

РАСЧЕТ ПРОВАЛА НАПРЯЖЕНИЯ ПРИ РАБОТЕ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ С РЕЗКО ПЕРЕМЕННЫМ РЕЖИМОМ РАБОТЫ

*Бекиш кызы Айжан, магистрант, Кыргызский Государственный Технический Университет им. И. Раззакова, 720044, г. Бишкек, пр. Ч. Айтматова 66, bekish488@mail.ru
orcid.org/0000-0002-3479-5337*

*Суеркулов Манас Асанбекович, профессор, Кыргызский Государственный Технический Университет им. И. Раззакова, 720044, г. Бишкек, пр. Ч. Айтматова 66
orcid.org/0000-0001-6714-3872*

Аннотация. Провал напряжения одной из показателей качества электроэнергии, который существенно влияет и характеризуется допустимыми провалами. Рассмотрены вопросы устранения отрицательного влияния этого показателя. Провалы напряжения обычно происходит из-за неисправностей в электрических сетях или электроустановках потребителей, а также при подключении мощной нагрузки. Отсюда следует два вида провала: исчезновение напряжения и глубокая просадка напряжения. В первом случае провал напряжения связан отключением электрических сетей по различным причинам, во втором случае провал напряжения связан при работе мощных электропотребителей. Они потребляя большие токи вызывают большие потери напряжения, вследствие чего, происходит глубокое снижение напряжения. Длительности провала зависит в первом случае временем работы АПВ или АВР, а во втором случае длительности зависит от времени работы технологического оборудования для выполнения технологической работы.

Согласно [1] длительности провала напряжения рассматриваются как электромагнитная помеха, интенсивность которой определяется как напряжение, так и длительностью. Длительность провала напряжения может быть до 1 минуты [1].

В трехфазных системах электроснабжения за начало провала напряжения принимают момент, когда напряжение хотя бы одной из фаз падает ниже порогового значения начало провала напряжения, за окончание провала напряжения принимают момент когда напряжение во всех фазах возрастает до порогового значения окончание провала напряжения.

Согласно [1] длительности провал напряжения и классифицируется 6 видов, от 0,01 секунд до 60 секунд, а величина остаточного напряжения от опорного напряжения классифицируется на 5 видов от 90% до 5%.

Поэтому основы расчета провала является определение величин остаточного напряжения в процентах. Рассмотрены вопросы устранения отрицательного влияния этого показателя.

Ключевые слова: провал, длительность, частота повторения, начало провала, пороговое значение, вероятность, конец провала.

CALCULATION OF FAILURE DURING OPERATION VOLTAGE POWER CONSUMPTION WITH A SHARP CHANGE OF OPERATION MODE

*Bekish kyzy Aijan, graduate student, Kyrgyz State Technical University named after I.Razzakov, bekish488@mail.ru Bishkek, Ch. Aitmatova are.66 orcid.org/0000-0002-3479-5337
Suerkulov Manas Asanbekovich, professor, Kyrgyz State Technical University named after I.Razzakov Bishkek, Ch. Aitmatova are.66 orcid.org/0000-0001-6714-3872*

Annotation. Voltage dips usually occur due to malfunctions in electrical networks or electrical installations of consumers, as well as when connecting a powerful load. Hence, there are

two types of failure, the disappearance of the voltage and the deep setting of the voltage. In the first case, the failure of the voltage is caused by the disconnection of the electrical networks for various reasons, in the second case, the voltage failure is associated with the operation of powerful electric consumers. They consume large currents cause large voltage losses, resulting in a deep voltage drop. The duration of the failure depends, in the first case, on the operation time of the automatic reclosure or the automatic transfer system, and in the second case the duration depends on the time of operation of the technological equipment for performing the technological work.

According to [1], the duration of the voltage dip is considered as an electromagnetic interference, the intensity of which is defined as the voltage with duration. The duration of the voltage drop can be up to 1 minute [1].

In three-phase power supply systems, the beginning of the voltage dip is taken to be the moment when the voltages of at least one of the phases fall below the threshold value of the beginning of the voltage dip, and the moment when the voltage in all phases increases the threshold value of the end of the voltage dip.

According to [1], the duration of the voltage dip is 6 types, from 0.01 seconds to 60 seconds, and the residual voltage value from the reference voltage is classified into 5 kinds from 90% to 5%.

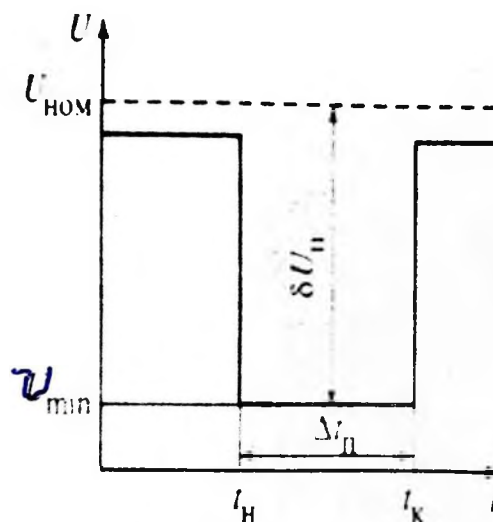
Therefore, the basis for calculating the failure is the determination of the residual voltage in percent. The issues of eliminating the negative impact of this indicator.

Keywords: failure, durability, repetition rate, start failure, threshold, probability, the end of failure.

Согласно [1] провалы напряжения обычно происходит из-за неисправности в электрических сетях или электроустановках потребителей, а также при подключении мощности нагрузки.

Причиной провала напряжения (ПН) являются короткие замыкания, переменный режим работы, некоторых мощных приемников электроэнергии промышленности.

ПН характеризуется следующими параметрами, длительностью (Δt_n) и глубиной провала (ΔU_n). Характер приведем в рис.1



$$\Delta U_1 = U_0 - \Delta U$$

Рис. 1. Параметры провала напряжения.

$t_н, t_к$ – начало и конец провала. U_{min} -остаточное напряжение. $U_н$ - номинальное напряжение. В [1] большое внимание уделяется ПН, возникающее в изучении Кз.

В системах ЭС промышленных предприятий, часто применяются различные ПЭЭ, которое соблюдает повторно- кратко временным режимами работы, это мощные

своевременные аппараты контактные, стыковые шовные и другие. А также, некоторые ПЭЭ по режиму работы часто запускаются и останавливаются. Также режимы работы вызывают большие потери напряжение сетях, что приводит к уменьшению уровни напряжения в зажимах ПЭЭ.

При ПН приемники могут терять питание и отключаются, к этому очень чувствительны магнитные пускатели, лампы накаливания.

Рассмотрим режим работы машин контактной сварки. Рис.2 приведен графики нагрузки 0,4 кВ подстанции, питающей большое число стыковых сварочных машин. [2]

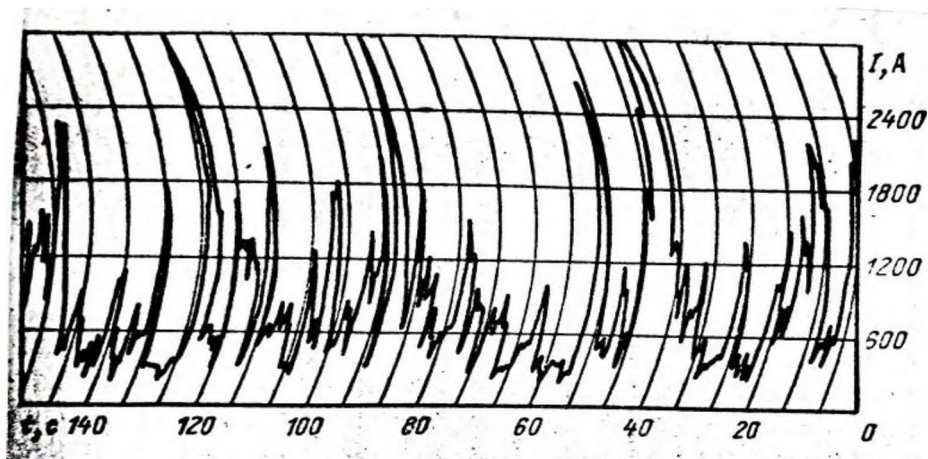
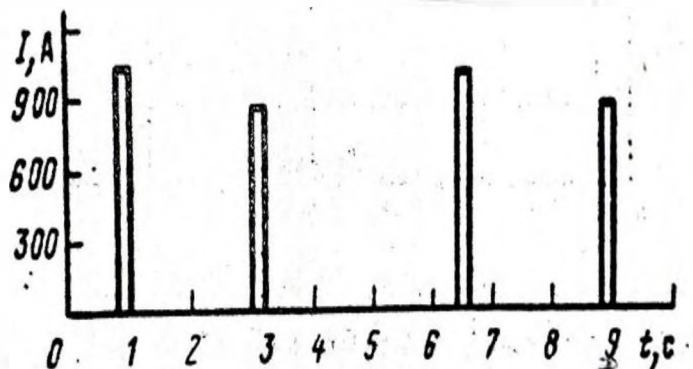


Рис. 1. График нагрузки на шинах 0,4 кВ подстанции, питающей большое число стыковых сварочных машин.

Пиковые токи достигает за кратковременный промежуток времени больше 2,6 кА. Длительность несколько секунд.



Длительностям токовой нагрузки по графику (2) сглаживание значение токовой нагрузки по длительности на рис.1

Рис.2 График тока однофазной многоточечной машины.

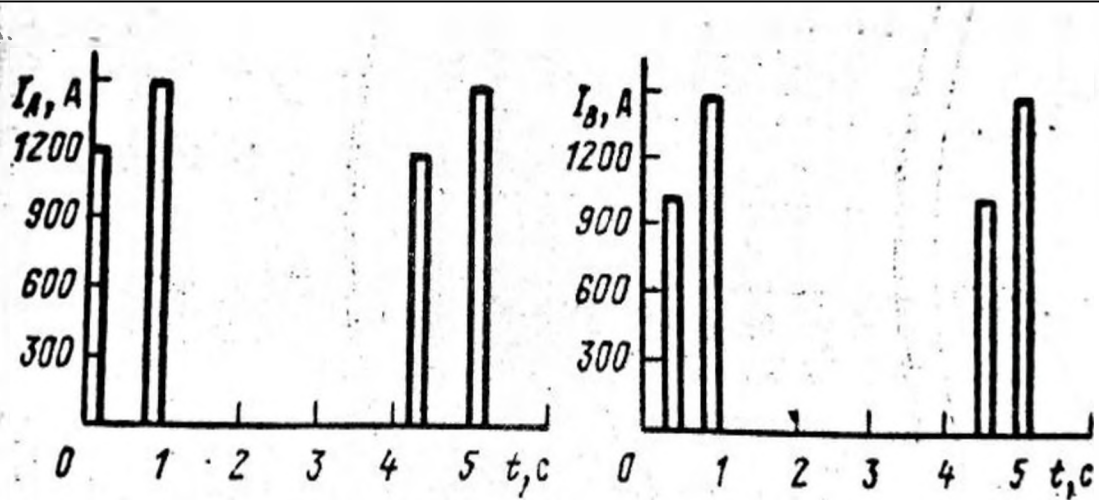


Рис.3 предельные изменения токов многоточечной сварки.

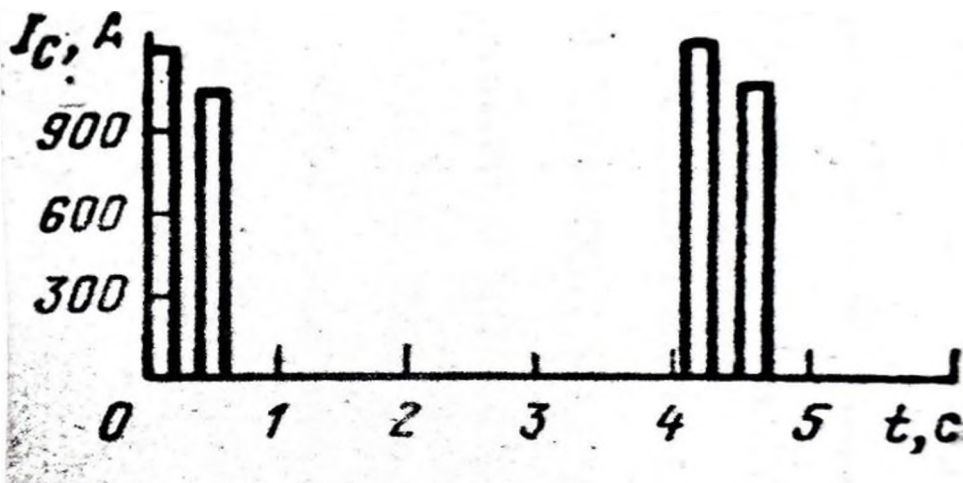


Рис.4 Графики токов трехфазной многоточечной машины при поочередном включении трансформаторов.

Определим ПН при работе контактной сварки. Для этого машина контактной сварки получают питание по магистральному шинопроводу.

Как видно из рис.1 за период времени 160 секунд ток равный 1800 А повторяется более 10 раз. Длительности от 1 до несколько секунд. Ток равный 2400 А повторяется более 7 раз. Длительности от 1 до 3 секунд.

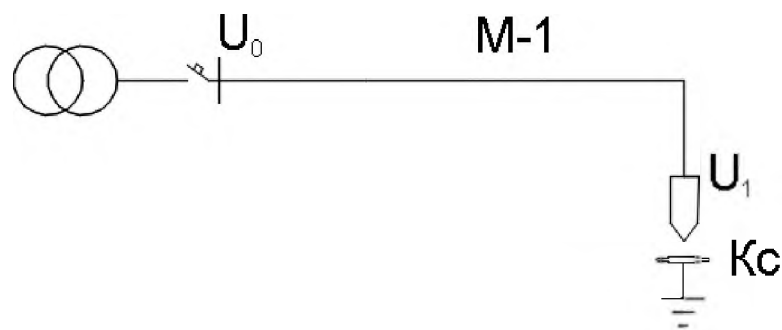


Рис.4 схема питания машин контактной сварки (КС).

$$\begin{aligned} & \text{(Кс)} \\ \Delta U_1 &= U_0 - \Delta U, B \end{aligned} \quad (1)$$

$$\Delta U - \text{потери напряжения сети, \%}$$

$$\Delta U = I_{n.c} \cdot Z_{уд} \cdot L \quad (2)$$

где $I_{n.c}$ - пиковый ток сварки. А

$Z_{уд}$ - удельное полное сопротивление магистрального шинпровода. Ом/м

L - длина участка линии от ТП до зажима трансформатора контактной сварки.

Формула (1) справедлива для одной машины. Фактически на производстве одновременно выполняются несколько машин контактной сварки и их пиковые токи суммируются, создавая большие потери напряжения. В результате в сети резко снижается напряжение, т.е возникает провал.

Вероятность **Bm** одновременной работы **m** сварочных машин из общего числа машин **n**, получающих питание от данной сети, определяется на основании биномиального распределения.

$$B_m = C_n^m \cdot \text{ПВ}_\phi^m (1 - \text{ПВ}_\phi)^{n-m} \quad (3)$$

ПВ_ϕ = вероятность выполнения одной машины. Если фактической продолжительности включения машины разная, то используются среднее значение:

$$\text{ПВ}_{\phi.cр} = \frac{\text{ПВ}_{\phi 1} + \text{ПВ}_{\phi 2} + \dots + \text{ПВ}_{\phi n}}{n} \quad (4)$$

В связи с этим среднюю длительность обычного импульса, $t_{m.cр}$

$$t_{m.cр} = \frac{\text{ПВ}_{\phi.cр}(1 - \text{ПВ}_{\phi.cр})}{\lambda_{cр}[m(1 - \text{ПВ}_{\phi.cр}) + (n - m)\text{ПВ}_{\phi.кз}]} \quad (5)$$

где $\lambda_{cр}$ - средняя частота выполнения машин.

$$\lambda_{cр} = \frac{\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_n}{n} \quad (6)$$

Средняя частота $f_{cр}$ m импульсов.

$$f_{cр} = B_m / t_{m.cр} \quad (7)$$

Максимальный пиковый ток

$$I_{m.n} = \sum_1^m I_{ui} \cdot \text{ПВ}_{\phi i} + \beta \sqrt{\sum_1^n I_i^2 \text{ПВ}_{\phi i} (1 - \text{ПВ}_{\phi i})} \quad (8)$$

где β - статический коэффициент соответствующий вероятности превышения m от среднего значения.

Если машина имеет одинаковые параметры

$$I_{m.n} = I_{n.n} \text{ПВ}_{\phi i} + \beta I_n \cdot \sqrt{n \cdot \text{ПВ}_{\phi i} (1 - \text{ПВ}_{\phi i})} \quad (9)$$

Если, известны только паспортные данные машин, то расчетный максимальный пиковый ток

$$I_{m.n} = 0.865 Kз_{cр} \cdot \text{ПВ}_{\phi.cр} \sum_1^n I_{нас.i} + \beta \sqrt{\text{ПВ}_{\phi.cр} (1 - \text{ПВ}_{\phi.cр}) \sum_1^n I_{пост.i}^2 Kз_{cр}} \quad (10)$$

Где $Kз$ коэффициент загрузки определим потери напряжения в питающей сети

$$\Delta U_M = I_{m.n} \cdot Z_{уд} \cdot L \quad (11)$$

Величина провала напряжения

$$\Delta U = U - \Delta U_M \quad (12)$$

Рассмотрим ПН при пуске крупных асинхронных машин с коротко замкнутым ротором. Частый пуск и остановка этих машин приводим глубокой посадке напряжения, это может влиять на режим работы коммутационных аппаратов, приборов, особенно сильно реагируют на это изменения ПЭЭ особо чувствительным к малым отклонениям напряжения.

Потери напряжения в питающую сеть при пуске.

$$\Delta U_n = I_n \cdot L(R_0 \cos \varphi_n + x_0 \cdot \sin \varphi_n) \quad (13)$$

I_n – пусковой ток равный $(5 \div 7)I_n$;

R_0, X_0 – удельное сопротивление линии Ом/м,

$\cos \varphi_n, \sin \varphi_n$ – значение косинус “фи”, синус “фи” при пусковом режиме. Кроме того пусковой режим характеризуется длительностью пуска t_n . После этого проверяем условие о том, что ПЭЭ при ПН не отключается из сети.

$$\delta U \geq U_{p.m} \quad (14)$$

$U_{p.m}$ – где рабочее минимальное напряжение при значении которого ПЭЭ остается включенным (например: контактор). Сняжение напряжения на зажимах контактора.

$$U = U_n e^{-\frac{\Delta t_n}{T_a}} \quad (15)$$

T_a – постоянное времени и катушки.

Вывод:

1. При изучении провала напряжение необходимо учитывать не только режим Кз, а режим работы ПЭЭ.
2. Для полной характеристики ПН необходимо определять глубину провала частота повторения но, в [1] это не указано.
3. Шире использовал вероятные методы расчета.
4. Точно определить величины остаточного напряжения в %, от опорного напряжения.
5. На действующих электрических сетях и условиях производства собрать информацию о ПН и его длительности для обоснования инженерных методов расчета.

Список литературы

1. Борисов Б.П, Вагин Г.Я Электроснабжения электротехнологических установок. Киев. 1985-248с.
2. Вагин Г.Я. Режимы электросварочных машин. Москва Энергостатком 1985-192с
3. Вагин Г.Я. режимы электросварочных машин. Москва. Энергия. 1975-112с
4. ГОСТ Р 54149-2010 нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего напряжения. М. Стандартная форма 2012-615.
5. Ивинов В.С, Соколов В.И Режим потребления и качества электроэнергии промышленных предприятий. Москва. Энергостатком 1987-836
6. Каялов Г.М. Основы по строению промышленных электрических сетей. М. 1978-352с
7. Картошев И.И и др. Управление качеством электроэнергии. Дом МЭИ 2008-354с.
8. Конюхова Е.А. Электроснабжение. Учебное пособие. Издательский дом МЭИ 2008-354с.
9. Кудрин Б.И. Электроснабжение. Учебное пособие. Москва Издательский дом МЭИ 2013г.
10. Минеев Р.В и др. Повышение эффективности электроснабжения электропечи. Москва 1986-208с.
11. Федоров А.А. Основы электроснабжения промышленных предприятий. Москва 1972-416