

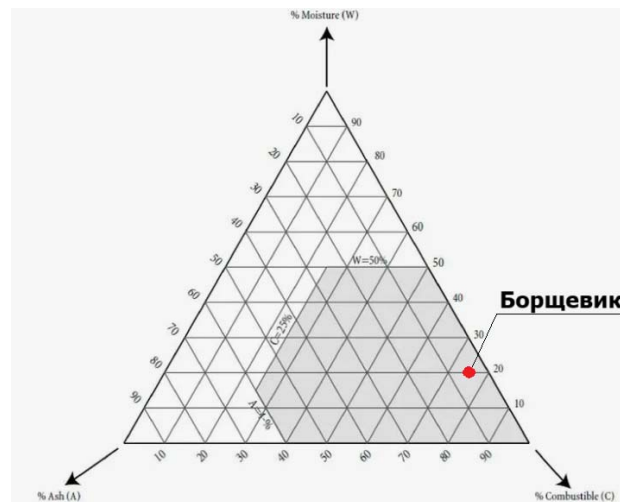


Рис. 1. Треугольник Таннера

Повышение энергетических свойств биомассы борщевика Сосновского можно получить за счет его гранулирования. В данном случае наиболее целесообразно его сжигание в котлоагрегатах со стационарным и циркулирующим кипящим слоем [4] или котлоагрегатах, оборудованных адиабатическими топками с наклонно-переталкивающими решетками.

Еще одним путем энергетического использования борщевика Сосновского является его сжигание в смеси с топливной щепой или кородревесным топливом. Однако оптимальное соотношение между компонентами данных топливных смесей должно быть определено в процессе промышленно-эксплуатационных испытаний.

Литература

1. Любов, В. К. Оценка энергетического и экологического потенциала использования щепы тополя и ольхи серой / В. К. Любов, А. Н. Попов, П. Д. Алексеев // Альтернативная энергетика и экология. – 2024. – № 4 (421). – С. 54–67.
2. Тепловой расчет котлов (нормативный метод). – URL: <https://portal.tpu.ru/SHARED/j/JANKOVSKY/education/Нормы.pdf>.
3. Щуренко, В. П. Разработка вихревых низкотемпературных топок и технологических схем огневой утилизации растительных отходов : дис. ... кан. техн. наук : 01.04.14 / Щуренко Валерий Петрович ; Алт. гос. техн. ун-т им. И. И. Ползунова. – Бийск, 2004. – 147 с.
4. Головков, С. И. Энергетическое использование древесных отходов / С. И. Головков, И. Ф. Коперин, В. И. Найденов. – М. : Лесная пром-сть, 1987. – 224 с.

РЕАЛИЗАЦИЯ ОДНОСТОРОННЕГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТА ПОВРЕЖДЕНИЯ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ

М. С. Манюкевич

Учреждение образования Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого, Республика Беларусь

Научные руководители: С. Г. Жуковец, Т. В. Алферова

Рассмотрен метод одностороннего определения мест повреждения воздушных линий электропередач с использованием процедуры восстановления напряжения при повреждениях измерительных цепей. Предложенный подход основан на анализе параметров аварийного режима и времени распространения бегущей волны, а также на восстановлении осцилло-

грамм напряжения на примере линии Гомель 330. Отмечено, что метод включает этапы первичной обработки данных, вычисления составляющих прямой, обратной и нулевой последовательностей, а также расчет восстановленных фазных напряжений и токов.

Ключевые слова: определение мест повреждения, воздушные линии электропередач, восстановление напряжения, симметричные составляющие, аварийный режим, односторонний метод, осциллограммы, электрические сети.

Для предприятий электрических сетей, которые эксплуатируют энергетические объекты, важной задачей является точное и быстрое определения мест повреждения (ОПМ) воздушных линий электропередач (ЛЭП). Основные методы ОМП основаны на оценке параметров аварийного режима, а также на времени распространения бегущей волны.

Как правило, основу построения алгоритмов одностороннего ОМП по параметрам аварийного режима составляет дистанционный принцип релейной защиты и автоматики ЛЭП, предполагающий наличие зарегистрированных токов и напряжений. Однако в условиях повреждения измерительных цепей напряжения или существенных искажений осциллограмм напряжения дистанционный принцип осциллограмм не может быть применен, поэтому воспользуемся процедурой восстановления напряжения.

Рассмотрим процедуру восстановления напряжения на примере линии Гомель-330:

1. Первичная обработка данных. Находятся симметричные составляющие токов и определяются вспомогательные величины. Для перехода в симметричные составляющие и обратно используются модальная матрица и обратная ей. Далее определяются токи и сопротивления, а также модули суммарного тока нагрузки между двумя электродвижущимися силами (ЭДС) с учетом обходной связи и падения напряжения на участке между ЭДС двух систем.

После производится расчет углов, и далее определяется вектор падения напряжения между двумя ЭДС.

2. Вычисление составляющих прямой последовательности. Находятся вспомогательные величины и после этого – доаварийное значение напряжения в месте замера токов и рассчитывается оценочная величина тока прямой последовательности в линии и шунте.

3. Определение составляющих обратной и нулевой последовательности. В послеаварийном режиме определяются симметричные составляющие токов в линии и шунте. В доаварийном режиме величины симметричных составляющих принимаем равными 0 в силу симметрии.

4. Расчет значений восстановленных напряжений. Определяются падения напряжения в сопротивлении системы, чисто аварийные токи линии и шунта. Рассчитываются чисто аварийные напряжения в месте установки терминала ОМП, после находим фазные напряжения и токи.

Таким образом, все полученные расчетные значения токов и восстановленных напряжений, определенные только по величинам модулей токов и разностям фазовых углов между токами, совпадают с исходными значениями

Перспективы применения метода. Можем сделать вывод о том, что для данного метода требуется разработка специальных методов восстановления осциллограмм напряжения для обеспечения функционирования устройств ОПМ и релейной защиты при повреждениях в измерительных цепях защиты.

С использованием расчетного примера подтверждена возможность восстановления составляющих напряжений аварийного и доаварийного режимов по параметрам зафиксированных токов воздушной ЛЭП для реализации одностороннего ОМП.

Данный метод одностороннего ОМП ЛЭП с учетом восстановления измерений напряжения перспективен для внедрения в устройства ОМП, регистраторы аварийных событий и терминалы релейной защиты в виде специального программного обеспечения.

ПРИМЕНЕНИЕ АВТОКЛАСТЕРНЫХ СЕТЕЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ АВТОМАТИЗАЦИИ В СЕТЯХ 6–10 кВ

А. В. Михадюк

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель П. В. Лычев

Предложено при проведении мероприятий по автоматизации сети 10 кВ, применение автокластерных распределительных сетей 10 кВ вместо классического исполнения магистрального распределения электроэнергии.

Ключевые слова: автоматизация распределительной сети; автокластерные сети 6–10 кВ.

Согласно Концепции развития электрогенерирующих мощностей и электрических сетей до 2030 года, утвержденной Министерством энергетики Республики Беларусь 25 февраля 2020 г. № 7, отмечена необходимость развития и модернизации распределительных электрических сетей и их технического перевооружения, которые должны осуществляться на современных принципах и современной элементной базе. Причиной данных изменений в энергосистеме Республики Беларусь является постепенный естественный физический износ оборудования, конструкций и материалов, распределительных сетей 6–10 кВ, что приводит к снижению надежности электроснабжения, а увеличение подключенных к сети нагрузок – к снижению качества электроэнергии и повышению потерь электроэнергии.

Основная проблема – высокое число аварий воздушных линий (ВЛ) и длительное время восстановления электроснабжения поврежденных участков, что приводит к незапланированным убыткам электроэнергетической отрасли. Именно внедрение автоматизированного оборудования и цифровизация системы решает проблему бесперебойности функционирования сети.

Согласно анализу причин аварийности электрических сетей 6–10 кВ на 2024 г., перерывы в электроснабжении на данном классе напряжения происходят в 3 раза чаще чем для сетей 35–110 кВ. Среди основных причин повреждаемости ВЛ можно выделить: повреждение или обрыв провода, повреждение изоляторов, попадание посторонних объектов на линию, природные явления. Большая часть повреждений в сети 6–10 кВ являются неустойчивыми, т. е. самоликвидирующимися, но устройства автоматического повторного включения (АПВ) установлены не на всех фидерах ввиду устаревшего оборудования. Из-за чего при срабатывании максимальной токовой защиты линия отключается на значительное время – осмотр, устранение повреждения оперативно-выездной бригадой, что приводит к ограничению времени электроснабжения потребителя в среднем на более чем 1 ч.