

**КОМПЕНСАЦИЯ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ В КОМПЛЕКТЕ  
«РАЗРЯДНАЯ ЛАМПА – ПРА»**

**Ф.П.Говоров<sup>1</sup>**, докт.техн.наук, **В.Ф.Говоров<sup>1</sup>**, **А.И.Ганус<sup>2</sup>**, канд.техн.наук,  
<sup>1</sup> – Харьковская национальная академия городского хозяйства (ХНАГХ),  
ул. Революции, 12, Харьков, 61002, Украина,  
<sup>2</sup> – Акционерная компания «Харьковоблэнерго»,  
ул. Плехановская, 149, Харьков, 61037, Украина.

*Разработаны научно-методические и технические основы компенсации реактивной мощности в комплекте «Разрядная лампа–ПРА» с учетом нелинейности его характеристик. Библи. 3.*

**Ключевые слова:** комплект «Разрядная лампа–ПРА», реактивная мощность, высшие гармоники.

Как установлено в [1] комплекты «Разрядная лампа–ПРА» являются потребителями реактивной мощности. При этом, особенности ее происхождения и характера протекания обуславливают особенности ее компенсации. Причем, нелинейность характеристик пускорегулирующих аппаратов (ПРА) и разрядной лампы (РЛ) обуславливают наличие в составе реактивной мощности  $Q_{\kappa\Sigma}$  как реактивной мощности сдвига  $Q_{\kappa c}$ , так и реактивной мощности искажения  $T_{\kappa}$ . Существующие методы и технические средства компенсации реактивной мощности разрядных ламп в основе своей не учитывают указанных выше особенностей. По этой причине в осветительных электрических сетях имеет место неполная компенсация реактивной мощности и, соответственно, повышенные значения потерь напряжения и мощности в сетях, низкие технико-экономические показатели сетей и подключенных к ним потребителей.

В настоящей работе в основу понятия реактивной мощности комплекта «Разрядная лампа–ПРА» положена ее характеристика как скорости обмена электромагнитной энергией между источником и нагрузкой. Соответственно, в условиях нелинейности характеристик комплекта его реактивная мощность  $Q_{\kappa\Sigma}$  представлена состоящей из мощностей сдвига  $Q_{\kappa c}$  и искажения  $T_{\kappa}$ , находящихся в квадратуре [2], т.е.

$$Q_{\kappa\Sigma} = \sqrt{Q_{\kappa c}^2 + T_{\kappa}^2} \quad (1)$$

При этом значение мощности сдвига может быть определено по формуле:

$$Q_{\kappa c} = \sqrt{\sum^v \left[ I_{\kappa}^{v2} \left( U_{\text{л}}^{v2} \sin^2 \varphi_{\text{л}}^v + U_{\text{ПРА}}^{v2} \sin^2 \varphi_{\text{ПРА}}^v \right) \right]}, \quad (2)$$

где  $I_{\kappa}^v$  – значение v-ой гармоники тока комплекта «Разрядная лампа–ПРА»;  $U_{\text{л}}^v$  – значение v-ой гармоники напряжения на лампе;  $U_{\text{ПРА}}^v$  – значение v-ой гармоники напряжения на ПРА;  $\varphi_{\text{л}}^v$  – фазовый сдвиг между v-ой гармоникой напряжения и v-ой гармоникой тока на лампе;  $\varphi_{\text{ПРА}}^v$  – фазовый сдвиг v-х гармоник напряжения и тока ПРА; v – номер гармоники.

Значение реактивной мощности искажения  $T_{\kappa}$  может быть определено в виде

$$T_{\kappa} = \sqrt{S_{\kappa}^2 - P_{\kappa}^2 - Q_{\kappa c}^2}, \quad (3)$$

где  $S_{\kappa}$  – полная мощность комплекта;  $P_{\kappa}$  – активная мощность комплекта.

$$S_{\kappa} = \sqrt{\sum^v \left[ I_{\kappa}^2 \left( U_{\text{л}}^2 + U_{\text{ПРА}}^2 \right) \right]}, \quad (4)$$

$$P_{\kappa} = \sqrt{\sum^v \left[ I_{\kappa}^{v2} \left( U_{\text{л}}^{v2} \cos^2 \varphi_{\text{л}}^v + U_{\text{ПРА}}^{v2} \cos^2 \varphi_{\text{ПРА}}^v \right) \right]}, \quad (5)$$

$$T_{\kappa} = \sqrt{\sum^v \left\{ I_{\kappa}^{v2} \left[ \left( U_{\text{л}}^{v2} + U_{\text{ПРА}}^{v2} \right) - \left( U_{\text{л}}^{v2} \cos^2 \varphi_{\text{л}}^v + U_{\text{ПРА}}^{v2} \cos^2 \varphi_{\text{ПРА}}^v \right) - \left( U_{\text{л}}^{v2} \sin^2 \varphi_{\text{л}}^v + U_{\text{ПРА}}^{v2} \sin^2 \varphi_{\text{ПРА}}^v \right) \right] \right\}}. \quad (6)$$

Как следует из (6), мощность искажения комплекта «Разрядная лампа–ПРА»  $T_{\kappa}$  равняется нулю в том случае, если для всех гармоник угол сдвига между напряжением и током равен нулю, т.е.

$$\varphi_L^1 = \varphi_{ПРА}^1 = \varphi_L^3 = \varphi_{ПРА}^3 = \dots = \varphi_L^v = \varphi_{ПРА}^v, \quad (7)$$

и когда отношение между действующими значениями напряжения и тока для всех гармоник будет иметь одно и то же значение т.е.

$$\frac{U^1}{I^1} = \frac{U^3}{I^3} = \dots = \frac{U^v}{I^v}. \quad (8)$$

Расчетами, выполненными по (2)–(6), для лампы ДНаГ-150 в соответствии с [2,3] получено:  $S_k=886,206$  ВА,  $P_k=257,08$  Вт,  $Q_{kc}=82,46$  ВАр,  $T_k=844,08$  ВАр,  $Q_{k\Sigma}=848,098$  ВАр. Без учета мощности искажения  $T_k$   $Q_{k\Sigma}=75,86$  ВАр. Таким образом, практически вся реактивная мощность комплекта «Разрядная лампа–ПРА» обуславливается реактивной мощностью искажения, 90% которой составляет реактивная мощность искажения ПРА. Неучет мощности искажения  $T_k$  равносителен занижению значения полной мощности комплекта  $S_k$  примерно в 2–3 раза. Этому соответствует возрастание потерь мощности в сетях  $\Delta P$  в 1,5–2 раза и напряжения – в 1,2–1,5 раза. Изложенное выше делает необходимым уточнение емкости компенсирующих конденсаторов, установленных непосредственно в светильниках на входе комплекта «Разрядная лампа–ПРА». Методической основой перерасчета конденсаторов служат приведенные в работе модели.

1. *Говоров Ф.П., Говоров В.Ф., Четверикова И.М., Терешин В.Н., Денисенко В.И.* К вопросу о реактивной мощности в осветительных установках с разрядными лампами // *Технічна електродинаміка*. – 2008. – № 5. – С. 13–17.

2. *Говоров Ф.П., Говоров В.Ф.* Баланс мощности в разрядной лампе // *Світло люкс*. – 2010. – №5. – С. 52–57.

3. *Говоров П.П., Говоров В.П.* Моделювання режимів освітлювальних електричних мереж розрядними лампами // *Світло люкс*. – 2009. – №5. – С. 58–62.

УДК 621.314.2

КОМПЕНСАЦІЯ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ В КОМПЛЕКТІ «РОЗРЯДНА ЛАМПА–ПРА»

**П.П.Говоров<sup>1</sup>**, докт.техн.наук, **В.П.Говоров<sup>1</sup>**, **О.І.Ганус<sup>2</sup>**, канд.техн.наук,

<sup>1</sup> – **Харківська національна академія міського господарства (ХНАМГ), вул. Революції, 12, Харків, 61002, Україна,**

<sup>2</sup> – **Акціонерна компанія «Харківобленерго», вул. Плеханівська, 149, Харків, 61037, Україна.**

*Розроблено науково-методичні та технічні основи компенсації реактивної потужності в комплекті «Розрядна лампа–ПРА» з урахуванням нелінійності його характеристик.* Бібл. 3.

**Ключові слова:** комплект «Розрядна лампа–ПРА», реактивна потужність, вищі гармоніки.

REACTIVE POWER COMPENSATION INCLUDED «DISCHARGE LAMP – LAUNCHER REGULATING EQUIPMENT»

**P. Govorov<sup>1</sup>, V. Govorov<sup>1</sup>, O. Ganus<sup>2</sup>,**

<sup>1</sup> – **Kharkov National Academy of Municipal Facilities and Services, Revolutsii str., 12, Kharkiv, 61002, Ukraine,**

<sup>2</sup> – **Joint Stock Company «Kharkivoblenergo», Plekhanivska str., 149, Kharkiv, 61037, Ukraine.**

*Scientific-methodical and technical basis for reactive power compensation included "discharge lamp apparatus admits-regulated" taking into account the nonlinearity of its characteristics.* References 3.

**Keywords:** included «Discharge lamp–launcher regulating equipment», reactive power, harmonics.

1. *Govorov F.P., Govorov V.F., Chetverikova I.M., Tereshin V.N., Denisenko V.I.* On the reactive power in lighting systems with discharge lamps // *Tekhnichna elektrodynamika*. – 2008. – № 5. – С. 13–17. (Rus)

2. *Govorov F.P.* The balance of power in the discharge tube/ *F.P.Govorov, V.F.Govorov* // *Svitlo lux*. – 2010. – №5. – С. 52–57 (Rus)

3. *Govorov P.P., Govorov V.P.* Modelling of electric networks modes of lighting discharge lamps // *Svitlo lux*. – 2009. – №5. – С. 58–62. (Ukr)

Надійшла 03.01.2012

Received 03.01.2012