

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМБИНИРОВАННЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ПОТЕРЬ МОЩНОСТИ В СЕТЯХ 0,38 КВ

С помощью симметрирующего устройства было достигнуто применение технических средств, позволяющих уменьшить ток нулевой последовательности в узле нагрузок с однофазными электроприемниками

Ключевые слова: Симметрирующее устройство, трансформатор, мощность, фаза, ток, нагрузка, электроприемник, электроэнергия

Turduev I.E. - candidate technical science,
Osh technological university

USING COMBINED TECHNICAL MEANS OF POWER LOSS IN THE ELECTRICAL NETWORKS 0,38 KV

With the help of balancing device, the use of technical means has been achieved which makes it possible to reduce the zero-sequence current in load node with single-phase electric receivers

Key words: balancing device, transformer, power, phase, current, load, electric receivers, electric power

К данной группе технических средств относятся трансформаторные и другие симметрирующие устройства, с помощью которых компенсируются токи обратной и нулевой последовательностей в сети, создаваемые несимметричной нагрузкой. Проанализируем некоторые СУ этой группы.

Устройство снабжено двумя автотрансформаторами, для вывода которых соединены между собой и подведены к фазе А сети, не связанной с симметрирующими элементами автотрансформатора соединяются с двумя другими фазами сети второй вывод каждого из указанных симметрирующих элементов соединен к отпадам соответствующего автотрансформатора. По видимости реактивных элементов 1 и 2, а также начальные фазы напряжений на них определяются следующими выражениями:

$$Y_{i0}^* = \frac{Y_{i0}}{Y_H} = \frac{2 \cos(\varphi_H + \psi_{c0}) \cdot \sin(\psi_{L0} - 210^\circ)}{\sin(\psi_{c0} - \psi_{L0})};$$

$$Y_{c0}^* = \frac{Y_{c0}}{Y_H} = \frac{2 \cos(\varphi_H + \varphi_{L0}) \cdot \sin(150^\circ - \varphi_{c0})}{\sin(\varphi_{c0} - \varphi_{L0})}; \quad (1)$$

$$\varphi_{c0} = \varphi_{L0} + 60^\circ; \quad \varphi_{L0} = \arctg \cdot \frac{\cos \varphi_H - 2 \cos(60^\circ - \frac{\varphi_H}{3})}{\sin \varphi_H},$$

где Y_{L0} и Y_{c0} – соответственно проводимости реактивных элементов – 1 и 2; φ_H – проводимость однофазной нагрузки; J_H – угол сдвига фаз между током и направлением и напряжением нагрузки; φ_{L0} и φ_{c0} – начальные фазы напряжений на симметрирующих элементах 1 и 2.

Данное устройство осуществляет симметрирование токов обратной и нулевой последовательностей в возможном диапазоне изменения угла сдвига фаз нагрузки – $-\frac{\pi}{2} \leq \varphi_H \leq \frac{\pi}{2}$, при этом диапазоны изменения φ_{L0} и φ_{c0} составляют:

$$-60^{\circ} \leq \varphi_{L0} \leq 0; 0 \leq \varphi_{c0} \leq 60^{\circ}.$$

Недостатком данного устройства является сложная система управления.

Снижение потерь электроэнергии в сетях 0,38 кВ позволит добиться снижения общих потерь в электрических сетях. Одним из важнейших способов снижения потерь энергии и мощности является снижение уровня несимметрии.

Симметрирующее устройство является наиболее простым по сравнению с СУ и состоит из нагрузки, дополнительной конденсаторной батареи, автотрансформатора, конденсаторной батареи и дросселя. Коэффициент трансформатора равен 2, поэтому по первой его обмотке протекает удвоенный ток по отношению к току во второй обмотке. Реактивные сопротивления устройства определяется выражениями.

$$x_L = x_c = \chi_n \cdot 3\sqrt{3}; x_{c\text{доп.}} = x_n, (2)$$

где $\dot{\chi}_i$ и x_i – соответственно активное и реактивное сопротивления нагрузки.

Данное устройство может быть использовано для симметрирования токов и напряжений в четырехпроводных сетях в подключении однофазных нагрузок. Однако необходимость однофазного регулирования параметров трех элементов (1,2,6) представляет собой сложную техническую задачу.

В симметрирующем устройстве с целью снижения установленной мощности и расширения диапазона симметрирования введен трансформатор, первичная обмотка которого подключен двум фазам сети, средний вывод вторичной регулируемой обмотки подключен к третьей фазе. Выводы конденсатора и дросселя подключен с разным выводам вторичной обмотки трансформатора, которые их зажимы соединены друг с другом и подсоединены к проводу. При регулировании напряжения на вторичной обмотке трансформатора создаются такие фазы реактивных элементов и дросселя, при которых векторы пульсирующих мощности этих элементов создают результирующий вектор. N_{cy} , находится в противофазе с вектором пульсирующей мощности нагрузки N_i - компенсация токов нулевой последовательности обеспечивается при компенсации тока нагрузки I_i током I_{c0} , который равен векторной сумме токов реактивных элементов. При практически поставленном диапазоне изменения фазового угла нагрузки - $-\frac{\pi}{2} \leq \varphi_i \leq \frac{\pi}{2}$; диапазоны изменения фаз напряжения на конденсаторе и дросселе следующие:

$$0 \leq \varphi_e \leq 90^{\circ} \quad 2 \cdot 70^{\circ} \leq \varphi_{dp} \leq 360^{\circ}$$

Следовательно, данной устройством обеспечивается симметрирование довольно в широком диапазоне фазовых углов нагрузки.

Снижение установленной мощности симметрирующего устройства при подключении двух нагрузок достигается в СУ. С помощью фазосдвигающих автотрансформаторов на симметрирующем реактивных элементах 1 и 2 создаются такие начальные фазы движений, при которых пульсирующие мощности реактивных элементов находятся в противофазе с соответствующими мощностями нагрузок. В этом случае осуществляется совместная компенсация нагрузочных токов обратной и нулевой последовательностей с помощью одних и тех же реактивных элементов устройства без дополнительного увеличения его установленной мощности. Установленная мощность данного устройства S_{cy} , отнесенная к мощности нагрузок определяется по формуле:

$$S_{cy} = \frac{Q_1 + Q_2 + 2Q_{AT}}{2P_H} = 0,961 \quad (3)$$

где Q_1 – мощность дросселя; Q_2 – мощность конденсаторной батареи;

$$Q_{AT} = 2 / 3\sqrt{3} \cdot U_H^2 \cdot Y_H$$

Как показывает анализ этой группы технических средств снижения потерь электрической энергии, они могут снижать токи как обратной, так и нулевой последовательной сети, отличаясь друг от друга либо установленной мощностью, либо функциональными возможностями. Вместе с тем, применение симметрирующих устройств данного типа целесообразно в том случае, когда нагрузка постоянная или меняется в небольшом диапазоне. При изменении нагрузки в широком диапазоне, имеющем место сельских электрических сетях, такие устройства должны выполняться с регулируемыми параметрами симметрирующих элементов, что существенно усложняет их конструкцию и снижает надежность работы СУ.

Применение симметрирующих устройств позволяет сократить дополнительные потери, а также компенсировать реактивную мощность, стабилизировать уровни напряжений, снизить уровень высших гармоник в сети 0,38 кВ. Для снижения уровня несимметрии токов и напряжений в распределительных сетях 0,38 кВ предложено новое регулируемое симметрирующее устройство, отличающееся от уже известных тем, что изменение его параметров происходит в зависимости от уровня несимметрии фазных (линейных) напряжений.

Выводы:

Существенное снижение потерь электрической энергии, обусловленных не симметрией токов в сельских распределительных сетях 0,38 кВ с коммунально-бытовыми и смещенными нагрузками, может быть достигнут применением способов и технических средств, позволяющих уменьшить ток нулевой последовательности сети. К ним относятся способы и средства, снижающей не симметрию нагрузок, а также сопротивлении нулевой последовательности в узле нагрузок с однофазными и не симметричными трехфазными электроприемниками, в частности, шунто-симметрирующие устройства электромагнитного и индивидуально-емкостного типа.

Литература:

1. Баркан Я.Д. Несимметрия в сетях низкого напряжения. [Текст] // Электричество. М. 1970.-№3. С. 78-81.
2. Косоухов Ф.Д. Анализ схемы трансформаторного симметрирующего устройства с ёмкостными элементами. [Текст] // - Изд. Вузов, электромеханика. ЛСХИ. 1981, №2.-С. 193-199.
3. Поспелов Г. Е. Потери мощности и электрической энергии в электрических сетях. [Текст] // - М. Сельхозиздат, 1981. –С. 310.
4. Разработка методики и программы расчёта потерь мощности и энергии в сельскохозяйственных электрических сетях 0,38 кВ при несимметричных системах токов: [Текст] // Отчет по НИР, тема №18. Л. - Пушкин, 1985. С. 86.
5. Дулепов Д.Е. Снижение потерь электрической энергии при несимметричных режимах в сельских распределительных электрических сетях 0,38 кВ [Текст] / Т.Е. Кондраненкова // Нижн. Новгород. 2017, №2(42). – С. 1.