

АНАЛІЗ ДЕРЖАВНИХ СТАНДАРТІВ З ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН

Ю.М.Латинін, к.ф.-м.н., доц.

Українська інженерно-педагогічна академія

Україна, 61003, м. Харків, вул. Університетська, 16, УПА, кафедра «Теоретичної та загальної електротехніки»

Тел. (0572) 20-63-87

В.І.Мілих, д.т.н., проф.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

Україна, 61002, г. Харків, вул. Фрунзе, 21, НТУ «ХПІ», кафедра «Загальної електротехніки»

Тел. (0572) 40-04-27, E-mail: mvikri@kpi.kharkov.ua

На підставі системного підходу проведений аналіз основних понять та характеристик обертових електричних машин, що визначаються державними стандартами. Виявлено, що стандарти не корелюють між собою і з базовими. Зроблений висновок, що структуру, зміст, дефініції понять стандартів треба переробити, щоб вони відповідали сучасному стану розвитку електричних машин.

На основе системного подхода проведен анализ государственных стандартов в области электрических вращающихся машин, которые определяют их основные понятия, параметры, характеристики. Сделан вывод о том, что стандарты не согласуются между собой и с базовыми. Дефиниции терминов стандартов не отражают сути, противоречат друг другу. Стандарты нуждаются в существенной переработке: изменении структуры и дефиниций.

В Україні в усіх сферах науки й техніки триває перехід на державну мову. У галузі загальної електротехніки, за її спеціалізованими напрямками вже написано й видано багато наукових монографій, навчальних посібників і підручників різних авторів. Спільним недоліком цих видань є неузгодженість наукової і технічної термінології, яку автори частенько вводять на власній розум, причому нерідко з порушенням мовних правил і спотворенням внутрішнього змісту термінів, їхньої дефініцій.

Термінологічні проблеми повинні упереджено вирішуватись державними стандартами України (ДСТУ). Станом на 1.01.2003 р. в Україні у галузі електротехніки розроблено понад 150 стандартів [1]. Стандарти [2-4] подаються як базові для всієї галузі. Інші більш вузько спеціалізовані стандарти повинні їм відповідати. До базових треба віднести й стандарт [5], який охоплює усі електротехнічні вироби та пристрої. Вітчизняні стандарти з електротехніки без сумніву відіграли позитивну роль. Але, на жаль, вони створили й багато проблем тим, хто їх використовує.

Базовим ДСТУ з електротехніки [2-4] була присвячена стаття [6]. Там же викладені вимоги до таких стандартів і на підставі системного аналізу змісту зроблений висновок про необхідність їхньої докорінної переробки. Навіть поверхневий огляд спеціалізованих ДСТУ з електротехніки з переліку в [1] свідчить, що тут є не менш проблем. Такий висновок обґрунтуємо далі на прикладі ДСТУ з електричних машин (ЕМ), до яких належать 22 стандарти.

Метою даної статті є аналіз ДСТУ у галузі обертових електричних машин (ОЕМ) на відповідність їх один одному, загальним вимогам [6-8], настільки повно та вірно терміни відображають основні та другорядні поняття, на повноту подання параметрів, характеристик ЕМ та з інших боків.

При аналізі ДСТУ з ЕМ обмежимося стандартами [9-11]. Вони є найбільш загальними у галузі ОЕМ. Відносно останньої їх доцільно вважати базовими. Недоліки стандартів, що були розроблені на перших етапах (1992-1994 рр.), можна зрозуміти й пробачити: такими були об'єктивні обставини на той час. Але ті, що створювались пізніше, повинні бути більш досконалими. Тому переважну увагу приділимо аналізу ДСТУ 3827-98 [11] з ОЕМ (Характеристики машин. Терміни та визначення). Останній введений в дію з 2000 року. Інших стандартів, зокрема ДСТУ 2286-93 [9], будемо торкатися у випадках їхньої суперечливості з ДСТУ 3827-98, а також при аналізі найбільш загальних понять та специфічних недоліків. Щоб розрізнити посилання на пункти (п) стандартів у тексті статті, зауважимо, що терміни ДСТУ 2286 позначаються одним числом, а ДСТУ 3827 – двома, з крапкою між ними.

Перш ніж перейти до конкретного аналізу стандартів, зробимо загальні зауваження щодо типових помилок, що притаманні науковій і навчальній технічній літературі і яким стандарти не тільки не протидіють, а навпаки, сприяють їх розповсюдженню. Це стосується плутанини у вживанні слів “величина” і “значення” (мається на увазі числове значення скалярної величини), а також слів “параметр” і “характеристика”.

У відповідності з [12] “величина”: 1) розмір, обсяг, протяжність чогось; 2) (в математиці) те, що можна виміряти і обчислити. Аналогічно, за [13], “величина” - узагальнення конкретних понять: довжини, площі, ваги і т.д. (додамо: електричного опору, напруги, магнітного потоку тощо, тобто все те, що можна виміряти). Це підтверджується в [14,15], де чітко розділяються фізичні величини, одиниці їхнього виміру та числові значення.

Найчастіше замість слова “величина” вживають термін “значення”. Таке ототожнювання є майже у кожному стандарті: “*операторний струм* (п.3.152 [3]) – *величина, отримана з ... значення... шляхом перетворення Лапласа...*”, або “*доведенням її напруги до значення того ж порядку, що і напруга...*” (п.259 [9]). Така заміна зовсім не рівноцінна - неможливо ототожнювати величину з її значенням [6]. І навпаки, не можна використовувати термін “величина” у якості кількісної оцінки, тобто вживати словосполучення “величина струму” (п.109 [5]), напруги і т.п. Струм, напруга самі по собі є величинами і при такому вживанні слів виникає тавтологія [14]. Стандарт у галузі OEM ДСТУ 3827-98 у цьому відношенні є навіть показовим: в розділі 5 “Параметри та характеристики величин” тільки у визначенні 39 понять 37 разів вжите слово “значення”.

Ще треба мати на увазі, що скалярні величини (струм, напруга, опір, магнітний потік тощо) у будь-який час повністю та однозначно визначають властивості машини, явища, процесу завданням одного числа, а векторну величину (магнітну індукцію, напруженість електричного поля тощо) визначає числове значення (довжина вектора) та напрямок. Отже ототожнювати скалярну величину з векторною та навпаки недоречно. Наприклад, визначати векторну величину “*магнітну індукцію* в робочому проміжку OEM” (п.162) через скалярну – “*середнє значення магнітного потоку на одиницю площі у повітряному проміжку*”, а тим більше - ототожнювати величину зі значенням.

Математичні методи векторного та комплексного (символічного) аналізу використовують і стосовно електричних та магнітних кіл змінного струму. Але у назвах термінів, їхніх дефініціях поняття вектор ЕРС, напруги чи струму (це умовні вектори) треба уникати, а тим більше - визначати через них інші терміни. Чи існує реально *комплексні потужність* чи *опір*? Ні. А ось величина – “*повна потужність*” існує. Тому визначати реактивний опір чи потужність як “*уявну частину комплексного опору*” чи “*потужності*” (п.3.59, п.3.61 [3]) недоцільно. У протилежному випадку виникає суперечність між визначенням скалярної величини, а *опір* та *потужність* є *такими*, та поняттям комплексної величини. Тому незрозуміло, як терміном “імітанс”, а у відповідності з визначенням п.3.21 [3] він є комплексною величиною, можна замкнути вихідні затискачі кола (див. навантажувальний імітанс (п.4.16 [3])). Аналогічно, не можна визначати скалярну величину (повний синхронний опір синхронної машини (СМ) - п.210) через “... *відношення векторної різниці між ЕРС і напругою на виводах обмотки якоря синхронної машини до струму...*”. Також виникає безглуздя при визначенні скалярної величини – складової напруги (п.6.8, п.6.9) через “... *додавання векторів... ЕРС...та напруги ...*”.

Не дуже вдалий термін існує і в міжнародному стандарті [3]: “розрахункова величина” (п.3.100). Він визначається, як “*значення величини, яке встановив конструктор, щоб визначити нормальний режим*

роботи пристрою”. Таке словосполучення і дефініція його змісту обумовлює суперечність між сутністю цих двох понять. На наш погляд, доцільніше пристрій характеризувати терміном “параметр”, “розрахунковий параметр”, а точніше “розрахункове значення параметра пристрою” - саме його й встановлює чи розраховує конструктор. Таким чином, величину не можна отримати на підставі розрахунків. Це можна зробити тільки по відношенню до її числового значення.

Тепер доречно розглянути може й близькі, але за сутністю зовсім різні, не тотожні поняття - “*параметр*” та “*характеристика*”. За словниками [12,13] *характеристика*: опис, визначення істотних, характерних особливостей, ознак чого-небудь; графічне зображення властивостей чого-небудь за допомогою кривої, який-небудь основний графічний показник чогось. Аналогічно визначає характеристику базовий стандарт (п.111, [5]): *залежність між двома або кількома величинами, що характеризують роботу пристрою*. Але, наприклад, дефініція поняття “*клас точності – характеристика ...*” свідчить про те, що не всі розуміють її у відповідності з вищенаведеним визначенням.

Визначення (стосовно техніки) параметра у різних джерелах [12,13,15] практично зводиться до того, що *параметр* – це величина, що характеризує яку-небудь властивість явища, процесу, системи, технічного пристрою, або змінна величина, від якої залежить значення іншої змінної величини. З електричних параметрів найбільш характерні сила струму, напруга, опір, індуктивність, ємність тощо. Це співпадає і з [16], де параметрами ЕМ вважаються коефіцієнти, що стоять перед незалежними змінними у рівняннях електромеханічного перетворення енергії: активні опори, взаємні індуктивності, індуктивності розсіяння, повні індуктивності обмоток. Базові стандарти, нажаль, не визначають поняття “параметр”. Частковий стандарт, наприклад, з якості електричної енергії визначає параметр (електричної енергії) як *величину, “що кількісно характеризує яку-небудь властивість* електричної енергії (частоту, напругу, форму кривої напруги, струму)”, тобто ототожнює його з числовим значенням.

А що ж робиться у ДСТУ з ЕМ? Так п 3.1 ДСТУ 2818 [10] стверджує, що нижче наведені *геометричні* (п.3.2); *кінематичні* (п.3.3); *динамічні* (п.3.4); та *термодинамічні характеристики*. Насправді в таблицях подано не що інше, як позначення параметрів ЕМ. Та й в базовому стандарті з ЕМ ДСТУ 2286 [9] такі характеристики (саме справжні *характеристики!*) відсутні. Більш того, у визначенні терміну “габарит” (п.2) сказано, що це “*геометрична характеристика*”. Але вже в дефініції п.3 “*єдина серія*” написано “*із закономірно зростаючими параметрами: номінальною потужністю і габаритом*”. Таким чином, останній подано, як параметр ЕМ.

Нерідко ототожнюють між собою поняття “величина” та “параметр”, а також з їхнім числовим значенням. Вони хоч і близькі, але не завжди тотожні поняття. Наприклад, активний, реактивний, повний

електричний опори (п.123,126,124) чи провідності (п.127,125) стандарт [2] визначає через параметр. Але такі ж самі електричні властивості, а саме: кондуктанс (п.123), магнітний опір (п.152) та провідність (п.153), імпульсний електричний опір (п.143) і провідність (п.144) в [2] стандартизують через величину. В назвах термінів розділу 4 ДСТУ 2267-93 [5] та їхньому визначенні 26 разів використане слово “значення”. Тому доцільніше назву розділу починати не з слова параметри, а значення параметрів. П.101 та п.102 [5] стандартизують терміни “параметри неробочого ходу (короткого замикання) електротехнічного виробу (ЕВ)”, як значення параметрів при роботі виробу в цих режимах. Але російське визначення вже не вживає слово “значення”. І це вірно: параметри не зводяться тільки до їхнього числового значення. Назви термінів цього стандарту бажають кращого. Наприклад, “робоче значення параметра ЕВ” (п.102), “найбільше (найменше) значення робочого параметра ЕВ” (п.103). Таким чином, неоднозначність поняття параметр, відсутність його визначення у базових стандартах дає змогу розробникам нових вживати цей термін у різному сенсі.

Подібна ситуація склалася з найбільше вживаним у стандартах словом “номінальний”: в різних стандартах й навіть у межах одного його вживають з різним змістом. Одні стандартизують номінальну величину чи параметр, інші - номінальне значення величини чи параметру: “номінальна напруга... - параметр...”, “номінальна частота – частота...”, “номінальне навантаження – значення навантаження...”. Не дивно, що у дефініції поняття струм перевантаження (п.109), вжите словосполучення “найбільше номінальне значення”.

На підґрунті того, що вже написано, проаналізуємо структуру, назву стандарту 3827-98 (Обертові електричні машини. Характеристики машин. Терміни та визначення) [11]. Стандарт містить 97 понять та термінів, що зосереджені у шістьох розділах (у дужках наведена кількість понять розділу): 3 - Основні величини (8); 4 - Характеристики (6); 5 - Параметри та характеристики величин (39); 6 - Розрахункові величини (13); 7 - Параметри, визначені через відношення величин (11); 8 - Навантаження, режим, номінальний режим (20).

Назві стандарту відповідають тільки третій (основні величини) та четвертий (характеристики) розділи, обсяг останнього найменший у стандарті - 6%. Решта розділів хоч і складають істотну його частину - 85%, але не витікають з його назви. Незрозуміла і перестановка слів у назві стандарту [11] “Обертові електричні машини”, що виводить його поза бібліографічний ряд інших стандартів [9,10,17].

Не можна усвідомити й зрозуміти назву п'ятого розділу. Які параметри чи характеристики притаманні скалярній величині? Визначення останньої (див вище) їх не передбачає. Недоречно й назва 6-го розділу. Чи може бути розрахунковою напруга мережі, струм? Останні є величинами. Краще цей розділ назвати: розрахункові параметри. У назву восьмого розділу винесе

сено його три окремі терміни. Але за суттю увесь зміст розділу мала б об'єднати назва «режими роботи». Та й доцільніше розташувати його відразу після 3-го, оскільки поняття про різні режими використовуються і в попередніх. Таким чином, стандарт 3827-98 доцільніше було б назвати як і ГОСТ 17154-71, а саме “Машини електричні обертові. Характеристики, розрахункові параметри, режими роботи. Терміни та визначення”, або як розділ 3 ГОСТ 27471-87 [17], який має таку ж назву.

Розглянемо наповнення ДСТУ 3827-98 [11] на прикладі його розділів 3 - Основні величини та 4 - Характеристики. Як виявляється, у галузі OEM всього 8 (!) основних величин. З них чотири пов'язані з потужністю: *віддавана потужність генератора (двигуна)* (п.3.4, п.3.5), *підвідна потужність до генератора (до двигуна)* (п.3.7, 3.8). Решта чотири: *амперпровідники та ампервитки* (п.3.1, 3.2), *синхронна швидкість* (п.3.3) та “номінальне значення” (п.3.6).

До основних неможливо віднести поняття “номінальне значення”. Дійсно, воно визначає “числове значення...”, але не величину. У якості основної в стандарт доцільніше ввести поняття “номінальна величина” чи параметр (струм, напруга, тощо), як це зроблено у ДСТУ 3270-95 [18] на силові трансформатори. Сумнівно й терміни “амперпровідники” чи “ампервитки” віднести до основних. У відповідності з визначенням вони є “добуток...”. Окрім того, що поняття “ампервитки намагнічування” використане у визначенні терміну “характеристика насичення” (п.4.1), усі вище вказані величини не використовують при визначенні інших характеристик електричних машин (розділ 4).

З нашої точки зору, основними є ті електричні, механічні чи інші величини, що характеризують ЕМ і визначають їхні основні параметри, властивості чи характеристики. В першу чергу такими є кутова швидкість обертання ротора (або частота обертання), обертовий момент, ККД, коефіцієнт потужності, струм і напруга якоря, струм збудження, магнітний потік, індуктивності обмоток, магніторушійна сила тощо. Але ні серед основних величин, ні в стандарті з літерних позначень [10] більшості з них немає. Замість поняття “синхронна швидкість” (п.3.3), яке відноситься тільки до машин змінного струму, краще було дати дійсно найбільш загальні величини, наприклад “швидкість кутової механічної” або “частоту обертання”. Вони притаманні усім OEM незалежно від роду струму й фігурують у визначеннях, наприклад механічної або електромеханічної характеристики (п.4.5).

Та й взагалі, якщо послідовно дотримуватися сутності понять “величина” і “параметр”, то треба зрозуміти, що основні величини вже визначені базовими стандартами з електротехніки [2,3]. Але коли вони стосуються конкретних пристроїв, то це вже їхні параметри. Отже, “магнітна індукція”, як загальне поняття – величина, а “магнітна індукція в основному проміжку OEM” – параметр ЕМ. Тому розділ 3 ДСТУ 3827-98 мабуть треба було назвати: Основні параметри. Аналогічне вдосконалення треба зробити і в інших

спеціалізованих стандартах.

Розділ 4 ДСТУ 3827-98 містить всього 6 (!) характеристик. Деякі найважливіші характеристики ЕМ (механічна, робочі, регульовальна, зовнішня тощо) взагалі відсутні. У союзному ГОСТ 17154-71 їх наведено 19, а в стандарті 1987 року ГОСТ 27471 [17] - вже 29. Базовий стандарт з OEM (ДСТУ 2286-93) їх містить - 25. Таким чином, зміст розділів ДСТУ 3827-98 не відповідає твердженню: “встановлює терміни та визначення основних понять стосовно галузі оберткових електричних машин”. Таке ж твердження і у передмові ДСТУ 2286-93. Навіщо два стандарти основних понять для однієї галузі? Чому виникла така суперечність? Тому що ні назва, ні найменування та й зміст розділів цього стандарту не відповідають меті. І чи можна вважати його базовим у галузі OEM? На наш погляд, тільки сукупно з ДСТУ 2286-93. Без останнього його таким вважати не можна, оскільки він не містить визначення ЕМ чи її частин. Та й кількість характеристик ЕМ в ньому істотно менша, ніж у ДСТУ 2286-93.

ДСТУ 2286-93 Машини електричні обертові містить 313 термінів у 17 розділах. Але не все гаразд і в ньому. Розділ 14 стандарту має назву: *Характеристики, розрахункові параметри і режими роботи* OEM. А в дійсності він присвячений викладанню характеристик ЕМ. Розділи 15 та 16 мають назви: *Розрахункові параметри* (75 термінів) та *Режими роботи та процеси, пов'язані зі зміною становища машини* (60). Аналізуючи заголовки розділів 14, 15 та 16, можна зробити висновок, що 14-й сформульований не дуже коректно: його змістовна частина до слова Характеристики майже повністю дублює назву розділів 15 та 16.

Чергова позиція, з якій розглянемо ДСТУ з OEM, - правильність, однозначність термінів та їхніх дефініцій. Почнемо з визначення понять “*електрична машина*” у базовому стандарті ДСТУ 2815-94 (п.4.99) та “*електрична обертова машина*” у ДСТУ 2286-93 (п.1). У відповідності з першим вона є “*електромеханічний перетворювач, який перетворює електричну енергію на механічну та навпаки*”. У відповідності з другим – “*обертова електрична машина – електротехнічний пристрій, призначений для перетворення енергії на основі законів електромагнітної індукції та взаємодії магнітного поля з електричним струмом і містить принаймні дві частини, які беруть участь в основному процесі перетворення і мають можливість обертатися або повертатися одна відносно одної*”. Таким чином, з одного боку ЕМ – перетворювач, а з другого – електротехнічний пристрій.

Але навіть вельми загальне визначення ЕМ у ДСТУ 2815-94 не охоплює їх усі. Наприклад, до ЕМ відносяться одноякірні перетворювачі постійного струму в змінний та навпаки, а також синхронні компенсатори [19], які не підпадають під це визначення. З іншого боку, подане визначення ЕМ можна віднести й до інших пристроїв, наприклад, до електричних апаратів з електромагнітним приводом, у яких електрична енергія також перетворюється в механічну. Якщо у відповідності з [20] урахувати можливість існування

чисельного ряду ЕМ, у тому числі циліндричних з обертовим рухом, то дефініція OEM у ДСТУ 2286-93 виглядає вузько обмеженою. Під дефініцію OEM не підпадуть не тільки гіпотетичні ЕМ [20], але й реальні: *індукторна машина* (п.59), *гістерезисний електродвигун* (п.60), *реактивний синхронний двигун* (п.61), *двигун з електромагнітною редукцією* (п.62); *синхронна* (п.90) та *гістерезисна* (п.91) муфти; *реактивний кроковий електродвигун* (п.39) та *кроковий електродвигун з постійними магнітами* (п.40). Визначення OEM суперечить й російському визначенню поняття “*гістерезисный момент вращающейся электрической машины*” [21]. Можна змінити визначення цих машин або деяких з них (мабуть це і доцільно зробити) так, щоб воно відповідало загальній дефініції OEM. Але в першу чергу слід змінити визначення останньої. І ось чому. Магнітне поле діє на заряд, що рухається під кутом до магнітного поля (сила Лоренца), або на провідник зі струмом, а не на струм. Що ж до згаданих ЕМ, то в них обертовий момент обумовлений взаємодією магнітних полюсів, включаючи прояву анізотропії магнітної провідності по поперечній та повздовжній осях ЕМ. Ще додамо: замість “...на основі законів...” краще писати “...на основі явищ...”, бо явище – первинне, а закон – лише його формальний опис.

Тому, на наш погляд, доцільно удосконалити загальне визначення ЕМ, суттю яких є *перетворення енергії на основі використання електричного струму та електромагнітного поля (чи окремих його складових) і відносного механічного руху частин конструкції*. А дефініцію OEM вже можна подавати, як частковий випадок загального визначення з відображенням конструкційних особливостей.

Не дуже вдале визначення у ДСТУ 3827-98 й поняття “електромеханічна характеристика” (п.4.5)— *залежність швидкості обертання електродвигуна від струму якоря за умови, що всі режимні величини залишаються сталими*. Режимні величини – що це? До того ж, мабуть, характеристику доцільніше було б стандартизувати як “швидкісна характеристика”, що вже є у базовому стандарті з OEM [9]. Визначення “електромеханічної характеристики” суперечить дефініції терміну “швидкісна характеристика обертового електродвигуна” (п.148). І ось чому. Поняття якір прийняте вживати тільки до (СМ) та колекторних машин постійного струму (п.297). Асинхронні машини під таку дефініцію не підпадають і вживання терміну “якір” у визначенні характеристики істотно її звужує. Недоцільне й використання у дефініції характеристики “швидкість” без додаткового слова *кутова*, оскільки при цьому порушується однозначність поняття.

Ще приклад. П.4.1 визначає характеристику насичення: “*залежність між напругою первинної обмотки і струмом збудження чи ампервитками намагнічування в заданих умовах навантаження, швидкості та ін.*” Використання поняття “*первинна обмотка*”, що не притаманне ЕМ, заплутує сутність цього визначення, оскільки трактування його не може бути однозначним. Якщо автори під первинною обмоткою

мали на увазі обмотку якоря в машинах змінного струму (див. ДСТУ 2286, п.225,226), то в цьому випадку дефініція визначає навантажувальну характеристику, яку формулює п.4.2 стандарту. Якщо ж мати на увазі обмотку збудження, то стосовно машин постійного струму та синхронних взагалі виникає нісенітниця: прямо пропорційна залежність між постійним струмом та напругою (закон Ома). Таким чином, при наведеному визначенні характеристики вона не має сенсу.

Також виникає питання, навіщо стандартизувати “навантажувальну характеристику машини в разі індуктивного навантаження” (п.4.4 [11]), якщо вона є частковим випадком загальної “навантажувальної характеристики” (п.4.2) ЕМ. Та й дефініція терміну п.4.4 викладена не кращим чином: «навантажувальна характеристика до сталого значення струму навантаження та індуктивного його характеру». У відповідності з ним термін «індуктивний» відноситься до струму. А це не відповідає дійсності. Індуктивний характер має навантаження, споживач. Визначення навантаження також викладено не ліпшим чином: «сукупність чисельних значень електричних і механічних величин, які характеризують вимоги до обертових машин з боку електричного кола чи механізму в заданий момент часу». Навантаження може бути сукупністю електричних та механічних величин чи параметрів. Вимоги може формулювати розробник машини до електричного кола, з яким її треба з'єднати, або виробник навантаження, який викладає вимоги до електричного двигуна.

Не зрозуміло, чому стандарт [9] визначає “механічну характеристику електродвигуна”, як “залежність обертального моменту від частоти обертання ротора” (п.146). Загальноприйнятим і правильним є навпаки “залежність частоти обертання ротора від обертального моменту” (незалежною змінною – аргументом є саме момент).

Часткові спеціалізовані стандарти з ЕМ повинні відповідати не тільки один одному, але і базовим у галузі електротехніки [2-4]. Але стандарти з ЕМ, не дивлячись на те, що в розробці деяких з них приймали участь одні і ті ж фахівці, мають багато суперечливостей, не завжди відповідають базовим.

У ДСТУ з ЕМ мають місце різні визначення однакових понять. Наприклад, “кутова характеристика” (п.4.6) ДСТУ 3827-98 визначає залежність кута зміщення ротора (СМ) від активної складової потужності чи від моменту. Але ДСТУ 2286-93 (п.144) визначає “кутову характеристику СМ” через залежність активної потужності від кута вибігу, що не одне і те ж. До того ж, у стандартах визначений лише “кут навантаження СМ” – кут зміщення осі полюсів індуктора СМ з положення неробочого ходу в положення навантаження (п.166), а в п.5.4 така ж сама дефініція для “зміни кута навантаження”. Виходить, що “кут” і “зміна кута” – одне й те ж? І що це за “положення осі полюсів”, відносно чого? Індуктор же обертається, а не стоїть на місці.

Розглянемо, як стандарт з літерних позначень та одиниць виміру у галузі OEM [10] (ДСТУ 2818-94), який є і міждержавним стандартом (ГОСТ 30149-95), корелює з базовими. В розділі 3.6 цього стандарту використаний термін “уявна потужність”. Але в базових [2-4] такого словосполучення не знайти. Останні визначають та вживають терміни “повна”, “активна”, “реактивна” (але не уявна) потужність. Незрозумілий й термін “магнітне витікання”. Очевидно автори мали на увазі термін “магнітне розсіювання”. Дійсно, в табл.7 (стор.11 [10]) магнітне розсіювання позначено цією ж буквою σ . Неможливо уявити, що у розділі 3.7 визначає термін “Номинальний (табличний)”. В ніякому з стандартів він не визначений. Більш того, стрічкою нижче фігурує термін “номинальний”, але без слова табличний (для позначень величин з субіндексом n в протилежність номінальному табличному, які позначаються великою літерою N). У стандарті відсутні позначення таких магнітних, електричних величин чи параметрів, які широко вживають: МРС F , індукція магнітного поля B , магнітний потік Φ , повний опір Z , індуктивність L та взаємна індуктивність M . Недоцільним при цьому було й посилання на союзний ГОСТ 1494-77 для позначення тих величин, що не ввійшли у вітчизняний стандарт. Одиниці виміру ДСТУ 2818-94 наводить тільки у міжнародному форматі, а не на державній мові.

Дефініція ковзання в [10] через кутові швидкості (поля збудження статора ω_s та механічну Ω_m) формулою $s=(\omega_s/p-\Omega_m)/(\omega_s/p)$ не відповідає визначенню ковзання через синхронну частоту і частоту обертання ротора (п.195 [11]). Остання базовим стандартом не визначена (визначена асинхронна частота обертання OEM в п.192), як й число пар полюсів p . Такої формули не знайти в підручниках з електротехніки, а майже усі її величини не визначаються базовими стандартами. Ще більш заплутує сутність зауваження (див. примітку), що для машин змінного струму синхронна кутова швидкість дорівнює ω/p , де перша величина – еталонна кутова швидкість. Але такого терміна не містить жоден стандарт з ЕМ. Кутова швидкість містить трансцендентне число π і використання формули у такому форматі при числових розрахунках, побудові графіків буде обумовлювати ускладнення, заважатиме її використанню у навчальному процесі.

В ДСТУ з ЕМ термін “момент” часто використовують одноосібно, що не зовсім коректно. Дійсно, є різні види моменту: обертальний, інерції, часу тощо (див., наприклад, таблицю 3 ДСТУ 2818). Причому у випадку “обертального моменту”, наприклад, п.5.1 ДСТУ 3827-98 або п.п.89,90,91,61,123 [9] необхідно вживати саме “обертальний” (це відповідає багатьом джерелам, наприклад, словнику [22]), а не “обертаний” (п.41, ДСТУ 2286) чи інше.

В [6] вже зверталася увага про недоцільність, неприпустимість використання різних словосполучень для позначення одного й того ж поняття не тільки в одному, але й в різних стандартах. Майже кожний стандарт постулює, стверджує, що для кожного по-

няття встановлюють лише один стандартизований термін. Але практично на ділі виходить зовсім протилежне. Наприклад, для електричного зв'язку елементів кола між собою використовують такі поняття: “сполучення”, “з'єднання” та “злучення”. Не стали винятком й стандарти з ЕМ. Так ДСТУ-3827 використовує у визначенні понять в п.5.11 і 5.12 термін “дієвий струм”, а в п.5.15 та 5.16 - “діюче значення струму”. Ще приклади неузгодженості термінів однакових понять в ДСТУ 3827 та 2818: “віддавана”-“відбита” потужність, “швидкість”-“кутова швидкість”, “підвідна”-“підведена” потужність, “надперехідна”-“понадперехідна”. Стандарт [10] використовує термін час прискорення (табл.3), а [11] - час пришивидшення (п.5.9), не дивлячись на те, що в попередньому (п.5.8) використане поняття прискорення.

Назви термінів базових стандартів з електротехніки та ДСТУ з ЕМ також не співпадають. Так ДСТУ 2286-93 широко вживає поняття “споживана потужність”, “споживаний струм” (п.148,149, 147), а [3] – споживна потужність (п.3.76). П.8.7 [11] визначає термін “тривалість увімкнення”, а п.5.26 ДСТУ 2815-94 – “тривалість вмикання”. П.8.12, п.8.13 [11] визначають режими короткочасного та повторно-короткочасного навантаження, а п.5.24 та п.5.23 (ДСТУ 2815-94) - короткотривалий та повторно-короткотривалий режими.

П.8.13-8.18 [11] визначають різні режими роботи машини: «режим повторно-короткочасного навантаження», «режим роботи з періодичною зміною швидкості й навантаження» тощо. Всі визначення починаються з словосполучення «режим навантаження...». Але у стандарті визначений лише режим роботи (п.8.5) машини, а не її навантаження. Тому в дефініціях вищезгаданих термінів слід використовувати стандартизовані раніше терміни. Та й “навантаження” з одного боку пристрій, що споживає потужність (п.4.129 [3]), у якого є виробник (п.8.20 [11]), а з другого (п.8.1 [11]) - сукупність чисельних значень, тобто термін навантаження вживають у межах одного і в різних стандартах у двох призначеннях. Тому доцільно стандартизувати обидва, як це зроблено у міжнародному стандарті.

Наведемо ще найбільш поширені та типові похибки, які існують у проаналізованих стандартах.

1. Реальний об'єкт замінюють його моделлю, напрямком - знаком або полярністю тощо.

Наприклад, в п.13 і п.14 [9] оперують з поняттям “знак магнітної індукції”. Але векторну величину характеризує напрямком. У визначенні поняття “емнісне гальмування обертового асинхронного двигуна” (п.251 [9]) конденсатор ототожнюється з його параметром, тобто ємністю: “застосовується електрична ємність”. Аналогічно, резистор, обмотку (п.249, 250) замінюють їхнім опором. У терміні “еквівалентний синхронний індуктивний опір” (п.7.4 [11]) – значення синхронного індуктивного опору, яким замінюють під час розрахунків мережі (?!) СМ, що працює в заданому режимі”. По - перше, у стандарті відсутнє визначення поняття “синхронний індуктивний опір”, а по -

друге - неможливо електричну машину замінити значенням. А ось котушкою, індуктивний опір якої..., можна замінити. І чи може математична величина, тобто яка реально не існує, визначати, обумовлювати, створювати? Наприклад, п.6.4-6.7 [11]: “складова (ідеалізоване поняття, що існує у голові людини) синхронної ЕРС, індуквана (!?) магнітним потоком (реальна річ), створеним складовою (ідеалізоване) магніторушійної сили...”

2. Вживають не стандартизовані, не визначені або нехарактерні для цієї галузі поняття.

У п.55 ДСТУ 2286 використаний термін “положення магнітного поля”. Але магнітне поле такий параметр не характеризує. В п.79 вжите не стандартизоване словосполучення “зміна фазового положення імпульсів...”. В дефініції характеристики насичення (п.4.1, п.225, п.226 та п.249) використані поняття “нервина”, “вторинна” обмотка, які у галузі OEM не вживають. Немає й понять, що описують режими роботи: реальний (див. п.8.19), “асинхронний режим” (п.7.1). Недоречно використовувати поняття “однофазний змінний струм” (п.49 і п.278), оскільки однофазним є не струм, а коло, наприклад, електричний двигун (п.72, 73, 77).

3. Використовують різні словосполучення для позначення одного і того ж поняття (як у різних стандартах, так і в одному і тому ж).

При визначенні понять п.213 та 214 використане словосполучення “робочий магнітний потік”, а в п.202,299 – “основний магнітний потік”. Двоякість, неоднозначність назв термінів, понять стає на перешкоді користування ними: людина, що не знайома з історією питання, буде вважати їх як не тотожні, а зовсім різні терміни.

4. Не дотримуються порядку розміщення термінів: більш загальні поняття треба ставити попереду, а менш загальні – тільки після них.

Наведемо приклад. Термін “номінальний робочий режим” (п.8.20) стоїть останнім, хоча використовується значно раніше, наприклад, у п.8.4, причому без слова “робочий”. Та й взагалі, на наш погляд, розділ 8 в [11] доцільніше розмістити раніше, оскільки термін “номінальний” вживається в попередніх розділах (п.5.1,5.2,5.5 тощо).

5. Недоцільно використовують у дефініціях числові параметри.

Так в п.47 “електродвигун пульсуючого струму” визначено: двигун, що розрахований на живлення “від випрямляча при пульсації струму більше 10%”. Таким чином, критерієм тут є число 10. Але якщо пульсації струму будуть менші, наприклад 9,99%, то що - це вже не буде електродвигуном пульсуючого струму? В визначенні цього пристрою використано не стандартизоване поняття “пульсації струму”. Краще було використати термін від джерела пульсуючого струму.

6. Російський та український варіанти визначення не співпадають.

Так в визначенні одного поняття є різні по сутності словосполучення: в російській редакції “электрическое торможение”, а в українській - “електричне

навантаження”, останнє, до того ж, не визначається у ДСТУ. Дефініція поняття “неробочий хід” (п.8.2) українською та російською мовами також не співпадають.

Завершуючи аналіз, зауважимо, що навіть примітки, рисунки ДСТУ 2818-94 містять похибки. Так примітка 1 до розділу 3.5 “Електричні та магнітні величини”: - “Більшість із пунктів стосуються машин змінного струму, синхронних машин тільки частково” містить суперечність. Дійсно, СМ є машинами змінного струму. Важко збагнути, чому примітка 2 в цьому ж розділі відноситься до поняття “момент електромагнітний”? Незрозуміло й чому термін “час прискорення номінальний” позначений в [10] як T_j , не у відповідності з вимогами, що викладені у таблиці 1, тобто з додатковим субіндексом “n”, або “N”. Поняття “Теплота, кількість тепла” як і “енергію” важко віднести до динамічних характеристик (п.3.3 [10]). Мабуть їх доцільніше було перенести у розділ 3.4 “Втрати, теплопередача”. Мають місце тавтологічні вислови у визначенні поняття. Наприклад, термін п.4.4 визначає “навантажувальну характеристику машини в разі індуктивного навантаження”. Грішить цим й висловлювання п.5.22-5.28: “досягає значення, що дорівнює $1/e = 0.368$ від свого початкового значення”. В останньому випадку слід вживати словосполучення “числове значення величини (струму, напруги, тощо) в початковий момент часу”.

В статті наведені приклади основних недоліків та похибок. Наводити усі похибки, безглуздя, нісенітниці, описки у визначеннях чи пропускання частини слів, наприклад в п.7.9, недоцільно: настільки їх багато, що обсяг однієї статті цього не дозволяє. Безумовно, що і автори статті не претендують на абсолютну істину. Тому перш ніж завершити аналіз й перейти до висновків, запрошуємо фахівців з електротехніки, викладачів, усіх, кого цікавлять проблеми стандартизації та розвитку понятійного апарату, до дискусії з розглянутих у статті питань.

ВИСНОВКИ

1. ДСТУ з ЕМ суперечать один одному, базовим ДСТУ з електротехніки: терміни, визначення понять не задовольняють вимогам, що викладені в нормативних документах щодо стандартизації, не відповідають логіці розвитку ЕМ.

2. Найбільш недосконалим є ДСТУ 3827-98. Цей стандарт неможливо вважати таким, що визначає терміни та визначення о с н о в н и х понять та характеристик у галузі OEM. Назва, структура стандарту, обсяг і наповнення розділів, терміни та їхнє визначення не відповідають поставленій меті.

3. Стандарти з ЕМ треба створювати фактично заново, використовуючи системний підхід, та враховуючи вимоги нормативних документів щодо стандартів [7,8], а також зауваження, пропозиції, висновки цієї та попередньої [6] статей.

ЛІТЕРАТУРА

- [1] Стандарти України. Показчик у двох томах. Т.2.- Львів: Леонорм, 2003.- 178 с.
- [2] ДСТУ 2843-94 Електротехніка. Основні поняття. Терміни та визначення. Київ: Держстанд. України, 1995.-67 с.
- [3] ДСТУ 2815-94 Електричні й магнітні кола та пристрої. Терміни та визначення. Київ: Держстандарт України, 1995.-105 с.
- [4] ДСТУ 3120-95 Електротехніка. Літерні позначення основних величин. Київ: Держстандарт України, 1996.-40 с.
- [5] ДСТУ 2267-93 Вироби електротехнічні. Терміни та визначення.- Київ: Держстандарт України,1993.-47 с.
- [6] Латинін Ю.М., Мілих В.І Аналіз базових державних стандартів з електротехніки / Електротехніка та електромеханіка.- 2003.- №.3.- С.77-81.
- [7] ДСТУ 3325-96 Термінологія. Визначення основних понять. Київ: Держстандарт України, 1996.-42 с.
- [8] ДСТУ 3966-2000 Термінологія. Засади і правила розроблення стандартів на терміни та визначення понять. Київ: Держстандарт України, 2000.- 32 с
- [9] ДСТУ 2286-93 Машини електричні обертові. Терміни та визначення.-Київ:Держстанд. України,1994.-120 с.
- [10] ДСТУ 2818-94 (ГОСТ 30149-95) Машини електричні обертові. Позначення літерні та одиниці виміру.- Київ: Держстандарт України, 1995.- 30 с.
- [11] ДСТУ 3827-98 Обертові електричні машини. Характеристики машин. Терміни та визначення. Київ: Держстандарт України, 1999.-39 с.
- [12] Великий тлумачний словник сучасної української мови.- Київ-Ірпінь: Перун, 2001.-1426 с.
- [13] Советский энциклопедический словарь / Научно-редакционный совет: А.М.Прохоров (пред.).- М.: «Советская энциклопедия», 1982.- 1600 с.
- [14] Фізичні величини та їх одиниці. Основні поняття, співвідношення.- Київ: Либідь, 1997.-112 с.
- [15] Политехнический словарь / Гл.ред.ак.И.И.Артоболовский.- М.:«Советская энциклопедия»,1977.-608 с.
- [16] Справочник по электрическим машинам. В 2-х томах. Под ред. И.П.Копылова и Б.К. Клокова, Москва: “Энергоатомиздат”, 1988.- 455 с.
- [17] ГОСТ 27471-87 Машини электрические вращающиеся. Термины и определения.
- [18] ДСТУ 3270-95 Трансформатори силові. Терміни та визначення. Київ: Держстандарт України, 1996.-85 с.
- [19] Вольдек А.И. Электрические машины. Л.: Энергия, 1978.- 832 с.
- [20] Шинкаренко В.Ф. Основы теории эволюции электро-механических систем.- К.: Наукова думка, 2002.- 288 с.
- [21] Електротехніка. Термінологія. Вып.3. Справочное пособие. М.: Изд-во стандартов, 1989.- 344 с.
- [22] Російсько-український технічний словник. Луцьк: Візор, 1993.- 1047 с.

Надіслано 10.12.2003

Latynin Yu.M., Milykh V.I.

Analysis of State Electric Machine Standards

State standards in the field of rotating electric machines that define their general notions, parameters and performance specifications are analyzed on the basis of system approach. Conclusion is made that the standards insufficiently correlate both with each other and the fundamental ones. Terms definitions in the standards mismatch their essence and contradict each other. The standards need revising, namely, changing in the structure and the definitions.

Key words - electric machine standards, analysis, general notions, parameters, performance specifications.

СПИСОК АВТОРІВ

*Латинін Юрій Михайлович,
Міліх Володимир Іванович*