

ВИКОРИСТАННЯ ТЕОРІЇ ПОДІБНОСТІ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧ СТАНДАРТИЗАЦІЇ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ

А.О. Нечаус
(подав д.т.н., проф. Б.Т. Кононов)

У статті пропонується використовувати для обґрунтування стандартів для електротехнічних засобів методи теорії подібності.

Електричні агрегати та пересувні електростанції (ЕА та ПЕС), що на теперішній час знаходяться в експлуатації у Збройних Силах України (ЗСУ), випущені у 70 - 80 рр. ХХ століття. Більшість з них вже пройшли один - два капітальні ремонти і практично виробили свій ресурс. Значне різноманіття агрегатів та станцій викликає певні проблеми як при їх експлуатації, так і при їх ремонті. Ремонтні підприємства через нестачу коштів та витратних матеріалів здійснюють ремонт у середньому за 5-10 років, однак нерідко ЕА та ПЕС зовсім не повертаються у війська з ремонтних підприємств. У той же час, досить значна кількість ЕА та ПЕС, що не входять у комплекти ОБТ, знаходяться на складах на тривалому зберіганні, але через невідповідність своїх характеристик вони не можуть бути використані для живлення ОБТ.

Таким чином постає проблема поновлення ЕА та ПЕС, що використовуються у ЗСУ, одним боком якої є питання про те, якими повинні бути нові ЕА та ПЕС, щоб виключити їх простій, нераціональне використання та зменшити витрати на їх ремонт та експлуатацію. Тобто виникає задача стандартизації та уніфікації ЕА та ПЕС у межах ЗСУ.

Провідні високо розвинуті країни, такі як США, Великобританія та інші, мають військові стандарти на ЕА та ПЕС. У США – це MIL-STD-633 “Стандартні характеристики пересувних електричних двигун-генераторів”, MIL-STD-1332 “Визначення та класифікація пересувних електроагрегатів Міністерства Оборони”; у Великобританії – це Def Stan 61-5 “Електричні джерела живлення напругою до 650 вольт”, Def Stan 61-10 “Генераторні агрегати. Показники та характеристики.”. Адаже у цих країнах до військових ЕА та ПЕС висуваються специфічні вимоги, які регламентують вихідні характеристики, масо-габаритні, шумові показники, надійність, ремонтоздатність, стійкість до різноманітних негативних впливів і т.п.

У ЗСУ, як і у державі взагалі, залишаються діючими стандарти на ЕА та ПЕС колишнього СРСР, які введені в дію ще у 70-80 роки ХХ сто-

ліття. Тому можна стверджувати, що робота зі стандартизації ЕА та ПЕС як у межах ЗС, так і у межах України взагалі на даний момент не проводиться.

Основною метою стандартизації [5] будь-якого виду продукції – є зменшення нераціонального різноманіття її видів, а також встановлення вимог щодо її якості з урахуванням перспективи розвитку науки та техніки.

Питання стандартизації ЕА та ПЕС постало у 50-х роках ХХ століття у колишньому СРСР. На Новосибірській конференції з питань розвитку пересувної енергетики було зазначено, що пересувні агрегати та станції, випущені до 1957 року у СРСР нараховували близько 230 виконань, що відрізнялися за потужністю, родом струму, за напругою, за частотою, за родом приводу та призначенням, за паливом, що споживається, та за конструктивними ознаками. Розробка та проектування ЕА та ПЕС велися, виходячи з відомчих умов, тому випущені зразки мали вузьке специфічне призначення. У 1956 році було прийнято рішення про уніфікацію та стандартизацію ЕА та ПЕС. У якості головного параметра була задана шкала потужностей, яка включала наступні значення: 0,5; 1; 2; 5; 8; 10; 20; 30; 50; 75; 100 та 200 кВт. У той же час була уніфікована серія дизельних електроагрегатів потужністю від 5 до 75 кВт, ця серія включала 21 типорозмір. Пізніше, у 1962 році був введений в дію Типаж бензоелектричних агрегатів потужністю від 0,5 до 8 кВт [1], який включав 22 типорозміри.

У подальшому ряд потужностей ЕА та ПЕС з двигунами внутрішнього згоряння перетерпів деякі зміни, і нині діючий ДЗСТ 23377-84 встановлює наступну шкалу потужностей: 0,5; 1; 2; 4; 8; 16; 30; 60; 100; 200 кВт, при цьому в нього входять 64 типорозміри.

На теперішній час головним параметром ЕА та ПЕС, що підлягає стандартизації, залишається ряд потужностей. У стандартах встановлюється ряд потужностей, який встановлений на підставі емпіричних міркувань, і не має за собою теоретичного підґрунтя. Тому на світовому рівні мається значна кількість рядів потужностей, які є специфічними практично для кожної країни. Перехід до загальносвітового ряду потужностей ЕА та ПЕС повинен бути головною метою стандартизації у цій галузі. Але побудування такого ряду повинно ґрунтуватися на серйозних теоретичних засадах, щоб він був прийнятий у якості міждержавного стандарту.

Задачі вибору параметричних рядів виробів широко розроблялися у СРСР у 50-70-ті роки ХХ століття. Найбільш широкої розробки набули кількісні методи оптимізації параметричних рядів, що ґрунтуються на техніко-економічних розрахунках [1, 2, 3]. На базі цих методів були розроблені: ДЗСТ 18-76 “Кількісні методи оптимізації параметрів об’єктів стандартизації”, Рекомендація Р3-63 “Економічне обґрунтування вибору параметричних та розмірних рядів в стандартах і нормалях”, “Типова

методика оптимізації одномірного параметричного (типорозмірного) ряду”, “Типова методика оптимізації багатомірних параметричних рядів” та інші.

Цікаве вирішення задачі вибору параметричного ряду запропоновано у літературі [4], на базі методів такої гілки математичного програмування, як дискретна оптимізація.

Але всі вищевказані методики при побудуванні параметричних рядів спираються на економічну доцільність існування типорозмірів параметричного ряду. При цьому не враховуються ті фізичні процеси, що відбуваються у таких складних системах, як ЕА та ПЕС. Але ж виробництво електроенергії у системі “двигун внутрішнього згоряння – електричний генератор” є досить складним процесом, і нехтувати фізичними явищами, які при цьому відбуваються, не можна. Адже існують деякі співвідношення між параметрами системи та процесами, що у ній відбуваються, при яких у максимальній мірі задовольняються ті вимоги, що до неї висуваються. Тобто існує ідеальна модель системи, на базі якої необхідно будувати параметричний ряд.

Побудування такої моделі і параметричного ряду складної системи можливо здійснити на основі апарату теорії подібності та моделювання [6].

При цьому задачу побудування параметричного ряду необхідно вирішувати за наступним алгоритмом:

- побудування математичної моделі ЕА та ПЕС з урахуванням тих фізичних процесів, які відбуваються при їх роботі;
- відшукування критеріїв подібності, які б ураховували головні параметри та показники ЕА та ПЕС;
- побудування параметричного ряду.

Елементи типорозмірного ряду, побудованого на основі теорії подібності та моделювання, будуть відрізнятися від математичної моделі та між собою на деякий коефіцієнт, визначений на основі критеріїв подібності, які пов’язують між собою параметри процесів та явищ, що відбуваються у системі.

Існує декілька способів отримання критеріїв подібності на основі встановленої номенклатури параметрів, які характеризують фізичну сутність процесу, що досліджується [7]. Найбільш ефективним способом, який дозволяє використовувати засоби обчислювальної техніки, є алгоритми, розроблені на основі лінійної алгебри.

Основні етапи побудування критеріїв подібності наступні:

- складання списку параметрів, що характеризують процес;
- складання матриці з показників ступенів розмірностей параметрів;
- виявлення кількості незалежних між собою параметрів шляхом обчислення рангу матриці;
- розрахунок значень показників ступенів основних параметрів;
- відшукування форм запису критеріїв подібності.

Набір отриманих в результаті здійснення вказаного алгоритму розрахунків критеріїв подібності надлишковий, тому що він включає всі можливі варіанти безрозмірних показників. З нього необхідно відібрати ті критерії подібності, які характеризують основні показники процесу, що досліджується. Розмірні параметри повинні бути рознесеними за різними критеріями подібності. Показники ступенів параметрів, що входять у критерії подібності, повинні бути цілими числами, найменшими за абсолютною величиною.

Окрім строго формалізованого алгоритму розрахунку, процес визначення критеріїв подібності включає два етапи, що виконуються на евристичному рівні:

- початковий, коли встановлюється номенклатура основних розмірних параметрів;
- кінцевий, коли відбираються основні критерії подібності та здійснюється їх поєднання.

Типорозмірний ряд, побудований на базі математичної моделі за допомогою критеріїв подібності, може бути використаний як кінцевий, для прийняття у якості стандарту, або ж як початковий для подальшої оптимізації методами техніко - економічних розрахунків.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кубарев О.И. Унификация в машиностроении (обоснование рядов типоразмеров). – М.: Издательство стандартов, 1969. – 160 с.
2. Ткаченко В.В., Алексеев Ю.Т., Комаров Д.М. Система оптимизации параметров объектов стандартизации. – М.: Издательство стандартов, 1977. – 184 с.
3. Комаров Д.М. Математические модели оптимизации требований стандартов. – М.: Издательство стандартов, 1976. – 183 с.
4. Береснев В.Л., Гимальди Э.Х., Дементьев В.Т. Экстремальные задачи стандартизации. – Н-ск: Наука, 1978. – 333 с.
5. Основы стандартизации. / Под ред. В.В. Ткаченко. – М.: Издательство стандартов, 1986. – 328 с.
6. Веников В.В., Веников Г.В. Теория сходства и моделирование (относительно задач электротехники). – М.: Высшая школа, 1984. – 439 с.
7. Надежность и эффективность в технике. Справочник. Т.4. Методы подобия в надежности. – М.: Машиностроение, 1987. – 248 с.

Подана до редколегії 21.05.2001