

ПОТЕРИ АКТИВНОЙ МОЩНОСТИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ И ПУТИ ИХ СНИЖЕНИЯ

Клеев Ю.В.¹, Муромцев А.А.², Пирожков М.С.³

¹Клеев Юрий Владимирович – студент;

²Муромцев Александр Александрович – студент;

³Пирожков Максим Сергеевич – студент,
кафедра электроэнергетических систем,
Национальный исследовательский университет
Московский энергетический институт,
г. Москва

Аннотация: в статье рассмотрены различные факторы, влияющие на потери активной мощности в электрической сети, сделаны выводы и предложены пути по снижению активных потерь в электрических сетях.

Ключевые слова: электроэнергетика, параметры сети, активная мощность, влияние, потери.

При передаче электрической энергии в каждом элементе электрической сети возникают потери. Для изучения составляющих потерь в различных элементах сети и оценки необходимости проведения того или иного мероприятия, направленного на снижение потерь, выполняется анализ структуры потерь электроэнергии. Разделение потерь на составляющие может проводиться по разным критериям: виду потерь (активные, реактивные), характеру (постоянные, переменные), классам напряжения, группам элементов, производственным подразделениями и т.д. [1].

В данной работе были рассмотрены именно активные потери, которые можно представить следующими структурными составляющими:

- нагрузочные потери в оборудовании подстанций. К ним относятся потери в линиях и силовых трансформаторах;
- потери холостого хода, включающие потери мощности в силовых трансформаторах, компенсирующих устройствах (КУ), трансформаторах напряжения, а также потери в изоляции кабельных линий;
- потери на коронирование [2].

В качестве расчетного примера была выбрана схема сети, изображенная на рис. 1.

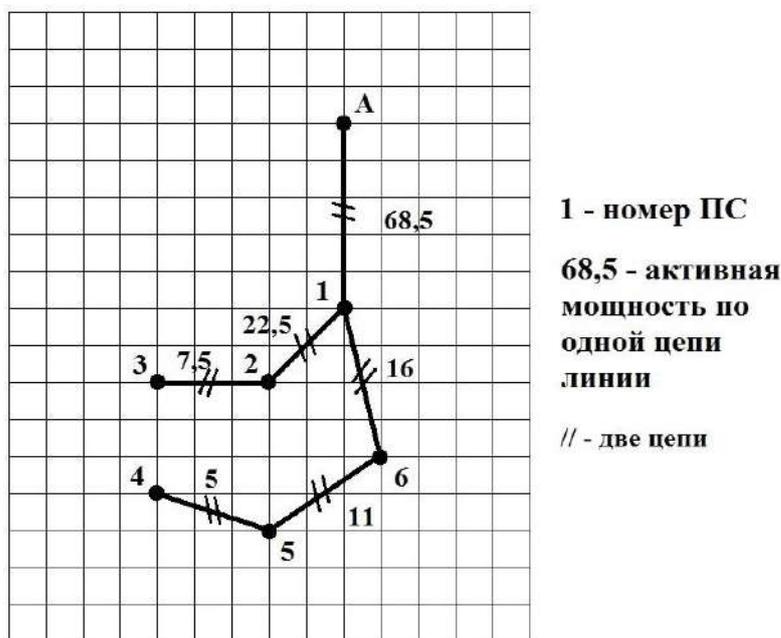


Рис. 1. Схема сети

Для данной схемы сети был проведен выбор оборудования, выбор марки и сечений проводов воздушных линий электропередач. Также были рассчитаны все основные режимы работы сети, результаты представлены в таблице 1. Все расчеты проводились в программном комплексе RastrWin.

Таблица 1. Активные потери в разных режимах схемы сети

Режим	$\Delta P_{\text{нагр}}$, МВт	$\Delta P_{\text{ЛЭП}}$, МВт	$\Delta P_{\text{ТР}}$, МВт	$\Delta P_{\text{Экор}}$, МВт	ΔP_{Σ} , МВт
НБ	3,69	3,10	0,59	0,25	3,94

НМ	1,04	0,88	0,16	0,25	1,29
п/ав (в сети 220 кВ)	5,63	5,01	0,62	0,25	5,87
п/ав (в сети 110 кВ)	4,31	3,71	0,6	0,25	4,56

Таким образом, наибольшие активные потери наблюдаются в послеаварийном режиме при отключении одной цепи линии А-1 220 кВ.

Далее для сети 110 кВ было принято решение о повышении рабочего напряжения до уровня 110% от номинального на стороне СН автотрансформатора. С целью осуществления данного режима были изменены отпайки РПН на автотрансформаторах подстанции №1. Диапазон устройства РПН позволил это сделать.

Таблица 2. Потери в сети 110 кВ при увеличении напряжения на шинах СН АТ

$\Delta P_{\text{нагр}}, \text{ МВт}$	$\Delta P_{\text{лэп}}, \text{ МВт}$	$\Delta P_{\text{тр}}, \text{ МВт}$	$\Delta P_{\text{экор}}, \text{ МВт}$	$\Delta P_{\Sigma}, \text{ МВт}$
1,58	1,34	0,24	-	1,58

В режиме наибольших нагрузок до поднятия напряжения на шинах СН подстанции №2 активные потери в сети 110 кВ составляли 1,985 МВт. Таким образом, вследствие увеличения напряжения на шинах СН автотрансформатора активные потери в сети 110 кВ уменьшились на 0,405 МВт, т.е. на 20,4%.

Также потери активной мощности во многом зависят от сопротивления линий электропередач, которое, в свою очередь, зависит от сечения проводов ВЛ. Для того, чтобы оценить влияние сечения на активные потери, сравним два варианта итоговой спроектированной схемы сети:

- 1) с сечениями проводов, выбранными по экономической плотности тока без учета проверки по условиям технических ограничений;
- 2) с сечениями проводов, выбранными по экономической плотности тока с учетом проверки по условиям технических ограничений.

Таблица 3. Активные потери в сети при разных сечениях ВЛ

	$\Delta P_{\text{нагр}}, \text{ МВт}$	$\Delta P_{\text{лэп}}, \text{ МВт}$	$\Delta P_{\text{тр}}, \text{ МВт}$	$\Delta P_{\text{экор}}, \text{ МВт}$	$\Delta P_{\Sigma}, \text{ МВт}$
Без учета тех. ограничений	3,96	3,37	0,59	0,25	4,21
С учетом тех. ограничений	3,69	3,10	0,59	0,25	3,94

Таким образом, вследствие увеличения сечений некоторых проводов ВЛ из-за проверки по условиям технических ограничений активные потери в данной сети 220-110 кВ уменьшились на $4,21 - 3,94 = 0,27$ МВт, т.е. на 6,41%.

Таким образом, приведем некоторые мероприятия, которые могут существенно снизить активные потери в электрических сетях:

- повышение номинального напряжения распределительных электрических сетей;
- установка устройств принудительного распределения мощностей в неоднородных замкнутых сетях;
- установка дополнительных устройств регулирования напряжения;
- замена проводов перегруженных линий электропередачи на провода большей площади сечения;
- упорядочение мощностей (перемещение) трансформаторов в распределительных сетях;
- замена морально устаревших трансформаторов в распределительных сетях на трансформаторы с меньшими потерями мощности холостого хода;
- применение проводов воздушных линий с пониженным активным сопротивлением;
- оптимизация режимов [1].

Стоит обратить внимание на то, что эксплуатационные пути оптимизации режимов не требуют дополнительных капитальных затрат, поэтому их возможность на практике должна реализовываться максимально. Если системы передачи и распределения электроэнергии условно разделить на протяженные электропередачи, системообразующие сети и системы распределения электроэнергии, то в большинстве случаев способы и средства оптимизации параметров и режимов каждого из выделенных объектов могут рассматриваться относительно независимо, хотя в ряде случаев взаимное влияние может быть достаточно существенно, например, при решении вопросов оптимальной компенсации реактивной мощности [1].

Список литературы

1. Железко Ю.С. Выбор мероприятий по снижению потерь электроэнергии в электрических сетях: Руководство для практических расчетов. М.: Энергоатомиздат, 1989. 176 с.
2. Герасименко А.А., Федин В.Т. Передача и распределение электрической энергии. Ростов-на-Дону: Феникс, 2008. 715 с.