

ПРОБЛЕМЫ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В СЕТЯХ 330-750 КВ ГП НЭК «УКРЭНЕРГО»

Бородин Д.В., Гриб О.Г., Сапрыка А.В.

Харьковская национальная академия городского хозяйства
ryzh@bi.com.ua

The paper deals with quality of electrical energy in the system power networks in Ukraine of 330-750 kV. An analysis of measurements results has been done. The results may be used for creating new standards of power quality and building automated systems of power quality control.

Постановка задачи исследования. Сегодня одной из существенных проблем энергетики Украины является качество электроэнергии (КЭЭ) в сетях общего пользования, требования к которому в Украине определены [1]. Низкое качество электроэнергии приводит к значительному экономическому ущербу, обусловленному увеличением потерь электроэнергии [2], повышенному износу оборудования, браку продукции, выходу из строя оборудования (в т.ч. компьютерной техники), а также неправильному учёту электроэнергии [3]. В Украине по данным Института электродинамики НАН Украины снижение качества электроэнергии увеличивает её расход на 10-12%. Согласно [4] в США ежегодные убытки от сниженного качества электроэнергии составляют до 24 млрд. долларов ежегодно, убытки от провалов и внезапного повышения напряжения, от импульсов напряжения и гармоник составляют в Канаде 1,2 млрд. долларов ежегодно, в бывшем СССР – около 10 млрд. долларов. По данным фирмы Fluk, погрешность работы счётчиков при низом качестве электроэнергии может достигать 68%.

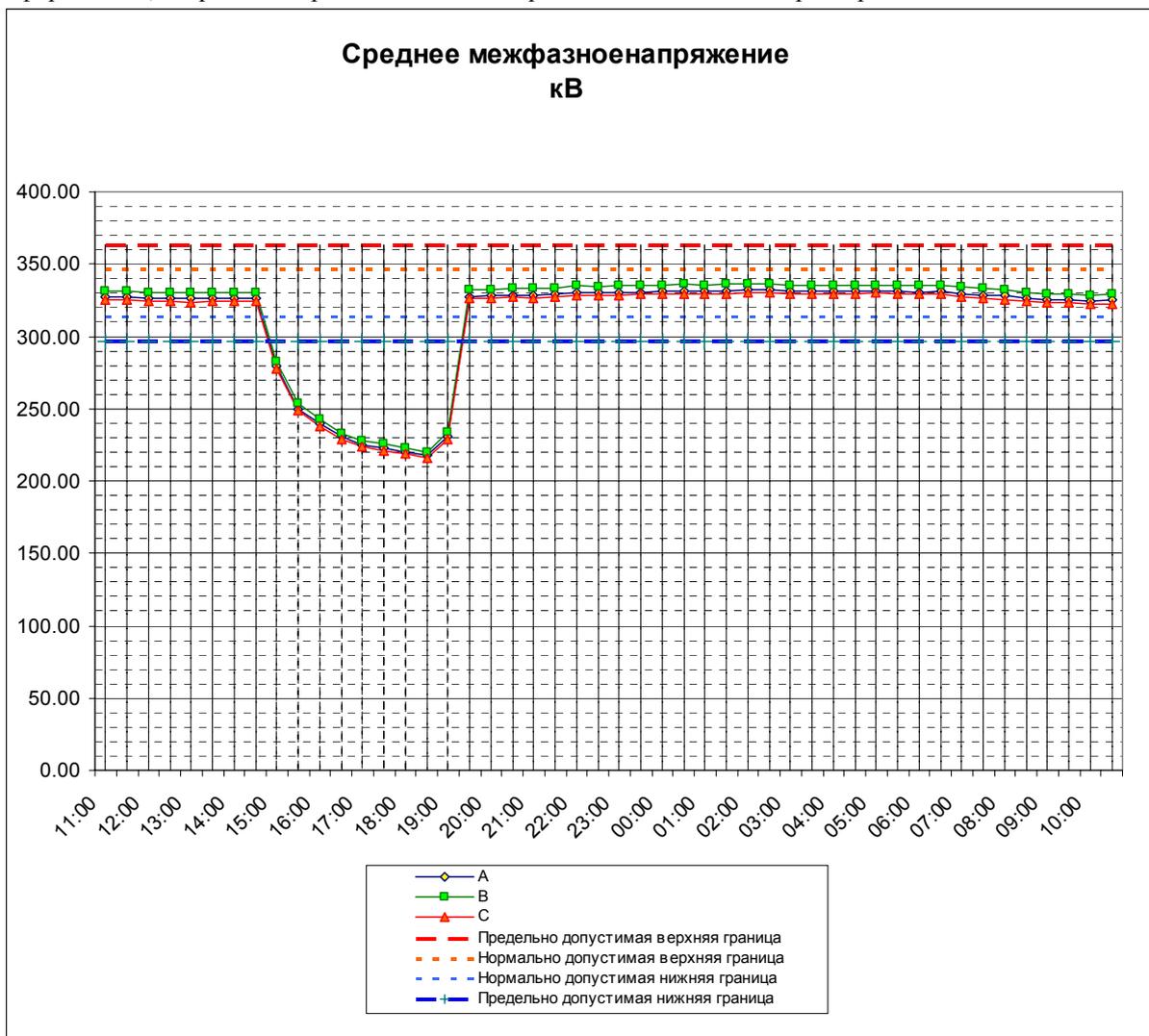


Рисунок 1 — ПС «Залютино» ВЛ-330 Артёма, $U_{AB, BC, CA}$, 06-07.12.07.

Цель исследований. Поскольку качество электроэнергии в системообразующих сетях 330-750 кВ сильно влияет на качество в сетях 150-110 кВ, то исследования КЭЭ в центрах питания сетей 110 кВ Украины на основе реальных измерений являются особенно актуальными.

Материалы исследований. В 2007 г. на ряде магистральных подстанций 330-750 кВ ГП НЭК «Укрэнерго» впервые были проведены исследования качества электрической энергии (КЭЭ) в системообразующих сетях 330-750 кВ.

Основой послужили результаты измерений показателей КЭЭ (ПКЭ), полученные с помощью микропроцессорных анализаторов токов и напряжений в электрических сетях АНТЭС АК-3Ф, имеющих погрешность измерений показателей КЭЭ $0.1 \pm 0.5\%$.

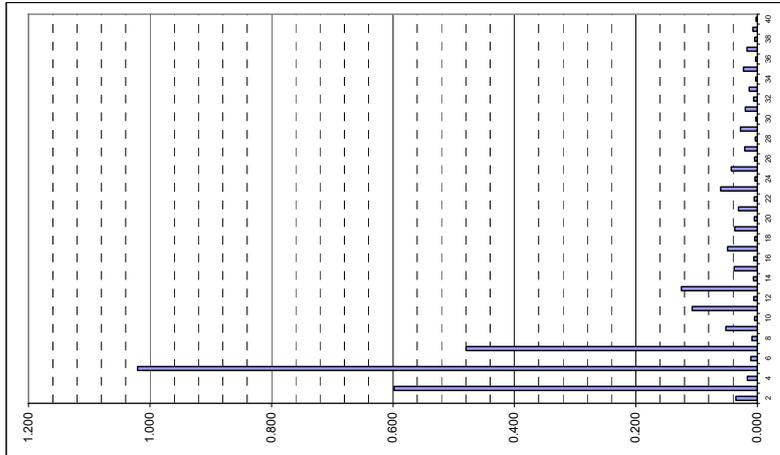
Измерения проводились в 9 точках контроля уровня 330-750 кВ на 3 магистральных ПС («Североукраинская», «Лосево», «Залютино») в течение суток на каждой точке контроля в соответствии с положениями [1].

Сводные результаты измерений ПКЭ, по которым зафиксированы нарушения, приведены в табл. 1. Измерения по частоте и несимметрии напряжений нарушений не выявили и опущены. Графики динамического изменения ПКЭ с наибольшими нарушениями показаны на рис. 1-2.

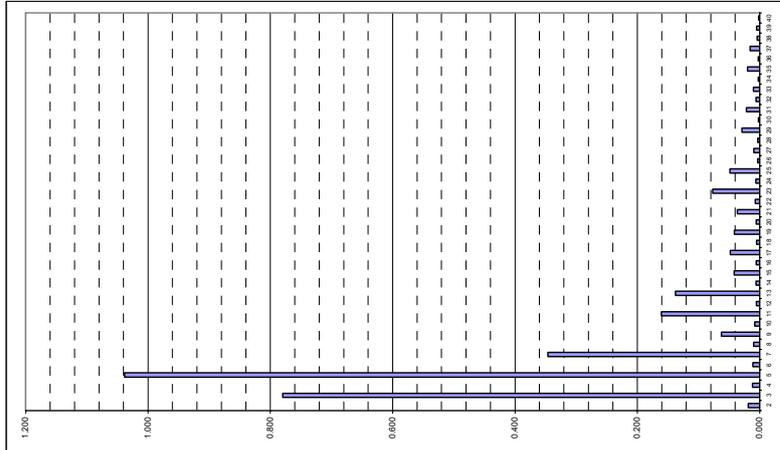
Таблица 1 – Сводные результаты измерений (НДЗ — нормально допустимые значения, ПДЗ — предельно допустимые значения ПКЭ).

ПКЭ	Число измерений	Выходов за НДЗ	Выходов за ПДЗ
1	2	3	4
установившееся отклонение напряжения прямой последовательности основной частоты			
ПС «Лосево» ВЛ-330 кВ Белгород	1440	0	0
ПС «Лосево» ВЛ-330 кВ ШБХЗ	1440	0	0
ПС «Лосево» ВЛ-330 кВ ШБХЗ	1440	0	0
ПС «Залютино» ВЛ-330 Артёма	1418	8	256
ПС «Залютино» ВЛ-330 ЗМТЭС-2	1414	0	0
ПС «СУ-750» ВЛ-330 Миргород	1440	0	0
ПС «СУ-750» ВЛ-330 Полтава	1431	136	0
ПС «СУ-750» ВЛ-330 Сумы-Север.	1436	180	0
ПС «СУ-750» ВЛ-750 КАЭС	1440	0	0
установившееся отклонение напряжения (выходы – сумма по всем фазам)			
ПС «Лосево» ВЛ-330 кВ Белгород	1440	0	0
ПС «Лосево» ВЛ-330 кВ ШБХЗ	1440	0	0
ПС «Лосево» ВЛ-330 кВ ШБХЗ	1440	0	0
ПС «Залютино» ВЛ-330 Артёма	1418	20	771
ПС «Залютино» ВЛ-330 ЗМТЭС-2	1414	0	0
ПС «СУ-750» ВЛ-330 Миргород	1440	0	0
ПС «СУ-750» ВЛ-330 Полтава	1431	891	0
ПС «СУ-750» ВЛ-330 Сумы-Север.	1436	1550	0
ПС «СУ-750» ВЛ-750 КАЭС	1440	0	0
коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения (выходы – сумма по всем фазам)			
ПС «Лосево» ВЛ-330 кВ Белгород	28799	0	0
ПС «Лосево» ВЛ-330 кВ ШБХЗ	28800	0	0
ПС «Лосево» ВЛ-330 кВ ШБХЗ	28800	0	0
ПС «Залютино» ВЛ-330 Артёма	28345	0	0
ПС «Залютино» ВЛ-330 ЗМТЭС-2	28272	0	0
ПС «СУ-750» ВЛ-330 Миргород	28801	0	0
ПС «СУ-750» ВЛ-330 Полтава	28608	4331	0
ПС «СУ-750» ВЛ-330 Сумы-Север.	28697	6027	0
ПС «СУ-750» ВЛ-750 КАЭС	28800	54	0

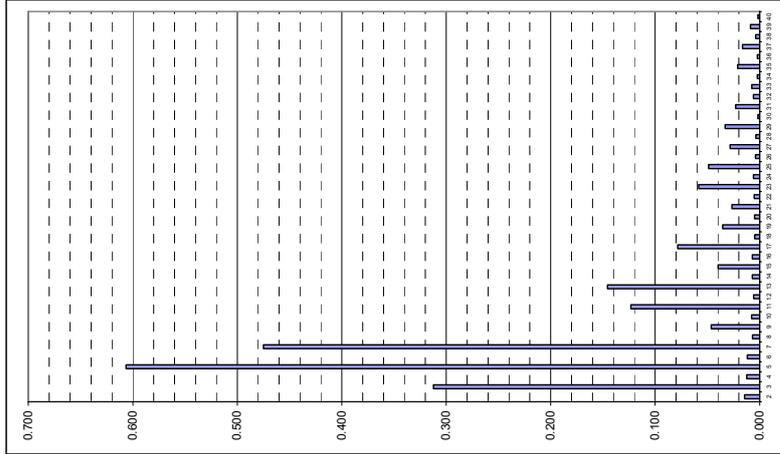
п	Коеф-т KU(n), %
2	0.035
3	0.598
4	0.016
5	1.020
6	0.011
7	0.480
8	0.009
9	0.052
10	0.004
11	0.107
12	0.006
13	0.125
14	0.007
15	0.038
16	0.006
17	0.049
18	0.004
19	0.037
20	0.005
21	0.031
22	0.005
23	0.060
24	0.004
25	0.043
26	0.004
27	0.021
28	0.003
29	0.028
30	0.002
31	0.020
32	0.006
33	0.013
34	0.003
35	0.023
36	0.003
37	0.017
38	0.004
39	0.007
40	0.002



п	Коеф-т KU(n), %
2	0.019
3	0.780
4	0.012
5	1.038
6	0.011
7	0.346
8	0.010
9	0.062
10	0.008
11	0.161
12	0.005
13	0.138
14	0.006
15	0.041
16	0.005
17	0.048
18	0.005
19	0.041
20	0.006
21	0.036
22	0.007
23	0.077
24	0.006
25	0.049
26	0.003
27	0.010
28	0.003
29	0.029
30	0.002
31	0.022
32	0.006
33	0.010
34	0.002
35	0.020
36	0.002
37	0.016
38	0.004
39	0.005
40	0.002



п	Коеф-т KU(n), %
2	0.014
3	0.312
4	0.012
5	0.606
6	0.012
7	0.475
8	0.007
9	0.046
10	0.008
11	0.123
12	0.006
13	0.146
14	0.007
15	0.040
16	0.007
17	0.078
18	0.005
19	0.035
20	0.005
21	0.027
22	0.005
23	0.059
24	0.006
25	0.049
26	0.004
27	0.028
28	0.004
29	0.033
30	0.002
31	0.023
32	0.006
33	0.008
34	0.002
35	0.021
36	0.002
37	0.016
38	0.004
39	0.009
40	0.002



а)

б)

в)

Рисунок 2 — ПС «Залютино» ВЛ-330 Артёма, гармонический состав напряжения, 06-07.12.07

а) $K_{U(m)AB}$, б) $K_{U(m)BC}$, в) $K_{U(m)AB, CA}$

Продолжение табл. 1

коэффициент n-ой гармонической составляющей напряжения число выходов за НДЗ, ПДЗ просуммировано по всем фазам и всем гармоникам)			
1	2	3	4
ПС «Лосево» ВЛ-330 кВ Белгород	28799	460	0
ПС «Лосево» ВЛ-330 кВ ШБХЗ	28800	141	0
ПС «Лосево» ВЛ-330 кВ ШБХЗ	28800	588	0
ПС «Залютино» ВЛ-330 Артёма	28345	624	0
ПС «Залютино» ВЛ-330 ЗМТЭС-2	28272	849	0
ПС «СУ-750» ВЛ-330 Миргород	28801	0	0
ПС «СУ-750» ВЛ-330 Полтава	28608	13219	3
ПС «СУ-750» ВЛ-330 Сумы-Север.	28697	14309	9
ПС «СУ-750» ВЛ-750 КАЭС	28800	6807	0

Анализ результатов измерений показал:

- в 8 точках контроля из 9 зафиксированы нарушения КЭЭ;
- в 4 точках контроля качество электроэнергии НЕ соответствует требованиям ГОСТ 13109-97;
- на ВЛ-330 кВ «Залютино-Артёма» зафиксированы длительные провалы напряжения;
- в 8 точках контроля зафиксированы нарушения нормально допустимых уставок по 5-й гармонической составляющей в различных фазах;
 - в 3 точках контроля зафиксированы нарушения нормально допустимых уставок по коэффициенту искажения синусоидальности кривой напряжения;
 - в 2 точках контроля зафиксированы постоянные превышения нормально допустимого напряжения, при этом ПС-330 кВ являются центрами питания сети 110 кВ и некоторое увеличение напряжения вполне допустимо;
 - по коэффициентам несимметрии напряжений по нулевой и обратной последовательности, по частоте, выходов за допустимые значения не зафиксировано.

Выводы

1. Полученные результаты позволяют сделать выводы о том, что даже в системообразующих сетях ОЭС Украины качество электроэнергии не соответствует нормативам, нуждается в постоянном контроле и требует улучшения.
2. Ввиду наличия нарушений КЭЭ в сетях 330-750 кВ актуальными являются исследования по влиянию качества электроэнергии на балансы мощности и электроэнергии ПС ГП НЭК «Укрэнерго», т.к. КЭЭ оказывает влияние на потери в трансформаторах и автотрансформаторах [3, 4].

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 13109-97 “Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения”.
2. Д.В. Бородин. Расчёт потерь активной мощности в обмотках силового трансформатора в условиях низкого качества электроэнергии — Коммунальное хозяйство городов, № 8, Київ, "Техніка", 1997.- С. 105.
3. Качество электрической энергии в системах электроснабжения: Уч. пособие// О.Г. Гриб, Г.А. Сендерович, Д.Н. Калюжный, О.Н. Довгалюк, Д.В. Бородин, И.Р. Левин, Ю.С. Громадский, В.И. Васильченко; Под редакцией О.Г. Гриба. – 1-е изд., – Харьков: ХНАГХ, 2005.
4. О.Г. Гриб, А.В. Сапрыка, Д.В. Бородин. Анализ качества электрической энергии в сетях общего пользования 0,4 кВ – Світлотехніка та електроенергетика, №1 (9), Харків, 03.2007, С. 53.

Рекомендовано д.т.н. Ковальовим О.П.