

ПРО НОРМУВАННЯ РЕАКТИВНОГО НАВАНТАЖЕННЯ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАВАННЯ ПРОМИСЛОВИМ І ДОРІВНЕНИМ ДО НИХ СПОЖИВАЧАМ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

О. І. Дорошенко¹, С. О. Борисенко², П. П. Ненов², А. С. Пасько¹

¹Одеський національний політехнічний університет

²ООО «Південьенергомережпроект»

Анотація. Спираючись на сучасну квантову фізику, пропонується оригінальний підхід до принципу електропередавання промисловим і дорівненим до них споживачам електроенергії, яка вважає її електроустановкою, що передає згаданим споживачам електричну напругу, як потенційну форму електромагнітної енергії. Також пропонується методика визначення нормативного значення коефіцієнта реактивного навантаження системи електропостачання конкретному споживачеві електроенергії, за якого гарантовано додержується електромагнітна сумісність згаданої системи.

Ключові слова: реально-математичне моделювання в електроенергетиці, квантування електрично пружного діелектричного середовища системи електропостачання, електромагнітне поле, головний критерій електромагнітної сумісності електроенергетичних систем.

Вступ

Як відомо, робочим інструментом системи електропередавання будь-якому споживачеві електроенергії – системи електропостачання (СЕП) являється її електромагнітне поле, яке є сукупністю електромагнітних полів усіх її елементів. При цьому, у відповідності до нормативного документа [1], будь-яка СЕП є сукупністю джерела електричної напруги і електричної мережі, яка приєднує до нього пункт прийому

(ПП) згаданої напруги в СЕП споживача електроенергії, що розглядається.

Таким чином, СЕП конкретному споживачеві електроенергії є підсистемою загальної електроенергетичної системи (ЕЕС), як технологічної підсистеми електроенергетики будь-якої країни, з будь-яким політичним і економічним устроєм. Можливу принципову схему електропередавання у конкретному випадку представлено на рис. 1

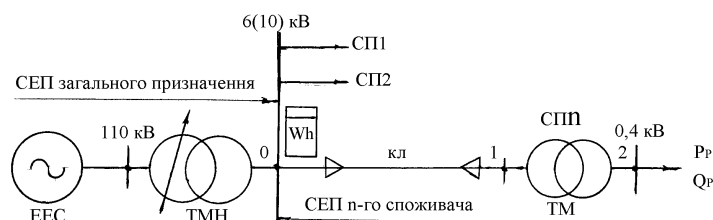


Рис. 1. Принципова схема постачання споживачу електроенергії

Як можна бачити, точка 1 є джерелом живлення споживача, яка розташується в ЕЕС і є шинами вторинної напруги системної трансформаторної підстанції, де здійснюється регулювання напруги без переривання електропостачання.

Зважаючи на те, що робота генераторів електростанцій ЕЕС полягає у тому, що вони створюють на своїх затискачах різницю потен-

ціалів – напругу, то її можна вважати товарною продукцією ЕЕС, яку енергопостачальні організації (ЕО) за допомогою власних електричних мереж і мереж споживачів постачають до ПП в СЕП конкретних споживачів електроенергії.

Електроприймачі споживача, як реальні електроустановки СЕП, що розглядається, за допомогою власних електромагнітних полів перетворюють потенційну форму електроенергії у її діючу форму, яка крутить, світить або нагріває, виконуючи конкретну корисну роботу. При цьому, можна упевнено стверджувати про те, що

електропередавання (передавання споживачеві напруги, встановленої нормативними документами на державному рівні якості) є головною технологічною задачею будь-якої СЕП.

Об'єктом дослідження даної роботи є система зовнішнього електропостачання конкретному промислому або дорівненому до нього споживачеві електроенергії (передавання йому напруги) за відомою типовою принциповою схемою рис.1. Спираючись на реально-математичну модель СЕП промислових (що виробляють конкретну промислову продукцію) і дорівнених до них (що виробляють певний вид послуг) споживачів електроенергії, розроблену в [2] і [3] та, спираючись на нормативний документ [4], розробити методику визначення головного критерію електромагнітної сумісності згаданої системи в умовах її нормального робочого режиму для успішного виконання триєдиної задачі електроенергетики – безпечне, економне і безперервне постачання споживачам електроенергії, установленої на державному рівні якості.

Результати дослідження.

Як відомо, робочим інструментом будь-якого електротехнічного пристрою і електроустановки, у цілому, є їх електромагнітне поле, яке створюється одночасною дією напруги і струму провідності їх струмоведучих частин під впливом магнітного поля Землі в електрично пружному діелектричному середовищі, яке оточує згадані частини. При цьому, в нормативному документі [5], полем називається «...особливий вид матерії» (яка має бути універсальним будівельним матеріалом, з якого побудовано усі об'єкти Природи і тому, фізично, видів мати не може). Тому електромагнітне поле – це такий стан матеріального діелектричного середовища електроустановки, за якого у ньому починають діяти електричні і магнітні сили (за даними [6], сили Кулона і сили Кориоліса).

Математично, таку дію трифазного поля представляє відоме рівняння

$$S = \sqrt{3} \cdot U \cdot I, \quad (1)$$

де S – повне значення потужності поля, (вважається, що це її діюче значення, кВА; U – діюче значення синусоїдальної напруги, кВ; I –

діюче значення синусоїдального струму провідності, А.

Зважаючи на схеми вмикання вимірювальних приладів електромагнітної енергії, рівняння (1) можна представити у вигляді

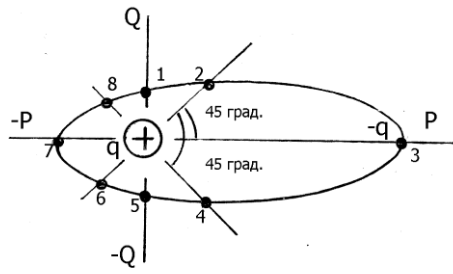
$$S = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi - \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos(2 \cdot \omega t - \varphi) = P + J \cdot Q, \quad (2)$$

де φ – кут зсуву фаз миттєвих значень синусоїдальних напруги і струму провідності струмоведучих частин ЕЕС, град; P – активна потужність електромагнітного поля, яка вважається його поздовжньою складовою, що передається споживачам електроенергії, кВт; Q – реактивна потужність електромагнітного поля, яка вважається поперечною складовою (за напрямком електропередавання), яка є внутрішньою енергією поля, квар.

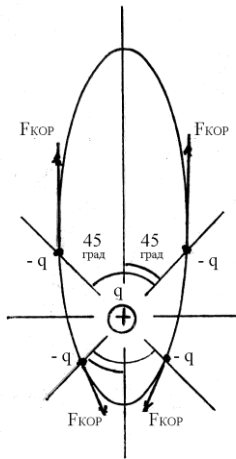
Спираючись на [6] та [7] в роботі [3] пропонується створення в електропостачанні електромагнітних полів пояснювати процесом квантування електрично пружного діелектричного середовища електроустановок. Фізично, квантування означає спотворення кругових електромагнітних полів окремих молекул діелектричного середовища, згаданої вище СЕП, одночасною дією на них напруги і струму провідності струмоведучих частин системи за безпосереднього впливу магнітного поля Землі, як реальної складової її поля гравітації, що діє постійно. Такі спотворені поля молекул діелектричного середовища СЕП в [6] одержали назву квантонів.

Зважаючи на принцип суперпозиції, який широко застосовується в теоретичній електротехніці, загальне електромагнітне поле СЕП можна представляти у вигляді загального квантона системи. При цьому, зважаючи на рівняння (2), необхідно розглядати згаданий квантон СЕП з двох точок зору: напруга її струмоведучих частин – магнітне поле Землі: струм провідності струмоведучих частин – магнітне поле Землі. Тобто, цілком можливо, умовно, розкласти загальний квантон системи на два квантони: квантон U і квантон I , які зсунуті у об'ємі простору СЕП у напрямку електропередавання.

Можливий вигляд таких квантонів представлено на рис.2



а – квантон напруги;



б – квантон струму провідності

Рис. 2 Можливий вигляд квантонів:

При цьому, електрони обох квантонів обертаються навколо загального позитивного заряду спотвореної молекули діелектрика під кутом 45 градусів, як показано на рис.3.

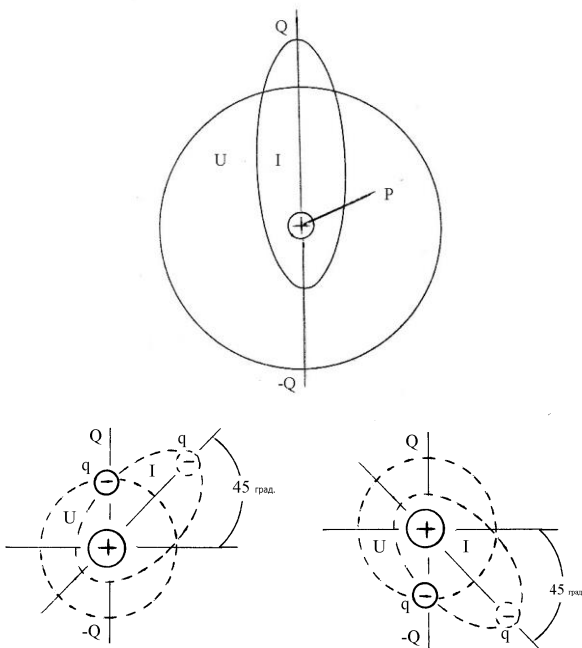


Рис. 3. Схема взаємодії квантонів U та I

Як можна бачити, основну роль в електропередаванні енергії споживачеві відіграє квантон напруги. Стискаючи діелектричне середовище на дільниці квантона d_1 він створює електричну силу (генерує енергію). На дільниці d_2 такий квантон розтягує своє середовище і створює умови для електропередавання енергії до приймального пункту СЕП конкретного її споживача (рис.4).

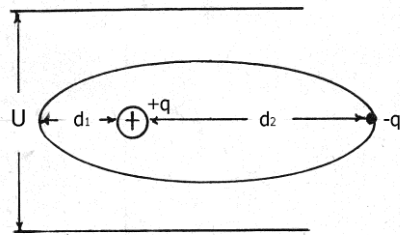


Рис. 4. Спрощена схема електропередавання

Таку енергію електропередавання називають активною і позначають літерою P , кВт.

Зважаючи на те, що для створення струму провідності електропередавання необхідна наявність двох гілок електричної мережі (прямої і зворотної), то синусоїдальна зміна полярності напруги і струму провідності електропередавання вигляд і стан квантона не змінює, що фізично підтверджує тезу – активна електроенергія СЕП будь-якого її споживача це діюче значення.

Як можна бачити з рис.3, квантон струму I участі у створенні активної енергії електропередавання, безпосередньо, не приймає. Розтягуючи діелектричне середовище електропередавання у напрямку перпендикулярному до вісі P і обертаючись навколо неї, він створює складову загальної енергії електромагнітного поля електропередавання, яка одержала назву реактивної енергії. Через наявність двох струмоведучих гілок електропередавання (прямої і зворотної) така енергія чотири рази протягом періоду зміни його синусоїдальних напруги і струму провідності намагається повернутися у середину струмоведучих частин електропередавання через явище електромагнітної індукції. Але через не пружність його середовища створює у ньому лише струм провідності (струм самоіндукції), який одержав назву реактивного струму. Тому таку складову енергії електромагнітного поля називають реактивною енергією.

вають реактивною і позначають літерою Q , квар.

Зважаючи на те, що поляризоване діелектричне середовище загального квантона електропередавання обертається у середовищі тілесного кута 45° , відносно вісі P , реактивна енергія електромагнітного поля електропередавання чотириразово змінюється за синусоїдальним законом в межах свого амплітудного значення, [9]. Тому у розрахунках режиму електропередавання необхідно враховувати її діюче значення, яке визначається за відомою формулою, квар

$$Q_D = \frac{Q_P}{\sqrt{2}}, \quad (3)$$

де Q_P - вимірюване значення реактивного навантаження електропередавання, квар.

Зважаючи на таке, у розрахунках режиму роботи електропередавання, рівняння (2) має бути представлено у вигляді, кВА

$$S = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi \mu \frac{\sqrt{3} \cdot U \cdot I}{\sqrt{2}} \cdot \sin \varphi. \quad (4)$$

Як було доведено в [3], через електричну непружність струмоведучих частин електропередавання їх струм провідності має хвилеподібний характер (рис. 5,а), що фізично узгоджується з його заступною схемою (рис.5,б).

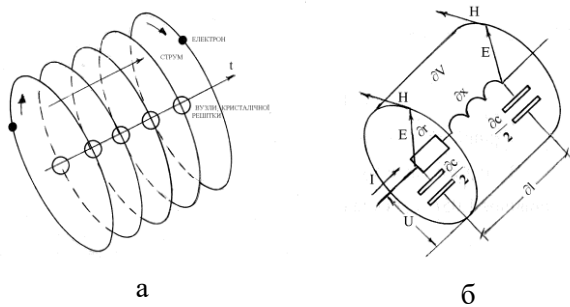


Рис. 5. Фізика струму провідності струмоведучих частин електропередавання

Як правило, заступна схема електропередавання, у розрахунках представляється питомими параметрами для питомої довжини 1 км: r_0 - погінний активний опір електропередавання, Ом/км; x_0 - погінний реактивний опір електропередавання, Ом/км; q_0 - погінна електрична ємність електропередавання, квар/км.

Розглянемо нормальний робочий режим СЕП конкретному промислового споживачеві електроенергії, принципову схему електропередавання якому представлено на рис.1. Її точку 0 можна вважати джерелом живлення споживача, а точку 1 цієї схеми – його приймальним пунктом електроенергії (ПП). При цьому, розрахункова схема набуває вигляду рис.6, де U_0 - напруга джерела живлення, яка у нормальному режимі роботи системи має дорівнювати номінальному значенню $U_0 = U_{НОМ}$, кВ; U_1 - напруга приймального пункту в СЕП конкретного споживача електроенергії, яка має задовольняти вимозі нормативного документа [4] – у нормальному режимі роботи системи $U_1 = 0,95 \cdot U_{НОМ}$, кВ... .

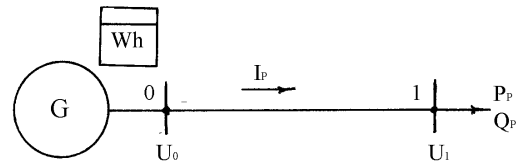


Рис. 6. Розрахункова схема електропередавання

Тобто, максимальні втрати напруги при її передаванні мають відповідати умові,

$$\Delta U_1 = U_0 - U_1 \leq 0,05 \cdot U_{НОМ} \text{ кВ.} \quad (5)$$

де U_0 - напруга джерела живлення СЕП, кВ; U_1 - напруга приймального пункту електроенергії в СЕП споживача, кВ.

Як відомо

$$\begin{aligned} \Delta U_1 &= \frac{P_P \cdot R_E + Q_D \cdot X_E}{U_{НОМ}} \cdot 10^{-3} = \\ &= \Delta U_P + \Delta U_Q, \end{aligned} \quad (6)$$

де ΔU_P - втрати напруги електропередавання, залежні тільки від його активного навантаження, кВ; ΔU_Q - втрати напруги електропередавання, залежні тільки від його реактивного навантаження; R_E - активний опір електропередавання, приведений до його номінальної напруги, Ом; X_E - реактивний опір електропередавання, приведений до його номінальної напруги, Ом; $U_{НОМ}$ - номінальна напруга електропередавання, кВ.

Приймаючи за умовну одиницю ΔU_P , рівняння (6) можна представити у відносних одиницях, яке після перетворення набуває вигляду

$$\begin{aligned} \Delta U_1^* &= \frac{\Delta U_P}{\Delta U_P} + \frac{\Delta U_Q}{\Delta U_P} = 1 + \frac{X_E}{R_E} \cdot \frac{Q_D}{P_P} = \\ &= 1 + a \cdot \operatorname{tg} \varphi_D, \end{aligned} \quad (7)$$

де a - характеристичний коефіцієнт електричної мережі електропередавання, який визначається за відомою формулою,

$$a = X_E / R_E, \text{ в.о.}; \quad (8)$$

$\operatorname{tg} \varphi_D$ - діюче значення тангенса фазового кута φ між напругою і струмом провідності електропередавання, який визначається за відомою формулою, в.о.

$$\operatorname{tg} \varphi_D = Q_D / P_P. \quad (9)$$

Зважаючи на фізику електропередавання, викладену вище, значення Q_D рекомендується визначати за формулою (3).

Зважаючи на те, що фізично, втрата напруги від реактивного навантаження електропередавання є електрорушійною силою його самоіндукції, рівняння (5), графічно, можна представити у вигляді рис.7.

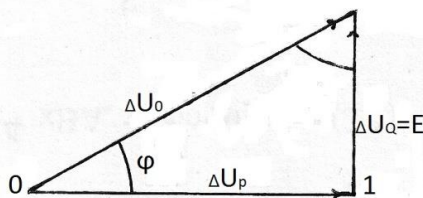


Рис. 7. Трикутник втраченої напруги електропередавання

Спираючись на умову (5), формулу (7) можна представити у вигляді

$$\Delta U_1^* = 1 + a \cdot \operatorname{tg} \varphi_D = 0,05 \text{ в.о.} \quad (10)$$

де $\operatorname{tg} \varphi_D$ - діюче значення коефіцієнта реактивного навантаження електропередавання, яке має дві складові: $\operatorname{tg} \varphi_{D1}$ - обумовлену реактивним навантаженням СЕП споживача електроенергії, в.о.; $\operatorname{tg} \varphi_{D2}$ - обумовлену власним реактив-

ним навантаженням ємнісного характеру електропередавання, в.о.

Зважаючи на рівняння (3), можна написати

$$\operatorname{tg} \varphi_{D1} = \frac{Q_P}{\sqrt{2} \cdot P_P} \text{ в.о.} \quad (11)$$

Зважаючи на рівняння (7), для неробочого ходу електропередавання, як реальної електроустановки, можна припустити, що

$$\operatorname{tg} \varphi_{D2} = -\frac{X_E}{R_E} \cdot \frac{Q_E}{Q_E} = -a, \text{ в.о.} \quad (12)$$

При цьому, рівняння (10) можна переписати у вигляді

$$\Delta U_1^* = 1 + a \cdot (\operatorname{tg} \varphi_{D1} - a) = 0,05 \text{ в.о.} \quad (13)$$

Зважаючи активні втрати електропередавання ΔU_P обов'язковими, а ΔU_Q - ні і такими, що залежать, головним чином, від реактивного навантаження СЕП конкретного споживача електроенергії, можна визначити таке значення її коефіцієнта реактивного навантаження, за якого дотримується умова, в.о.

$$a \cdot (\operatorname{tg} \varphi_{D1} - a) = 0,05. \quad (14)$$

Таким чином, із рівняння (14) можна визначити діюче значення коефіцієнта реактивного навантаження СЕП кожного конкретного споживача електроенергії, в.о.

$$\operatorname{tg} \varphi_D = \frac{(0,05 - a^2)}{a \cdot \sqrt{2}}. \quad (15)$$

При цьому:

Коефіцієнт активного навантаження електропередавання ($\cos \varphi$ СЕП конкретного споживача електроенергії) становить

$$\cos \varphi = \cos(at \operatorname{tg} \varphi_D) \text{ в.о.} \quad (16)$$

Напруга її приймального пункту в СЕП

$$U_1 = \cos \varphi - a \cdot \operatorname{tg} \varphi_D \geq 0,95 \text{ в.о.} \quad (17)$$

Очевидно, що кожному конкретному споживачеві електроенергії необхідно встановити на державному рівні таке нормативне значення діючого коефіцієнта реактивного навантаження

його СЕП, за якого напруга її ПП електроенергії є не меншою величини $U_1 = 0,95 \cdot U_{НОМ}$ в.о.

Величину значення такого коефіцієнта необхідно визначати методом перебору за допомогою рівняння (17).

Результати розрахунку нормативного значення $tg\varphi_H$ електропередавання за допомогою кабелів з алюмінієвими і мідними жилами паперовою просоченою ізоляцією для максимального навантаження за принциповою схемою рис.1 наведено в табл.1 та 2.

Таблиця 1.

Кабелі з алюмінієвими жилами

| F , мм ² | Номинальна напруга живлення, кВ | | | |
|--------------------------|---------------------------------|--------|--------|--------|
| | 6,0 | 10,0 | 20,0 | 35,0 |
| 10 | 0,3054 | - | - | - |
| 16 | 0,2887 | 0,2836 | - | - |
| 25 | 0,2701 | 0,2648 | 0,2419 | - |
| 35 | 0,2503 | 0,2437 | 0,2176 | - |
| 50 | 0,2247 | 0,2174 | 0,1909 | - |
| 70 | 0,1969 | 0,1898 | 0,1599 | 0,1433 |
| 95 | 0,1690 | 0,1627 | 0,1346 | 0,1218 |
| 120 | 0,1481 | 0,1418 | 0,1153 | 0,1058 |
| 150 | 0,1287 | 0,1226 | 0,0983 | 0,0895 |
| 185 | 0,1106 | 0,1059 | 0,0841 | 0,0761 |
| 240 | 0,0913 | 0,0871 | - | - |

Таблиця 2

Кабелі з мідними жилами

| F , мм ² | Номинальна напруга живлення, кВ | | | |
|--------------------------|---------------------------------|--------|--------|--------|
| | 6,0 | 10,0 | 20,0 | 35,0 |
| 10 | 0,2833 | - | - | - |
| 16 | 0,2646 | 0,2498 | - | - |
| 25 | 0,2436 | 0,2246 | 0,1959 | - |
| 35 | 0,2173 | 0,1958 | 0,1652 | - |
| 50 | 0,1875 | 0,1674 | 0,1394 | - |
| 70 | 0,1625 | 0,1366 | 0,1088 | 0,0947 |
| 95 | 0,1417 | 0,1125 | 0,0890 | 0,0790 |
| 120 | 0,1225 | 0,0944 | 0,0739 | 0,0665 |
| 150 | 0,1058 | 0,0792 | 0,0616 | 0,0556 |
| 185 | 0,0871 | 0,0671 | 0,0519 | 0,0467 |
| 240 | 0,0573 | 0,0543 | - | - |

Висновки

1. Напругу електропередавання, як реальну роботу генераторів електростанцій електроенергетичних систем, можна вважати товарною продукцією електроенергетики.

2. Напруга системи електропостачання будь-якого споживача електроенергії (як фізичного,

так і юридичного) є потенційною формою електромагнітної енергії такої системи і набуває діючої форми в її електромагнітному полі.

3. Енергія електромагнітного поля системи електропостачання є сумою енергії таких полів її окремих елементів – електроприймачів, яка надає їм можливість виконувати певний вид корисної роботи – крутить, світить або нагріває.

4. Електромагнітне поле системи електропостачання будь-якого споживача електроенергії є її робочим інструментом, який може реально існувати тільки в її електрично пружному діелектричному середовищі і бути математично представленим у вигляді квантона.

5. Квантування – математичне поєднання стану матеріального діелектричного середовища будь-якого елемента і їх систем з часом перебування у такому стані.

6. Квантон – сукупність поляризованих молекул діелектричного середовища системи електропостачання одночасною дією на нього напруги і струму провідності струмоведучих частин системи під впливом магнітного поля Землі.

7. Спираючись на принцип суперпозиції, електромагнітне поле системи електропостачання електроенергії можна представляти у вигляді квантона, що діє одночасно в поздовжньому і поперечному напрямках електропередавання.

8. Математично, квантон системи електропостачання можна розкласти на дві частини, розглядаючи їх окремо, як математичне поєднання стану молекул діелектричного середовища з часом його існування, у поздовжньому (квантон U) і поперечному (квантон I) напрямках, по відношенню до напрямку електропередавання.

9. Квантон U діє у поздовжньому напрямку електропередавання і забезпечує споживачеві його активне навантаження.

10. Квантон I обертається у середовищі квантона U навколо поздовжнього напрямку електропередавання.

11. Якщо фази синусоїдальних напруги і струму провідності струмоведучих частин не співпадають за часом, то енергія квантона I періодично виходить за межі квантона U і, повертаючись в його середовище, створює реактивне навантаження електропередавання, як його реакцію на власне електромагнітне поле.

12. Електроенергія будь-якої системи електропостачання це хвиля енергії поляризації її еле-

ктрично пружного діелектричного середовища, яка біжить від джерела електричної напруги (різниці електричних потенціалів) до приймального пункту згаданої системи.

13. Електромагнітне поле системи електропостачання є сукупністю полів її окремих елементів, узгоджена дія яких вважається електромагнітною сумісністю такої системи.

14. Співвідношення між реактивним і активним навантаженням системи електропостачання будь-якого споживача електроенергії називається коефіцієнтом її реактивного навантаження, який можна розглядати у якості її основного критерію електромагнітної сумісності.

15. Діюче значення коефіцієнта реактивного навантаження СЕП будь-якого споживача електроенергії є головним критерієм її електромагнітної сумісності.

16. Діюче значення коефіцієнта реактивного навантаження СЕП будь-якого споживача електроенергії може слугувати у якості економічного еквівалента її реактивного навантаження (ЕЕРН).

17. Діюче значення коефіцієнта реактивного навантаження СЕП будь-якого споживача електроенергії має бути нормоване на державному рівні кожному конкретному споживачеві електроенергії і контролюватись енергопостачальними організаціями.

Список використаної літератури

1. Правила устройства электроустановок [Текст] / –Х.: Изд-во “Форт”, 2009. –704 с.

2. Дорошенко, О. І. Про моделювання в електропостачанні [Текст] / О. І. Дорошенко, С. О. Борисенко // Електроенергетичні та комп'ютерні системи. – Астропринт, 2017. – № 25(101). – С. 168–176.

3. Борисенко, С. О. Методика визначення оптимального реактивного навантаження системи електропостачання промисловим і дорівним до них споживачам електроенергії [Текст] / С. О. Борисенко, О. І. Дорошенко, П. П. Ненов // Електроенергетичні та комп'ютерні системи. – Астропринт, 2018. – № 29(105). – С. 48–57.

4. ГОСТ 13109–97. Межгосударственный стандарт. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения [Текст] / – Минск: Издательство стандартов, 1998. – 31 с

5. ДСТУ 2843–94. Державний стандарт України. Електротехніка. Основні поняття. Терміни та визначення [Текст] / Київ: Держстандарт України, 1995. – 66с.

6. Ландау, Л. Д. Курс общей физики. Механика и молекулярная физика [Текст] / Л. Д. Ландау, А. И. Ахиезер, Е. М. Лифшиц // М.: Изд. «Наука», Главная редакция физико-математической литературы. – 1969. – 399 с.

7. Леонов, В. С. Теория упругой квантованной среды [Текст] / В. С. Леонов // Мн.: Биспринт, 1996. – 156 с.

8. Леонов, В. С. Теория упругой квантованной среды. Часть 2. Новые источники энергии. [Текст] / В. С. Леонов // Минск: «ПолиБиг», 1997.– 122 с.

9. Дорошенко, О. І. Про математичне моделювання систем електропостачання конкретних промислових систем електропостачання [Текст] / О. І. Дорошенко, М. С. Левакін // Електротехнічні та комп'ютерні системи. – Київ: Техніка, 2016. – Вип. 22(98). – С. 170–174.

References

1. . Rules for the installation of electrical installations [Pravila ustroystva elektroustanovok], H .: Publishing house "Fort", 2009. 704 p.

2. . Doroshenko, O. I. (2017) About modeling in electrical supply Electrical power and computer systems. Odessa, Astroprint,. - No. 25 (101). - P. 168–176.

3. Borisenko, S. A. (2018) About industrial electric transmission physics and electric power consumers due to them [Metodyka vyznachennia optymalnoho reaktyvnoho navantazhennia systemy elektropostachannia promyslovym i dorivnenym do nykh spozhyvacham elektroenerhii] Electrical power and computer systems. - No. 29 (105). P. 48–57.

4. GOST 13109-97. Interstate standard. Electric Energy. Compatibility of technical means is electromagnetic. Norms of quality of electric energy in general-purpose power supply systems [Elektricheskaya energiya. Sovmestimost' tekhnicheskikh sredstv elektromagnitnaya. Normy kachestva elektricheskoy energii v sistemakh elektrosnabzheniya obshchego naznacheniya], Minsk: Standards Publishing House, 1998. - 31 sec.

5. DSTU 2843-94. State standard of Ukraine. Electrical engineering. Basic concepts. Terms and definitions [Derzhavnyy standart Ukrayiny. El-

ektrotekhnika. Osnovni ponyattya. Terminy ta vyznachennya] / Kiev: Gosstandart of Ukraine, 1995. - 66c.

6. Landau, L. D., Akhiezer, A. I., Lifshitz, E. M. (1969) Course of General physics. Mechanics and molecular physics [Kurs obshchey fiziki. Mekhanika i molekulyarnaya fizika] M.: Izd. Nauka, Home edition physical and mathematical literature.– – 399 p.

7. Leonov, V. S. (1996) Theory of an elastic quantized medium [Teoriya uprugoy kvantovannoy sredy] Mn . Bisprint,. - 156 p.

8. Leonov, V. S. (1997) Theory of an elastic quantized medium. Part 2. New energy sources. [Teoriya uprugoy kvantovannoy sredy. Chast' 2. Novyye istochniki energii.] Minsk: Polybig,- 122 p.

9. Doroshenko, O. I, Levakin , M. S. (2018) About mathematical modeling of electrical systems specific industrial energy consumers [Pro matematychnye modeliuvannya system elektropostachannia konkretnykh promyslovykh system elektropostachannia] Electrical power and computer systems. 2018. – No. 22 (98). P. 170–174.

ON THE NORMALIZATION OF THE REACTIVE LOAD OF ELECTRIC TRANSMISSION OF INDUSTRIAL-LENNY AND ELECTRIC-POWER CONSUMERS ELECTRICALLY CONSUMED

A. I. Doroshenko¹, S. A. Borisenko², P. P. Nenov², A. S. Pasko¹

¹Odessa National Polytechnic University

²LLP "Yuzhnoenergosetproekt"

Abstract. A new mathematical quantum physics-based approach to the process of power transmission to the industrial electricity consumers and the ones equated to them, which allows to improve the power supplying quality of the mentioned consumers and save electric power resources of a country is offered. Wherein electric power system voltage is considered as a potential form of electromagnetic energy and commercial product of electric power industry, which is a base one of any economy. The power transmission organizations, with the help of their and consumers' networks, supply voltage to a receiving point in the power supplying system of specific consumers at the level of quality established by the state. It is known that the main voltage quality indicator is a level of its deviation from the nominal value. In the paper the voltage drops, linked with reactive consumer load, are proposed to be optional and completely dependent on its run mood.

That is why it is offered to normalize (control) the reactive load coefficient value for each of the consumers in the way that the voltage deviation of the receiving point in the maximal load mood of power supplying system does not exceed 5 % of the nominal value. Taking into account that an integral part of any electric device is its electromagnetic field the one (field) of power supplying system can be presented in the form of a quanton, whose electrons of polarized molecules revolve in the two mutually perpendicular directions - lengthwise and crosswise the direction of electric transmission in the volume of solid angle 45 degree under the influence of geomagnetic field.

Keywords: real-mathematical modeling in electric power industry, quantization of electrically elastic dielectric transmission medium, electromagnetic field, the main criterion of electromagnetic compatibility of electric power systems, normalization of the coefficient of reactive load of the power supply system of a specific power source.

О НОРМИРОВАНИЕ РЕАКТИВНОЙ НАГРУЗКИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ ПРОМЫШЛЕННЫХ И ПРИРАВНЕННЫХ К НИМ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

А. И. Дорошенко¹, С. А. Борисенко², П. П. Ненов², А. С. Пасько¹

¹Одесский национальный политехнический университет

²ООО «Южноенергосетпроект»

Аннотация. Опираясь на современную квантовую физику, предлагается оригинальный математический подход к процессу электропередачи промышленным и приравненным к ним потребителям электроэнергетики, который позволяет повысить качество электроснабжения упомянутых по-

требителей и экономит электроэнергетические ресурсы страны. При этом, предлагается напряжение электроэнергетических систем считать потенциальной формой электромагнитной энергии, как товарной продукции электроэнергетики – базовой отрасли хозяйства любой страны, с любым политическим и экономическим строем. Энергопередающие организации, с помощью своих и потребительских электрических сетей, поставляют напряжение к его приемному пункту в системе электроснабжения конкретных потребителей с установленными на государственном уровне показателями качества.

Ключевые слова: реально-математическое моделирование в электроэнергетике, квантование электрически упругой диэлектрической среды электропередачи, электромагнитное поле, главный критерий электромагнитной совместимости электроэнергетических систем, нормирование коэффициента реактивной нагрузки системы электроснабжения конкретного потребителя электроэнергетики.

Отримано: 06.02.2019р.



Дорошенко Олександр Іванович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри електропостачання та енергетичного менеджменту Одеського національного політехнічного університету. Просп. Шевченка, 1, Одеса, Україна, E-mail: dai010438@gmail.com, tel. +38-067-762-95-89.

Doroshenko Alexander, candidate of technical Sciences, associate Professor, Professor of Department of electrical and energy management Odessa national Polytechnic University. Prosp. Shevchenko, 1, Odessa, Ukraine, E-mail: dai010438@gmail.com, тел. +38-067-762-95-89.

ORCID: 0000-0001-5540-7025



Борисенко Світлана Олександрівна, інженер-електрик, головний інженер проєктної групи ООО «Південьенергомережпроект», вул. Сонячна, 5, Одеса, Україна. E-mail: sab1975@list.ru, тел. +38-097-219-62-01.

Borisenko S. A. electrical engineer, head of project group, LTD "Pivdenenergomerzhpriekt", str. Sonyachna, 5, Odessa, Ukraine. E-mail: sab1975@list.ru, tel. +38-097-219-62-01.

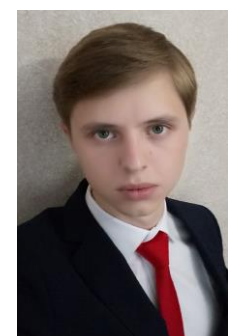
ORCID: 0000-0002-3298-8047



Ненов Павло Петрович, інженер-електрик, виконуючий обов'язки директора ООО «Південьенергомережпроект», вул. Сонячна, 5, Одеса, Україна. E-mail: pavel.nenov@ukr.net. Тел. +38-050-316-71-26

Nenov Pavlo Petrovich, engineer-electric, vikonoychy obov'yazyka director Open Company "Pivdenenergomerzhpriekt", вул. Сонячна, 5, Одеса, Україна E-mail: pavel.nenov@ukr.net. tel. +38-050-316-71-26.

ORCID: 0000-0002-5710-1860



Пасько Артем Сергійович, студент Одеського національного політехнічного університету, просп. Шевченка, 1, Одеса, Україна, E-mail: skiper.art@gmail.com. Тел. +38 (050) 926 25 69.

Pasko Artem, student, Odessa National Polytechnic University, Shevchenko ave., 1, Odessa, Ukraine, E-mail: skiper.art@gmail.com. Тел. +38 (050) 926 25 69.

ORCID ID: 0000-0001-6580-0066