

УДК 621.311.1

ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ НИЗКОВОЛЬТНЫХ ЛОКАЛЬНЫХ СЕТЕЙ  
В НЕПОЛНОФАЗНЫХ И АВАРИЙНЫХ РЕЖИМАХ

**А.Ф.Жаркин**, чл.-корр. НАН Украины, **В.А.Новский**, канд.техн.наук, **Н.Н.Капличный**, канд.техн.наук, **А.В.Козлов**, канд.техн.наук, **Д.А.Малахатка**,  
Институт электродинамики НАН Украины,  
пр. Победы 56, Киев-57, 03680, Украина.

Исследованы неполнофазные, аварийные и послеаварийные режимы работы низковольтных распределительных сетей с локальными участками электроснабжения, которые выполнены с искусственной нейтралью. Даны практические рекомендации по разработке и использованию фильтров токов нулевой последовательности для реализации СЭС с искусственным нулевым проводом. Рис. 2.

**Ключевые слова:** искусственная нейтраль, неполнофазный режим, низковольтная сеть, фильтр тока нулевой последовательности.

В низковольтных распределительных сетях в ряде случаев для питания ответственных потребителей, а также в корабельных (судовых) и аналогичных системах электроснабжения СЭС необходимо применение локальной сети с искусственным нулевым проводом. Для создания искусственной нейтрали наиболее целесообразно использовать устройство типа фильтра тока нулевой последовательности (ФТНП), который состоит из трехстержневого магнитопровода и полуобмоток, соединенных по схеме «встречный зигзаг». Работа электрической сети с искусственной нейтралью в номинальных режимах достаточно хорошо описана в литературе. Поэтому представляется целесообразным исследовать работу такой электрической сети в неполнофазных, аварийных и послеаварийных режимах, возникающих как в основной, так и локальной сети, например, при обрывах линейных проводов и коротких замыканиях.

На рис. 1 показана обобщенная схема подключения ФТНП к трехфазной трехпроводной сети.

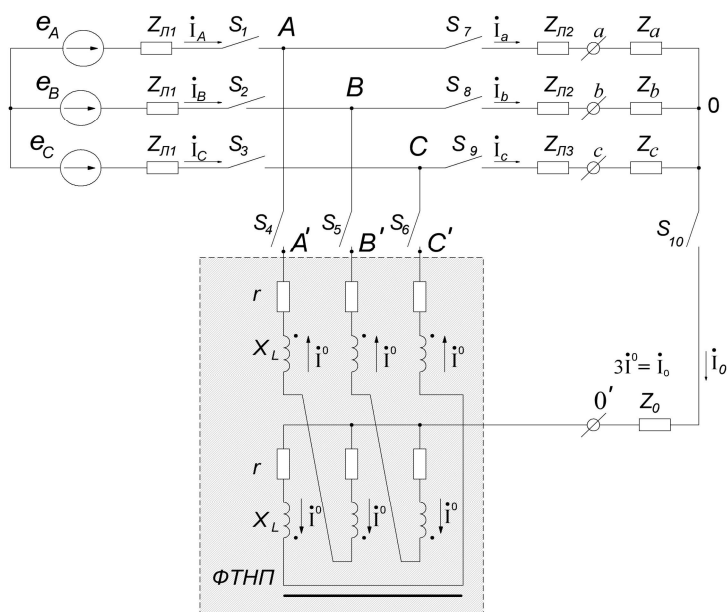


Рис. 1

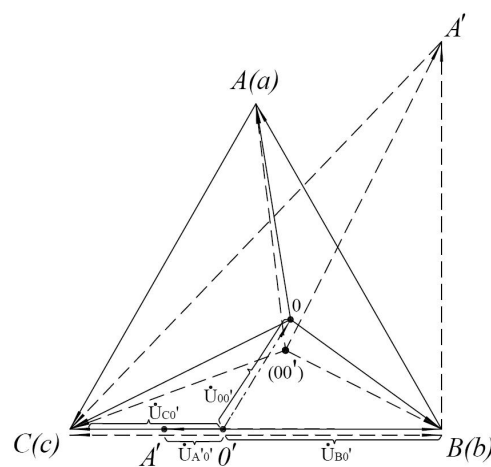


Рис. 2

С помощью однофазных переключателей S1-S10 физической модели сети и локального ее участка с ФТНП имитируются различные неполнофазные и аварийные режимы работы. На рис. 2 показана совмещенная векторная диаграмма напряжений, например, для двух видов неполнофазного режима работы. В первом случае ФТНП подключен только к фазам B и C (переключатели S1-S3, S5-S9 – замкнуты, а S4 и S10 – разомкнуты). Второй случай отличается от первого тем, что переключатель S10 замкнут, причем сплошные линии соответствуют режиму, когда переключатель S10 разомкнут, а пунктирные – при замкнутом S10.

В «полнофазном» режиме ток  $\dot{I}_0$ , протекая по фазам ФТНП, предназначенного для создания искусственного нулевого провода и повышения качества напряжения на нагрузках  $Z_a, Z_b, Z_c$ , делится на три одинаковых тока  $\dot{I}^0$  нулевой последовательности, которые создают в каждой из полуобмоток ФТНП одинаковые по величине магнитные поля. В результате чего в каждом стержне магнитопровода ФТНП возникают одинаковые и противоположно направленные магнитные потоки, которые практически полностью взаимно вычитаются. При этом сопротивления полуобмоток протеканию токов  $\dot{I}^0$  будут близки к омическому сопротивлению  $r$ . Следует

отметить, что при таком распределении магнитных потоков в стержнях магнитопровода ФТНП несимметрия магнитопровода не сказывается на значениях падения напряжения на полуобмотках устройства, т.к. магнитные потоки, возбуждаемые протеканием тока  $I^0$  по полуобмоткам на каждом из стержней магнитопровода, взаимно вычитаются независимо от потоков в других стержнях. При возникновении неполнофазных режимов возможны случаи, когда не выполняется принцип полного вычитания магнитных потоков, генерируемых полуобмотками в каждом стержне, который положен в основу работы ФТНП. Наиболее характерным из них является случай, когда ФТНП подключен только к двум фазам сети, например, *B* и *C*. При таком подключении ФТНП нулевая точка займет новое положение. С учетом того, что нулевая точка «0'» ФТНП и нулевая точка «0» соединенной в «звезду» трехфазной нагрузки объединены электрически, необходимо установить, насколько смещение нулевой точки «0'» ФТНП влияет на положение нулевой точки «0» трехфазной нагрузки.

Из анализа совмещенной диаграммы следует, что при разъединенных нулевых точках нагрузки «0» и ФТНП «0'» «треугольник» линейных и «звезда» фазных напряжений на трехфазной нагрузке соответствуют векторным диаграммам для системы несимметричной трехфазной нагрузки, соединенной в «звезду» без нулевого провода. При этом «треугольник» линейных и «звезда» фазных напряжений на зажимах ФТНП «вытянут» в линию, совпадающую с вектором линейного напряжения  $U_{BC}$ . В этом случае возможно перенапряжение на одной из фаз вследствие аварийно высокого смещения нейтральных точек нагрузки «0» и ФТНП «0'» от центра тяжести «треугольника» линейных напряжений. Для случая, когда нулевые точки нагрузки и ФТНП соединены, формируется общая нулевая точка «00'», а смещение нулевой точки нагрузки в основном определяется несимметрией последней и практически не зависит от несимметрии магнитопровода ФТНП. Таким образом, выполнение абсолютно симметричной его конструкции является нецелесообразным.

Кроме рассмотренных двух частных случаев исследованы также другие возможные варианты неполнофазных и аварийных режимов в такой системе с ФТНП. Результаты экспериментальных исследований на физической модели совпали с результатами имитационного моделирования указанных режимов. Установлено, что:

- применение ФТНП при «полной» схеме (3 зажима ФТНП подключены к точкам *A*, *B* и *C*, а точки «0'» и «0» соединены) его подключения к электрической сети дает положительный эффект при обрыве ее линейного провода до места подключения ФТНП к сети;
- при «неполном» подключении ФТНП к электрической сети в ней могут возникать аварийные режимы, которые способны вывести из строя как электроприемники, так и ФТНП, т.е. нельзя допускать в такой сети «двойных» и «тройных» обрывов. Однако следует отметить, что одновременное наличие таких обрывов в рассматриваемой локальной сети маловероятно;
- целесообразным является применение ФТНП также для создания в локальной трехфазной сети однофазного «стабилизированного» напряжения.

Полученные результаты комплексных исследований указанных режимов позволили разработать практические рекомендации по оптимизации конструкции и повышению эффективности применения ФТНП в локальных системах электроснабжения с несимметричными и нелинейными нагрузками.

УДК 621.311.1

**ОСОБЛИВОСТІ РОБОТИ НИЗЬКОВОЛЬТНИХ ЛОКАЛЬНИХ МЕРЕЖ У НЕПОВНОФАЗНИХ ТА АВАРІЙНИХ РЕЖИМАХ**  
**А.Ф.Жаркін**, чл.-кор. НАН України, **В.О.Новський**, канд.техн.наук, **Н.М.Капличний**, канд.техн.наук,  
**О.В.Козлов**, канд.техн.наук, **Д.О.Малахатка**, Інститут електродинаміки НАН України,  
**пр. Перемоги 56, Київ-57, 03680, Україна.**

*Досліджено неповнофазні, аварійні та післяаварійні режими роботи низьковольтних розподільних мереж з локальними ділянками електропостачання, які виконано з штучною нейтраллю. Дано практичні рекомендації щодо розробки і використання фільтрів струмів нульової послідовності для реалізації СЕП з штучним нульовим проводом. Рис. 2.*  
**Ключові слова:** штучна нейтраль, неповнофазний режим, низьковольтна мережа, фільтр струму нульової послідовності.

**FEATURES OF WORK OF LOW VOLTAGE LOCAL NETWORKS IN OPEN-PHASE OPERATING CONDITIONS AND MALFUNCTIONS**  
**A.F.Zharkin, V.O.Novskiy, N.M.Kaplychniy, O.V.Kozlov, D.O.Malakhatka,**  
**Institute of Electrodynamics National Academy of Science of Ukraine,**  
**Peremogy, 56, Kyiv-57, 03680, Ukraine.**

*Open-phase operating conditions, emergency and post-fault modes of operations of low voltage distributive networks with the local areas of power supply, which fulfilled with artificial neutral point are investigate. Practical recommendations are given on development and use of filters of currents a zero sequence for realization SES with an artificial zero wire. Fig. 2.*  
**Key words:** artificial neutral, open-phase operating conditions, low-voltage network, zero-sequence current filter.

Надійшла 20.01.2012  
 Received 20.01.2012