

УДК 378.147:621.3

СТРУКТУРА ПРОФЕСІЙНО ОРІЄНТОВАНОГО ЗМІСТУ НАВЧАННЯ ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ-МЕХАНІКІВ

© Лазарєв М.І., Мосієнко Г.М., Тарасенко А.І.
Українська інженерно-педагогічна академія

Інформація про автора:

Лазарєв Микола Іванович: ORCID: 0000-0001-9742-4739; lazarev@uipa.edu.ua; доктор педагогічних наук; проректор з наукової роботи, Українська інженерно-педагогічна академія, вул. Університетська 16, м. Харків, 61003, Україна.

Мосієнко Ганна Миколаївна: ORCID: 0000-0001-5603-8380; Anya.Mosienko@mail.ru; старший викладач кафедри фізики, електротехніки та електроенергетики; Українська інженерно-педагогічна академія; вул. Університетська 16, м. Харків, 61003, Україна.

Тарасенко Анатолій Іванович: ORCID: 0000-0002-0896-3587; Anatol.Taras@mail.ru; кандидат технічних наук; доцент кафедри фізики, електротехніки та електроенергетики; Українська інженерно-педагогічна академія; вул. Університетська 16, м. Харків, 61003, Україна.

В статті розглянуто проблему формування структури професійно орієнтованого змісту навчання електротехніки майбутніх інженерів машинобудівного профілю.

Запропоновано системний підхід до формування професійно орієнтованого змісту навчання електротехніки. Сформульовані вимоги до змісту навчання дисципліни з врахуванням особливостей сфери професійної діяльності інженера-механіка. Визначено основні складові дисципліни, які базуються на аналізі професійної діяльності інженерів машинобудівного профілю в умовах сучасного виробництва і які є основою змісту професійної підготовки майбутніх машинобудівників. Особливе значення в системі професійно орієнтованої підготовки майбутніх інженерів має максимальне наближення класичних розділів електротехніки до предметної галузі і їх трансформація на основі формування предметно-орієнтованого змісту електротехніки.

Визначено перспективи подальшої професіоналізації дисципліни, наближення теоретичних положень до конкретних виробничих вимог, наповнення ідеалізованих визначень реальним фізичним змістом.

Ключові слова: професійно орієнтований зміст навчання, електротехнічна підготовка, системний підхід, складові змісту навчання, предметна галузь, машинобудівна галузь.

Лазарєв Н.И., Мосиенко А.Н., Тарасенко А.И. «Структура профессионально ориентированного содержания обучения электротехнике будущих инженеров-механиков»

В статье рассмотрена проблема формирования структуры профессионально ориентированного содержания обучения электротехнике будущих инженеров машиностроительного профиля.

Предложен системный подход к формированию профессионально ориентированного содержания обучения электротехники. Сформулированы требования к содержанию обучения дисциплины с учетом особенностей сферы профессиональной деятельности инженера-механика. Определены основные составляющие дисциплины, основанные на анализе профессиональной деятельности инженеров машиностроительного профиля в условиях современного производства, которые является основой содержания профессиональной подготовки будущих машиностроителей. Особое значение в системе профессионально ориентированной подготовки будущих инженеров имеет максимальное приближение классических разделов электротехники в предметной области и их трансформация на основе формирования предметно-ориентированного содержания электротехники.

Определены перспективы дальнейшей профессионализации дисциплины, приближение теоретических положений к конкретным производственным требованиям, наполнение идеализированных определений реальным физическим содержанием.

Ключевые слова: профессионально ориентированное содержание обучения, электротехническая подготовка, системный подход, составляющие содержания обучения, предметная область, машиностроительная отрасль.

Lazarev N., Mosienko A., Tarasenko A. «The structure of professionally focused training content Electrical future Mechanical Engineers»

The article deals with the problem of structure formation of professionally focused training content for future electrical machine building engineers.

A systematic approach to the formation of professionally focused content Electrical Training. The requirements for the content of teaching discipline, taking into account peculiarities of the sphere of professional activity as a mechanical engineer. The main components of the discipline, based on the analysis of professional activity of engineers, machine-building industry in the conditions of modern production, which is the basis of the content of professional training of future machine engineers. Of particular importance in the system of professionally-oriented training of future engineers is the maximum approximation of classical electrical engineering topics in the subject area and their transformation through the development of domain-specific content Electrical Engineering.

The prospects of further professionalization of the discipline, the approach of theoretical propositions to the specific production requirements, filling idealized definitions of real physical content are determinate.

Keywords: professionally oriented learning content, electrical training, systematic approach, the components of teaching content, subject area, machine-building industry.

Постановка проблеми. У сучасних умовах широкого застосування нових автоматизованих технологій, широкого використання комп'ютерів і цифрової техніки в різних галузях виробництва виводить на одне з провідних місць проблему формування професійної електротехнічної підготовки інженерів неелектротехнічних спеціальностей.

Вивчення стану проблеми формування системи електротехнічних знань і умінь у студентів машинобудівних спеціальностей виявило цілий ряд протиріч та недоліків, серед яких найважливішими є розрив між теоретичними знаннями та практичною підготовкою студентів, яка повинна спиратись на досконале знання промислового електротехнічного обладнання своєї галузі. Електротехнічна підготовка майбутніх інженерів, яка базується на класичному викладанні курсу електротехніки не спрямована на врахування предметної галузі, що складає одну з основних проблем їхньої професійної підготовки.

Все це зумовило необхідність аналізу, перегляду та переробки змісту електротехнічної підготовки в сторону підсилення його професійної направленості.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Класична будова дисципліни «Електротехніка» складається з декількох основних блоків, які традиційно входять до складу навчальних посібників для студентів неелектротехнічних спеціальностей будь якого профілю [1, 2, 3]:

Основи теорії кіл

- Електричні кола
- постійного струму;
- змінного струму (однофазні, трифазні).

1.2. Магнітні кола

- з постійними магніторушійними силами (МРС);
- із змінними МРС.

2. Електричні вимірювання

- засоби вимірювань;
- методи вимірювань.

3. Електричні машини

- трансформатори;
- машини постійного струму;
- асинхронні машини;
- синхронні машини;
- машини спеціального призначення.

Крім зазначених складових до змісту багатьох підручників та навчальних посібників з електротехніки додатково включають такі початкові розділи як «Основні поняття електротехніки», «Основні фізичні поняття та положення», «Основні елементи та властивості електричних кіл», «Елементи та параметри кіл» [4, 5, 6].

А до заключних розділів включають теми, які присвячені застосуванню різноманітних електротехнічних пристроїв в промисловому обладнанні: «Елементи електроприводу», «Апарати та схеми управління», «Електропостачання та електробезпека», «Апаратура управління та захисту» [5, 6].

Але слід зазначити, що зміст навчання, представлений в розділах навчальних посібників має загальний характер і не прив'язаний до конкретної предметної галузі, тобто не являється професійно орієнтованим змістом навчання.

Окремо необхідно відмітити підручники [7, 8, 9], які призначені для студентів конкретних спеціальностей (будівельних, хімічних та інших). В них включені розділи, які мають безпосереднє відношення до застосування електротехнічного обладнання у конкретній галузі виробництва. Професійна спрямованість навчального матеріалу відображена у назвах цих розділів, наприклад, «Системи електропостачання будівельних процесів», «Розрахунок потужності приводних електродвигунів будівельних механізмів», «Електротехнології та електрообладнання» або «Деякі приклади застосування електротехнічних та електронних пристроїв в хімічній промисловості», які фрагментарно відображають специфіку галузі.

Серед факторів, що обумовлюють складність сприйняття змісту навчання є те, що студенти ще не знайомі з електротехнічними елементами предметної галузі та з реальними технічними пристроями і системами машинобудівного виробництва.

Постановка завдання. Метою дослідження є визначення структури та теоретичних основ формування професійно орієнтованого змісту навчання електротехніки майбутніх інженерів машинобудівного профілю.

Виклад основного матеріалу. Проведений аналіз професійної діяльності інженера-механіка, який містить аналіз різноманіття електротехнічних пристроїв, які входять до складу промислового обладнання, та аналіз видів робіт, які він повинен виконувати згідно з посадовими обов'язками [10, 11]. Отримані результати дозволяють сформулювати вимоги до змісту навчання електротехніки інженерів машинобудівного напрямку.

Першою вимогою є те, що професійно орієнтований зміст повинен враховувати ті види електротехнічних пристроїв, які входять до складу різних груп промислового обладнання, тобто тих пристроїв, з якими інженер-механік буде мати справу в процесі своєї виробничої діяльності. Згідно узагальненої класифікації [12] все обладнання машинобудівного виробництва можна представити чотирма основними групами:

- електротехнологічне устаткування;
- загальнопромислові пристрої;
- підйомно-транспортне устаткування;
- металообробні верстати.

Кожна група містить електротехнічні пристрої, які живляться як від джерел постійного так і змінного струмів. Споживачі постійного струму частіш за все зустрічаються в схемах автоматики, управління та регулювання режимів роботи механізмів та машин, в гальваніці, зварюванні, а також в автономних транспортних засобах, вантажопідйомних механізмах та в електроприводах важких металообробних верстатів. Споживачі змінного струму промислової частоти є домінуючими в електрообладнанні будь якої галузі виробництва, в тому числі і машинобудівної галузі. Для потужних споживачів та для

електроприводу змінного струму застосовують трифазну систему живлення, а для малопотужних пристроїв, кіл управління, освітлення, електрифікованого інструменту використовують однофазне живлення.

Друга вимога полягає у тому, що при формуванні змісту дисципліни необхідно враховувати особливості професійної діяльності інженера-механіка, які обумовлені його посадовими обов'язками. Він повинен виконувати певні функції, серед яких важливе місце займає робота з електрообладнанням механізмів та машин промислового призначення. Таким чином можна виділити ті види робіт, які потребують від інженера-механіка якісної електротехнічної підготовки. Згідно з проведеним аналізом серед основних видів робіт відзначаються:

- модернізація машин, пристроїв та апаратів автоматичних ліній і систем комплексної механізації та автоматизації;
- розробка технічних завдань та заходів на реконструкцію діючих та створення нових пристроїв, конструкцій, обладнання;
- впровадження прогресивних методів ремонту механізмів та машин, а також заходів по збільшенню термінів служби промислового обладнання;
- установлення, налагодження, випробування нового сучасного обладнання та впровадження засобів механізації трудомістких робіт.

Третя вимога визначає, що професійно орієнтований зміст дисципліни повинен сприяти формуванню відповідної системи вмінь майбутнього інженера-механіка, серед яких необхідно відмітити вміння працювати з електричними приладами та електротехнічними пристроями, виконувати розрахунки параметрів та режимів роботи електротехнічного обладнання. Так серед вмінь, які обумовлені посадовими обов'язками, в нашому дослідженні необхідно відмітити ті, які потребують ґрунтовної електротехнічної підготовки:

- уміння визначати режими роботи електротехнічного обладнання та систем електропостачання;
- уміння виконувати параметричні розрахунки машин, серед яких важливе місце займають електричні машини, як основа електроприводу;
- уміння конструювати приводи машин, які переважно мають електричну основу;
- уміння створювати комп'ютерні моделі оптимізації параметрів при розробці виробів.

На рис. 1 показано, які фактори предметної галузі є визначними і відіграють головну роль в формуванні професійно орієнтованого змісту дисципліни.

Враховуючи те, що професійна складова змісту електротехніки зорієнтована на конкретну галузь промислового виробництва, для якої ведеться підготовка майбутніх інженерів, в даному випадку інженерів-механіків для машинобудівної галузі, розглянемо розділи класичної електротехніки з точки зору предметної галузі і наповнимо її професійним змістом.

Розглянемо розділ «Електричні кола постійного струму». В кожній групі електротехнічних пристроїв, які входять до складу промислового обладнання, широко застосовуються пристрої, що працюють на постійному струмі. Розглянемо такі пристрої в кожній групі обладнання предметної галузі.

До електротехнологічного устаткування належать:

- зварювальні апарати з машинним генератором постійного струму;
- зварювальні апарати з випрямлячем;
- електролізне обладнання;
- електрохімічне обладнання;
- електроерозійні верстати;
- електрохіміко-механічне обладнання;
- кондукційна помпа магнітогідродинамічного принципу дії, яка призначена для транспортування рідких металів;
- електрофільтри;
- обладнання для електростатичного фарбування.

Загальнопромислові пристрої:

- схеми захисту та сигналізації синхронних двигунів компресорів.

До підйомно-транспортного устаткування належать:

- електрокари;
- електронавантажувачі;
- вантажопідіймальні електромагніти;
- електропривод кранових механізмів;
- схеми управління, захисту та сигналізації кранового електрообладнання.

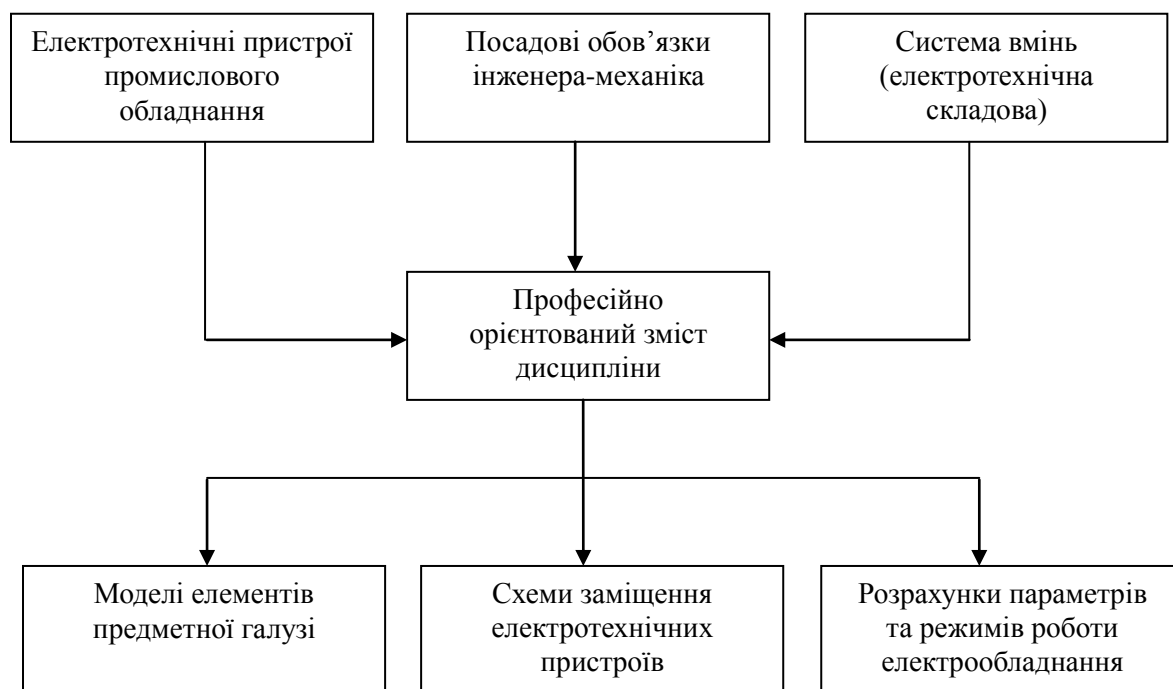


Рис. 1. Складові професійно орієнтованого змісту «Електротехніки»

Металообробні верстати містять електродвигуни постійного струму з різним типом збудження, в багатодвигунових та важких верстатах (стругальних, фрезерних, шліфувальних та інших).

В цьому ж напрямку можна розглянути і інші розділи теорії електричних та магнітних кіл, які будуть максимально наближені до предметної області. Перш за все це стосується трифазних кіл, які є основою електропостачання промислового обладнання.

Таким чином, основи професійно орієнтованого змісту базуються на тих складових, які відображають особливості та специфіку професійної діяльності інженера-механіка в умовах машинобудівного виробництва (рис. 2). Ми виділили чотири складові, які на відміну від загально прийнятих визначень мають чітку орієнтацію на конкретну предметну галузь:

- електротехнічне обладнання галузі;
- моделі елементів типових пристроїв;
- схеми заміщення електричних кіл;
- основи розрахунків параметрів та режимів роботи електротехнічних пристроїв.

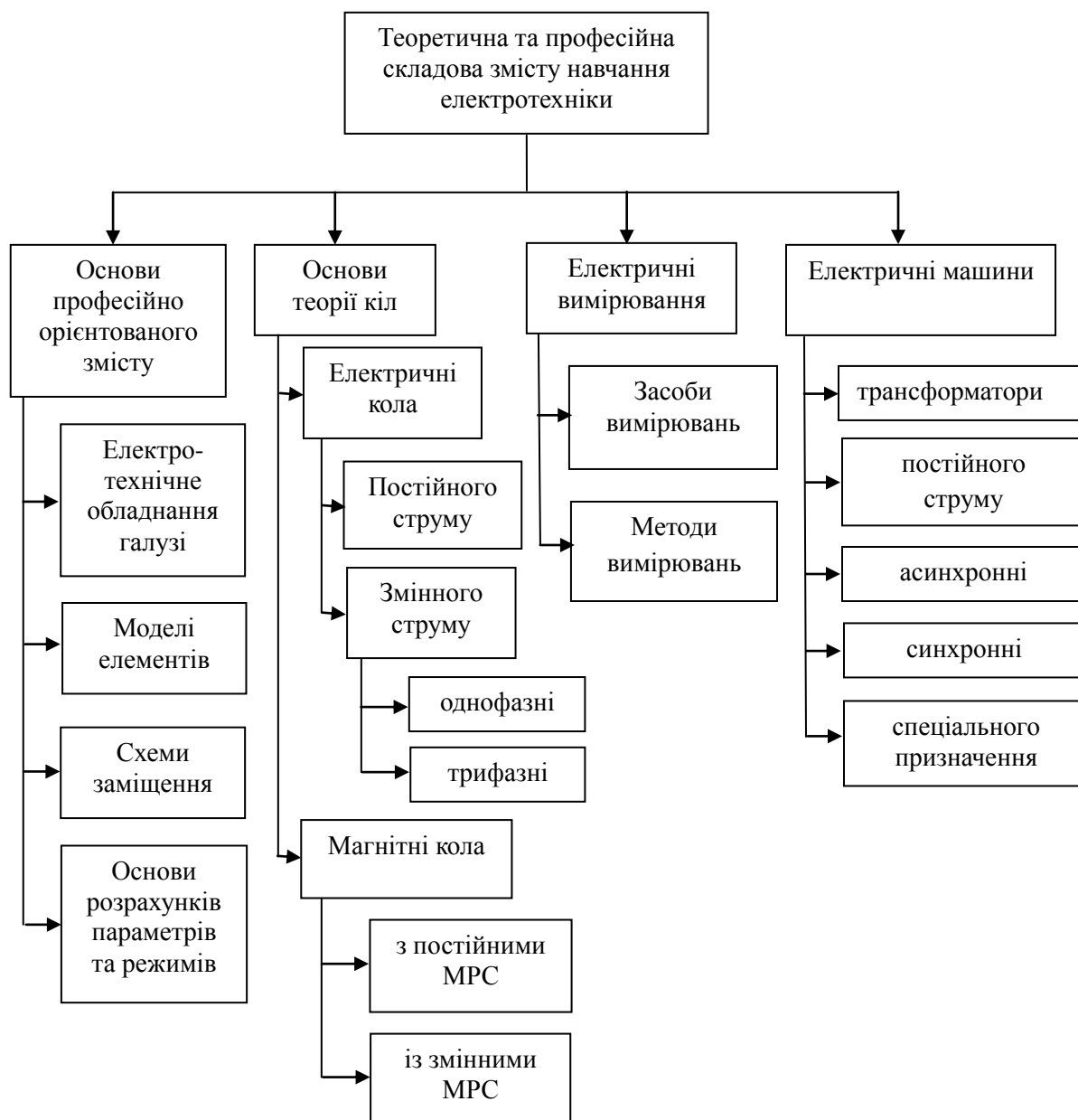


Рис. 2. Структура професійно орієнтованого змісту навчання електротехніки майбутніх інженерів-механіків

Розглянемо моделі елементів. Кожен елемент схеми впливає на характер процесів, які протікають в електричному колі. Цей вплив визначається властивостями даного елемента у зрівнянні з властивостями інших елементів, а також схемою взаємних з'єднань окремих елементів, тобто властивостями кола в цілому. В багатьох випадках вплив деяких елементів на режим роботи електричного кола досить незначний і ним можна знехтувати. Необхідно враховувати, що в електротехніці в моделях електричних кіл застосовуються їх ідеалізовані елементи. Найпростішими ідеалізаціями елементів електричних кіл є лінійні опори, індуктивності, ємності та ідеальні джерела напруги та струму.

Надаючи характеристику ідеалізованим пасивним елементам електричного кола слід пам'ятати, що кожен з цих елементів відображає тільки одну найбільш суттєву особливість електромагнітних процесів, які мають місце в реальних елементах електричних кіл. Кожен ідеалізований елемент має в якості прототипу реальний пасивний елемент: резистор,

індуктивну котушку, або конденсатор. Процеси в реальних елементах набагато складніші ніж в ідеалізованих, тому кожен реальний елемент електричного кола, окрім основного параметра, заради якого він створювався, може характеризуватися також іншими параметрами, які в електротехніці називають паразитними. Теоретично будь який реальний пасивний елемент електричного кола може мати в своїй характеристиці всі три параметри: опір, індуктивність та ємність. Отже реальний елемент електричного кола можна представити за допомогою одного або сукупності ідеалізованих елементів (які характеризуються тільки одним параметром), з'єднаних певним чином. Складність моделі елемента суттєво залежить від багатьох факторів: конструкції реального елемента, технології його виготовлення, особливостей матеріалів, які були застосовані, а також від частотних характеристик електричного кола.

Розглянемо схеми заміщення. Розрахунки, які необхідно провести для визначення електричного стану кола, виконуються за допомогою схем заміщення. Схеми заміщення складаються з однотипних ідеалізованих елементів (моделей реальних елементів), які відображають найбільш характерні властивості елементів кола незалежно від їх дійсного призначення. Кількісна характеристика таких властивостей відображається числовими значеннями параметрів реальних об'єктів предметної галузі, які дійсно впливають на режим роботи електричного кола при визначених умовах його роботи.

При вирішенні практичних задач доводиться вибирати найбільш просту, але прийнятну схему заміщення. Складання такої схеми є найвідповідальнішою операцією при виконанні розрахунку і потребує добротної електротехнічної підготовки і володіння певними навичками електротехнічних розрахунків. Схеми заміщення дають можливість визначити параметри режиму для будь якого елемента кола шляхом вимірювань, а також проводити моделювання складних електротехнічних пристроїв на базі математичних моделей окремих елементів електричних кіл.

Основи розрахунків параметрів та режимів. В реальних умовах експлуатації електротехнічного обладнання різноманітні джерела та приймачі електричної енергії утворюють складні електричні кола. Для забезпечення нормальних умов їх роботи необхідно проводити різноманітні розрахунки електричних кіл відповідних пристроїв по їх схемам заміщення. Зазвичай при розрахунках відомі встановлені потужності окремих споживачів та умови їх застосування, які дають можливість визначити потужність, яка одночасно споживається від джерела живлення. Аналіз і розрахунок умов роботи джерел електричної енергії, економічності постачання електричною енергією споживачів і забезпечення надійності їх експлуатації дозволяє в кінцевому підсумку вибрати як саме обладнання та захисні пристрої, так і перетин проводів, які з'єднують окремі елементи електричного кола. Щоб проводити подібні розрахунки використовують відомі закономірності між окремими величинами в електричних колах, а також різноманітні методи розрахунку електричних кіл, які вивчаються в електротехніці.

Основні розрахункові величини при аналізі схем заміщення це:

- параметри елементів схем R , L , C та опори, які вони чинять при проходженні електричного струпу певної частоти;

- струми у вітках схеми;

- напруги на елементах (дільниках) кола;

- потужність:

- джерела живлення;

- на елементах (дільниках) кола;

- повна, активна, реактивна;

- коефіцієнт потужності.

Аналіз складних електротехнічних пристроїв (трансформаторів, електричних машин та апаратів) проводиться на базі їх схем заміщення, які дозволяють розглядати процеси, що відбуваються в цих пристроях, як такі, що протікають в звичайних електричних колах постійного або змінного струмів. Але для цих пристроїв, окрім зазначених вище величин, необхідно розраховувати цілий ряд специфічних величин, які обумовлені характером та

особливостями їх роботи. Розглянемо основні експлуатаційні характеристики деяких найбільш поширених складових промислового електрообладнання.

Розглянемо трансформатори. При експлуатації трансформатора (силового) орієнтуються на номінальні дані, які приведені в паспортній таблиці:

- номінальна потужність;
- номінальні напруги ВН та НН;
- номінальні струми;
- позначення схеми та груп з'єднання обмоток;
- напруга короткого замикання (у відсотках) на основному відгалуженні обмотки ВН.

Можливі розрахунки в процесі експлуатації та модернізації промислового обладнання:

- змінена потужність модернізованого навантаження;
- коефіцієнт трансформації;
- активний опір обмоток;
- реактивний опір обмоток;
- втрати потужності в обмотках трансформатора;
- втрати потужності в осерді трансформатора;
- залежність к.к.д. від характеру навантаження.

Розглянемо електричні двигуни. Механічну енергію, яка потрібна для роботи більшості промислових механізмів та машин, отримують з електричної енергії за допомогою електричних двигунів постійного та змінного струмів. У електричного двигуна, який є основним елементом автоматизованого електроприводу, є цілий ряд специфічних параметрів, які інженер-механік в процесі своєї діяльності повинен вміти розраховувати, контролювати, знати взаємозв'язок з основними експлуатаційними характеристиками обладнання машинобудівного виробництва. До таких параметрів відносяться:

- номінальний обертальний момент на валу електродвигуна;
- номінальна механічна потужність на валу електродвигуна;
- номінальна частота обертання або кутова швидкість;
- максимальна частота обертання або швидкість;
- діапазон регулювання (відношення максимальної швидкості до мінімальної, при якій зберігаються всі параметри електроприводу по стабільності при змінюванні навантаження, напруги мережі, температури навколишнього середовища, реверсі двигуна);
- перевантажувальна здатність в сталих і перехідних режимах ($k_m = M_{max}/M_N$).

Врахування всіх цих особливостей дозволить правильно вибрати складові електроприводу з необхідними експлуатаційними характеристиками (для роботи конкретного механізму). Застосування двигунів завищеної потужності небажане, тому що робота електроприводу стає неекономічною: невиправдано підвищується вартість всього електрообладнання, а також збільшуються експлуатаційні витрати внаслідок роботи двигуна при зниженому к.к.д., а в асинхронних двигунах знижується і коефіцієнт потужності. Для досягнення найбільш високого к.к.д., а отже, і найбільш економічної роботи привода прагнуть вибрати таку потужність двигуна, щоб при роботі ізоляція його була нагріта до гранично-допустимої температури.

Розглянемо електричні апарати. Для захисту електротехнічних пристроїв від перевантаження та коротких замикань застосовують спеціальні апарати (топки запобіжники, автоматичні вимикачі з електромагнітним та тепловим розчеплювачем). Вибір таких пристроїв базується на знанні режимів роботи обладнання, вмінні розраховувати струми номінального навантаження, пускові струми для електродвигунів різного призначення, враховувати номінальні та максимальні навантаження для конкретного джерела живлення або електричної мережі.

Серед параметрів автоматичних вимикачів, які застосовують в схемах промислового обладнання, основними є:

- рід струму;
- напруга мережі;
- номінальний струм;

- струм миттєвого розчеплення;
- гранична та робоча комутаційна здатність.

Для розрахунку цих показників та правильного вибору комутаційних апаратів необхідно враховувати особливості роботи деяких електротехнічних пристроїв в нестационарних режимах. Так пускові струми з'являються короткочасно і діють від доли секунди до 10 секунд, в залежності від виду пристрою:

- лампа розжарювання короткочасно при включенні споживає 2 – 4 номінальні потужності;
- електричний двигун під час розгону може споживати 8 – 14 робочих потужностей.

Розглянемо проводи та кабелі. Вони є найважливішими елементами систем електропостачання промислового обладнання. Правильний вибір живлячих проводів, розрахунок їх перерізу, який необхідний для надійної та безпечної експлуатації системи електропостачання є однією з найважливіших задач для інженера будь якого профілю. Якщо вибраний переріз проводу не відповідає його струмовим навантаженням, то це призводить до його надмірного перегріву, плавленню ізоляції, короткому замиканню і пожежі.

Розглянемо реостати. Реостати, які використовують в системах електроприводу для роботи електродвигунів постійного та змінного струмів, а також в електрозварювальному обладнанні, мають різне призначення. Загалом це пускові, регулювальні, пускорегулювальні та баластні реостати. Відрізняючись за функціональним призначенням, вони також відрізняються за конструктивними та експлуатаційними характеристиками. Але враховуючи їх основне призначення – обмеження величини струму в електричних колах живлення обмоток електродвигунів, вони мають багато спільних технічних характеристик. Всі ці параметри, з огляду на їх важливість і значимість в процесі експлуатації обладнання, потребують постійного контролю і уточнюючих розрахунків при модернізації та заміні електротехнічних пристроїв на етапах удосконалення промислового обладнання. Серед найважливіших характеристик реостатів слід відмітити:

- граничний струм;
- номінальна напруга;
- номінальний опір;
- установлена потужність;
- маса;
- допустима температура нагріву.

Всі зазначені вище розрахунки витікають із стандартних виробничих ситуацій. На перший погляд вони є досить специфічними, але вони не є надто складними і не вимагають спеціальної повної електротехнічної підготовки. Тобто, вони без будь яких складностей можуть бути виконані інженером-механіком, який прослухав курс електротехніки за професійним спрямуванням. Вміння виконувати подібні розрахунки дозволяє професійно вирішувати виникаючі виробничі проблеми, проводити, в разі необхідності, адекватну заміну елементів електротехнічних пристроїв в процесі удосконалення та модернізації промислового обладнання.

Висновки. Запропоновано системний підхід до формування професійно орієнтованого змісту навчання електротехніки. Визначені основні складові курсу, які базуються на аналізі професійної діяльності інженерів машинобудівного профілю і є основою змісту професійної підготовки майбутніх інженерів-механіків. Особливе значення в системі професійно орієнтованої підготовки майбутніх інженерів машинобудівного профілю має максимальне наближення класичних розділів електротехніки до предметної галузі і їх трансформація на основі формування предметно-орієнтованого змісту електротехніки.

Перспективи подальших досліджень. Подальші дослідження можуть бути направлені на формування предметно-орієнтованого змісту електротехніки для майбутніх інженерів машинобудівного профілю. При цьому необхідно враховувати результати аналізу сфери професійної діяльності інженера-механіка та ті необхідні знаннями та уміннями, які обумовлені його посадовими обов'язками.

Список використаних джерел

1. Анвелт М. Ю. Учебно-методическое пособие по общей электротехнике / М. Ю. Анвелт, М. С. Цепляева, Я. А. Шнейберг. – М. : МЭИ, 1972. – 74 с.
2. Касаткин А. С. Электротехника / А. С. Касаткин, М. В. Немцов. – М. : Высшая школа, 2000. – 542 с.
3. Вольнский Б. А. Электротехника / Б. А. Вольнский, В. Е. Зейн, В. Г. Шатерников. – М. : Энергоатомиздат, 1987. – 528 с.
4. Электротехника / Х. Э. Зайдель, В. В. Коген-Далин, В. В. Крымов и др. ; под ред. В. Г. Герасимова. – М. : Высшая школа, 1985. – 480 с.
5. Общая электротехника / А. Т. Блажкин, В. А. Бесекерский, Б. В. Фролов и др. ; под ред. А. Т. Блажкина – Л. : Энергия, 1979. – 472 с.
6. Электротехника / В. С. Пантюшин, М. Ю. Анвелт, В. Г. Герасимов и др. ; под ред. В. С. Пантюшина. – М. : Высш. шк., 1976. – 560 с.
7. Воробьев А. В. Электротехника и электрооборудование строительных процессов / А. В. Воробьев. – Л. ; М. : Ассоц. строит. вузов, 1995. – 400 с.
8. Богданов Д. Ф. Разделы электротехники и электроники. Вопросы электрооборудования и электротехнологии химических производств / Д. Ф. Богданов. – Киев : УМК ВО, 1991. – 322 с.
9. Электротехника и электроника / В. В. Кононенко, В. И. Мишкович, В. В. Муханов и др. ; под ред. В. В. Кононенко. – Ростов н/Д : Феникс, 2008. – 778 с.
10. Лазарев М. І. Аналіз електротехнічної складової професійної діяльності інженерів машинобудівного профілю / М. І. Лазарев, Г. М. Мосієнко, А. І. Тарасенко // Проблеми інженерно-педагогічної освіти : зб. наук. праць / Укр. інж.-пед. акад. – Харків, 2016. – Вип. 48-49. – С. 91-102.
11. Тарасенко А. І. Роль і місце електротехнічної складової в професійній діяльності інженера-механіка / А. І. Тарасенко, Г. М. Мосієнко // Aktualne problem nowoczesnych nauk – 2016, 07-15 czerwca 2016 : materialy XII miedzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji. – 2016. – Vol. 5. Pedagogiczne nauki.: Przemysl. Nauka i studia. – С. 26-28.
12. Шеховцов В. П. Электрическое и электромеханическое оборудование / В. П. Шеховцов. – М. : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2009. – 416 с.

References

1. Anvelt, MJu, Cepljaeva, MS & Shnejberg, JaA 1972, *Uchebno-metodicheskoe posobie po obshhej jelektrotehnike*, Moskovskij jenergeticheskij institut, Moskva.
2. Kasatkin, AS & Nemcov, MV 2000, *Jelektrotehnika*, Vysshaja shkola, Moskva.
3. Volynskij, BA, Zejn, VE & Shaternikov, VG 1987, *Jelektrotehnika*, Jenergoatomizdat, Moskva.
4. Zajdel, HJe, Kogen-Dalin, VV, Krymov, VV et al. 1985, *Jelektrotehnika*, Vysshaja shkola, Moskva.
5. Blazhkin, AT, Besekerskij, VA, Frolov, BV et al. 1979, *Obshhaja jelektrotehnika*, Jenergiya, Leningrad.
6. Pantjushin, VS, Anvelt, MJu, Gerasimov, VG et al. 1976, *Jelektrotehnika*, Vysshaja shkola, Moskva.
7. Vorobev, AV 1995, *Jelektrotehnika i jelektrooborudovanie stroitelnyh processov*, Associacija stroitelnyh vuzov, Leningrad, Moskva.
8. Bogdanov, DF 1991, *Razdely jelektrotehniki i jelektroniki. Voprosy jelektrooborudovanija i jelektrotehnologii himicheskikh proizvodstv*, UMK VO, Kiev.
9. Kononenko, VV, Mishkovich, VI, Muhanov, VV et al. 2008, *Jelektrotehnika i jelektronika*, Feniks, Rostov-na-Donu.
10. Lazaryev, MI, Mosiyenko, HM & Tarasenko, AI 2016, `Analiz elektrotekhnichnoyi skladovoyi profesiynoyi diyalnosti inzheneriv mashynobudivnoho profilyu`, *Problemy inzhenerno-pedahohichnoyi osvity*, Ukrayinska inzhenerno-pedahohichna akademiya, Kharkiv, iss. 48-49, pp. 91-102.
11. Tarasenko, AI & Mosiyenko, HM 2016, `Rol i mistse elektrotekhnichnoyi skladovoyi v profesiyniy diyalnosti inzhenera-mekhanika`, *Materialy XII miedzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji Aktualne problem nowoczesnych nauk – 2016*, Przemysl, 07-15 czerwca, Nauka i studia, vol. 5, Pedagogiczne nauki, pp. 26-28.
12. Shehovcov, VP 2009, *Jelektricheskoe i jelektromehanichekoe oborudovanie*, FORUM, INFRA-M, Moskva.

Стаття надійшла до редакції 30.10.2016р.

