

ПРИМЕНЕНИЕ ФАЗОПОВОРОТНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Мустафин Айзар Бахтиярович

магистрант, Астраханский государственный технический университет, РФ, г. Астрахань

APPLICATION OF PHASE-TURNING TRANSFORMERS FOR OPTIMIZATION OF OPERATING MODES OF THE ELECTRIC POWER SYSTEM

Aizar Mustafin

Undergraduate, Astrakhan State Technical University, Russia, Astrakhan

Аннотация. В данной статье описан способ комплексного управления потоками мощности в транзитных электрических сетях 110–500 кВ, особенностью которого является то, что используется регулируемое напряжение и регулируемое индуктивное сопротивление, позволяющие управлять потоками мощности и не допускать токовые перегрузки в транзитных ЛЭП 110–220 кВ.

Abstract. This article describes a method for integrated control of power fluxes in transit electric networks of 110–500 kV, the feature of which is that it uses adjustable voltage and adjustable inductive reactance, which allow controlling power fluxes and prevent current overloads in transit power lines of 110–220 kV

Ключевые слова: установка, фазоповоротный трансформатор, активная мощность, оптимальное место.

Keywords: installation, phase-shifting transformer, active power, optimal location.

Введение

Основная задача, которая стоит перед современной энергетикой, – обеспечение всех видов потребителей требуемым объемом электроэнергии с установленными показателями качества и надежности при максимальной экономической эффективности. Современный мир и современный потребитель диктуют свои правила: внедряются различные технические средства и разрабатываются методические указания по улучшению качества электроэнергии, внедряются нормативные документы, предъявляющие требования к ее показателям, но на данный момент вопрос обеспечения бесперебойного снабжения потребителей именно качественной электроэнергией не решен.

Принципы, методы и реализация оптимального управления режимами электроэнергетических систем (ЭЭС) образует сложный комплекс задач, структура которых определяется особенностями функционирования ЭЭС, спецификой генерации энергии в ней и характером

ее потребления. Это приводит к отсутствию унифицированных решений в назначении оптимальных режимов работы ЭЭС и требует разработки индивидуальных подходов к управлению.

Оптимизация потокораспределения в сложной электрической сети базируется на выполнении двух критериев: исключение перегрузок сетевых элементов и снижение потерь мощности. Подобное потокораспределение может быть осуществлено с помощью фазоповоротных трансформаторов (ФПТ). Стоит отметить, что в настоящее время в сетях ЕЭС России ФПТ применяются мало, несмотря на большой потенциал их использования и удачный мировой опыт в осуществлении задач оптимизации потокораспределения. Многие исследования показывают своевременность и актуальность применения фазоповоротных технологий в сетях ЕЭС России. В настоящее время место установки ФПТ обычно выбирается исходя из локальных требований (снятие токовой перегрузки элементов энергосистемы или снижение трансграничных потоков мощности). Однако очевидно, что потенциал ФПТ, как средства повышения степени управления энергосистемой, маршрутизации потоков мощности и снижения потерь, гораздо выше. Вопрос выбора оптимального угла регулирования ФПТ решается достаточно просто – угол регулирования обычно выбирается сезонно по соображениям обеспечения допустимой загрузки элементов сети. При таком подходе потенциал ФПТ для гибкого управления реализуется не в полной мере, например, не используется возможность снижения потерь. Таким образом, и выбор оптимального угла сдвига фазы ФПТ, как и выбор его оптимального расположения, являются актуальными задачами.

Принцип работы фазоповоротных трансформаторов

Поток активной мощности в линии переменного тока пропорционален синусу угла сдвига по фазе между вектором напряжения источника электроэнергии в начале линии и вектором напряжения приемника электроэнергии в конце линии. Таким образом если имеется сеть линий разной мощности, то, принудительно изменяя величину угла сдвига между векторами напряжений источника и приемника электроэнергии в одной или нескольких линиях, можно перераспределять потоки мощности между линиями электрической сети. В результате появляется возможность реализации более благоприятных сценариев загрузки линий сети относительно естественного распределения потоков мощности, которое часто приводит к перегрузке маломощных линий, ограничению пропускной способности мощных линий, увеличению потерь электроэнергии и другим негативным последствиям. Фазоповоротный трансформатор выполняет функцию принудительного изменения величины угла сдвига между векторами напряжений источника и приемника электроэнергии.

Фазоповоротный трансформатор включает в себя два отдельных трансформатора: последовательный трансформатор и параллельный трансформатор (рис 1). Параллельный трансформатор имеет первичную обмотку, выполненную по схеме «треугольник», которая нужна для организации системы трехфазных напряжений со сдвигом по отношению к фазным напряжениям на 90 градусов, и вторичную обмотку, которая может быть выполнена в виде изолированных фаз с блоком отпаяк с заземленным центром.

Фазы вторичной обмотки параллельного трансформатора подключаются через выход переключателя блока отпаяк к первичной обмотке последовательного трансформатора, которая, как правило, выполняется по схеме «звезда» с заземленной нейтралью.

Вторичная обмотка последовательного трансформатора, в свою очередь, выполняется в виде трех изолированных фаз, включаемых каждая последовательно в расщелку соответствующего провода линии, соотносящегося по фазе так, что к вектору напряжения источника добавляется компонента, сдвинутая по фазе на 90 градусов.

Так на выходе линии получается напряжение, равное сумме векторов напряжений источника питания и дополнительного вектора квадратурной компоненты, которую вносит фазоповоротный трансформатор, то есть в результате меняется фаза.

Амплитуду и полярность вносимой квадратурной составляющей, которую создает фазоповоротный трансформатор, можно менять, для этого предусмотрена возможность

регулировки блока отпаяк. Так происходит изменение на необходимую величину угла фазового сдвига между векторами напряжений на входе линии и на ее выходе, связанное с режимом работы конкретной линии.

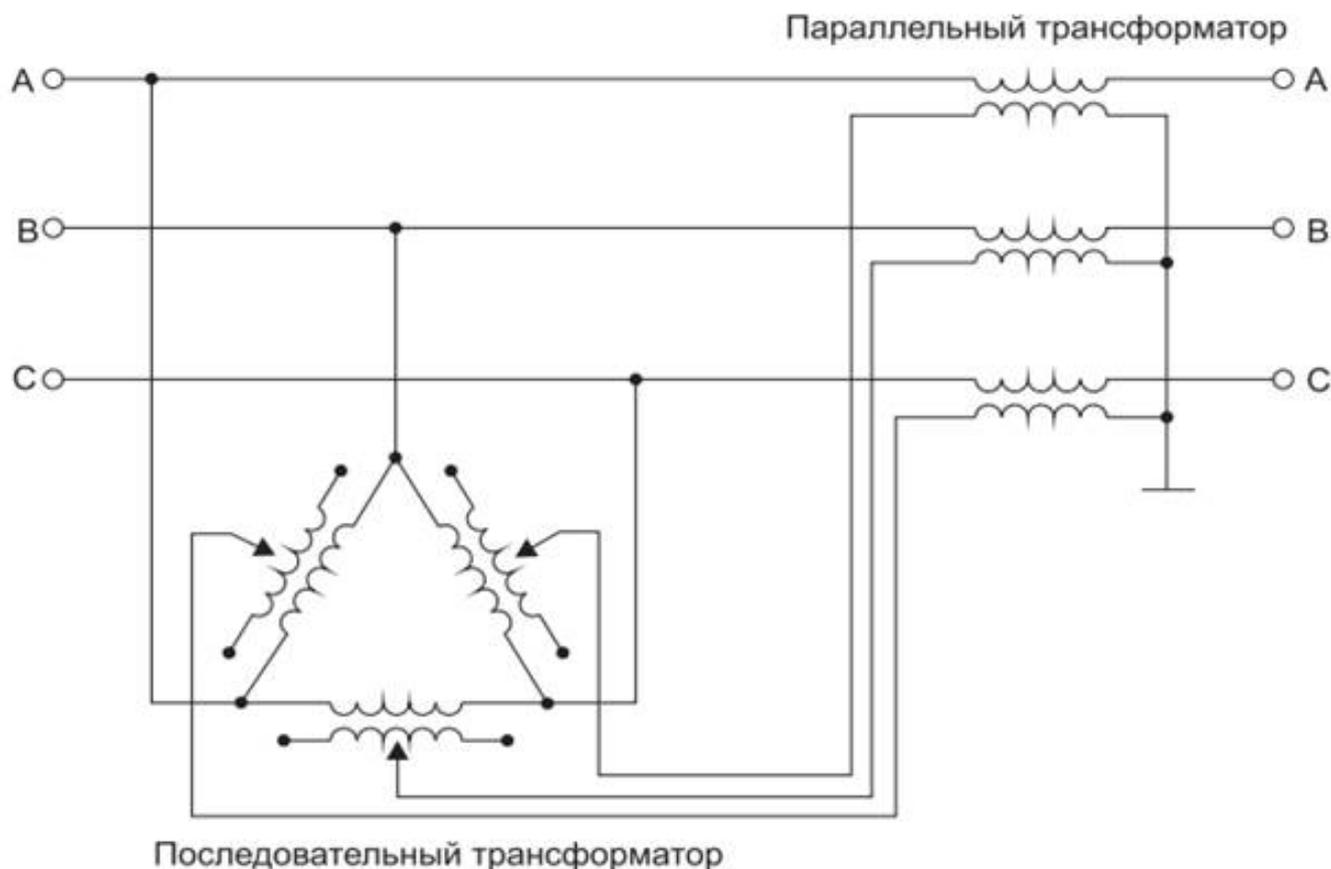


Рисунок 1. Схема фазопоротного трансформатора

Преимущества фазопоротных трансформаторов:

Фазопоротный трансформатор обладает следующими преимуществами:

- способствует более благоприятной загрузке линий электросетей в сравнении с естественным распределением потоков мощности — в режиме максимальной нагрузки он позволяет перенаправлять вырабатываемую электростанцией мощность с более загруженных линий на менее загруженные,
- повышает эффективность использования ЛЭП,
- позволяет избежать перегрузки маломощных линий и ограничения пропускной способности мощных линий,
- уменьшает потери активной мощности в энергосистеме,
- повышает надежность и качество энергоснабжения потребителей.

Заключение

Внедрение в электрическую сеть фазопоротных трансформаторов позволяет повысить надежность электроснабжения, снизить капиталовложения в строительство новых объектов, а также гибко регулировать перетоки мощности, обусловленные изменением генерации и потребления, одновременно обеспечив высокую экономическую эффективность работы всей энергосистемы и потребления.

Оптимальное управление энергопотоками на основе применения ФПТ – наиболее продуктивный способ уменьшения потерь электроэнергии в электрических сетях России до технически обоснованного уровня.

Список литературы:

1. Школа для электрика [электронный ресурс] «Фазоповоротные трансформаторы и их использование» // <http://electricalschool.info/sety/1549-fazopovorotnye-transformatory-i-ikh.html>
2. Проблемы энергоэффективности и энергосбережения в России. Информационно аналитический обзор (Часть III). Леонид Добрусин, д. т. н., академик АЭН РФ «Тенденции применения фазоповоротных трансформаторов». Силовая Электроника, № 4'2012.
3. Кузнецова Г. А., Лоханин Е. К., Ольшванг М. В., Остапенко Е. И. Ступенчато регулируемые фазосдвигающие автотрансформаторы как средство оптимизации потокораспределения в электрических сетях. Сб. докладов IV международного симпозиума «Электротехника 2010»