

ПРИМЕНЕНИЕ НИЗКОВОЛЬТНЫХ СТАБИЛИЗАТОРОВ НАПРЯЖЕНИЯ

Уровни напряжения, не соответствующие установленным требованиям, их частые изменения и колебания, несимметрия трехфазной системы напряжений негативно влияют на электрооборудование, обуславливая неблагоприятные и тяжелые режимы работы, сокращая сроки службы и повышая вероятность отказов и поломок. Во избежание указанных проблем должны применяться стабилизаторы напряжения.

Цепь электропитания низковольтных электроприемников потребителя, как правило, включает линию электропередачи 10(6) кВ, понижающий трансформатор 10(6)/0,38 кВ и линию (участок линии) 0,38 кВ. В каждый момент времени уровень напряжения в точках подключения электроприемников изменяется в зависимости от следующих факторов: уровня напряжения в центре питания 10(6) кВ, топологии схемы цепи электропитания, параметров ее элементов и текущих уровней электрической нагрузки каждого из подключенных к данной цепи потребителей. С учетом того, что в цепи электропитания, как правило, отсутствуют устройства, обеспечивающие регулирование напряжения в темпе процесса, уровни напряжения в точках подключения потребителей являются случайными величинами. Поэтому для потребителей характерны проблемы в части качества электроэнергии.

При отказах и поломках в цепи электропитания совокупный ущерб часто не ограничивается стоимостью ремонта или замены поврежденного электрооборудования и включает в себя убытки от недоотпуска товарной продукции и затраты на восстановление технологического процесса, а это уже величины гораздо более высокого порядка.

Общие сведения о стабилизаторах напряжения

Стабилизатор напряжения (СТН) – это устройство, предназначенное для под-

держания выходного напряжения в установленных пределах при изменениях входного напряжения и выходного тока нагрузки. СТН подключается последовательно в цепь электропитания электроприемника или группы электроприемников. Номинальная мощность (номинальный ток) СТН выбирается исходя из оценки (прогноза) максимальной величины электрической нагрузки. При выборе СТН следует также учитывать его параметры, конкретные условия применения (в первую очередь, требования электроприемников к напряжению электропитания) и, конечно, стоимостные показатели.

Использование СТН способствует увеличению сроков службы, повышению надежности и качества электроснабжения электрического и электронного оборудования. Последнее, в свою очередь, положительно влияет на качество технологических процессов и снижает риски аварий, повреждений технологического оборудования и объем связанных с этим ущербов и дополнительных затрат. Применение энергосберегающих СТН также позволяет получать прямой эффект от снижения электропотребления.

Классификация стабилизаторов напряжения

С учетом особенностей электроприемников, предполагаемого места установки СТН и ряда других факторов определяются наиболее целесообразный для применения в конкретном случае вид стабилизатора напряжения, его предпочтительное кон-



В.Р. КОЛИК,
начальник отдела учета
и качества электроэнергии
РУП «Белэнергосетьпроект»

структивное исполнение и номинальные параметры. Ниже предложена классификация СТН по разным критериям:

по исполнению:

- однофазные;
 - трехфазные;
- по способу задания требований к выходному напряжению:*

- задаются (конфигурируются) требуемая величина и предельно допустимое отклонение от нее. Такие СТН, как правило, востребованы в случаях, когда необходима высокая точность поддержания напряжения;

- задается диапазон допустимых значений напряжения. По умолчанию диапазон допустимых фазных напряжений находится в пределах 198–242 В, что соответствует требованиям, установленным в электрических сетях Белорусской энергосистемы;

по способу регулирования:

- со ступенчатым (дискретным, пошаговым) регулированием. Такие СТН иногда называют редуторами напряжения;
- с плавным регулированием. Эти СТН имеют более сложное конструктивное исполнение и, соответственно, стоят дороже. Однако для определенных видов

Таблица. Анализ видов СТН

Показатели	Вид СТН по принципу регулирования			
	Электромеханический	Релейный	Электронный	Инверторный
Конструктивные отличия	В основе конструкции – автотрансформатор (чаще лабораторный автотрансформатор – ЛАТР) без отводов обмотки. На роторе серводвигателя закреплен ползунок с графитовой щеткой. Имеются схема сравнения напряжения (компаратор) и плата управления	Трансформаторный тип СТН. Медная обмотка трансформатора (катушка) сегментирована, каждый сегмент имеет свой вывод. Имеется плата управления	Схема устройства включает полупроводниковые элементы при отсутствии механических и электромеханических	Как правило, состоит из следующих узлов: входные фильтры, выпрямитель и корректор коэффициента мощности, блок конденсаторов, преобразователь постоянного напряжения в переменное, микроконтроллер. Выпрямитель и преобразователь напряжения также относятся к инверторному типу
Принцип действия	Компаратор фиксирует отклонение напряжения от заданных значений, плата управления дает сигнал серводвигателю на смещение его ротора на определенный угол, и контакт ползунка изменяет напряжение на выходе	Если входное напряжение не соответствует заданному диапазону, электронная плата управления подключает реле, изменяющее коэффициент трансформации, подключая определенное количество сегментов катушки	Полностью аналогичен принципу действия релейного СТН, но функцию переключающих реле здесь выполняют ключи на тиристорах и симисторах	Реализуются два основных процесса: – преобразование входного переменного тока и напряжения в постоянные; – преобразование постоянного тока и напряжения в переменные требуемых режимных параметров
Достоинства	Высокая точность регулирования; способность к перегрузкам; отсутствие искажений формы выходного напряжения	Работа в широком диапазоне нагрузок; устойчивость к перегрузкам	Высокое быстродействие; низкий уровень шума; является необслуживаемым; обеспечивает нормальную работу при широком диапазоне входных напряжений; устойчивость к понижению температуры (но не ниже +5 °С)	Высокая точность и скорость регулирования; на выходе, как правило, синусоидальная форма выходных сигналов тока и напряжения, частота 50 Гц, коэффициент мощности →1; выходное напряжение не зависит от входного; бесшумная работа; компактность; очень высокий КПД
Недостатки	Медленная скорость коррекции; быстрый износ графитовых щеток; необходимость технического обслуживания; пожароопасность (из-за графитовой пыли)	Невысокая надежность реле; большая погрешность; режим мерцания	Дискретный способ регулировки; низкая перегрузочная способность (выгорают ключи); несинусоидальность выходного напряжения	Слишком высокая цена; сужение возможного диапазона входных напряжений с нарастанием нагрузки; ограниченная емкость конденсаторов, не позволяющая сдерживать сильные скачки напряжения; отсутствие на рынке устройств большой мощности (как правило, до 20 кВА)
Относительный уровень цен	Низкий	Низкий	Высокий	Очень высокий
Рекомендуемая сфера применения	Без ограничений, за исключением случаев, когда требуется высокая надежность или (и) быстродействие	Без ограничений, за исключением случаев, когда требуется высокая точность и плавность регулирования	Без ограничений, за исключением случаев, когда требуется высокая точность и плавность регулирования. Также не рекомендуется, если имеются электроприемники, чувствительные к форме кривой питающего напряжения	Бытовая, компьютерная техника в коммунально-бытовом секторе, высокотехнологичное промышленное, медицинское и телекоммуникационное оборудование

Примечание: классификация СТН по принципу регулирования является условной, поскольку на рынке имеются гибридные СТН, сочетающие в себе признаки разных видов. Так, например, отечественная разработка ВРУСТ ВЛ 0,38 кВ имеет характеристики релейного и электронного СТН.

электроприемников и технологических процессов плавность регулирования является обязательным условием.

По способу регулирования СТН также различаются по признаку наличия или отсутствия независимого пофазного регулирования;

по принципу регулирования:

- электромеханические, или сервоприводные;
- релейные;
- электронные;
- инверторные, или двойного преобразования.

В таблице приведен сравнительный анализ видов СТН с разным принципом регулирования, подготовленный на основе публикаций, находящихся в открытом доступе.

Энергосберегающие стабилизаторы напряжения

Энергосберегающий СТН – это модификация СТН, в котором дополнительно к базовым функциям предусмотрена функция энергосбережения.

Физический принцип энергосбережения с применением СТН базируется на том, что у подавляющего большинства электроприемников величина электропотребления напрямую зависит от величины напряжения электропитания: чем выше уровень напряжения – тем выше величина электропотребления, и наоборот. Функционально для конкретных электроприемников и их групп эти зависимости могут быть описаны статическими характеристиками электрической нагрузки по напряжению.

Помимо того, что энергосберегающий СТН обеспечивает принудительное введение выходного напряжения в заданный диапазон, он также не допускает необоснованного завышения выходного напряжения в рамках данного диапазона. То есть при наличии технической возможности СТН понижает напряжение в рамках данного диапазона до меньшей величины, что позволяет снизить и величину электропотребления. Некоторые энергосберегающие СТН отечественного производства имеют функцию индикации текущего значения снижения электропотребления.

Энергосберегающие СТН не следует применять в цепях электропитания асинхронных электродвигателей без частотных приводов с постоянной нагрузкой на валу, близкой к номинальной, особенно

при возможности перегрузок. Во всех остальных случаях их можно применять там же, где и другие виды стабилизаторов. При этом следует учитывать, что ощутимый энергосберегающий эффект достигается, когда фазное напряжение 230 В и выше сохраняется достаточно длительное время, например, ночью.

Энергосберегающие СТН могут эффективно применяться на объектах большой энергетики (собственные нужды подстанций и другие объекты различного назначения), в промышленности и сельском хозяйстве. Наибольшего показателя энергосбережения они позволяют достигнуть при использовании в установках электронагрева, на объектах не промышленного назначения: в торговых и офисных центрах, на складах и т.д. В тепличных хозяйствах применение энергосберегающих СТН позволяет значительно продлить срок службы ламп в системах электрического досвечивания теплиц.

К сказанному выше следует добавить, что наличие энергосберегающей функции не приводит к увеличению стоимости СТН, поскольку не требует конструктивных дополнений или усложнений, а реализуется дополнением в управляющий программный код.

Вольторегулирующие устройства – стабилизаторы напряжения для применения на ВЛ 0,38 кВ

В мировой практике для нормализации и стабилизации уровней напряжения на ВЛ 0,38 кВ традиционно используются СТН, получившие название «бустеры». В Белорусской энергосистеме распространено применение бустеров отечественной разработки – вольторегулирующих устройств (ВРУСТ), имеющих явные преимущества перед зарубежными аналогами. Прежде всего для них характерны низкие массогабаритные показатели, что позволяет устанавливать эти устройства на существующие анкерные опоры ВЛ 0,38 кВ без привлечения штатной техники. Кроме того, ВРУСТ обеспечивает независимое пофазное регулирование, предусматривающее возможность как повышения, так и понижения фазного напряжения. Это очень важно ввиду того, что большинство потребителей, подключенных к ВЛ 0,38 кВ, являются однофазными и, как следствие, для линий этого напряжения характерна несимметрия трехфазных систем токов и напряжений.

Главной сферой применения ВРУСТ являются так называемые слабые линии, спроектированные и построенные несколько десятилетий назад и не рассчитанные на уровень современных нагрузок. Для таких линий и точек подключения к ним потребителей характерны недопустимо низкие уровни напряжения. ВРУСТ устанавливается в рассечку ВЛ 0,38 кВ в так называемой критической точке, где в наиболее тяжелом электрическом режиме уровень фазного напряжения опускается ниже предельно допустимого значения – 198 В.

Применение ВРУСТ позволяет в кратчайшие сроки решить проблему ненадлежащих уровней напряжения на ВЛ 0,38 кВ. Важным побочным результатом установки данных устройств является симметрирование трехфазной системы напряжений.

После демонтажа или реконструкции линии ВРУСТ может быть повторно применено в аналогичном проблемном месте. В ряде случаев устройство также обеспечивает экономический эффект за счет увеличения полезного отпуска электроэнергии. Но в первую очередь оно реализует свою главную функцию – нормализует показатели качества электроэнергии.

Заключение

1. В статье рассмотрены различные виды и особенности исполнения низковольтных стабилизаторов напряжения. Предложена классификация СТН по наиболее значимым критериям. Описаны сферы применения различных типов СТН.

2. С целью обеспечения качественного и надежного электроснабжения электрического и электронного оборудования, а также для получения экономического эффекта от энергосбережения рекомендуется установка энергосберегающих СТН:

- на вводах 0,38 кВ собственных нужд подстанций, а также на других электросетевых объектах;
- в цепях электропитания номинального напряжения 0,38 кВ промышленных и непромышленных объектов различного назначения.

3. Для нормализации и стабилизации уровней напряжения на ВЛ 0,38 кВ в Белорусской энергосистеме рекомендуется применять вольторегулирующие устройства (ВРУСТ) – специализированные стабилизаторы напряжения отечественной разработки и производства.