

ОТРАЗЯВАНЕ ХАРАКТЕРИСТИКИТЕ НА КАЧЕСТВОТО НА ЕЛЕКТРИЧЕСКАТА ЕНЕРГИЯ ПРИ ТАРИФИРАНЕ

доц. д-р К. Сейменлийски, доц. д-р С. Лецковска, доц. д-р Ст. Моллова
Бургаски свободен университет

DESCRIBING QUALITY CHARACTERISTICS OF ELECTRIC ENERGY IN TARIFFING

K. Seymenliyski, S. Letskovska, St. Mollova
Burgas Free University

Abstract: In the present tariffs for electric energy report the quality factor is missing. Quality parameters of electric power influence significant onto the cost price of the electric power and that is why they must be considered in the forming of tariffs.

Key words: tariffs for electric energy, electric power, cost price of the electric power.

Въведение

В сегашните тарифи за отчитане на електрическата енергия е пренебрегнат фактора „качество на електроенергията”. Показателите за качество на електроенергията влияят съществено върху себестойността на електрическата енергия и затова трябва да бъдат отчетени при нейното тарифиране.

В някои случаи факторът „качество на електроенергията” повишава цената на енергията за консуматори, влошаващи показателите ѝ и предизвикващи допълнителни разходи на доставчика. Тези разходи имат за цел да компенсират неблагоприятното влияние към захранващата мрежа и съответно, към другите консуматори. В други случаи доставчикът трябва да бъде санкциониран затова, че доставя на консуматора некачествена енергия, поради което той търпи загуби.

За преодоляването на тези проблеми в тарифите за продажба на електрическа енергия трябва да се отразят показателите за качеството на електрическата енергия според Българският държавен стандарт, който е хармонизиран със стандартите на Европейския съюз.

I. Фактори, определящи качеството на електроенергията според българското законодателство

Българският държавен стандарт определя главните характеристики на напрежението на изходите за захранване на потребителите в обществените разпределителни електрически системи с ниско и средно напрежение при нормални условия на работа. Той дава границите или стойностите на характеристиките, които всеки потребител може да очаква, че се осигуряват.

Обектът на този стандарт е определяне и описание на характеристиките на захранващото напрежение, отнасящи се до честота, големина, форма на вълната и

симетрия на трифазните напрежения. Тези характеристики се променят в периода на нормална работа на захранващата система, поради изменение на натоварването, смущения, причинявани от някои съоръжения и настъпване на повреди, дължащи се главно на външни въздействия.

Измененията на характеристиките имат характер, който е случаен във времето за всеки отделен извод на свързване, и във всеки определен момент от време – случаен за множеството изводи на захранване. Поради тези изменения може да се очаква, че нивата на характеристиките ще се нарушават в малък брой от случаите.

Някои от явленията, влияещи върху напрежението, са изключително непредвидими, поради което е невъзможно да се дадат определени стойности за съответните характеристики.

Стойностите, посочени стандарта за явления като краткотрайни спадания на напрежението и прекъсвания на напрежението, трябва да се разглеждат в зависимост от условията.

1.1. Термини и определения на Българския държавен стандарт:

- *Потребител* – лице, което купува електрическа енергия от доставчик;
- *Доставчик* – страна, която доставя електрическа енергия посредством обществена разпределителна система;
- *захранващи изводи* – точка на свързване на уредбата на потребител с мрежата за обществено ползване;
- *Захранващо напрежение* – ефективната стойност на напрежението в определен момент на изводите на захранване, измерена за определен интервал от време;
- *Номинално напрежение на системата (U_n)* – напрежение, за което е проектирана или предназначена системата и за което са зададени определени работни характеристики;
- *Декларирано захранващо напрежение (U)* – обикновено е номиналното напрежение на системата. Ако при споразумение между доставчика и потребителя на изводите се прилага напрежение, различно от номиналното, то това напрежение е декларирано захранващо напрежение U ;
- *Ниско напрежение (н.н.)* – напрежение, използвано за захранване с електрическа енергия, чиято горна граница на номиналната ефективна стойност е 1 kV;
- *Средно напрежение (ср.н.)* – напрежение, използвано за захранване с електрическа енергия, чиято номинална ефективна стойност е $1 \div 35$ kV;
- *Нормални условия на работа* – условия, при които се осигурява максимално натоварване на електрическата система и автоматично изключване на повредите без наличие на извънредни състояния, дължащи се на външни въздействия или на непреодолима сила;
- *Кондуктивно смущение* – електромагнитен процес, разпространяващ се по линиите на разпределителната система (понякога се разпространява през намотките на трансформаторите и засяга мрежи с различни нива на напрежение). Тези смущения могат да влошат работата на уредите, съоръженията или на системата, или да причинят повреди;
- *Честота на захранващото напрежение* – честота на повторение на основната съставяща на вълната на захранващото напрежение, измервана през даден интервал от време;

- *Изменение на напрежението* – увеличение или намаление на напрежението, дължащо се обикновено на изменение на общия товар или на част от товара на разпределителната система;
- *Бързо изменение на напрежението* – единично бързо изменение на ефективната стойност на напрежението между две последователни устойчиви нива с определени, но не конкретно зададени продължителности;
- *Флукутация на напрежението* – поредица от изменения на напрежението или непрекъснато изменение на ефективната или върхова стойност на напрежението;
- *Фликер* – усещане за неустойчивост на зрителното възприятие, предизвикано от светлинен дразнител с яркост или спектрално разпределение, променящи се във времето;
- *Строгост на фликера* – интензивност на неприятното усещане от фликер, определена по метода на Международната електротехническа комисия и оценявана количествено със строгост на фликера за кратък интервал от време (Pst – за 10 min) и строгост на фликера за дълъг интервал от време (Plt – пресметнат от 12 последователни стойности на Pst за време 2h –

$$P_{lt} = \sqrt[3]{\sum_{i=1}^{12} \frac{Pst_i}{12}};$$

- *Краткотрайно спадане на захранващото напрежение* – внезапно намаляване до стойност между 90% и 1% от декларираното напрежение U_c , последвано от увеличаване след кратък интервал от време. Обикновено продължителността на това спадане на напрежението е между 10 ms и 1 min. Дълбочината му се определя като разлика на минималната ефективна стойност на напрежението по време на спадането на напрежението и декларираното напрежение. Промени на напрежението, при които захранващото напрежение не намалява по-малко от 90% от декларираното напрежение U_c , не се разглеждат като спадане на напрежението;
- *Прекъсване на електрическото захранване* – състояние, при което напрежението на захранващите изводители е по-ниско от 1% от декларираното напрежение U_c . Прекъсването на електрическото захранване може да бъде класифицирано като планирано (потребителите са предварително уведомени за извършване на планови работи в разпределителната система) или внезапно (от постоянни или преходни повреди, най-често свързани с външни явления, повреди на съоръжения или смущения). Внезапните прекъсвания се разделят на продължителни прекъсвания (повече от 3 min), причинени от трайни повреди и краткотрайни прекъсвания (по-малко от 3 min), причинени от повреди с преходен характер. Въздействията от планираните прекъсвания могат да бъдат минимизирани от потребителите чрез вземане на подходящи мерки. Внезапните прекъсвания на електрическото захранване са непредвидими случайни явления;
- *Временно пренапрежение с промишлена честота* – пренапрежение в определено място с относително дълга продължителност. Временните пренапрежения обикновено се причиняват от комутационни действия или от повреди (например внезапно намаляване на товара, еднофазни повреди, нелинейни процеси);
- *Преходно пренапрежение* – колебателно или неколебателно краткотрайно пренапрежение, обикновено бързо затихващо с продължителност от няколко

милисекунди или по-малко. Преходните пренапрежения обикновено са причинени от мълнии, комутации или от работа на предпазители. Дължината на фронта на вълната на преходното пренапрежение може да се изменя най-малко от една микросекунда до няколко милисекунди;

- *Хармонична съставляща на напрежението* – синусоидално напрежение с честота, равна на цяло число, кратно на основната честота на захранващото напрежение. Хармоничните съставлящи на захранващото напрежение се дължат главно на нелинейните товари на потребителите, свързани на всички нива на напрежение на захранващата система. Хармоничните съставлящи на тока, протичайки през импедансите на системата, увеличават хармоничните съставлящи на напрежението. Хармоничните съставлящи на тока и импедансите на системата, и съответно хармоничните съставлящи на напрежението на изходите на захранването варират във времето;
- *Междинна хармонична съставляща на напрежението* – синусоидално напрежение с честота между хармоничните съставлящи, например честотата не е цяло число, кратно на основната честота. Междинни хармонични съставлящи на напрежението с много близки честоти могат да възникват едновременно, като образуват ширококолентов спектър;
- *Несиметрия на напрежението* – състояние в трифазни системи, при което ефективните стойности на фазовите напрежения или междуфазовите ъгли не са равни;
- *Главни сигнални напрежения* – сигнал, насложен върху захранващото напрежение за предаване на информация в обществената разпределителна система и до потребителите. Сигналите, използвани в обществената разпределителна система, се класифицират в три типа: пулсиращи сигнали за управление (в обхват от 110Hz до 3000Hz); високочестотни носещи сигнали (в обхват от 3kHz до 148,5kHz) и главни маркиращи сигнали (краткотрайни промени във формата на вълната на напрежението).

1.2. Характеристики на захранването с ниско напрежение

Основните характеристики са:

- *Промишлена честота.* Номиналната честота на захранващото напрежение трябва да бъде 50Hz. При нормални условия на работа средната стойност на основната честота, измерена над 10s, за системи, свързани синхронно към обединена електроенергийна система трябва да бъде $50 \text{ Hz} \pm 1\%$ ($49,5 \div 50,5 \text{ Hz}$) - 99,5 % от годината и $50 \text{ Hz} + 4\% \div 6\%$ ($47 \div 52 \text{ Hz}$) – за 100% от времето;
- *Големина на захранващото напрежение.* Стандартното номинално напрежение U_n за обществени системи с ниско напрежение е за четирипроводникова трифазна система – $U_n=230\text{V}$ между фаза и неутрала и за трипроводникова трифазна система – $U_n=400\text{V}$ между фазите. За системи с ниско напрежение декларираното и номиналното напрежение са равни;
- *Изменения на захранващото напрежение.* При нормални условия на работа, с изключение на повреди или прекъсвания на напрежението: 95% от средните ефективни стойности на захранващото напрежение за 10 min трябва да бъдат в обхвата на $U_n \pm 10\%$ за всеки период от една седмица и всички средни ефективни стойности на захранващото напрежение за 10 min, трябва да бъдат в обхвата на $U_n = +10\% / -15\%$. В случай на захранване на отдалечени

райони с дълги линии, напрежението може да бъде извън обхвата на $U_n = +10\%/-15\%$. Потребителите трябва да бъдат информирани;

- *Големината на бързите изменения на напрежението.* Бързите изменения на захранващото напрежение са главно резултат на изменения на натоварването в уредбите на потребителите или на комутация в системата. При нормални условия на работа измененията на напрежението обикновено не превишават 5% от U_n , но изменения до 10% с малка продължителност могат да настъпват по няколко пъти през денонощието. Изменение на напрежението, в резултат на което напрежението е по-малко от 90%, се разглежда като спадане на захранващото напрежение;

- *Строгост на фликера* – При нормални условия на работа във всеки период от една седмица строгостта на фликера $P_{fl} \leq 1$ за 95% от дълъг интервал от време;

- *Краткотрайни спадания на захранващото напрежение.* Краткотрайните спадания на захранващото напрежение са главно резултат на повреди в уредби на потребителите или в обществената разпределителна система. Препоръчителни стойности са: за нормални условия на работа очакваният брой на спаданията на напрежението за една година може да бъде от няколко десетки до хиляда. По-голямата част от тях имат продължителност, по-малка от 1s и дълбочина, по-малка от 60%. При това могат да не са чести с голяма дълбочина и голяма продължителност. В някои райони могат да са много чести с дълбочина между 10% и 15% от U_n , в резултат на комутации на електрически товари в уредби на потребителите;

- *Краткотрайни прекъсвания на захранващото напрежение.* Препоръчителните стойности за нормални условия на работа за една година са да са в граници от няколко десетки до няколко стотици. Продължителността на приблизително 70% от краткотрайните прекъсвания може да бъде по-малка от една секунда. В някои документи като краткотрайни прекъсвания се разглеждат такива с продължителност, не по-голяма от 1 min. В някои случаи се прилагат схеми за управление, които изискват време на задействане до 3 min с цел да бъдат избегнати продължителни прекъсвания на напрежението;

- *Продължителни прекъсвания на захранващото напрежение.* Внезапните прекъсвания обикновено се причиняват от външни събития или действия, които не могат да бъдат предотвратени от доставчика на електрическа енергия. Не е възможно да се посочат типични стойности на честотата им на настъпване за една година и на дълготрайността на продължителните прекъсвания. Препоръчителни стойности: за нормални условия на работа – честота за една година с продължителност, по-голяма от 3 min – по-малка от 10 или до 50 в зависимост от района. Препоръчителни стойности не се дават за планираните прекъсвания, защото за тях потребителите се уведомяват предварително;

- *Временни пренапрежения с промишлена честота между проводници под напрежение и земя.* Временните пренапрежения с промишлена честота се появяват главно по време на повреда в обществената разпределителна система или в уредбите на потребителите и продължават до отстраняване на повредата. Препоръчителни стойности: за някои условия повреда на високата страна на трансформатор причинява временно пренапрежение на страна с

ниско напрежение. Тво е за времето, през което е налице повредата. Такива пренапрежения обикновено не превишават 1,5kV ефективна стойност;

- *Преходни пренапрежения между проводници под напрежение и земя.* Преходните пренапрежения не превишават 6kV върхова стойност, но понякога могат да се получат и по-високи стойности. Времето за нарастване на напрежението до максимална стойност е в широки граници – от милисекунди по-малко от микросекунда. Енергията на преходно пренапрежение се колебае значително в зависимост от произхода. Индуктивните пренапрежения обикновено имат по-висока амплитуда, но по-малка енергия от комутационните пренапрежения, което се дължи на по-голямата продължителност на комутационните пренапрежения. Устойчивостта на защитата срещу импулси в уредбите на потребителите трябва да се избира така, че да се вземат предвид по-тежките изисквания за енергията на комутационните пренапрежения при повреда. По този начин ще се покриват индуктираните пренапрежения както при мълния, така и при комутации в системата;

- *Несиметрия на хранващото напрежение* – При нормални условия на работа в продължение на една седмица 95% от средните ефективни стойности за 10 min на съставящата с обратна последователност на хранващото напрежение трябва да бъде в граници от 0% до 2% от съставящата с права последователност на напрежението. В някои райони, с частично еднофазно или двуфазно свързване на уредби на потребители, се появява несиметрия от 3% на трифазните хранващи изводи. В този стандарт са дадени само стойности за обратната последователност на съставящата на напрежението, защото тази съставяща е причина за възможни смущения на уредите, свързани към системата;

- *Хармонични съставящи на напрежението.* Общият коефициент на хармонично изкривяване (TDH) на хранващото напрежение (включително всички хармонични съставящи до ред 40) трябва да бъде по-малък или равен на 8%;

- *Междинна хармонична съставяща на напрежението.* Нивото на тези хармонични съставящи се увеличава, поради нарастващото приложение на честотни преобразуватели и други подобни устройства за управление. В някои случаи такива междинни хармонични съставящи, дори с ниски нива, могат да доведат до увеличаване на фликера или да причинят смущения на импулсните системи за управление.

II. Предложение за отразяване характеристиките на качеството на електрическата енергия при тарифиране

При доставяне до потребителя на електрическа енергия, която не отговаря на показателите, заложи в Българския държавен стандарт, потребителят не трябва да заплаща тази електрическа енергия за съответния процент от време, за което е била доставяна.

Промяната на начина на заплащане на енергията е абсолютно необходима и се налага от променящата се икономическа ситуация.

За пазарна икономика (при премахване на държавния монопол и свободното развитие на частната собственост) се изисква реално да се отразява както влиянието на всеки от потребителите върху разходите на производителя на електрическата енергия, така и да се установи адекватност и коректност при заплащане на енергията.

Тази коректност може да се постигне с отразяване на влиянието от страна на всеки от потребителите върху размера не само на променливите, но и върху постоянните разходи.

Големият дял на условно-постоянните разходи в себестойността на електрическата енергия налага промяна на ценовата политика на енергийната система – от повишаване цената на електрическата енергия по зоните на товаровата диаграма към нова тарифа, отчитаща по-пълно разходите за производство, преноса и разпределението на енергията. С това ще се постигне повишаване на енергийната ефективност при производството на електрическата енергия.

На база на горе изложеното следва да се отбележи, че цената на електрическата енергия е фактор, който може да бъде разгледан в два аспекта на влияние върху източниците на финансиране в енергетиката.

- Първият е свързан с директното влияние на цената върху производствените разходи и по-специално върху разходите за амортизация в себестойността на произвежданата енергия. В този аспект цената на електрическата енергия трябва да се повишава, за да покрива разходите в електропроизводството. Това повишение обаче, на базата на постигнатата възвращаемост на активите, трудно може да осигури в краткосрочна перспектива капиталови вложения за постигане развитие на енергетиката в съответните мащаби при положение, че продължително време цената е била по-ниска от себестойността и държавата е субсидирала електроенергийното производство, за сметка на други дейности в енергетиката;
- Вторият аспект е свързан с влиянието на цената на електрическата енергия върху енергоспестяващите техника и технологии, които намалявайки енергийния разход на единица продукция, могат да ограничат размера на инвестициите за нови енергийни мощности. Така косвено, при повишаване цената на електрическата енергия, се получава намаление на инвестициите за изграждане на нови мощности. Нещо повече, редица експерти считат, че изградената у нас генерираща мощност е достатъчна за задоволяване потребностите на потребителите. Необходимо е единствено да се обезпечи по-висока енергийна ефективност на промишленото производство, което изисква влаганите инвестиции да се отклонят в друга посока – за съвременни енергоспестяващи техника и технологии.

Провеждането на подходяща ценова политика в електропроизводството ще спомогне да се преодолее и посоченото противоречие на интересите, а това може да се постигне чрез провеждането на подходяща национална ценова политика, осигуряваща защита на националните интереси при реализиране на мероприятията в следните насоки:

- въвеждане на нов начин на заплащане на електрическата енергия чрез приемане на модификация на основно – ценовата тарифа. Тя отчита и инсталираната мощност на потребителите; въвеждането на данъчни преференции за потребителите, насочени към внедряване на мероприятия, водещи до повишаване на енергийната ефективност на промишленото производство;
- намаляване на лихвения процент за кредитите за внедряване на технологии за повишаване енергийната ефективност при производство, пренос, разпределение, преобразуване и използване на електрическата енергия;

- прецизиране политиката на държавата относно изграждането на производствени мощности от възобновяеми източници;
- строг контрол от държавата за изпълнение на показателите за качеството на електрическата енергия. Потребителят не бива да заплаща за стока и ус-луга, която не отговаря на Българския държавен стандарт. Този контрол може да се осъществи сравнително лесно чрез въвеждане на съвременни средства за търговско мерене, които държавата да наложи на електроразпределителните дружества за използване.

Загубите от намаления лихвен процент, с който да се отпускат кредитите на предприятията за внедряване на енерго-спестяващи мероприятия, следва да бъдат за сметка на фонд "Енергийна ефективност". Данъчните преференции следва да се покриват за сметка на бюджета. При тези условия субсидирането на електроенергийното производство, пренос и разпределение е абсолютно необходимо.

Действията на държавата в тези направления могат да доведат до раздвижване ценовата политика и осигуряване по-висока енергийна ефективност на електроенергийната система и съответно достигане на оптимална, общественно-оправдана себестойност и цена на електрическата енергия.

Изводи

От изброените специфични особености става ясно, че електрическата енергия, макар физически еднородна, има различна себестойност в зависимост от мястото и режима на работа на потребителя. Във връзка с това има благоприятни и неблагоприятни консуматори. В интерес на електроенергийната система е да се поощряват потребителите с благоприятен режим на работа.

Материалната заинтересованост на потребителите, производителите и доставчиците на електрическа енергия се създава с цената на електрическата енергия.

За да отрази влиянието на отделните потребители върху себестойността на електрическата енергия, цената трябва да бъде диференцирана за потребителите, производителите и доставчиците на електрическа енергия.

Литература

- [1]. Василев А., Цени и ценообразуване, София, 1994 г.
- [2]. Цветанов П., Г. Стоилов, Л. Аджарова, Т. Манойлова, Г. Босев, Електроенергетиката на България – Развитие и обществена цена, София, Академично издателство „Проф. Марин Дринов”, 2009 г.
- [3]. С. Лецковска, П. Рахнев, Ст. Моллова, Специфични особености при тарифиране на електрическата енергия, Годишник БСУ, 2011 г.
- [4]. К. Сейменлийски, Ст. Моллова, П. Рахнев, Състояние на тарифната политика в електроенергийната система на България, Юбилейна научна конференция по повод 10 години от създаването на НВУ „Васил Левски”, В. Търново, 14-15 юни 2012 г.
- [5]. К. Сейменлийски, С. Лецковска, П. Рахнев, Повишаване ефективността на тарифната политика в електроенергийната система на България, Юбилейна научна конференция по повод 10 години от създаването на НВУ „Васил Левски”, В. Търново, 14-15 юни 2012 г.
- [6]. К. Сейменлийски, С. Лецковска, Ст. Моллова, Образуване на цените на електрическата енергия в България, Юбилейна научна конференция по повод 10 години от създаването на НВУ „Васил Левски”, В. Търново, 14-15 юни 2012 г.