

ИЗСЛЕДВАНЕ НА НЯКОИ ПОКАЗАТЕЛИ ЗА КАЧЕСТВОТО НА ЕЛЕКТРИЧЕСКАТА ЕНЕРГИЯ ПРИ РАБОТА НА 2MVA ВЕТРОГЕНЕРАТОР

ANALYSING CERTAIN POWER QUALITY INDEXES AT WORK OF 2MVA WIND POWER GENERATOR

Валентин Гюров
ТУ - Варна

Владимир Чиков
ТУ – Варна

Румен Киров
ТУ - Варна

Abstract

This paper presents investigation of power quality indexes at work of 2MVA wind power generator. The object is located in North-East Bulgaria and attached to 20 kV distribution line. The study reveals a real analysis of consumption profile and power quality indexes during operating modes. In fact, the stability and reliability problems refer to isolated case, but the results can be related to other similar cases.

Keywords: Power Quality Indexes; DAQ Device; Electrical Consumption Regimes

ВЪВЕДЕНИЕ

През последните години в България са налице сериозни инвеститорски интереси и са реализирани голямо количество инвестиционни проекти свързани с възобновяемите енергийни източници и в частност – изграждането на ветрогенераторни паркове. В настоящият материал се разглежда конкретен случай – изследване на някои показатели за качеството на електрическата енергия свързани с работата на 2MVA ветрогенератор. Анализирани са конкретните проблеми свързани с надеждността и ефективността на работа на конкретен ветрогенератор в района на с. Новаково. Получените резултати са за конкретен обект, но могат да бъдат прилагани и за други подобни ситуации.

ОБОСНОВКА

Причината за извършване на изследването е поставена техническа задача от инвеститор касаеща режима на работа на ветрогенератор 2MVA присъединен към въздушна линия 20 kV от гледна точка на електроенергетични параметри. Целта е да

се установят причините за възникване на откази – изключване на ветрогенератора, както и да се направи изследване за технико-икономическа ефективност и загуби от “пропуснати ползи”.

ТЕХНИЧЕСКИ СРЕДСТВА

За постигането на тази задача е извършено изследване режима на ел. генерация чрез специализирана апаратура за отчитане на количествените и показателите за качество на електропотреблението. Използвана е система за измерване, която е съобразена със следните особености на обекта на изследване:

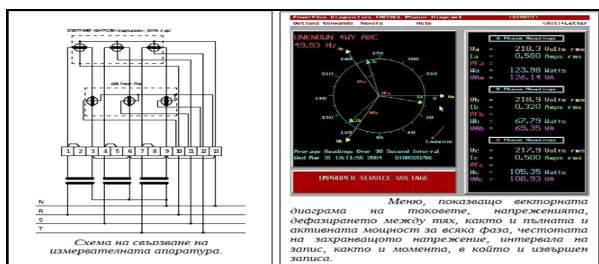
- Невъзможност за осъществяване на непрекъснато наблюдение на измервателната апаратура – измерването се извършва за период един месец;
- Необходимост от използване на апаратура с клас II на електробезопасност;
- Необходимост от използване на компактна апаратура позволяваща временен външен монтаж в поле мерене.

Отчитайки гореизброените особености е избрано използването на Power Plus Meter

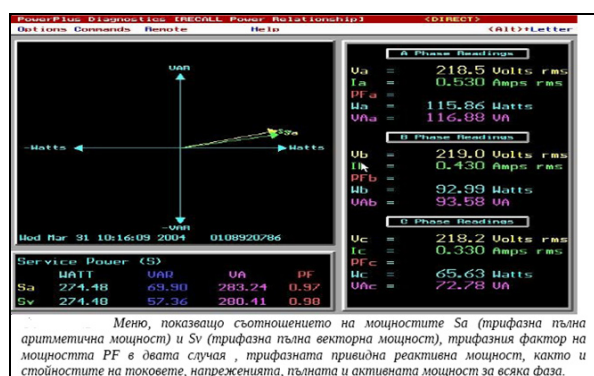
производство на ABB USA съставена от следните компоненти:

- ABB Power Plus тип A1RL+ с клас на точност 0.2 с допълнително обезопасени (чрез изолиран сноп) токови и напреженови вериги;
- IRDA към RS232 преобразувател;
- Преносим персонален компютър – минимална конфигурация Pentium II ;
- Power Plus Diagnostic Software (PPDS) v.1.08 разработен от ABB Power T&D;

PPDS дава възможност за установяване на място коректността на измерването (съответствие на токовете и напрежените вериги, поредност на фазите и др.), както и за наблюдение на текущите стойности на измерваните токове, напрежения, мощности и хармоничен анализ. Съществени за анализа данни се записват в DAT файл за допълнителна обработка и изчисления. Програмата позволява показването на някои величини в процеса на измерването в графичен вид. На фиг. 1. и фиг. 2 са показани някои типични графични изображения от разнородното меню на използваната апаратура.

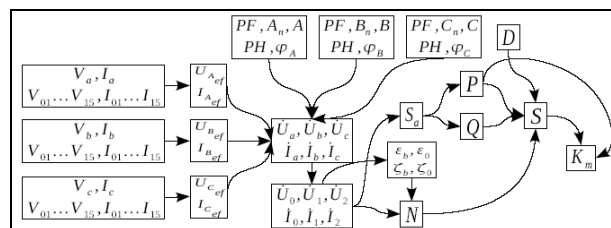


Фиг. 1. Схема на свързване и векторни диаграми за токове и напрежения



Фиг. 2. Векторни диаграми за мощностите

За нуждите на изследването се използва специализиран алгоритъм (фиг. 3) в среда MathCAD.



Фиг. 3. Блокова схема на алгоритъма

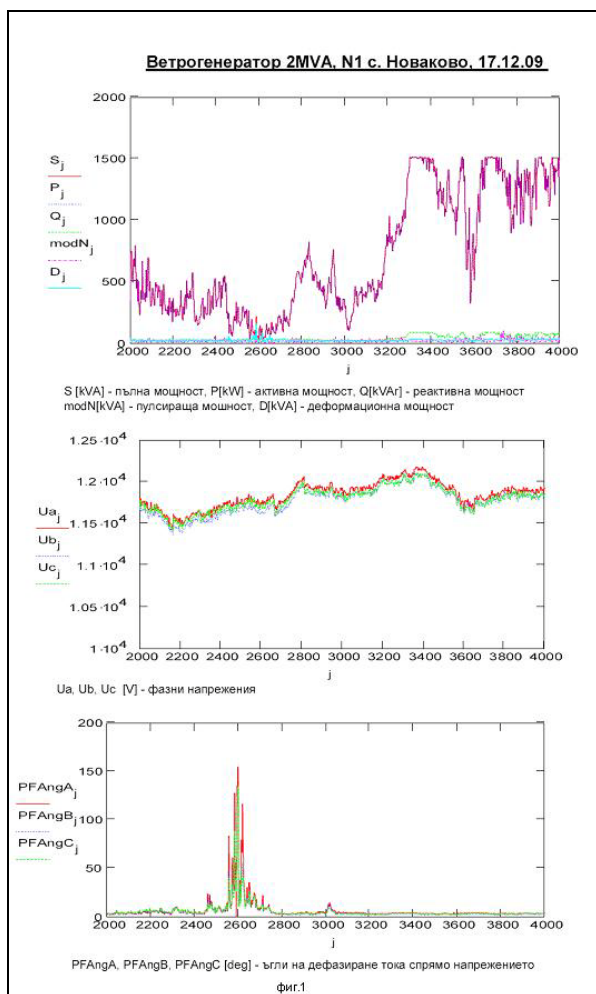
В случая, изходния формат е файл в DAT формат с определена големина. Целият файл, съдържащ измерваните величини, се присвоява като една матрица с име data, като по-нататък от нея се извличат стойностите на величините за анализ. Матрицата съдържа стойности за първите хармоници на токовете и напреженията (I_a , I_b , I_c , V_a , V_b , V_c) и стойностите на хармоничите до 15-ти в проценти от първия. Освен това, матрицата съдържа ъглите на дефазирание PhAngB и PhAngC на напреженията, спрямо реперното напрежение U_a , ъглите на дефазирание на токовете, спрямо съответните напрежения, PFA , PFB и PFC , отчетени по първи хармоник.

В самият алгоритъм в среда MathCAD е осъществена възможност за корекция на коефициентите на токовете и напреженови измервателни трансформатори, за да се получат реални стойности от измерването.

ПРАКТИЧЕСКО ИЗСЛЕДВАНЕ

Изследването е реализирано за период около един календарен месец с продължителност от 17.12.2009 г. до 22.01.2010 г.

За всеки един ден са снети съответните товарни графики през 2 мин. интервал, като най-важните резултати касаещи режима на напрежение и качествените показатели “отклонение” и “колебание” на напрежението, както и режимите на реактивната и неактивните мощности имат вида показан на фиг. 4.



Фиг. 4. Еднодневна извадка на товарови графици за характера на мощностите и режимите на напрежение

На база на получените резултати, може да се направи извадка за спиранията на генератора и режима на напрежение при който се наблюдава тази ситуация. Тази извадка е показана в табл. 1

Номиналното напрежение според БДС EN50160 за указаната линия е $U_H=20$ kV линейно. Съгласно отклонението на напрежението от номиналната му стойност се дефинира с показателя “отклонение на напрежението”.

Отклонение на напрежението на мрежата или на част от нея съгласно БДС EN50160 при нормални условия на работа се дефинира в следните граници:

- 95% от средните ефективни стойности на захранващото напрежение за 10 min трябва да бъдат в обхвата на $U_{ном} \pm 10\%$ за всеки период от една седмица;
- Всички средни ефективни стойности на захранващото напрежение за 10 min,

трябва да бъдат в обхвата на $U_{ном} + 10/-15\%$.

дата	брой	U лин. [kV]	Продължителност [min]
17.12	1	19.89	100
18.12	2	19.89	4
		19.89	100
19.12	Трайно спиране системата – авария в далекопровод на ЕОН		
23.12	няма		
24.12	няма		
25.12	няма		
26.12	няма		
27.12	1	20.24	200
28.12	2	19.89	250
		19.89	10
29.12	1	20.76	10
30.12	3	20.76	50
		20.24	3
		20.24	5
31.12	няма		
1.01	няма		
2.01	3	20.24	10
		19.89	3
		19.89	5
3.01	поревица спирания	19.89	75
4.01	3	19.89	75
		19.89	25
		19.89	10
5.01	поревица спирания	19.89	400
6.01	няма		
7.01	поревица спирания	19.89	450
8.01	поревица спирания	19.89	375
9.01	1	19.89	2
10.01	няма		
11.01	няма		
12.01	поревица спирания	19.89	500
13.01	поревица спирания	19.89	200
14.01	шест кратковременни	19.89	30
15.01	две кратковременни	19.89	5
	поревица спирания	19.89	100
16.01	няма		
17.01	няма		
18.01	няма		
19.01	няма		
20.01	няма		
21.01	няма		
22.01	няма		

Табл. 1. Отчетени прекъсвания

На база на проведеното изследване могат да се направят следните изводи:

1. Причина за спиранията са кратко-временни провали на напрежението с продължителност под 2 мин – ситуация в която генератора излиза от синхронизъм.

2. При напрежение 19,9 kV (отклонение – 0,5%) генератора работи с нисък добив или спира – режима на работа е не-

устойчив. Наблюдават се многократни спирания и опити за възстановяване на работния режим.

3. Максималният добив е винаги при напрежения по-големи от 20,76 kV линейно напрежение (+3,8%).

4. Спиранията на генератора не са свързани с трайно прекъсване на напрежението на електропровода (с изключение на аварийната ситуация на 19.12).

5. Генератора не влияе върху режима на напрежение на мрежата.

6. За целият период на измерване нивото на напрежението по линията е в рамките на стандарт БДС EN50160. Най-ниски нива са забелязани 19,89 kV – 0,5% и най-високи 21,45 kV +7,5%. При напрежения над 20,7 kV не са забелязани спирания.

7. Устойчива работа се наблюдава в дните 17.01 ÷ 22.01 когато напрежението в линията е по-голямо 20,76 kV +3,8%

ТЕХНИКО-ИКОНОМИЧЕСКИ АНАЛИЗ. ЗАГУБИ ОТ “ПРОПУСНАТИ ПОЛЗИ”

Обектът на изследване е построен в района на с. Новаково и влиза във втория регион (зона Б), където средната многогодишна скорост на вятъра се изменя от 2 до 4 м/сек. Годишният максимум на скоростта е през зимата (февруари, март), а денно-нощният - през деня. Минималната скорост на вятъра тук е в края на лятото и началото на есента (август, септември). Средната скорост на вятъра не е представителна величина за оценката на вятъра като източник на енергия. По тази причина се използва плътността на енергийния поток на вятъра, представен на фиг. 5.

Разпределението на максималния ветрови потенциал е свързано с режима на вятъра в съответното място. Той варира през различните сезони. В зона Б е 60-65% през зимата и пролетта и 35-40% през лятото и есента;

Разпределението на максималния ветрови потенциал е свързано с режима на вятъра в съответното място. Той варира през различните сезони. В зона Б е 60-65% през

зимата и пролетта и 35-40% през лятото и есента;



Фиг. 5. Данни за плътност на енергийния поток на вятъра W/m^2

Изкупуването на произведената ел. енергия от ВЕИ става по преференциални цени, чийто размер се определя с решения на ДКЕВР. Към настоящия момент определените цени са: за инсталирана мощност 800 kW и повече, над 2250 пълни ефективни годишни часове на работа - 172.00 лв/MWh. За периода на изследване са отчетени откази с общо времетраене – 2997 мин. или около 50 ч. За останалото работно време той дава добив около:

$$E_{\text{доб.ср}} = 0,85 \cdot S_H \cdot \cos \varphi_{\text{ср}} \cdot T = 0,85 \cdot 2 \cdot 0,98 = 1,67 \text{ MWh}$$

или за изследвания период загубите са около 83,5 MWh, което съответства на 14632 лв. Като резултат са формулирани следните препоръки:

1. Ако е възможно, да се постигне долна граница на настройката за работа на 19,89 kV напрежение – 0,5%.
2. Ако е възможно, да се договори с ЕРП поддържане на номинално напрежение на линията +3,8%, което също е в границите на стандарт БДС EN50160.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] БДС EN 50160:2010 Характеристики на напрежението на електрическата енергия доставяна от обществените разпределителни електрически системи
- [2] Robert A., Power Quality, Electric Power System Handbook – Chapter 4, John Wiley&Sons, GB, 2008.
- [3] Grungbaun V., Voltage and Power Quality control in Wind Power Applications by Means of Dynamic Compensation, ABB Power Systems, AC Division, Vasteras, Sweden, 2006.