
УДК 621.311

МЕРОПРИЯТИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРЕДЕЛЬНОЙ ПЕРЕДАВАЕМОЙ МОЩНОСТИ ПО ЛЭП

Веретенников А.С., студент гр. 5АМ7Р, I курс магистратуры

Юрченко И.О., студент гр. 5АМ7Р, I курс магистратуры

Научный руководитель: Кац И.М., к.т.н., доцент

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
г. Томск

Современное проектирование электросетевого комплекса предусматривает прогнозирование потребления на кратко-, средне- и долгосрочный периоды. Все это реализуется для обеспечения пропускной способности ЛЭП на требуемом уровне. Опираясь на статистику, в РФ 67% Электросетевого оборудования является устаревшим. Большинство ЛЭП строились в 50-60-ые годы 20 века. Для таких мест особо остро стоит проблема увеличения пропускной способности ЛЭП. На сегодняшней день идет мировая тенденция снижения потерь в сетях – одним из путей достижения этой цели является увеличение пропускной способности линий. В соответствии с энергетической стратегией РФ 2030, в сетях должна происходить минимизация потерь. [1]

В данной статье рассматривается методика расчета Максимальной пропускной способности, для контрольного сечения в энергорайоне, в соответствии с нормирующими документами. А также произведено моделирование мероприятий по увеличению пропускной способности и сравнение результатов от их внедрения.

Максимальная пропускная способность ЛЭП обусловлена в первую очередь МДП (Максимально допустимым перетоком) и АДП (аварийно допустимым перетоком). Рассчитываются данные величины по критериям, которые связаны со статической устойчивостью, динамической устойчивостью, нагревом. В соответствии с МУ по устойчивости электроэнергетических систем существует 6 критериев для определения МДП и АДП (Таблица 1) [2].

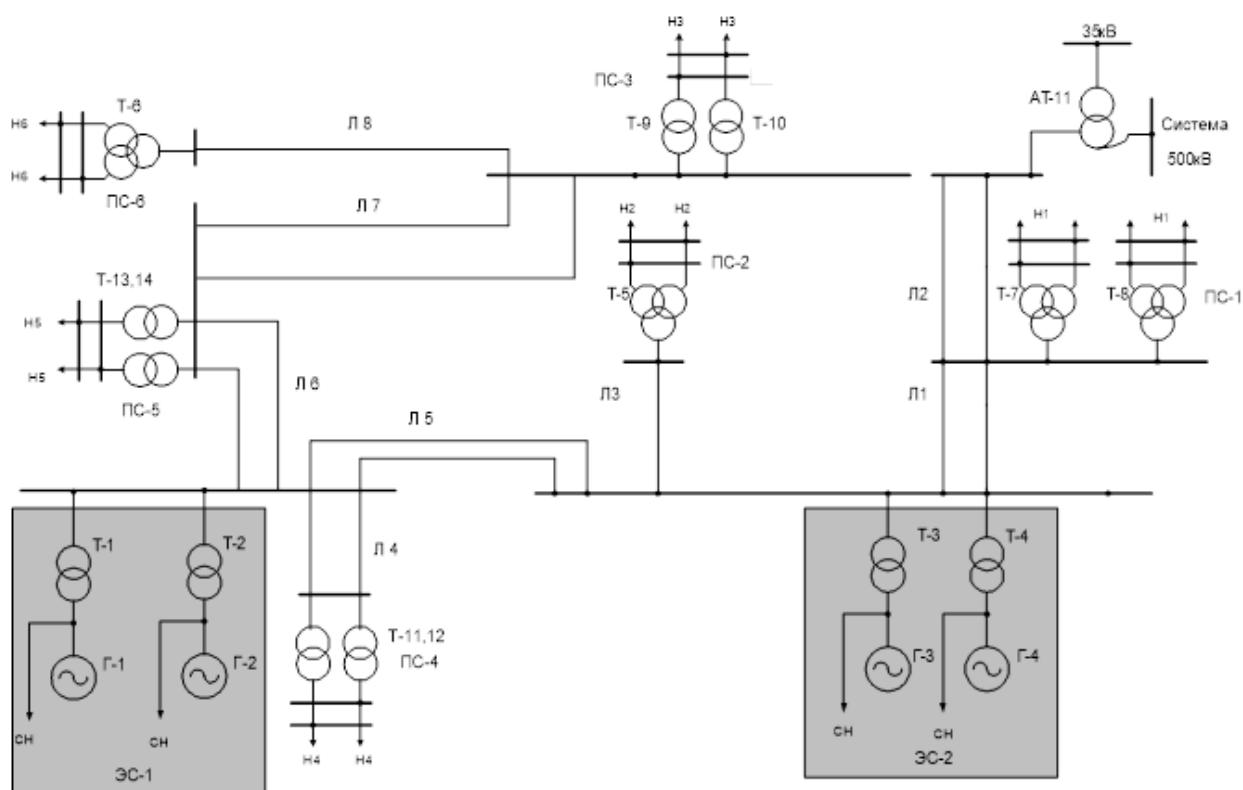


Рисунок 1. Исходная схема

Таблица 1. Критерии по устойчивости энергосистем для определения МДП И АДП.

№	Критерий	Норматив
1	Обеспечение нормативного коэффициента запаса статической апериодической устойчивости по активной мощности в контролируемом сечении в нормальной (ремонтной) схеме	20 %
2	Обеспечение нормативного коэффициента запаса статической устойчивости по напряжению в узлах нагрузки в нормальной (ремонтной) схеме	15 %
3	Обеспечение нормативного коэффициента запаса статической апериодической устойчивости по активной мощности в контролируемом сечении в послеаварийных режимах при нормативных возмущениях	8 %
4	Обеспечение нормативного коэффициента запаса статической устойчивости по напряжению в узлах нагрузки в послеаварийных режимах при нормативных возмущениях	10 %
5	Отсутствие нарушения динамической устойчивости при нормативных возмущениях	
6	Обеспечение допустимых токовых нагрузок линий электропередачи и электросетевого оборудования: длительно допустимых – в нормальной (ремонтной) схеме; аварийно допустимых (на время 20 минут) – в послеаварийных режимах при нормативных возмущениях.	

Произведем расчет предела передаваемой мощности в ПК RastrWin3 согласно критериям определения максимально допустимого перетока P_M , определенных в методических указаниях по устойчивости энергосистем.

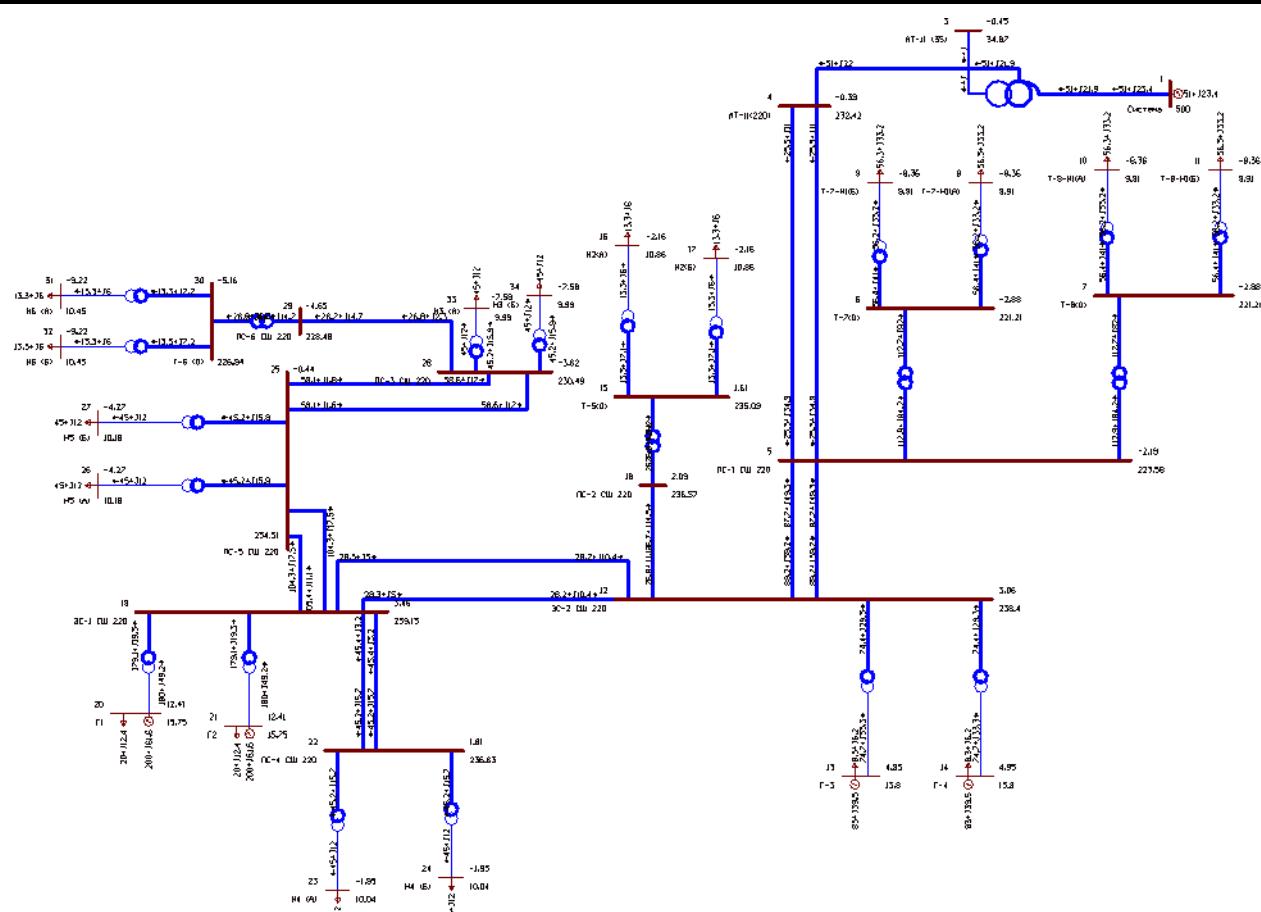


Рисунок 2. Расчетная модель в ПК RastrWin3

Сведем результаты расчетов в таблицу 2.

Таблица 2. Максимально-допустимые перетоки

	МДП по одной цепи линии, МВт
Критерий 1	321,05
Критерий 2	-
Критерий 3	304,67
Критерий 4	-
Критерий 6	253,4

МДП ограничен значением АДП, это объясняется отсутствием противоаварийной автоматики. Для обеспечения требований в послеаварийном режиме мы должны иметь такой переток в доаварийном режиме, чтобы после отключения ЛЭП у нас выполнялись требования, в соответствии с методическими указаниями по устойчивости ЭЭС. МДП по контрольному сечению принимается 253,4 МВт. Такое значение обусловлено максимальной токовой загрузкой линии, значение перетока по данному критерию (критерий 6) гораздо меньше, чем по условию статической устойчивости.

Исходя из этой формулы, можно сделать вывод, что для повышения предельного перетока по линии необходимо уменьшить реактивное сопротивление, повысить напряжения в узлах, либо изменить угол между векторами напряжений.

Для повышения напряжения в узлах можно рассмотреть установку компенсирующих устройств. В сети наблюдается избыток реактивной мощности, который для установления баланса стекает в узел ШБМ. Сеть уже является избыточной по реактивной мощности, поэтому дополнительная выработка реактивной мощности ни к чему не приведет.

Для изменения угла сдвига фаз между напряжениями по концам линии могут использоваться фазоповоротные устройства (ФПУ) – устройства, состоящие из двух трансформаторов, устанавливаемых в начале линии (у источника энергии): регулируемого, который включается параллельно линии, и серийного, вторичная обмотка которого включается последовательно в линию. При этом за счет схемы соединения обмоток вектор напряжения на серийной обмотке направлен под углом 90 электрических градусов к фазному напряжению сети. Изменяя напряжение на серийной обмотке с помощью регулируемого трансформатора можно осуществлять поворот вектора суммарного напряжения в начале сети, и, следовательно, управлять углом между напряжениями в начале и конце линии, изменяя поток мощности, передаваемой по ней. Методик расчета эффективности применения на территории России нет, поэтому проверка эффективности данного мероприятия путем моделирования не проводилась.

Для уменьшения реактивного сопротивления в ЛЭП можно установить устройства продольной компенсации (УПК).

УПК функционируют благодаря добавлению емкостного напряжения для компенсации падения напряжения в линии на индуктивности, т.е. уменьшают реактивное сопротивление линии электропередач. В нашем случае нет такого сильного падения напряжения, который может скомпенсировать УПК.

Произведем установку УПК и проверим по критерию №6. УПК регулирует сопротивление ЛЭП, увеличивает пропускную способность, обеспечивает перераспределение мощностей по параллельным линиям электропередачи. В нашем случае УПК компенсирует 85 % процентов реактивного сопротивления линии.

Передаваемый переток по линии в сравнении с аварийным режимом без применения УПК изменился на 24 МВт по каждой цепи.

Применение УПК имеет положительный эффект и его применение обосновано.

В данной статье было также учтено влияние СХН на величину предела передаваемой мощности по ЛЭП, для этого необходимо задать все ограничения и задать СХН в узлах нагрузки. Расчет показал, что переток мощности остается практически на том же уровне, что и без СХН. Так же видно, что из-за снижения напряжения, которое вызвано утяжелением схемы, уменьшается нагрузка в узлах. Расчетные значения мощности нагрузки с учетом СХН даже после утяжеления выше исходных значений P_n .

Поэтому можно сделать вывод, что наиболее эффективным мероприятием является установка устройства продольной компенсации, позволяющая увеличить пропускную способность на 10%.

Список литературы:

1. Российская Федерация. Энергетическая стратегия России на период до 2030 года [Текст]: утверждено правительством Российской Федерации от 13. 11. 2009 г – 35 с;
2. СО 153-34.20.576-2003 . Методические указания по устойчивости энергосистем [Текст]: утверждено приказом Минэнерго России 30.06.2003 № 277 – 24 с;