

УДК 621.311.243

*Елисеева Анастасия Александровна, старший преподаватель
кафедры «Физики, электротехники и электроэнергетики»*

Институт сервиса, туризма и дизайна (филиал) СКФУ

Россия, г. Пятигорск

Палий Владимир Алексеевич, старший преподаватель

кафедры «Физики, электротехники и электроэнергетики»

Институт сервиса, туризма и дизайна (филиал) СКФУ

Россия, г. Пятигорск

Щикунов Николай Николаевич, студент 4 курса

кафедры «Физики, электротехники и электроэнергетики»

Институт сервиса, туризма и дизайна (филиал) СКФУ

Россия, г. Пятигорск

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СПОСОБЫ ПЛАВКИ ГОЛОЛЕДА ПЕРЕМЕННЫМ И ПОСТОЯННЫМ ТОКОМ

***Аннотация:** Статья посвящена рассмотрению проблем, связанных с гололедообразованием и борьбой с этим явлением. Приводятся различные способы плавки гололеда переменным и постоянным током.*

***Ключевые слова:** плавка гололеда, схема «Змейка», встречное включение, выделение теплоты*

***Annotation:** this article studies the problem associated with ice formation and the fight against this phenomenon. Various methods of ice melting by alternating and direct current are given.*

***Key words:** ice melting, the scheme of the "Snake", counter enable, release of heat.*

Как известно, Россия содержит в своём составе обширные территории с самыми разнообразными климатическими условиями – от причерноморских

субтропиков до холодного побережья Северного Ледовитого океана. Все эти территории в той или иной степени заселены людьми, для поддержания жизненной и производственной деятельности которых необходимо непрерывное снабжение электроэнергией. Однако зачастую нормальному функционированию линий электропередач препятствуют некоторые природные факторы, и один из таких факторов – образование гололёда.

Чем же опасен гололёд на проводах? Дело в том, что провод определённой марки способен выдерживать определённую механическую нагрузку. Так, алюминиево-стальной провод марки АС-185/43 имеет удельную собственную массу 846 кг/км. При наличии на нём ледяной корки толщиной 4 см эта масса способна увеличиться в 9 раз.

Добавив к числу климатических факторов ещё и ветер, мы получаем в перспективе не только возможный обрыв проводов, но и повреждение несущих опор (пример – рис. 1,2). Из-за этого гололёд становится причиной серьёзных аварий и перебоев в электроснабжении.

Итак, с явлением наледи на проводах необходимо бороться. Общая суть всех способов плавки гололёда довольно проста. При прохождении электрического тока через любой проводник, обладающий активным сопротивлением, по закону Джоуля-Ленца в нём выделяется активная мощность в виде теплоты.



Рисунок 1. Покрытые гололёдом провода ВЛ.



Рисунок 2. Опора ВЛ, деформированная под весом гололёдных отложений.

Если через покрытый гололёдом провод пропустить ток величиной значительно выше номинального, то эта теплота постепенно приведёт к его нагреванию до температуры выше 0 и расплавлению на нём ледяной корки. Длительность такой плавки будет зависеть в первую очередь от силы тока в проводнике и его активного сопротивления, а также от изначальной температуры провода. Увеличения тока до требуемой величины можно добиться:

- перераспределением нагрузки таким образом, чтобы посредством обогреваемой линии передавалась как можно большая мощность. Этот способ в некоторых случаях может быть использован для профилактики образования гололёда;

- введением в сеть специальных перемычек, коммутируемых дополнительными выключателями и разъединителями, которые при включении образуют короткозамкнутые контура с необходимыми для плавки токами, а также введением дополнительных трансформаторов.

Включение перемычек может быть произведено несколькими способами.

Первый из них – создание двух- или трёхфазного короткого замыкания (рис. 3, 4).

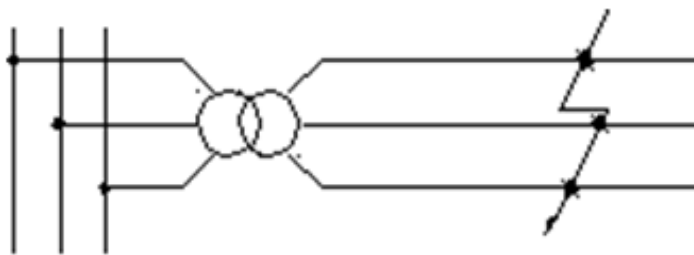


Рисунок 3. Трёхфазное КЗ.

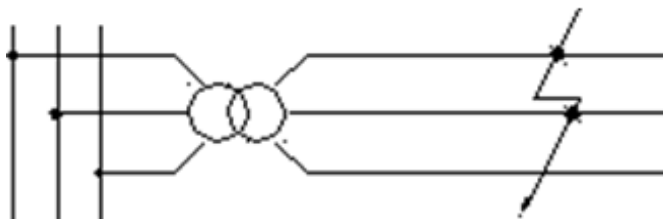


Рисунок 4. Двухфазное КЗ.

Второй способ – схема «змейка», в которой все три фазных провода соединяются последовательно в единый контур, замыкающийся через землю (рис. 5). Сопротивление цепи здесь будет складываться из утроенного сопротивления провода и сопротивления грунта.

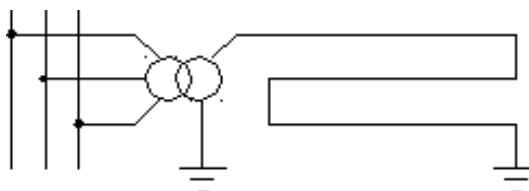


Рисунок 5. Схема «змейка».

Кроме того, в некоторых случаях может применяться схема встречного включения фаз, когда обогреваемая линия с одного конца подключается к зажимам фаз в порядке АВС, а на другом – соответственно, в порядке ВСА или САВ (рис. 6).



Рисунок 6. Схема встречного включения фаз.

Данная схема реализуется с помощью специального разъединителя, сдвигающего по фазе подаваемые на линию с одного конца напряжения на 120°. К каждому проводу линии оказывается приложено не фазное напряжение, как было бы при режиме трёхфазного короткого замыкания, а линейное, которое больше фазного в 3 раз, что позволяет увеличить ток плавки при неизменной длине линии на 70%. Данная схема достаточно эффективна в замкнутых электрических сетях. Описанные схемы при использовании переменного тока объединяет один недостаток: из-за наличия у линии индуктивного сопротивления рассеиваемая в виде теплоты на проводах активная (полезная) мощность оказывается лишь частью затрачиваемой на плавку полной электромагнитной мощности.

Этот недостаток особенно актуален для линий с большим сечением проводов (>240 мм²) класса напряжения 220 кВ и выше, у которых индуктивное сопротивление преобладает над активным. В таких случаях целесообразнее будет использовать для плавки гололёда не переменный, а постоянный ток, так как при постоянном токе индуктивное сопротивление линии равно нулю. Его использование потребует введения в схему диодных выпрямительных блоков, но при этом снизит потребляемую мощность в 2...6 раз. Плавка гололёда ведётся, как правило, при напряжении 14 кВ и токе до 1200 А.

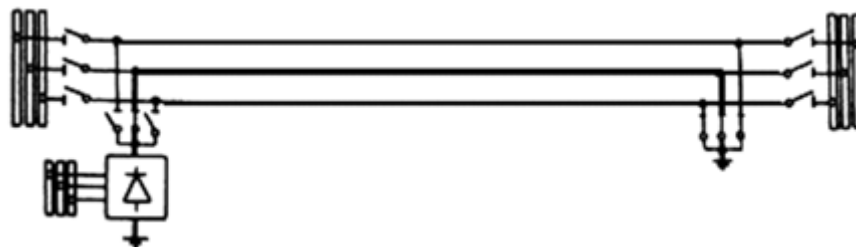


Рисунок 7. Схема плавки гололёда постоянным током.

При плавке гололёда постоянным током используются как схема «змейка», так и схема «фаза-земля». В обоих случаях в роли обратного проводника выступает земля. Здесь скрывается и недостаток применения постоянного тока: если устройство плавки гололёда находится на территории питающей линию подстанции, то растекающийся по грунту постоянный потенциал может проникать в глухозаземлённые нейтрали расположенных на данной подстанции силовых трансформаторов и вызывать увеличение потерь в стали сердечников.

Все описанные в статье способы плавки гололёда на линиях электропередач в той или иной степени могут быть применены при различных обстоятельствах. При этом каждый из рассмотренных методов имеет как преимущества, так и недостатки. Итак, сделаем вывод:

- плавка гололёда способом перераспределения нагрузки хорошо подходит для предотвращения образования гололёда при небольшом морозе, при образовавшемся гололёде она малоэффективна;

- плавка способом встречного включения фаз эффективна для линий, расположенных между двумя подстанциями с мощной связью по стороне высокого напряжения;

- прочие способы плавки переменным током хороши тем, что позволяют обойтись без выпрямительного оборудования, однако на линиях высокого напряжения из-за индуктивных потерь малоэффективны.

На мой личный взгляд, наилучшим способом плавки гололёда является плавка постоянным током. Данный способ лишён такого недостатка, как расходование энергии на индуктивные потери снижение потерь от 2 до 6 раз. Вся затрачиваемая электроэнергия уходит на нагрев провода, что существенно

повышает эффективность плавки. Благодаря этому применение постоянного тока особенно целесообразно на длинных линиях высокого класса напряжения с большим сечением проводов. Дополнительные же расходы на установку выпрямительных блоков компенсируются экономией электроэнергии.

Использованные источники:

1. Производство, передача и распределение электрической энергии / Под общ. ред. профессоров МЭИ В.Г. Герасимова и др. (гл. ред. А.И. Попов). - 9-е изд., стер. - М.: Издательство МЭИ, 2004. - 964с.
2. Бучинский В.Е. Гололед и борьба с ним. Л.: Гидрометиздат, 1960. 192 с.
3. Короткевич М.А. Основы эксплуатации электрических сетей. Минск Высшая школа, 1999.