

ОЦЕНКА ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ УЧЕТА ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ПОТЕРЬ ОТ НИЗКОГО КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИНАХ

Проведен анализ точности расчета потерь от низкого качества электроэнергии и оценена метрологическая составляющая потерь в условиях неопределенности исходной информации. Выявлено, что с увеличением номера гармоники и коэффициента несинусоидальности доля потерь в электрических машинах возрастает.

The analysis of the accuracy of the calculation of losses from low power quality and metrological component estimated losses in the face of uncertainty of initial information. Revealed that with increasing harmonic number and proportion of loss factor nonsinusoidality in electric machines increases.

В современных условиях наблюдается рост установленной мощности электроприемников, искажающих качество электрической энергии. А низкое качество электроэнергии приводит к увеличению как технических, так и метрологических потерь. Потери электроэнергии в электрических машинах неизбежны. При этом они вызывают нежелательные последствия – такие как нагрев, вибрация, шум и, как следствие, – ухудшение эксплуатационных характеристик, снижение надежности. Исходя из этого, оценку целесообразности учета дополнительных потерь от низкого качества электроэнергии в электрических машинах следует считать актуальной.

Цель данной работы – количественная оценка и структурный анализ технических потерь в электрических системах. Для реализации указанной цели в работе решаются следующие задачи:

выявление зон и конкретных элементов электрических машин с повышенными техническими потерями;

анализ целесообразности учета дополнительных потерь от низкого качества для взаимоотношений между поставщиками и потребителями электрической энергии.

Вопросы качества электроэнергии рассматриваются в контексте с проблемой потерь электроэнергии.

Низкое качество электроэнергии негативно сказывается на любой системе электроснабжения, так как снижает ее функциональную надежность и эффективность работы.

Одно из таких проявлений – недостоверный учет электроэнергии, приводящий к возникновению значительной метрологической составляющей потерь; другое – возникновение дополнительных технических потерь электроэнергии, обусловленных несинусоидальностью и несимметрией напряжений и токов в элементах систем электроснабжения.

Системы электроснабжения, как правило, имеют даже в одном узле несколько источников искажения качества электроэнергии (КЭ). Их режимы меняются случайным образом. Они могут быть стационарными и передвижными (например, электрифицированный транспорт). Кроме того, системы электроснабжения напряжением 0,4 – 110 кВ отличаются неполной наблюдаемостью, а некоторые их подсистемы не наблюдаемы полностью.

Такая ситуация характерна для систем электроснабжения городов, сел, для энергорайонов, в ряде случаев – промышленных предприятий, недостаточно оснащенных средствами учета электроэнергии.

Все это вызывает определенные трудности в расчете и анализе потерь электроэнергии, обусловленных низким КЭ, когда традиционные подходы оказываются неэффективными, а мероприятия по их снижению, разработанные на основе существующих методов в сетях, где велика доля неопределенности, не дают желаемых результатов.

Следовательно, необходим структурный анализ дополнительных потерь электроэнергии, в системах электроснабжения, обусловленных низким КЭ, в условиях неполноты и неопределенности исходной информации.

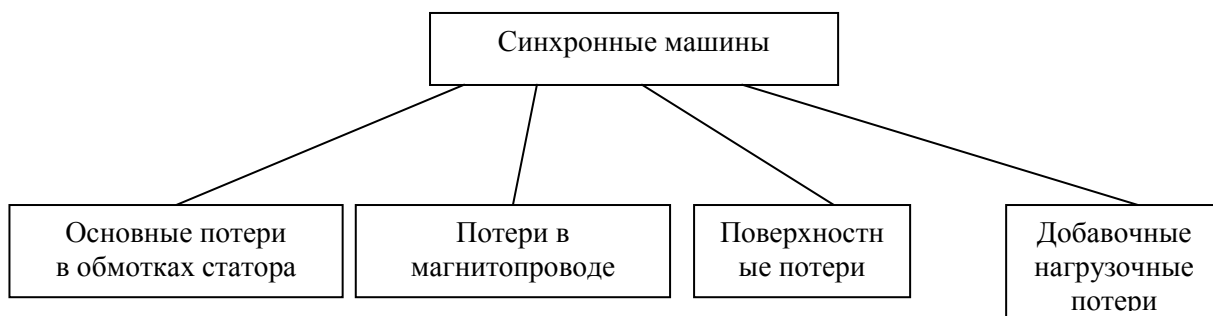


Под структурным анализом потерь, обусловленных низким КЭ, будем понимать детализацию составляющих таких потерь, оценку достоверности их определения и их значимости с экономической точки зрения. Структура потерь электроэнергии, обусловленных низким качеством (рис. 1).

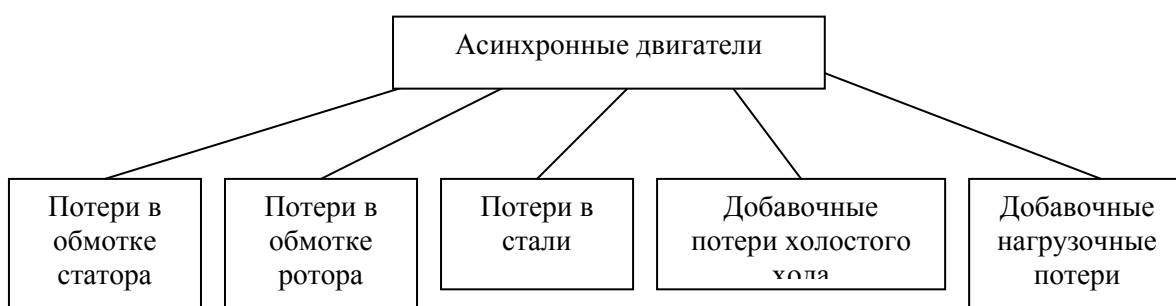
Рис. 1. Структура потерь электроэнергии от низкого качества.

Системный подход к исследованию потерь электроэнергии в системах электроснабжения с низким качеством электроэнергии (КЭ) при низкой наблюдаемости обуславливает необходимость уточнить их классификацию. Используется такая структура потерь, в которой они разделены на составляющие, исходя из физической природы информационных потоков, КЭ, самих потерь, условий функционирования систем электроснабжения.

Поэлементная структура потерь электроэнергии от низкого ее качества полагает детализацию систем электроснабжения не только по типам и видам оборудования, но и по



составляющим самого оборудования, обусловленным их конструктивными особенностями.



По конструктивному признаку потери от низкого КЭ в элементах систем электроснабжения можно структурировать следующим образом (рис. 2, 3).

Рис. 2. Структура потерь в синхронной машине.

Рис. 3. Структура потерь в асинхронной машине.

Был проведен анализ точности расчета потерь от низкого качества электроэнергии по наиболее значимым методам, выбраны и систематизированы выражения, дающие наибольшую точность расчета технических потерь электроэнергии, обусловленных низким ее качеством, а также показано их развитие для двигательной нагрузки и оценки метрологической составляющей потерь от низкого качества электроэнергии в условиях неопределенности.

Исходя из анализа методик по расчетам потерь в электрических машинах, выбрана та, которая дает наибольшую точность и позволяет детализировать потери. Для разработки моделей синхронных машин (СМ), асинхронных машин (АМ), учитывающих влияние искажений качества электроэнергии (КЭ) на потери, использованы формулы, применяемые при проектировании электрических машин, так как они качественно описывают процессы, протекающие в них, а также учитывают их конструктивные особенности и позволяют получить точные результаты. По выбранной методике составлен алгоритм для расчета на ПК. Определены границы изменения показателей качества электроэнергии в электрических сетях со специфическими электроприемниками. Каждый вид потерь, возникающий в электрических элементах, влияние на него искажений синусоидальности, симметрии токов и напряжений рассматриваются отдельно.

В качестве примера приведены кривые дополнительных потерь в асинхронных двигателях. Из графиков (рис. 4, 5) видно, что с увеличением номера гармоники доля дополнительных потерь в асинхронном двигателе возрастает.

Вывод: наличие искажений КЭ приводит к увеличению основных электрических потерь электроэнергии, причем это увеличение прямо пропорционально номеру гармоники и

коэффициенту несинусоидальности n -й гармонической составляющей тока. Искажения КЭ приводят также к росту магнитных потерь в роторе синхронных машин и к увеличению их поверхностных потерь. В количественном соотношении они невелики для одной машины, но для предприятий с большим парком синхронных машин их уровень уже значим. В асинхронных двигателях уровень дополнительных потерь, вызванных искажением качества электроэнергии, выше, чем в синхронных машинах, что нельзя не учитывать в системах электроснабжения предприятий. Дополнительные потери от низкого КЭ также необходимо оценивать в отдельных

функциональных элементах электрических машин, что позволяет определить изменение температурного режима, вызванное искажением качества электроэнергии, а следовательно, и сокращение срока службы их изоляции.

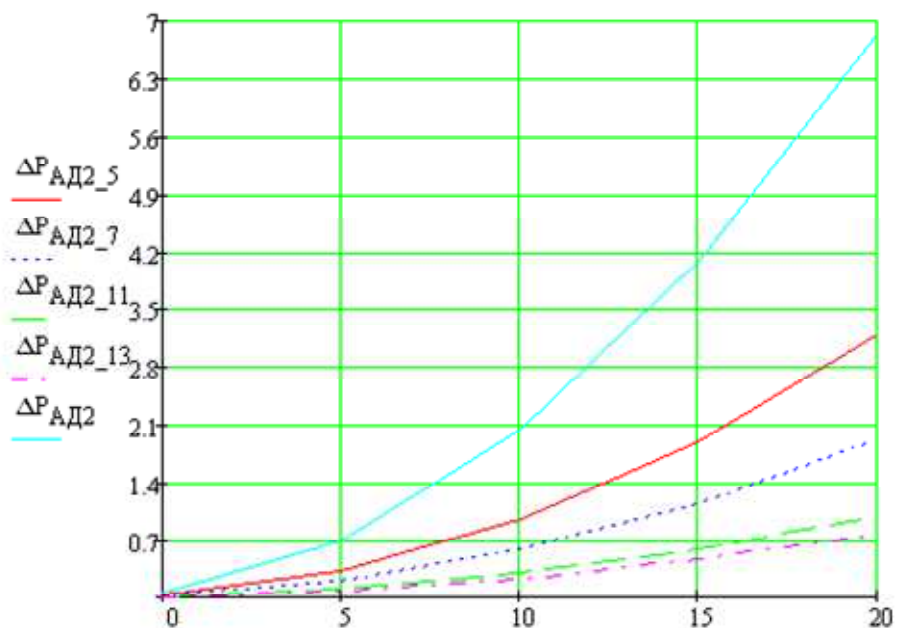


Рис. 4. Дополнительные потери в АТД4-500.

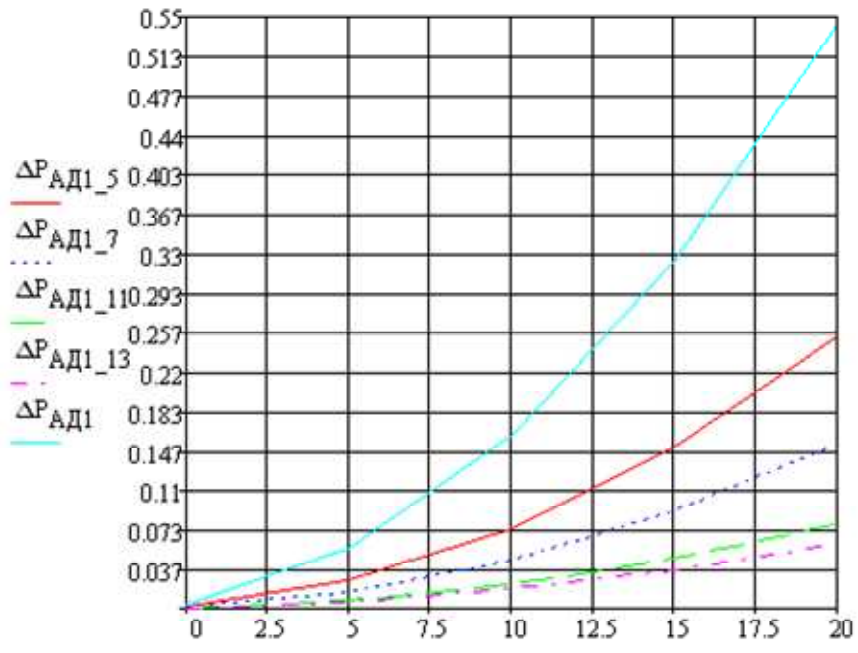


Рис. 5. Дополнительные потери в АД-4А160S4У3.