

АНАЛИЗ МЕРОПРИЯТИЙ И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ УЛУЧШЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ НА ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ УЧАСТКЕ ТЭЦ ОАО «КУЧУКСУЛЬФАТ»

Сулоев Александр Сергеевич, suloewaleksandr@yandex.ru
Попов Андрей Николаевич, oleandr78@mail.ru

Аннотация:

Рассмотрены мероприятия для повышения качества электроэнергии, а также на примере проблем существующей системы электроснабжения, даны рекомендации по повышению показателей качества электрической энергии в соответствии с действующей нормативной документацией.

Ключевые слова: качество электроэнергии, напряжение, мероприятие, регулирование.

На действующих установках промышленных предприятий контроль за потреблением и качеством электроэнергии в реальных условиях осуществляется по счетчикам электроэнергии и показаниям установленных измерительных приборов (амперметры, вольтметры, частотомеры, ваттметры и варметры) [1]. Эксплуатация любого электроприемника возможна при номинальной частоте питающей сети, напряжении и току, изменяющихся по синусоидальному закону. В любой СЭС возможно отклонение данных параметров, что может приводить к нарушению работы электрооборудования, увеличению потерь электроэнергии. В этой связи возникает необходимость осуществлять контроль за показателями качества электрической энергии на объектах промышленных предприятий.

На сегодняшний день в Российской Федерации действует междугосударственный стандарт [2], который устанавливает две категории изменения характеристик напряжения – продолжительные изменения характеристик напряжения и случайные события.

Рассматривая уже существующую систему электроснабжения экономически наиболее целесообразно при повышении ПКЭЭ использовать устройства коррекции качества [3].

Обеспечить требования по отклонениям напряжения можно за счет регулирования напряжения в центре питания и путем снижения потерь напряжения в элементах сети [1].

Снижение колебаний напряжения достигается его регулированием. Под регулированием напряжения понимается процесс изменения его уровней в характерных точках системы электроснабжения с помощью специальных технических средств.

Важно понимать, что в случае нарушения показателей качества электрической энергии на выводах генерирующей установки – синхронного турбогенератора Т-6-2 – произойдет нарушение работы систем регулирования на станции, потеря устойчивости генератора и последующий его выход из синхронизма [4].

Турбогенераторы №1, 4 и 5 совместно с вспомогательным оборудованием расположены в машинном зале турбинного участка ТЭЦ. Машинный зал же разделен на верхнюю часть, в которой островным образом размещены турбогенераторы, и нижнюю часть – конденсационный этаж (на данном уровне расположено вспомогательное оборудование турбинного участка).

Обмотки роторов синхронных генераторов получают питание от специальных источников постоянного тока, называемых возбудителями. Современные станции возбуждения выполняются, как правило, на базе полупроводниковых элементов.

Практически применяются следующие способы регулирования напряжения:

- использование аппаратуры РПН, установленной на силовых трансформаторах ГПП «Кучукская» (при условии работы параллельно с энергосистемой);
- изменение тока возбуждения генераторов;
- групповое регулирование напряжения для части системы электроснабжения, например, для секции РУСН-0,4 кВ, с помощью аппаратуры ПБВ, установленной на трансформаторах собственных нужд ТЭЦ.

Аппаратура РПН установлена на каждом повышающем трансформаторе ГПП №3 «Кучукская». Средства регулирования напряжения под нагрузкой (РПН) позволяют регулировать напряжение в диапазоне от ± 10 до $\pm 15\%$ с дискретностью 1,25 ... 2,50%.

Принцип работы форсировки возбуждения генераторов основывается на том, что при резком снижении напряжения на шинах генератора (до $\approx 0,85 U_{\text{ном}}$) срабатывает реле минимального напряжения и приводит в действие контактор форсировки, который при включении закорачивает (шунтирует) сопротивление шунтового реостата в цепи возбуждения. В результате ток возбуждения быстро растет. Когда напряжение на выводе генератора достигает 110% от $U_{\text{ном}}$ реле минимального напряжения возвращает схему в исходное положение.

Форсировка возбуждения генератора с возбудителем на базе тиристорной станции возбуждения ВТ2ТС-275-155-ММП2-11 УХЛ4 осуществляется за счет изменения тока ротора. Форсировка происходит, если измеренное напряжение отличается от уставки более 15%, а снимается при уменьшении разницы между уставкой и измеренным напряжением до 5%. При работе форсировки и автоматического регулятора напряжения АРВ ток ограничивается определенными заданными номиналами в целях исключения возникновения перегрузки в обмотках цепи ротора.

Автоматические регуляторы систем возбуждения генераторов обеспечивают поддержание напряжения на шинах электростанции со статизмом 3-5 % при изменении реактивной мощности генератора до номинальной. При снижении напряжения в контрольных точках АРВ генераторов, стремясь поддержать неизменным напряжение на шинах станции, увеличивают выдачу реактивной мощности. Однако при снижении напряжения в заданной контрольной точке или у энергообъектов системы ниже определенного значения это напряжение будет поддерживаться за счет использования перегрузочной способности генераторов [4].

Для того, чтобы определить эффективность применяемых технических средств улучшения ПКЭЭ необходимо контролировать ключевые показатели качества электрической энергии. Такой контроль на сегодняшний день может быть реализован в системах диспетчерского управления и учета электроэнергии.

Замеры показателей качества электроэнергии выполнялись на шинах секции распределительного устройства собственных нужд 0,4 кВ (РУСН-0,4 кВ) секции I электрического участка ТЭЦ ОАО «Кучуксульфат» с целью оценки качества энергии по следующим параметрам – напряжение, асимметрия в фазах, частота, регистрация провалов, перенапряжений и прерываний напряжения.

На рисунке 1 показана схема подключения прибора РЕСУРС-UF2.

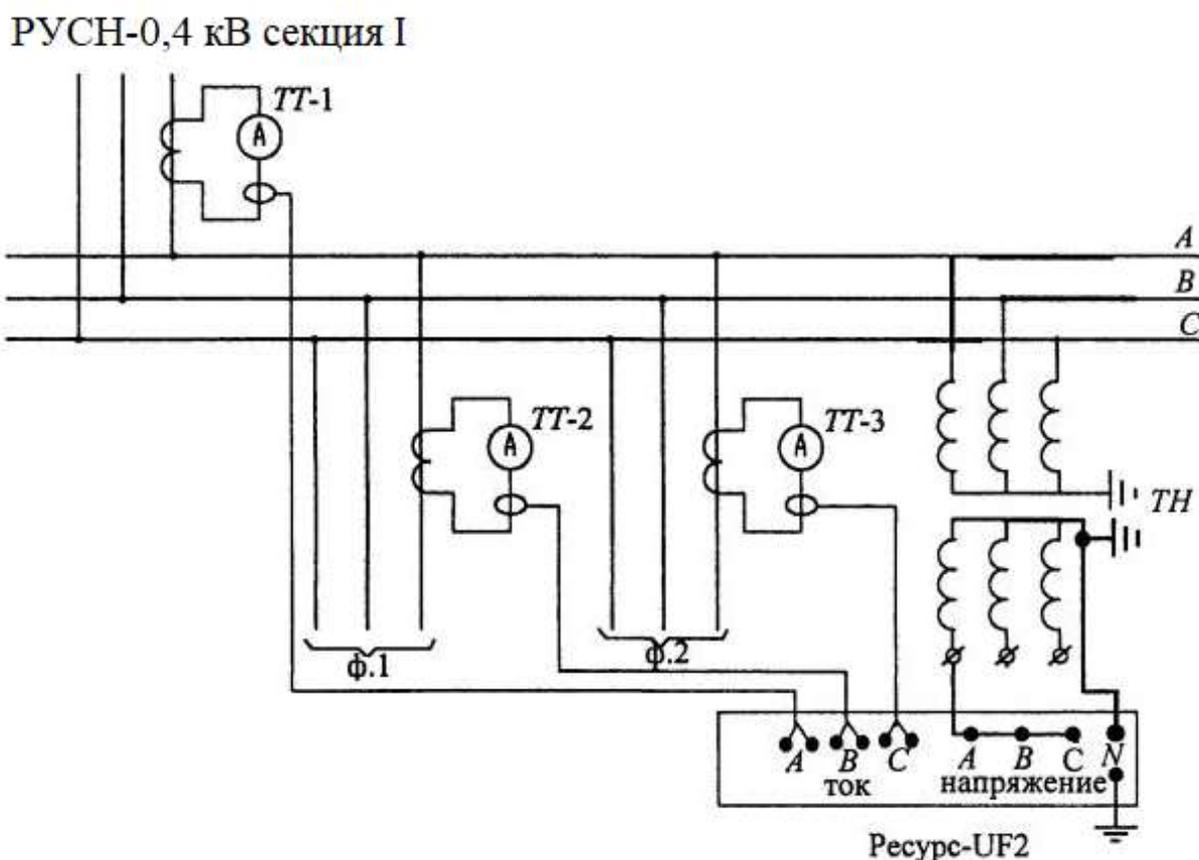


Рисунок 1 – Схема подключения прибора РЕСУРС-UF2

Анализ показателей и норм качества электрической энергии на исследуемом объекте выявил, что все ПКЭЭ находятся в норме, кроме наличия отклонений и колебаний напряжения в точках системы, содержащих резкопеременную нагрузку. Это обусловлено действующей схемой запитки сварочных постов котельного участка ТЭЦ.

Колебания напряжения в системе электроснабжения промышленного предприятия вызываются набросами реактивной мощности нагрузок. Для снижения размаха колебаний напряжения необходимо снижать набросы РМ, соизмеримые с характером изменения нагрузки.

Для снижения влияния резкопеременной нагрузки на чувствительные электроприемники применяют способ разделения нагрузок. Наиболее часто применяют трансформаторы с расщепленной обмоткой. Такие трансформаторы позволяют подключать к одной ветви обмотки низшего напряжения резкопеременную нагрузку (источник искажений), а к другой – стабильную. Связь между изменениями напряжения в обмотках определяется по выражению (1)

$$\Delta U_1 = \Delta U_2 \cdot \frac{4 - K_p}{4 + K_p}, \quad (1)$$

где K_p – коэффициент расщепления, принимаемый равным 3,5.

При выделении резкопеременной нагрузки на отдельный трансформатор общее сопротивление снижается с величины (2) до величины X_C .

$$X = \frac{X_{T1} \cdot X_{T2}}{X_{T1} + X_{T2}} + X_C. \quad (2)$$

Тогда размах колебаний напряжения на шинах стабильной нагрузки снижается в X_C / X раз, а на шинах резкопеременной нагрузки увеличивается в $X / (X_C + X_{T2})$ раз [5].

Снизить отрицательное влияние нелинейных нагрузок на приемники электрической энергии возможно с помощью их отдельного питания. Помимо этого, используется более рациональное построение существующей системы электропитания, среди которых:

– включение трансформаторов собственных нужд на параллельную работу на период пуска мощных электродвигателей;

– осуществление питания осветительной нагрузки отдельно от резкопеременной.

Таким образом, рассмотрены мероприятия и способы регулирования необходимых параметров электроэнергии в целях улучшения ПКЭЭ, выполнение организационных мероприятий и внедрение технического оборудования. Обоснована целесообразность применения данных мероприятий на примере конкретной проблемы.

Список используемой литературы

1. Бирюлин, В. И. Исследование проблем качества электроэнергии в сетях напряжением 0,4 кВ / В. И. Бирюлин, Д. В. Куделина, И. В. Брежнев // Вестник Казанского государственного энергетического университета. – 2022. – Т. 14, № 1(53). – С. 109-121. – EDN SYNKNP.
2. ГОСТ 32144 – 2013 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. Изд-во, 2013. – 20 с.
3. Куликова, Л. В. Основы электромагнитной совместимости / Л. В. Куликова, О. К. Никольский, А. А. Сошников. – Москва-Берлин : Директ-Медиа, 2020. – 405 с. – ISBN 978-5-4499-1175-9. – EDN KWQLTA.

4. Инструкция №45-Ц «По предупреждению и ликвидации аварий и технологических нарушений режима работы ТЭЦ ОАО «Кучуксульфат».

5. Располов, Е.В. Электрические системы и сети. Качество электро-энергии и его обеспечение. [Конспект лекций] / Е.В. Располов; Сев.-Зап. за-очн. политехн. ин-т. – Ленинград: СЗПИ, 1990. – 47 с.

Информация об авторах

Сулоев А. С. – студент группы 8Э(з)-21, Попов А. Н. к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова», РФ, Алтайский край, г. Барнаул.

Ссылка для цитирования

Сулоев, А. С. Анализ мероприятий и технических средств улучшения показателей качества электрической энергии на электрическом участке ТЭЦ ОАО «Кучуксульфат» / А. С. Сулоев, А. Н. Попов // Энерджинет. 2023. № 1. URL: <http://nopak.ru/231-501> (дата обращения: 05.07.2023).

