

## ENERGETIKA, ELEKTROTEXNIKA VA ELEKTRONIKA

ассис. I.A.Boxodirov

Ферганский политехнический институт  
([boxodirovislomjon21@gmail.com](mailto:boxodirovislomjon21@gmail.com))

### АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПРОВЕРКИ НАПРЯЖЕНИЯ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ НИЗКОГО НАПРЕЖЕНИЯ

**Annotatsiya:** Ushbu maqolada elektr ta'minoti tizimini ishonchliligini ta'minlashda, kuchlanishni rostdash usullarining ilmiy asoslari ko'rib chiqiladi. Bundan maqsad: murakkab texnologik jarayonlarga ega bo'lgan zamonaviy korxonalar va mavjud energiya tizim tarmoqlarida uzluksiz, sifatli elektr energiyasini yetkazib berish ko'zda tutiladi. Taklif etilayotgan usullar orqali elektr energiyasini ishlab chiqishdan to iste'moligacha bo'lgan oraliqdagi kuchlanish isrofini va tushuvini boshqarish imkonini beradi.

**Kalit so'zlar:** Elektr energiyasi sifat ko'rsatkichlari, kuchlanish isroflari, kuchlanishni rostdash usullari, sanoat korxonalarini elektr energiyasi bilan ta'minlash, ishonchlik ko'rsatkichlari.

**Аннотация:** В данной статье рассматриваются научные основы методов регулирования напряжения для обеспечения надежности электроснабжения. Целью этого является обеспечение непрерывного качественного электроснабжения современных предприятий со сложными технологическими процессами и действующими сетями энергосистемы. С помощью предложенных методов можно контролировать потери и падения напряжения между выработкой и потреблением электроэнергии.

**Ключевые слова:** Показатели качества электроэнергии, потери напряжения, методы регулирования напряжения, электроснабжение промышленных предприятий, показатели надежности.

**Annotation:** This article examines the scientific basis of voltage adjustment methods to ensure reliability of power supply. The purpose of this is to provide continuous, high-quality electricity supply to modern enterprises with complex technological processes and existing energy system networks. Through the proposed methods, it is possible to control the voltage loss and drop between the generation and consumption of electricity.

**Keywords:** Quality indicators of electric power, voltage losses, methods of voltage adjustment, supply of industrial enterprises with electric energy, reliability indicators.

Одним из основных показателей надежности электроснабжения является бесперебойность поставок. В 2022 году в нашей стране было произведено и потреблено 62,4 млрд кВтч электроэнергии. Однако ключевой показатель надежности был подорван многочисленными отключениями электроэнергии в зимний период. В результате потребители не были обеспечены электроэнергией [1].

Для этого важен еще один важный показатель качества электроснабжения. Проблема поддержания его на необходимом уровне за счет факторов электрической энергии остается и в настоящее время. Современные промышленные предприятия (нефть и нефтедобыча, химическая промышленность, горнодобывающая промышленность, металлургия и др.) являются основными потребителями, и остается

задача обеспечения системы непрерывного электроснабжения в технологических процессах [2]. При этом отключение электроэнергии на несколько секунд, даже на долю секунды может стоить человеку жизни. Присоединение большинства электрических сетей 0,4 кВ к потребителям 2 и 3 этажей. Необходимо обеспечить бесперебойную, качественную и надежную электроэнергию наших потребителей. Именно 2 и 3 градуса помогут потребителям в зимний сезон. Чтобы преодолеть это и поддерживать его, необходимо использовать каждый источник питания от каждого источника питания.[3]

Стабильность напряжения можно понимать лишь в ограниченном смысле. Ни одно из существующих технических решений не позволяет обеспечить гарантированные потоки мощности при нормальном уровне напряжения. В идеале надежность потока мощности должна быть полностью защищена от внешних возмущений. Но на практике при обеспечении этой ситуации возникает множество проблем. Известно [4], что значения напряжения в любом узле постоянно изменяются. По ГОСТ 13109-97 приведены допустимые предельные значения изменения напряжения в сетях до 1 кВ. Для определения этих значений используется следующая формула:

$$\delta U\% = \frac{U - U_{nom}}{U_{nom}} \cdot 100\% = \pm 5\% \quad (1)$$

здесь;

$\delta U\%$  - допустимое значение отклонения напряжения (%);

$U_{nom}$  – установленное номинальное напряжение (кВ);

$U$  - напряжение в сети (кВ);

ГОСТ 13109-97 существуют допустимые значения максимального напряжения оборудования[5]. Эти значения определяются надежностью изоляции электроприборов. Потому что превышение высокого значения напряжения приводит к быстрому разрушению изоляции и коротким замыканиям в сети. При наличии в сети электродвигателей напряжением 6-10 кВ максимальное напряжение сети не должно быть выше номинального [6].

Существует несколько способов регулировки напряжения. В электрических сетях 0,4 кВ регулировка напряжения осуществляется преимущественно через устройство ПБВ. ПБВ также известен как «Переключение без возбуждения» выпрямительный трансформатор без возбуждения - (ПБВ). На рис. 1 представлена принципиальная схема ПБВ.

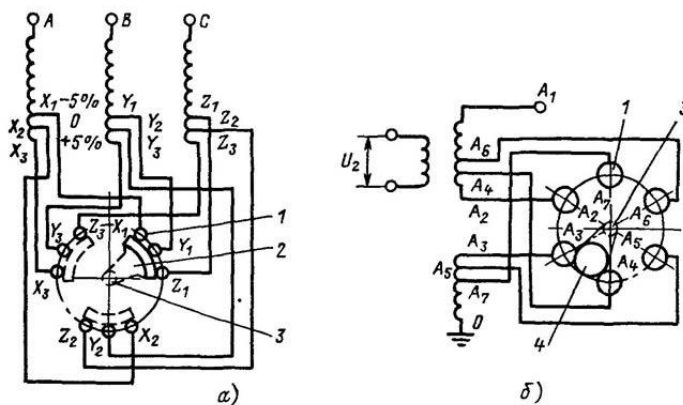


Рисунок 1. Схема регулирования напряжения ПБВ: а - срабатывания вблизи нулевой точки напряжения  $\pm 5\%$  с трехфазным переключателем на три положения,

б - ответвления в мерных проводах  $\pm 2 \times 2,5\%$  с однофазными переключателями по пятому состоянию (фаза А);

1 – неподвижный контакт, 2 – сегментный контакт;

3 – переключатель вала, 4 – контактная катушка

Устройство ПБВ позволяет регулировать напряжение в пределе  $\pm 5\%$ , для которого трансформатор небольшой мощности кроме обасного вывода имеют два ветвления от обмотки высшего напряжения:  $+5\%$  и  $-5\%$  (рис.1,а). Главный трансформатор работает на основном выходе 0 и необходимо увеличивать напряжение на вторичной стороне  $U_2$  до тех пор, пока коммутирующий трансформатор не произведет переключение и выключение  $-5\%$ , уменьшив такое же количество витков  $w_1$ .

На трансформаторах средних и больших мощностей рассматриваются четыре ветви  $\pm 2 \times 2,5\%$ , переключение которых производится специальными переключателями барабанного типа, установленными делельно для каждой фазы (рис.1,б). Рукоятка привода переключателя выведена на крышку трансформатора.

Для регулировки напряжения в лабораторных условиях мы использовали устройство ПБВ. В первом случае прибор ПБВ проверялся в нейтральном режиме, т.е. в положении 0. Получено активное сопротивление  $R=1000$  Ом, индуктивное сопротивление  $L=1$  Гн. Номинальное напряжение, входящее в сеть,  $U=U_{B1}=228$  В, входящий ток  $I=I_{B1}=0,075$  А.

Таблица всех значений, полученных из сети.

Таблица

1.

Время ч/с	$U_{B1}$ V	$I_{B1}$ A	$\Phi_{B1}$ $I^*$	$P_{B1}$ kW	$U_{D1}$ V	$I_{D1}$ A	$\Phi_{D1}$ $I^*$	$P_{D1}$ kW
0,1	228,2	0,075	13,5	0,015	207,3	0,351	78,0	0,014
0,2	228,3	0,074	12,4	0,015	207,3	0,352	78,0	0,014
0,3	228,3	0,074	12,2	0,015	207,4	0,352	78,0	0,014
0,4	228,4	0,074	11,9	0,015	207,4	0,352	78,0	0,014
0,5	228,4	0,074	11,9	0,015	207,5	0,352	78,0	0,014
0,6	228,5	0,074	11,9	0,015	207,5	0,352	78,1	0,014
0,7	228,5	0,074	11,9	0,015	207,5	0,352	78,1	0,014
0,8	228,6	0,074	11,9	0,015	207,6	0,353	78,0	0,014
0,9	228,6	0,074	12,1	0,015	207,6	0,353	78,1	0,014

1	228,5	0,074	12,3	0,015	207,6	0,353	78,1	0,014
---	-------	-------	------	-------	-------	-------	------	-------

Из значений, приведенных в таблице 1, видно, что выходное напряжение падает до 207 В при входном напряжении 228 В. Причина этого в том, что нагрузка потребителя превышает номинальную. Эту ситуацию мы можем видеть на графике рисунка 2.

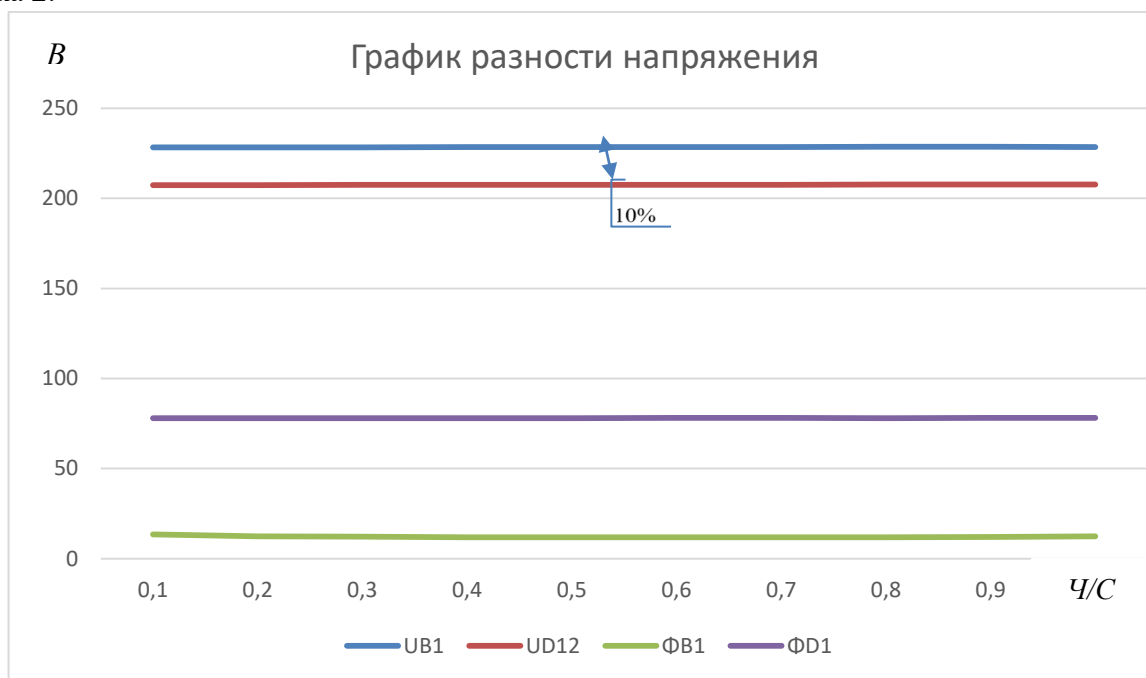


Рисунок 2. Все значения в сети, график падения напряжения  $U_{вв}$  и  $U_{в}$

Как видно на этом графике, потребители сети увеличиваются от значения, установленного ГОСТ 13109-97. Падение напряжения в этом случае можно использовать для электрических сетей 6-10 кВ. Но мы не можем принять это значение для сети 0,4 кВ [7]. Таким образом, режим устройства РВВ в состоянии 0 не соответствовал нашему стандарту. Мы проверим ширину, увеличив ее от 0 до +5. При этом входное напряжение  $U_{вв} = 235$  В, выходное напряжение  $U_{в} = 218$  В. Остальные значения указаны в Таблице 2.

Таблица всех значений, полученных из сети.

Таблица 2.

Time	$U_{B1}$	$I_{B1}$	$\Phi_{B1}$	$P_{B1}$	$U_{D1}$	$I_{D1}$	$\Phi_{D1}$	$P_{D1}$
t/s	V	A	$I^*$	kW999	V	A	$I^*$	kW
0,1	241,0	0,083	14,0	0,016	218,1	0,373	78,0	0,016
0,2	241,1	0,083	14,1	0,016	218,1	0,373	78,1	0,016
0,3	241,1	0,083	14,1	0,016	218,1	0,373	78,1	0,016
0,4	241,1	0,083	14,4	0,016	218,1	0,373	78,1	0,016

0,5	241,1	0,083	14,4	0,016	218,1	0,373	78,1	0,016
0,6	241,1	0,083	14,4	0,016	218,1	0,373	78,1	0,016
0,7	241,2	0,083	14,5	0,016	218,1	0,373	78,2	0,016
0,8	241,2	0,083	14,5	0,016	218,2	0,373	78,2	0,016
0,9	241,2	0,083	14,8	0,016	218,2	0,373	78,2	0,016
1	241,2	0,083	14,6	0,016	218,2	0,373	78,2	0,016

Показатели, приведенные в таблице 2, показывают значение выходного напряжения, близкое к номинальному. Когда мы установили устройство ПБВ на +5, не изменяя нагрузку потребителя, падение напряжения приблизилось к нормативному значению. На рисунке 3 мы также можем видеть, насколько близки наши значения.

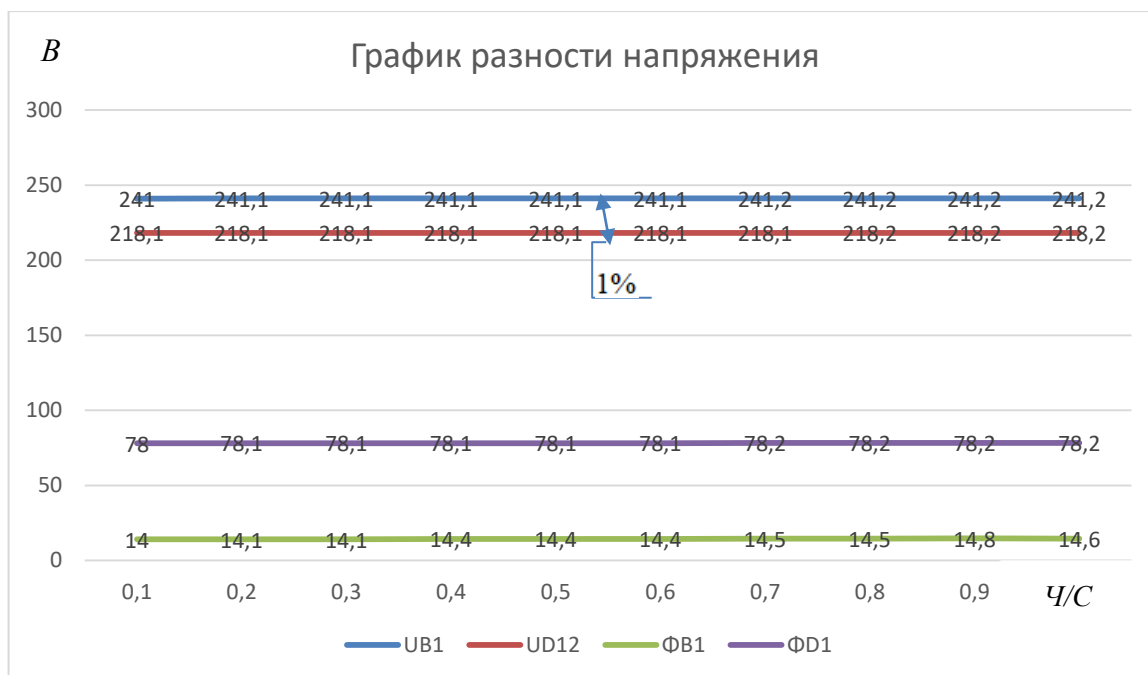


Рисунок 3. Все значения в сети, график падения напряжения  $U_{вв}$  и  $U_{в}$

Полученные значения представляют собой входное напряжение и падение выходного напряжения на 1%. Для электрических сетей 0,4 кВ эти показатели удовлетворяют отклонению напряжения  $\delta U\%$  [8].

С помощью приведенных выше таблиц мы проанализировали, что отклонение напряжения является условием, связанным с увеличением нагрузки. Отклонения напряжения электрических сетей часто наблюдаются в зимний период. Входное напряжение сети составило  $U_{вв}=228$  В, а выходное напряжение, поступившее к потребителю, составило  $U_{в}=207$  В. Если отклонение полученного нами результата

составляет 10 %, это считается нестандартным значением для электрических сетей 0,4 кВ по ГОСТ 13109-97, и это отрицательно влияет на качество электроэнергии.

После того, как приведенные выше значения не дали нам желаемого результата, мы настроили устройство ПБВ на +5 ступеней. При этом входящее в сеть напряжение составило  $U_{вв}=241$  В, а выходное напряжение, поступившее к потребителю, составило  $U_{в}=218$  В. Это значение, то есть показатель отклонения напряжения, показало 1%. По ГОСТ 13109-97 это значение является положительным показателем, близким к номинальному значению.

#### Список использованной литературы

- [1]. Евдокунин Г.А. **Электрические системы и сети: Учебное пособие.** – СПб: Издательство Сизова М.П., 2004. – 304с.
- [2]. Ю. С. Железко. Потери электроэнергии. Реактивная мощность. Качество электроэнергии : рук. для практ. расчетов /. - М.: ЭНАС, 2009. - 456 с.
- [3]. ГОСТ 13109-97. Межгосударственный стандарт: электрическая энергия, совместимость технических средств электромагнитная, нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.
- [4]. Патент UZ FAP № 01892. Устройство для регистрации дополнительных потерь электроэнергии при несимметрии нагрузок в низковольтных электрических сетях. /Аллаев К.Р., Шаисматов С.Э., Холиддинов И.Х., Холиддинова М.М. // Расмий ахборотнома. –2022, – № 1. – С. 36.
- [5]. Патент UZ FAP №01166. Устройство для регистрации дополнительных потерь электроэнергии при несимметрии нагрузок в низковольтных электрических сетях./Аллаев К.Р., Шаисматов С.Э., Холиддинов И.Х.// Расмий ахборотнома. –2016, – № 12. – С. 36. 22.05.2015.
- [6]. Холиддинов И.Х., Пономаренко О.И. Обеспечение приборной базы системы контроля качества электроэнергии в современных системах электроснабжения. // Universum: Технические науки : электрон. научн. журн. 2016. №8(29). URL:<http://7universum.com/ru/tech/archive/item/3527>
- [7]. Руководство по эксплуатации измерителя показателей качества электроэнергии «Malika-01». – Ташкент, – 2016. – 30 с.
- [8]. Kholiddinov I., Tychiev Z., Eraliev Kh. and Kholiddinova M. Influence Of Asymmetrical Modes On The Value Of Additional Power Losses In Low-Voltage Electrical Networks. Vol:54 Issue:10:2021 DOI 10.17605/OSF.IO/S