

УДК 621.316

## ПЕРЕВООРУЖЕНИЕ ПЕРЕДВИЖНЫХ ЭТЛ (КОНЕЦ ХХ - НАЧАЛО ХХI ВВ.)

Корсакова А.А., студентка гр. ЭПбз-171, III курс

Научный руководитель: Паскарь И.Н., старший преподаватель  
Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева  
г. Кемерово

Электрическая изоляция является одним из важнейших элементов, обеспечивающих безаварийности и долговечность работы высоковольтных аппаратов и конструкций.

В эксплуатации состояние изоляции контролируется периодически при капитальном и текущем ремонтах, межремонтных испытаниях электрооборудования. С помощью таких испытаний выявляется не только изоляция со случайно возникшими дефектами, но также изоляция, состарившееся естественным путем в результате длительной работы.

Для получения и анализа исходных данных по испытаниям объектов на месте их непосредственной установки, предназначены передвижные автолаборатории для высоковольтных испытаний - это многофункциональные комплексы электрооборудования, необходимого для проведения технических исследований, состоящие из основного (штатного) оборудования и дополнительного комплекта приборов. Главная цель самой лаборатории как самостоятельного изделия-предоставить в распоряжение пользователя:

- комфортабельную доставку до места проведения плановых или аварийных работ в любое время года, по различным дорогам, на любые расстояния;

- наличие необходимых для этих целей приборов и оборудования, удобных в работе и обеспечивающих качественное проведение испытаний и оценку состояния объектов при помощи приборов оперативной диагностики;

- обеспечение полной безопасности пользователя ЛВИ при штатных и аварийных ситуациях;

- применение шасси транспортных средств различных заводов и типов по желанию заказчика, но с учетом соответствия грузоподъемности транспортного средства и полной массы выбранной лаборатории.

Прежде чем начать описание современных передвижных лабораторий, хотелось бы вспомнить о экземплярах прошлого века и прошлого десятилетия. Одними из первых создателей таких лабораторий были ЗАО "Пензенская горэлектросеть" и Ярославский завод "Сельэлектро".

На электромеханическом заводе "Сельэлектро" еще в далеком 1945 году, выпустили передвижную электротехническую лабораторию ПЭЛ-10. В 70-х освоили производство различных передвижных электролабораторий: ПВЛ-10-02 на базе УАЗ-452Д, ПУЛС -10-02, ЭТЛ-35-02, ПКЛ, ЭТЛ -10-02. С начала

1990-х годов стали выпускать серии ЛВИ, монтируемые на различные автомобильные шасси от вездеходов Урал-4320 до автобусов ПАЗ-3205, большинство на ГАЗ, ЗИЛ и КАМАЗ, появилась Газель. [4]

На Пензенском заводе в 1959 году была выпущена партия из 10 первых спецавтомобилей для нужд электросети. Эти передвижные газотронные электроизмерительные лаборатории ГЭИЛ на шасси ГАЗ-51 послужили отправной точкой в создании целой серии спецмашин, ставшей в последствии визитной карточкой предприятия в масштабах всей страны. Создание и освоение проводилось по инициативе самих работников во главе А.В. Гутуровым. Авторы создатели этой машины получили правительственные награды. Автолаборатория ГЭИЛ имела автобусный кузов с деревянным каркасом, изготовленным в мастерских по проекту московского завода "Аремкуз". Внутреннее оборудование машины использовалось для нахождения повреждений кабельных сетей и других измерений. С 1962 года начали их серийный выпуск.

В 1965 году стали выпускать МК-1, МК-2, МК-3 на базе ГАЗ-5201. Хоть машина была и усовершенствована, но все же была архаичной, конструкции имели множество недостатков: деревянный каркас, низкий потолок, маленькие окна, деревянные скамейки. Отсутствие системы отопления.

В 1976 году была создана уникальная по тем временам передвижная электротехническая измерительно-испытательная станция СПЭИИ на базе КАвЗ-685 с новым унифицированным кузовом типа КАТ-1. Эта машина была разработана Потеряевым А.И., Кудашовым В.Я., Моисеевым М.Б. и др. инженерами проектно-конструкторского бюро и не имела аналогов в СССР. СПЭИИ явила не просто очередной модернизацией автолаборатории ПЭЛ-52, она стала новой вехой в практике проведения всех видов измерений и испытаний в кабельных электросетях.

Далее появились СПЭИИ-1, СПЭИИ-2. Постепенно они стали «одеваться» в новые кузова. В 1995 году стали собирать лаборатории ППУ. В настоящие времена ЗАО «Пензенская горэлектросеть» выпускает широкий ассортимент модификаций электролабораторий. Базовой является автолаборатория ППУ-1 (есть шесть комплектаций) с автономной системой электропитания в кузове фургона на шасси ГАЗ-3307 (ГАЗ-2705, ГАЗ-3308, ЗИЛ-5301, ЗИЛ-4333, ПАЗ-3205, Камаз и др. по желанию заказчика). [3]

За последние двадцать лет в России появилось много производителей, выпускающих подобные спецавтомобили.

Рассмотрим по подробнее один из вариантов лабораторий 2000 года. ЛВИ-3 предназначена для проведения полного комплекса испытаний оборудования трансформаторных подстанции, распределительных устройств, воздушных линий до 35 кВ, кабельных линий до 10 кВ, определения места повреждения изоляции относительным и абсолютным методом при помощи приборов предварительной и точной локализации.

Компоновка лаборатории ЛВИ-3. Основное оборудование конструктивно позволяет разделить салон лаборатории на два отсека: высоковольтный и

отсек оператора. Рассмотрим блоки, входящие в состав основного оборудования ЛВИ, по их функциональному назначению:

- сетевой блок (отсек оператора);
- блок высоковольтных испытаний в лабораториях ЛВИ предназначен для обеспечения управления, контроля и измерения высокого испытательного напряжения, подаваемого на объект. (БВИ-100, БАИ-50). По функциональному назначению предназначен для испытания объектов высоким напряжением переменного тока заданной величины и для испытаний объектов высоким напряжением постоянного тока заданной величины с измерением постоянного тока на стороне высокого напряжения;
- конструктивно совмещен с блоком БВИ генератор высоковольтный импульсный (ГВИ). Выполняет следующие функции: накопление, сохранения и передача запасенной энергии необходимого уровня к объекту. Предназначен для работы (поиска повреждения кабелей) в акустическом режиме с приемником АП-91;
- блок УП прожигающая установка. Предназначена для прожигания поврежденной изоляции кабелей с целью создания низкоомного проводящего канала или металлического мостика;
- блок низковольтных измерений БНИ. Предназначен для оперативного подключения и проведения низковольтных измерений с использованием измерительных приборов из комплекта дополнительного оборудования. Возможно измерение: Коэффициента трансформации, измерения омического сопротивления, опыт холостого хода, опыт короткого замыкания;
- высоковольтный выпрямитель предназначен для преобразования переменного напряжения в выпрямленное однополупериодное и передачи контрольного сигнала для измерения (оценки) выходного напряжения при испытании объекта;
- здесь же находится главный переключатель, позволяющий с отсека оператора переключать режимы испытаний;
- блок ИДП-10 предназначен для измерения емкости и тангенса угла диэлектрических потерь в твердых диэлектриках на низком и на высоком напряжении до 10кВ. (Высоковольтный измерительный мост Р-5026М, высоковольтный трансформатор на 10кВ и образцовый конденсатор Р-5023).

В комплекте также входит прибор Ф-4103М1 для замера переходных сопротивлений заземлителей, для измерения сопротивления изоляции приборы Ф-4103/2-1М или ЭСО202.

Для определения места повреждения в кабельных линиях используются: импульсный (относительный) метод, прибором Р5-101, зона повреждения определяется с точностью до нескольких метров, поэтому после него необходимо уточнять место повреждения с помощью индукционного или акустического методов (абсолютные). Метод колебательного разряда (относительный) применяется в основном при заплывающих пробоях, года в месте повреждения возникают электрические разряды, прибор ЦР-0200. Индукционный и акустический методы позволяют наиболее точно определить место поврежде-

ния (перед их использованием необходимо использовать установку прожига, которая также входит в комплект ЛВИ). Для их реализации лаборатория комплектовалась импульсно-волновым генератором и акустическим приемником (о них писала выше) и «комплектом поисковым КП-400, поисковым приемником ПП-01, индукционный датчик ИД-01, акустический датчик АД-01. [1]

Сейчас выпускают новый класс высоковольтных лабораторий в которых сохранились традиционные виды испытаний, но они стали с повышенным интеллектом (машинный контроль, управление, анализ, сравнение и систематизирование результатов; возможность быстрого и гибкого формирования лаборатории по функциональным возможностям и техническому уровню согласно закона пользователя; снижение массогабаритных показателей за счет конструктивных решений, применения новых технологий; возможность применения, при необходимости, оборудования с нетрадиционными методами испытаний кабельных линий методом сверхнизкой частоты 0,1Гц; поиск мест повреждений с применением безпрожиговых методов; диагностика оборудования без вывода из эксплуатации; применение приборов на инфракрасных луках, частичных разрядах.

Например, мобильные лаборатории от компании «Пергам», они проектируют и реализуют индивидуальные проекты любой сложности.

Компания представляет несколько вариантов исполнения лабораторий комплексных или более узкого направления: кабельные, трансформаторные, подстанционные, универсальные. Рассмотрим по подробнее.

Очень продвинутая кабельная лаборатория TITRON. Это система, в которой реализованы все самые современные технологии локализации повреждений кабеля на основе оборудования производителя BAUR, благодаря централизованному и автоматизированному управлению системой, для нахождения повреждения требуется лишь несколько щелчков мыши. Преимущество этой лаборатории: новая интуитивно-понятная концепция управления BAUR GeoBase Map- уникальная комбинация дорожных карт с маршрутом прохождения кабелей и банком данных кабелей (метод предварительной локализации места повреждения кабеля-импульсной рефлектометрии, вторичного импульса, импульсный токовый метод, метод затухающего сигнала); возможность проведения высоковольтных испытаний напряжением до 190кВ переменного и до 260кВ постоянного; испытания кабельной оболочки.

Так же есть несколько вариантов кабельных лабораторий у этой компании МЭК-1А, МЭК-1В, МЭК -1С в зависимости от маркировки меняются и технические характеристики (высоковольтные испытания напряжением до 150 кВ выпрямленным и до 110 кВ переменным, возможность испытания напряжением сверхнизкой частоты (0,1Нц), диагностика кабелей измерением тангенса диэлектрических потерь и измерением уровня частичных разрядов с определением места источника в конкретных участках кабелей, кабельных муфтах и концевых заделках.

Так же эта компания предлагает универсальные лаборатории: кабельные, трансформаторные или совмещенные МЭК-2-Пергам.

Трансформаторная лаборатория МЭК-2 может выполнять высоковольтные испытания до 110 кВ переменным напряжением, возможность измерения параметров трансформаторов: потери холостого хода, потери короткого замыкания, сопротивления короткого замыкания, коэффициент трансформации, измерение тангенса угла диэлектрических потерь, измерение сопротивления обмоток постоянному току, измерение сопротивления заземляющих устройств, телевизионный контроль токоведущих частей. Лаборатория может быть укомплектована приборами для анализа и испытания трансформаторного масла: определение пробивного напряжения, измерение тангенса масла, определение влагосодержания и экспресс анализ растворенных газов в масле. Здесь же возможна диагностика трансформаторов методом анализа частотного отклика трансформатора, методом определения влажности изоляции (метод диэлектрической спектроскопии), вибрационная диагностика.

Кабельная лаборатория МЭК технология DAC проводит диагностику частичных разрядов в кабельных системах до 220кВ. Лаборатория оснащена оборудованием ONSITE High Voltage (Швейцария) и BAUR (Австралия). Предназначена для проведения испытаний и неразрушающей диагностики кабельных линий, в том числе с изоляцией из шитого полиэтилена, а также для определения правильности монтажа кабельных муфти прогнозирования развития дефектов методом анализа частичных разрядов. Испытания проводятся затухающим переменным напряжением равным рабочему напряжению кабельной линии с частотой, приближенной к рабочей промышленности (50/60Гц), и испытания напряжением с частотой 0,1Гц.

Но «самые универсальные» лаборатории МЭК-3, ЭТЛ -35, ЭТЛ -35К. В МЭК -3 входит весь необходимый комплект для испытаний. Комплектуется стационарным и переносным оборудованием производства компаний Megger и BAUR. Лаборатория обеспечивает управление испытаниями повышенным напряжением до 150 кВ выпрямленного напряжения и до 110 кВ переменного. Измерение параметров трансформаторов, диагностика, анализ и испытание трансформаторного масла также как в МЭК -2. Поиск мест повреждений кабельных линий (прожигание, рефлектометрия, импульсно-токовый метод) ЭТЛ – 35К (35 немного упрощена) комплексная электротехническая лаборатория: испытания изоляции изоляторов, кабелей и др.; прожиг и дожиг дефектной изоляции кабелей; определение расстояний до места повреждения высоковольтных кабелей на низком напряжении и импульсным беспрожиговым методом на высоком напряжении; определение трасс кабельных линий, индукционный и акустический методы отыскания повреждений; измерение емкости и тангенса угла потерь объектов, а также паразитной емкости исследуемого объекта; низковольтные измерения: потери х.х. трансформаторов, коэффициент трансформации, сопротивление обмоток постоянному току, сопротивление заземляющих устройств. Также может дополнительно комплектоваться другим оборудованием, например: электростанциями, радиостанциями, кондиционером и т.д. [2]

Вот такой небольшой обзор мы провели некоторых электротехнических лабораторий. Своевременная диагностика – залог надежности электроэнергетических систем и сложного электротехнического оборудования. Достоверная и ранняя диагностика предупреждает возникновение аварийных ситуаций и обеспечивает бесперебойную работу предприятий. Современные средства измерений и испытаний могут нам это позволить.

### Список литературы:

1. Обложин, В.А. Справочник пользователя ЛВИ / В.А. Обложин. – Ярославль, 1997. – 274 с.
2. Каталог «Электротехническое оборудование». – Вып. 6. – М., 2017. – 13 с.
3. Дементьев, Д. Отличники коммунальной энергетики / Д. Дементьев // «Грузовик пресс» [электронный ресурс]: научный журнал. Опубликовано: ГП 10-2007. - Режим доступа: <http://www.Gruzovikpress.ru>.
4. История ХК "ЭМЗ" // Холдинговая компания «ЭМЗ» «Все вместе» [электронный ресурс]: официальный сайт. – Режим доступа: <http://www.emzvli.ru/istoriya-khk-emz/>.