

Анализ на нормативната база относно качеството на електрическата енергия

Стефан Стефанов, Вря Русева

Анализ на нормативната база относно качеството на електрическата енергия: В статията са анализирани някои несъответствия между нормативните документи относно качеството на електрическата енергия. Констатирано е, че Решението на Държавната комисия по енергийно и водно регулиране, което повтаря стандарт БДС EN 50160:2003, не отговаря на изискванията на потребителите на електрическа енергия и не стимулира доставчиците да поддържат и подобряват качеството на честотата и напрежението. Препоръчани са диференцирани стойности за допустимото отклонение на напрежението в точката на присъединяване, които съчетават интересите на купувачите и продавачите на електрическа енергия.

Ключови думи: Качество на напрежението и честотата, Отклонение на напрежението, Отклонение на честотата.

ВЪВЕДЕНИЕ

През последните години в електроенергетиката на България настъпиха редица съществени промени. Приватизирани бяха част от електрическите централи и всички електроразпределителни мрежи. Създадена бе Държавна комисия по енергийно и водно регулиране (ДКЕВР), която има регулаторни и контролни функции в отрасъла. Чрез Закона за енергетиката бе отменен монополът при търговията с електрическа енергия, като в нея вземат участие лицензирани обществени снабдителите, обществени доставчици и търговци. Търговията с електрическа енергия бе отделена от експлоатацията на електрическите мрежи. Тези реформи представляват положителна стъпка от икономическа гледна точка, но предвид особеностите на електрическата енергия като енергоносител и състоянието на юридическата система в страната реално създават предпоставки за понижаване качеството на електрооснабдяването.

За да създаде предпоставки и да отговори на новата структура и организация в електроенергетиката, бе променена изцяло законовата и нормативна база в тази област, включително стандартите и правилата относно качеството на електрическата енергия. За съжаление в част от тях не се отчита факта, че по отношение качеството на електрооснабдяването, нашата електроенергийна система бе, и в някои отношения все още е, на по-високо ниво от повечето европейски страни.

Целта на работата е да се анализира състоянието на нормативната база в областта на качеството на електрическата енергия.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Електрическата енергия е вид стока, която трябва да бъде доставена на потребителите с определено качество. За потребителите нейното качество се характеризира с непрекъснатост на захранването, постоянна честота, постоянна големина и синусоидална форма на захранващото променливо напрежение. В практиката тези параметри не могат да бъдат строго постоянни, защото им влияят редица системни и случайни фактори.

При окачествяване на електрическата енергия има няколко особености:

- Производството, пренасянето и доставянето практически се извършват в момента на потреблението. Затова системите за производство, пренасяне и разпределение трябва винаги да са в изправност, и в състояние да произведат и доставят необходимата активна и реактивна мощност. Непрекъснатостта на електрозахранването се оценява с показатели за надеждност.

- Всички основни електропотребители са включени и се захранват от обща електроенергийна система. Честотата в нея се осигурява общо от всички електрически централи, но точното и регулиране се извършва от водещите водно-

електрически централи. Потребителите не могат съзнателно да влияят върху честотата на захранващото напрежение.

- За разлика от другите стоки, върху качеството на електрическото напрежение оказват влияние и самите потребители. Генераторите произвеждат електрическа енергия с определена големина и синусоидална форма на променливото напрежение. Но докато достигне до консуматорите, върху качеството на напрежението се отразяват както параметрите на веригите за пренасяне и разпределение, така и работата на самите потребители: при нарастване на товара нарастват загубите на напрежение; при включване на нелинейни консуматори се нарушава синусоидалната форма на тока и напрежението; при несиметричен товар се нарушава симетрията на напрежението. По този начин се променя качеството на напрежението и на съседните потребители, които се захранват по общи електрически вериги.

- Качеството на напрежението е различно в различните точки от електроенергийната система и електроснабдителните системи на потребителите. Общата техническа закономерност е показателите да се влошават по посока от генераторите към консуматорите на електрическа енергия.

- Качеството на напрежението може да се осигурява само съвместно от производители, снабдители, доставчици и потребители на електрическа енергия, като *възможностите и отговорностите са по посочения ред.*

Качеството на електрическата енергия се разглежда и регламентира в редица документи [3,4,5]. Най-пълнен и точен от тях е БДС 10694-80 „Електрическа енергия. Норми за показателите на качеството на електрическата енергия при приемниците” [1]. През 2003 г. този стандарт е заменен от БДС EN 50160:2003 „Характеристики на напрежението на електрическата енергия, доставяна от обществените разпределителни електрически системи” [2], който представлява превод на европейския стандарт EN 50160:1999. В действителност двата стандарта имат различен обект на действие. БДС 10694-80 се отнася за качеството на електрическата енергия на клемите на консуматорите, докато БДС EN 50160:2003 се отнася за точката на присъединяване на потребителите (точката за търговско измерване на консумираната електрическа енергия от абонатите). През 2004 г. ДКЕВР публикува като неофициален документ „Показатели за качеството на електроснабдяването” [6]. В него са систематизирани всички основни положения от БДС EN 50160:2003.

Реално за потребителите е важно качеството на електрическата енергия, която получават самите консуматори, т.е. обекта на БДС 10694-80, докато обектът на БДС EN 50160:2003 има значение при търговското измерване на електрическата енергия. В БДС 10694-80 са регламентирани доста по-строги и конкретни норми за качеството. До началото на приватизацията в електроенергетиката, тези норми в общи линии се спазваха, и по традиция, все още са цел при доставката на електрическа енергия. БДС EN 50160:2003 се отнася за точка, в която качеството на напрежението е по-добро, отколкото на клемите на консуматорите и по-лесно се осигурява. Но в него са дадени доста по-широки количествени граници на показателите за качеството, като част от тях имат неконкретен и условен характер. При някои от допустимите гранични стойности на тези показатели, част от консуматорите не би било възможно да работят. БДС EN 50160:2003 облекчава работата на доставчика на електрическа енергия и почти го освобождава от отговорност за осигуряване качеството на напрежението. Фактът, че БДС EN 50160:2003 е превод на европейски стандарт не намалява неговите недостатъци и не го прави задължителен за ДКЕВР.

В БДС 10694-80 са дефинирани и дадени допустими стойности за следните показатели за качеството на електрическата енергия: отклонение и колебание на честотата; отклонение, колебание, несинусоидалност и несиметрия на напрежението и изместване на неутралата.

В БДС EN 50160:2003, в сравнение с БДС 10694-80, не са включени показателите колебание на честотата и изместване на неутралата, терминът „отклонение на

напрежението” е заместен с „изменение на напрежението”, а вместо „колебание на напрежението” се използват термините „бързо изменение на напрежението” и „фликер”. Освен това се разглеждат пренапрежения и спадания и прекъсвания на напрежението, които представляват елемент от надеждността на електроснабдяването.

В табл.1 е направено сравнение между допустимите стойности за отклонението на честотата според основните нормативни документи. С Δt е означена допустимата разлика между астрономическото и синхронното време за едно денонощие. Вижда се, че най-строги са изискванията според задължителния документ *Наредба № 3 за устройството на електрическите уредби и електропроводните линии* (НУЕУЕЛ) [4]. Според БДС 10694-80, който по време на своето действие имаше задължителен характер, допустимите отклонения на честотата са пет пъти по-големи. Според БДС EN 50160:2003 се допускат 25 пъти по-големи отклонения спрямо [4] и то с вероятност 99,5 % и не се нормира допустимата разлика между астрономическото и синхронното време. Посочената в [2] и [6] допустима минимална стойност на честотата 47 Hz, не е съгласувана и е по-ниска от регламентираната в [4] стойност 47,5 Hz, при която се осъществява отделяне на ТЕЦ чрез устройство за автоматично честотно отделяне, т.е. настъпва разпадане на електроенергийната система.

Таблица 1.

Допустими отклонения на честотата

БДС 10694-80 [1]	БДС EN 50160:2003 [2]	НУЕУЕЛ [4]
$\pm 0,2 \%$; (49,9...50,1) Hz средно за 10 min	$\pm 1,0 \%$; (49,5...50,5) Hz по време на 99,5 % от годината, средно за 10 s	(49,98...50,02) Hz трябва да се осигури от устройствата за регули- ране на честотата
$\pm 0,4 \%$; (49,8...50,2) Hz допуска се временно	(-6...+4) %; (47...52) Hz през 100 % от времето, средно за 10 s	—
$\Delta t = 2 \text{ min}$	—	$\Delta t = 30 \text{ s}$

Качеството на честотата се регулира и поддържа само от електрическите централи. Производствените мощности в нашата електроенергийна система засега са сравнително добре балансирани и чрез наличната автоматика в общия случай успяват да изпълнят изискванията на [4] и [1]. След 2004 г. всички стандарти имат доброволен характер. В този смисъл включването в Решението на ДКЕВР [6] на допустимите отклонения за честотата от [2], без да се има предвид задължителният документ [4], е стъпка назад и създава предпоставки за понижаване качеството на честотата.

В табл.2 е направено сравнение между допустимите стойности за отклонението на напрежението според [1] и [2]. Отново по-строги са изискванията на БДС 10694-80, въпреки че той се отнася за клемите на приемниците. Отклонението на напрежението в точката на присъединяване зависи главно от доставчика на електрическа енергия. При захранване на средно или на ниско напрежение абонатът има само ограничени възможности да влияе върху стойността на напрежението чрез управление на товарите и включване на регулируеми кондензаторни батерии. При максимален товар отклонението на напрежението обикновено е в отрицателна посока спрямо номиналното, а при минимален товар – в положителна посока. Ако в точката на присъединяване тези отклонения са близки до допустимите според [2] граници, то част от конкретните консуматори въобще няма да могат да работят.

Посочените в [2] и [6] допустими отклонения на напрежението не са съгласувани и с регламентираните в [4] стойности за допустимите загуби на напрежение в мрежите за средно и ниско напрежение. ДКЕВР, вместо да премине към

диференциране и стесняване или поне запазване на диапазона за отклонение на напрежението в точката на присъединяване, допусна по-големи стойности, което понижава изискванията към доставчика на електрическа енергия.

Таблица 2.

Допустими отклонения на напрежението в мрежи ниско и средно напрежение

БДС 10694-80 [1]	БДС EN 50160:2003 [2]
(- 5...+10) % – на клемите на електрическите двигатели; (- 5...+5) % – на клемите на всички останали консуматори; За 95 % от времето.	(-10...+10) % – 95 % от средните ефективни стойности на напрежението за интервал от 10 min, за всеки период от една седмица.
В следаварийни режими се допуска допълнително понижение с 5 %.	(-15...+10) % – всички средни ефективни стойности на напрежението за интервал от 10 min.

В нормативните документи е необходимо да се прави разлика между номиналното напрежение на приемниците и напрежението в точката на присъединяване на абонатите. При мрежите ниско напрежение от няколко десетилетия има тенденция за повишаване номиналното напрежение на приемниците от 380/220 V на 400/230 V. Засега основната част от консуматорите на електрическа енергия не отговарят на това изискване. Напрежението в точката на присъединяване при мрежи ниско напрежение трябва да бъде с няколко процента по-голямо от номиналното напрежение на приемниците, което следва да бъде включено в нормативните документи.

Подходящи диференцирани стойности за отклонението на напрежението в *точката на присъединяване*, с отчитане и на допустимите загуби на напрежение в мрежите за средно и ниско напрежение от [4], са следните:

- при *захранване на средно напрежение* – в този случай абонатът може да използва допълнителна нерегулируема корекция на напрежението чрез регулатора на трансформатора. Затова е подходящо да има две едновременно действащи изисквания:

- допустимо отклонение на средната стойност на напрежението спрямо номиналната му стойност. То трябва да съответства на допустимата загуба на напрежение в мрежи средно напрежение 10 % [4]. По конкретната средна стойност се избира положението на регулатора на напрежение на конкретния трансформатор;

- допустимо отклонение на напрежението спрямо средната стойност на напрежението в точката на присъединяване на конкретния абонат. Тъй като абонатите нямат възможност за допълнително регулиране на напрежението, то трябва да бъде съобразено с допустимото отклонение на приемниците, което обикновено е ± 5 %.

- подходящи стойности за двете изисквания са: (-10...+10) % спрямо номиналната стойност на напрежението и (-5...+5) % спрямо средната стойност на напрежението в точката на присъединяване на конкретния абонат;

- при *захранване на ниско напрежение* – в този случай абонатът няма възможност за допълнителна корекция на напрежението. Затова напрежението в точката на присъединяване трябва да бъде по-високо от номиналното напрежение на приемниците с величина, съответстваща на загубите на напрежение във вътрешните мрежи на абоната. Съгласно [4] допустимите загуби във вътрешните мрежи са: 2,5 % при големи сгради; 1 % при малки сгради. Затова подходящи стойности за отклонението на напрежението са (-2,5 ... + 7,5) % – при захранване на големи обществени и производствени абонати и (-4...+6) % – при захранване на битови абонати.

Препоръчаните допустими отклонения на напрежението, от една страна защитават интересите на абонатите, а от друга страна поставят високи, но реално изпълними изисквания към доставчиците на електрическа енергия.

В [2] и [6] подходящо са включени диференцирани изисквания по отношение несинусоидалността на напрежението, като са дадени отделни норми за основните хармоници. Нормата за общото изкривяване е увеличена на 8 %, спрямо 5 % в [1], но това е необходимо, като се има предвид непрекъснатото увеличаване на броя и мощността на консуматорите, които внасят „замърсявания“ в мрежата.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В действащите нормативни документи относно качеството на електрическата енергия: Наредба № 3 за устройството на електрическите уредби и електропроводните линии и БДС EN 50160:2003 „Характеристики на напрежението на електрическата енергия, доставяна от обществените разпределителни електрически системи“ има някои несъответствия. Публикуваните от Държавната комисия по енергийно и водно регулиране (ДКЕВР) Решения от 30.06.2004 г. практически повтарят всички основни положения от БДС EN 50160:2003. Посочените в тях норми едностранно защитават интересите на доставчика на електрическа енергия и не го стимулират за поддържане и подобряване качеството на честотата и напрежението.

За да изпълни своята функция на обществен регулатор, е необходимо ДКЕВР да разработи и публикува нови норми за качеството на електрическата енергия, които съчетават интересите на купувачите и продавачите на електрическа енергия, изпълними са за доставчиците и ще ги стимулират да подобряват качеството на електроснабдяването. В тях е подходящо да се включат диференцирани стойности за допустимото отклонение на напрежението в точката на присъединяване, например:

- при хранване на средно напрежение – $(-10...+10)$ % спрямо номиналната стойност на напрежението и $(-5...+5)$ % спрямо средната стойност на напрежението в точката на присъединяване на конкретния абонат;
- при хранване на ниско напрежение – за големи обществени и производствени абонати $(-2,5...+7,5)$ %; за битови абонати $(-4...+6)$ %.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] БДС 10694-80 „Електрическа енергия. Норми за показателите на качеството на електрическата енергия при приемниците“, стр.8.
- [2] БДС EN 50160:2003 „Характеристики на напрежението на електрическата енергия, доставяна от обществените разпределителни електрически системи“, стр.20.
- [3] Колев В., В. Кирчев, Относно техническите показатели за качеството на електроснабдяването, София, Енергетика, 2005, № 6, стр. 50...53.
- [4] Наредба № 3 за устройството на електрическите уредби и електропроводните линии, София, Балканпрес, 2004, стр. 542.
- [5] Наредба № 16-116 от 8 февруари 2008 г. за техническа експлоатация на енергообзавеждането, ДВ бр.26 от 07.03.2008.
- [6] Показатели за качеството на електроснабдяването, Решение на Държавната комисия по енергийно и водно регулиране от 30.06.2004 г., стр.9.

За контакти:

Доц. д-р инж. Стефан П. Стефанов, Катедра „Електроснабдяване и електрообзавеждане“, Русенски университет „А. Кънчев“, Тел.: 082 888 616, E-mail: stefanov@ru.acad.bg.

Доц. д-р инж. Вяра Русева, Катедра „Електроснабдяване и електрообзавеждане“, Русенски университет „А. Кънчев“, Тел. 082 888 616; vruseva@ru.acad.bg

Докладът е рецензиран.