

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**  
**ДО ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНИХ РОБІТ**  
**З ДИСЦИПЛІНИ**

# **ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ**

*(для студентів заочної форми навчання  
напряму підготовки 6.050702 “Електромеханіка”)*

**Харків**  
**ХНУМГ**  
**2013**

Методичні вказівки до виконання контрольних робіт з дисципліни «Електричні машини» (для студентів заочної форми навчання напрямку 6.050702 «Електромеханіка») / Харк. нац. ун-т. міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова; уклад.: М. Л. Глебова, О. В. Дорохов, М. В. Чернявська. – Х.: ХНУМГ, 2013 – 18 с.

Укладачі: М. Л. Глебова,  
О. В. Дорохов,  
М. В. Чернявська

Рецензент: д. т. н., проф. В. Б. Фінкельштейн

Рекомендовано кафедрою теоретичної та загальної електротехніки,  
протокол № 7 від 19.02.2013 р.

## ЗМІСТ

	Стор.
1. Вказівки до вивчення теоретичного курсу.....	4
2. Вказівки до вивчення окремих типів машин.....	4
2.1 Машини постійного струму.....	4
2.2 Трансформатори.....	5
2.3 Асинхронні машини.....	7
2.4 Синхронні машини.....	9
3. Завдання для контрольних робіт.....	10
3.1 Завдання для контрольної роботи № 1.....	10
3.2 Завдання для контрольної роботи № 2.....	13
Список джерел.....	17

## **1. ВКАЗІВКИ ДО ВИВЧЕННЯ ТЕОРЕТИЧНОГО КУРСУ**

Вивчення курсу ґрунтується на знанні курсів математики, фізики, теоретичних основ електротехніки.

У процесі вивчення слід виділяти ті загальні питання, що характерні для різних видів машин. При вивченні теоретичної частини електричних машин необхідно засвоїти принцип дії, основні закони і процеси, що відбуваються в них, призначення магнітної системи і обмоток, конструкцію та основні характеристики.

Потрібно усвідомити умови перетворення енергії і утворення магнітного потоку, взаємозв'язок між магнітним потоком і е.р.с., індукованої в обмотках, а також природу появи обертаючого чи гальмуючого електромагнітного моменту, виникнення втрат потужності й напруги в машині.

Виведення формул, що показують кількісний взаємозв'язок цих явищ, дозволяє глибоко зрозуміти вплив параметрів машини на її властивості і знайти вирази, що аналізують властивості машини.

Основні експлуатаційні властивості машини виражаються її характеристиками, графічними залежностями між величинами. Характеристики машини дозволяють установити розподіл навантаження, зв'язок між корисною потужністю і частотою обертання і т.д.

Студент повинен чітко уявляти собі доцільність застосування в різних умовах електричної машини з тими чи іншими параметрами, а отже, і характеристиками.

## **2. ВКАЗІВКИ ДО ВИВЧЕННЯ ОКРЕМИХ ТИПІВ МАШИН**

### **2.1. Машини постійного струму**

Необхідно чітко представити собі процес створення е.р.с. в обмотці якоря. Цей процес є загальним для всіх електричних машин. Власне кажучи, в обмотці якоря індуктується змінна е.р.с. і по цій обмотці проходить змінний струм, що випрямляється за допомогою колектора.

Далі вивчається принцип побудови обмоток машини постійного струму і їхній зв'язок з колектором. Треба простежити утворення рівнобіжних галузей, усвідомити особливості обмоток різних типів, основні області їхнього застосування.

Розділ, присвячений розрахунку магнітної системи машини, слід ретельно вивчити, тому що багато положень розрахунку магнітного ланцюга машини постійного струму застосовні і до розрахунку машин інших типів.

Одним з найважливіших є розділ, що присвячений виникненню дії реакції якоря. Треба чітко усвідомити вплив реакції якоря на величину результуючого потоку і перекручування форми кривої поля.

Дуже складним і важливим питанням при вивченні машин постійного струму є комутація. Треба засвоїти фізичну сутність і причини утворення реактивної е.р.с. і е.р.с. зовнішнього поля в секціях, накоротко замкнених щіткою. Тільки при цьому можна зрозуміти автоматичність дії додаткових полюсів, їхню полярність і спосіб збудження.

При ознайомленні з роботою щіток треба звернути увагу на боротьбу з коловим вогнем на колекторах високовольтних машин, розібратися в причинах цього явища.

На характеристики машин постійного струму впливає система збудження.

При вивченні характеристик генераторів треба звернути увагу на причини зміни напруги на виході при зміні навантаження, способи регулювання напруги.

При вивченні двигунів слід мати на увазі, що в обмотках якоря утвориться така ж е.р.с., як і в генераторах. За певних умов двигун може автоматично перейти в генераторний режим, а генератор – у руховий.

Повинна бути добре засвоєна своєрідність характеристик двигунів різних типів.

Велику увагу при вивченні двигунів постійного струму необхідно приділяти вивченню способів пуску і регулювання частоти обертання. Ознайомитися з роботою системи Г-Д, системи “Тиристорний перетворювач – двигун”, тиристорно-імпульсного способу керування, особливо в застосуванні на електротязі.

### Запитання для самоперевірки

1. Поясніть роль колектора в машинах постійного струму як у генераторному, так і в руховому режимах роботи.
2. Скільки рівнобіжних галузей має проста обмотка якоря чотириполюсної машини при хвильовій і при петльовій схемі?
3. Від чого залежить е.р.с. якоря машини постійного струму?
4. Чому е.р.с. не пропорційна струму збудження?
5. Чим визначається момент машини постійного струму?
6. Чому напруга на виході генератора зменшується зі збільшенням навантаження в машині з незалежним збудженням? Чому зовнішня характеристика генератора з паралельним збудженням крутіше?
7. Поясніть механічні характеристики двигунів різного типу. Чому двигуни з послідовним збудженням застосовують в електротранспорті?

8. Чому двигун послідовного збудження боїться режиму холостого ходу?
9. Як здійснюється пуск двигунів постійного струму?
10. Які основні методи регулювання частоти обертання двигунів постійного струму Вам відомі? У чому їхні достоїнства і недоліки?
12. Що таке комутація в машинах постійного струму?
13. Які основні причини іскріння на колекторі?
14. Для чого служать додаткові полюси?
15. Які переваги і недоліки мають машини постійного струму окремих типів, яка область їхнього застосування?

## 2.2 Трансформатори

Необхідно повторити принцип дії трансформатора, розглянутий у курсі ТОЄ, зрозуміти, як складаються основні рівняння електричного і магнітного стану.

Вивчаючи векторні діаграми, варто розглянути фізичний зміст явищ, вивчити вплив змін режиму роботи на окремі величини, що входять у векторну діаграму. Слід мати на увазі, що коли головним призначенням векторних діаграм є якісна ілюстрація процесів, що відбуваються в трансформаторах, то для розрахунків використовується схема заміщення. За цією схемою визначається ККД трансформатора, зміна напруги на навантаженні, розподіл навантаження між включеними трансформаторами і т.д.

Слід звернути увагу на способи експериментального визначення параметрів схеми заміщення – досліди холостого ходу і короткого замикання.

Вивчаючи групи з'єднань трифазних трансформаторів, варто звернути увагу на зрушення за фазою лінійних напруг, що обумовлені способом з'єднання фаз.

Необхідно з'ясувати умови проходження третьої гармонійної струму холостого ходу, поява третіх гармонік магнітного потоку і фазних е.р.с. залежно від групи з'єднання трансформаторів.

Необхідно усвідомити також умови, при яких можлива нормальна рівнобіжна робота трансформаторів.

Потрібно вміти скласти диференціальні рівняння, що виражають взаємозв'язок явищ при перехідних режимах трансформаторів, вміти вирішувати їх (для випадків включення трансформаторів і раптового короткого замикання).

Треба звернути увагу на вивчення деяких особливих видів трансформаторів: автотрансформаторів, вимірювальних і зварювальних.

## Запитання для самоперевірки

1. Які види трансформаторів вам відомі?
2. Чому осердя силового трансформатора виконане зі сталі? Чому воно шихтоване?
3. Які явища враховують елементи схеми заміщення трансформатора?
4. Як експериментально визначити параметри схеми заміщення?
5. Як експериментально визначити втрати в трансформаторі?
6. При якому характері навантаження вторинна напруга підвищується і чому?
7. Яке значення має параметр напруги короткого замикання?
8. Які умови включення трансформаторів е паралельну роботу?
9. Які основні переваги й недоліки автотрансформаторів?
10. Який режим неприпустимий для вимірювальних трансформаторів струму?
11. Який режим неприпустимий для вимірювальних трансформаторів напруги?
12. Які особливості зовнішньої характеристики зварювального трансформатора?

### 2.3 Асинхронні машини

Насамперед слід ознайомитися з принципами виконання обмоток машин змінного струму, викладеними в розділі “Загальні питання теорії машин змінного струму”. Зрозуміти, як при конструюванні обмоток одержують форму е.р.с., близьку до синусоїдальної.

Вивчити загальну побудову і принцип дії асинхронного двигуна. Зрозуміти, як утворюється обертове поле трифазної обмотки статора.

Ознайомитися з процесами, що виникають у машинах із загальмованим ротором, що являють собою своєрідний трансформатор.

Далі розглядають величину е.р.с. і механізм передачі енергії з первинної обмотки у вторинну. Слід звернути увагу на взаємну нерухомість м.д.с. ротора і статора при будь-якій частоті обертання ротора.

За енергетичною діаграмою асинхронного двигуна виводять початкові формули величин обертаючого моменту і ковзання.

Необхідно добре засвоїти формули величин обертаючого моменту і ковзання.

Слід твердо знати, що момент створюється взаємодією основного магнітного потоку й активної складової струму ротора.

Для простого виведення кількісних залежностей у машині обертаючий ротор замінюється еквівалентним нерухомим, а потім вся асинхронна машина – еквівалентною схемою заміщення, подібною до схеми заміщення трансформатора, включеного на активне навантаження.

Схема заміщення є основною у дослідженні асинхронної машини; за нею легко визначити величину обертаючого моменту залежно від параметрів машини, а також всі інші величини, що характеризують роботу машини (момент, струми, коефіцієнт потужності, ковзання і т.д.).

На основі схеми заміщення будують колову діаграму, що показує зв'язок між струмами, втратами і ковзанням. Параметри схеми заміщення, а отже і дані для побудови колової діаграми можуть бути знайдені за допомогою дослідів холостого ходу і короткого замикання.

При пуску асинхронного двигуна прагнуть:

- а) одержати великий пусковий момент;
- б) знизити пусковий струм.

Варто звернути увагу на протиріччя у вирішенні цих проблем для короткозамкнених двигунів.

Вивчаючи способи регулювання частоти обертання асинхронних двигунів, важливо звернути увагу на труднощі плавного й економічного регулювання в широких межах.

Особливий інтерес має вивчення способів пуску однофазних двигунів.

#### Запитання для самоперевірки

1. Чому асинхронний двигун не може досягти синхронної швидкості?
2. Як утворюється обертове магнітне поле?
3. Що враховують елементи на схемі заміщення асинхронного двигуна?
4. Чим відрізняється двигун з фазним ротором від короткозамкненого?
5. Як зміниться пусковий момент двигуна при включенні реостата в ланцюг ротора?
6. Чому знижується коефіцієнт потужності асинхронного двигуна при зниженні навантаження?
7. Як експериментально визначити дані для побудови колової діаграми асинхронного двигуна?
8. Для чого потрібна колова діаграма?
9. Як побудувати колову діаграму асинхронного двигуна?
10. Чи буде двигун працювати стійко, якщо напруга мережі впала на 30%? Двигун працює з номінальним моментом, а кратність максимального моменту /перевантажувальна здатність/ дорівнює двом?
11. За рахунок чого підвищується пусковий момент у двигуні з подвійною кліткою?



12. Чому рівні втрати в колі ротора при ковзанні 50%?
13. Від яких параметрів асинхронного двигуна залежить струм холостого ходу?
14. Як регулювати частоту обертання асинхронного двигуна?
15. Які основні переваги й недоліки асинхронних двигунів?

## 2.4 Синхронні машини

Познайомивши з принципами дії і побудовою синхронних машин, потрібно усвідомити, як поліпшується форма кривої е.р.с. синхронного генератора.

Найважливішими у теорії синхронних машин є процеси, які пов'язані з реакцією якоря. Поле реакції нерухоме щодо полюсів ротора/індуктора/ і його поля.

Е.р.с. в обмотці статора при роботі машини під навантаженням індуктується потоком, утвореним результуючою м.д.с. ротора і реакції якоря.

Взаємне розташування поля реакції якоря і поля збудження ротора визначається зрушенням фаз між струмом і е.р.с. синхронної машини. Треба усвідомити розходження подовжнього і поперечного поля в машинах з явно вираженими полюсами.

Особливу увагу треба приділити векторним діаграмам, за якими виконують розрахунки будь-яких режимів роботи.

При вивченні паралельної роботи синхронної машини з мережею слід зупинитися на питаннях необхідності застосування паралельної роботи і включенні генератора на паралельну роботу з мережею нескінченної потужності.

Треба чітко усвідомити, що при регулюванні величини обертаючого моменту змінюється активна потужність, а при регулюванні струму збудження змінюється реактивна потужність синхронної машини.

Слід звернути увагу на те, що стійка паралельна робота синхронної машини при сталому режимі має місце тільки тоді, коли питомий синхронізуючий момент/потужність/ має позитивне значення.

Велике значення має проблема пуску синхронних двигунів.

### Запитання для самоперевірки

1. Способи, що існують для поліпшення форми е.р.с. синхронного генератора.
2. Що таке подовжня реакція якоря синхронної машини?

3. Чому в явнополюсній машині для врахування реакції якоря м.д.с. якоря розкладають на поздовжню і поперечну складові?
4. Що враховують індуктивні опори синхронної машини?
5. Як впливає величина повітряного зазору на індуктивний опір синхронної машини?
6. Що буде з напругою синхронного генератора при включенні машини на ємнісне навантаження?
7. Від чого залежить гранична потужність, на яку можна навантажити синхронний генератор при паралельній роботі з мережею?
8. Чому в нормальних умовах включена паралельно з мережею синхронна машина не випадає із синхронізму?
9. Як можна розвантажити синхронний генератор, що працює паралельно з мережею?
10. Які недоліки й переваги синхронних двигунів?

### **3 ЗАВДАННЯ ДЛЯ КОНТРОЛЬНИХ РОБІТ**

Вказівки для виконання контрольних робіт

Контрольні роботи виконують студенти після пророблення відповідних розділів теорії: перше завдання по машинах постійного струму і трансформаторах, друге – по асинхронних машинах.

Номер варіанта вибирають за останню цифрою в номері шифру студента, потужність і втрати потужності збільшують на передостанню цифру шифру.

Графічну частину виконують на міліметровому папері.

#### **3.1 Завдання для контрольної роботи № 1**

А. Електричні машини постійного струму

Двигун паралельного збудження має дані:

Номінальна потужність на валу  $P_n$ .

Номінальна напруга  $220\text{ В}$ .

Номінальна частота обертання  $n_n$ .

Механічні й магнітні втрати складають 4,5 % від споживаної потужності.

Втрати в обмотці якоря  $\Delta P_a$ .

Втрати в обмотці збудження  $\Delta P_e$ .

Потрібно визначити:

- а) споживаний двигуном струм і ККД при повному навантаженні;
- б) опір обмоток якоря і збудження;

в) частоту обертання при холостому ході, вважаючи, що механічні й магнітні втрати мають те ж значення, що і при навантаженні.

Таблиця 1 – Варіанти до задачі А

Варіант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$P_n$ , кВт	16	12	24	32	8	12	24	16	12	8
$n_n$ , об/хв	960	960	1420	1420	1420	1200	1420	800	800	800
$\Delta P_a$ , Вт	700	600	700	1400	300	600	750	600	400	300
$\Delta P_b$ , Вт	800	700	800	1600	400	700	900	700	500	400

## Б. Трансформатори

Трифазний понижуючий трансформатор з масляним охолодженням має дані, наведені в табл. 2.

Номінальна потужність  $S_{In}$ , кВА.

Номінальна вища напруга  $U_{BH}$ , В.

Номінальна нижча напруга  $U_{HH}$ , В.

Напруга короткого замикання  $u_k$ , %.

Струм холостого ходу  $I_0$ , %.

Втрати холостого ходу  $P_o$ , Вт.

Втрати короткого замикання  $P_k$ , Вт.

Група з'єднання обмоток  $Y/Y$

Потрібно:

а) за даними холостого ходу і короткого замикання визначити параметри схеми заміщення, прийнявши її симетричною:

$$R_1 = R_2'; X_1 = X_2'; Z_1 = Z_2'$$

б) побудувати криву ККД  $\eta = f(P_1)$  при  $\cos \varphi_2 = 0,8$ , де  $P_1$  – потужність у відносних одиницях;

в) визначити процентну зміну вторинної напруги при номінальному навантаженні;

г) визначити розподіл навантаження і ступінь використання потужності для випадку, коли  $\cos \varphi_2 = 0,8$  даний трансформатор включений паралельно з іншим трансформатором, напруга короткого замикання якого на 20 % більше, ніж у першого трансформатора.

Потужність другого трансформатора дорівнює номінальній потужності першого, а навантаження – сумі номінальних потужностей обох трансформаторів.

Таблиця 2.2 – Варіанти до задачі Б										
Варіанти	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$S_{IH}$ , кВт	100	180	560	560	560	560	560	560	560	560
$U_{IH}$ , В	500	3000	10000	10000	35000	35000	35000	35000	35000	35000
$U_{2H}$ , В	230	400	400	400	10500	10500	10500	10500	10500	10500
$u_K$ , %	5,5	5,5	5,5	5,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
$I_O$ , %	6,5	6,0	6,0	6,0	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
$P_O$ , Вт	600	1000	2500	2500	3350	3350	3350	3350	3350	3350
$P_K$ , Вт	2400	4000	9400	9400	9400	9400	9400	9400	9400	9400

## 3.2 Завдання для контрольної роботи № 2

### Асинхронні машини

Трифазний асинхронний двигун на 50 Гц із короткозамкненим ротором має дані, що наведені в табл. 3.

Номинальна потужність на валу  $P_{2n}$ , кВт.

Номинальна лінійна напруга  $U_{1n}$ , У

Номинальний струм статора  $I_{1n}$ , А

Номинальна частота обертання  $n_n$ , об/хв.

Номинальний ККД  $\eta_n$ , %.

Номинальний коефіцієнт потужності  $\cos\varphi_n$ .

Активний опір обмотки статора  $R_1$ , Ом.

Приведений активний опір обмотки ротора  $R'_2$ , Ом

Реактивний опір обмотки статора  $X_1$ , Ом.

Приведений реактивний опір обмотки ротора  $X'_2$ , Ом.

Струм холостого ходу  $I_0$ , А.

Втрати холостого ходу  $P_0$ , Вт.

Втрати механічні  $\Delta P_{\text{мех.}}$ , Вт.

Обмотка статора з'єднана в «зірку».

Потрібно :

а) розрахувати і побудувати робочі характеристики

$$n, M, I_1, P_1, \eta = f(P_2) ; n = f(M)$$

б) порівняти значення, що отримані для номінальної потужності, з величинами, які наведені в табл. 3.

Методичні вказівки до виконання контрольної роботи № 2

При вирішенні прийняти схему заміщення з винесеним намагнічуючим контуром (рис.1)

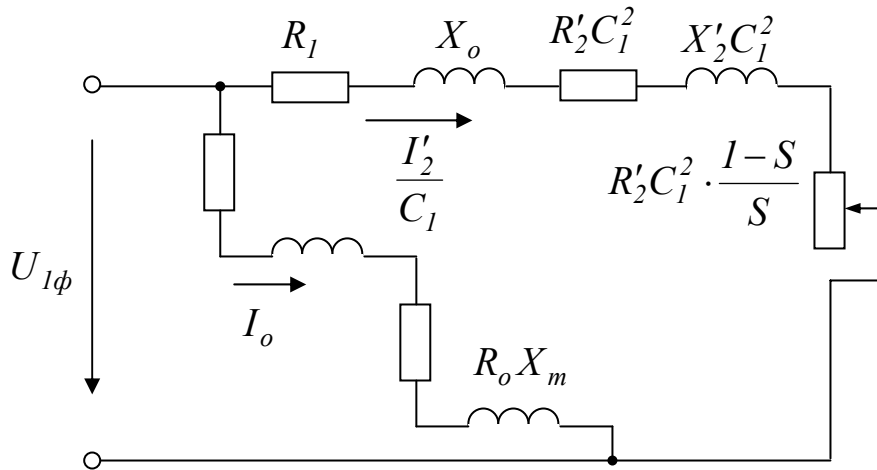


Рис.1

Параметри контуру намагнічування визначають з наступних формул

$$R_o = \frac{P_{oc}}{3I_o^2}; X_o = \sqrt{\left(\frac{U_{1\phi}}{I_o}\right)^2 - R_o^2}$$

$$P_{oc} = P_o - 3I_o^2 R_1 - \Delta P_{мех};$$

$$C_1 = 1 + \frac{X_1}{X_o}$$

Розрахунок характеристик варто виконувати при зміні ковзання в межах від 0 до 1,5  $S_H$  ( $S_H$  - номінальне ковзання).

Для цього потрібно задатися рядом значень  $S$  (приблизно п'ять точок). За цими значеннями  $S$  маємо:

Струм ротора:

$$I_2' = \frac{U_{1\phi}}{\sqrt{\left(R_1 + C_1 \frac{R_2'}{S}\right)^2 + (X_1 + C_1 X_2')^2}};$$

$$\cos \varphi_2 = \frac{R_1 + C_1 \frac{R_2'}{S}}{\sqrt{\left(R_1 + C_1 \frac{R_2'}{S}\right)^2 + (X_1 + C_1 X_2')^2}};$$

струм статора

$$I_1 = \sqrt{I_{1a}^2 + I_{1p}^2};$$

активна складова струму статора

$$I_{1a} = I_o \cos \varphi_o + \frac{I'_2}{C_1} \cos \varphi_2; I_o = \frac{U_{1\phi}}{C_1 Z_m};$$

реактивна складова струму статора

$$I_{1p} = I_o \sin \varphi_o + \frac{I'_2}{C_1} \sin \varphi_2; \sin \varphi_o = \frac{X_m}{Z_m};$$

потужність, яка споживана з мережі

$$P_1 = 3I_{1a}U_{1\phi};$$

сумарні втрати

$$\sum \Delta P = \Delta P_{\text{эл1}} + \Delta P_{\text{эл2}} + P_{oc} + \Delta P_{\text{мех}} + \Delta P_{\text{дооб}};$$

Додаткові втрати визначаються за формулою:

$$\Delta P_{\text{дооб}} = 0,005 P_{1н} \left( \frac{I_1}{I_{1н}} \right)^2;$$

Магнітні й механічні втрати приймаються постійними.

Потужність на валу двигуна

$$P_2 = P_1 - \sum \Delta P;$$

Обертаючий момент на валу двигуна

$$M = 9,55 \frac{P_2}{n} \text{ Н} \cdot \text{м};$$

Коефіцієнт корисної дії зручно обчислити за формулою:

$$\eta = \left( 1 - \frac{\sum \Delta P}{P_1} \right) \cdot 100\%;$$

Розрахунки рекомендується звести в таблицю.

Номінальні величини треба порівняти з приведеними в таблиці паспортними даними при однаковій номінальній потужності.

Таблиця 3										
Варіанти	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$P_{2H}$ , кВт	55	55	55	7	7	7	75	75	75	75
$U_{IH}$ , В	380	380	380	380	380	380	380	380	380	380
$I_{IH}$ , А	104,4	104,4	104,4	14,02	14,02	14,02	141	141	141	141
$n_n$ , об/хв	950	950	950	1450	1450	1450	960	960	960	960
$\eta_n$ , %	91,4	91,4	91,4	87,6	87,6	87,6	91,5	91,5	91,5	91,5
$\cos\varphi_n$	0,873	0,873	0,873	0,862	0,862	0,862	0,882	0,882	0,882	0,882
$R_l$ , Ом	0,056	0,056	0,056	0,518	0,518	0,518	0,036	0,036	0,036	0,036
$R_2$ , Ом	0,0406	0,0406	0,0406	0,59	0,59	0,59	0,0295	0,0295	0,0295	0,0295
$X_l$ , Ом	0,261	0,261	0,261	1,67	1,67	1,67	0,191	0,191	0,191	0,191
$X'_2$ , Ом	0,376	0,376	0,376	2,74	2,74	2,74	0,295	0,295	0,295	0,295
$I_o$ , А	26,2	26,2	26,2	4	4	4	30,8	30,8	30,8	30,8
$\Delta P_{\text{мех}}$ , Вт	1318	1318	1318	47	47	47	1269	1269	1269	1269
	210	210	210	2,93	2,93	2,93	200	200	200	200
				90	90	90				



## СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. И. П. Копылов. Электрические машины.- М.: Энергоиздат., 2004
2. А. В. Иванов-Смоленский. Электрические машины.- М.: Энергия, 1988.
3. А. И. Вольдек Электрические машины.- Л.: Энергия, 1978 (1984).
4. М. М. Кацман. Электрические машины.- М.: Энергоиздат., 1990.
5. Хвостов В. С. Электрические машины. Машины постоянного тока.- М.: Высшая шк., 1988.
6. Брускин Д. Е., Зорохович А. Е., Хвостов В. С. Электрические машины (2 книги).- М.: Высшая шк, 1987 (1979).
7. М. П. Костенко, Л .М. Пиотровский. Электрические машины (2 книги).- Л.: Энергия, 1972, 1973.
8. В. И. Радин, Брускин Д. Е., Зорохович А. Е. Электрические машины. М.: Высшая шк., 1988.
9. Б. Ф. Токарев. Электрические машины.- М.: Энергоиздат., 1990.
10. Батоврин О. О. Электрические машины.- М.: Энергия, 1987.
11. Безрученко В. Н. Электрические машины.- М.: Энергия, 1980.
12. Д. Б. Головкин, М. Г. Попович. Електричні машини. Електропривод побутової техніки.- К.: Либідь, 2004.

*Навчальне видання*

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
ДО ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНИХ РОБІТ

З ДИСЦИПЛІНИ

## **ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ**

*(для студентів заочної форми навчання  
напряму підготовки б.050702 “Електромеханіка”)*

Укладачі: ГЛЄБОВА Марина Леонідівна,  
ДОРОХОВ Олександр Володимирович,  
ЧЕРНЯВСЬКА Маргарита Василівна

Відповідальний за випуск: *О. В. Дорохов*

Редактор: *З. І. Зайцева*

Комп'ютерне верстання: *І. В. Волосожарова*

План 2013, поз. 233М

---

Підп. до друку 13.03.2013  
Друк на ризографі.  
Зам. №

Формат 60 x 84/16  
Ум. друк. арк. 1,1  
Тираж 50 пр.

Видавець і виготовлювач:  
Харківський національний університет  
міського господарства імені О. М. Бекетова,  
вул. Революції, 12, Харків, 61002  
Електронна адреса: [rectorat@ksame.kharkov.ua](mailto:rectorat@ksame.kharkov.ua)  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:  
ДК №4064 від 12.05.2011р.