

РАЗРАБОТКА СТЕНДА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ УСЛОВИЙ ПРОКЛАДКИ НА НАГРЕВ СИЛОВЫХ КАБЕЛЕЙ

А.В. Селяев, А.Н. Шишкина, Д.В. Масленков

Томский политехнический университет, ИШЭ, ОЭЭ, Группа 5АМ33/5АМ43

Научный руководитель: В.Н. Дмитриенко, к.т.н. доцент ОЭЭ ИШЭ ТПУ

В процессе эксплуатации изоляция кабеля стареет под влиянием тепловых и электрических полей. Средний срок службы изоляции 25 лет, однако, из-за различных условий эксплуатации степень старения изоляции не одинакова. В связи с этим возникает вопрос периодичности замены кабельных линий.

Силовые кабели широко используются в электроэнергетике для передачи электрической энергии. При работе силовых кабелей возникает нагрев, который может привести к перегреву и повреждению кабелей. Для изучения влияния условий прокладки на нагрев силовых кабелей необходимо разработать учебный лабораторный стенд.

В настоящее время нет четко прописанных рекомендаций по проведению профилактических испытаний в процессе эксплуатации кабелей. Тем не менее, в каталогах и инструкциях по эксплуатации отечественных и зарубежных предприятий-изготовителей даются рекомендации по испытанию кабельных линий после их монтажа. Так же существуют стандарты, описывающие обобщенные методы испытаний материалов изоляции и оболочек электрических кабелей.

Объект исследования: силовые кабели с изоляцией из ПВХ, СПЭ, ЭПР.

Цель работы – проектирование и монтаж учебного лабораторного стенда, а также создание методических указаний исследования влияния условий прокладки на нагрев силовых кабелей.

Для достижения поставленной цели будут выполнены следующие задачи:

- 1) сбор информации о температурных режимах нагрева силовых кабелей;
- 2) проектирование общего вида и электрических схем УЛ стенда для проведения экспериментов;
- 3) закупка оборудования и комплектующих для УЛ стенда;
- 4) монтаж стенда по проекту;
- 4) разработка методических указаний для выполнения исследований;
- 5) проведение экспериментов по изучению влияния условий прокладки на нагрев силовых кабелей с различными типами изоляции;
- 6) анализ полученных результатов и их сравнение с теоретическими данными.

Внешняя среда, условия прокладки и тип изоляции влияют на условия теплопередачи и определяют величину максимальной токовой нагрузки кабеля. На практике применяются следующие способы прокладки кабеля:

- 1) в воде;
- 2) в воздухе;
- 3) в земле.

При подводной прокладке происходит конвективный теплоотвод от поверхности кабеля. Тепловое поле в воде, из-за наличия течения и конвективных токов, практически отсутствует и термическое сопротивление среды ничтожно мало. В этом случае при расчете допустимой нагрузки на кабель термическое сопротивление среды принимается равное нулю.

Кабель, проложенный в воздухе, охлаждается благодаря конвекции воздуха и термического излучения с поверхности кабеля. Теплопередача с поверхности кабеля зависит от размеров, цвета и состояния поверхности кабеля, типа изоляции.

Наиболее распространенным способом прокладки кабелей, является прокладка в земле. Прокладка ведется в траншеях, глубиной до 1 м (для кабелей до 35 кВ). При работе кабель нагревается и тепловой поток за счет теплопередачи почвы распространяется только к поверхности земли, которая принимается за изотермическую.

При эксплуатации кабелей в них выделяется значительное количество тепла. Основными источниками тепла в многожильных низковольтных кабелях является теплота, выделяющаяся в токопроводящих жилах (ТПЖ) при протекании по ним электрического тока, в одножильных кабелях появляются дополнительные источники тепла – потери в металлических защитных оболочках и покровах, а в высоковольтных кабелях большое значение имеют диэлектрические потери в изоляции.

Соотношение между теплом, затраченным на нагрев кабеля и отведенным от его поверхности определяет максимальную температуру (t_{max}), до которой нагревается кабель при данной нагрузке. Эта температура влияет на величину тока нагрузки, срок службы и надежность работы кабеля. Значение максимальной температуры для кабелей с различными видами изоляции и величиной напряжения приведены в табл. 1.

Таблица 1. Значения максимальных рабочих температур силовых кабелей

№ п/п	Тип кабеля	Номинальное напряжение	Максимальная длительно-допустимая температура, °С
1	Кабели с бумажной изоляции с вязкой пропиткой на напряжение, кВ	1–3	80
		6	65
		10	60
		20–35	50
2	Маслонаполненный кабель	110–200	85
		330–500	75
3	Газонаполненный кабель	35–110	80
4	Кабели с полиэтиленовой изоляцией	1–35	60
5	Кабель с изоляцией из вулканизированного сшитого ПЭ	1–220	90
6	Кабель с поливинилхлоридной изоляцией	1–35	70
7	Кабель с резиновой изоляцией	1–10	65

Для выполнения работы необходимо замерять изменения температуры в кабелях и на основании этих данных построить кривые нагрева для каждого типа кабеля определив по ним термическое сопротивление воздуха, земли и воды. На основании полученных результатов сделать выводы.

В связи с вышеизложенным, была начата работа по созданию учебно-лабораторного стенда, для возможности проведения на нем лабораторных работ.

Были сформулированы образовательные задачи, которые должны решаться с помощью нового учебного лабораторного стенда:

- 1) получение знаний о способе влияния условий прокладки на нагрев силовых кабелей;
- 2) изучение тепловых характеристик кабеля;
- 3) определение максимальный токов нагрузки и перегрузки.

Так же был сформулирован перечень лабораторных работ, проводимых на стенде:

- 1) влияние условий прокладки на нагрев силовых кабелей;
- 2) тепловые характеристики силового кабеля.

Планируемое применение стенда:

1) проведение лабораторных работ на направлении: высоковольтная энергетика, электроизоляционная и кабельная техника;

2) осуществление подготовки и переподготовки специалистов в данной области;

На данный момент в отделении электроэнергетики и электротехники было произведено проектирование общего вида и электрических схем УЛ стенда. (рис. 1)

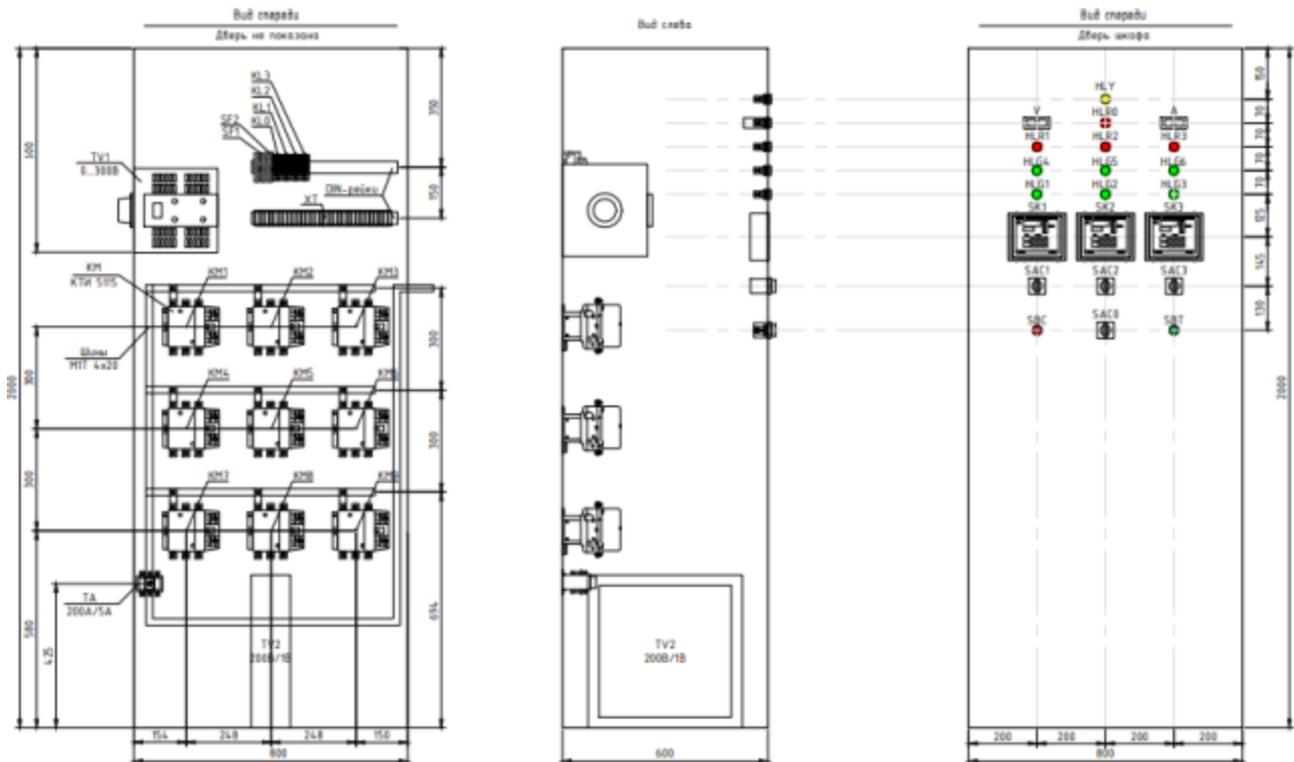


Рис. 12. Схема общего вида

Монтаж УЛ стенда находится в работе. В корпусе было установлено все оборудование, без электрического соединения между аппаратурой (рис. 2, 3).



Рис. 13. Дверь лабораторного учебного стенда



Рис. 14. Оборудование внутри лабораторного учебного стенда

Ожидается, что разработанный стенд позволит провести эксперименты с различными условиями прокладки силовых кабелей и изучить их влияние на нагрев кабелей. Полученные результаты помогут оптимизировать условия прокладки для предотвращения перегрева и повреждения кабелей.

Разработка учебного лабораторного стенда для исследования влияния условий прокладки на нагрев силовых кабелей является важным шагом в области электротехники. Полученные в ходе экспериментов данные помогут улучшить эксплуатационные характеристики силовых кабелей и повысить их надежность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 18667–85. Кабели связи, контроля и сигнализации
2. Иванина Н.Ю., Нефедов В.М., Полянчик О.В. Особенности проектирования стендов для исследования нагрева силовых кабелей // Материалы V Международной научно-практической конференции «Инструменты новой экономики». – 2017
3. Полянский О.В., Степанов В.А. Особенности расчета электрической нагрузки силовых кабелей при различных условиях прокладки // Электротехника и энергетика. – 2016.
4. Власенко А.С., Брагин С.В. Методика исследования влияния условий прокладки на нагрев силовых кабелей // Научно-технический вестник Единой энергетика. – 2015.

ЭЛЕКТРОТЕПЛОВЫЕ ИСПЫТАНИЯ СИЛОВОГО КАБЕЛЯ

Ф.Т. Измайлов, А.А. Лебедева

Томский политехнический университет, ИШЭ, ОЭЭ, группа 5АМ33

Научный руководитель: А.П. Леонов, к.т.н., доцент ОЭЭ ИШЭ ТПУ;
М.М. Попов, старший преподаватель ОЭЭ ИШЭ ТПУ

В настоящее время энергетические сети играют ключевую роль в обеспечении электрообеспечения различных отраслей промышленности и повседневной жизни. Силовые кабели, являющиеся основным элементом инфраструктуры электросетей, должны обладать высокой надежностью и безопасностью в эксплуатации. Для обеспечения соответствия этих требований необходимо проводить тщательные испытания силовых кабелей.

Разработка лабораторной установки для электротепловых испытаний силовых кабелей имеет высокую актуальность в свете необходимости обеспечения надежности и безопасности работы электрических сетей. Данная лабораторная установка позволит проводить комплексные проверки кабелей на различных режимах и условиях эксплуатации, что в свою очередь способствует выявлению потенциальных проблем и дефектов, путем ускоренного старения за счет нагрева

Кроме того, учитывая постоянное развитие технологий и появление новых материалов для производства силовых кабелей, разработка лабораторной установки позволит адаптировать испытания под новые материалы и конструкции кабелей, обеспечивая их соответствие современным стандартам безопасности и надежности.

Таким образом, данная работа направлена на повышение безопасности и эффективности работы электрических сетей, а также соответствие современным стандартам и требованиям к силовым кабелям.

Актуальность работы по разработке лабораторной установки для электротепловых испытаний силовых кабелей обусловлена необходимостью обеспечения безопасности и эффективности работы электрических сетей и оборудования. Силовые кабели играют ключевую роль в передаче электрической энергии, поэтому необходимо проводить испытания, чтобы убедиться в их надежности и соответствии стандартам безопасности.

Лабораторная установка

Установка на которой проводились эксперименты называется – стенд для электротепловых испытаний силовых кабелей

Стенд предназначен для проведения электротепловых испытаний силовых кабелей при номинальных эксплуатационных режимах.

Установка работает на принципе электромагнитной индукции, создает магнитное поле благодаря которому появляются вихревые токи в кабеле и тем самым происходит нагрев жил и изоляции.