

Теплов Г.А.,

бакалавр

Институт Электроэнергетики

ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»

Россия, г. Москва

Стрюков А.Н.,

бакалавр

Институт Электроэнергетики

ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»

Россия, г. Москва,

Хамдард Р.М.,

бакалавр

Институт Электроэнергетики

ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»

Россия, г. Москва

Коньков Н.А.,

магистр

Институт Электроэнергетики

ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»

Россия, г. Москва

РАЗРАБОТКА СТЕНДА «АВТОМАТИЧЕСКИЙ ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ VL1600 В ЛИТОМ КОРПУСЕ» И ЕГО ОПИСАНИЕ

***Аннотация:** Статья посвящена разработке учебного стенда «Коммутационная аппаратура до 1 кВ» описывающего автоматический выключатель VL1600: конструкция, параметры, назначение и описание к нему.*

***Ключевые слова:** методический материал, лабораторный стенд, коммутационная аппаратура, автоматический выключатель.*

***Annotation:** the article is dedicated to the design of training stand «Switching equipment up to 1 kV» which describes the circuit breaker VL1600: structure, parameters, purposes, description.*

***Key words:** educational learning material, training stand, switching equipment, circuit breaker.*

Современные методики обучения разнообразны и подразумевают под собой работу с самыми разными видами учебного материала. Основным видом представления информации, помимо текстового по-прежнему является графический. Достоинства этого вида очевидны: наглядность, возможность указать на важные места, простота, дешевизна. Обратим внимание на то, что большинство информации воспринимаемой человеком является визуальной, которая в совокупности с грамотно построенным текстом позволяет доносить большие объемы информации, концентрируя внимание на нужных вещах. Современные технологии позволяют по-разному визуализировать информацию: схемы, графы, графики, диаграммы, презентации, двухмерные чертежи, трехмерные чертежи, 3d-моделирование. В процессе обучения студент имеет дело с множеством механизмов, для понимания работы которых недостаточно лишь текстового описания. В работе предложен учебный стенд, содержащий в себе разрез автоматического выключателя в литом корпусе VL1600, с электронным расцепителем, разработанный на базе 3d-модели, приведены рисунки некоторых деталей. Стенд содержит номинальные данные выключателя, детали пронумерованы, и окрашены в разные цвета для лучшего восприятия. Представление информации в виде стенда, а не имеющейся 3d-модели было выбрано намеренно. Поскольку работа с 3d-моделью подразумевает под собой использование специального программного обеспечения, то проведение занятий в аппаратном зале сильно затруднено: изучать модель должен каждый студент лично, не отрываясь от реального аппарата, что, в купе с комментированием преподавателя, реализовать невозможно. Стоит обратить внимание на тот факт, что воспринимать

трехмерную модель на экране достаточно тяжело, а наличие более 200 деталей еще сильнее усложняет этот процесс. По этим причинам модель была упрощена, путем удаления захламляющих рисунок деталей, т.е. неважных для пояснения работы механизма, и перенесена в двухмерное пространство в виде разреза. На рисунке 1 показан стенд автоматического выключателя VL1600. Данная модель поступила в продажу в 2008 году, что говорит о недостаточной актуальности аппарата. Выбор был сделан в пользу этого аппарата по нескольким причинам. Первый аргумент – данную модель или ее аналоги других производителей по-прежнему можно встретить на предприятии. Вторым аргументом – новизна аппарата достаточно высока, для того чтобы дать представление об устройстве современного автоматического выключателя. Из минусов данного выбора стоит отметить, что у данного расцепителя электронный выключатель, что не позволяет на его примере разъяснить принцип работы наиболее распространенных тепловых и электромагнитных расцепителей.

Рассмотрим подробнее автоматический выключатель VL1600. Выключатель VL1600 рассчитан на номинальный ток $I_n=1600$ А, номинальное напряжение $U_{ном}=690$ В, номинальное импульсное выдерживаемое напряжение $U_{имп}=8$ кВ, предельная отключающая способность $I_{cu}=20$ кА при $U=690$ В, рабочая отключающая способность $I_{cs}=10$ кА при $U=690$ В. Аппарат рассчитан на большой номинальный ток, что позволяет использовать для секционирования шин собственных нужд и защиты трансформаторов 10/0,4 кВ. Однако рабочая отключающая способность недостаточно велика для большого количества потребителей промышленных предприятий. Из-за наличия электронного расцепителя, а значит настройки времятоковой характеристики выключатель целесообразно использовать для защиты индуктивной нагрузки. Выключатель имеет электронный расцепитель состоящий из микропроцессора 5, соленоида 3, трансформаторов тока 2, панели управления. Для ручного управления предусмотрена рукоятка 6. Процесс гашения дуги при срабатывании выключателя происходит в дугогасительной камере 9, представляющей собой

набор пластин с вырезом для хода подвижного контакта 8. Контактная система состоит из вводных контактов 1, 10, подвижного контакта 8, гибкой связи 7.

Принцип срабатывания электронного максимального расцепителя тока (выделен штриховой линией) следующий: При токах короткого замыкания, а именно токах, превышающих уставку расцепителя (аналог электромагнитного расцепителя) или же при длительных токах перегрузки (аналог теплового расцепителя) микропроцессор 5 посылает сигнал на соленоид 3, тот выстреливает сердечником 4. Сердечник толкает деталь 11, которая передает усилие группе деталей 12. Та, в свою очередь, под действие силы пружины (окрашена в зеленый цвет) передает воздействие на механизм управления 14, выделенный пунктирной линией, (механизмом можно управлять вручную с помощью рукоятки 6). Далее усилие передается группе деталей подвижного контакта (выделены штриховой линией) через деталь 13 и прямоугольный вал (окрашен в темно-серый цвет) и контакт 8 размыкается. При отключении токов короткого замыкания между подвижным и неподвижным контактом возникает дуга, которая затягивается в дугогасительную камеру, по мере увеличения расстояния между площадками соприкосновения контактов. Втянутая в дугогасительную камеру, дуга разделяется пластинами на множество мелких и погасает. Рассмотрим панель настройки выключателя рис. 2. Панель имеет защитное стекло, открываемое защелкой 1. Имеется светодиодный индикатор 5, сигнализирующий о наличие перегрузки ($>1.05 I_R$), а также индикатор 6, сигнализирующий о работе электроники. Электронный расцепитель ETU20 данной конфигурации позволяет регулировать селективную токовую отсечку 3 и 4: по току I_{sd} в диапазоне от 1.5 до 10 I_R , а также по задержке времени срабатывания t_{sd} . В диапазоне от 0.4 до 1 I_n настраивается ток I_R – уставка тока расцепителя для защиты от

Коммутационная аппаратура до 1 кВ

Автоматический выключатель VL1600 в литом корпусе

Номинальные данные:

$I_n=1600$ А

$U_{ном}=690$ В

$U_{imp}=8$ кВ

Кол-во полюсов: 3

Тип расцепителя: электронный

Предельная и рабочая
отключающая способность:

$I_{cu}=20$ кА при $U=690$ В

$I_{cs}=10$ кА при $U=690$ В

1 - вводной контакт

2 - трансформаторы тока

3 - соленоид

4 - сердечник соленоида

5 - блок управления

6 - рукоятка ручного управления

7 - гибкая связь

8 - подвижный контакт

9 - дугогасительная камера

10 - вводной контакт

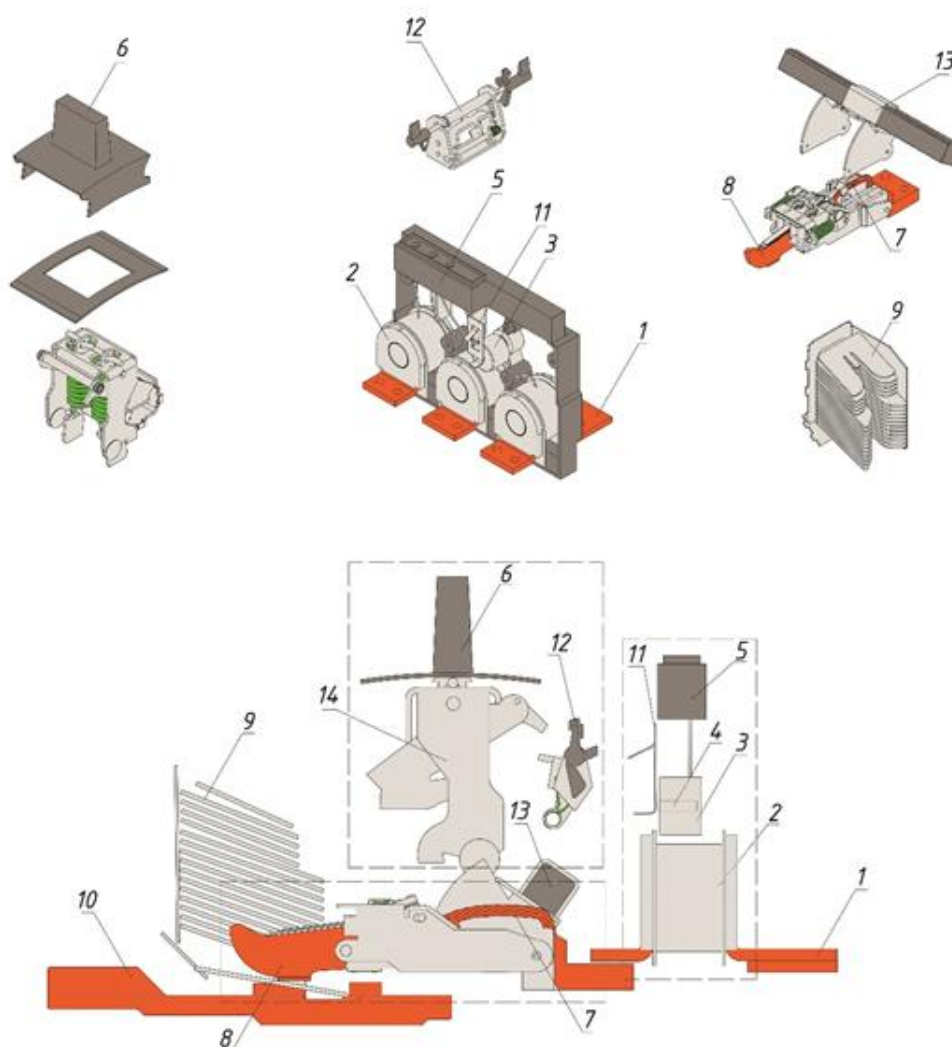


Рисунок 1. Стенд «Автоматический выключатель
VL1600 в литом корпусе»

Время срабатывания t_R фиксированное. Ток мгновенного срабатывания расцепителя I_i не регулируется. Стоит обратить внимание, что I_R отстраивается от номинального тока I_n , в то время как I_{sd} отстраивается от I_R . Аппарат имеет две времятоковые характеристики, выбор которых осуществляется с помощью 4.1 и 4.2.

Заключение. Был разработан стенд автоматического выключателя VL1600. Он содержит номинальные данные о выключателе, рисунки некоторых деталей, разрез и позволяет пояснить принцип срабатывания. Также был разработан сопровождающий стенд текст, указывающий на ход срабатывания механизма и места приложения усилий. Комплекс может помочь студенту визуализировать процессы при отсутствии доступа к «начинке» аппарата.

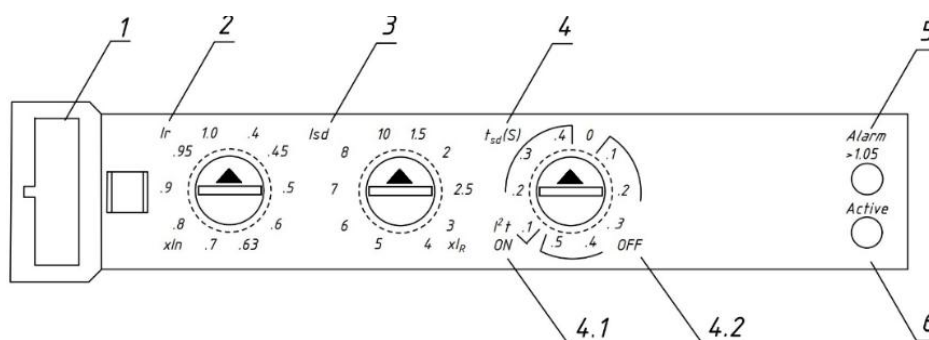


Рисунок 2. Панель управления автоматического выключателя VL1600

Использованные источники:

1. Лабораторные работы № 8-10 по курсу «Электрическая часть электростанций». Электрооборудование электростанций. А.П. Долин, В.К. Монаков. – Москва: Издательство МЭИ, 1992.