

УДК 621. 311.6: 621.3.026

DOI: 10.33942/sit042210

WAYS OF ENSURING THE STATIC STABILITY OF THE POWER SUPPLY SYSTEM OF AGRICULTURAL CONSUMERS EVALUATION OF THE QUALITY OF ELECTRICITY IN POWER SUPPLY FROM A LIMITED CAPACITY

Suerkulov Manas Asanbekovich *Professor KSTU I. Razzakov*
Biygazieva Kalmira Zhorupbekovna
E-mail kalmira.beygazieva@mail.ru

Annotation: with the power supply of the electric power receiver (IEE), the power of the power source may be different, depending on the availability of energy sources in a given region. Changes in electricity quality indicators, their permissible values are given in [1]. In the process of designing and operating power supply systems (SES), it is necessary to ensure acceptable values of indicators. In this paper, an attempt was made to estimate the indicators when powered from a source of limited power.

Keywords: voltage deviation, oscillation frequency, single large voltage changes asymmetry, source with measured power, control, reduction, span.

ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЯ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ПРИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИИ ОТ ОГРАНИЧЕННОЙ МОЩНОСТИ

Суеркулов Манас Асанбекович *профессор КГТУ им. И.Раззакова*
Бийгазиева Калмира Жорупбековна
E-mail kalmira.beygazieva@mail.ru

Аннотация: при электроснабжении приемники электроэнергии (ПЭЭ) мощность источника питания может быть различна, в зависимости от наличия мощностей источника питания данного региона. Условно источники ЭЭ делятся на два вида: неограниченной мощности и отрицательной мощности. Проходящие процессы очень зависят от мощности источника питания, от характера проходящего процесса, величины тока короткого замыкания, изменения показателей качества вк электроэнергии их допустимые значения приведены в [1]. Процесса проектирования и эксплуатации систем электроснабжения (СЭС) необходимо обеспечить допустимые значения показателей. В данной работе сделана попытка оценки показателей при питании от источника ограниченной мощности.

Ключевые слова: отклонение напряжения, частота колебания, одиночные большие изменения напряжения, не симметрия, источник соизмеряемой мощности, регулирование, снижение, размах.

Приемники электроэнергии (ПЭЭ) и аппараты, присоединенные к электрическим сетям, предназначены для работы при определенных параметрах: номинальной частоте переменного тока f_n , номинальном напряжении $f-U_n$, номинальном токе $a-I_n$, номинальной активной мощности P_n и т.д. [2-4]. Внедрение в технологию производственных процессов современных технологических оборудований, выполненных и сконструированных на современных элементных базах, а также усовершенствование процесса управления их режимами работы, характеризуются изменением их параметров, и т.е. используются ПЭЭ, обладающие нелинейными вольт-амперными характеристиками, которые влияют на изменение синусоидальной формы напряжения, мощные однофазные ПЭЭ нарушают симметрию напряжения, ПЭЭ с резко временным режимом работы обуславливают появление колебаний напряжения, т. е. изменяется качества электроэнергии (ЭЭ). Изменение качества ЭЭ приводит к отрицательным последствиям, т. е. к увеличению потерь мощности при ложном срабатывании автоматики и релейной защиты и т. д. [2-4]

Понятие качества электроэнергии (КЭЭ) отличается от понятия качества товаров. КЭЭ проявляется через качество работы ПЭЭ. Поэтому необходимо было ввести показатели КЭЭ. Первый Государственный стандарт на КЭЭ был введен в 1967 (СССР). С течением времени ГОСТ корректировался, в настоящее время в Российской Федерации действует ГОСТ [1].

В этом ГОСТе указаны все показатели КЭЭ. Суть показателей ГОСТ отражены во многих учебниках, в частности [2-5]. Каждый показатель КЭЭ изучается в следующей последовательности:

- причина возникновения источников, искажающих данный показатель.
- соблюдение допустимых значений, указанных ГОСТ том;
- способы измерения данного показателя;
- необходимые электрические расчеты, связанные с данным показателем;
- определение отрицательного влияния данного показателя на технико-экономические показатели ПЭЭ в целом технологического процесса.
- оценка величины общего производственного ущерба;
- разработка различных технологических, методических решений для уменьшения ущерба;
- оптимизация режима работы систем электроснабжения.

В опубликованных работах, посвященных КЭЭ, в основном каждый показатель рассматривается самостоятельно, конкретно не указано, как один показатель, влияет на другие показатели. В данной работе сделана попытка решить эту проблему.

Одним из показателей КЭЭ является отклонение частоты. Согласно [7], основной причиной отклонения частоты является нарушение баланса между генераторами электросетей и потребителями:

$$\sum P_{г} - \sum P_{п} = 0 \tag{1.1}$$

где $\sum P_{г}$ – суммарная мощность генераторов, МВт; $\sum P_{п}$ – суммарная мощность потребителей электроэнергии, МВт.

на практике чаще всего

$$\sum P_{г} - \sum P_{п} < 0 \tag{1.2}$$

Происходит снижение частоты по сравнению номинальной f_n .

Согласно [7], снижение частоты, Гц, при наборе общей мощности в %, ,

$$\Delta f = \Delta P\% / 2 K_n, \text{ Гц,} \tag{1.3}$$

где K_n – регулирующий эффект нагрузки, изменяется в пределах $1 \div 3$;

$$\Delta P\% = P_{м.р} - P_{п} / P_{м.р}, * 100, \tag{1.4}$$

где $P_{м.р}$ – максимальная мощность рабочего режима, МВ ;

$P_{п}$ наброс мощности, МВт. Если примем допустимое значение частоты $\pm 0,2$ Гц, [01] тогда допустимый наброс мощности

$$\Delta P\% = 0,4 K_n. \text{ т.е.} \tag{1.5}$$

Предельное значение наброса мощности может быть

$$\Delta P\% = 0,4 \div 1,2$$

Как отмечается в [5], в реальных системах электроснабжения отклонение частоты не может быть более 0,2 Гц, следовательно, для короткого замыкания (кз)

$$\Delta f = \Delta P / 2\pi S_k \Delta t, \text{ Гц} \quad (1.6)$$

где S_k - мощность короткого замыкания в точке подключения нагрузки, МВА; Δt – время наброски мощности, с.

Исходя из допустимого значения частоты (0,2 Гц), получаем, что наброс активной мощности

$$\Delta P < \Delta f * 2\pi S_k \Delta t = 1,256 S_k * \Delta t, \text{ МВт} \quad (1.7)$$

Определение допустимых колебаний частоты, а, следовательно, и допустимых набросов активной мощности приобретем актуальное значение в связи с увеличением активной мощности при резко переменной нагрузке, так как скорости ее -нарастающие, особенно в маломощных сетях [5], и сопровождаются колебаниями напряжения.

Допустимая скорость измерения активный мощности [5]

$$\frac{\Delta P}{\Delta t} \leq 1.250 \quad (1.8)$$

Эта формула применима для оценки колебании частоты.

Наброс мощности сопровождается колебаниями напряжения. Согласно [1], это называется быстрым изменением напряжения, и одиночные быстрые изменения напряжения не должны превышать 5 % в электрических сетях низкого напряжения и 4% - сетях среднего напряжения.

Для определения величины одиночного быстрого изменения напряжения приводим рис.1, заимствованный из [5], обозначения оставлены без изменения :

$$\delta u = I_a u_{\Sigma} + I_p X_{\Sigma} / *U_{ox} * 100 \% \quad (1.9)$$

Или $\delta u = \Delta P u_{\Sigma} + \Delta Q X_{\Sigma} / (\% 10 u_0)$, где , ΔP , ΔQ – набросив активной и неактивной мощностей, кВт, Квар; R_{Σ} , V_{Σ} , X_{Σ} - Суммарные активное и реактивное сопротивления, Ом; $u_0 = U_n$ - номинальное напряжение, кВт.

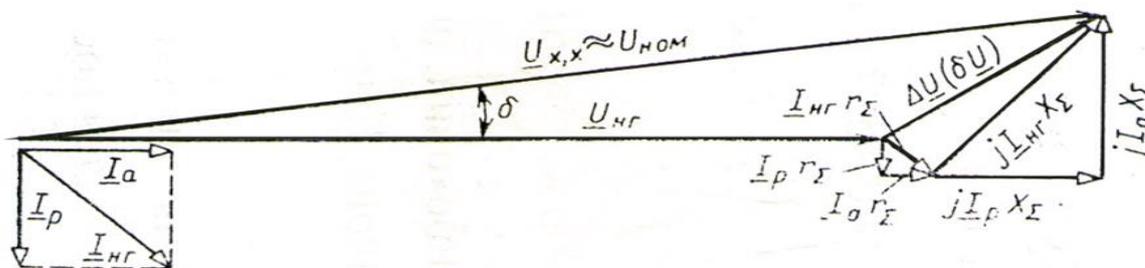


Рис. 1.1 Векторная диаграмма напряжений

Соотношение индуктивного и активного сопротивлений сетей среднего напряжения [5]:

$$X_{\Sigma} / \Delta X_{\Sigma} = (0,03 \div 0,1) \quad (1.10)$$

Тогда (9) можно переписать в виде:

$$u_t = \Delta P (0,03 \div 0,1) + \Delta Q (10u_0) * 100 \quad (1.11)$$

или, с учетом $\Delta Q = \Delta P \operatorname{tg} \varphi$,

$$u_t = \Delta P [(0,03 \div 0,1) + \operatorname{tg}] / (10V_0^2). \quad (1.12)$$

Используя допустимое значение одиночного быстрого изменения напряжения $\delta U_t = \delta U_d$, получим:

$$10\delta U_g * U_0^2 = \Delta P [(0,03 \div 0,1) + \operatorname{tg} \varphi,] \quad (1.13)$$

$$\delta u_d = 4\% = 0,04$$

$$0,4 U_0^2 = \Delta P [(0,03 \div 0,1) + \operatorname{tg} \varphi] \quad (1.14)$$

Итак допустимый наброс активной мощности:

$$\Delta P \leq (0,4 U_0) / [(0,01 + 0,3) + \operatorname{tg} \varphi,] , \text{ МВт} \quad (1.15)$$

Если наброс мощности изменяется во времени медленно, то возникает медленное изменение напряжения, величину которого можно определить аналогично по приведенным (9) или (10), при этом допустимая величина отклонения не должна превышать $\pm 5\%$

При медленном изменении активной и реактивной мощностей возникает отклонение напряжения. Согласно [1] отклонения оцениваются положительным (U+) и отрицательным (U-) значениями мощные ЭЭП, работающие несимметричными нагрузками фаз, еще вызывают не симметрии напряжения.

Когда система ЭС получает питание от системы с суммарной мощностью, необходимо оценить показатели качества несколькими показателями ЭЭ Предлагаются следующие мероприятий.

1. Определить по допустимому значению отклонения частоты допустимое значение набросал активной мощности (ΔP_g) и сравнить это значение с фактическим набросом активной мощности (ΔP_q);
2. Если $\Delta P_g < \Delta P_f$, то принять решение о снижении наброса активной мощности до допустимого значения;
3. Определяется величина одиночного быстрого изменения напряжения при ΔP_g и ΔP_f . Полученное значение сравнивается с допустимым значением;
4. Если фактическое значение будет больше допустимого, то разрабатываются меры по снижению набросив активной и реактивной мощностей ($\Delta P_f - \Delta P_g$) ($\Delta Q_f - Q_g$). Снижение ΔQ можно достичь установлением быстро действующих источников реактивной мощности (ИРМ);
5. При медленном изменении набросал мощностей снизить отклонение напряжения можно регулированием напряжения трансформатором с РПН;
6. Если установлены ИРМ, то они позволят изменить отклонение напряжения.

Вывод

Вывод: если электроснабжение потребителей электроэнергии осуществляется от источника ограниченной мощности, то I_0 показателей КЭЭ должны оцениваться несколькими показателями. Для этого необходимо разработать комплексные мероприятия по обеспечений требуемого уровня качества ЭЭ. Проведённые исследования и расчёты показали, что в системах ограниченной мощности, при отсутствии шин бесконечной мощности, методика определения мощностных характеристик существенно отличается от общепринятой. Это связано с отсутствием в такой энергосистеме общей оси отсчёта углов между ЭДС параллельно работающим генераторов. Поэтому введение такого критерия в теорию о статической устойчивости энергосистем ограниченной мощности может существенно дополнить методику расчёта таких расчетов.

Список источники литература

1. ГОСТ 32144-2013 Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. Стандарт. М.: Стандарт информ, 2014-26 с.
2. Конюхова Е. А. Электроснабжение: учебник для вузов. М.: Изд. дом МЭИ, 2014. – 510 с.
3. Федоров А.А. Основы электроснабжения промышленных предприятий. -М.: Энергия, 1972. 410 с.
4. Кудрин Б. А. Электроснабжение промышленных предприятий, учеб для вузов. - М.: Интернет инжиниринг, 2007. 672 с.
5. Иванов В.С., Соколов В. И. Режимы потребления и качества электроэнергии систем электроснабжения промышленных предприятий. – М.: Энергоматиздат, 1987.- 336 с.
6. Жежеленко И. В. и др. Качество электроэнергии на промышленных предприятий. - К.: Техника, 1981. 160 с.
7. Беркович М. А. и др. Основы автоматизации энергосистем. - М.: Энергоматиздат, 1981. 432 с.