

## ПОТЕРИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ПРИ ЕЁ ТРАНСПОРТИРОВКЕ: ПРИЧИНЫ, СПОСОБЫ УМЕНЬШЕНИЯ

С.Е. Колотков, магистрант  
Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
г. Томск, Россия  
karapus48@yandex.ru

Увеличение потерь электроэнергии в электрических сетях сверх рационального уровня – это прямые финансовые убытки электросетевых компаний. Таким образом, снижение потерь электроэнергии – одно из основных мероприятий по энергосбережению в электроэнергетике.

Потери делятся по разным критериям: характеру потерь (постоянные, переменные), классам напряжения, группам элементов, производственным подразделениям и т. п. В общем потери можно разделить на четыре составляющие:

- Технические потери электроэнергии;
- Расход электроэнергии на собственные нужды;
- Потери электроэнергии, обусловленные погрешностями её измерения;
- Коммерческие потери.

*Технические потери электроэнергии*, обусловленные физическими процессами, происходящими при передаче электроэнергии по электрическим сетям и выражающимися в преобразовании части электроэнергии в тепло в элементах сетей.

*Расход электроэнергии на собственные нужды подстанций*, необходимый для обеспечения работы технологического оборудования подстанций и жизнедеятельности обслуживающего персонала. Расход электроэнергии на собственные нужды подстанций регистрируется счетчиками, установленными на трансформаторах собственных нужд.

*Потери электроэнергии, обусловленные погрешностями ее измерения* (недоучет электроэнергии, метрологические потери). Эта составляющая потерь определяется на основе данных о метрологических характеристиках и режимах работы приборов системы учета.

*Коммерческие потери*, не имеют математического описания и поэтому не могут быть определены самостоятельно. Традиционно под коммерческими потерями понимают хищения электроэнергии и ее недоучет из-за проблем в сфере организации учета потребления электроэнергии.

В настоящее время в отчетных документах расход электроэнергии на собственные нужды подстанций рассматривается как составляющая технических потерь.

Погрешность конкретного прибора учета является случайной величиной и может принимать как отрицательное (недоучет электроэнергии), так и положительное (переучет электроэнергии) значения. [1]

Структура потерь, в которой укрупненные составляющие потерь сгруппированы по различным критериям (рис. 1).

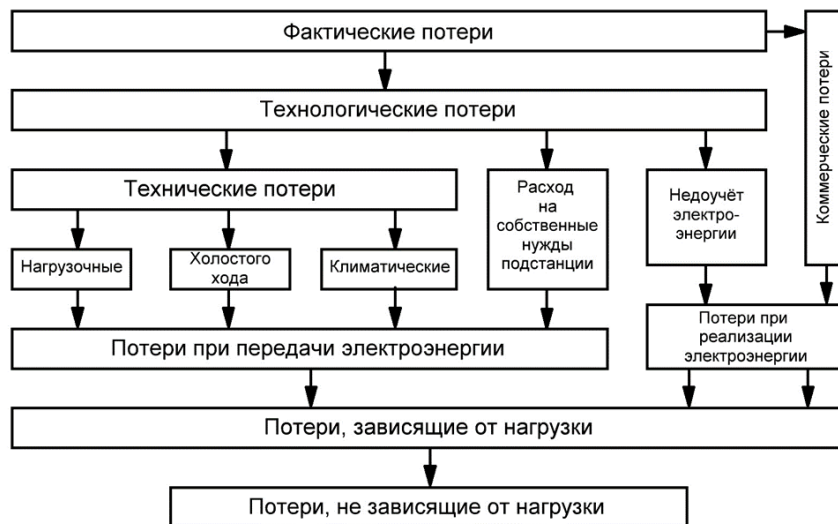


Рисунок. 1. Структура потерь электроэнергии

В цепях постоянного тока значение мгновенной и средней мощности за какой-то промежуток времени совпадают, а понятие реактивной мощности отсутствует. В цепях переменного тока так происходит только в том случае, если нагрузка чисто активная. При такой нагрузке в цепи переменного тока фаза напряжения и фаза тока совпадают и вся мощность передается в нагрузку.

Если нагрузка индуктивная (трансформаторы, электродвигатели), то ток отстает по фазе от напряжения, если нагрузка емкостная (различные электронные устройства), то ток по фазе опережает напряжение. Поскольку ток и напряжение не совпадают по фазе (реактивная нагрузка), то в нагрузку (потребителю) передается только часть мощности, которая могла бы быть передана в нагрузку, если бы сдвиг фаз был равен нулю.

Часть полной мощности, которую удалось передать в нагрузку за период переменного тока, называется активной мощностью.

Мощность, которая не была передана в нагрузку, а привела к потерям на нагрев и излучение, называется реактивной мощностью.

Затраты на производство реактивной мощности ниже, чем затраты на производство активной мощности, однако вырабатывать максимальное количество реактивной мощности экономически нецелесообразно. Передача реактивной мощности от шин электрических станций к потребителям по электрическим сетям приводит к дополнительным затратам.

Еще большее влияние реактивная мощность оказывает на режимы напряжения. Потери напряжения, обусловленные передачей реактивной мощности, составляют около 1/3 суммарных потерь напряжения в сетях 6—10 кВ и около 2/3 в сетях более высоких напряжений. Происходящее при этом снижение напряжения в сети приводит к еще большему увеличению потерь электроэнергии и снижению пропускной способности линий и трансформаторов. Потери напряжения в трансформаторах практически полностью определяются передаваемой реактивной мощностью. Кроме влияния на экономические показатели сетей, передача реактивной мощности может привести и к нарушению технических ограничений по допустимым напряжениям в узлах потребления энергии. [1]

Снижение электрических потерь в энергосистеме – очень сложная, первостепенная и комплексная проблема. Решение данной проблемы требует значительных капиталовложений, оптимизации развития, модернизации систем учёта электроэнергии, внедрение новых систем диагностики и контроля за режимами электросети, повышения уровня обслуживающего персонала и обеспечение его современными средствами поверки электроэнергии.

Для снижения потерь электроэнергии разработано множество мероприятий, однако их единой классификации до сих пор нет. Все мероприятия можно разделить на две большие группы (рис. 2).

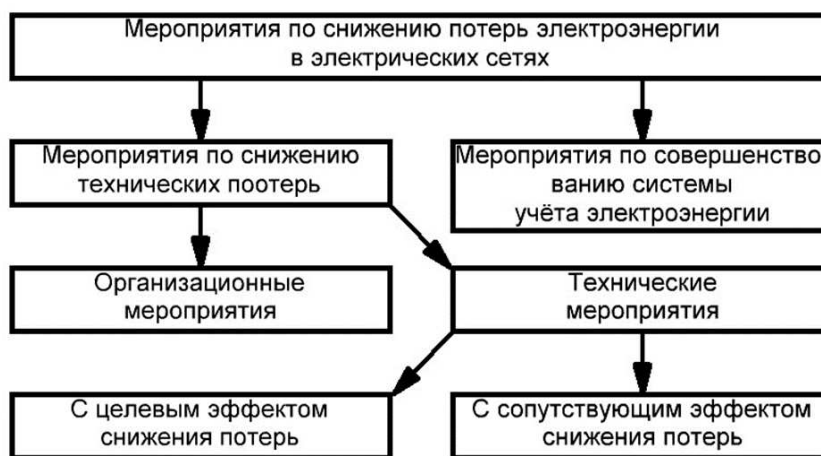


Рисунок. 2. Структура мероприятий по снижению потерь электроэнергии

В мероприятиях по снижению технических потерь выделяют:

- Организационные мероприятия, практически не требующие дополнительных денежных средств для внедрения;
- Технические мероприятия, которые требуют дополнительных капитальных вложений.

К мероприятиям по совершенствованию системы учета электроэнергии относят мероприятия по снижению коммерческих потерь, поскольку основное направление снижения коммерческих потерь – это совершенствование учета отпущенной в сеть и полезно отпущенной потребителям электроэнергии. Внутри этой группы также можно выделить как технические мероприятия, требующие дополнительных капиталовложений, так и организационные мероприятия.

К организационным мероприятиям относят: оптимизацию режимов работы электрических сетей по напряжению и реактивной мощности; оптимизацию рабочих схем сетей и состава включенного оборудования: выбор мест размыкания замкнутых сетей, перераспределение нагрузок между подстанциями, отключение в режиме малых нагрузок части параллельно включенного оборудования; выравнивание загрузки фаз линий; совершенствование уровня технического обслуживания электрических сетей; снижение расхода электроэнергии на собственные нужды подстанций.

К техническим мероприятиям относят мероприятия, связанные с установкой дополнительного оборудования для снижения потерь: компенсации реактивной мощности; регулирование потоков мощностей в замкнутых сетях с помощью установки устройств продольной компенсации и регулировочных трансформаторов; установку устройств РПН на силовых трансформаторах; замена действующих перегруженных трансформаторов и проводов линий электропередачи; строительство разукрупняющих линий и подстанций; повышение номинального напряжения сети. [2]

Снижение потерь – это одно из основных мероприятий по энергосбережению в электроэнергетике. В совокупности со специфическими территориальными и климатическими условиями расположения России внедрение и исполнение мероприятий по энергосбережению становится насущной необходимостью. Они позволяют существенно сократить потребление топлива, сократить расходы на энергосистему и уменьшить тарифную планку, давая тем самым толчок к дальнейшему развитию.

#### Список литературы:

1. Потери электроэнергии. Реактивная мощность. Качество Электроэнергии: Руководство для практических расчётов / Ю.С. Железко. – М.: ЭНАС, 2009. – 456 с.: ил.
2. Потери электроэнергии при ее транспорте по электрическим сетям: расчет, анализ, нормирование и снижение: учебное пособие для вузов / Г. В. Шведов, О. В. Сипачева, О. В. Савченко; под ред. Ю. С. Железко. — Москва: Изд-во МЭИ, 2013. — 424 с.: ил.. — Библиогр.: с. 420–423.