

У висновках необхідно відмітити якісні та кількісні показники виконаних розрахунків та конструктивних розробок, обґрунтувати їх достовірність.

Список використаних джерел

Список використаних джерел оформлюється відповідно до чинних стандартів із бібліотечної та видавничої справи. (Як приклад виконання,

дивись "Перелік основної рекомендованої літератури" даних методичних вказівок.)

Список можна формувати у порядку появи посилань у тексті або в алфавітному порядку прізвищ перших авторів або заголовків.

Додатки

За необхідністю до розрахунково-пояснювальної записки у ролі додатків включають допоміжний матеріал, необхідний для повноти сприйняття дипломної роботи. Це в першу чергу:

- специфікації до схем та креслень;
- таблиці допоміжних цифрових даних;
- протоколи і акти випробувань, впровадження;
- інструкції і методики виконання деяких операцій, опис алгоритмів і програм вирішення задач на ЕОМ, що розроблені автором роботи;
- ілюстрації допоміжного характеру;
- опис дипломної роботи.

3. ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ РОЗРАХУНКОВО-ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ І ГРАФІЧНОГО МАТЕРІАЛУ

Загальні вимоги до оформлення розрахунково-пояснювальної записки надаються згідно ДСТУ 3008-95 (Документи, звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення).

3.1. Друк тексту

Розрахунково-пояснювальна записка друкується на папері формату А4 з використанням шрифту Times New Roman розміру 14 з полуторним міжрядковим інтервалом.

Текст записки друкують, залишаючи поля з країв аркушу таких розмірів: лівий – 25 мм, правий – 10 мм, верхній – 10 мм, нижній – 25 мм. Шрифт друку повинен бути чітким з однаковою щільністю тексту, чорного кольору середньої жирності.

Текст записки повинен бути вписаний у рамки для текстових документів відповідно до ГОСТ 2.104–68. Розміри рамок – 20 мм з лівого краю, по 5 мм з правого, верхнього і нижнього країв. Штамп рамки виконують внизу сторінки розміром 185 x 15 мм. В більшій графі штампу вказується шифр, який складається з номера спеціальності, номера навчальної групи, номера студента за списком в цій групі, літер "ДР", що означають "дипломна робота". Наприклад, 142.4231.14.ДР. У правій графі рамки вказується арабськими цифрами номер сторінки.

Друкарські помилки, описки і графічні неточності, виявлені в процесі написання роботи, можна виправляти підчищенням або зафарбуванням білою фарбою і нанесенням на тому ж місці або між рядками виправленого тексту пастою чорного кольору. Допускається не більше ніж два виправлення на одній сторінці.

Текст основної частини пояснювальної записки поділяють на розділи, підрозділи, пункти та підпункти. Розділи відокремлюють титульними аркушами з основним надписом (див. рис. 6).

Заголовки структурних частин роботи "ЗМІСТ", "ВСТУП", "РОЗДІЛ", "ВИСНОВКИ", "СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ", "ДОДАТКИ" друкують великими літерами симетрично до тексту. Заголовки підрозділів друкують маленькими літерами (крім першої великої) з абзацного відступу в розділі в підбір до тексту.

Відстань між заголовками (за виключенням заголовка пункту) та текстом повинна дорівнювати 3–4 інтервалам.

Кожну структурну частину роботи ("ЗМІСТ", "ВСТУП" та ін.) слід починати з нової сторінки.

3.2. Нумерація сторінок, розділів, підрозділів, пунктів

Нумерацію сторінок, розділів, підрозділів, пунктів, підпунктів, рисунків, таблиць, формул здійснюють арабськими цифрами без знака №.

Першою сторінкою дипломної роботи є її титульний аркуш, який включають до загальної нумерації сторінок. На титульному аркуші номер сторінки не ставлять, на наступних сторінках номер проставляють у відповідному полі текстового штампа.

Підрозділи нумерують у межах кожного розділу. Номер підрозділу складається з номера розділу і порядкового номера підрозділу, між якими ставлять крапку. В кінці номера підрозділу крапку не ставлять, наприклад: "2.3" (третій підрозділ другого розділу). Потім у тому ж рядку йде заголовок підрозділу, який друкується також з абзацу.

Пункти нумерують у межах кожного підрозділу. Номер пункту складається з порядкових номерів розділу, підрозділу, пункту, між якими ставлять крапку. У кінці номера крапку не ставлять, наприклад: "1.3.2" (другий пункт третього підрозділу першого розділу). Потім у тому ж рядку

йде заголовок пункту. Пункт може не мати заголовка. Друкують з абзацу. Підпункти нумерують у межах кожного пункту за такими ж правилами, як пункти.

3.3. Ілюстрації

Основними видами ілюстративного матеріалу є: технічний рисунок, схема, фотографія, діаграма, графік і креслення.

Кожна ілюстрація повинна відповідати тексту, а текст – ілюстрації.

Ілюстрації розміщують в пояснювальній записці після тексту, де вони згадані вперше. Ілюстрації позначають літерами "Рис." і нумерують послідовно в межах розділу, за винятком ілюстрацій, поданих у додатках. На одному аркуші можна розташовувати декілька ілюстрацій.

Номер ілюстрації складається з номера розділу і порядкового номера ілюстрації, між якими ставиться крапка. Наприклад: "Рис. 1.2" (другий рисунок першого розділу). Номер ілюстрації, її назва і пояснювальні підписи розміщують послідовно під ілюстрацією.

У тому місці, де викладається матеріал, пов'язаний із ілюстрацією, розміщують посилання у напівкруглих дужках "(рис. 3.1)" або застосовують звороти типу: "... як це видно з рис. 3.1", чи "... як показано на рис. 3.1". Якість ілюстрацій повинна забезпечувати їх чітке відтворення.

Технічні рисунки використовуються, як правило, в аксонометричній проекції, що дає змогу найбільш повно, просто і наочно зобразити предмет.

Схема – це зображення, яке передає за допомогою умовних позначень і без збереження масштабу основну ідею якогось пристрою, споруди або процесу і демонструє взаємозв'язок їх головних елементів.

На схемах обов'язково дотримуються товщини ліній зображення основних і допоміжних, відкритих і закритих від спостереження деталей і

товщини ліній їх зв'язків. Для трубопроводів систем у розривах ліній дають позначки середовищ.

Діаграма – це один із способів графічного зображення залежності між величинами. Відповідно до форми побудови розрізняють діаграми площинні, лінійні та об'ємні.

Для аналізу і для підвищення наочності ілюстративного матеріалу результати обробки числових даних подаються у вигляді графіків. Графік містить геометричні образи та низку допоміжних елементів: загальний заголовок графіка, словесне пояснення умовних знаків і окремих елементів графічного образу, осі координат, шкалу із масштабами і числові сітки; числові дані, що доповнюють або уточнюють величину нанесених на графік показників.

Осі координат графіка викреслюють суцільними лініями. На кінцях координатних осей стрілок не ставлять. На координатних осях вказують умовні позначення і розмірності відкладених величин у прийнятих скороченнях. На графіку слід писати лише умовні літерні позначення, прийняті у тексті. Написи, що стосуються кривих і точок, залишають тільки у тих випадках, коли їх небагато і вони короткі. Багатослівні підписи замінюють цифрами, а розшифровку наводять у під рисунковому підпису.

Якщо крива, зображена на графіку, займає невеликий простір, то для економії місця числові поділки на осях координат можна починати не з нуля, а обмежити значеннями, в межах яких розглядається дана функціональна залежність.

На кресленнях, що надаються у графічній частині роботи, та на технічних рисунках і схемах назви вузлів і деталей звичайно не пишуть. Якщо за змістом треба вказати окремі деталі, то вони нумеруються на кресленні у напрямку за годинниковою стрілкою зліва направо арабськими цифрами. Розшифрування цифр (позицій) подають у тексті записки за ходом викладення та у специфікаціях до креслень.

3.4. Таблиці

Цифровий матеріал, коли його багато або є потреба у зіставленні певних показників, як правило, оформлюють у таблиці.

Таблиці нумерують послідовно (за винятком таблиць, поданих у додатках) у межах розділу. У лівому верхньому куті розміщують напис "Таблиця" із зазначенням її номера і далі пишуть назву таблиці. Номер таблиці складається з номера розділу і порядкового номера таблиці, між якими ставиться крапка, наприклад: "Таблиця 1.2" (друга таблиця першого розділу). Назву таблиці не підкреслюють.

При перенесенні частини таблиці на інший аркуш (сторінку) слово "Таблиця" і номер її вказують один раз зліва над першою частиною таблиці, над іншими частинами пишуть слова "Продовження табл." і вказують номер таблиці, наприклад: "Продовження табл. 1.2".

Заголовок кожної графи в таблиці має бути якомога стислим. Заголовки граф пишуть з великої літери, підзаголовки – з малої, якщо вони становлять одне речення із заголовком, і з великої, якщо вони є самостійними. Заголовки (як підпорядковані, так і головні) мають бути максимально чіткими і простими. В них не повинно бути слів або розмірності, що повторюються. Висота рядків – не менша ніж 8 мм. Графу з порядковими номерами рядків до таблиці включати не треба. Графу "Примітки", як правило, теж не треба включати. Така графа потрібна лише тоді, коли містить дані, що стосуються більшості рядків таблиці.

Таблицю розміщують після першого згадування про неї в тексті таким чином, щоб її можна було читати без повороту переплетеної роботи або з поворотом за годинниковою стрілкою на 90⁰. Таблицю з великою кількістю рядків можна переносити на інший аркуш. У цьому разі назву вміщують тільки над її першою частиною. Таблицю з великою кількістю граф можна ділити на частини і розміщувати одну над одною в межах тієї самої сторінки. Якщо рядки чи графи таблиці виходять за формат сторінки,

то в першому випадку для кожної частини таблиці повторюють її заголовок, в другому – боковик. Якщо заголовок громіздкий, його можна не повторювати. У такому разі пронумеровують граfi і переносять їх нумерацію на наступну сторінку.

3.5. Формули та рівняння

Найбільші, а також довгі і громіздкі формули, які мають у своєму складі знаки суми, добутку, диференціювання, інтегрування, розміщують на окремих рядках. Це стосується також і всіх нумерованих формул. Для економії місця кілька коротких однотипних формул, відокремлених від тексту, можна подати в одному рядку, а не одну під одною. Невеликі і нескладні формули, що не мають самостійного значення, вписують всередині рядків тексту.

Пояснення значень символів і числових коефіцієнтів треба подавати безпосередньо під формулою в послідовності, у якій вони дані у формулі. Значення кожного символу і числового коефіцієнта записують з нового рядка. Перший рядок пояснення починають зі слова "де" без двокрапки і абзацу.

Рівняння і формули треба відділяти від тексту вільними рядками. Вище і нижче кожної формули залишають не менше одного вільного рядка. Якщо рівняння не вміщується в один рядок, його переносять в інший після знаків рівності (=), плюс (+), мінус (–), множення (x) і ділення (:).

Нумерувати слід лише ті формули, на які є посилання у подальшому тексті. Інші нумерувати не рекомендується.

Порядкові номери позначають арабськими цифрами в круглих дужках біля правого поля сторінки без крапок від формули до її номера. Номер, який не вміщується у рядку з формулою, переносять у наступний рядок нижче формули. Номер формули при її перенесенні вміщують на

рівні останнього рядка. Номер формули-дробу подають на рівні основної горизонтальної риски формули.

Номер групи формул, розміщених на окремих рядках і об'єднаних фігурною дужкою, ставиться праворуч від вістря фігурної дужки, яке знаходиться всередині групи формул і звернене в бік номера.

Загальне правило пунктуації в тексті з формулами таке: формула входить до речення як його рівноправний елемент, тому в кінці формул і в тексті перед ними розділові знаки ставлять відповідно до правил пунктуації.

Двокрапку перед формулою ставлять лише у випадках, передбачених правилами пунктуації:

- а) в тексті перед формулою є узагальнююче слово;
- б) цього вимагає побудова тексту, що передує формулі.

Розділовими знаками між формулами, які йдуть одна за одною і не відокремлені текстом, можуть бути кома або крапка з комою безпосередньо за формулою до її номера.

3.6. Список використаних джерел

У тексті дипломної роботи при посиланні на використані джерела в квадратних дужках вказується їх номер у загальному списку. У ряді випадків буває необхідним вказувати автора літературного джерела, тоді в тексті вказуються ініціали, прізвище автора роботи, після цього в (круглих) дужках вказується рік видання роботи.

Список використаних джерел слід розміщувати у списку за алфавітом чи в порядку посилання в роботі та подавати згідно зразків, що наведені у наступній таблиці. Назва літературного джерела наводиться на мові оригіналу.

Характеристика джерела	Приклад оформлення
Книга має одного автора	Коренівський, Д. Г. Дестабілізуючий ефект параметричного білого шуму в дискретних системах [Текст] / Д. Г. Коренівський. – К. : Логос, 2006. – 111 с.
Книга має два автори	Суберляк, О. В. Технологія переробки полімерних та композиційних матеріалів [Текст] : підручник / О. В. Суберляк, П. І. Баштанник. – Львів : Растр, 2007. – 375 с.
Книга має три автори	Романовський, Г. Ф. Теоретичні основи проектування суднових газотурбінних агрегатів [Текст] : навч. посібник / Г. Ф. Романовський, М. В. Ващиленко, С. І. Сербін. – Миколаїв : УДМТУ, 2003. – 304 с.
Книга має чотири автори	Механізація переробної галузі агропромислового комплексу [Текст] : підручник / О. В. Гвоздєв, Ф. Ю. Ялпачик, Ю. П. Рогач, М. М. Сердюк. – К. : Вища освіта, 2006. – 478 с.
Книга має п'ять та більше авторів	Психология менеджмента [Текст] / [П. К. Власов, А. В. Липницкий, И. М. Лущикина и др.]; под ред. Г. С. Никифорова. – Харьков : Гуманитар. центр, 2007. – 510 с.
Стандарти	Графічні символи, що їх використовують на устаткуванні. Показчик та огляд (ISO 7000:2004, IDT) [Текст] : ДСТУ ISO 7000.2004. – [Чинний від 2006-01-01]. – К. : Держспоживстандарт України, 2006. – 231 с.
Джерело, опубліковане в журналі	Валькман, Ю. Р. Моделирование НЕ-факторов – основа интеллектуализации компьютерных технологий [Текст] / Ю. Р. Валькман, В. С. Быков, А. Ю. Рыхальский // Системні дослідження та інформаційні технології. – 2007. – № 1. – С. 39–61.
Інтернет – ресурс	Перспективы развития тепловой энергетики [Електронний ресурс] // Энергетика: история, настоящее и будущее. – Режим доступа: http://energetika.in.ua/ru/books/book-3/part-1/section-6 .
	Combined diesel and gas [Електронний ресурс] // Wikipedia, the free encyclopedia. – Режим доступа: http://en.wikipedia.org/wiki/CODAG .

Якщо літературне джерело видане на іноземній мові (англійська, французька тощо), то його розміщують після літературних джерел,

виданих українською та російською мовами в алфавітному порядку, але за латинською абеткою.

3.7. Додатки до роботи

Додатки оформлюють як продовження записки на наступних її сторінках, розміщуючи їх у порядку появи посилань у тексті, після списку використаних джерел.

Кожен із додатків починають з нової сторінки, їм дають заголовки, надруковані угорі малими літерами з першої великої симетрично стосовно тексту сторінки. Посередині рядка над заголовком малими літерами з першої великої друкується слово "Додаток" і велика літера, що позначає додаток.

Додатки слід позначати послідовно великими літерами української абетки, за винятком літер Г, Є, І, Ї, Й, О, Ч, Ъ, наприклад, "Додаток А", "Додаток Б". Єдиний у роботі додаток позначається як "Додаток А". Додатки мають спільну з основним текстом пояснювальної записки нумерацію сторінок.

4. СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Для виконання дипломної бакалаврської роботи студентам спеціальності 142 "Енергетичне машинобудування" (освітні програми підготовки "Турбіни" та "Газотурбінні установки і компресорні станції") може бути рекомендована така основна література:

1. **Ващенко, М. В.** Оптимізаційні розрахунки термодинамічних циклів судових і енергетичних ГТА в задачах автоматизованого проектування [Текст] : навч. посібник / М. В. Ващенко. – Миколаїв : УДМТУ, 2003. – 44 с.

2. **Ващенко, Н. В.** Конструкции судовых турбоагрегатов : в 3 ч. Ч. 3. Системы ГТД и их элементы (с атласом) [Текст] : учеб. пособие / Н. В. Ващенко, С. В. Рудометов. – Николаев : НКИ, 1984. – 42 с.

3. **Ващенко, Н. В.** Тепловые расчеты судовых газотурбинных и газопаротурбинных агрегатов с использованием ЕС ЭВМ [Текст] : учеб. пособие / Н. В. Ващенко. – Николаев : НКИ, 1987. – 46 с.

4. **Дашевский, Ю. Я.** Система охлаждения двигателя ГТД 110 [Текст] / Ю. Я. Дашевский, Б. В. Исаков, Н. Г. Кузьмичева, И. И. Финько // Известия Академии инженерных наук Украины. – 1999. – Вып. 1. – С. 199-204.

5. **Мандель, В. С.** Предельные нагрузки и расчет лопаток и элементов корпуса турбомашины [Текст] / В. С. Мандель. – Николаев : НКИ, 1973. – 92 с.

6. **Манушин, Э. А.** Конструирование и расчет на прочность турбомашин газотурбинных и комбинированных установок [Текст] / Э. А. Манушин, И. Г. Суровцев. – М. : Машиностроение, 1990. – 400 с.

7. **Романовский, Г. Ф.** Устройство газотурбинного двигателя типа Д050 агрегата М10 : в 3 ч. Ч. 2. Системы газотурбинного двигателя [Текст] / Г. Ф. Романовский, Ю. О. Султанский, В. И. Харченко. – Николаев : НУК, 2009. – 64 с.

8. **Романовський, Г. Ф.** Будова, правила технічної експлуатації та обслуговування газотурбінних двигунів [Текст]: навч. посібник / Г. Ф. Романовський, Ю. О. Султанський, В. І. Харченко. – Миколаїв : НУК, 2011. – 216 с.

9. **Романовський, Г. Ф.** Газотурбінні агрегати : у 2 ч. Ч. 1. Загальна будова та класифікація [Текст] / Г. Ф. Романовський, С. І. Сербін, В. М. Патлайчук. – Миколаїв : НУК, 2016. – 216 с.

10. **Романовський, Г. Ф.** Газотурбінні агрегати : у 2 ч. Ч. 2. Елементи конструкцій [Текст] / Г. Ф. Романовський, С. І. Сербін, В. М. Патлайчук. – Миколаїв : НУК, 2017. – 198 с.

11. **Романовський, Г. Ф.** Камери згоряння суднових газотурбінних двигунів [Текст] / Г. Ф. Романовський, С. І. Сербін. – Миколаїв : УДМТУ, 2000. – 259 с.

12. **Романовський, Г. Ф.** Основи проектування компресорів суднових газотурбінних двигунів [Текст] / Г. Ф. Романовський, М. В. Ващиленко, М. П. Седько. – Миколаїв : НУК, 2008. – 292 с.

13. **Романовський, Г. Ф.** Сучасні газотурбінні агрегати : у 2 т. Т. 1. Агрегати виробництва України та Росії [Текст] / Г. Ф. Романовський, С. І. Сербін, В. М. Патлайчук. – Миколаїв : НУК, 2005. – 344 с.

14. **Романовський, Г. Ф.** Сучасні газотурбінні агрегати : у 2 т. Т. 2. Агрегати виробництва країн Західної Європи, Америки та Азії [Текст] / Г. Ф. Романовський, С. І. Сербін, В. М. Патлайчук. – Миколаїв : НУК, 2008. – 420 с.

15. **Романовський, Г. Ф.** Теоретичні основи проектування суднових газотурбінних агрегатів [Текст]: навч. посібник / Г. Ф. Романовський, М. В. Ващиленко, С. І. Сербін. – Миколаїв : УДМТУ, 2003. – 304 с.

16. **Романовський, Г. Ф.** Теорія та розрахунок парових і газових турбін [Текст]: навч. посібник / Г. Ф. Романовський, О. Я. Іпатенко, В. М. Патлайчук. – Миколаїв : УДМТУ, 2002. – 292 с.

17. **Сорока, Я. Х.** Теория и проектирование судовых газотурбинных двигателей [Текст] : учеб. пособие / Я. Х. Сорока. – Л. : Судостроение, 1982. – 112 с.

18. **Спіцин, В. Є.** Будова газотурбінного двигуна типу UGT 25000E : у 2 ч. Ч. 1. Конструкція газотурбінного двигуна [Текст] / В. Є. Спіцин, В. І. Харченко. – Миколаїв : НУК, 2007. – 52 с.

19. Справочник инженера-механика судовых газотурбинных установок [Текст] / под ред. В. Д. Речистера. – Л. : Судостроение, 1985. – 350 с.

20. Термопрочность деталей машин [Текст] / под ред. И. А. Биргера и Б. Ф. Шорра. – М.: Машиностроение, 1975. – 455 с.

21. **Філоненко, О. О.** Будова газотурбінного двигуна типу UGT 25000E : у 2 ч. Ч. 2. Системи газотурбінного двигуна [Текст] / О. О. Філоненко, В. І. Харченко. – Миколаїв : НУК, 2007. – 68 с.