

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»

ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН ВЕЛИКОЇ ПОТУЖНОСТІ

Типова програма, методичні вказівки та контрольні завдання
для студентів заочної форми навчання

Харків 2014

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»

ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН
ВЕЛИКОЇ ПОТУЖНОСТІ

Типова програма, методичні вказівки та контрольні завдання
для студентів заочної форми навчання
спеціальності 050702 «Електричні машини та апарати»

Затверджено
редакційно-видавничою
радою НТУ «ХПІ»,
протокол № від

Харків
НТУ «ХПІ»
2014

ВСТУП

Дисципліна «Технологія виробництва електричних машин великої потужності» вивчає теоретичні та фізичні основи технологічних процесів виробництва деталей та вузлів турбогенераторів, гідрогенераторів та машин великої потужності змінного та постійного струму.

Основним завданням та метою викладання дисципліни є вивчення загальних та спеціальних питань технології виробництва електричних машин великої потужності, способів одержання заготовок, технології складання та випробування корпусу турбогенератора, технології складання осердя статора турбогенератора, технології виготовлення, укладання та випробування обмотки статора, технології виготовлення ротора турбогенератора, технології складання турбогенератора, технології виготовлення статора гідрогенератора, технології виготовлення ротора гідрогенератора, технології монтажу гідрогенератора у замовника, технології виготовлення та випробування машин великої потужності постійного та змінного струму, технології консервації, пакування та транспортування турбогенераторів, гідрогенераторів та інших потужних електричних машин.

Вивчення навчальної дисципліни базується на знаннях з вищої математики, фізики, інженерної графіки, теоретичної механіки, електроізоляційних матеріалів, електричних машин, технології машинобудування, технології обмотувально-ізоляційного виробництва, виробництва електричних машин, конструювання електричних машин.

В результаті вивчення дисципліни студент повинен вміти обґрунтувати заходи з технологічної підготовки виробництва електричних машин великої потужності, пояснювати послідовність виконання операцій технологічних процесів одержання заготовок, деталей, вузлів та їх механічної обробки, визначати необхідність застосування контрольних операцій при виготовленні обмоток та при вузловому і загальному складанні турбогенераторів, гідрогенераторів та потужних електричних машин, пояснювати послідовність проведення приймально-здавальних випробувань.

Вивчення дисципліни «Технологія виробництва електричних машин великої потужності» студентами заочної форми навчання відбувається під час самостійної роботи. Студент повинен скласти конспект за вивченим матеріалом та відповісти на питання для самоперевірки. Після вивчення відповідних розділів дисципліни рекомендується виконувати контрольне

завдання.

Це методичне видання містить в собі програму курсу «Технологія виробництва електричних машин великої потужності», контрольні питання за розділами курсу, методичні вказівки для виконання контрольних завдань, а також перелік джерел інформації, необхідних для вивчення дисципліни.

1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛІНИ

За навчальним планом дисципліна «Технологія виробництва електричних машин великої потужності» вивчається в 9 семестрі на п'ятому курсі. Навчальним планом передбачено 6,56 кредити загального обсягу, що становить 24 навчальних години, що складається з 16 годин лекційних занять та 8 годин лабораторних занять, та 212 годин самостійної роботи для виконання контрольного завдання та підготовки до екзамену.

До складу дисципліни увійшли такі розділи:

- «Технологія виробництва турбогенераторів»;
- «Технологія виробництва гідрогенераторів та електричних машин великої потужності».

2 ТИПОВА ПРОГРАМА ТА КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

Розділ 1. Технологія виробництва турбогенераторів

Енергетичне виробництво, особливості технології виробництва турбо- та гідрогенераторобудівництва. Конструкція турбогенератора. Особливості конструкції статорів та роторів турбогенераторів різних типів. Конструкція корпусу статора турбогенератора. Розкрій та вирізання заготовок. Послідовність технологічних операцій складання та зварювання складових частин корпусу у вертикальному стані. Послідовність технологічних операцій складання та зварювання складових частин у горизонтальному стані. Секційне складання корпусів. Відпалювання зварних конструкцій. Випробування корпусу турбогенератора на міцність та герметичність. Складання середньої частини корпусу для випробування. Проведення випробувань. Складання кінцевих частин статора для випробувань. Виготовлення рим і рим-лап, корпусів ущільнення та фундаментних лап. Технологія механічної обробки деталей та вузлів корпусу турбогенератора. Обробка суцільного корпусу та частин складеного корпусу. Технологія виготовлення деталей та вузлів статора турбогенератора (клинків корпусу,

натискних кілець, кронштейнів та шинотримачів, бандажних кілець, труб та водяного колектора).

Технологія складання осердя статора турбогенератора (штампування та обробка сегментів, розгонка клинків статора, складання та пресування осердя, випробування осердя на нагрів).

Технологія виготовлення стрижнів обмотки статора турбогенератора (заготовка деталей, плетіння провідників, ізолювання стрижнів, паяння наконечників, випробування провідників та стрижнів). Технологія укладання стрижневих обмоток статора турбогенератора (кріплення стрижнів, паяння наконечників та випробування стрижнів).

Технологія механічної обробки ротора турбогенератора (обробка вала і бочки ротора, пазових клинків, бандажних кілець та струмовідводів). Технологія виготовлення обмотки ротора турбогенератора (особливості конструкції обмотки, технологія виготовлення та укладання витків котушок та їх випробування). Технологія складання ротора турбогенератора (обробка, насаджування бандажних кілець, електричне випробування ротора). Технологія виготовлення підшипників, їх ущільнювачів, траверс. Конструкції та технології виготовлення систем масло- та газопостачання.

Технологія складання турбогенератора (обладнання складального стенда, транспортування статора і ротора, заведення ротора до статора, контрольне складання та випробування).

Пакування та транспортування вузлів турбогенератора до замовника та монтаж турбогенератора у замовника.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Поясніть послідовність технологічних операцій при штампуванні листів сегментів осердя статора турбогенератора.
2. Поясніть послідовність технологічних операцій при виготовленні крайніх пакетів, натискних сегментів, вентиляційних сегментів осердя статора турбогенератора.
3. Поясніть послідовність технологічних операцій при розгонці клинків осердя статора турбогенератора.
4. Поясніть послідовність технологічних операцій при складанні та пресуванні осердя статора турбогенератора.
5. Поясніть послідовність технологічних операцій при кантуванні осердя статора турбогенератора та випробуваннях осердя статора на на-

грівання.

6. Поясніть послідовність технологічних операцій при виготовленні корпусу статора турбогенератора.

7. Поясніть послідовність технологічних операцій при випробуванні корпусу турбогенератора на міцність та герметичність.

8. Поясніть послідовність технологічних операцій при складанні та кріпленні осердя статора турбогенератора на клинах типу «ластівчин хвіст».

9. Поясніть послідовність технологічних операцій при плетінні стрижнів обмотки статора турбогенератора.

10. Поясніть послідовність технологічних операцій при рихтуванні та мірній різці провідників обмотки статора турбогенератора.

11. Поясніть послідовність технологічних операцій при формуванні стрижнів обмотки статора турбогенератора.

12. Поясніть послідовність технологічних операцій при наложенні корпусної ізоляції на стрижні обмотки статора турбогенератора.

13. Поясніть послідовність технологічних операцій при укладанні стрижнів обмотки статора турбогенератора.

14. Поясніть послідовність технологічних операцій при паянні елементів обмотки статора турбогенератора.

15. Поясніть послідовність технологічних операцій при механічній обробці ротора турбогенератора.

16. Поясніть послідовність технологічних операцій при виготовленні обмотки ротора турбогенератора.

17. Поясніть послідовність технологічних операцій при насаджуванні бандажувальних кілець на ротор.

18. Поясніть послідовність технологічних операцій при транспортуванні статора та ротора турбогенератора в межах цеху.

19. Поясніть послідовність технологічних операцій при заведенні ротора до статора турбогенератора.

20. Поясніть послідовність технологічних операцій при центруванні статора при загальному складанні турбогенератора.

21. Поясніть послідовність технологічних операцій при виготовленні зовнішніх щитів турбогенератора.

22. Поясніть послідовність технологічних операцій при виготовленні газоохолоджувачів турбогенератора.

23. Поясніть послідовність проведення випробувань обмотки статора та корпусу статора турбогенератора на герметичність.

24. Поясніть послідовність технологічних операцій при пакуванні та транспортуванні вузлів турбогенератора до замовника.

Розділ 2. Технологія виробництва гідрогенераторів та електричних машин великої потужності

Особливості технології виробництва різних типів гідрогенераторів. Технологія виготовлення корпусу статора гідрогенератора (ділення на сектори, складання сектора, виготовлення стикових плит, косинців та натискних гребінок, складання секторів в кільце, розгонка призм).

Технологія виготовлення осердя статора гідрогенератора (типи сегментів, їх складання та пресування, укладання бандажних кілець).

Технологія виготовлення та укладання обмотки статора гідрогенератора (котушкової та стрижньової обмоток, укладання нижнього та верхнього шарів обмотки, кріплення та з'єднання стрижнів та їх випробування).

Технологія виготовлення ротора гідрогенератора (особливості конструкції і складових частин ротора, виготовлення вала, барабанного та спицевого остовів). Технологія виготовлення обода ротора гідрогенератора (виготовлення сегментів та їх складання). Технологія виготовлення полюсів ротора гідрогенератора (виготовлення осердь, котушок та демпферних обмоток). Технологія виготовлення полюсних клинків, гальмових сегментів та хрестовин. Технологія виготовлення підп'ятників та спрямовуючих підшипників (виготовлення втулки, опори та корпусу підп'ятника, сегментів та упорів підп'ятника).

Технологія проведення монтажу гідрогенератора у замовника (організація монтажу, складання статора, укладання стикових частин обмотки, складання ротора). Особливості складання підвісних та зонтичних гідрогенераторів. Особливості конструкції та технології виготовлення потужних електричних машин постійного та змінного струмів.

Технологія виготовлення корпусу статора електричної машини змінного струму (зварювання корпусу та його механічна обробка, виготовлення та розгонка клинків). Технологія складання осердя статора (штампування сегментів, їх очищення, складання, пресування та скріплення осердя). Технологія виготовлення високовольної обмотки статора (намо-

тка, ізолювання та формування котушки, укладання і кріплення обмотки в статорі). Випробування високовольтної обмотки та складеної машини.

Особливості конструкції та технології виготовлення потужних синхронних двигунів.

Особливості конструкції та технології виготовлення потужних електричних машин постійного струму (конструкції станини, полюсів та їх обмоток, конструкції колекторів, осердя та обмотки якоря). Технологія виготовлення станини, осердь полюсів, складання полюсів. Технологія виготовлення осердя якоря, обмотки якоря та колектора.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Поясніть послідовність технологічних операцій при виготовленні осердя статора гідрогенератора.
2. Поясніть послідовність технологічних операцій при виготовленні котушки обмотки статора гідрогенератора.
3. Поясніть послідовність технологічних операцій при просочуванні ізоляції та пресування котушки обмотки статора гідрогенератора.
4. Поясніть послідовність технологічних операцій при ізолюванні лобових частин котушки обмотки статора гідрогенератора.
5. Поясніть послідовність технологічних операцій при виготовленні осердь полюсів ротора гідрогенератора.
6. Поясніть послідовність технологічних операцій при виготовленні котушок полюсів ротора гідрогенератора.
7. Поясніть послідовність технологічних операцій при виготовленні диску підп'ятника ротора гідрогенератора.
8. Поясніть послідовність технологічних операцій при виготовленні втулки підп'ятника ротора гідрогенератора.
9. Поясніть послідовність технологічних операцій при виготовленні опорних сегментів підп'ятника ротора гідрогенератора.
10. Поясніть послідовність технологічних операцій при виготовленні корпусу підп'ятника ротора гідрогенератора.
11. Поясніть послідовність технологічних операцій при виготовленні опорних болтів та опорних сегментів підп'ятника ротора гідрогенератора.
12. Поясніть послідовність технологічних операцій при виготовленні упорів, пружин та опорних дисків підп'ятника ротора гідрогенератора.

13. Перелічите складові частини підп'ятників ротора гідрогенератора. Поясніть послідовність технологічних операцій при контрольному складанні підп'ятника ротора гідрогенератора.

14. Поясніть послідовність технологічних операцій при виготовленні корпусу статора синхронного двигуна великої потужності.

15. Поясніть послідовність технологічних операцій при виготовленні осердя статора синхронного двигуна великої потужності.

16. Поясніть послідовність технологічних операцій при випробуванні високовольтної обмотки статора синхронного двигуна великої потужності.

17. Поясніть послідовність технологічних операцій при виготовленні колекторних пластин машини постійного струму великої потужності.

18. Поясніть послідовність технологічних операцій при виготовленні ізоляційних манжет і циліндрів колектора машини постійного струму великої потужності.

19. Поясніть послідовність технологічних операцій при складанні та пресуванні циліндра колекторних пластин машини постійного струму великої потужності.

20. Поясніть послідовність технологічних операцій при загальному складанні колектора машини постійного струму великої потужності.

21. Поясніть послідовність технологічних операцій при формуванні напівкатушок обмотки якоря машини постійного струму великої потужності.

22. Поясніть послідовність технологічних операцій при ізолюванні обмотки якоря машини постійного струму великої потужності.

23. Поясніть послідовність технологічних операцій при укладанні обмотки якоря машини постійного струму великої потужності.

24. Поясніть послідовність технологічних операцій при виготовленні осердя якоря машини постійного струму великої потужності.

4 МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНОГО ЗАВДАННЯ

Контрольне завдання охоплює всі розділи дисципліни та складається з двох контрольних запитань, на які потрібно надати письмові відповіді.

Завдання складається з контрольних запитань, які відповідають ва-

ріантам контрольного завдання (табл. 1). Номер варіанта видається студенту індивідуально на настановних заняттях під час сесії. Контрольне завдання зараховується після співбесіди з викладачем.

Таблиця 1 – Розподіл запитань за варіантами

Номер варіанту	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Номер запитання з розділу 1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Номер запитання з розділу 2	5	2	13	4	6	3	16	22	23	10	14	8
Номер варіанту	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Номер запитання з розділу 1	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Номер запитання з розділу 2	20	12	11	9	18	17	15	7	21	24	19	1

Під час виконання контрольного завдання рекомендується користуватися джерелами інформації [1–7] або іншими, знайденими самостійно, які обов’язково привести наприкінці контрольної роботи.

При наданні письмової відповіді на контрольні запитання необхідно дотримуватися рекомендацій:

- ❖ навести область застосування того або іншого технологічного процесу (тип електричної машини, її номінальна потужність, розміри вузла, що виготовляється, типи виробництва та ін.);

- ❖ надати характеристику використовуваних матеріалів та засобів технологічного оснащення (устаткування, пристосувань, інструменту та описання роботи, засобів механізації та автоматизації технологічного процесу;

- ❖ записати послідовність виконання технологічного процесу та його зміст за технологічними операціями;

- ❖ порівняти варіанти технологічного процесу (або операцій) та використовуваного устаткування з оцінкою його переваг та недоліків;

- ❖ відповіді повинні ілюструватися схемами, ескізами використовуваних засобів технологічного оснащення (устаткування, пристосувань, інструменту), що застосовуються при виконанні технологічного процесу, та рисунками конструктивних елементів, на виготовлення яких спрямову-

ється технологічна операція (процес);

❖ за необхідності фізичні величини повинні мати літерні позначення із зазначенням одиниць вимірювання. Літерні позначення величин та одиниці їх вимірювання повинні відповідати діючим стандартам [8].

Контрольне завдання повинно бути оформлене ручним або машинним способом у відповідності до вимог стандартів [9].

Додаткову інформацію щодо вивчення дисципліни «Технологія виробництва електричних машин великої потужності» можна отримати за посиланням [10].

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ

1. Юхимчук В.Д. Технологія виробництва електричних машин: Підручник / В.Д. Юхимчук – Х.: Тім Пабліш Груп, 2014.
2. Юхимчук В.Д. Технология производства электрических машин: Уч. пос. / В 2-х кн.: Кн. 1. / В.Д. Юхимчук – Х: Тимченко, 2006.
3. Юхимчук В.Д. Технология производства электрических машин: Уч. пос. / В 2-х кн.: Кн. 2. / В.Д. Юхимчук –Х: Тимченко, 2006.
4. Фомин Б.П., Циханович Б.Г., Виро Г.М. Технология крупного электромашиностроения. / В 3-х т.: Т.1. Турбогенераторы / Б.П. Фомин, Б.Г. Циханович, Г.М. Виро. – Л.: Энергоиздат, 1981.
5. Прутковский С.А. Технология крупного электромашиностроения. /В 3-х т.: Т.2. Гидрогенераторы / С.А Прутковский. – Л.: Энергоатомиздат, 1990.
6. Циханович Б.Г., Фомин Б.П. Турбогенераторы / Б.Г. Циханович, Б.П. Фомин – Л.: Энергоатомиздат, 1989.
7. Справочник по ремонту турбогенераторов / Под ред. Х.А. Бекова, В.В. Барило, – М.: ИПК госслужбы, ВИПК энерго, 2006.
8. Мілих В.І. Літерні позначення величин та параметрів електричних машин: методичні вказівки до використання в навчальному процесі кафедри «Електричні машини» для студентів і викладачів електротехнічних спеціальностей / Укладач В.І. Мілих. – Харків: НТУ «ХП», 2007.
9. СТВУЗ-ХП-3.01-2010. Оформление текстовых документов.
10. Домашня сторінка кафедри «Електричні машини» НТУ «ХП». – Режим доступу: <http://www.kpi.kharkiv.edu/kem/>.

Технологія виробництва електричних машин великої потужності:
Типова програма, методичні вказівки та контрольні завдання для студентів за-
очної форми навчання спеціальності 050702 «Електричні машини та апарати» /
Уклад. В.Д. Юхимчук, О.Ю. Юр'єва. – Харків: НТУ «ХПІ», 2014. - 12 с.

Укладачі: В.Д. ЮХИМЧУК
 О. Ю. ЮР'ЄВА

Рецензент В.Ф. Болюх

Кафедра електричних машин

Навчальне видання

ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН
ВЕЛИКОЇ ПОТУЖНОСТІ

Типова програма, методичні вказівки та контрольні завдання
для студентів заочної форми навчання
спеціальності 050702 «Електричні машини та апарати»

Укладачі: ЮХИМЧУК Володимир Данилович
ЮР'ЄВА Олена Юріївна

Відповідальний за випуск В.І.Мілих
Роботу до друку рекомендував В.Т.Долбня
В авторській редакції

План 2014 р. п.

Підписано до друку . Формат 60x84^{1/16}. Папір офсетний.
Друк – ризографія. Гарнітура Times New Roman. Ум. друк. арк. .
Наклад – 100 прим. Зам. № . Ціна договірна.

Видавничий центр НТУ «ХП»
Свідоцтво про державну реєстрацію ДК № 3657 від 24.12.2009 р.
61002, Харків, вул. Фрунзе, 21

Друкарня НТУ "ХП", 61002, Харків, вул. Фрунзе, 21