

**Всероссийское СМИ**

**«Академия педагогических идей «НОВАЦИЯ»**

Свидетельство о регистрации Эл №ФС 77-62011 от 05.06.2015 г.

(выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций)

Сайт: [akademnova.ru](http://akademnova.ru)

e-mail: [akademnova@mail.ru](mailto:akademnova@mail.ru)

*Куйбаков А.С. Реконструкция силовых кабельных линий // Материалы по итогам I-ой Всероссийской научно-практической конференции «Современная наука в XXI веке: актуальные вопросы, достижения и инновации», 20 – 30 ноября 2018 г. – 0,3 п. л. – URL: [http://akademnova.ru/publications\\_on\\_the\\_results\\_of\\_the\\_conferences](http://akademnova.ru/publications_on_the_results_of_the_conferences)*

### **СЕКЦИЯ: ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

**А.С. Куйбаков**

**Студент 4-го курса технологического отделения  
государственное автономное профессиональное образовательное  
учреждение**

**Челябинской области «ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ»  
Научный руководитель: Ефимова Л.В., преподаватель высшей**

**категории**

**г. Магнитогорск, Челябинская область,  
Российская Федерация**

### **РЕКОНСТРУКЦИЯ СИЛОВЫХ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ**

В условиях физического и морального износа кабельных линий одной из главных задач системы электроснабжения потребителей ОАО «ММК-Метиз» является сохранение её устойчивого функционирования. Эта задача может быть решена при проведении технического перевооружения распределительных кабельных сетей на основе внедрения кабельных линий нового поколения с улучшенными эксплуатационными и технико-экономическими показателями.

На слайде представлена диаграмма использования силовых кабелей среднего напряжения с изоляцией из сшитого полиэтилена, где самый минимальный процент у России.

Прокладка силовых кабельных линий на подстанции «ММК-Метиз» производилась в 1960-1963 годах, поэтому их значительная часть выработала свой ресурс. Анализ качества и надёжности электроснабжения подстанции показал:

1. В течение года происходит в среднем 10 аварий на маслонаполненных кабельных линиях.
2. 15 кабелей начинают коронировать в концевой разделке кабеля ячейки комплектного распределительного устройства.

Поэтому **актуальность работы** заключается во внедрении кабельных линий с изоляцией из сшитого полиэтилена, которые практически не нуждаются в обслуживании, обладают высокой экологичностью и могут быть использованы на любых объектах.

**Цель работы:** обоснование проведения реконструкции силовых кабельных линий подстанции «ММК-Метиз» на напряжение 10 кВ и замена морально устаревших кабелей с изоляцией, пропитанной маслоканифольным составом.

**Объект исследования:** подстанция ОАО «ММК-Метиз».

**Предмет исследования:** силовые кабельные линии.

**Гипотеза исследования:** переход на кабели с изоляцией из СПЭ взамен кабелей с БПИ улучшит качество и надёжность электроснабжения подстанции «ММК-Метиз».

Цель работы определила выбор следующих **задач**:

1. Провести сравнительный анализ силовых кабелей.
2. Определить факторы, влияющие на эксплуатационную надёжность кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена.
3. Выбрать заземление нейтрали.

4. Экспериментально проверить значимость выбора режима резистивного заземления нейтрали.

При выполнении исследовательской работы были использованы методы, представленные на слайде.

**Ожидаемые результаты:** проведение реконструкции уменьшит расходы на содержание кабельных линий, увеличит надёжность в эксплуатации и стойкость к повреждениям.

При проведении сравнительного анализа были рассмотрены технические характеристики и определены достоинства и недостатки маслонаполненных кабелей.

А также кабеля с изоляцией из сшитого полиэтилена, основными достоинствами которого является надёжность в эксплуатации; низкие диэлектрические потери; малые расходы на содержание кабельных линий.

Проведённый сравнительный анализ силовых кабелей представлен на слайде. Как видно из таблицы кабель с изоляцией сшитого полиэтилена превосходит маслонаполненный по всем приведенным параметрам.

Обратите внимание, на слайде представлены факторы, определяющие эксплуатационную надёжность кабелей из сшитого полиэтилена каждый из которых рассмотрен в работе.

Изоляция из сшитого полиэтилена является чувствительной к посторонним микровключениям, выступам на электропроводящих экранах, которые повышают локальную напряженность электрического поля в толще твердого диэлектрика и создают предпосылки для образования триингов (проводящих каналов в изоляции из сшитого полиэтилена, которые можно разделить на триинги электрического происхождения и водные триинги электрохимического происхождения).

На рисунках показано место повреждения кабеля и место пробоя изоляции.

Пропускную способность кабеля с изоляцией из сшитого полиэтилена определяет тепловой режим эксплуатации, который зависит от условий прокладки кабелей по трассе.

Неправильно выбранный способ прокладки приводит:

1. К тепловому разрушению кабеля;
2. Локальному снижению электрической прочности изоляции из сшитого полиэтилена на участке кабеля, заключенного в защитную трубу из магнитного материала.

Причиной теплового разрушения кабелей является их перегрев. К теплу, выделяемому в жиле и экране, добавляется тепло, инициируемое вихревыми токами в стальной незаземленной трубе, что приводит к локальному разогреву кабеля.

Следовательно:

- пофазная прокладка кабеля из сшитого полиэтилена однофазного исполнения в стальных трубах недопустима;
- следует применять неметаллические трубы;
- при необходимости стальные трубы могут быть применены (по условиям механической прочности), но при расположении в них трех фаз одной цепи кабельной линии треугольником.

На слайде представлены основные виды перенапряжений, характерные для сетей среднего напряжения металлургической промышленности.

80 % аварийных повреждений происходят из-за возникновения дуговых перенапряжений при однофазных замыканиях на землю. Такие перенапряжения опасны для электроустановок высокими кратностями

перенапряжений, в 3-3,5 превышающих напряжение фазное, и приводят к перекрытию или пробоем изоляции.

Одним из способов повышения надежности эксплуатации сетей среднего напряжения, является применение резистивного заземления нейтрали.

При резистивном заземлении нейтрали ограничение перенапряжений при дуговых замыканиях осуществляется за счет разряда ёмкости здоровых фаз и снижения напряжения на нейтрали до значений, исключающих последующие пробоем изоляции. Кроме того, исключаются опасные феррорезонансные явления.

Создание сети с резистивным заземлением нейтрали осуществляется соединением нейтрали с «землей» через низкоомное или высокоомное сопротивление.

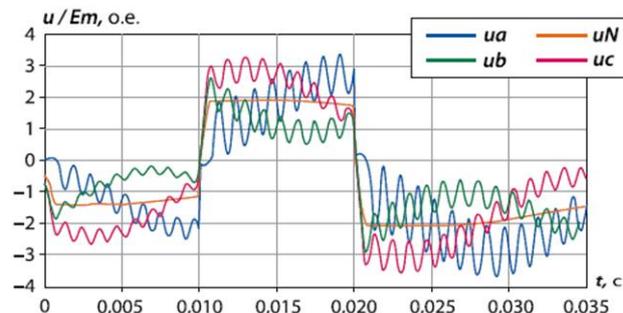


Рисунок 1 – Эскалация перенапряжений при изолированной нейтрали

Процессы, протекающие при однофазном дуговом замыкании при изолированной нейтрали представлены на рисунке 1. Из осциллограммы видно, что в сети с изолированной нейтралью возникают опасные кратности перенапряжений ( $U_{cmax}/U_{фm}=3,71$  о.е), которые могут привести к перекрытию изоляции в ослабленных местах.

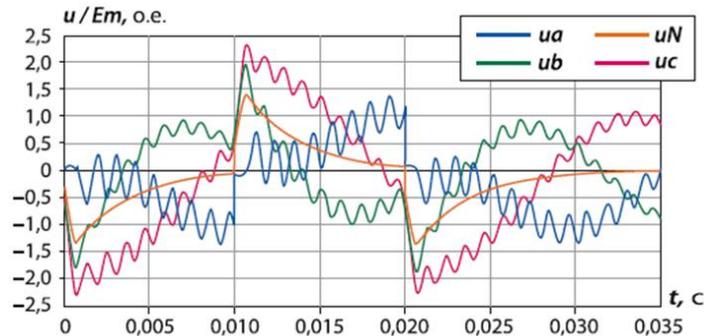


Рисунок 2 – Эскалация перенапряжений при резистивном заземлении нейтрали

На рисунке 2 представлена осциллограмма напряжений при резистивном заземлении нейтрали, иллюстрирующая эффективность меры ограничения перенапряжений, поскольку все повторные зажигания происходят при практически нулевом напряжении на нейтрали сети.

На рисунке 3 представлены результаты моделирования дугового замыкания фазы А на землю при изолированной нейтрали сети, где видно, что с каждым последующим пробоем изоляции уровни перенапряжений возрастают и при пятом пробое на здоровой фазе В они достигают  $5,8U_{\phi}$ , в связи с тем, что наблюдается эскалация напряжения из-за незначительного затухания напряжения смещения нулевой нейтрали  $3U_0$  за каждые полпериода промышленной частоты.

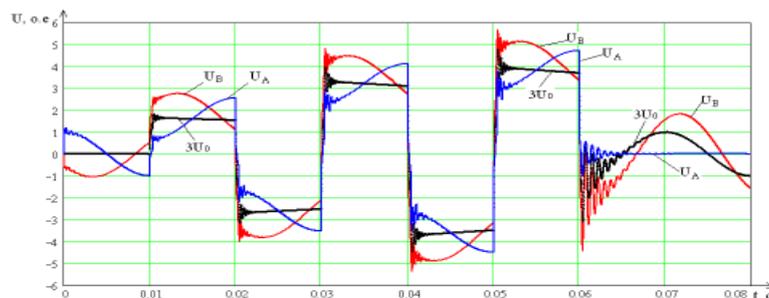


Рисунок 3 – Уровни перенапряжений при дуговом однофазном замыкании на землю и изолированной нейтрали сети

На рисунке 4 представлены результаты моделирования дугового замыкания фазы А на землю при резисторном заземлении нейтрали сети, где видно, что с каждым последующим пробоем изоляции уровни перенапряжений на здоровой фазе В не превышают  $2,5U_{\phi}$  и остаются постоянными, в связи с тем, что напряжение смещения нейтрали  $3U_0$  за каждые полпериода промышленной частоты затухает практически полностью.

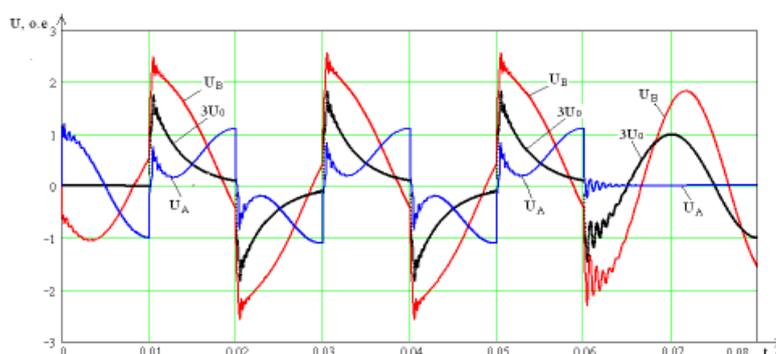


Рисунок 4 – Уровни перенапряжений при дуговом однофазном замыкании на землю и резисторном заземлении нейтрали сети

Следовательно, получено практическое подтверждение, что применение

сети с резистивным заземлением нейтрали позволит:

1. Увеличить срок эксплуатации кабелей;
2. Снизить вероятность пробоя изоляции.

Заземление нейтрали через высокоомное сопротивление позволит осуществить:

1. Отсутствие дуговых перенапряжений высокой кратности.
2. Отсутствие необходимости в отключении первого однофазного замыкания на землю.
3. Исключение феррорезонансных перенапряжений.
4. Простое выполнение чувствительной и селективной релейной защиты от однофазных замыканий на землю.

Теоретическая значимость исследования:

1. Проведён анализ силовых кабелей.
2. Определены факторы, влияющие на эксплуатационную надёжность кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена.

Практическая значимость исследования:

1. Экспериментально проверена работа режима резистивного заземления нейтрали.
2. Обоснованы способы повышения надёжности эксплуатации сетей среднего напряжения.

#### Список использованной литературы:

1. Вайнштейн, Р.А. Режимы заземления нейтрали в электрических системах: учебное пособие / Р.А. Вайнштейн, Н.В. Коломиец, В.В. Шестакова. – Томск: Изд-во ТПУ, 2006.– 118 с.
2. Дмитриев, М.В. Заземление экранов однофазных силовых кабелей 6 – 500 кВ. СПб.: «НИВА», 2008. - 104 с.
3. Евдокунин, Г.А. Выбор способа заземления нейтрали в сетях 6-10 кВ / Г.А. Евдокунин, С.В. Гудилин, А.А. Корепанов – Электричество, 1998, №12. – С. 8-22.
4. Инструкция по прокладке кабелей силовых с изоляцией из сшитого полиэтилена на напряжение 10, 20 и 35 кВ. RUKAB/ID 23-2-019 (ABB-Москабель).
5. Кадомская, К.П. Перенапряжения в электрических сетях различного назначения и защита от них / К.П. Кадомская, Ю.А. Лавров, А.А. Рейхердт. - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2006.- 368
6. Кабели силовые с изоляцией из сшитого полиэтилена на напряжение 10, 20, 35 кВ. Технические условия. ТУ 16.К71-335-2004. (ОАО ВНИИКП).
7. Ларина, Э.Т. Силовые кабели и высоковольтные кабельные линии – М.: Энергоатомиздат, 1996. - 532 с.
8. Сивокобыленко, В.Ф. Переходные процессы в системах электроснабжения собственных нужд электростанций: учебное пособие / В.Ф. Сивокобыленко, В.К.Лебедев. – Донецк, ДонНТУ, 2002. –135с.
9. Электронный сайт: <http://www.lios-tech.com/Menu/LIOS+Technology/LIOS+Technology/LIOS+Technology+Russian>

**Опубликовано: 28.11.2018 г.**

© Академия педагогических идей «Новация», 2018

© Куйбаков А.С., 2018