

ОПОРНЫЙ КОНСПЕКТ

по учебному предмету
«Специальная технология»

АВТОМАТИЧЕСКИЕ
ВЫКЛЮЧАТЕЛИ
ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ СВЕРХТОКОВ
СЕРИИ
ВА 47-63



Опорный конспект по учебному предмету «СПЕЦИАЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ»

(Тема «Техническое обслуживание и ремонт пускорегулирующей аппаратуры»)

предназначены для подготовки рабочих кадров
по квалификации

4-02-0712-01-01 «Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования» – 2, 3, 4-й разряды.

Рекомендуется для использования преподавателями, мастерами производственного обучения при организации и проведении теоретических и практических занятий; учащимися для изучения учебного материала самостоятельно

СОДЕРЖАНИЕ

Содержание	1
Общие сведения.....	2
Описание и назначение	2
Функции выключателя	2
Область применения.....	2
Исполнения	2
Структура условного обозначения	3
Технические характеристики	4
Время-токовые характеристики.....	5
Коэффициент пересчета номинального тока выключателей в зависимости от температуры окружающей среды.....	5
Маркировка	6
Устройство и работа	7
Принцип работы	8
Типовые схемы подключения.....	9
Подключение дополнительных устройств.....	9
Особенности эксплуатации и монтажа	10
Монтаж выключателей.....	10
Присоединение	10
Техническое обслуживание и ремонт	11
Сроки и порядок проведения.....	11
Порядок установки автоматического выключателя.....	12
Консервация автоматического выключателя	12
Требования по охране труда	13
Приложения	15
Приложение 1. Время-токовые характеристики.....	15
Приложение 2. Характеристика срабатывания от сверхтоков.....	18
Приложение 3. Применение выключателей в распределительных устройствах.....	19
Приложение 4. Устройство выключателей	21

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

ОПИСАНИЕ И НАЗНАЧЕНИЕ

Выключатели автоматические серии ВА 47-63 являются механическими коммутационными аппаратами и применяются для оперативных включений и отключений в электрических сетях переменного тока, а также защиты от токов перегрузки и коротких замыканий (сверхтоков) в жилых и общественных сооружениях.

ФУНКЦИИ ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ

Автоматические выключатели ВА 47-63 применяются в административных, промышленных и жилых сооружениях:

- ✓ проведение тока в нормальном режиме;
- ✓ оперативное управление участками электрических цепей;
- ✓ защита от токов перегрузки и короткого замыкания;
- ✓ в качестве основного элемента системы конечного распределения.

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Основная область применения выключателей:

- ✓ распределительные щиты (РЩ);
- ✓ групповые щитки (квартирные и этажные);
- ✓ отдельные потребители электроэнергии.

ИСПОЛНЕНИЯ

Одно-, двух-, трех- и четырехполюсные.

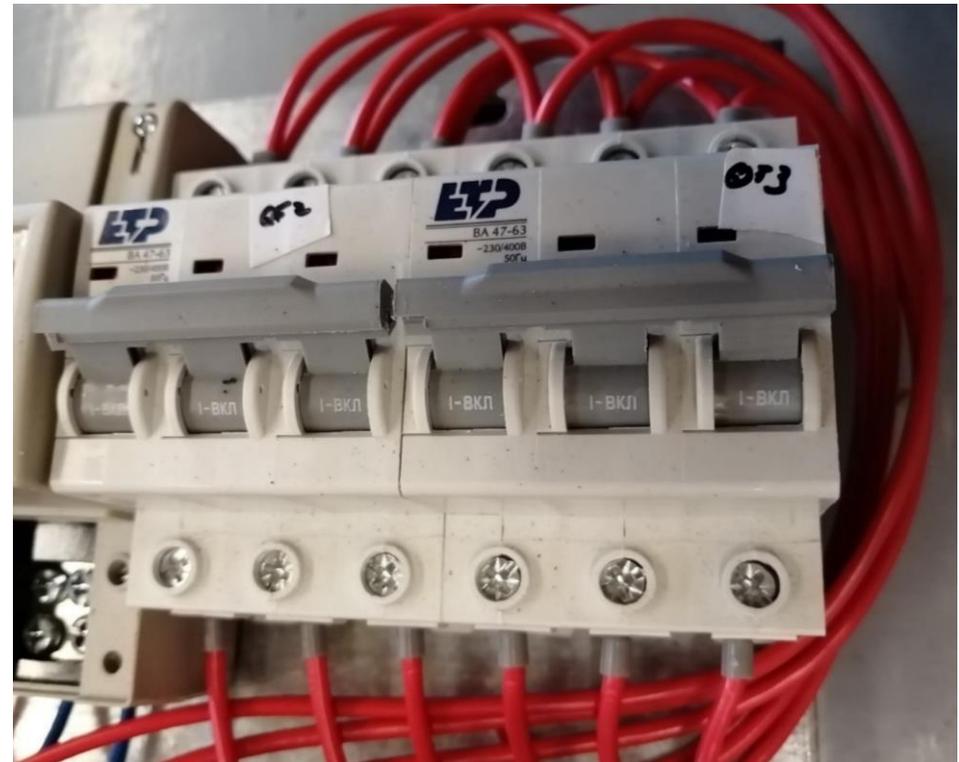


Рисунок 1. Внешний вид трехполюсного автоматического выключателя ВА47-63

СТРУКТУРА УСЛОВНОГО ОБОЗНАЧЕНИЯ

На рисунке (см.

Рисунок 2) приведена примерная структура условного обозначения АВ.



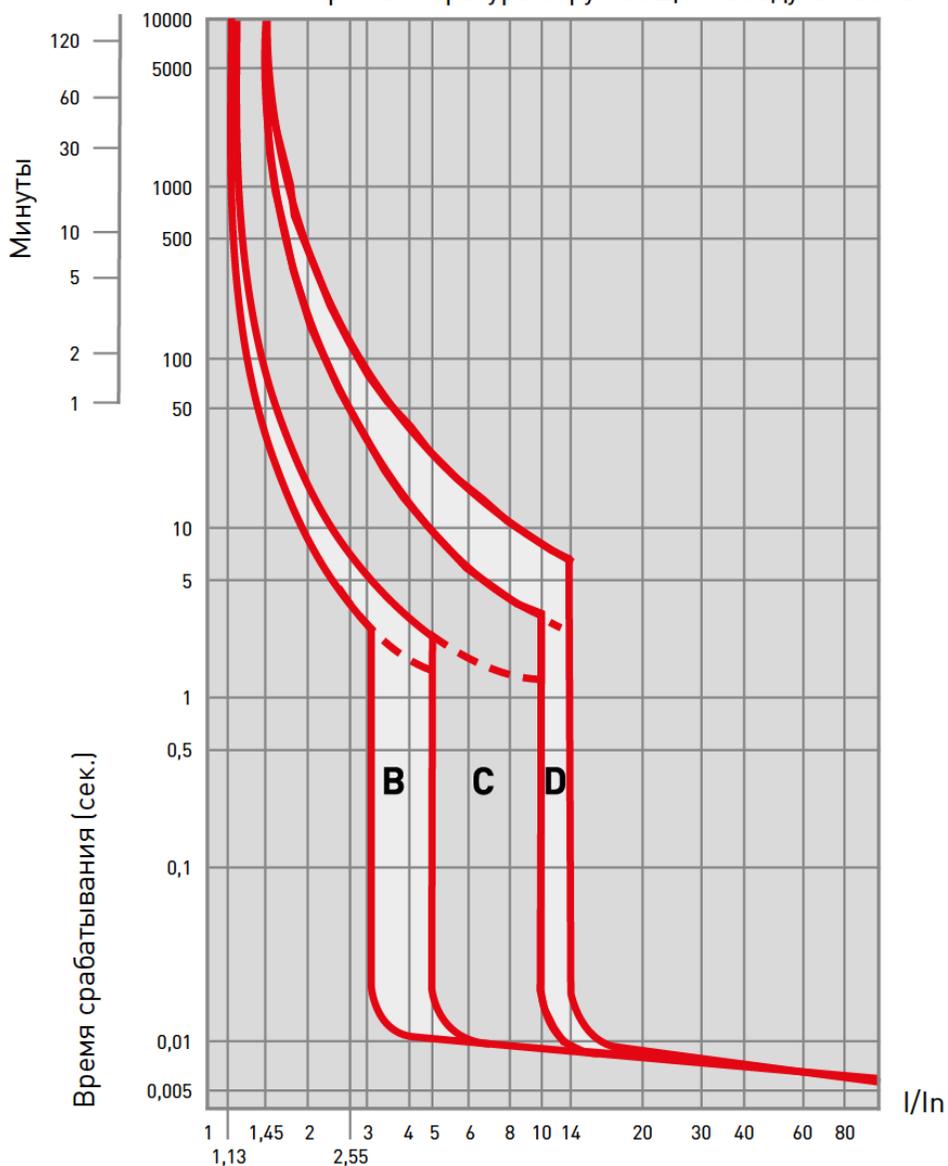
Рисунок 2. Структура условного обозначения

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Параметры	Значения
Номинальное напряжение U_e , В	230 / 400
Частота f_n , Гц	50
Количество полюсов	1, 2, 3, 4
Номинальный ток I_n , А	0,5; 0,8; 1; 1,6; 2; 2,5; 3; 4; 5; 6; 8; 10; 16; 20; 25; 32; 40; 50; 63
Импульсное выдерживаемое напряжение, кВ	4
Электромагнитный расцепитель Тип характеристики отключения	B, C, D (см. Приложение 1. Время-токовые характеристики)
Тепловой расцепитель. Если температура окружающей среды отличается от 30°C, то номинальный ток выключателя необходимо умножить на коэффициент, приведенный на рис. 2	при $I=1,13I_n$, $t_{cp} > 1$ ч. без расцепления при $I=1,45I_n$, $t_{cp} < 1$ ч. расцепление при $I=2,55I_n$, $1c < t_{cp} < 60c$ (для $I_n < 32A$); $1c < t_{cp} < 120c$ (для $I_n > 32A$) расцепление
Номинальная отключающая способность, I_{cp} , А	4500/6000
Механическая износостойкость, циклов	20 000
Коммутационная износостойкость, циклов	10 000
Климатическое исполнение и категория размещения	УХЛ 4
Минимальное сечение присоединяемых кабелей, не менее, мм ²	1
Максимальное сечение присоединяемых медных кабелей, не более, мм ²	25

ВРЕМЯ-ТОКОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

При температуре окружающего воздуха +30 °С



(см. Приложение 1. Время-токовые характеристики)

Время-токовые характеристики выключателей представлены на рисунке слева.

Пунктирная линия - верхняя граница время-токовой характеристики для автоматических выключателей с номинальным током $I_n < 32$ А.

КОЭФФИЦИЕНТ ПЕРЕСЧЕТА НОМИНАЛЬНОГО ТОКА ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

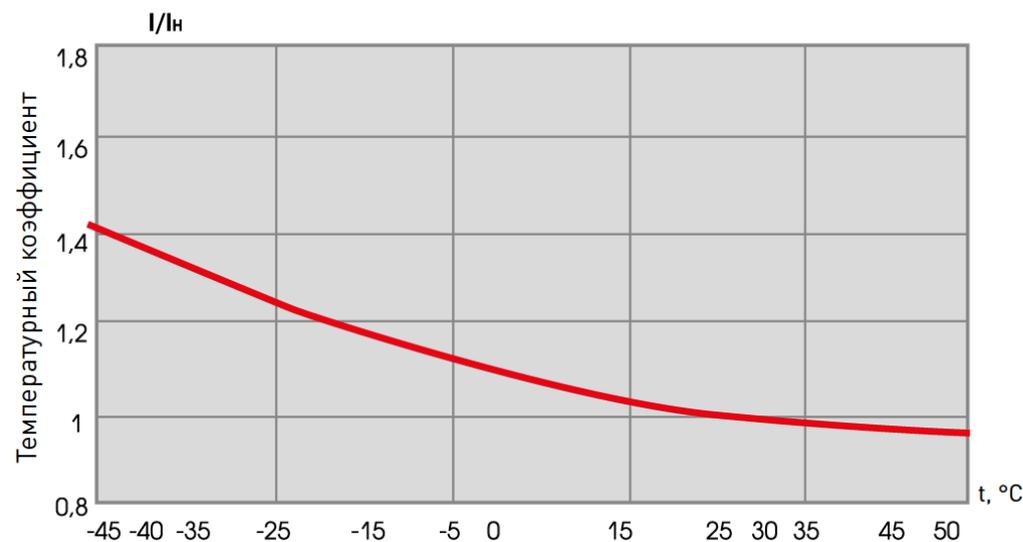
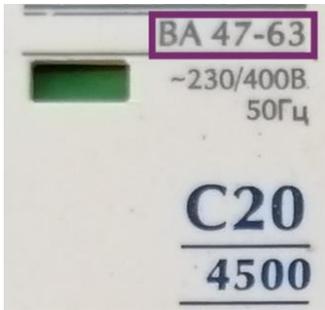


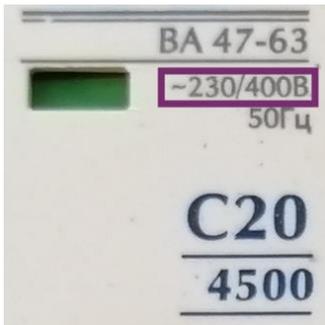
Рисунок 3. Изменения коэффициента

МАРКИРОВКА

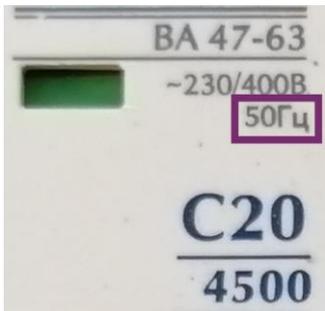
См. ЭП 



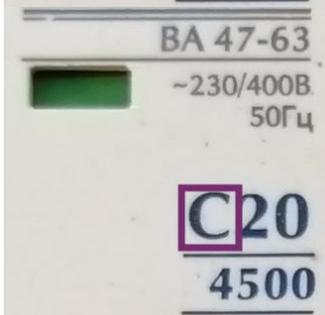
Серия автоматического выключателя, условное обозначение



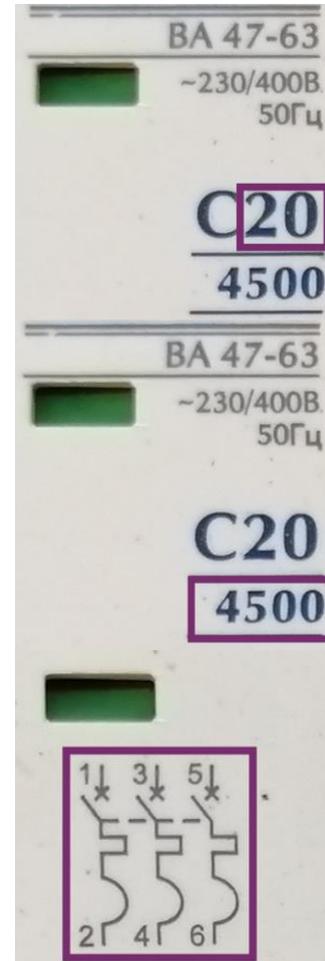
Номинальное напряжение — напряжение переменного тока (знак ~), при котором аппарат работает в нормальных условиях



Частота сети переменного тока,
Гц



Время-токовая характеристика срабатывания – диапазон срабатывания электромагнитной защиты



Номинальный ток – базовое значение тока, в сравнении с которым происходят защитные действия выключателя по превышению тока нагрузки

Предельная коммутационная способность (ПКС) – это максимальный ток короткого замыкания, который выключатель сможет отключить и остаться при этом работоспособным

Электрическая схема

УСТРОЙСТВО И РАБОТА

Составные части автоматического выключателя (см. ЭП  и Приложение 4. Устройство выключателей):

- ✓ корпус;
- ✓ зажимы для присоединения внешних проводников;
- ✓ механизм свободного расцепления;
- ✓ контактная система;
- ✓ дугогасительное устройство;
- ✓ индикатор положения контактов;
- ✓ механизм взвода;
- ✓ электромагнитный и тепловой максимальные расцепители тока.

Каждый полюс выполнен в виде моноблока. Полюса собраны в пакеты в зависимости от исполнения автомата. Рукоятки управления всех полюсов механически связаны между собой (превышение температуры рукоятки управления относительно температуры окружающей среды не более 40°C).

Коммутационное положение выключателя указывается положением его ручки (см. Рисунок 4):

- ✓ включенное положение - **знаком «I» или «Вкл»;**
- ✓ отключенное положение - **знаком «O» или «Выкл».**

Отключение выключателя при перегрузках, коротких замыканиях происходит независимо от того, удерживается ли ручка во включенном положении или нет.

ПРИНЦИП РАБОТЫ



Рисунок 4. Коммутационное положение выключателя «Вкл»

При перегрузках в защищаемой цепи протекающий ток нагревает биметаллическую пластину. При нагреве пластина изгибается и воздействует на рычаг свободного расцепления.

При коротком замыкании в защищаемой цепи ток, протекающий через катушку электромагнита АВ, многократно возрастает, соответственно, возрастает магнитное поле, которое перемещает сердечник, воздействующий на рычаг свободного расцепления.

Контактная система состоит из подвижного и неподвижного контактов. В обоих случаях подвижный контакт отходит от неподвижного, в результате происходит разрыв цепи, а дугогасящая система обеспечивает эффективное затухание процессов, происходящих в воздушном промежутке между контактами при отходе подвижного контакта от неподвижного.

ТИПОВЫЕ СХЕМЫ ПОДКЛЮЧЕНИЯ

Количество полюсов			
1P	2P	3P	4P
<p>1</p> <p>2</p>	<p>1 3</p> <p>2 4</p>	<p>1 3 5</p> <p>2 4 6</p>	<p>1 3 5 7</p> <p>2 4 6 8</p>

ПОДКЛЮЧЕНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

(см. опорный конспект «Автоматические выключатели для защиты от сверхтоков серий ВА47-29 и ВА47-100» подраздел «Дополнительное оборудование» )

К автоматическому выключателю можно присоединить дополнительные устройства:

- ✓ установка аварийного контакта АК-47 (отверстие слева);
- ✓ установка блок-контакта БК-47 (отверстие слева);
- ✓ установка расцепителя мин. и макс. напряжения РММ-47 (отверстие справа);
- ✓ установка расцепителя независимого РН-47 (отверстие справа).

ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ И МОНТАЖА

МОНТАЖ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ

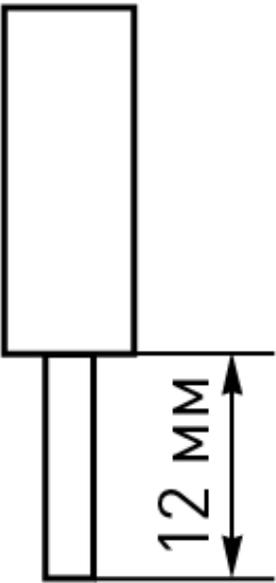
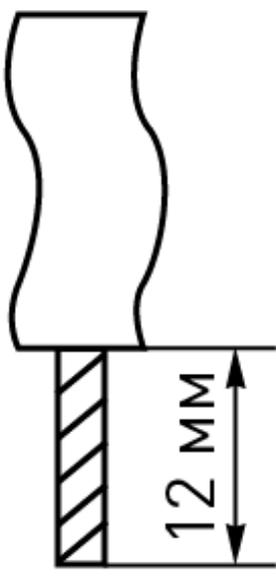
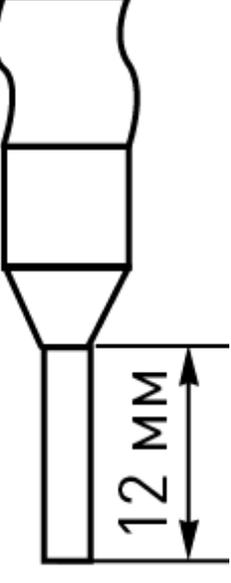
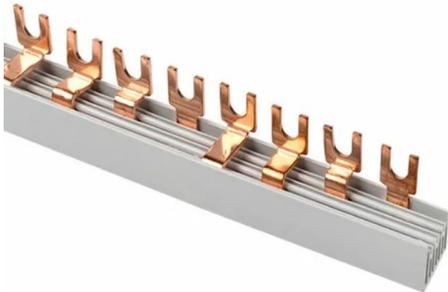
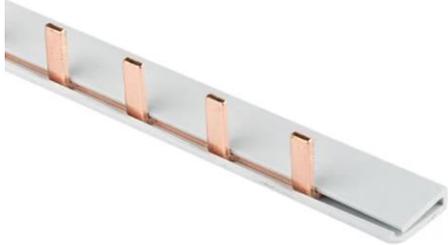
Возможна коммутация алюминиевым и медным проводом. При этом не допускается одновременное присоединение к одному зажиму медных и алюминиевых проводников.

Выключатели допускают подвод напряжения от источника питания как со стороны выводов 1,3, 5, 7, так и со стороны выводов 2, 4, 6, 8.

Выключатели крепятся на DIN-рейку 35 мм.

Момент затяжки винтов: не более 2,5 Н·м для медных проводов; не более 2,2 Н·м для токопроводящих жил из алюминиевых сплавов 8000 серии.

ПРИСОЕДИНЕНИЕ

Проводник			DIN-рейка	Шина соединительная «PIN» и «FORK»	
Жесткий	Гибкий	С наконечником			
					«FORK»
					«PIN»

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ

Сроки и порядок проведения

Выключатели не требуют специального обслуживания в процессе эксплуатации.

Рекомендуется один раз в 6 месяцев подтягивать контактные винтовые зажимы, давление которых со временем ослабевает из-за циклических изменений температуры окружающей среды и пластической деформации металла зажимаемых проводников.

Сроки: при нормальных условиях эксплуатации необходимо проводить осмотр выключателей **один раз в год**.

При осмотре производится:

- ✓ удаление пыли и грязи;
- ✓ проверка надежности крепления выключателей к DIN-рейке;
- ✓ проверка затяжки винтов крепления токопроводящих проводников;
- ✓ включение и отключение выключателей без нагрузки;
- ✓ проверка работоспособности выключателей в составе аппаратуры при проверке ее на функционирование при рабочих режимах.

При срабатывании ВА47-63 его рукоятка управления перемещается в положение «Выкл». Для включения ВА47-63 следует перевести его рукоятку управления в положение «Вкл».

Следует иметь в виду, что ВА47-63 имеет механизм свободного расцепления контактов. Это означает, что при наличии токов короткого замыкания в защищаемой цепи контакты ВА47-63 будут автоматически размыкаться, и несмотря на то, что в данном промежутке времени еще продолжается ручное оперирование на его включение.

При отключении выключателя при коротких замыканиях повторное включение производится после устранения причин, вызвавших короткое замыкание.

Рекомендуемая периодичность проверки время-токовых характеристик, параметров изоляции, а также проведения испытания повышенным напряжением промышленной частоты — **один раз в четыре года с момента ввода в эксплуатацию**.

Выключатели, имеющие внешние механические повреждения, эксплуатировать запрещено.

При выявлении отклонений параметров ВА47-63 от параметров, указанных в паспорте, он подлежит выводу из эксплуатации. Выключатели в условиях эксплуатации **неремонтопригодны**. При обнаружении неисправности выключатели подлежат замене.

Порядок установки автоматического выключателя

Перед установкой выключателя необходимо проверить:

- 1 – соответствие исполнения выключателя предназначенному к установке;
- 2 – внешний вид, отсутствие повреждений;
- 3 – четкость включения и отключения вручную и одновременно изменение состояния цвета индикатора.

Выключатели устанавливаются в распределительных щитах со степенью защиты не ниже IP30 по ГОСТ-14254 на стандартных 35 мм рейках.

Напряжение от источника питания подводится к выводу со стороны маркировки знака «I».

Затяжка винтов крепления токоподводящих проводников должна производиться с крутящим моментом $2 \pm 0,4$ Н·м.

Консервация автоматического выключателя

Должна осуществляться в следующей последовательности:

- 1 – Отключите напряжение питания ВА47-63 и отсоедините внешние проводники с использованием специального инструмента.
- 2 – Демонтируйте ВА47-63 с DIN-рейки.
- 3 – Извлеките его из корпуса (оболочки) (при необходимости).
- 4 – Нанесите на все винтовые зажимы тонкий слой защитной смазки.

В качестве защитной смазки рекомендуется использование вазелина КВ-3/10Э, смазки ЦИАТИМ-221. Допускается использование любой другой смазки, которая по своим характеристикам не хуже выше указанных.

- 5 – При сохранности упаковки — поместите ВА47-63 в нее. В случае отсутствия упаковки поместите изделие в сухой полиэтиленовый пакет, завяжите его.

ВА47-63 в полиэтиленовом пакете храните в помещении с естественной вентиляцией; в сухом, защищенном от воздействия солнечных лучей месте при температуре окружающего воздуха от минус 45°С до плюс 50°С и относительной влажности не более 60-70%.

Повторный ввод ВА47-63 в эксплуатацию следует осуществлять в соответствии с рекомендациями, изложенными выше.

Запрещается повторный ввод в эксплуатацию ВА47-63 без проверки время-токовых характеристик, а также контроля параметров изоляции и проведения испытаний повышенным напряжением промышленной частоты.

ТРЕБОВАНИЯ ПО ОХРАНЕ ТРУДА

Монтаж, подключение, демонтаж и повторный ввод в эксплуатацию выключателей должны производиться в соответствии с действующими нормативно-правовыми актами, «Руководств по эксплуатации» и осуществляться только квалифицированным электротехническим персоналом при помощи специального инструмента.

Использовать выключатель следует только по назначению.

Требования к условиям прокладки подключаемых проводов, кабелей, шин должны также соответствовать действующим нормативно-правовым актам и техническим условиям для соответствующих видов проводников.

Возможность использования выключателей в условиях, отличных от указанных в руководстве по эксплуатации, должна согласовываться с изготовителем.

При эксплуатации ВА47-63 и установок с ВА47-63 пользуйтесь только исправным инструментом.

При проведении монтажных и пусконаладочных работ следует соблюдать правила пожарной безопасности.

При монтаже ВА47-63:

- ✓ не допускается персонал, не прошедший инструктаж по охране труда;
- ✓ совместно с расцепителями и контактами состояния следует использовать инструкцию по монтажу, приведенную в паспортах на каждое конкретное устройство;
- ✓ в установку необходимо принимать во внимание требования «Инструкции по монтажу вспомогательных цепей».

Не используйте провода с нарушенной изоляцией. Примите немедленные меры к их замене.

Не допускается присоединение двух проводников к одному выводу при сечении одного из них не менее 25 мм².

По способу защиты от поражения электрическим током выключатель соответствует классу защиты «0» и должны устанавливаться в оборудование, имеющее класс защиты не ниже 1.

Эксплуатация выключателей должна производиться в нормальных условиях относительно опасности трекинга при отсутствии электропроводящей пыли, агрессивной среды, разрушающей контакты.

Эксплуатация ВА47-63 связана с протеканием номинальных токов, опасных для жизни.

Монтаж и осмотр выключателей должен производиться при снятом напряжении. Не производите осмотр, монтаж-демонтаж изделия при наличии на его выводах напряжения.

Имейте в виду, что в случае срабатывания ВА47-63 либо его преднамеренного отключения с помощью рукоятки управления, видимого разрыва цепи не происходит. Поэтому, **в случае проведения каких-либо работ, связанных с обесточиванием электроустановки при помощи ВА47-63**, убедитесь в отсутствии электрического напряжения в цепях после аппарата.

При обнаружении любой неисправности или повреждения ВА47-63 (наличие любых признаков пробоя изоляции или подозрение на пробой и нарушение целостности изоляции) обесточьте электроустановку при помощи устройства, обеспечивающего предыдущую ступень защиты электроустановки.

При этом необходимо убедиться в отсутствии напряжения за этим устройством в том случае, если оно не обеспечивает видимый разрыв цепи, а также на выводах ВА47-63.

При работе в электроустановках с ВА47-29 убедитесь в непрерывности контура защитного заземления (зануления).

При периодическом подтягивании винтов винтовых зажимов при наличии специального оборудования или инструмента с электрической прочностью изоляции не менее 600В допускается не проводить отключение ВА47-63 от питающей цепи.

При отсутствии такого оборудования или инструмента с указанной электрической прочностью изоляции необходимо обесточить установку при помощи устройства, обеспечивающего предыдущую ступень защиты электроустановки. При этом необходимо убедиться в отсутствии напряжения за этим устройством в том случае, если оно не обеспечивает видимый разрыв цепи, а также на выводах ВА47-63.

ВНИМАНИЕ! Повторный ввод в эксплуатацию ВА47-63 допускается в течение всего срока службы неограниченное количество раз при условии проведения внешнего осмотра и проверки времятоковых характеристик, как на токе перегрузки, так и сверхтоке, а также контроля параметров изоляции.

При этом время между соседними вводами в эксплуатацию не должно превышать полугода при соблюдении условий хранения и консервации.

Выключатели являются неремонтопригодными изделиями и при выходе из строя подлежат утилизации. АВ не наносят ущерба окружающей среде в процессе всего своего жизненного цикла при соблюдении местных правил утилизации отходов.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1. ВРЕМЯ-ТОКОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Характеристика срабатывания от сверхтоков, тип	Диапазон	Область применения	Время-токовые рабочие характеристики срабатывания
В	От $3I_n$ до $5I_n$ включительно	Применяют в сетях с небольшим либо отсутствующим пусковым повышением тока: электроприборы, освещение	<p>График время-токовых характеристик срабатывания для типа В. Ось Y: Время расцепления, сек (логарифмическая шкала от 0.001 до 10000). Ось X: I / I_n (логарифмическая шкала от 0.5 до 200). Две кривые показывают время срабатывания, которое резко падает при увеличении тока и стабилизируется на уровне около 0.01-0.02 секунды при $I / I_n > 5$.</p>

Характеристика срабатывания от сверхтоков, тип	Диапазон	Область применения	Время-токовые рабочие характеристики срабатывания
C	От 5In до 10In включительно	Рекомендуется к установке в сетях со смешанной нагрузкой, предполагающей умеренные пусковые токи: электроприборы, освещение, офисные помещения	<p style="text-align: center;">I / I_n</p>

Характеристика срабатывания от сверхтоков, тип	Диапазон	Область применения	Время-токовые рабочие характеристики срабатывания
D	От $10I_n$ до $20I_n$ включительно	Обычно применяется для подключения электродвигателей, имеющих большие пусковые токи: приборы и оборудование с асинхронными двигателями с прямым включением (подъемные механизмы, насосы, промышленные вентиляторы) и др.	<p>The graph shows the time-current characteristics for type D circuit breakers. The vertical axis represents time t in seconds, ranging from 0.001 to 10000 on a logarithmic scale. The horizontal axis represents current I in multiples of nominal current I_n, ranging from 0.5 to 200 on a logarithmic scale. Two curves are plotted: the upper curve corresponds to a trip current of $10I_n$ and the lower curve to $20I_n$. Both curves show a characteristic inverse relationship between current and time, with a sharp vertical drop at the trip current value, indicating instantaneous tripping at that point.</p>

ПРИЛОЖЕНИЕ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА СРАБАТЫВАНИЯ ОТ СВЕРХТОКОВ

Характеристика срабатывания от сверхтоков, тип	Тип расцепителя	Начальное состояние	Испытательный ток		Пределы времени расцепления или нерасцепления	Требуемые результаты
			переменный	постоянный		
В, С, D	Тепловой расцепитель	Холодное	1,13 I _n		t _{ср} ≥ 1 ч	Без расцепления (при I _n ≤ 63A)
		горячее*	1,45 I _n		t _{ср} < 1 ч	Расцепление (при I _n ≤ 63A)
		Холодное	2,55 I _n		1 с < t _{ср} < 60с	Расцепление (при I _n ≤ 32A)
			1 с < t _{ср} < 120с	Расцепление (при I _n > 32A)		
В	Электромагнитный расцепитель	Холодное	3I _n	4I _n	0,1 с < t _{ср} < 45 с	Расцепление (при I _n ≤ 32A)
						Расцепление (при I _n ≤ 32A)
С		Холодное	5I _n	7I _n	t _{ср} < 0,1 с	Расцепление
					t _{ср} < 0,1 с	Расцепление (при I _n ≤ 32A)
					0,1 с < t < 30 с	Расцепление (при I _n > 32 A)
D		Холодное	10I _n	15I _n	t _{ср} < 0,1 с	Расцепление
					0,1 с < t < 15 с	Расцепление (при I _n < 32 A)
					0,1 с < t < 30 с	Расцепление (при I _n > 32 A)
			15I _n	t _{ср} < 0,1 с	расцепление	

* испытание проводится сразу после нагружения током, равным 1,13 I_n

Примечания.

1. Термин «холодное» означает, что без предварительного пропускания тока.
2. Условные токи нерасцепления 1,13 I_n и расцепления 1,45 I_n проверяются при пропускании тока через все полюса выключателя соединенные последовательно, начиная с холодного состояния

Приложение 3. ПРИМЕНЕНИЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВАХ

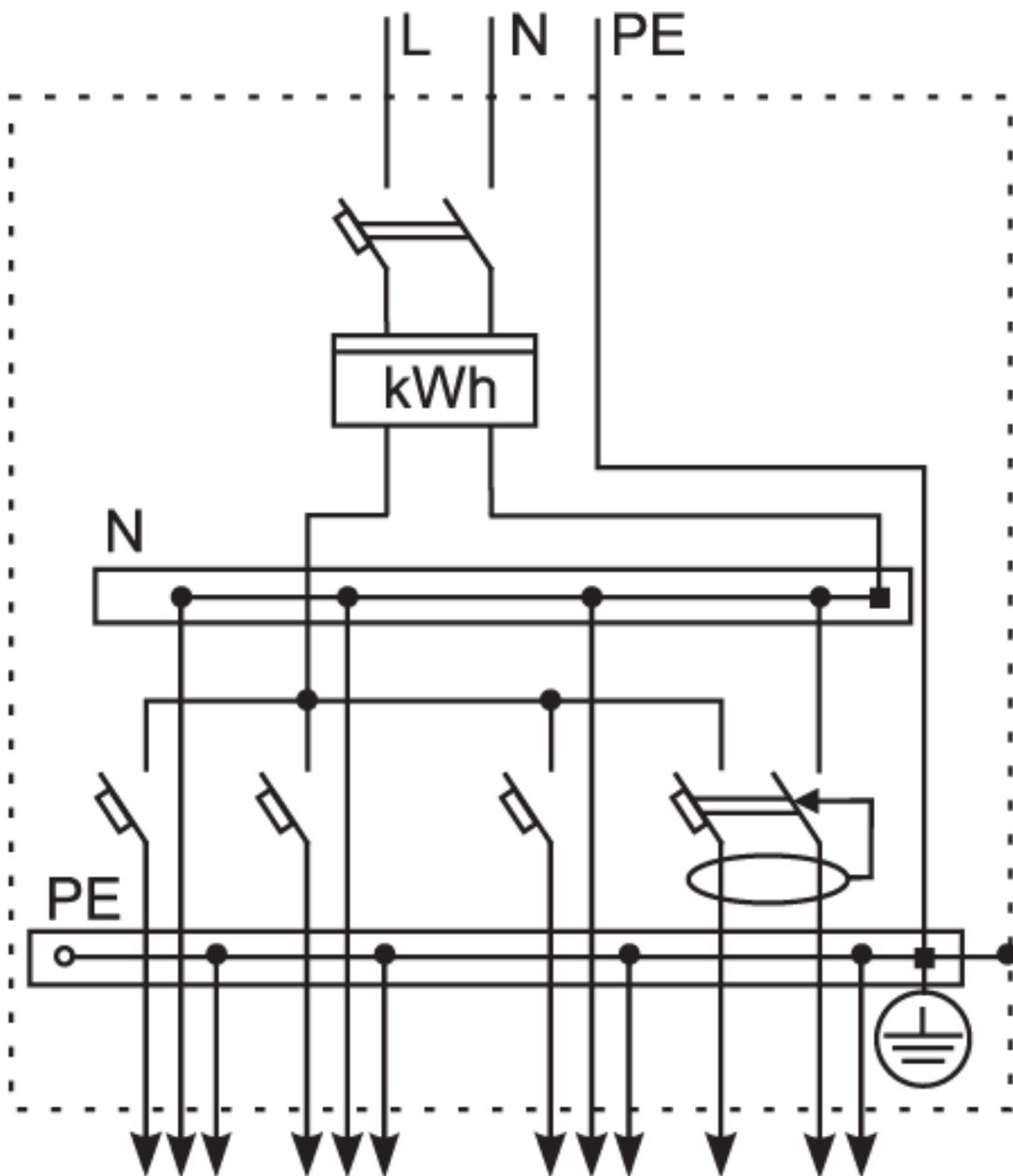


Схема квартирного учетно-группового щитка, присоединенного к однофазной трехпроводной питающей сети

Примечание: В данной схеме в качестве аппаратов защиты предлагается применять автоматический выключатель дифференциального тока со встроенной защитой от сверхтоков АД12 или АД2 и автоматический выключатель ВА47-63.

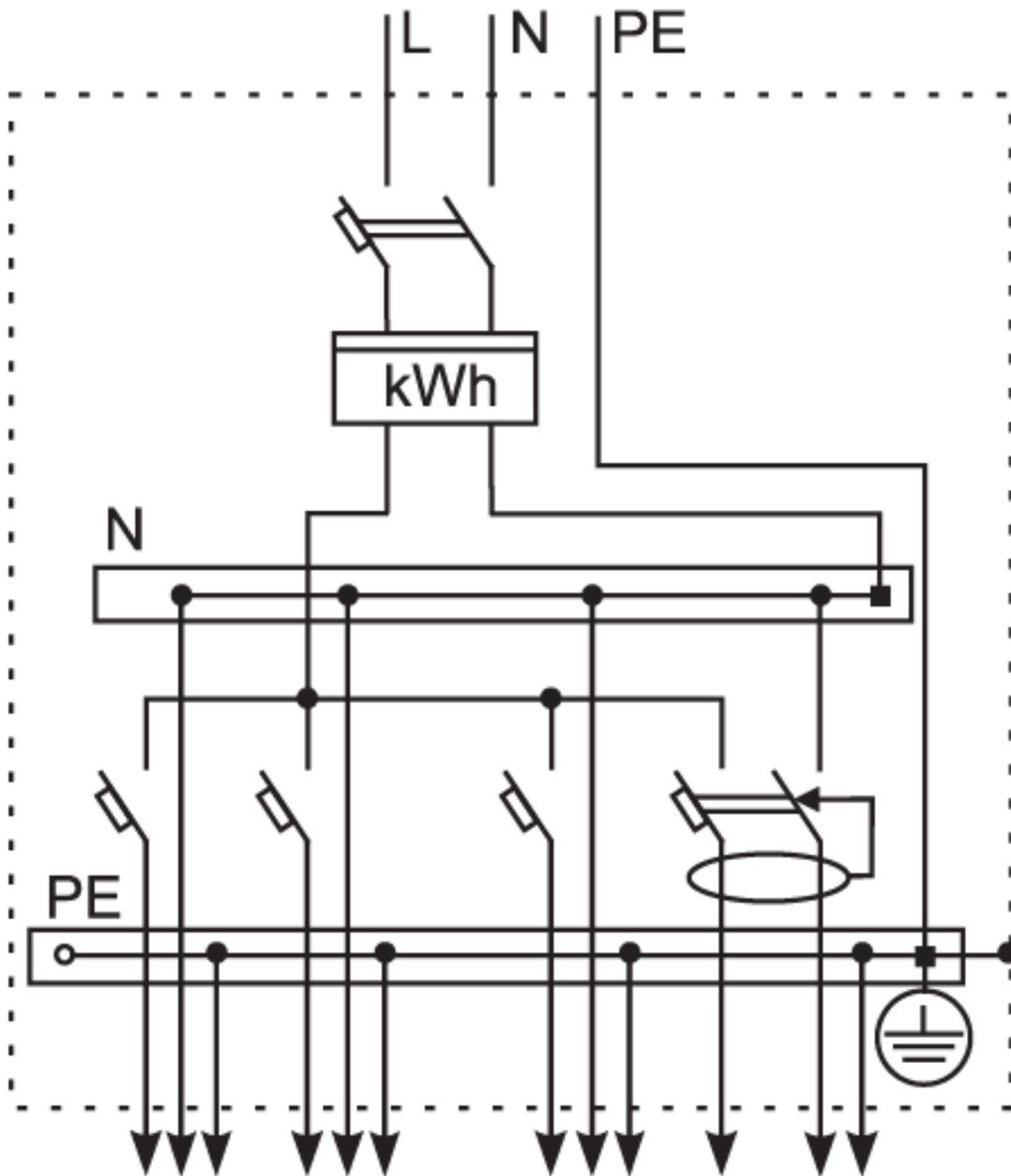
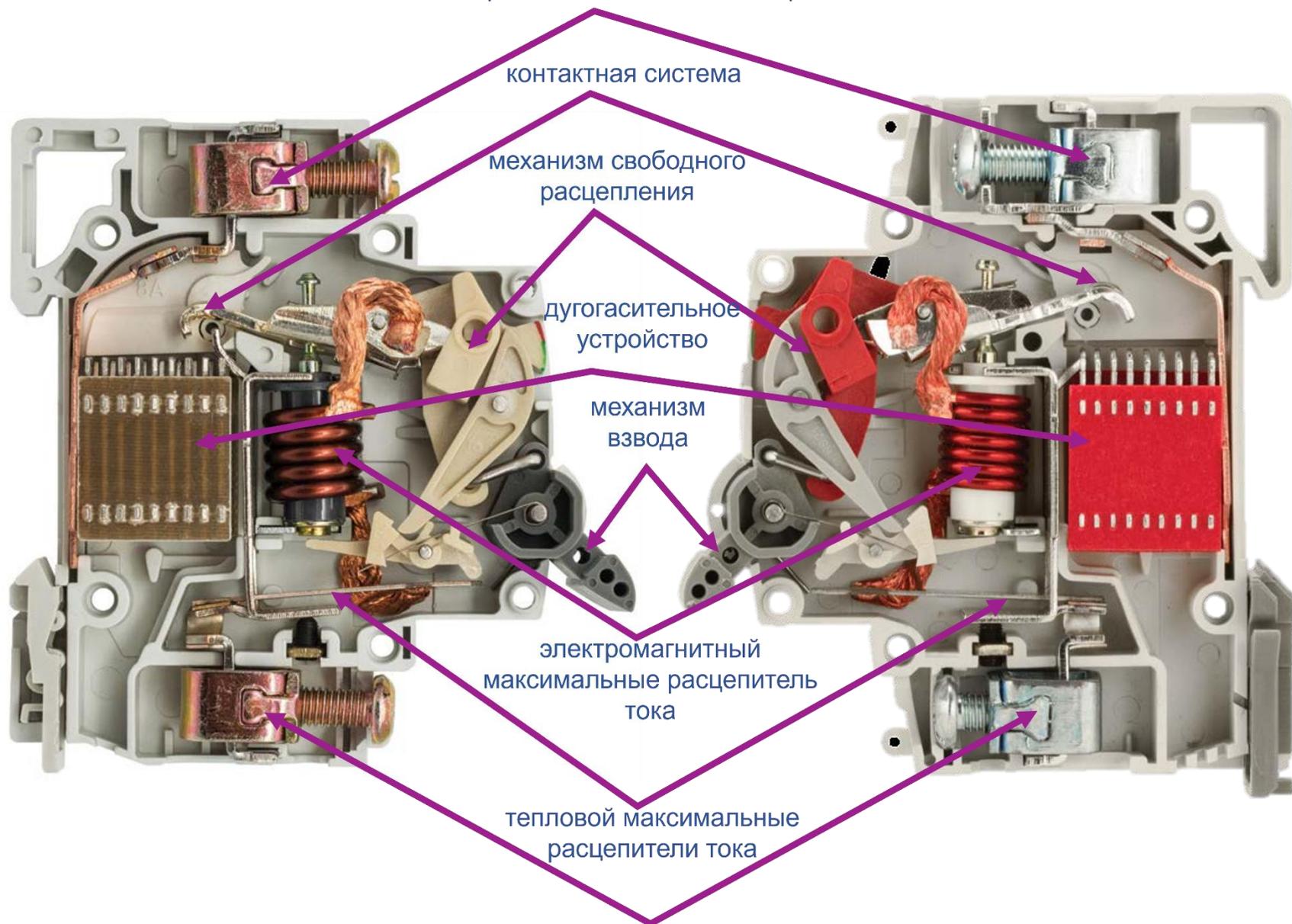


Схема квартирного учетно-группового щитка (для коттеджа)

Примечание: В данной схеме в качестве аппаратов защиты предлагается применять выключатели дифференциального тока без встроенной защиты от сверхтоков ВД1-63 (УЗО), автоматические выключатели дифференциального тока со встроенной защитой от сверхтоков АД12 или АД2 и автоматические выключатели для защиты от сверхтоков ВА47-63.

Приложение 4. Устройство выключателей

зажимы для присоединения внешних проводников



зажимы для присоединения внешних проводников

Слева – ВА47-63 6 кА, справа – ВА47-63 4,5 кА