

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА
СПОРТУ УКРАЇНИ**
Запорізький національний технічний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**до виконання дипломної роботи
бакалавра з електромеханіки 6.050702
студентами усіх форм навчання
з подальшим навчанням за спеціальностями
7.05070201, 8.05070201 “Електричні машини та апарати”
зі спеціалізацією “Електричні апарати” та
7.05070207, 8.05070207 “Електромеханічне обладнання
енергоємних виробництв”.**

Частина 1

2012

Методичні вказівки до виконання дипломної роботи бакалавра з електромеханіки 6.050702 студентами усіх форм навчання з подальшим навчанням за спеціальностями 7.05070201, 8.05070201 “Електричні машини та апарати” зі спеціалізацією “Електричні апарати” та 7.05070207, 8.05070207 “Електромеханічне обладнання енергоємних виробництв”. Частина 1/ Укл.: Л. Б.Жорняк, В. І. Осинська, О. Г. Стаценко. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2012. – 54 с.

Укладачі: Л. Б. Жорняк, доцент, к. т. н.
В. І. Осинська, ст. викладач
О. Г. Стаценко, доцент, к. т. н.

Рецензент: О. В. Близняков, доцент, к. т. н.

Відповідальний за випуск: П. Д. Андрієнко, професор, д. т. н.

Затверджено
на засіданні кафедри
“Електричні та електронні апарати”
Протокол № 4
від 22.11.2012 р.

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| 1 Мета та завдання виконання дипломної роботи бакалавра | 5 |
| 2 Обсяг і зміст дипломних робіт бакалаврів | 6 |
| 3 Організація та керівництво дипломною роботою | 7 |
| 3.1 Вимоги до тем дипломних робіт | 7 |
| 3.2 Керівництво виконанням дипломної роботи бакалавра | 8 |
| 4 Організація захисту дипломних робіт | 10 |
| 4.1 Підготовка до захисту дипломних робіт | 10 |
| 4.2 Рецензування дипломних робіт | 10 |
| 4.3 Захист дипломних робіт бакалаврів | 11 |
| 5 Вимоги до виконання графічної частини дипломних робіт | 14 |
| 5.1 Загальні правила виконання креслень | 14 |
| 5.2 Основні вимоги до креслень | 15 |
| 5.3 Нанесення розмірів і граничних відхилень | 17 |
| 5.4 Нанесення граничних відхилень форми і розташування поверхонь | 18 |
| 5.5 Позначення шорсткості поверхонь | 18 |
| 5.6 Нанесення на креслення технічних вимог | 19 |
| 5.7 Основні написи на графічній частині | 22 |
| 5.8 Позначення конструкторської документації | 22 |
| 6 Рекомендації щодо виконання окремих розділів дипломних робіт бакалаврів..... | 26 |
| 6.1 Дипломні роботи по розрахунку та проектуванню низьковольтних апаратів керування та апаратів розподільчих пристроїв низької напруги | 27 |
| 6.2 Дипломні роботи по розрахунку та проектуванню автоматичних вимикачів | 28 |
| 6.3 Дипломні роботи по розрахунку та проектуванню пристроїв силової електроніки | 31 |
| 6.3.1 Графічна частина роботи | 33 |
| 6.3.2 Специфікації | 33 |
| 6.3.3 Перелік тем дипломних робіт | 33 |
| 6.4 Економічна частина роботи | 35 |
| 6.5 Розділ роботи з охорони праці, техніки безпеки та протипожежних заходів | 35 |

| | |
|------------------------|----|
| Перелік посилань | 36 |
| Додаток А | 39 |
| Додаток Б | 50 |
| Додаток В | 51 |
| Додаток Г | 53 |
| Додаток Д | 54 |

1 МЕТА ТА ЗАВДАННЯ ВИКОНАННЯ ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРА

Важливим етапом в процесі підготовки висококваліфікованих бакалаврів є виконання дипломної роботи. Задача виконання дипломної роботи – самостійне виконання кваліфікаційної роботи, з використанням знань, отриманих в процесі вивчення дисциплін навчального плану бакалавра.

Дипломні (кваліфікаційні) роботи виконуються на завершальному етапі навчання студентів за кваліфікацією “бакалавр-електромеханік” у вищому навчальному закладі і передбачають:

– систематизацію, закріплення, розширення теоретичних і практичних знань зі спеціальності та застосування їх при вирішенні конкретних наукових, технічних, економічних виробничих й інших завдань;

– розвиток навичок самостійної роботи і оволодіння методикою дослідження та експерименту, пов'язаних з темою роботи[1].

Дипломні (кваліфікаційні) роботи являють собою самостійну творчу роботу студента. При розробці робіт студенти набувають навички самостійного вирішення інженерних задач, навчаються обґрунтовувати прийняті рішення. В роботі повинні відобразитися новітні досягнення вітчизняної і закордонної науки і техніки, питання подальшого технічного процесу виробництва, використовуючи внутрішні резерви підприємства, комплексної механізації та автоматизації виробничих процесів, питання планування, покращення організації праці, зниження собівартості продукції, покращення умов безпеки та охорони праці, промислової естетики.

Мета виконання дипломної роботи – систематизувати, закріпити та розширити теоретичні і практичні знання зі спеціальності та вміти застосовувати ці знання при вирішенні конкретних наукових, технічних, економічних та виробничих задач, які розробляються в дипломній роботі; виявити підготовку студентів для самостійної роботи в умовах сучасного виробництва, прогресу науки, техніки та культури. Дипломні роботи повинні бути реальними і направлені на створення електричних апаратів з параметрами, що наближаються до параметрів кращих мирових зразків.

2 ОБСЯГ І ЗМІСТ ДИПЛОМНИХ РОБІТ БАКАЛАВРІВ

Робота повинна складатися з пояснювальної записки (ПЗ) та графічної частини і виконуватись відповідно до єдиних вимог до обсягу роботи, креслень та змісту ПЗ.

Обсяг ПЗ типової дипломної роботи складає 50 – 70 сторінок рукописного тексту та чотирьох листів креслення формату А1. Обсяг ПЗ та графічної частини комплексних дипломних робіт, виконаних на реальній основі, установлюється кафедрою, але не більше вказаної кількості.

Зміст дипломної роботи повинен передбачати розробку проектних рішень у вигляді відповідних обґрунтувань, розрахунків, які разом з графічною частиною повинні відображати комплекс проектних рішень, що відповідають задачам, які поставлені в завданні на виконання роботи.

Пояснювальна записка дипломної роботи повинна коротко та чітко розкривати творчі задуми роботи, супроводжуватись ілюстраціями (графіками, ескізами, діаграмами, схемами). Загальні вимоги, структура і правила оформлення ПЗ встановлюються стандартами підприємств СТП, ДСТУ і ГОСТ. Загальні вимоги до ПЗ: чітка побудова, логічна послідовність викладеного матеріалу, коротке і точне формулювання, конкретне викладення результатів роботи, доказ виводів та обґрунтованість рекомендацій.

3 ОРГАНІЗАЦІЯ ТА КЕРІВНИЦТВО ДИПЛОМНОЮ РОБОТОЮ

3.1 Вимоги до тем дипломних робіт

Тематика дипломної роботи (ДР) повинна бути актуальною, відповідати вимогам кваліфікаційної характеристики бакалавра-електромеханіка, відповідати сучасному стану та перспективам розвитку науки і техніки, враховувати реальні запити виробництва.

Дипломні роботи за темами повинні бути продовженням, розширенням та поглибленням курсових проєктів та курсових робіт, що виконувалися студентами впродовж всього періоду навчання.

Теми дипломних робіт повинні бути індивідуальними та узгодженими з інтересами та здібностями студентів без знижки загальних вимог до якості робіт.

Студентам надається право вибору теми роботи за умови доцільності розробки об'єкту, що пропонується.

Об'єктом дипломної роботи мусить бути обраний достатньо складний електричний апарат (високовольтний трансформатор струму або напруги, серія низьковольтних апаратів, комплектний розподільчий пристрій, перемикаючий пристрій силового трансформатора, напівпровідниковий перетворювач і т. ін.).

При виборі тем дипломних робіт не допускаються повні повторення тематики з року в рік. Теми дипломних робіт визначаються кафедрою, що випускає. Приклади тематики наведені у додатку А.

Закріплення за студентом теми дипломної роботи за представленням кафедри оформлюється наказом по університету не пізніше, ніж за місяць до початку переддипломної практики.

Назва теми ДР повинна бути сформульована в усіх документах без спотворення (в наказі по університету, завданні студенту, на титульній сторінці і т.п.).

Основними темами дипломної роботи, як зазначено вище, повинні бути теми, що відображають передові конструкторсько-технологічні рішення, новітні розробки в галузі електроапаратобудування і т. ін.

Напередодні виходу студентів-дипломників на переддипломну практику відповідно до графіку навчального процесу (орієнтовно у

лютому місяці), за поданням кафедри, що випускає, наказом ректора по університету призначаються керівники дипломних робіт із числа найбільш кваліфікованих викладачів та наукових співробітників кафедри, а також висококваліфікованих спеціалістів підприємств та наукових закладів.

Керівник ДР розробляє завдання у відповідності до теми роботи. Завдання обов'язково повинно:

- розкривати тему, містити елементи новизни і прогресу, забезпечувати умови для творчого характеру праці над дипломною роботою;
- містити перелік питань що потрібно розробити, графічних матеріалів з точною вказівкою обов'язкових креслень;
- за обсягом роботи відповідати часу, відведеному на виконання роботи.

Завдання на ДР, затверджене завідувачем кафедри, видається керівниками робіт дипломникам не пізніше ніж за тиждень перед початком переддипломної практики на організаційних зборах студентів-дипломників. Форма завдання затверджена Міністерством освіти та науки, молоді та спорту України (додатки Б, В).

З метою підвищення практичної цінності дипломних робіт допускається розробка комплексних дипломних робіт групами дипломників (2 – 5 чол.) під єдиним для кожної групи загальним керівництвом. При цьому в завданні до дипломної роботи повинно бути чітко вказано, який із розділів роботи розробляє кожний дипломник, а дипломна робота кожного студента повинна бути представлена в такому вигляді, щоб було зрозуміло рішення теми в цілому.

3.2 Керівництво виконанням дипломної роботи бакалавра

До виконання дипломної роботи допускаються студенти, які повністю виконали навчальний план бакалавра за своєю спеціальністю, не мають академічної заборгованості та успішно закінчили переддипломну практику згідно із графіком навчального процесу.

Керівник дипломної роботи виконує таке:

- видає завдання на дипломну роботу;
- складає разом зі студентом-дипломником календарний графік роботи над дипломною роботою на весь період виконання дипломної роботи;

- рекомендує студенту необхідну основну літературу, довідникові та інші матеріали за темою;
- проводить передбачені розкладом консультації;
- перевіряє виконання роботи у відповідності з календарним графіком;
- при відставанні студента від виконання календарного графіку роботи сповіщає завідувача кафедри (викладача, що відповідає за виконання дипломної роботи на кафедрі) та приймає міри для запобігання відставанню.

В разі необхідності кафедрі надається право запросити консультантів по окремим розділам ДР за рахунок часу, відведеного на керівництво цією роботою. Консультанти перевіряють відповідну частину виконаної студентом роботи і ставлять свій підпис на титульній сторінці ПЗ. Дипломник повинен самостійно приймати наукові, інженерно-технічні рішення за темою, що розробляє, використовуючи весь комплекс теоретичних, технічних, економічних і практичних знань, отриманих за весь період навчання.

За прийняті в ДР рішення та вірність всіх даних відповідає студент – автор дипломної роботи. Студент зобов'язаний регулярно відвідувати консультації (не менше одного разу на тиждень). Керівник роботи не менш ніж один раз за два тижні робить в календарному графіку дипломника та на інформаційному стенді кафедри відмітку про виконану студентом роботу. Завідувач кафедри на вибір перевіряє поточний стан роботи студентів над проектами, відвідує консультації для дипломників. На засіданнях кафедри (не менше двох разів в період виконання дипломної роботи та одного кінцевого) заслуховуються звіти керівників, а в необхідних випадках і звіти студентів про стан готовності робіт. Результати обговорення доводяться до відома декана факультету. У випадку систематичного невиконання дипломником календарного графіку роботи та значного відставання від виконання роботи, кафедра розглядає питання про доцільність продовження ним виконання дипломної роботи. Виписка з протоколу засідання кафедри передається декану факультету.

4 ОРГАНІЗАЦІЯ ЗАХИСТУ ДИПЛОМНИХ РОБІТ

4.1 Підготовка до захисту дипломних робіт

Після закінчення виконання дипломної роботи керівник роботи підписує креслення і пояснювальну записку та дає письмовий відзив про дипломну роботу студента. У відзиві він вказує задачу, поставлену перед дипломником, оцінку того, як він впорався з її рішенням, ступінь його самостійності в роботі (вказати, що зроблено студентом самостійно), теоретичну підготовленість, інженерні навички дипломника, основні недоліки в роботі, оцінка роботи загалом, а також дається висновок про можливе присвоєння дипломнику кваліфікації «бакалавр з електромеханіки» (додаток Г).

Завершена дипломна робота, підписана студентом, консультантами та керівником ДР передається до нормоконтролю (передаються комплексно всі документи, які входять до складу роботи: ПЗ, креслення, графіки, додатки та інші документи).

Після підписання нормоконтролером ДР разом з відзивом керівника робота надається завідувачу кафедри, який вирішує питання про допуск дипломної роботи до захисту, робить про це відповідний запис на титульній сторінці ПЗ. Дипломна робота, підписана до захисту, направляється деканом факультету (або за його дорученням завідувачем кафедри) на рецензію.

4.2 Рецензування дипломних робіт

Рецензування дипломних робіт в проводиться провідними фахівцями промислових підприємств, науково-дослідницьких інститутів та проектних організацій. Рецензія на ДР направляється завідувачу кафедри не пізніше ніж за два дні до захисту. В ній повинні відображатися такі питання: актуальність вибраної теми, відповідність роботи до встановлених вимог по відношенню до його обсягу та стану опрацювання завдання, позитивні сторони роботи та глибина опрацювання матеріалу, недоліки роботи в розрахунках, схемах, конструкціях, в викладенні та оформленні пояснювальної записки і креслень. В рецензії необхідно також вказати ступінь використання останніх досягнень в науці і техніці, новизну у виробництві, дати оцінку роботи за чотирьохбальною системою та вказати можливість присвоєння дипломи-

ку кваліфікації “бакалавр з електромеханіки” (додаток Д). Після рецензування в роботі не допускаються ніякі виправлення.

Декан факультету (або завідувач кафедри за дорученням декана) знайомить з рецензією студента-дипломника та направляє дипломну роботу з рецензією в державну екзаменаційну комісію (ДЕК) для захисту.

4.3 Захист дипломних робіт бакалаврів

В Державну екзаменаційну комісію до початку захисту дипломних робіт надаються такі документи:

- список студентів, допущених до захисту, затверджений деканом факультету (до захисту дипломної роботи допускаються студенти, які виконали всі вимоги навчального плану та програми);
- зведена відомість про успішність студентів, яких допущено до захисту дипломної роботи (по теоретичним дисциплінам, курсовим проектам та роботам, навчальній та виробничій практиці);
- відзив керівника роботи;
- рецензія на дипломну роботу спеціаліста відповідної кваліфікації.

Захист дипломних робіт проводиться на відкритому засіданні державної комісії за участю не менше половини її складу за обов'язкової присутності голови комісії. Робота ДЕК проходить в терміни, що передбачені графіком навчального процесу, за розкладом, який узгоджений з головою ДЕК та затверджений проректором з навчальної роботи.

Список прізвищ студентів для захисту дипломних робіт встановлюється кафедрою на підставі побажань студентів з урахуванням стану готовності роботи, затверджується деканом і в подальшому не може бути змінений. Розклад роботи ДЕК та графік захисту дипломних робіт доводиться до загального відома не пізніше як за місяць до початку захисту.

Захист дипломних робіт може проводитись як у вищому навчальному закладі, так і на підприємствах, в закладах та організаціях, для яких тематика робіт являє науково-теоретичний та практичний інтерес. Порядок захисту дипломних робіт визначається положенням про ДЕК, затвердженим Міністерством освіти і науки, молоді та спорту України. Тривалість захисту однієї дипломної роботи зазвичай не має

перевищувати 30 хвилин. Для доповіді студенту надається не більше 15 хвилин. За рекомендацією кафедри студент може представити додатково короткий зміст дипломної роботи на англійській мові, який оголошується при захисті і може супроводжуватись питаннями до студента на цій мові.

Організаційні питання захисту дипломних робіт доводяться до відома студентів-дипломників на організаційних зборах, які проводяться кафедрою перед початком захисту.

При оцінці якості виконання дипломних робіт ДЕК керується такими критеріями:

- самостійність рішень;
- оригінальність технічних рішень та методів розрахунку;
- реальність роботи, можливість використання у виробництві розробки, що міститься в дипломній роботі;
- ступінь використання технічної літератури;
- додержання стандартів при виконанні роботи;
- технічна грамотність, додержання правил орфографії.

Дипломні роботи вважаються реальними, якщо виконується хоча б один з таких пунктів:

- тема або окремі розділи є частиною госпдоговірної або держбюджетної науково-дослідницької роботи, яка виконується кафедрою або лабораторією університету;

- за темою дипломної роботи є публікації, авторські свідоцтва або документи, які підтверджують, що матеріали прийняті до публікації або подана заява на авторські свідоцтва;

- дипломна робота, виконана за письмовим запитом підприємства, закладу або організації, пов'язаних з потребами виробництва;

- до роботи додані документи, які вказують на її практичне застосування;

- разом з проектом представлені макети, зразки матеріалів, виробів, які виготовлені під час дипломування;

- дипломна робота є частиною комплексної роботи, виконаної в інтересах промислового підприємства.

Рішення про реальність дипломної роботи приймається на закритому засіданні ДЕК при оцінюванні дипломної роботи та вноситься до протоколу засідання ДЕК з коротким обґрунтування такого рішення.

При визначенні оцінки роботи, а також знань, які проявлені при

її захисті, приймається до уваги рівень теоретичної, наукової та практичної підготовки студентів. Результати захисту дипломної роботи визначаються оцінками “відмінно”, “добре”, “задовільно” і “незадовільно”. Результати захисту дипломних робіт оголошуються у цей же день після оформлення протоколів засідання державної комісії.

Студенту вищого навчального закладу, який склав курсові проекти та роботи, іспити з оцінкою “відмінно” не менш ніж 75% усіх дисциплін навчального плану, а по решті дисциплін – з оцінкою “добре” та захистив дипломну роботу з оцінкою “відмінно”, а також проявив себе в науковій та громадській роботі, видається диплом з відзнакою.

Всі засідання державної комісії протоколюються. У протоколи вносяться оцінки, одержані при захисті дипломної роботи, записуються питання, що ставились, особливі думки членів комісії, вказується здобутий освітній рівень (кваліфікація), а також, державний документ про освіту (кваліфікацію) якого зразку (з відзнакою чи без відзнаки) видається студенту-випускнику, що закінчив вищий навчальний заклад за освітнім рівнем бакалавра. Протоколи підписують голова та члени державної комісії, які брали участь у засіданні. Книга протоколів зберігається у вищому навчальному закладі.

Студент, який при захисті дипломної роботи отримав незадовільну оцінку, відраховується з вищого навчального закладу. В такому випадку йому видається академічна довідка. У випадках, коли захист дипломної роботи визнається незадовільним, державна комісія встановлює, чи може студент подати на повторний захист той самий проєкт з доопрацюванням, чи він зобов'язаний опрацювати нову тему, визначену кафедрою. Студент, який не захистив дипломну роботу, допускається до повторного захисту дипломної роботи протягом трьох років після закінчення вищого навчального закладу. Студентам, які не захищали дипломну роботу з поважної причини (документально підтвердженої), ректором може бути продовжений строк навчання до наступного терміну роботи державної комісії по захисту дипломних робіт відповідно, але не більше ніж як на один рік.

Дипломна робота після захисту зберігається в вищому навчальному закладі. Дипломнику дозволяється, за його бажанням, зняти копію зі своєї роботи. При необхідності передачі дипломної роботи підприємству для впровадження її в виробництво з неї знімається копія. Дипломні роботи, які виконані за спеціальними темами, зберігаються в установленому порядку.

5 ВИМОГИ ДО ВИКОНАННЯ ГРАФІЧНОЇ ЧАСТИНИ ДИПЛОМНИХ РОБІТ

5.1 Загальні правила виконання креслень

Всі креслення виконуються на листах формату А1, які можуть ділитися (без розрізання) на листи меншого формату, а сторони повинні бути кратні розмірам формату А4. Загальний вигляд електричного апарата допускається виконувати на двох листах формату А1 із загальним для обох листів основним написом.

Переважними є такі масштаби: зменшення 1:2; 1:5; 1:10; 1:20; 1:50; збільшення 2:1; 5:1; 10:1; 20:1; натуральна величина 1:1 [2].

Якщо на форматі всі креслення виконані в одному масштабі, то його значення проставляють у графі “Масштаб” основного напису. Товщина ліній видимого контуру повинна бути однаковою для всіх зображень на даному кресленні і в два – три рази більше товщини ліній невидимого контуру, осьових, центральних, виносних, розмірних та ін. Шрифти повинні бути виконані з нахилом букв і цифр до основи рядка біля 75 градусів з висотою малих букв не менше за 2,5 мм.

Основна вимога до графічної частини полягає в тому, що вона повинна повністю надавати уявлення про конструктивні, схемні та технологічні рішення, які прийняті в роботі.

Графічна частина дипломної роботи орієнтовно може включати в себе такий перелік креслень:

- загальний вид і (або) складальне креслення електричного апарата (1 – 2 листи формату А1);
- вузли і деталі апарата (1 лист формату А1);
- принципова схема головного кола апарата (перетворювача, РПН і т. ін.) (1 лист формату А1);
- принципова схема системи керування електричного апарата (перетворювача, РПН, релейної шафи КРП і т.п.);
- монтажна схема (або схема зовнішніх з’єднань) головного кола або системи керування;
- графіки із результатами розрахунків, проведених у ПЗ;
- технологічна схема виготовлення апарата (його вузли, деталі), пристрою.

5.2 Основні вимоги до креслень

Креслення деталей, складальних одиниць, габаритні і монтажні креслення повинні бути виконані згідно з ГОСТ 2.109-73.

Складальне креслення показує розташування і взаємні зв'язки складових частин, що з'єднуються за даним кресленням, деталей і складальних одиниць, і повинне забезпечувати можливість збирання і контролю складальної одиниці. Розміри, граничні відхилення і технічні вимоги наводяться тільки такі, що повинні бути виконані або проконтрольовані за даним складальним кресленням. Як довідкові вказуються номери позицій складових частин, що входять у виріб.

На складальних кресленнях загального вигляду виробу потрібно проставляти максимальні значення габаритних розмірів, а також установлювальні, приєднувальні розміри з граничними відхиленнями і довідкові розміри (з позначенням зірочкою).

Загальний вид апарата повинен виконуватись в двох – трьох проекціях з вказівкою основних і установчих розмірів.

Форма і порядок виконання специфікації визначається ГОСТ 2.108-68. Специфікація, яка визначає склад складальної одиниці, складається в табличній формі на окремих листах формату А4. Розділи специфікації розташовуються в такій послідовності: документація, комплекси, складальні одиниці, деталі, стандартні вироби, інші вироби, матеріали, комплекти. Наявність розділів визначається складом виробу, що специфікується. Найменування кожного розділу вказують у вигляді заголовка в графі “Найменування” і підкреслюють суцільною тонкою лінією. В графі “Поз.” вказують порядковий номер складових частин, які входять у виріб. Нумерація наскрізна від розділу до розділу. Можна резервувати позиції.

На складальному кресленні всі складові частини нумерують згідно з номерами позицій, вказаними в специфікації цієї складальної одиниці. Номер позицій наносять над полічками ліній-виносок, які проводять тонкими суцільними лініями від зображень складових частин і які починаються крапкою на зображенні. Номер позицій вказують на тих зображеннях, де ця складова частина проектується як видима, в найнагляднішому вигляді, причому перевагу надають основним виглядам або розміщеним на їх місці розрізам. Номер позицій повинні бути розташовані паралельно основному напису креслення поза контуром зображення, їх групують у рядок або стовпець, якщо

можливо на одній лінії. Номери позицій проставляють на кресленні як правило один раз. Допускається повторно вказувати номери позицій однакових частин виробу. Розмір шрифту, яким виконують номери позицій, повинен бути на один – два номери більший від шрифту, прийнятого на кресленні для розмірних чисел. Лінії-виноски не повинні перетинатися між собою та по можливості не повинні бути паралельні осьовим лініям, лініям штрихування розрізів та перерізів. Можна проводити загальну лінію-виноску з вертикальним розташуванням номерів позицій для групи кріпильних деталей (наприклад: болт, гайка, шайба), що належать до одного місця кріплення, або групи деталей з виразним взаємозв'язком, якщо лінію-виноску від кожної складової частини провести неможливо. У цих випадках лінію-виноску відводять від закріпленої складової частини.

Креслення деталі повинно мати: мінімальну, але достатню кількість зображень (видів, розрізів, перерізів, виносних елементів), які з урахуванням умовностей та спрощень розкривають форму деталі; необхідні розміри з граничними відхиленнями; граничні відхилення форми та розташування поверхонь; вимоги щодо шорсткості поверхонь; позначення матеріалу деталі; позначення покриття і термообробки; технічні вимоги.

Основні вимоги до робочого креслення деталі встановлюються за ГОСТ 2.109-73. Основний напис відповідає ГОСТ 2.104-68.

В основному напису креслення деталі необхідно вказати матеріал, що застосовується, і дати його позначення відповідно до встановлених стандартів або технічних умов. Якщо на матеріал є два стандарти, що характеризують його сортамент і якісний склад, то треба вказати обидва стандарти, наприклад:

$$\text{Круг } \frac{40 \text{ ГОСТ } 1133 - 71}{У10 \text{ ГОСТ } 1435 - 99},$$

де в чисельнику вказаний розмір кола (40 мм), а в знаменнику – якісний склад сталі (інструментальна У10).

5.3 Нанесення розмірів і граничних відхилень

Загальна кількість розмірів на кресленні (ГОСТ 2.307-68) повинна бути мінімальною, але достатньою для виготовлення і контролю деталей (виробів) електричного апарата.

Довідкові розміри виробів, що не підлягають виконанню за даним кресленням, позначають на ньому зірочкою (*), а в технічних вимогах записують так: “* Розміри для довідок”. Лінійні розміри і граничні відхилення на кресленнях вказують у міліметрах, без позначення одиниць вимірювання [2].

Розміри на кресленнях проствавляють з використанням розмірних чисел і ліній креслення. Розмірні лінії з обох кінців обмежують стрілками, що упираються в контурні, виносні і осьові лінії. Необхідно уникати перетину розмірних і виносних ліній. Розмірні числа наносять над розмірною лінією як можна ближче до її середини [4, 5].

Всі розміри повинні мати граничні відхилення. Граничні відхилення вказують на кресленнях одним з трьох способів:

а) умовними позначеннями полів допусків, наприклад, 10H7, 10h7, 10js14;

б) числовими значеннями граничних відхилень, наприклад, $10^{+0,1}$, $10_{-0,1}$, $10\pm 0,1$;

в) умовними позначеними полів допусків з вказівкою числових значень граничних відхилень, наприклад,

$$10H7^{+0.018}; \quad 12c8\left(\begin{smallmatrix} +0,032 \\ -0,059 \end{smallmatrix}\right).$$

Граничні відхилення, що повторюються багато разів на кресленні з відносно низькою точністю, можна не проствавляти, при цьому у технічних вимогах слід зробити відповідний запис, наприклад, “не вказані граничні відхилення розмірів: отворів H14, валів h14, інших js14”.

5.4 Нанесення граничних відхилень форми і розташування поверхонь

Дані про граничні відхилення форм і розташування поверхонь (ГОСТ 2.308-79) вказують у прямокутній рамці, розділеній на дві або три частини, в яких вміщують: в першій – знак відхилення; у другій – граничне відхилення в міліметрах; в третій – буквені позначення базової або іншої поверхні, до якої відноситься відхилення розташування, наприклад:

| | |
|---|-----|
| – | 0,1 |
|---|-----|

| | | |
|----|-----|---|
| // | 0,1 | A |
|----|-----|---|

Базу позначають умовним знаком (рівнобічним зачерненим трикутником з висотою, приблизно рівною розміру шрифту розмірних чисел).

Рамку креслять суцільною тонкою лінією; висота букв, цифр і знаків повинна дорівнювати розміру шрифту розмірних чисел. Рамку з'єднують з елементом, до якого відноситься граничне відхилення, прямою або ламаною лінією, що закінчується стрілкою [4, 6]. Умовні позначення знаків відхилень наведені в таблиці 5.1.

5.5 Позначення шорсткості поверхонь

Шорсткість поверхонь позначають (ГОСТ 2.309-73) одним із знаків в залежності від способу отримання поверхні так, як вказано на рисунку 5.1.

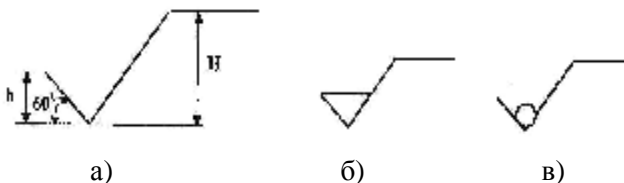





Рисунок 5.1 – Позначення шорсткості поверхонь

На рисунку позначено таке:

- а)  – основний знак, якщо вигляд обробки конструктором не встановлюється;
- б)  – якщо шар матеріалу треба обов'язково зняти;
- в)  – для вказівки шорсткості поверхні, що утворюється без зняття шару матеріалу.

Висота h повинна приблизно дорівнювати висоті цифр розмірних чисел, а висота $H - (1,5...3) h$. Під знаком розташовують числові значення параметрів шорсткості з символами, наприклад:

$$\sqrt{Ra\ 1,6}, \quad \sqrt{Rz\ 500}, \quad \sqrt{Ra\ 6,3\ (\sqrt{0})}$$
















Найбільш поширені і вживані позначення шорсткості наведені у таблиці 5.2. Позначення шорсткості розташовують на лініях контуру, виносних лініях, на полицях ліній виносок, у технічних вимогах, у правому верхньому куті креслення. В останньому випадку відстань від знаку шорсткості до верхньої і правої ліній рамки повинна бути не менше за 5 – 10 мм, і знак розповсюджується на всі поверхні, крім спеціально обумовлених.

5.6 Нанесення на креслення технічних вимог

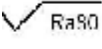
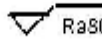

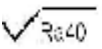
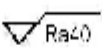
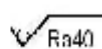
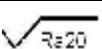
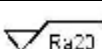
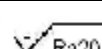
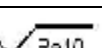
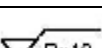
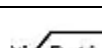
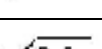
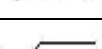
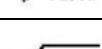
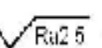
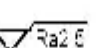
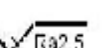
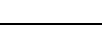
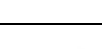
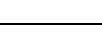
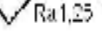
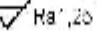
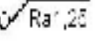
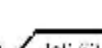
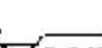
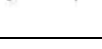
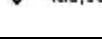

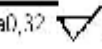
Технічні вимоги розташовуються над основним написом у вигляді колонки, ширина якої повинна бути не більшою від основного напису (185 мм). Між технічними вимогами і основним написом не повинно бути зображень, таблиць, інших написів і вільного простору (ГОСТ 2.316-2008). У технічних вимогах викладають вимоги, що ставляться до матеріалів, термічної обробки, розмірів граничних відхилень, якості поверхонь, до налагодження і регулювання виробів, умов і методів випробувань, маркування, клеймування, транспортування і зберігання. Пункти технічних вимог повинні мати наскрізну нумерацію. Заголовок “Технічні вимоги” не пишуть, за винятком випадків, коли необхідно вказати технічну характеристику, яку розміщують на вільному полі креслення під заголовком “Технічна характеристика”, а

над технічними вимогами вміщують заголовок “Технічні вимоги”. Обидва заголовки не підкреслюють [5].

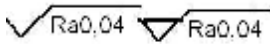
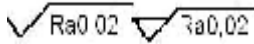
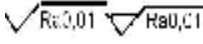
Таблиця 5.1 – Умовні позначення знаків відхилень

| Група допусків | Вид допуску | Умовні позначення |
|--------------------------------------|--------------------------------------|---|
| Допуск форми | Допуск прямолінійності | — |
| | Допуск площини |  |
| | Допуск кола |  |
| | Допуск циліндричності |  |
| | Допуск профілю поздовжнього перетину | = |
| Допуск розташування | Допуск паралельності | // |
| | Допуск перпендикулярності |  |
| | Допуск нахилу |  |
| | Допуск співвісності |  |
| | Допуск симетричності |  |
| | Позиційний допуск |  |
| | Допуск перетину осей |  |
| Сумарні допуски форми і розташування | Допуск радіального биття |  |
| | Допуск торцевого биття |  |
| | Допуск повного радіального биття |  |
| | Допуск повного торцевого биття |  |
| | Допуск форми заданого профілю |  |
| | Допуск форми заданої поверхні |  |

Таблиця 5.2 – Найбільш поширені позначення шорсткості за ГОСТ 2789-73

| Клас шорсткості | Позначення | Значення параметрів, мкм | | Базова довжина l , мм |
|-----------------|---|------------------------------|--------------------------|-------------------------|
| | | Rz | Ra | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 |    | 320; 250; 200; 160 | 80; 63; 40 | 8,0 |
| 2 |    | 160; 125; 100; 80 | 40; 32; 20 | |
| 3 |    | 80; 63; 50; 40 | 20; 16; 10 | |
| 4 |    | 40; 32; 25; 20 | 10; 8; 5 | 2,5 |
| 5 |    | 20; 16; 12,5; 10 | 5; 4; 2,5 | |
| 6 |    | 10; 8; 6 | 2,5; 2,0; 1,25 | 0,8 |
| 7 |    | 6,3; 5,0; 4,0; 3,2 | 1,25; 1,00; 0,63 | |
| 8 |    | 3,2; 2,5; 2,0; 1,6 | 0,63; 0,50; 0,32 | |
| 9 |   | 1,6; 1,25; 1,00; 0,80 | 0,32; 0,25; 0,16 | 0,25 |
| 10 |   | 0,80; 0,63; 0,50; 0,40 | 0,16; 0,125; 0,08 | |
| 11 |   | 0,40; 0,32; 0,25; 0,20 | 0,080; 0,063; 0,04 | |

Продовження таблиці 5.2

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----|---|-----------------------------------|--------------------------|------|
| 12 |  | 0,20; 0,16; 0,125; 0,100 | 0,040; 0,032; 0,02 | 0,25 |
| 13 |  | 0,100; 0,08; 0,063; 0,05 | 0,02; 0,016; 0,01 | 0,08 |
| 14 |  | 0,050; 0,040; 0,032 | 0,010; 0,008 | |

5.7 Основні написи на графічній частині

Позначення в написах та номерах креслення виконуються у відповідності до наведеної схеми (рисунок 5.2). Шифр документа кресленнязначається у відповідності до таблиці 5.4. При цьому обов'язковими є підписи розробника, особи, яка перевіряє дипломну роботу і нормоконтролера, для креслення загального вигляду вводять додатковий підпис особи, що затверджує ДР. Функцію розробника виконує дипломник, керівник ДР і нормоконтролер – це особа, що перевіряє, а завідуючий кафедри – особа, що затверджує.

5.8 Позначення конструкторської документації

Кожному кресленню привласнюється позначення відповідно до ГОСТ 2.201-80. В ДР позначення необхідно виконувати згідно зі структурою коду класифікаційної характеристики будь якого виробу (таблиця 5.3) та рисунками 5.2 і 5.3.

Вибірki з сітки класів наведені в таблиці 5.3. Підклас, групу, підгрупу, вид вибирають на підприємстві під час переддипломної практики або в літературних джерелах бібліотеки ЗНТУ (ауд.511).

Перелік використаної літератури оформлюється у відповідності до СТП 15 - 96 [36].

При виконанні роботи першочерговою інформацією про перелік посилань студент отримує від керівника. На кафедрі електричних та електронних апаратів студент може отримати список рекомендованої літератури, ДСТУ і ГОСТ у допомогу до дипломної роботи, складений викладачами кафедри разом зі співробітниками університету. Проте основні відомості студент повинен отримати при самостійному пошуку інформації за темою роботи в каталогах бібліотек, довідково-бібліографічному відділі (реферативні журнали), у відділі періодичної літератури, секторі інформації та патентному відділі ЗНТУ.

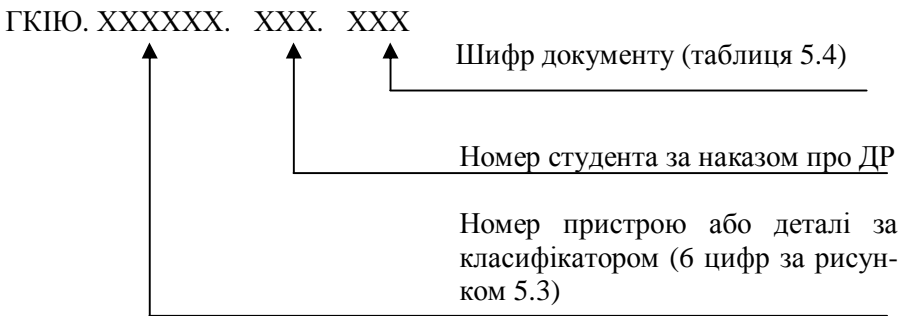


Рисунок 5.2 – Схема позначення креслень

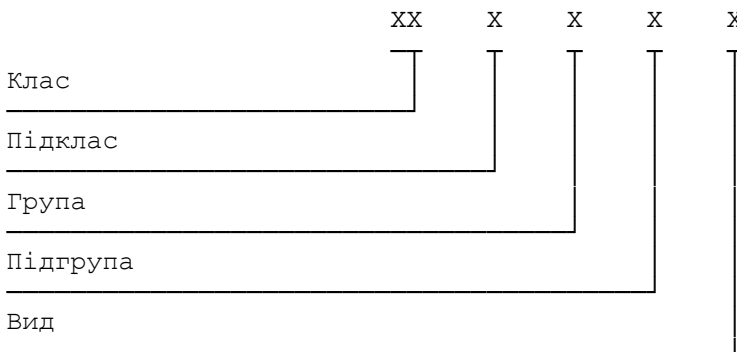


Рисунок 5.3 – Структура коду класифікаційної характеристики

Таблиця 5.3 – Сітка деяких класів класифікатора ЄСКД

| Номер класу | Найменування класу | Номер класу | Найменування класу |
|-------------|--|-------------|---|
| 28 | Оснастка технологічна. Інструмент ріжучий | 67 | Трансформатори. Конденсатори. Апарати електричні напругою вище 1000 В. Комплектні пристрої. Джерела світла. Електромагніти |
| 29 | Оснастка технологічна, крім інструмента ріжучого | | |
| 30 | Складальні одиниці загально машинобудівельні | 71 | Деталі – тіла обертання: кільця, диски, стрижні, шківни, втулки, блоки, вали, осі і т. ін. |
| 44 | Обладнання технологічне специфічне | 72 | Деталі – тіла обертання: труби, елементи зубчатого зачеплення; розрізні сектори; сегменти і т. ін. |
| 56 | Джерела електричної енергії, системи електрозабезпечення-Комплекти електрообладнання | 73 | Деталі – не тіла обертання корпусні, опорні, ємнісні |
| 64 | Апарати електричні комутаційні на напругу до 1000 В включно | 74 | Деталі – не тіла обертання: площинні, важільні, вантажні, тягові, вигнуті з листів, штаб, стрічок, профільні, труби |

Таблиця 5.4 – Шифр графічного документу [3]

| Найменування документа | Шифр |
|--|------|
| Складальне креслення | СК |
| Загальний вигляд | ВЗ |
| Складальне креслення першого вузла | СК 1 |
| Другого вузла (у випадку необхідності) | СК 2 |
| Технологічна схема складання | ТСС |
| План розташування обладнання | ПРО |
| Розрахункові графіки, діаграми | РГД |
| Деталювання першого вузла | 01 |
| Схема структурна | Е1 |
| Схема функціональна | Е2 |
| Схема електрична принципова | Е3 |
| Схема електрична з'єднань | Е4 |
| Схема підключення | Е5 |
| Схема електрична загальна | Е6 |

6 РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВИКОНАННЯ ОКРЕМИХ РОЗДІЛІВ ДИПЛОМНИХ РОБІТ БАКАЛАВРІВ

В розділі «**Вступ**» слід стисло охарактеризувати галузь народного господарства, для якої виконується електричний апарат, та перспективу її розвитку. Необхідно також показати актуальність вибраної теми роботи і коротко сформулювати основні задачі, які слід вирішити при її розробці. Наприклад: «В даній дипломній роботі розглядаються питання проектування трансформатора струму для районів з холодним кліматом». Обсяг вступу не повинен перевищувати одну – дві сторінки.

В розділі «**Огляд і аналіз існуючих конструктивних (схемних) рішень**» проводиться огляд та аналіз сучасних конструкцій (або схем, наприклад, перетворювачі частоти, випрямлячі, регулятори або системи керування перетворювачами) електричних апаратів, близьких та подібних до того, що розробляється з обов'язковим аналізом їх переваг і недоліків. Необхідно навести основні технічні характеристики апаратів, абсолютні питомі і техніко-економічні показники подібних апаратів.

Вибір і обґрунтування (конструкції або схеми) апарата виконується на основі попереднього огляду та аналізу; визначаються основні параметри та головні розміри апарата, що розробляється; обґрунтовуються прийняті рішення з техніко-економічним аналізом варіантів (якщо вони потрібні); вибирається методика розрахунку параметрів та характеристик апарата.

Аналіз існуючих конструкцій апаратів аналогічних тому, що проектується, бажано робити не тільки серед вітчизняних, але і закордонних апаратів. Необхідно навести основні технічні параметри, провести аналіз переваг та недоліків аналогів. Розділ закінчується вибором загальної конструктивної форми апарата, що проектується з обґрунтуванням цього вибору.

Конструктивні схеми та технічні параметри контакторів і пускачів наведені в [8] с.173 – 181, [9] с.308 – 331, а також у каталогах по низьковольтним комутаційним апаратам. Можливо користуватися даними, отриманими з Інтернету.

В проектно-технічному завданні приводяться усі технічні та інші параметри, вимоги та умови, що необхідні для виконання розрахунку і проектування апарата.

6.1 Дипломні роботи по розрахунку та проектуванню низьковольтних апаратів керування та апаратів розподільчих пристроїв низької напруги

Завдання на дипломну роботу по розрахунку та проектуванню низьковольтних апаратів керування, апаратів та пристроїв розподілу низької напруги видається до початку переддипломної практики по одному з варіантів, наведених в таблиці додатку А.

Рекомендована послідовність етапів проектування контакторів і магнітних пускачів приведена нижче.

6.1.1 Аналіз існуючих аналогічних конструкцій апаратів і вибір загальної конструктивної форми апарата.

6.1.2 Проектування елементів струмоведучого контуру.

6.1.2.1 Розрахунок перетину і вибір матеріалу вивідних неізолюваних або частково ізолюваних шин.

6.1.2.2 Розрахунок контактних затисків (на кінцях шин передбачені контактні поверхні й отвори для болтів).

6.1.2.3 Проектування гнучкого зв'язку (якщо він є).

6.1.2.4 Проектування і розрахунок комутуючих контактів включає перелік таких питань:

- вибір матеріалу, розмірів, перетину;
- визначення сили натискання контактів;
- розрахунок перехідного опору контактів;
- розрахунок температури контакту і струму зварювання контактів;
- розрахунок вібрації контактів;
- розрахунок електродинамічної стійкості контактів;
- визначення зносостійкості.

6.1.3 Проектування дугогасильного пристрою.

6.1.4 Проектування механізму включення апарата з побудовою кінематичної схеми і механічної характеристики протидіючих зусиль.

6.1.5 Попередній розрахунок електромагнітної системи механізму включення апарата.

6.1.6 Остаточна розробка конструкції всього апарата в цілому, його вузлів і деталей.

6.1.7 Виконання креслень загального виду апарата з необхідними видами та розрізами, а також креслень основних найбільш важливих вузлів апарата.

6.2 Дипломні роботи по розрахунку та проектуванню автоматичних вимикачів

Для проектування автоматичних вимикачів рекомендована така послідовність виконання етапів.

6.2.1 Огляд існуючих конструкцій апаратів, що подібні заданому. Вибір загальних конструктивних форм проектуємого апарата.

6.2.2 Розрахунок струмоведучого контуру з визначенням матеріалу та перетину шин, контактних затискачів шинних виводів. Розрахунок термічної стійкості шин і гнучкого зв'язку. Розрахунок температури внутрішніх контактних з'єднань та падіння напруги на них.

6.2.3 Вибір матеріалу та розрахунок комутуючих контактів, перехідного опору і падіння напруги на ньому. Розрахунок струму зварювання контактів і електродинамічних сил відкидання при комутаціях.

6.2.4 Розрахунок однієї контактної пружини.

6.2.5 Розрахунок розхилу і провалу контактів.

6.2.6 Перевірочний розрахунок дугогасного пристрою автомата. Розрахунок, обґрунтування і вибір числа пластин і розмірів дугогасної решітки.

6.2.7 Розрахунок електромагнітної системи електромагнітного розчеплювача максимального струму або мінімальної напруги, або незалежного для дистанційного відключення.

6.2.8 Розрахунок теплового біметалевого розчеплювача (якщо такий заданий у проекті).

6.2.9 Конструктивна розробка елементів автомата і всього апарата в цілому.

6.2.10 Виконання креслень автомата у двох або трьох проекціях з необхідними видами та розрізами, а також креслень основних найбільш важливих вузлів апарата.

Методики проектування та розрахунку елементів струмоведучого контуру контактора, магнітного пускача, автомата наведені у літе-

ратурних джерелах [7, 8, 37]. В [37] (с. 7 – 23) найбільш повно розглянуті питання розрахунку та вибору струмоведучих шин, контактних затискачів, комутуючих контактів.

Методики проектування та розрахунку дугогасних пристроїв контакторів, магнітних пускачів, автоматів наведені в [7].

Задача проектування дугогасної системи вирішує такі питання та вимоги:

- дугогасна система повинна забезпечувати гасіння дуги при всіх струмах, починаючи з зони критичних струмів ***I_{кр}***, номінальних струмів ***I_н***, до струмів граничної спроможності відмикання ***I_{гр.д.}***;

- дугогасна система має мінімальний час горіння дуги ***t_г*** з метою зменшення зносу контактів і дугогасної камери (в апаратах постійного струму до 1000 В час горіння дуги повинний бути ***t_г ≤ 0,1 с***, а в апаратах змінного струму – не більше одного напівперіоду; при вимиканні струмів ***I_{гр.д.}*** допускається час гасіння, що дорівнює декільком напівперіодам);

- дугогасна система не повинна мати недопустимих перенапруг;

- дугогасна система повинна мати мінімальний розмір дугогасної системи і мінімальний викид полум'я та іонізованих газів;

- дугогасна система повинна мати мінімальний звуковий і світловий ефекти.

В розділі «**Розрахунок дугогасних пристроїв постійного струму до 1000В**» поставлена така задача – за заданим значенням напруги вимикання ***U_{вим}***, що дорівнює максимальній напрузі джерела живлена ***U_{вим} = 1,1U_н***, для декількох значень струму вимикання ***I_{вим}*** (від мінімально можливого до максимально можливого) визначається критична довжина дуги ***l_{д.кр.}***. Для декількох значень струму вимикання (***I_{кр}***, ***I_н***, ***I_{гр.д.}***) за визначеним значенням довжини дуги встановлюються розміри розхилу контактів та всієї дугогасної системи. Розміри дугогасної камери встановлюються відповідно до ***l_{д.кр.}*** при граничному струмі вимикання ***I_{гр.д.}*** та по стрілі вильоту дуги ***h_д***, якщо вважати дугу частиною кола. Потім відповідно до прийнятих параметрів і конструкції контактно-дугогасної системи визначається час гасіння дуги при декількох значеннях струму вимикання, після чого будується залежність тривалості гасіння дуги від струму вимикання. Оптимальне значення часу знаходиться в межах ***t_г ≤ 0,1с***.

Далі розраховується максимальна напруга на дузі (внаслідок перенапружень). Вона повинна бути значно менше амплітудного значення випробувальної напруги.

$$U_{\max} = U_0 \left(1 + \frac{n \cdot t_{\dot{A}}}{t_{\dot{A}}}\right),$$

де n визначає характер зміни струму при вимиканні.

Значення $n = 1$ становить при прямолінійній зміні струму, але ж при спаді струму за параболічною залежністю становитиме $n = 2$.

При великих значеннях частоти вимикання проводиться розрахунок нагріву дугогасної камери за формулою:

$$T = T_{\text{окр}} + \frac{z \cdot W_{\dot{o}}}{3600 \cdot K_T \cdot S_{\dot{o}}},$$

де $W_{\dot{a}}$ – це енергія дуги, що виділяється при одному циклі гасіння;

K_T – коефіцієнт теплопередачі зі стінок камери, приймається рівним $15 \cdot 10^{-4} \frac{Вт}{см^2 \cdot град}$;

$S_{\dot{o}}$ – бокова поверхня охолодження дугогасної камери;

z – частота включень за годину.

$$W_{\dot{o}} = U_0 \cdot I_0 \left(\frac{t_{\Gamma}}{6} + \frac{t_E}{2} \right),$$

де I_0 – струм, що вимикається (приймається I_H , як такий, що вимикається найчастіше);

$\tau_{\dot{A}}$ – електромагнітна постійна часу електричного кола, обирається в залежності від призначення апарата [7] (с.145).

Приблизні розрахунки дугогасних систем постійного струму до 1000 В наведені в [7] (с.139 – 163). Приклад розрахунку електромагнітного контактора постійного струму з щільною дугогасною камерою наведено у [7] (с.508 – 517).

Приблизний розрахунок дугогасних систем змінного струму до 1000 В наведено у [8] (с.113 – 126) з прикладами розрахунків. Вид дугогасної системи задається в завданні на дипломну роботу.

Проектування механізму включення апарата з побудовою кінематичної схеми і механічної характеристики протидіючих зусиль наведено у [7] (с.216 – 238), [8] (с.173 – 187), [37] (с.23 – 27).

Попередній розрахунок електромагнітної системи механізму включення апарата наведено у [38] (с.27 – 39), [7] (с.243 – 291).

Перевірочний розрахунок електромагнітної системи наведено у [7] (с.319 – 357).

6.3 Дипломні роботи по розрахунку та проектуванню пристроїв силової електроніки

До пристроїв силової електроніки відносять електронні апаратні засоби, що застосовуються в різних системах і джерелах електроживлення, які служать для перетворення електричної енергії з одними параметрами в електричну енергію з іншими параметрами. Наприклад, перетворення електричної енергії змінного струму в постійний (випрямлячі); постійного струму – в змінний (інвертори); змінного струму однієї частоти – в змінний струм іншої частоти (перетворювачі частоти); постійна напруга (струм) однієї величини – в постійну напругу (струм) іншої величини (перетворювачі напруги (струму)).

До пристроїв силової електроніки відносять також електронні пристрої для фільтрації та стабілізації струму і напруги. Всі зазначені вище пристрої називають перетворювачами електричного струму.

Методика розрахунку перетворювачів малої потужності дещо відрізняється від методики розрахунку перетворювачів великої потужності, що пояснюється специфічними особливостями цих пристроїв, але електромагнітні процеси в них мають той самий характер.

Виконання дипломної роботи ставить своєю метою одержання практичних навичок з розрахунку схем, розробки конструктивних виконань, а також оформлення технічної документації перетворювальних пристроїв.

Розділ **«Вступ»** повинен відображати актуальність, новизну та мету проекту.

Перший розділ «Огляд схемних і конструктивних рішень», або «Огляд існуючих конструкцій перетворювачів» повинні містити прик-

лади схем і конструкцій пристроїв, здатних реалізувати функції пристрою, заданого до проектування, виявити їхні переваги та недоліки і, на підставі даного аналізу, сформулювати завдання на проектування, тобто вибрати схему й принцип конструкції пристрою.

Другий розділ «Принцип роботи схеми» повинен містити рисунок обраної схеми пристрою, що проектується, опис його роботи з усіма необхідними діаграмами й формулами, що відображають характер електромагнітних процесів при його функціонуванні.

Третій розділ «Розрахунок заданого пристрою» повинен містити методику розрахунку, вибір елементної бази з урахуванням розбіжностей параметрів елементів і припустимих коливань напруги мережі живлення, а також розрахунок параметрів і характеристик схеми, що розробляється [11 – 19, 22 – 35].

Загальні питання, що можуть бути розглянуті в дипломній роботі:

- розрахунок конструктивних параметрів узгоджувального трансформатора перетворювача;
- визначення енергетичних показників узгоджувального трансформатора перетворювача;
- розрахунок електричних параметрів напівпровідникових елементів перетворювача;
- вибір напівпровідникових силових приладів перетворювача;
- побудова системи керування перетворювачем;
- побудова системи захисту перетворювача;
- розрахунок теплових режимів роботи перетворювача;
- перевірочний розрахунок надійності перетворювача з урахуванням проведеної модернізації.

Четвертий розділ присвячений опису розробленої конструкції відповідно до графічної частини проекту. Розрахункова частина даного розділу повинна містити розрахунок ширини доріжок печатної плати, діаметра проводів, потужності резисторів, системи охолодження напівпровідникових приладів, масогабаритних показників пристрою і т.п. [10, 21].

Висновки повинні дати інформацію про головні параметри, характеристики й конструкції розробленого пристрою і їхній відповідності до проектно-технічного завдання.

У переліку посилань дається повний список літератури, що була використана при виконанні дипломної роботи.

Додатки містять у собі:

- рисунки, таблиці, графіки з літературних джерел, які використовувались при розрахунку проекту;
- повну інформацію про застосовані в даній роботі комплектуючі (напівпровідникові прилади, резистори, конденсатори, дроселі, рознімні з'єднувачі і т.д.): їх конструкції и класифікаційні параметри відповідно до стандартів.

6.3.1 Графічна частина роботи

Графічна частина роботи повинна бути виконана комп'ютерним способом у середовищі AUTOCAD (ручний спосіб допускається тільки з дозволу викладача).

Типовий зміст графічної частини такий:

- схема електрична принципова;
- складальне креслення;
- схема електричних з'єднань;
- деталювання.

Зміст графічної частини уточнюється відповідно до теми роботи і погоджується з керівником. Листи формату А1 можуть бути розбиті на більш дрібні формати з урахуванням того, що розроблені креслення повинні давати уявлення про конструкцію спроектованого пристрою.

6.3.2. Специфікації

Специфікації є самостійним конструкторським документом і не входять у зміст пояснювальної записки, але комплектуються разом з нею, тобто підшиваються після додатків.

6.3.3 Перелік тем дипломних робіт

6.3.3.1 Перетворювач енергії для окремих вузлів прокатних станів (наприклад, злитковозу; головного двигуна; летючих ножиць та ін.).

6.3.3.2 Перетворювачі для гальваніки та електролізу.

6.3.3.3 Перетворювачі для підйомних пристроїв шахт.

6.3.3.4 Блоки живлення та управління пасажирських ліфтів.

6.3.3.5 Модернізація блоків живлення двигунів поздовжньо-стругальних станків.

6.3.3.6 Модернізація стендів випробування електричних двигунів після ремонту.

6.3.3.7 Блоки живлення та управління насосними станціями.

6.3.3.8 Блоки живлення та управління компресорними станціями.

6.3.3.9 Тиристорний випрямляч для електроприводу $I_d = 25A$, $U_d = 220V$.

6.3.3.10 Тиристорний випрямляч для електроприводу $I_d = 50A$, $U_d = 220V$.

6.3.3.11 Тиристорний випрямляч для електроприводу $I_d = 100A$, $U_d = 220V$.

6.3.3.12 Тиристорний випрямляч для електроприводу $I_d = 320A$, $U_d = 220V$.

6.3.3.13 Тиристорний випрямляч для електроприводу $I_d = 500A$, $U_d = 220V$.

6.3.3.14 Нереверсивний випрямляч для електролізу з природним охолодженням $I_d = 100A$, $U_d = 12V$, $I_1 = 3,15 A$.

6.3.3.15 Нереверсивний випрямляч для електролізу з природним охолодженням $I_d = 100A$, $U_d = 24V$, $I_1 = 6,3 A$.

6.3.3.16 Реверсивний випрямляч для електролізу з природним охолодженням $I_d = 200A$, $U_d = 12V$, $I_1 = 6,3 A$.

6.3.3.17 Нереверсивний випрямляч для електролізу з водним охолодженням $I_d = 630A$, $U_d = 12V$, $I_1 = 20 A$.

6.3.3.18 Реверсивний випрямляч для електролізу з водним охолодженням $I_d = 800A$, $U_d = 24V$, $I_1 = 50 A$.

6.3.3.19 Трифазний випрямляч з вирівнювальним реактором.

6.3.3.20 Шестипульсний випрямляч.

6.3.3.21 Дванадцятипульсний випрямляч.

6.3.3.22 Випрямляч для гальваніки.

6.3.3.23 Випрямляч для електролізу.

6.3.3.24 Трифазний інвертор для потужних споживачів електричної енергії.

6.3.3.25 Низьковольтний апаратний комплекс центру обробки даних.

6.3.3.26 Технологічний процес монтажу випрямляча для тягових підстанцій.

6.3.3.27 Технологічний процес монтажу випрямляча для гальваніки.

6.3.3.28 Технологічний процес монтажу випрямляча для електродолізу.

6.4 Економічна частина роботи

Зміст даного розділу студент узгоджує з консультантом з економічної частини, який призначається кафедрою економіки і організації виробництва. В даному розділі розглядаються також організаційно-технічні засоби та питання стандартизації і якості.

6.5 Розділ роботи з охорони праці, техніки безпеки та протипожежних заходів

Зміст даного розділу узгоджується з кафедрою охорони праці і повинен відображати основні заходи з охорони праці і техніки безпеки при виготовленні або експлуатації спроектованого апарата.

В проекті повинні бути відображені питання екології і охорони навколишнього середовища, пов'язані з виготовленням та експлуатацією спроектованого апарата.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Збірник нормативних документів з питань організації заочного навчання у вищих навчальних закладах України/ за редакцією М. Ф. Дмитриченко – Київ: Український Центр духовної культури, 2002. – 244с.
2. Александров К. К., Кузьмина Е. Г. Электротехнические чертежи и схемы. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 288с.
3. Усатенко С. Т. и др. Выполнение электрических схем по ЕСКД: Справочник. – М.: издательство стандартов, 1989. – 325с.
4. Зайцев И. В. Технология электроаппаратостроения. – М.: Высшая школа, 1982. – 215 с.
5. Кирилюк Ю. Е. Допуски і посадки. – К.: Вища школа, 1987. – 120с.
6. Справочник технолога машиностроителя / Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мецерынова. Том 2. – М.: Машиностроение, 1986. – 650с.
7. Сахаров П. В. Проектирование электрических аппаратов. – М.:Энергия, 1971 – 560с.
8. Таев Н. С. Электрические аппараты управления. – М.: Высшая школа, 1984. – 247с.
9. Чунихин А. А. Электрические аппараты. Общий курс. – М.:Энергоатомиздат, 1988. – 719с.
10. Варламов Р. Г. Компоновка радиоэлектронной аппаратуры. – М.: Советское радио, 1975. – 352с.
11. Справочник радиолюбителя-конструктора. – М.: Радио и связь, 1983. – 560с.
12. Освищер П. И., Головаков Ю. В., Кобешников В. П. и др. Несущие конструкции радиоэлектронной аппаратуры. – М.: Радио и связь, 1988. – 232с.
13. Справочник конструктора РЭА / Под ред. Варламова Р. Г. – М.: Радио и связь, 1985. – 354с.
14. Резисторы: Справочник / Под ред. Четверткова И. И. – М.: Радио и связь, 1991. – 528с.
15. Транзисторы: Справочник / Под ред. Горюнова Н. Н. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 904с.
16. Лярский В. Ф., Мурадян О. Б. Электрические соединители: Справочник. – М.: Радио и связь, 1988. – 272с.

17. Электрические кабели и провода, шнуры: Справочник / Под ред. Белоруссова И. И. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 536с.
18. Сидоров Н. Н. и др. Малогабаритные трансформаторы и дроссели: Справочник. – М.: Радио и связь, 1985. – 540с.
19. Герасимов В. Г., Князьков О. М. и др. Основы промышленной электроники. – М.: Высшая школа, 1978. – 536с.
20. Волков В. А. Детали и узлы РЭА. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 180с.
21. Романычева Э. Т. и др. Разработка и оформление конструкторской документации РЭА: Справочное пособие. – М.: Радио и связь, 1983. – 256с.
22. Исаков Ю. А. и др. Основы промышленной электроники. – К.: Техника, 1976. – 554с.
23. Незнайко А. П., Геликман Г. Ю. Конденсаторы и резисторы. – М.: Энергия, 1973. – 112с.
24. Руденко В. С., Сенько В. И. и др. Основы преобразовательной техники. – М.: Высшая школа, 1980. – 424с.
25. Справочник радиолюбителя / Под ред. Терещук Р. М. и др. – К.: Техника, 1971. – 696с.
26. Брежнева К. М. и др. Транзисторы для аппаратуры широкого применения. – М.: Радио и связь, 1981. – 656с.
27. Дьяконов М. Н. и др. Справочник по электрическим конденсаторам / Под общей ред. Четверткова И. И. и др. – М.: Радио и связь, 1983. – 576с.
28. Векслер Г. С., Штильман В. И. Транзисторные сглаживающие фильтры. – М.: Энергия, 1978. – 176с.
29. Берзан В. П., Геликман Б. Ю. Электрические конденсаторы и конденсаторные установки: Справочник. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 656с.
30. Диоды: Справочник / Под ред. Григорьева О. П. и др. – М.: Радио и связь, 1990. – 335с.
31. Гершунский Б. С. Расчет основных электронных и полупроводниковых схем. – К.: Киевский университет, 1968. – 256с.
32. Руденко В. С., Денисов А. И. Импульсные преобразователи и стабилитроны на тиристорах. – К.: Техника, 1972. – 116с.
33. Тиристоры: Справочник / Под ред. Григорьева О. П. и др. – М.: Радио и связь, 1990. – 270с.

34. Полупроводниковые приборы. Диоды выпрямительные, стабилитроны, тиристоры: Справочник / Под ред. Голомедова А. В. – М.: Радио и связь, 1983. – 523с.

35. Янковенко В. С. и др. Расчет и конструирование элементов электропривода. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 320с.

36. СТП 15–96. Стандарт підприємства. Пояснювальна записка до курсових і дипломних проектів. Вимоги і правила оформлення.

37. Методичні вказівки до курсової та самостійної робіт з дисципліни «Електричні апарати» для студентів денної форми навчання спеціальності 6.092204 – «Електромеханічне обладнання енергоємних виробництв» / Укл. О.Г. Стаценко – Запоріжжя: ЗНТУ, 2010. – 42с.

Додаток А

Таблиця А.1– Варіанти тем дипломних робіт за тематикою низьковольтних апаратів керування та апаратів розподільчих пристроїв низької напруги

| Варіант | Апарат керування | Номінальна напруга, В | Рід струму | Номінальний струм, А | Число головних контактів | Режим роботи | Число вмикань в час Z | Кратність граничного вимикаємого струму $I_{отг}/I_{н}$ | Рід струму котушки | Номінальна напруга, В | Механічна зносо-стійкість, млн..циклів | Комуюча зносо-стійкість, млн..циклів | Аналог |
|---------|-----------------------------|-----------------------|------------|----------------------|--------------------------|--------------------|-----------------------|---|--------------------|-----------------------|--|--------------------------------------|-----------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| 1 | Контактор постійного струму | 220 | Постійний | 25 | 1з | Переривно тривалий | 150 | 10 | Постійний | 220 | 5 | 0,5 | КПД-110 |
| 2 | те саме | 220 | те саме | 63 | 2з | ПВ=40% | 600 | 10 | те саме | 220 | 5 | 0,5 | КПД-121 |
| 3 | -«- | 440 | -«- | 63 | 2з | ПВ=60% | 1200 | 7 | -«- | 110 | 5 | 0,5 | КПД |
| 4 | -«- | 220 | -«- | 100 | 2з | Переривно тривалий | 150 | 10 | -«- | 220 | 5 | 0,5 | КПД |
| 5 | -«- | 440 | -«- | 100 | 2з | ПВ=60% | 1200 | 7 | -«- | 110 | 5 | 0,5 | КПД |
| 6 | -«- | 220 | -«- | 60 | 1з | ПВ=40% | 600 | 7 | -«- | 220 | 5 | 0,5 | КПД 3-111 |
| 7 | -«- | 220 | -«- | 75 | 1з; 1р | ПВ=40% | 1200 | 8 | -«- | 24 | 5 | 0,5 | КПД-131 |

Продовження таблиці А.1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|----|-----------------------------|-----|-----------|-----|----|--------------------|------|----|-----------|-----|------|------|---------|
| 8 | Контактор постійного струму | 220 | Постійний | 120 | 1з | Переривно тривалий | 600 | 10 | Постійний | 220 | 5 | 0,5 | КПД-113 |
| 9 | Магнітний пускач | 380 | Змінний | 10 | 3з | ПВ=40% | 600 | 10 | Змінний | 220 | 10 | 1,0 | ПМЛ |
| 10 | -«- | 380 | -«- | 25 | 3з | ПВ=60% | 1200 | 7 | -«- | 380 | 10 | 1,0 | ПМЛ |
| 11 | -«- | 660 | Змінний | 25 | 3з | ПВ=40% | 600 | 7 | -«- | 220 | 10 | 1,0 | ПМЛ |
| 12 | -«- | 380 | -«- | 25 | 3з | ПВ=60% | 1200 | 7 | -«- | 127 | 10 | 1,0 | ПМЛ |
| 13 | -«- | 380 | -«- | 40 | 3з | Переривно тривалий | 600 | 10 | -«- | 380 | 10 | 1,0 | ПМЛ |
| 14 | -«- | 380 | -«- | 63 | 3з | ПВ=40% | 600 | 7 | -«- | 220 | 10 | 1,0 | ПМЛ |
| 15 | Контактор постійного струму | 220 | Постійний | 63 | 2з | Короткочасний 15с | 150 | 10 | Постійний | 220 | 0,63 | 0,02 | МК2-20Б |
| 16 | -«- | 220 | -«- | 40 | 2з | Тривалий | 1200 | 7 | -«- | 220 | 16 | 2,5 | МК1 |
| 17 | -«- | 440 | -«- | 40 | 2з | те саме | 1200 | 5 | -«- | 48 | 16 | 2,5 | МК1 |
| 18 | -«- | 220 | -«- | 63 | 2з | ПВ=40% | 1200 | 10 | -«- | 110 | 16 | 2,5 | МК2 |
| 19 | -«- | 440 | -«- | 63 | 2з | ПВ=60% | 1200 | 8 | -«- | 24 | 15 | 2,5 | МК2 |

Продовження таблиці А.1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|----|---------------------------|-----|---------|-----|----|--------------------|------|----|-----------|-----|-----|-----|----------|
| 20 | Контактор змінного струму | 380 | Змінний | 40 | 2з | Переривно тривалий | 600 | 10 | Постійний | 24 | 16 | 2,5 | МК1 |
| 21 | -«- | 660 | -«- | 25 | 2з | ПВ=25% | 150 | 10 | -«- | 48 | 26 | 2,5 | МК1 |
| 22 | -«- | 380 | -«- | 63 | 2з | Тривалий | 600 | 10 | -«- | 220 | 16 | 1,5 | МК2 |
| 23 | -«- | 660 | -«- | 40 | 2з | ПВ=60% | 1200 | 7 | -«- | 110 | 16 | 1,0 | МК1 |
| 24 | -«- | 500 | -«- | 25 | 1з | Тривалий | 150 | 10 | -«- | 220 | 10 | 2,0 | МК1 |
| 25 | -«- | 380 | -«- | 100 | 3з | -«- | 1200 | 7 | -«- | 380 | 10 | 0,3 | КТ 6010Б |
| 26 | -«- | 380 | -«- | 160 | 3з | -«- | 1200 | 10 | -«- | 220 | 10 | 0,3 | КТ 6020Б |
| 27 | -«- | 380 | -«- | 250 | 3з | -«- | 1300 | 8 | -«- | 127 | 10 | 0,3 | КТ 6030Б |
| 28 | -«- | 380 | -«- | 400 | 3з | -«- | 600 | 7 | -«- | 110 | 6,3 | 0,3 | КТ 6040Б |
| 29 | -«- | 380 | -«- | 630 | 3з | -«- | 600 | 7 | -«- | 36 | 6,3 | 0,3 | КТ 6050Б |

Продовження таблиці А.1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|----|----------------------------|-----|---------|-----|----|--------------------|------|----|-------------|-----|----|-----|----------|
| 30 | Кон-тактор змінного струму | 380 | Змінний | 100 | 3з | Переривно тривалий | 150 | 10 | Пос-тій-ний | 24 | 15 | 0,3 | КТП 6010 |
| 31 | -«- | 500 | -«- | 160 | 3з | -«- | 600 | 7 | -«- | 48 | 15 | 0,3 | КТП 6020 |
| 32 | Магніт-ний пус-кач | 380 | -«- | 40 | 3з | -«- | 600 | 10 | Змін-ний | 380 | 5 | 0,7 | ПА311 |
| 33 | -«- | 500 | -«- | 40 | 3з | ПВ=60% | 1200 | 8 | -«- | 220 | 5 | 0,7 | ПА311 |
| 34 | -«- | 380 | -«- | 63 | 3з | Трива-лий | 600 | 10 | -«- | 127 | 5 | 0,8 | ПА411 |
| 35 | -«- | 500 | -«- | 63 | 3з | ПВ=40% | 1200 | 8 | -«- | 220 | 7 | 0,7 | ПА411 |
| 36 | -«- | 500 | -«- | 50 | 3з | ПВ=40% | 600 | 8 | -«- | 127 | 7 | 0,7 | ПА412 |
| 37 | -«- | 380 | -«- | 100 | 3з | ПВ=60% | 600 | 8 | -«- | 220 | 5 | 0,5 | ПА511 |
| 38 | -«- | 500 | -«- | 75 | 3з | ПВ=40% | 600 | 8 | -«- | 220 | 6 | 0,5 | ПА512 |
| 39 | -«- | 380 | -«- | 10 | 5з | ПВ=40% | 1200 | 8 | -«- | 380 | 6 | 0,6 | ПМЕ-100 |
| 40 | -«- | 500 | -«- | 6 | 5з | ПВ=40% | 1200 | 8 | -«- | 220 | 5 | 0,5 | ПМЕ-100 |

Продовження таблиці А.1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|----|------------------|-----|---------|----|----|--------|-----|---|---------|-----|----|-----|----------|
| 41 | Магнітний пускач | 500 | Змінний | 14 | 3з | ПВ=40% | 600 | 8 | Змінний | 500 | 5 | 1,0 | ПМЕ-200 |
| 42 | -«- | 440 | -«- | 16 | 3з | ПВ=40% | 600 | 8 | -«- | 440 | 5 | 1,0 | ПМЕ-200 |
| 43 | -«- | 380 | -«- | 25 | 3з | ПВ=40% | 600 | 8 | -«- | 380 | 5 | 1,0 | ПМЕ-200 |
| 44 | -«- | 415 | -«- | 17 | 3з | ПВ=40% | 600 | 8 | -«- | 415 | 5 | 1,0 | ПМЕ-200 |
| 45 | -«- | 230 | -«- | 25 | 3з | ПВ=40% | 600 | 8 | -«- | 230 | 5 | 1,0 | ПМЕ-200 |
| 46 | -«- | 220 | -«- | 25 | 3з | ПВ=40% | 600 | 8 | -«- | 220 | 5 | 1,0 | ПМЕ-200 |
| 47 | -«- | 127 | -«- | 25 | 3з | ПВ=40% | 600 | 8 | -«- | 127 | 5 | 1,0 | ПМЕ-200 |
| 48 | -«- | 36 | -«- | 25 | 3з | ПВ=40% | 600 | 8 | -«- | 36 | 5 | 1,0 | ПМЕ-200 |
| 49 | -«- | 380 | -«- | 40 | 3з | ПВ=40% | 600 | 7 | -«- | 380 | 5 | 1,0 | ПМА 3000 |
| 50 | -«- | 660 | -«- | 25 | 3з | ПВ=40% | 600 | 7 | -«- | 220 | 5 | 1,0 | ПМА 3000 |
| 51 | -«- | 380 | -«- | 63 | 3з | ПВ=40% | 600 | 7 | -«- | 127 | 5 | 1,0 | ПМА 4000 |

Продовження таблиці А.1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|----|---------------------------|-----|---------|-----|----|----------------------|------|----|-----------|------|----|-----|-----------|
| 52 | Магнітний пуск-кач | 660 | Змінний | 40 | 3з | ПВ=40% | 600 | 7 | Змінний | 220 | 5 | 1,0 | ПМА 4000 |
| 53 | -«- | 380 | -«- | 100 | 3з | ПВ=40% | 600 | 7 | -«- | 380 | 5 | 1,0 | ПМА 5000 |
| 54 | -«- | 660 | -«- | 163 | 3з | ПВ=40% | 600 | 7 | -«- | 220 | 5 | 1,0 | ПМАД 5000 |
| 55 | -«- | 380 | -«- | 160 | 3з | ПВ=40% | 600 | 7 | -«- | 220 | 5 | 1,0 | ПМА 6000 |
| 56 | -«- | 660 | -«- | 100 | 3з | ПВ=40% | 600 | 7 | -«- | 127 | 5 | 1,0 | ПМА 6000 |
| 57 | Контактор змінного струму | 660 | -«- | 250 | 3з | Переривно - тривалий | 1200 | 10 | Постійний | 1110 | 10 | 0,3 | КТП 6030Б |
| 58 | -«- | 660 | -«- | 400 | 3з | -«- | 1200 | 8 | -«- | 220 | 10 | 0,3 | КТП 6040Б |
| 59 | -«- | 500 | -«- | 630 | 3з | -«- | 600 | 10 | -«- | 220 | 10 | 1,0 | КТП 6050Б |
| 60 | -«- | 500 | -«- | 100 | 3з | Тривалий | 600 | 8 | Змінний | 500 | 5 | 0,5 | КТ 7010Б |
| 61 | -«- | 600 | -«- | 160 | 3з | -«- | 600 | 8 | -«- | 127 | 5 | 0,5 | КТ 7020Б |

Продовження таблиці А1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|----|-----------------------------|-----|----------|-----|----|------------------------|------|----|-------------|-----|----|-----|------------|
| 62 | Кон-тактор змін-ного струму | 980 | Змін-ний | 100 | 3з | Перери-вно - трива-лий | 600 | 7 | Змін-ний | 220 | 5 | 1,0 | КТ 64-31 |
| 63 | -«- | 380 | -«- | 160 | 3з | те саме | 600 | 10 | -«- | 110 | 5 | 1,0 | КТ 64-33 |
| 64 | -«- | 380 | -«- | 250 | 3з | ПВ=40% | 1200 | 10 | Пос-тій-ний | 380 | 10 | 1,5 | КТ 64-35 |
| 65 | -«- | 380 | -«- | 400 | 3з | ПВ=60% | 600 | 8 | -«- | 500 | 5 | 1,0 | КТ 64-37 |
| 66 | -«- | 380 | -«- | 630 | 3з | ПВ=15% | 600 | 10 | -«- | 127 | 5 | 1,0 | КТ 64-39 |
| 67 | -«- | 380 | -«- | 100 | 3з | Перери-вно - тривалий | 600 | 10 | -«- | 220 | 15 | 2,0 | КТП 64-31 |
| 68 | -«- | 380 | -«- | 100 | 3з | ПВ=60% | 2000 | 8 | -«- | 110 | 15 | 2,0 | КТП 64-31 |
| 69 | -«- | 380 | -«- | 160 | 3з | Перери-вно - трива-лий | 150 | 10 | -«- | 48 | 15 | 2,0 | КТП 64-333 |
| 70 | -«- | 380 | -«- | 250 | 3з | -«- | 1200 | 10 | -«- | 24 | 15 | 2,0 | КТП 64-35 |

45

Продовження таблиці А.1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|----|---------------------------|-----|---------|-----|----|----------------------|------|----|-----------|-----|----|-----|-----------|
| 71 | Контактор змінного струму | 380 | Змінний | 400 | 3з | Переривно - тривалий | 1200 | 8 | Постійний | 110 | 15 | 2,0 | КТП 64-37 |
| 72 | -«- | 380 | -«- | 630 | 3з | те саме | 1200 | 7 | -«- | 220 | 10 | 1,0 | КТП 64-39 |
| 73 | -«- | 660 | -«- | 100 | 3з | | 600 | 7 | -«- | 500 | 5 | 1,0 | КТ 65-31 |
| 74 | -«- | 660 | -«- | 160 | 3з | ПВ=60% | 600 | 10 | Змінний | 220 | 5 | 1,0 | КТ 65-33 |
| 75 | -«- | 660 | -«- | 250 | 3з | ПВ=40% | 1200 | 10 | -«- | 380 | 10 | 2,0 | КТ65-31 |
| 76 | -«- | 660 | -«- | 400 | 3з | ПВ=25% | 600 | 8 | -«- | 127 | 5 | 1,5 | КТ65-31 |
| 77 | -«- | 660 | -«- | 630 | 3з | Переривно - тривалий | 600 | 7 | -«- | 110 | 5 | 1,0 | КТ 65-39 |
| 78 | -«- | 660 | -«- | 100 | 3з | -«- | 1200 | 10 | Постійний | 110 | 15 | 0,5 | КТП 65-31 |
| 79 | -«- | 660 | -«- | 160 | 3з | ПВ=25% | 2000 | 7 | -«- | 220 | 15 | 0,6 | КТП 65-33 |
| 80 | -«- | 660 | -«- | 250 | 3з | ПВ=40% | 1200 | 8 | -«- | 220 | 10 | 0,8 | КТП 65-35 |
| 81 | -«- | 660 | -«- | 400 | 3з | ПВ=60% | 1200 | 10 | -«- | 110 | 10 | 0,7 | КТП 65-37 |

Продовження таблиці А.1

| | | | | | | | | | | | | | |
|----|-----------------------------|-----|-----------|-----|----|--------------------|------|----|-----------|-----|----|-----|-----------|
| 82 | Контактор змінного струму | 660 | Змінний | 630 | 3з | ПВ=15% | 1200 | 10 | Постійний | 110 | 10 | 0,4 | КТП 65-39 |
| 83 | Контактор постійного струму | 220 | Постійний | 100 | 1з | Переривно-тривалий | 600 | 10 | -«- | 220 | 5 | 1,0 | КПВ 602 |
| 84 | -«- | 220 | -«- | 160 | 1з | -«- | 600 | 10 | -«- | 220 | 10 | 1,0 | КПВ 603 |
| 85 | -«- | 220 | -«- | 250 | 1з | -«- | 600 | 10 | -«- | 110 | 10 | 1,0 | КПВ 604 |
| 86 | -«- | 220 | -«- | 630 | 1з | -«- | 600 | 10 | -«- | 220 | 10 | 1,0 | КПВ 605 |
| 87 | -«- | 220 | -«- | 100 | 1з | ПВ=25% | 150 | 10 | -«- | 110 | 10 | 1,0 | КПВ 600 |
| 88 | -«- | 220 | -«- | 100 | 1з | ПВ=60% | 1200 | 7 | -«- | 220 | 10 | 1,0 | КПВ 600 |
| 89 | -«- | 220 | -«- | 160 | 1з | ПВ=25% | 150 | 10 | -«- | 220 | 10 | 1,0 | КПВ 600 |
| 90 | -«- | 220 | -«- | 160 | 1з | ПВ=60% | 1200 | 8 | -«- | 110 | 10 | 1,0 | КПВ 600 |

Продовження таблиці А.1

| | | | | | | | | | | | | | |
|----|-----------------------------|-----|-----------|-----|----|--------------------|------|----|-----------|-----|----|-----|----------|
| 91 | Контактор постійного струму | 220 | Постійний | 160 | 1з | ПВ=40% | 600 | 10 | Постійний | 48 | 5 | 1,5 | КПВ 623 |
| 92 | Контактор змінного струму | 380 | Змінний | 63 | 2з | Переривно-тривалий | 500 | 10 | -«- | 220 | 10 | 2,0 | КТПВ 621 |
| 93 | -«- | 380 | -«- | 63 | 2з | ПВ=60% | 1200 | 7 | -«- | 110 | 10 | 1,0 | КТПВ 621 |
| 94 | Контактор змінного струму | 380 | Змінний | 100 | 2з | Переривно-тривалий | 600 | 8 | Постійний | 220 | 5 | 0,5 | КТПВ 622 |
| 95 | -«- | 380 | -«- | 100 | 2з | ПВ=60% | 1200 | 10 | -«- | 220 | 7 | 1,0 | КТПВ 622 |
| 96 | -«- | 380 | -«- | 160 | 2з | Переривно-тривалий | 150 | 10 | -«- | 110 | 8 | 0,8 | КТПВ 623 |
| 97 | -«- | 380 | -«- | 160 | 2з | ПВ=60% | 1200 | 8 | -«- | 220 | 10 | 1,5 | КТПВ 623 |

)

Продовження таблиці А.1

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----------------------------|-----|-----------|-----|----|--------|------|----|-----------|-----|-----|-----|----------|
| 98 | Контактор змінного струму | 380 | Змінний | 250 | 2з | ПВ=60% | 600 | 8 | Постійний | 110 | 5 | 1,0 | КТП В624 |
| 99 | -«- | 380 | -«- | 250 | 2з | ПВ=40% | 1200 | 8 | -«- | 220 | 5 | 1,0 | КТП В624 |
| 100 | Контактор постійного струму | 220 | Постійний | 25 | 2з | ПВ=40% | 1200 | 10 | -«- | 110 | 1,5 | 0,7 | КН |
| 101 | те саме | 220 | -«- | 100 | 2з | ПВ=40% | 1200 | 10 | -«- | 220 | 1,5 | 0,5 | КН |
| 102 | -«- | 220 | -«- | 200 | 2з | ПВ=40% | 1200 | 10 | -«- | 110 | 1,5 | 0,6 | КН |
| 103 | -«- | 220 | -«- | 100 | 2з | ПВ=40% | 1200 | 10 | -«- | 220 | 1,5 | 0,6 | КН |

Додаток Б

ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Пояснювальна записка
до дипломного проекту (роботи)

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему _____

Виконав: студент __ курсу, групи _____
напряму підготовки (спеціальності)

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

(прізвище та ініціали)

Керівник _____

(прізвище та ініціали)

Рецензент _____

(прізвище та ініціали)

_____ 20__ року

51
Додаток В

ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інститут, факультет, відділення _____
Кафедра, циклова комісія _____
Освітньо-кваліфікаційний рівень _____
Напрямок підготовки _____
Спеціальність _____
(цифри: оцінки)
(цифри: оцінки)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри, головач циклової
комісії _____

“ ____ ” _____ 20__ року

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ

1. Тема проекту (роботи) _____
(призначення, місія, особливості)

керівник проекту (роботи) _____
(призначення, місія, особливості, особливості структури, ліцензування)

затвержені наказом вищого навчального закладу від “ ____ ” _____ 20__ року № _____

2. Строк подання студентом проекту (роботи) _____

3. Вихідні дані до проекту (роботи) _____

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) _____

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

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата | |
|--------|---|----------------|------------------|
| | | завдання видав | завдання прийняв |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів дипломного проекту (роботи) | Строк виконання етапів проекту (роботи) | Примітка |
|-------|--|---|----------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Студент _____

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи) _____

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Додаток Г**ВІДЗИВ**

про дипломну роботу студента гр. _____

(П.І.П.)

В відзиві необхідно вказати:

- час фактичного початку і ступінь ритмічності роботи студента над роботою, постійність відвідування консультацій, сумлінність, ініціативу та інші якості студента;
- самостійність та особистий внесок студента в питання, які розробляються;
- загальну характеристику роботи студента над роботою, ступінь виконання поставленої задачі;
- аргументовану оцінку реальності апарата, що розробляється, його користі для промисловості.

Керівник роботи

Посада, науковий ступінь, звання

(підпис) (П.І.П.)

Додаток Д**РЕЦЕНЗІЯ**

на дипломну роботу студента гр. _____

_____ (П.І.П.)

на тему _____
(найменування теми роботи)

В рецензії визначається обсяг пояснювальної записки (сторінок) та графічної частини (кількість листів формату А1), відповідність обсягу встановленим вимогам. Дається стисла характеристика змісту роботи, отриманих результатів, запропонованих рішень і т.п.

В рецензії послідовно відмічаються:

- актуальність теми, її практичне та теоретичне значення;
- повнота і глибина проробки питань, новизна і оригінальність рішення;
- економічна обґрунтованість рішення;
- рівень проявлених дипломником знань та рівень їх практичного використання;
- вміння викладати думки, користуватися засобами обчислювальної техніки, обробляти та аналізувати результати;
- опрацювання питань охорони праці та захисту навколишнього середовища;
- якість оформлених записки та креслень;
- інші зауваження на розсуд рецензента.

В кінці рецензії надається загальна оцінка дипломної роботи та висновок про можливість присвоєння дипломнику кваліфікації бакалавра з електромеханіки.

При оцінюванні роботи рецензент повинен використовувати таке формулювання “повністю відповідає вимогам”, “заслугує найвищої оцінки”, “не відповідає вимогам” і т. ін. В рецензії повинна вказуватись оцінка за системою “відмінно”, “добре”, “задовільно” і “незадовільно”. Рецензія підписується зі вказівкою місця роботи, посади, повинна підтверджуватися печаткою підприємства.

Рецензія надсилається на кафедру.