

Методика

проведения испытаний автоматических выключателей и аппаратов управления напряжением 0,4кВ.

Область применения

Рекомендации настоящей методики применяются при проведении проверки и испытаний автоматических выключателей, аппаратов защиты электродвигателей от перегрузки (тепловые и другие виды реле), различных пускателей и простых реле, а также выключателей нагрузки на напряжение до 1кВ.

Аппараты, служащие для включения и отключения главных цепей в системах, генерирующих электрическую энергию и передающих её потребителям, - это коммутационные аппараты распределения энергии. Они включают или отключают цепь при воздействии обслуживающего персонала или автоматически.

Коммутационные аппараты распределения энергии выполняют две функции:

- Навтоматическое включение и отключение электрических цепей, которые производятся, когда надо подать или снять питание электроэнергией участка сети
- Автоматическое отключение электрических цепей в случае появления в них каких-либо явлений, угрожающих безопасности обслуживающего персонала или сохранности установки (например, в случае коротких замыканий). Иногда аппараты осуществляют автоматическое включение резервного источника питания или автоматическое повторное включение после аварийного отключения.

Различают следующие группы коммутационных аппаратов:

- Автоматические выключатели (автоматы)
- Плавкие предохранители (предохранители)
- Навтоматические выключатели

Иногда указанные аппараты устанавливают вместе с аппаратурой управления в устройствах для управления электроприводом (станциях управления, магнитными пускателями и др.).

Контакторы, пускатели, реостаты, реле, осуществляющие защиту и управление работой электропривода, называют аппаратами управления.

Ненормальными являются такие режимы, при которых появляется чрезмерное снижение напряжения, и, в особенности, протеканию сверхтока (тока большего номинального).

Чрезвычайное снижение напряжения может привести к остановке электродвигателя, а затем при внезапном восстановлении полного напряжения - к запуску его в неподходящий момент. поэтому иногда на ответственных ответвлениях к приёмнику применяют автоматические выключатели, отключающие цепь при снижении напряжения до 35-70% от номинального. Повторное включение должно производиться при воздействии оператора.

Наиболее опасным и часто встречающимся ненормальным режимом является протекание сверхтока при коротком замыкании или чрезмерном потреблении тока приёмниками электрической энергии. Аппаратура отключения должна безотказно коммутировать все токи, вплоть до наибольшего тока короткого замыкания, который может возникнуть в месте её установки. Навтоматические выключатели при этих токах не должны повреждаться и самопроизвольно отключаться.

Аппаратура управления (контакторы, пускатели) рассчитана, главным образом, на коммутацию токов, не превышающих токов перегрузки электродвигателей (не более 10-кратного от номинального). От токов короткого замыкания аппаратура управления отдельными электроприёмниками защищена при помощи аппаратуры распределения энергии.

Для бесперебойной работы установки необходимо обеспечить избирательность (селективность) отключения аппаратурой управления и аппаратурой распределения энергии, а также избирательность отключения нескольких

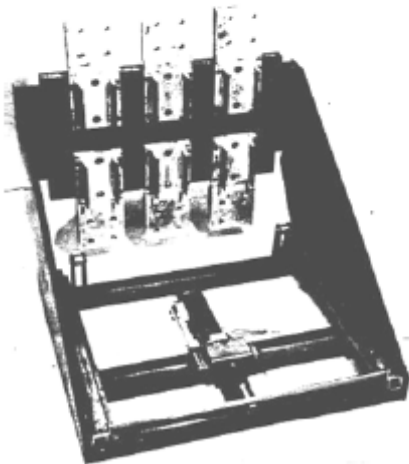
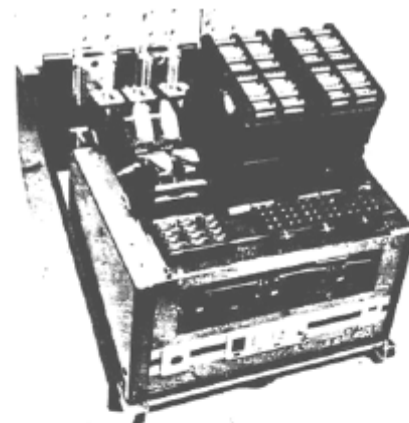


Рисунок 1. Внешний вид автомата AR с установочным устройством.

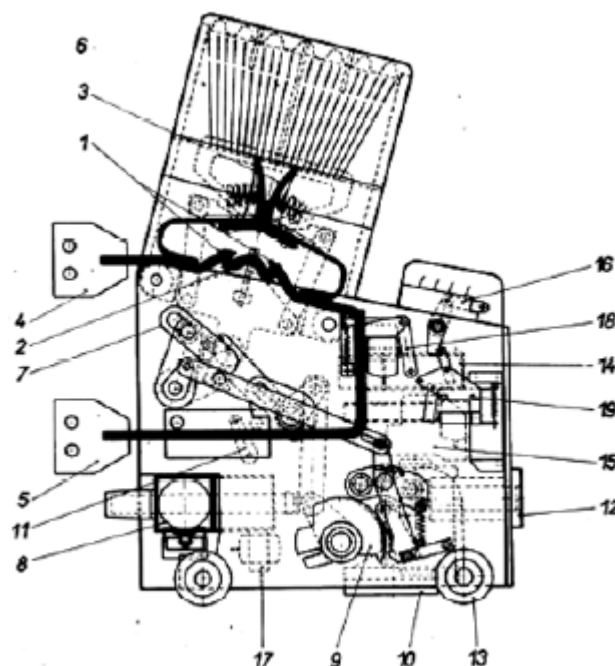


Рисунок 2. Автомат AR

последовательно включённых аппаратов. Это значит, что при токах перегрузки, возникающих в ответвлении к отдельному приёмнику, соответствующий участок цепи должен выключаться аппаратурой управления этого приёмника, а не аппаратурой распределительных устройств, установленным на ответвлении. Если на ответвлении возникло короткое замыкание, то должен отключаться аппарат распределения энергии, а не аппарат управления.

Особенно важна селективность в системе распределения энергии. При всех величинах сверхтока, вплоть до максимального тока короткого замыкания, должен отключаться только один аппарат, расположенный ближе к месту аварии, все другие аппараты с большим номинальным током, расположенные ближе к источнику энергии, не должны отключаться.

Было бы желательно иметь такую защитную характеристику, чтобы во всём диапазоне сверхтоков была выдержка времени, обратно зависящая от тока (чем больше ток, тем меньше время отключения), так как разрушительное действие тем больше, чем больше ток и время его действия. По конструктивным соображениям часто применяют устройства, которые при токах, больших определённой величины, срабатывают мгновенно (без преднамеренно созданной выдержки времени). По этим же причинам иногда используют устройства, имеющие выдержку времени, независимую от тока.

После отключения аппарата при сверхтоках желательно как можно скорее его включить. Для этого используют выключатели, кроме автоматических с регулирующими элементами теплового действия, которые допускают немедленное включение после срабатывания. Автоматические выключатели с тепловыми элементами должны допускать повторное включение не позднее чем через 1-3 минуты после отключения при сверхтоках. В случае отключения выключателя при отсутствии перегрузки он должен допускать немедленное включение.

Объект испытания.

Автоматические выключатели (автоматы) предназначены для нечастых размыканий и замыканий электрической цепи и длительного прохождения по ней тока, а также для автоматического размыкания цепей при появлении в них различных ненормальных условий; коммутация цепи происходит между механически перемещающимися контактами.

Автоматы делятся на небыстродействующие и быстродействующие. Быстродействующие характеризуются собственным временем срабатывания, то есть временем от появления тока короткого замыкания до начала расхождения контактов.

К небыстродействующим относятся автоматы, к которым обычно не предъявляются специальные требования по быстродействию или эти требования невысокие. Для удержания контактной системы во включённом положении в них применяются защёлки. Эти автоматы имеют собственное время срабатывания от 10 до 100 мс и не обладают токоограничивающим действием.

По конструктивному оформлению различают автоматы с пластмассовой крышкой и корпусом (на токи до 630А включительно) и автоматы без корпуса и крышки (на токи от 630 до 1000А включительно).

Быстродействующие автоматы, изготавливаемые на номинальные постоянные токи 1500-15000А, имеют собственное время отключения при больших токах не более 5 мс. Их характерная особенность – вся конструкция подчинена требованию повышения быстродействия.

На рисунке 1 изображен автоматический выключатель серии AR в выкатном исполнении. Для гашения дуги над контактами выключателя установлены искрогасительные камеры (рисунк 2). Обе шины автомата (1) на выводных концах снабжены вертикальными присоединительными флажками (4,5), которые позволяют выполнить непосредственное закрепление выдвигаемых контактов. Цепь дугогасительных контактов образуют два подвижных дугогасительных контакта (3), которые посредством гибких медных поясов присоединены к цепи главных контактов. Мгновенное отключение обеспечивает пружинный аккумулятор (8) посредством рычажной передачи и расцепляющего механизма (7). Включение автомата производится либо с помощью кнопки на лицевой панели, либо с помощью включающего электромагнита (17). Отключение также осуществляется с помощью кнопки и1082 красного цвета, либо с помощью электромагнита (18). Натяжка аккумулятора осуществляется автоматически, после включения автомата, приводом (10). Вручную данную операцию можно осуществить посредством рычажной передачи (9).

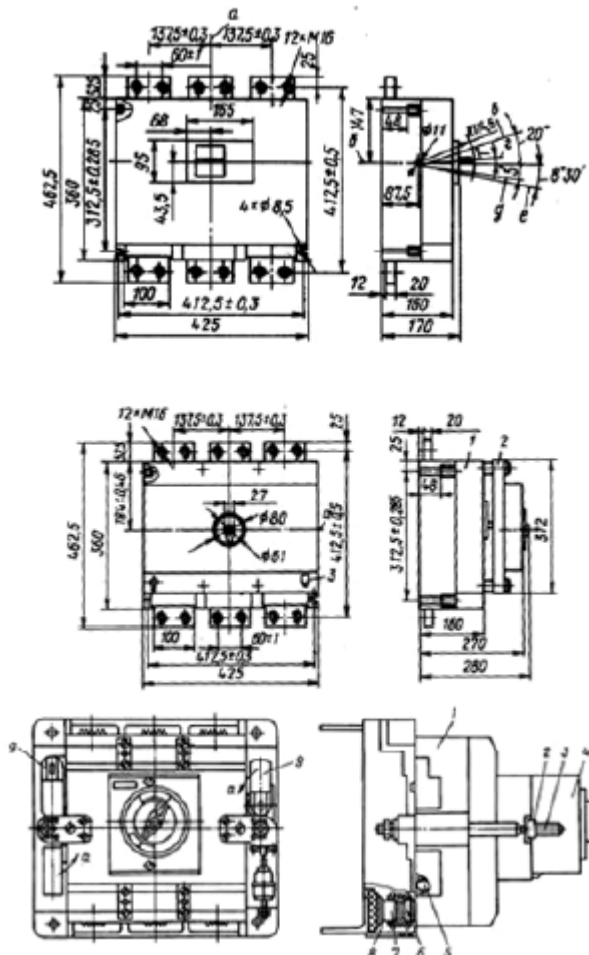


Рисунок 3. Автомат ВА в различных исполнениях

Автоматические выключатели серии ВА могут выполняться в различных модификациях. Для этого на автомат устанавливаются дополнительные части, которые обеспечивают его выкатное исполнение (рисунк 3 нижняя часть), стационарное исполнение (рисунк 3 середина) или стационарное исполнение с ручным исполнением (рисунк 3 верхняя часть).

Определяемые характеристики.

Внешний осмотр.

Внешним осмотром определяется состояние доступных осмотру деталей автоматических выключателей и аппаратов управления, на предмет видимых нарушений, наличия сколов изоляционных материалов, отсутствия деталей крепления и т.п.

Измерение сопротивления изоляции.

Измерение сопротивления изоляции производится между каждым проводом (полюсом) аппарата и землёй, а также между каждыми двумя проводами (полюсами). Сопротивление изоляции должно быть не менее 1 МОм.

При измерении сопротивления изоляции автоматических выключателей совместно с присоединёнными к ним кабелями и проводами, сопротивление изоляции должно быть не менее 0,5 Мом.

Испытание повышенным напряжением.

Испытание производится при вводе в эксплуатацию, капитальных ремонтах, а также при неудовлетворительных результатах измерения изоляции.

Значение испытательного напряжения 1 кВ 50 Гц. продолжительность испытания 1 минута. В процессе текущих ремонтов допускается вместо испытания переменным напряжением производить одноминутное измерение изоляции мегомметром на напряжение 2500В.

Проверка действия максимальных, минимальных или независимых расцепителей автоматов и аппаратов управления.

Работа расцепителей должна соответствовать заводским данным и требованиям обеспечения защитных характеристик.

Проверка работы контакторов и автоматов при пониженном напряжении оперативного тока.

Значение напряжения срабатывания и количество операций приведены в [таблице 1](#).

Таблица 1.

Операция	Напряжение оперативного тока	Количество операций
Включение	0,9Uном	5
Отключение	0,8Uном	5

Проверка предохранителей.

Плавкая вставка предохранителей должна быть калибрована.

Условия испытаний и измерений

Испытание автоматов и аппаратов управления производят при температуре окружающей среды не ниже +10⁰С.

Проверку максимальных расцепителей автоматов и пускателей следует производить с учётом введения поправок по температуре т.к. температура максимальных расцепителей выполненных на основе биметалла оказывает значительное влияние на временные характеристики автоматов. Поправки по току на температуру указаны в [таблице 2](#).

Влажность окружающего воздуха имеет значение при проведении высоковольтных испытаний, т.к. конденсат на изолирующих частях аппаратов может привести к пробое изоляции и, соответственно, к выходу из строя оборудования (как испытательного, так и испытуемого). Перед проведением высоковольтных испытаний аппараты следует протереть от пыли, грязи и влаги.

Атмосферное давление особого влияние на качество проводимых испытаний не оказывает.

Средства измерений.

Автоматы и аппараты управления подвергаются испытаниям в собранном виде, с установленными на них всеми деталями и узлами, которые могут повлиять на результат испытаний.

Перед испытанием производится внешний осмотр, проверка целостности корпусов и изоляции. сопротивления изоляции производят мегомметрами на напряжение 1000В и 2500В.

Измерение сопротивления контактов и контактных соединений внутри аппаратов производится мостами постоянного тока (например Р 333), которые позволяют произвести замеры с точностью до 0,001 Ом, или методом амперметра и милливольтметра. При проведении замеров методом амперметра-вольтметра рабочий ток не должен превышать номинальный ток данного аппарата.

Испытание повышенным напряжением промышленной частоты производят с помощью различных установок, которые состоят из следующих элементов: испытательного трансформатора, регулирующего устройства, контрольно-измерительной и защитной аппаратуры. К таким аппаратам можно отнести установку АИИ – 70, АИД – 70, а также различные высоковольтные испытательные трансформаторы, которые обладают достаточным уровнем защиты и надлежащим уровнем подготовлены для проведения испытаний. Для контроля качества болтовых соединений используют слесарные инструменты в виде гаечных ключей и т.п.

Порядок проведения испытаний и измерений.

Внешний осмотр.

Внешний осмотр автоматов и аппаратов управления производится со вскрытием корпуса. Осмотру подвергаются все внутренние соединения и части выключателя, работа механизма включения и отключения, состояние изоляционных деталей, катушек и блок-контактов.

Температура среды	Ток автоматического выключателя										
	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160
10	54	67	84	110	141	175	212	269	339	424	538
12	53	67	83	109	139	174	210	267	337	421	534
14	53	66	83	108	138	172	209	265	334	418	530
16	53	66	82	107	137	171	207	263	332	415	527
18	52	65	82	106	135	169	206	261	329	411	523
20	52	65	81	105	134	167	204	259	327	408	519
22	51	64	80	104	132	166	203	257	324	405	515
24	51	64	80	103	131	164	201	255	321	402	511
26	51	63	79	103	130	162	199	253	319	398	507
28	50	63	78	102	128	160	198	252	316	395	504
30	50	62	78	100	127	159	196	250	313	392	500
32	49	62	77	100	124	157	195	248	311	388	495
34	49	61	76	99	123	155	193	246	308	385	492
36	48	61	76	98	121	153	192	244	305	381	488
38	48	60	75	97	120	151	190	242	302	378	483
40	48	60	75	96	120	150	189	240	300	375	480

Температура среды	Ток автоматического выключателя									
	А3720					А3730 и А3740				
	160	200	250	250	320	400	500	630		
10	536	679	849	856	1106	1376	1698	2141		
12	532	675	843	849	1097	1366	1686	2124		
14	529	669	837	843	1087	1355	1674	2109		
16	525	664	831	836	1078	1344	1658	2089		
18	521	659	824	829	1068	1332	1647	2075		
20	518	654	818	822	1058	1320	1631	2055		
22	514	649	811	815	1050	1308	1619	2039		
24	510	643	804	807	1039	1296	1604	2019		
26	506	638	798	800	1030	1286	1592	2005		
28	503	633	791	793	1020	1275	1582	1994		
30	499	627	784	787	1011	1261	1571	1979		
32	495	622	777	780	1000	1248	1556	1960		
34	491	616	770	772	991	1246	1541	1943		
36	487	610	763	765	980	1224	1527	1920		
38	483	605	756	757	970	1212	1515	1909		
40	480	600	750	750	960	1200	1500	1890		

Измерение сопротивления изоляции.

Измерение сопротивления изоляции производится при полностью собранных аппаратах, а также при закреплении аппарата на основании. Измерение производится между каждыми двумя фазами и между каждой фазой и землёй отдельно. Если аппарат имеет катушки включения и отключения, то сопротивление изоляции измеряется между ними и фазами аппарата и между катушками и землёй отдельно. Полностью изолированные аппараты следует сначала установить на металлическое основание. Схемы для проведения измерения сопротивления изоляции приведены на рисунке 4, в качестве примера рассматривается автоматический выключатель.

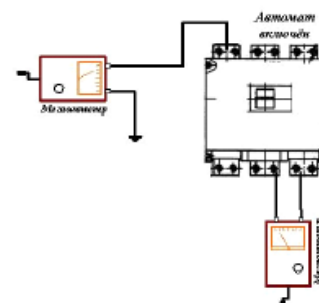


Рисунок 4. Измерение сопротивления изоляции автомата.

Испытание изоляции повышенным напряжением.

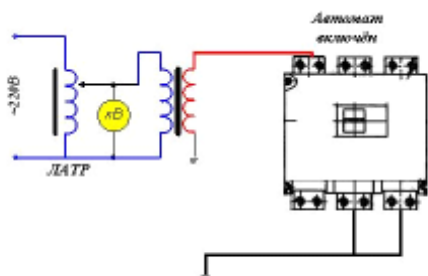


Рисунок 5. Испытание повышенным напряжением

Испытание производится пофазно с заземлением свободных от испытания фаз и полностью собранных аппаратах с установкой всех деталей, которые могут оказать влияние на результат испытания.

Схема, по которой проводится испытание, представлена на рисунке 5.

Если испытуемый аппарат установлен на металлическое основание, то при проведении испытаний оно также должно быть заземлено.

Проверка действия максимальных, минимальных и независимых расцепителей.

Проверка действия расцепителей производится в соответствии со схемой на рисунке 6. Для регистрации времени срабатывания аппарата используют электрические секундомеры, которые подключают на свободные фазы автоматического выключателя или на блок-контакты аппаратов управления.

Проверку максимальных расцепителей автоматических выключателей производят трёхкратным током расцепителя (если нет других указаний в паспорте автомата) с поправкой на температуру (смотри выше). Расцепители автоматов с полупроводниковыми блоками защиты проверяют током блока

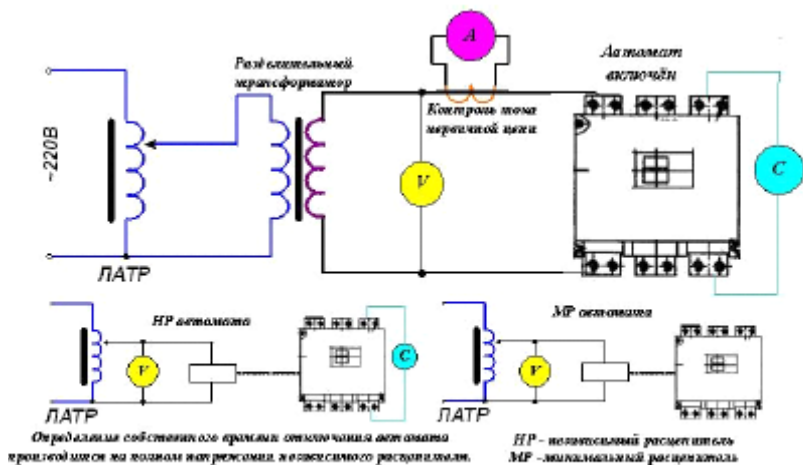


Рисунок 6. Проверка действия максимальных расцепителей автоматов, независимых и минимальных расцепителей.

защиты (обычно шестикратным). Временные характеристики различных автоматов приведены в приложении к данной методике. Проверка производится из «холодного» состояния автомата. Произведя проверку одной фазы, можно сразу произвести переключения и приступить к проверке следующей.

Проверка времени срабатывания тепловых реле защиты электродвигателей производится в соответствии со схемой рисунка 6 (как для автомата), за исключением того, что секундомер включается на блок-контакт реле. Ток для проверки выбирают исходя из паспортных данных: при наличии времятоковых характеристик для конкретного реле ток прогрузки равен трёхкратному току реле (проверка из холодного состояния). После проверки трёхкратным током и остывания теплового элемента на реле подаётся ток равный $1,2I_n$, при этом реле должно отключиться за время равное 20 минутам.

Проверку электромагнитных расцепителей автоматических выключателей и расцепителей отсечки у выключателей с полупроводниковыми блоками защиты проводят по схеме на рисунке 6, при этом сначала выставляется ток равный **0,8Iрасц** и проверяется устойчивое несрабатывание выключателя, а затем установив ток равный **1,1Iрасц** проверяется срабатывание выключателя за определённое время засекаемое секундомером. Величина времени при проверке электромагнитных расцепителей и защиты отсечки полупроводниковых очень небольшая!

На основе полученных результатов производится построение индивидуальной характеристики данного автоматического выключателя (реле защиты).

Проверка работы контакторов и автоматов при пониженном напряжении оперативного тока.

Проверку производят по схемам рисунка 6. Соответственно производят изменение оперативного тока для проверки включения или отключения.

Обработка данных, полученных при испытаниях.

Первичные записи рабочей тетради должны содержать следующие данные:

- дату измерений.
- температуру окружающего воздуха
- наименование, тип, заводской номер оборудования
- номинальные данные объекта испытаний
- результаты испытаний
- результаты внешнего осмотра
- используемую схему

Все данные испытаний сравниваются с требованиями НТД и на основании сравнения выдаётся заключение о пригодности объекта к эксплуатации.

На основе полученных данных времени срабатывания расцепителей автоматических выключателей и образцовых времятоковых характеристик для данных типов автоматов производится построение индивидуальной времятоковой кривой для конкретного автоматического выключателя (или группы, если автоматические выключатели группы примерно соответствуют друг другу).

На рисунке 7 показаны принципы построения индивидуальной времятоковой характеристики автоматического выключателя на основе образцовой. На образцовой характеристике по оси времени откладывается полученное значение при испытании зависимого (максимального расцепителя) расцепителя автоматического

Время-токовые характеристики с холодного состояния выключателя на 31,5А и 63А

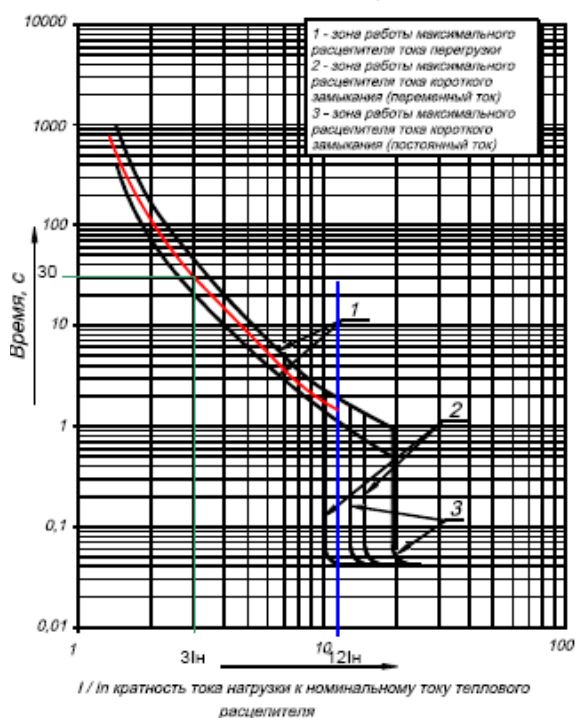


Рисунок 7. Построение индивидуальной время-токовой характеристики автоматического выключателя типа ВА 57-31 с уставкой электромагнитного расцепителя 12In.

выключателя. На рисунке условно принято время срабатывания в 30 секунд. От полученной точки на кривой откладывают линии параллельные образцовым для данного автомата – полученная кривая и будет являться индивидуальной для данного автоматического выключателя.

Требования к квалификации персонала.

Испытания производит специально обученный персонал электролаборатории в соответствии с требованиями правил техники безопасности

Требования к безопасности выполняемых работ.

Работа должна выполняться в соответствии с инструкцией по охране труда.