

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
ДО ПЕРЕДДИПЛОМНОЇ ПРАКТИКИ ТА  
ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУВАННЯ  
БАКАЛАВРІВ**

напряму підготовки 6.050702 Електромеханіка (спеціальність  
“Електромеханічні системи автоматизації та електропривод”)

Дніпропетровськ

2012

Методичні вказівки до переддипломної практики та дипломного проектування бакалаврів напряму підготовки 6.050702 (спеціальність “Електромеханічні системи автоматизації та електропривод”)/ Уклад.: М.М.Казачковський, С.Г.Фурса – Дніпропетровськ: Державний ВНЗ “Національний гірничий університет”, 2012. – 15 с.

Укладачі: М.М.Казачковський, кандидат технічних наук, професор, Фурса С.Г., канд. техн. наук, асистент.

Відповідальний за випуск завідувач кафедри електропривода О.С.Бешта, д-р техн. наук, проф., член-кореспондент НАН України

## 1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Електричний привод є основним засобом приведення до руху сучасних машин та механізмів та керування цим рухом. Саме автоматизований електропривод дав змогу досягти потрібних продуктивності, швидкодії, точності у таких галузях промисловості, як металургія, машинобудування, харчова промисловість тощо. За допомогою електропривода впроваджуються енергоощадні технології, використання автоматизованого електроприводу є передумовою автоматизації технологічних процесів.

Ці методичні вказівки мають полегшити студентам пошук вихідних даних для дипломного проектування на переддипломній практиці та допомогти їм цілеспрямовано та якісно виконати дипломний проект.

## 2 ПЕРЕДДИПЛОМНА ПРАКТИКА

Метою переддипломної практики є збір вихідної інформації для дипломного проектування.

Базою переддипломної практики може бути обране підприємство будь-якої галузі, цехи якого оснащені технологічним обладнанням з автоматизованим електроприводом. В окремих випадках місцем проходження практики можуть бути науково-дослідні та проектно-конструкторські інститути та підрозділи, а також кафедра електропривода.

Протягом практики студент повинен вивчити:

### 1. Стосовно технологічного агрегату (механізму) в цілому:

- Технологічний процес, у якому бере участь обраний технологічний агрегат;
- конструкцію технологічного агрегату (механізму), що обрано як об'єкт дипломного проектування (в тому числі креслення загального виду та кінематичну схему);
- його призначення, загальну характеристику та основні параметри;
- номенклатуру оброблюваних деталей;
- швидкості руху робочих органів;
- загальну характеристику електрообладнання агрегату;
- характер взаємодії основних механізмів технологічного агрегату;
- місце агрегату у технологічному процесі дільниці, цеху (попередні та наступні технологічні операції з оброблюваними деталями, спосіб їх транспортування).

*Джерела інформації:* інструкція з експлуатації технологічного агрегату (механізму), безпосередні спостереження.

### 2. Стосовно електропривода обраного механізму (агрегату):

- тип, потужність (момент) та основні характеристики комплектного електропривода (в тому числі перетворювача енергії, двигуна, датчиків зворотних зв'язків);
- технічний опис та інструкцію з експлуатації комплектного електропривода з принциповими схемами силової частини та системи автоматичного керування.

*Джерело інформації:* технічний опис та інструкція з експлуатації електропривода з принциповими електричними схемами.

### **3. Стосовно техніко-економічного обґрунтування:**

- капітальні витрати (витрати на придбання устаткування, матеріалів, технології, приладів діагностики стану устаткування тощо, витрати на монтаж-налагоджувальні роботи, витрати на проведення проектно-конструкторських робіт, підготовку персоналу й виконання інших робіт, необхідних для реалізації технічного рішення);
- вихідні дані для розрахунку експлуатаційних витрат (амортизаційні відрахування, заробітна плата обслуговуючого персоналу, відрахування на соціальні заходи від заробітної плати, витрати на технічне обслуговування й поточний ремонт устаткування, вартість електроенергії, споживаної об'єктом проектування) окремо для базового та проектного варіанту.

### **4. Стосовно охорони праці:**

- перелік небезпечних та шкідливих факторів, які характерні для даного виробництва;
- інженерні заходи з охорони праці, які реалізовані на верстаті та в цеху.

*Джерело інформації:* інструкція з експлуатації технологічного агрегату.

Протягом практики студент складає звіт про переддипломну практику.

### **Зміст звіту:**

- загальна характеристика підприємства та цеха;
- опис технологічного процесу;
- загальна характеристика технологічного агрегату (механізму), його електрообладнання (насамперед електропривода);
- функціональна схема комплектного електропривода;
- перелік матеріалів, що зібрані протягом практики.

Обсяг звіту – 15-20 с. Звіт здається керівнику практики та захищається протягом двох тижнів з початку наступного семестру.

## **3 ДИПЛОМНЕ ПРОЕКТУВАННЯ**

### **3.1 Мета та завдання дипломного проектування**

Дипломне проектування є заключним етапом навчання у бакалавраті і має на меті:

- систематизацію, закріплення та розширення теоретичних знань та практичних навичок зі спеціальності та їх використання для розв'язання конкретних науково-технічних задач;
- розвинення навичок самостійної роботи, вміння ставити та розв'язувати складні інженерні задачі під час проектування електропривода;
- розвинення творчої ініціативи, самостійності в роботі та вміння орієнтуватися в технічній літературі.

Студент, що розпочав дипломування, разом з головним керівником проекту складає завдання на проект за встановленою формою. Керівник проекту

допомагає студенту в розробці календарного плану роботи, надає необхідні консультації, рекомендує потрібну літературу, документацію та довідкові матеріали, а також перевіряє дипломний проект та дає на нього письмовий відгук.

За прийняті в проекті рішення, правильність виконаних розрахунків та грамотність тексту несе відповідальність студент – автор дипломного проекту. Керівник та консультанти лише дають поради та пояснення щодо питань, які виникли в студента, сприяють прийняттю потрібного рішення та слідкують за правильністю та послідовністю загального напрямку проектування.

### **3.2 Тема дипломного проекту**

Дипломний проект повинен відповідати майбутній спеціальності студента, відображати сучасний рівень розвитку науки і техніки та давати студенту можливість самостійного вибору варіантів виконання поставлених завдань.

Тема дипломного проекту пропонується студенту кафедрою електропривода. Отримавши завдання, студент повинен підібрати необхідну літературу та ознайомитись зі станом справ за даною тематикою, а під час практики ретельно вивчити умови та режими роботи проектованого об'єкта, підібрати матеріали, потрібні для виконання проекту.

Остаточне формулювання теми і уточнення вихідних даних здійснюється керівником проекту. Тему проекту з обґрунтуванням доцільності її розробки може запропонувати сам студент.

Як об'єкт детальної розробки за узгодженням з керівником обирається один з механізмів технологічного агрегату, який потребує використання електропривода із замкненою системою автоматичного регулювання швидкості, положення або іншої координати. Приблизний перелік тем дипломних проектів наведено у Додатку 1.

Перевагу слід віддавати темам, у межах яких кілька студентів детально проробляють проекти окремих складових одного технологічного агрегату. Наприклад, в розробці електрообладнання та автоматизації одного металорізального верстата можуть приймати участь три студенти: один детально опрацьовує електропривод головного руху, другий – електропривод поздовжньої подачі, третій – електропривод поперечної подачі.

В окремих випадках тема дипломного проекту може бути пов'язана з тематикою наукових робіт кафедри, з розробкою лабораторних установок для дослідження автоматизованих електроприводів та їх елементів.

### **3.3 Використання обчислювальної техніки**

Використання обчислювальної техніки (ОТ) є обов'язковим принаймні при дослідженні динаміки електропривода. Крім того, засоби ОТ можуть бути використані:

- для виконання громіздких багаторазових розрахунків;
- в задачах автоматизованого проектування;
- для набору тексту пояснювальної записки.

Вибір програмних засобів визначається характером вирішуваного завдання. Це можуть бути алгоритмічні мови програмування різних рівнів, спеціалізовані пакети для моделювання систем автоматичного керування або електронних схем, системи автоматизованого проектування, математичні пакети, системи керування базами даних, електронні таблиці, текстові та графічні редактори тощо. Посилання на використані програмні засоби обов'язкове. Якщо програма або модель розроблена студентом, у відповідному розділі проекту наводиться її блок-схема, а у додатку – роздруківка тексту програми.

### 3.4 Основні вимоги до оформлення проекту

Проект складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини.

**Розрахунково-пояснювальна записка** обсягом до 50 сторінок тексту оформлюється згідно з чинними стандартами. Першим у записці розташовується титульний аркуш, за ним – завдання на проект, реферат, зміст, вступ, далі – основний текст записки, висновки, додатки, перелік посилань, 4 чисті аркуші для відгуків та рецензій.

Текст записки виконують на аркушах білого паперу формату А4 (210 x 297 мм) за допомогою комп'ютера (розмір шрифту 14 пт.). Текст розміщується на одній стороні аркушу. Кожний аркуш записки повинен мати рамку і основний напис. Основний напис, який виконується на першому аркуші кожного розділу записки, наведений у [12, рис.10.1]. На інших аркушах розділу основний напис роблять за зразком [12, рис.10.2]. На титульному аркушеві та завданні основний напис не роблять.

Приклад позначення розділу наведений на рис. 3.1.

ЕП.ПД. 12.21.03.ПЗ

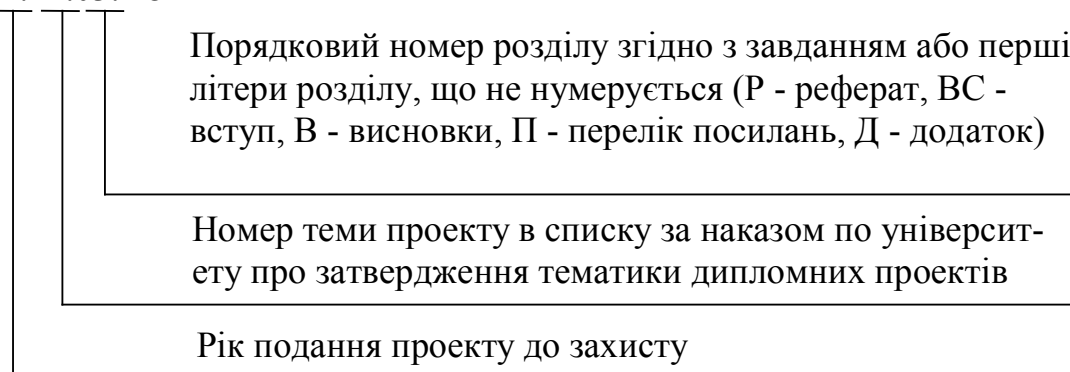


Рис. 3.1 Приклад позначення розділу пояснювальної записки

Відстані від рамки аркуша до межі тексту: зверху та знизу 15 мм, з лівого та правого боків 5 мм. Абзацний відступ 15 мм.

Нумерація аркушів (включно з рисунками та таблицями) – незалежна в межах кожного з розділів. Титульний аркуш та завдання не нумеруються, але в підрахунках загальної кількості аркушів записки враховуються.

Текст повинен бути стислим, чітким та ясным. Неприпустимі скорочення, крім загальноновживаних та окремо обумовлених при їх першому використанні.

Кожний розділ пояснювальної записки (крім вступу та висновків) позначається порядковим номером. Якщо у складі розділу є підрозділи (параграфи), їх позначають порядковими номерами, перед якими ставлять номер розділу з крапкою. Назви підрозділів пишуть малими літерами (наприклад, 4.1 Розрахунок параметрів регулятора струму). У кінці назви розділу або підрозділу крапка не ставиться. Переносів у назвах розділів та підрозділів не роблять.

У тексті пояснювальної записки наводяться в разі потреби рисунки, схеми та таблиці (на окремих аркушах або серед тексту). Нумерація рисунків та таблиць повинна бути двоступінчастою (подібно до нумерації підрозділів). Таблиці повинні мати заголовки, рисунки – підрисункові підписи, які пояснюють зміст рисунку або таблиці.

Якщо згадується матеріал, що відноситься до графічної частини проекту, слід робити посилання на номер відповідного аркуша з кресленнями.

Розрахункові формули, на котрі є посилання в тексті, нумеруються так само, як і рисунки. Формули наводяться спочатку в загальному вигляді, потім підставляються числові значення і наводиться результат розрахунків з позначенням розмірності. Усі символи та коефіцієнти повинні мати пояснення безпосередньо під формулою. Перший рядок пояснення починається зі слова “де” без двокрапки після нього. Для економії місця та зручності читання результати багаторазових однотипних розрахунків за однією формулою слід розташовувати в таблицях.

Посилання на літературні джерела даються у прямокутних дужках, де позначається номер відповідного джерела у переліку посилань (наприклад, так: [4]).

Розрахунково-пояснювальна записка повинна бути написана з правильним використанням технічної термінології, визначень та загальноновживаних умовних буквених позначень фізичних та математичних величин. Усі розрахунки виконуються в системі СІ.

Докладний переказ загальновідомих фактів неприпустимий. Дипломний проект, вміст якого обмежується описом та порівнянням відомих схем та пристроїв, вважається незадовільним.

**Реферат** (Додаток 2) за обсягом не перевищує 1 с. Після характеристики складу проекту вказується об'єкт детальної розробки, мета проекту, дається характеристика розробленого електропривода, перелік вирішених завдань, економічна ефективність. Обов'язково наводяться назва та тип технологічного агрегату, комплектного електропривода, підкреслюються елементи новизни та реалізовані засоби енергозбереження. Реферат виконується у трьох варіантах: українською та російською мовами а також однією з західноєвропейських мов. Закінчується реферат ключовими словами, які дозволяють відрізнити даний проект від інших подібних.

**Графічна частина** проекту містить у собі 4-5 аркушів креслень, які виконуються на папері формату А1 (594x841 мм) креслярським олівцем або за допомогою принтеру. Графічний матеріал розташовується на аркушах таким чином, щоб вони мали рівномірне заповнення. Кожний аркуш супроводжується

штампом та написом згідно з діючими стандартами. Зразок оформлення аркушів графічної частини наведений в [12, рис.8.3].

Приклад позначення аркуша графічної частини наданий на рис. 3.2.

ЕП.ПД. 13.21.03.ЕС

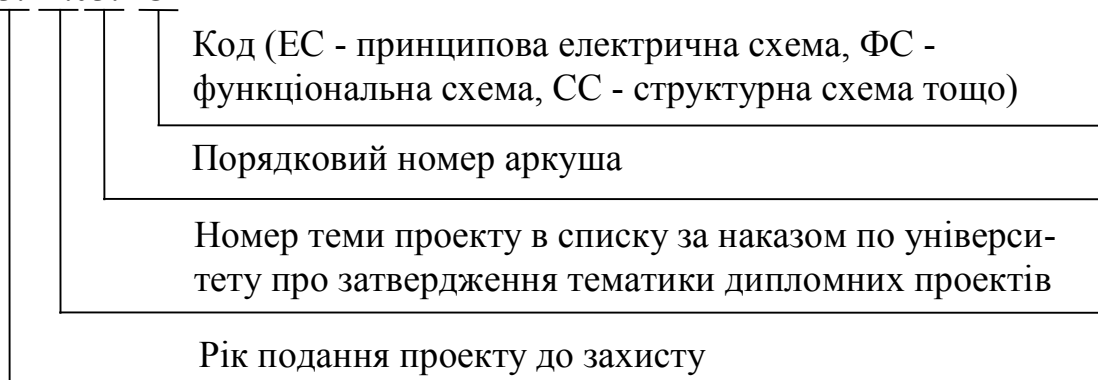


Рис. 3.2 Приклад позначення аркуша графічної частини

Графічні позначення елементів електричних схем та їх розміри встановлені нормами ЄСКД.

### 3.5 Підготовка до захисту та захист проекту

Загальну організацію дипломного проектування здійснює профілююча кафедра. Рішенням кафедри визначаються контрольні терміни звітування студентів перед керівником про виконану роботу.

Закінчений проект із переплетеною пояснювальною запискою та підписаними автором кресленнями передається консультантам з окремих розділів для відгуку та оцінки роботи студента з відповідних розділів. Не пізніше як за 4 доби до захисту проект передається головному керівникові проекту. Допуск до рецензування та захисту здійснює завідувач кафедри. Усі відгуки та рецензії повинні закінчуватись оцінкою за чотирибальною шкалою. До рецензування залучаються провідні спеціалісти промислових підприємств, проектних та науково-дослідних організацій, а також кваліфіковані викладачі інших кафедр та навчальних закладів.

Для доповіді про зроблену роботу студенту надається не більше 15-20 хвилин. Протягом цього часу студент повинен без зайвої деталізації надати таку інформацію про свій проект:

#### 1) загальна характеристика проекту:

- тема проекту;
- її актуальність;
- характеристика структури проекту;

#### 2) розділ “Технологічна частина”:

- загальна характеристика технологічного агрегату та його електрообладнання;
- загальна характеристика технологічного процесу, коротка характеристика типової деталі;
- вимоги до електропривода;



**3) розділ “Автоматизований електропривод”:**

- перелік завдань, які опрацьовані в розділі;
- загальна характеристика розробленого електропривода (тип комплектного електропривода, система електропривода, характеристика основного силового електрообладнання, структура системи автоматичного керування) та обґрунтування основних проектних рішень;
- реалізовані в проекті заходи з енергозбереження.

**4) розділ “Дослідження динаміки електропривода”:**

- мета досліджень;
- обґрунтування вибору програмних засобів;
- режими роботи електропривода, які досліджувались;
- результати досліджень;

**5) розділ “Охорона праці”:**

- загальна характеристика шкідливих та небезпечних факторів;
- перелік реалізованих засобів охорони праці;

**6) розділ “Техніко-економічне обґрунтування”:**

- технічна характеристика базового та проектного об’єктів;
- рівень економічної ефективності та її джерела;
- соціальний ефект (якщо він є).

У доповіді обов’язково повинна бути згадане дослідницьке завдання, доручене студенту. Його зміст та отримані результати формулюються в тому розділі доповіді, до якого це завдання має відношення.

Приблизно 2/3 тривалості доповіді присвячується спеціальній частині проекту (Автоматизований електропривод, Дослідження динаміки електропривода).

У ході захисту студенту можуть бути задані членами Державної екзаменаційної комісії (ДЕК) будь-які питання, які мають безпосереднє або непряме відношення до теми проекту. Крім того, студент повинен відповісти на зауваження у відгуках консультантів, керівника та рецензента.

Після захисту проекту ДЕК на закритому засіданні приймає рішення щодо його оцінки. Рішенням ДЕК студентам, які успішно захистили дипломний проект, надається кваліфікація фахівця в галузі електротехніки. Результати захисту оголошуються того ж дня після оформлення протоколу. Студенти, які своєчасно не виконали дипломний проект або отримали при його захисті незадовільну оцінку, відраховуються з університету. Відраховані за результатами захисту можуть бути допущені наступного року до повторного захисту. У разі незадовільного повторного захисту студенту видається довідка про прослухані курси.

#### **4 СКЛАД ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ**

Дипломний проект складається з розрахунково-пояснювальної записки (обсягом до 50 с.) та 4 – 5 аркушів креслень.

Записка повинна мати такі розділи:

- вступ (1 с.);

- технологічна частина (5 – 7 с., до 1 аркуша креслень);
- автоматизований електропривод (15 – 30 с., 2 – 3 аркуші креслень);
- дослідження динаміки електропривода (5 – 8 с., до 1 аркуша креслень);
- охорона праці (7 – 10 с.);
- техніко-економічне обґрунтування (8 – 12 с.).
- висновки (до 1 с.)

Перелік розділів може бути змінений, якщо проект носить дослідницький характер. Для цього необхідні подання керівника проекту та рішення кафедри.

У **ВСТУПІ** формулюється актуальність, мета та завдання дипломного проекту, його значення для промисловості, новизна отриманих результатів.

У розділі “**ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА**” розглядаються такі питання:

- характеристика технологічного агрегату (механізму) та його основні параметри;
- загальна характеристика електрообладнання агрегату, його режимів роботи та умов експлуатації;
- опис обраного механізму, його конструкція, параметри та кінематична схема;
- загальний опис технологічного процесу;
- діаграми швидкостей та навантажень обраного механізму в процесі обробки (можуть бути перенесені до наступного розділу);
- вимоги до електропривода (в т.ч. діапазон регулювання швидкості, швидкодія, точність, конструктивне виконання тощо) та системи програмного керування.

На аркуш графічної частини можуть бути винесені кінематична схема верстата, діаграми швидкостей та навантажень.

Розділ “**АВТОМАТИЗОВАНИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД**” є основним. У ньому обирається система електропривода, двигун, комплектний електропривод, розраховуються основні елементи системи автоматичного регулювання.

Вибір системи електропривода здійснюється виходячи з вимог до електропривода, що сформульовані в попередньому розділі. Звичайно порівнюють кілька систем, придатних до даної області застосування, аналізуючи їх переваги та недоліки.

Попередній вибір двигуна здійснюється виходячи з можливих швидкостей та статичних навантажень, характерних для даного механізму, а перевірка за нагріванням – з урахуванням динамічних навантажень. Методика розрахунку навантажень надані в [2, 6, 17, 18, 19], порядок вибору двигуна – в [6, 17, 18, 19], параметри двигунів постійного та змінного струму – в [6, 7].

Виходячи з напруги та струму обраного двигуна вибирається типорозмір комплектного електропривода. Для електропривода постійного струму, крім того, обирається також силовий трансформатор або комутаційний реактор, визначається необхідна індуктивність згладжувального дроселя. Для частотно-керованого електроприводу додатково можуть бути обрані реактор змінного струму або дросель постійного струму, гальмівний резистор, пристрій для рекуперації у мережу змінного струму, вихідні силові фільтри.

Описується склад комплектного електропривода, структура системи автоматичного регулювання та її основні вузли, використані датчики зворотних зв’язків

[3 – 6, 15, 17 –20]. Приділяється увага зв'язку електропривода з системою автоматизації. Виконується розрахунок параметрів складових вузлів об'єкта керування (сталі часу, коефіцієнти передачі, статичні характеристики тощо), регуляторів, блоку струмообмеження, а також деяких інших вузлів відповідно до структури електропривода за узгодженням з керівником проекту (фільтри, нелінійні ланки, задавачі інтенсивності, генератори опорних напруг тощо). Обираються номінали нестандартних елементів, що забезпечують потрібні параметри вузлів (насамперед регуляторів) [3 – 6, 19, 20]. Розраховуються регульовальна та зовнішня характеристики перетворювача енергії. У разі використання цифрового електроприводу надається перелік параметрів, які слід змінити для пристосування електроприводу до конкретного механізму та умов експлуатації, та значення згаданих параметрів.

Розглядаються **заходи з економії електроенергії**. Стосовно електроприводів верстатів та роботів до таких заходів можна віднести:

- зменшення необґрунтованих запасів під час вибору силового електрообладнання;
- використання більш досконалого електрообладнання з підвищеним коефіцієнтами корисної дії та потужності;
- заміна однокоординатних комплектних електроприводів багаткоординатними;
- використання малоінерційних двигунів для роботи в режимах з частими пусками та реверсами;
- застосування двозонного регулювання швидкості замість однозонного в механізмах, навантаження яких знижується зі зростанням швидкості;
- заміна сумісного керування реверсивними випрямлячами роздільним;
- використання перетворювачів енергії з широтно-імпульсною модуляцією замість фазо-імпульсної або амплітудно-імпульсної;
- підвищення пульсності керованих випрямлячів;
- забезпечення можливості рекуперації енергії гальмування в електроприводах з ШІМ до мережі змінного струму;
- компенсація реактивної потужності та фільтрація вищих гармонік споживаного з мережі струму).

Розраховуються середньовзважені значення ККД та коефіцієнта потужності електропривода для тієї діаграми навантажень, виходячи з якої обирався електропривод.

До аркушів графічної частини за узгодженням з головним керівником проекту виносяться функціональна та силова схеми електропривода, схема зовнішніх з'єднань, принципові схеми основних вузлів системи регулювання (регулятори, датчики, задавачі інтенсивності, нелінійні ланки, блоки струмообмеження, датчики тощо), статичні характеристики вузлів.

У розділі **“ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ ЕЛЕКТРОПРИВОДА”** виходячи зі структурної схеми САР, параметрів електропривода та регуляторів розробляється математична модель електропривода. Метою досліджень є перевірка якості перехідних процесів у САР у характерних для даного електропривода режимах. Обґрунтовується вибір програмних засобів, потрібних для

реалізації моделі. Розраховуються необхідні параметри моделі. Наводиться роздруківка моделі, а також висновки за результатами моделювання. Якщо в електроприводі використовується залежне від швидкості струмообмеження, цей факт необхідно враховувати під час моделювання.

На аркуш графічної частини виносяться узагальнена, а в разі необхідності і деталізована структурна схема досліджуваного об'єкта, схема моделі та її основних вузлів, графіки перехідних процесів у типових для даного механізму режимах.

Розділ “**ОХОРОНА ПРАЦІ**” містить аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів у цеху або на підприємстві, інженерно-технічних заходів щодо охорони праці (серед них розробку одного-двох заходів з найважливіших для проекту проблем, розрахункову частину, протипожежну профілактику).

При аналізі небезпечних та шкідливих факторів урахується наявність:

- отруйних, горючих та вибухових газів;
- токсичного та вибухового пилу;
- підвищеної вологості та рухливості повітря;
- високих температур та теплових випромінювань;
- електротравматизму;
- механічного травматизму від рухомих та обертових частин машин та механізмів;
- підвищених шумів та вібрацій;
- іонізуючих та електромагнітних випромінювань;
- обладнання, яке працює під високим тиском.

Наводяться значення фізичних величин, які характеризують шкідливі виробничі фактори в робочій зоні та їх нормативні значення, визначаються небезпечні зони, дається класифікація приміщень з точки зору безпеки ураження електричним струмом та характеристика електричних мереж, використаних для живлення електрообладнання (напруга, вид мережі, режим нейтралі). Щодо кожного з небезпечних та шкідливих факторів розробляються конкретні заходи з охорони праці (при цьому вказуються апаратура, обладнання, захисні засоби, рекомендовані параметри технологічного процесу). Особлива увага приділяється питанням безпечної експлуатації проєктованих пристроїв та систем, блокуванням, огорожі, захисту, сигналізації, пристроям автоматичного контролю та виявлення аварійних режимів, захисним засобам.

У розділі треба виконати розрахунок одного або двох заходів з охорони праці згідно із завданням керівника розділу (захисне заземлення, занулення, захист від блискавки, штучне освітлення, промислова вентиляція, захист від іонізуючих та інших шкідливих випромінювань, пилоуловлювальні установки).

Залежно від категорії виробництва з пожежної безпеки обирається ступінь вогнестійкості будівлі, протипожежні перешкоди, шляхи евакуації. Розробляються заходи протипожежної профілактики. Вибираються засоби гасіння пожежі.

У розділі “**ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ**” встановлюється економічна доцільність прийнятих технічних рішень і розробок у цілому.

Джерелом економічної ефективності може бути підвищення продуктивності устаткування, покращання якості обробки, зменшення витрат на заробітну платню, електроенергію, технічне обслуговування.

Порівнюються такі технічні характеристики базового та проектного варіантів електропривода, як швидкодія (продуктивність), точність, діапазон регулювання, ККД, коефіцієнт потужності, надійність, масогабаритні показники, ступінь складності, зручність та трудомісткість експлуатації, монтажу, ремонту та налагоджування, кількість та кваліфікація персоналу, необхідного для обслуговування, періодичність профілактичного обслуговування, використання уніфікованого та стандартного обладнання чи окремих вузлів тощо. Аналізується кількісний зв'язок технічних характеристик з економічними показниками (капітальними витратами, витратами на електроенергію, обслуговування, налагоджування, ремонт, експлуатацію тощо).

Економічне обґрунтування прийнятих рішень повинне включати такі підрозділи:

- Розрахунок капітальних витрат.
- Визначення експлуатаційних витрат (амортизаційних відрахувань, річного фонду заробітної плати, відрахувань на соціальні заходи, річних витрат на технічне обслуговування й поточний ремонт, вартості спожитої електроенергії, інших витрат).
- Розрахунок річної економії від впровадження об'єкта проектування.
- Визначення й аналіз показників економічної ефективності.

Більш детальні рекомендації надано в [14].

У **ВИСНОВКАХ** дається узагальнений перелік опрацьованих завдань, загальна характеристика розробленого електропривода, робиться висновок щодо його відповідності поставленим вимогам та економічної ефективності.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Металлорежущие станки/ Под ред. В.Э.Пуша – М.: Машиностроение, 1986. – 256 с.
2. Справочник технолога-машиностроителя: В 2-х т./ Под ред. А.Г.Косиловой и Р.К.Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1986; т.1 – 456 с.; т.2 – 495 с.
3. Чернов Е.А., Кузьмин В.П. Комплектные электроприводы станков с ЧПУ: Справочное пособие. – Горький: Волго-Вятское кн. изд-во, 1989. – 320 с.
4. Методические указания к самостоятельной работе студентов по разделу “Электроприводы с бесконтактным вентильным двигателем для механизмов подачи станков с ЧПУ и промышленных роботов”/ Сост.: Н.Н.Казачковский, С.Л.Ковалев. – Днепропетровск: ДГИ, 1991. – 63 с.
5. Трифазні тиристорні електроприводи ЕПУ1 та ЕТУ2: Методичні вказівки до самостійної роботи студентів/ Упор.: М.М.Казачковський. – Дніпропетровск: ДГА України, 1996. - 43 с.

6. Методические указания к курсовому проекту по дисциплине “Автоматизированный электропривод промышленных установок в машиностроении и металлургии”/ Сост.: Н.Н.Казачковский. – Днепропетровск: ДГИ, 1992. – 71 с.
7. Справочник по электрическим машинам: В 2-х т./ Под общ. ред. И.П.Копылова и Б.К.Клокова. – М.: Энергоатомиздат, 1988. т.1 – 655 с.; т.2 – 495 с.
8. Altivar 71. Преобразователи частоты: Каталог DIA2ED2050104UA. – К. Schneider Electric, 2009. – 334 с.
9. Altivar 71. Преобразователи частоты для асинхронных двигателей: Руководство по программированию. – К. Schneider Electric, 2007. – 286 с.
10. Преобразователи частоты Altivar 61: Каталог DIA2ED2050704UA. – К. Schneider Electric, 2007. – 210 с.
11. Технологическое оборудование ГПС / О.И.Аверьянов, Ф.П.Васильев, Н.Н.Хвостов и др. – Л.: Политехника, 1991. – 320 с..
12. Стандарт вищого навчального закладу. Кваліфікаційні роботи випускників. Загальні вимоги до дипломних проектів і дипломних робіт/ Упорядн.: В.О.Салов, О.М.Кузьменко, В.І.Прокопенко. – Дніпропетровськ: НГА України, 2000. – 52 с.
13. Энергосберегающая технология электроснабжения народного хозяйства: В 5 кн.: Практ. пособие / Под. ред. В.А.Веникова. Кн. 2. Энергосбережение в электроприводе/ Н.Ф.Ильинский, Ю.В.Рожанковский, А.О.Горнов. – М.: Высш. шк., 1989. – 127 с.
14. Методичні рекомендації до виконання розділу “Техніко-економічне обґрунтування” дипломного проекту бакалавра напряму підготовки 6.050702 “Електромеханіка” /Укл.: Тимошенко Л.В. – Дніпропетровськ: НГУ, 2012. – 12 с.
15. Яуре А.Г., Певзнер Е.М. Крановый электропривод: Справочник. – М.: Энергоатомиздат, – 1988. – 344 с.
16. Архангельський Г.Г., Волков Д.П. Лифты: Учебник для вузов. – М.: Из-во АСВ, - 1999. – 480 с. (Г.Г.Архангельський, Д.П.Волков, Э.А.Горбунов, А.А.Ионов, В.Я.Ткаченко, П.И.Чутчиков).
17. Масандилов Л.Б. Электропривод подъемных кранов: Учебное пособие. – М.: МЭИ, – 1998. – 100 с.
18. Зеленов А.Б. Выбор мощности электропривода механизмов прокатных станов: Учебное пособие. – К.: – УМК ВО, - 1990. – 200 с.
19. Бешта О.С., Балахонцев О.В., Бородай В.А. Автоматизований електропривод у прокатному виробництві: Навч. посібник. – Дніпропетровськ: Національний гірничий університет, 2011. – 182 с.
20. Казачковський М.М. Комплектні електроприводи: Навч. Посібник. – Дніпропетровськ: НГУ. – 2003. – 26 с.

ПРИБЛИЗНИЙ ПЕРЕЛІК ТЕМ ДИПЛОМНИХ ПРОЕКТІВ

- Електропривод головного руху стругального (фрезерного, токарного, багатоопераційного, шліфувального тощо) верстату
- Електропривод робочої (повздовжньої, поперечної, вертикальної) подачі металорізального (фрезерного, стругального, токарного, шліфувального, багатоопераційного тощо) верстату
- Електропривод магазину інструментів багатоопераційного верстату
- Головний електропривод реверсивного стану гарячої прокатки
- Електропривод рольгангів
- Електропривод кліті реверсивного стану гарячої (холодної) прокатки
- Електропривод натискних гвинтів прокатного стану
- Електропривод підйому мостового (козлового, порталного, баштового) крану
- Електропривод переміщення підйомного крану
- Електропривод візка мостового (козлового, баштового) крану
- Електропривод повороту баштового крану
- Електропривод крану-штабелеру
- Електропривод клітьової (скіпової) шахтної підйомної установки
- Електропривод повороту (напору, підйому) екскаватора-лопати
- Електропривод повороту (підйому, тяги) екскаватора-драглайну
- Електропривод центрифуги
- Електропривод одного з механізмів промислового робота
- Електропривод конвеєру (роликового, ланцюгового, пластинчастого, стрічкового, збирального тощо)
- Електропривод активатора побутової (промислової) пральної машини
- Електропривод автоматичних розсувних дверей (воріт)
- Електропривод автоматичного шлагбауму
- Електропривод машини для відцентрового лиття
- Електропривод відцентрового вентилятора
- Електропривод компресора
- Електропривод насосу
- Електропривод повітродувки
- Електропривод димотягу
- Електропривод моталки (розмотувача) безперервного прокатного стану
- Електропривод мотор-колеса електромобілю
- Електропривод поворотного столу
- Тяговий електропривод транспортного засобу
- Електропривод випробувального стенду
- Електропривод тренажера
- Електропривод автоматизованого візка (робокара)
- Електропривод преса
- Електропривод високошвидкісного (низькошвидкісного) ліфта
- Електропривод одного з механізмів фасувально-пакувальних машин

**РЕФЕРАТ**

Пояснювальна записки 47 с., 18 рис., 4 табл., 2 додатки, 12 джерел, 4 аркуши креслень.

Об'єкт детальної розробки: електропривод повздовжньої подачі токарного верстата 16К20ФЗ.

Мета роботи: розробка високоточного глибокорегульованого автоматизованого електропривода.

Вибрані елементи силового кола (високомоментний двигун постійного струму 2ПБВ100L, комплектний реверсивний електропривод ЭПУ1-2-3440ПУХЛ4 з роздільним керуванням). Розраховані параметри астатичної однозонної системи регулювання швидкості.

Здійснений розрахунок перехідних процесів в електроприводі в режимах пуску, прикладення навантаження, реверсу з використанням пакета *MATLAB*. Досліджений вплив гнучкого зворотного зв'язку за струмом на якість перехідних процесів. Отримані залежності показників якості від параметрів каналу гнучкого зв'язку. Проаналізовані небезпечні та шкідливі фактори та розрахований контур заземлення.

Економічний ефект 1230 грн. на один верстат отримано за рахунок зменшення вартості електропривода та втрат електроенергії шляхом заміни сумісного керування реверсивним випрямлячем на роздільне.

**РЕВЕРСИВНИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД ПОСТІЙНОГО СТРУМУ, РОЗДІЛЬНЕ КЕРУВАННЯ, ДВОКОНТУРНА ОДНОЗОННА СИСТЕМА РЕГУЛЮВАННЯ ШВИДКОСТІ, ВИБІР СИЛОВОГО ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ, СИНТЕЗ САР, ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ.**

Укладачі:

Микола Миколайович Казачковський  
Сергій Григорович Фурса

Методичні вказівки до  
переддипломної практики та дипломного проектування бакалаврів  
напряму підготовки 6.050702  
(спеціальність “Електромеханічні системи автоматизації та електропривод”)

Редакційно-видавничий комплекс  
Редактор

Підписано до друку XX.XX.2012. Формат 30x42/4.  
Папір Captain. Ризографія. Умовн. друк. арк. 0,91.  
Обліково-видавн. арк. 0,91. Наклад 50 прим. Зам. №  
Державний ВНЗ “Національний гірничий університет”  
49027, м. Дніпропетровськ-27, просп. К.Маркса, 19