Библиотека СОК

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

А.В. Кабышев, Е.В. Тарасов

НИЗКОВОЛЬТНЫЕ АВТОМАТИЧЕСКИЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ

*Рекомендовано в качестве учебного пособия
Редакционно-издательским советом
Томского политехнического университета*

Издательство
Томского политехнического университета
2011

УДК 621.316.542.027 (075.8)
ББК 31.264я73
К12

Кабышев А.В.

К12 Низковольтные автоматические выключатели: учебное пособие / А.В. Кабышев, Е.В. Тарасов; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 346 с.

В пособии приведены теоретические основы отключения цепи с током автоматическими выключателями, общие сведения об автоматах, их параметры и защитные характеристики. Справочный материал пособия позволяет подобрать защитную аппаратуру, обеспечивающую требуемую нормативными документами чувствительность и быстродействие защиты, селективность ее работы в низковольтных распределительных сетях системы электроснабжения. Приводятся сведения о влиянии температуры окружающей среды на рабочий ток тепловых расцепителей автоматов.

Предназначено для студентов, обучающихся по направлению 140400 – «Электроэнергетика и электротехника» (включая магистерскую программу «Оптимизация развивающихся систем электроснабжения»), специальности 140211 – «Электроснабжение».

УДК 621.316.542.027 (075.8)
ББК 31.264я73

Рецензенты

Технический директор ОАО
«Томский электроламповый завод»
А.И. Прудников

Заместитель начальника отдела перспективного развития
ООО «Горсети», г. Томск
Т.Н. Кирилова

© ГОУ ВПО НИ ТПУ, 2011
© Кабышев А.В., Тарасов Е.В., 2011
© Обложка. Издательство Томского
политехнического университета, 2011

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 4

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОМАТИЧЕСКИХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЯХ 5
   1.1. Назначение, классификация, основные элементы 5
   1.2. Взаимодействие между основными элементами автоматических выключателей 8
   1.3. Отключение цепи с током автоматическими выключателями 12
   1.4. Параметры и характеристики автоматических выключателей 15

2. АВТОМАТИЧЕСКИЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ СЕРИИ *ВА* 22
   2.1. Выключатели с полупроводниковыми или электронными расцепителями 22
   2.2. Выключатели с электромагнитными и тепловыми расцепителями и дополнительными устройствами 127
   2.3. Характеристики токоограничения автоматических выключателей серии ВА 258

3. ВЫКЛЮЧАТЕЛИ АВТОМАТИЧЕСКИЕ СЕРИИ «*ЭЛЕКТРОН*» 262

4. АВТОМАТИЧЕСКИЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ СЕРИИ *АВ2М* 286

5. АВТОМАТИЧЕСКИЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ СЕРИИ *А37* 295

6. МОДУЛЬНЫЕ АВТОМАТИЧЕСКИЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ *ВМ* 310

7. АВТОМАТИЧЕСКИЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ СЕРИИ *АК50Б* 320

8. АВТОМАТИЧЕСКИЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ СЕРИИ *АП50Б* 323

9. ТРЕХПОЛЮСНЫЕ АВТОМАТИЧЕСКИЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ СЕРИИ *АЕ20* 329

Библиографический список 337
Приложение 1 338
Приложение 2 344

ВВЕДЕНИЕ

В соответствии с правилами устройства электроустановок (ПУЭ) седьмого издания электрическая сеть напряжением до 1000 В должна иметь быстродействующую защиту от токов короткого замыкания, обеспечивающую требуемую чувствительность и по возможности селективное отключение поврежденного участка. Время отключения определяется фазным напряжением сети [1]. Существовавшие до 2003 года нормы проверки защитной аппаратуры (ПУЭ шестого издания) были основаны на невременном критерии, они требовали обеспечения определенной кратности тока КЗ по отношению к номинальным токам плавких вставок предохранителей и расцепителей автоматических выключателей. Такая проверка устанавливала степень надежности отключения повреждения, но не гарантировала быстрого их отключения. Медицинскими исследованиями установлено, что степень воздействия электрического тока на человека и животных зависит не только от величины напряжения, но и от продолжительности его воздействия. Результаты этой работы и нашли отражение в требованиях ПУЭ седьмого издания.

Обеспечение быстродействия и селективности работы аппаратуры в системах электроснабжения объектов базируется на информации о времятоковых характеристиках расцепителей аппаратов защиты. Здесь важны сведения и о их не стабильности: зависимости от температуры окружающей среды, от начальной температуры расцепителей, определяемой нагрузкой линии до отключения, о соотношении между временем срабатывания расцепителей и временем пуска или самозапуска электродвигателей.

Современный рынок электротехнического оборудования предлагает потребителю широкий спектр защитных аппаратов отечественного и зарубежного производства. Разработаны и внедрены новые типы аппаратов, способных отключать значительные рабочие и аварийные токи, ограничивать их максимальное значение, уменьшать их термическое и электродинамическое действие на защищаемые сети и аппаратуру. Для получения регулируемых защитных характеристик применяют выключатели с полупроводниковыми и электронными расцепителями. Разнообразие выпускаемых аппаратов защиты позволяет за счет координации защитных характеристик обеспечить их селективное срабатывание и быстродействие.

В пособии приводится справочная информация о параметрах и защитных характеристиках наиболее часто применяемых автоматических выключателей. Материал приложений ориентирован на решение частных инженерных задач по выбору аппаратов защиты. Для обеспечения быстродействия и селективного срабатывания аппаратов потребуется анализ материала уже по конкретным модификациям выключателей, который представлен в главах пособия. Более подробная информация об автоматических выключателях, отраженных в пособии серий, изложена в соответствующих источниках библиографического списка.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОМАТИЧЕСКИХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЯХ

1.1. Назначение, классификация, основные элементы

Автоматические выключатели (автоматы) предназначены для автоматического отключения электрических цепей при КЗ или ненормальных режимах (перегрузках, исчезновении или снижении напряжения), а также для нечастого включения и отключения токов нагрузки. В автоматах не применятся какой-либо специальной среды для гашения дуги. Дуга гасится в воздухе.

По числу полюсов автоматы бывают одно-, двух-, трех- и четырехполюсными, изготавливаются на токи до 6000 А при напряжении переменного тока до 660 В и постоянного до 1000 В. Отключающая способность достигает 200–300 кА. В аварийных ситуациях автоматы обеспечивают одновременное отключение всех трех фаз. По времени срабатывания ($t_{ср}$) различают:

- нормальные автоматические выключатели с $t_{ср} = 0{,}02–0{,}1$ с;
- селективные с регулируемой выдержкой времени до 1 с;
- быстродействующие с $t_{ср} \le 0{,}005$ с.

Селективные автоматические выключатели позволяют осуществить селективную защиту сетей установкой аппаратов с разными выдержками времени: наименьшей у потребителя и ступенчато возрастающей к источнику питания.

При КЗ и перегрузках выключатель отключается встроенным в него устройством релейной защиты, входной воздействующей величиной которого является ток. Это устройство называется *максимальным расцепителем*. Расцепитель контролирует заданный параметр защищаемой цепи и воздействует на расцепляющее устройство, отключающее автомат.

Наиболее распространенными расцепителями являются:

а) электромагнитные – для защиты от токов КЗ;

б) тепловые – для защиты от перегрузок;

в) комбинированные, совмещающие в себе электромагнитные и тепловые расцепители;

г) полупроводниковые, позволяющие ступенчато менять ряд характеристик.

Полупроводниковые расцепители имеют более стабильные параметры и удобны в настройке.

Если автомат не имеет максимальных расцепителей, то он используется только для коммутации цепей без тока.

Выключатели могут оснащаться дополнительными устройствами:

- нулевым или минимальным расцепителем, отключающим выключатель автоматически без выдержки времени при снижении напряжения соответственно до (0,1–0,35)·$U_{ном}$ и до (0,35–0,7)·$U_{ном}$ (напряжение срабатывания не регулируется, отсутствует возможность вводить замедление в действие защиты, что может быть причиной массовых отключений выключателей при КЗ в системе электроснабжения);
- независимым расцепителем (электромагнитом отключения) для дистанционного управления выключателем, время отключения не более 0,04 с;
- электродвигательным или электромеханическим приводом для дистанционного управления выключателем;
- свободными вспомогательными контактами, а выключатели серии ВА – также сигнальными контактами автоматического отключения;
- выдвижным устройством с вставными контактами главных и вспомогательных цепей – для включателей выдвижного исполнения.

Наименьший ток, вызывающий отключение автомата, называется током трогания или током срабатывания, а настройка расцепителя автоматического выключателя на заданный ток срабатывания – уставкой тока срабатывания.

Максимальный расцепитель выполняется по-разному. Его защитная (времятоковая) характеристика формируется из отдельных ступеней трехступенчатой защиты. *Первая ступень* – токовая отсечка без выдержки времени, *вторая ступень* – токовая отсечка с выдержкой времени, *третья ступень* – максимальная токовая защита или тепловая защита. Токовые отсечки и максимальная токовая защита выполняются или на базе электромагнитных реле (расцепитель электромагнитный) или на основе использования полупроводниковых элементов (расцепитель полупроводниковый). Для выполнения тепловой защиты используется термобиметаллический элемент (тепловой расцепитель), защита имеет зависимую от тока выдержку времени. На основе полупроводникового расцепителя выполняется максимальная токовая защита с зависимой и независимой от тока выдержкой времени. Полупроводниковый расцепитель в условиях эксплуатации допускает регулировку:

- номинального тока расцепителя;
- тока срабатывания отсечки;
- времени срабатывания максимальной токовой защиты;

- времени срабатывания второй ступени защиты.

Тепловой расцепитель и электромагнитный расцепитель первой ступени защиты в условиях эксплуатации не регулируются. Они настраиваются на определенную уставку по току срабатывания предприятием-изготовителем.

В зависимости от серии выключателя полупроводниковые расцепители имеют погрешности в токе срабатывания первой ступени $I_{\text{с.з}}^{\text{I}} \pm (20-35)\%$, в токе срабатывания третьей ступени $I_{\text{с.з}}^{\text{III}} \pm (15-35)\%$, во времени срабатывания второй ступени ±0,02 с. Погрешность в токе срабатывания электромагнитного расцепителя $I_{\text{с.з}}^{\text{I}}$ не превышает $\pm (20-35)\%$.

Максимальный расцепитель включается на полные фазные токи. У некоторых выключателей имеется и специальная токовая защита от однофазных КЗ, воздействующей величиной которой является ток нулевой последовательности.

Выпускаются автоматические выключатели, содержащие следующие ступени:

- все три;
- первую и третью;
- вторую и третью;
- только первую;
- только третью.

Автоматические выключатели, содержащие токовую отсечку с выдержкой времени (вторая ступень), называются селективными.

Различают нетокоограничивающие и токоограничивающие выключатели. Последние ограничивают ток КЗ при отключении выключателя благодаря быстрому введению в цепь дополнительного сопротивления электричкой дуги, возникающей между размыкающимися контактами или образующейся в специальных элементах. Конструкции и условия работы таких выключателей подробно изложены в [2]. При применении нетокоограничивающих выключателей ток КЗ в цепи достигает максимально ожидаемого значения.

Выключатель рассчитан на коммутацию предельно отключаемых и включаемых токов в цикле операций О–П–ВО–П–ВО при номинальном напряжении. Здесь О – отключение, П – пауза (≤ 180 с), ВО – включение, отключение.

Основные элементы автомата: контакты с дугогасительной системой, привод, механизм свободного расцепления, расцепители, вспомогательные контакты.

Автомат может иметь один или несколько расцепителей.

1.2. Взаимодействие между основными элементами автоматических выключателей

Принципиальная схема автоматического выключателя приведена на рис. 1.1.

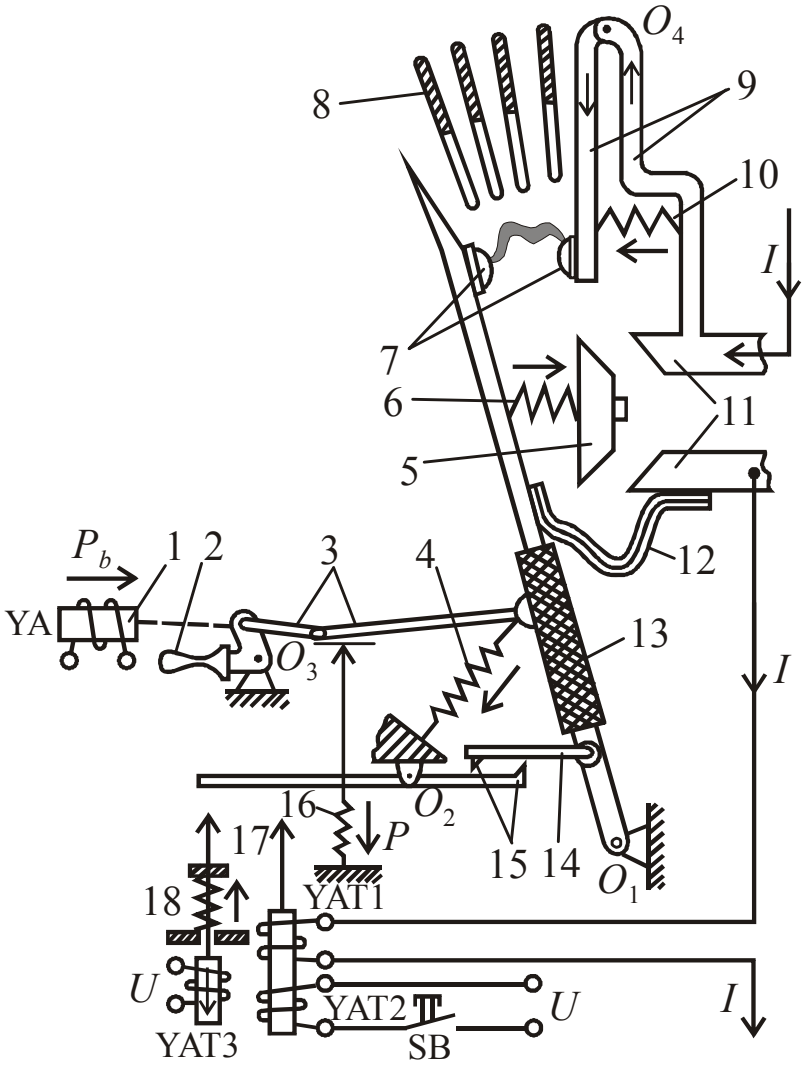


Рис. 1.1. Принципиальная схема автоматического выключателя:

1 – электромагнитный привод;
2 – ручной привод;
3 – рычаги;
4 – отключающая пружина;
5, 11 – главные контакты;
6, 10 – контактные пружины;
7 – дугогасительные контакты;
8 – дугогасительная камера;
9 – электродинамические компенсаторы;
12 – гибкая связь;
13 – несущая деталь;
14 – защелка;
15 – зубцы;
16 – пружина;
17 – максимальный расцепитель;
18 – минимальный расцепитель

Контактная система выключателей на большие токи – двухступенчатая, состоит из главных *5*, *11* и дугогасительных контактов *7*. Главные контакты должны иметь малое переходное сопротивление, так как по ним проходит основной ток. Обычно это массивные медные контакты с серебряными накладками на неподвижных контактах и металлокерамическими накладками на подвижных контактах. Дугогасительные контакты *7* замыкают и размыкают цепь, они должны быть устойчивы к возникающей дуге, поверхность этих контактов металлокерамическая.

При номинальных токах до 630 А контактная система одноступенчатая, то есть контакты выполняют роль главных и дугогасительных.

На рис. 1.1 выключатель показан в отключенном положении. Для его включения вращают рукоятку *2* или подают напряжение на *электромагнитный привод 1* (*YA*). Возникающее усилие перемещает рычаги *3* вправо, при этом поворачивается несущая деталь *13*, замыкаются сначала дугогасительные контакты *7* и создается цепь тока через эти контакты и гибкую связь *12*, а затем главные контакты *5, 11*. После завершения операции выключатель удерживается во включенном положении защелкой *14* с зубцами *15* и пружиной *16*.

Отключают выключатель рукояткой *2*, приводом *1* или автоматически при срабатывании расцепителей.

Максимальный расцепитель 17 срабатывает при протекании по его обмотке *YAT1* тока КЗ. Создается усилие, преодолевающее натяжение *P* пружины *16*, рычаги *3* переходят вверх за мертвую точку, в результате чего автоматический выключатель отключается под действием отключающей пружины *4*. Этот же расцепитель выполняет функции *независимого расцепителя.* Если на нижнюю обмотку *YAT2* подать напряжение кнопкой *SB*, он срабатывает и осуществляет дистанционное отключение.

При снижении или исчезновении напряжения срабатывает *минимальный расцепитель 18* и также отключается автоматический выключатель.

При отключении сначала размыкаются главные контакты и весь ток переходит на дугогасительные контакты. На главных контактах дуга не образуется.

Дугогасительные контакты *7* размыкаются, когда главные находятся на достаточном расстоянии. Между дугогасительными контактами образуется дуга, которая выдувается вверх в *дугогасительную камеру 8*, где и гасится.

Дугогасительные камеры выполняются со стальными пластинами (эффект деления длинной дуги на короткие) и лабиринтно-щелевыми

(эффект гашения дуги в узкой щели). Втягивание дуги в камеру осуществляется магнитным дутьем. Материал камеры должен обладать высокой дугостойкостью.

При протекании тока КЗ через включенный автоматический выключатель между контактами возникают значительные электродинамические силы, превышающие силы контактных пружин *6* и *10*, которые могут оторвать один контакт от другого, а образовавшаяся дуга может сварить их. Чтобы избежать самопроизвольного отключения, применяют электродинамические компенсаторы в виде шинок *9*, изогнутых петлей. Токи в шинках *9* имеют разное направление, что создает электродинамическую силу, увеличивающую нажатие в контактах.

Рычаги *3* выполняют роль *механизма свободного расцепления*, который обеспечивает отключение автоматического выключателя в любой момент времени, в том числе при необходимости и в процессе включения. Если выключатель включается на существующее КЗ, то максимальный расцепитель *17* срабатывает и переводит рычаги *3* вверх за мертвую точку, нарушая связь привода *1* (или *2*) с подвижной системой автоматического выключателя, который отключается пружиной *4*, несмотря на то что приводом будет передаваться усилие на включение. В реальных автоматических выключателях механизм свободного расцепления имеет более сложное устройство.

Защитная характеристика автоматического выключателя приведена на рис. 1.2. Максимальные расцепители имеют обратнозависимую от тока выдержку времени при перегрузках (участок *ab*) и независимую выдержку времени при токах КЗ (*cd*). Уставка по току регулируется в

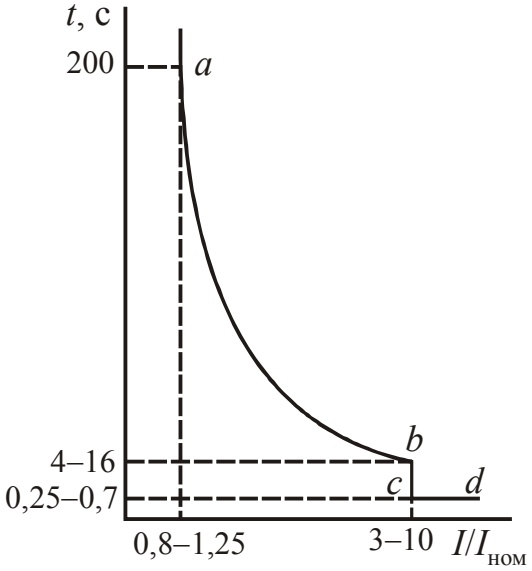


Рис. 1.2. Пример защитной характеристики автоматического выключателя

зоне перегрузки и в зоне короткого замыкания (отсечка). Время срабатывания регулируется при номинальном токе $I_{ном}$, при (3–10)·$I_{ном}$ и при токе КЗ. В автоматических выключателях с электромагнитными расцепителями выдержка времени в независимой от тока части характеристики достигается за счет часового анкерного механизма, в зависимой – от силы притяжения якоря электромагнита к сердечнику.

Автоматические выключатели с биметаллическими расцепителями обеспечивают обратнозависимую характеристику при перегрузках. Для защиты от КЗ в таких выключателях используются электромагнитные расцепители мгновенного действия.

В выключателях применяются и полупроводниковые расцепители. Они обеспечивают более высокую точность срабатывания по току и времени. Структурная схема такого расцепителя показана на рис. 1.3. Блок *1* измеряет ток защищаемой сети. В сети переменного тока в качестве блоков *1* применяют трансформаторы тока, а в сети постоянного тока – магнитные усилители. Блок *2* анализирует сигнал от блока *1*. Если этот сигнал соответствует току перегрузки, то из блока *2* поступает сигнал в блок *3*, который запускает полупроводниковое реле *4*, создающее зависимую от тока выдержку времени (участок *ab* характеристики по рис. 1.2).

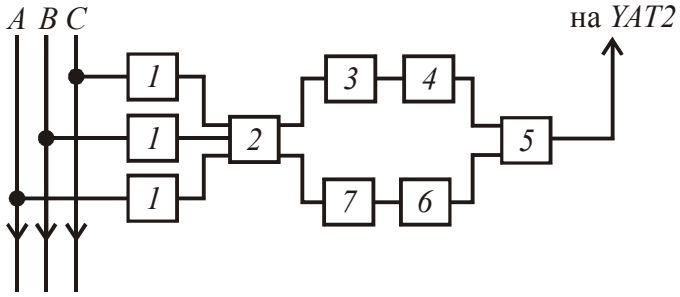


Рис. 1.3. Структурная схема полупроводникового расцепителя

При токе КЗ сигнал с блока *2* достаточен для запуска блока *7*, который является токовой отсечкой. Блок *6* создает выдержку времени в независимой части характеристики (участок *cd* на рис. 1.2). Блок *5* усиливает сигналы от блоков *4* и *6* и подает импульс на отключающую катушку автоматического выключателя *YAT2* (см. рис. 1.1).

Наиболее современными являются автоматические выключатели серии ВА, предназначенные для замены устаревших модификаций А31, А37, АЕ, АВМ и «Электрон». Они имеют уменьшенные габариты, со-

временные конструктивные узлы и элементы. Работают в сетях постоянного и переменного тока.

Основные технические данные некоторых из них даны в таблице П.1.1 и последующих главах, а подробные условия эксплуатации – в [3].

1.3. Отключение цепи с током автоматическими выключателями

В выключателях классического исполнения срабатывание элементов при КЗ в цепи происходит в такой последовательности (рис. 1.4):

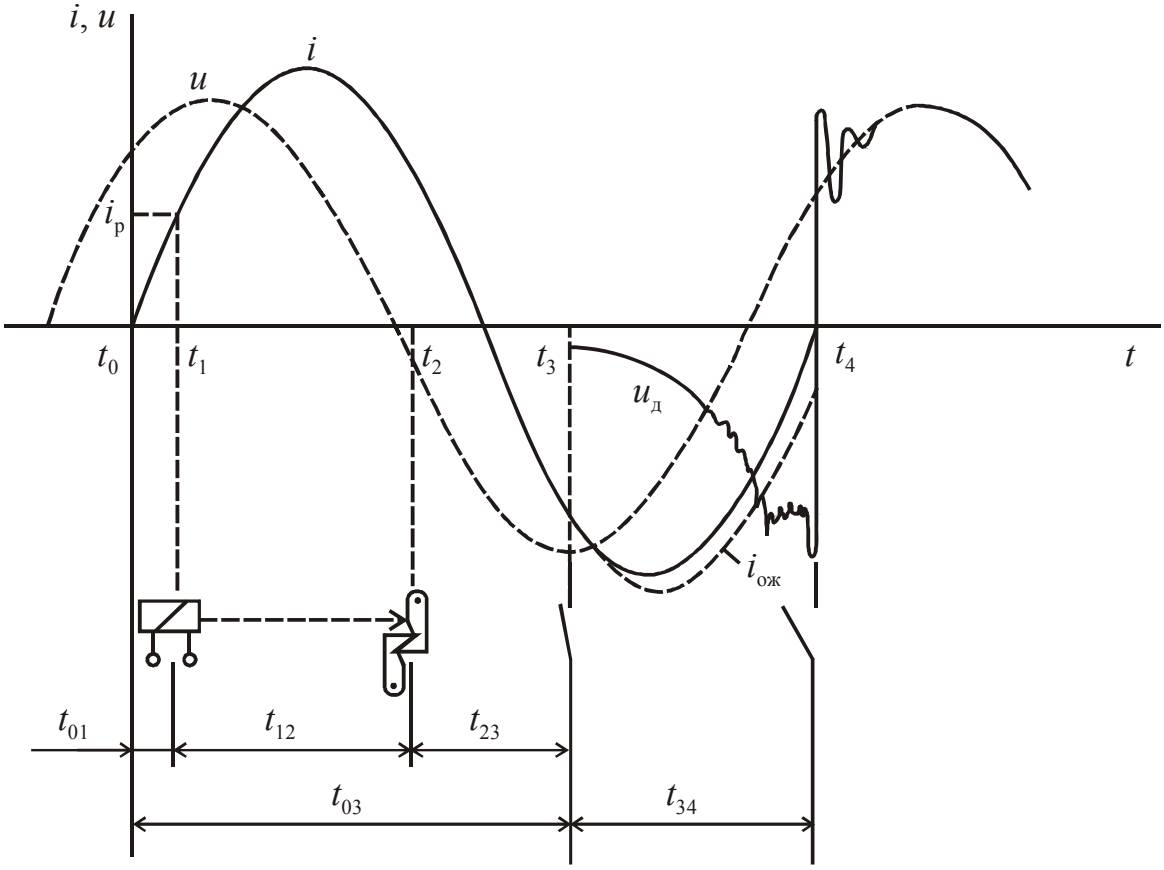


Рис. 1.4. Процесс изменения тока и напряжений во время отключения однофазной цепи при КЗ

- в момент t_1, когда ток КЗ достигает значения тока срабатывания $i_р$ электромагнитного максимального расцепителя, начинает двигаться его якорь;
- в момент t_2 происходит сбивание защелки;
- в момент t_3 начинается расхождение контактов выключателя и между ними зажигается электрическая дуга;
- в момент t_4 при прохождении тока через нуль дуга гаснет.

Время действия выключателя при отключении t_{03}, или время от момента возникновения КЗ t_0 до момента t_3, когда начинают расходиться контакты, складывается из времени t_{01} (до момента t_1 достижения током КЗ значения $i_р$), выдержки времени максимального расцепителя t_{12} и собственного времени механизма отключения t_{23}.

В классическом исполнении невозможно получить время действия при отключении меньше 3–5 мс в выключателях с номинальным током до 100 А и 5–10 мс в выключателях с большим номинальным током. Если, кроме того, учесть время горения дуги t_{34}, то наименьшее время длительности аварии не может быть меньше 10–20 мс. Вследствие такого значительного запаздывания размыкания контактов и зажигания между ними дуги относительно момента возникновения КЗ ограничивающее действие сопротивления дуги начинает проявляться в лучшем случае только при 80–90% амплитуды тока КЗ. Можно считать, что дуга не играет большой роли, тем более, что рост сопротивления ее в начальной фазе гашения в классических выключателях является относительно медленным. Чтобы можно было говорить об эффективном ограничивающем действии, дуга должна быть включена в цепь через время, значительно меньшее 5 мс, лучше всего через время менее 1 мс.

Так как возможности уменьшения собственного времени комплекса, состоящего из максимальных расцепителей, защелки, механической передачи выключателя и контактов, ограничены, то следует применять другие способы размыкания контактов, исключающие упомянутые элементы. К этим способом относятся электродинамический отброс контактов и непосредственное воздействие на контакты отключающих электромагнитов.

Токоограничивающие выключатели, работающие на принципе электродинамического отброса контактов, большей частью снабжены обычными электромагнитными расцепителями мгновенного действия классической конструкции, которые не следует смешивать с электромагнитами, размыкающими контакты. Эти расцепители вызывают отключение выключателя при аварийных токах, меньших минимального тока, при котором наступает отброс контактов (тока отброса). Они освобождают защелку выключателя также и при больших токах, что предотвращает повторное сближение контактов после уменьшения протекающего через выключатель тока до значения ниже тока отброса и их возможное замыкание, так как процесс расхождения контактов в ходе отключения выключателя начинается раньше.

Для эффективного ограничения тока КЗ недостаточно, чтобы контакты расходились как можно скорее после возникновения аварии. Сле-

дует стремиться также к наиболее быстрому возрастанию напряжения на дуге и удержанию его на высоком уровне.

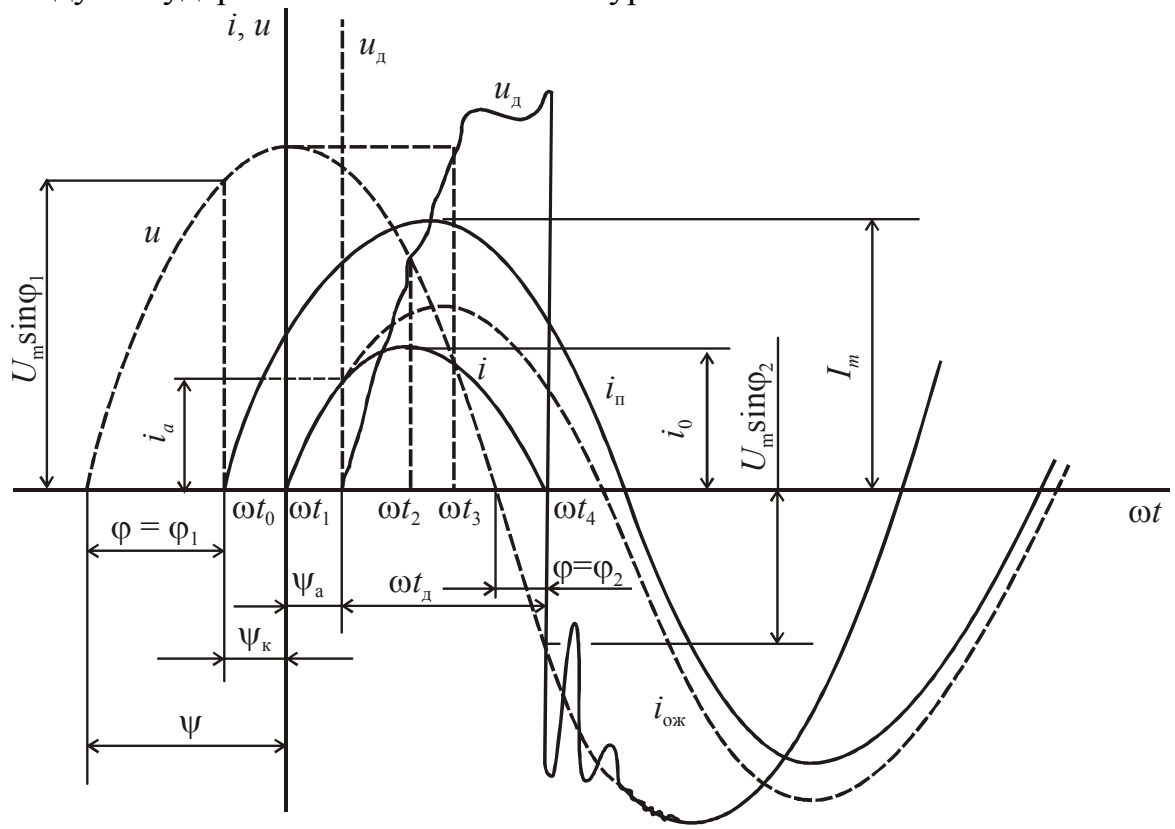


Рис. 1.5. Процесс изменения тока и напряжений во время отключения однофазной цепи токоограничивающим выключателем: t_0 – момент возникновения короткого замыкания; t_1 – момент достижения током цепи значения i_a (ток отброса контактов); t_2 – момент достижения током, ограниченным выключателем, значения пика (ограниченного тока i_0); t_3 – момент достижения напряжения на дуге амплитуды напряжения источника; t_4 – момент перехода тока цепи через нуль; $i_{ож}$ – мгновенное значение ожидаемого тока; $i_п$ – мгновенное значение периодической составляющей тока

На рис. 1.5 изображен процесс отключения тока ограничивающим выключателем. В момент t_1, когда ток достигает значения i_a, контакты начинают расходиться. Между контактами зажигается дуга, которая под воздействием сил электромагнитного поля быстро перемещается на рога, а затем в дугогасительную камеру выключателя, в связи с чем быстро нарастает напряжение на дуге. Сопротивление дуги вызывает уменьшение тока цепи i по сравнению с ожидаемым током $i_{ож}$ в цепи без дуги. Если начать отсчет времени с момента возникновения дуги в цепи (момент t_1), то для однофазной цепи можно записать:

$$L\frac{di}{dt}+Ri+u_{д}=U_m\sin(\omega t+\psi+\psi_a). \quad (1.1)$$

Напряжение на дуге равно разности мгновенного значения напряжения источника и суммы напряжений на индуктивном и активном сопротивлениях цепи:

$$u_{д}=U_m\sin(\omega t+\psi+\psi_a)-\left(L\frac{di}{dt}+Ri\right). \quad (1.2)$$

Максимальное значение тока в цепи с дугой достигается в момент t_2, когда

$$u_{д}=U_m\sin(\omega t+\psi+\psi_a)-Ri, \quad (1.3)$$

так как при этом $L\left(di/dt\right)=0$.

Падение напряжения Ri в цепи без дуги можно пренебречь, особенно при большом сопротивлении дуги, поэтому можно считать, что ток достигает максимального значения i_0 (ограниченный ток выключателя) тогда, когда напряжение на дуге сравняется с мгновенным значением напряжения источника. Начиная с этого момента, ток все время уменьшается и в момент t_4 при напряжении на дуге

$$u_{д}=U_m\sin(\omega t+\psi+\psi_a)-L\frac{di}{dt} \quad (1.4)$$

достигает нулевого значения значительно раньше естественного перехода ожидаемого тока через нуль. Сдвиг момента перехода тока через нуль по отношению к естественному переходу приводит к уменьшению сдвига фаз с $\varphi = \varphi_1$ для замкнутой цепи до $\varphi = \varphi_2$ для цепи с дугой. Это приводит к уменьшению пика восстанавливающего напряжения, вследствие чего смягчаются условия по напряжению во время гашения дуги.

1.4. Параметры и характеристики автоматических выключателей

Автоматические выключатели как коммутационные аппараты выбираются:

- по условиям нормального режима – так, чтобы номинальное напряжение выключателя $U_{\text{ном. выкл}}$ соответствовало номинальному напряжению сети $U_{\text{с. ном}}$, а его номинальный ток $I_{\text{ном. выкл}}$ был не меньше максимального рабочего тока $I_{\max}$ защищаемого элемента;
- по условиям стойкости при КЗ – так, чтобы значение предельной коммутационной способности, электродинамической и термической стойкости выключателей были не менее соответствующих значений параметров КЗ в месте их установки.

Подробно условия выбора автоматических выключателей изложены в [4].

Номинальным током и напряжением выключателя называют значение тока и напряжения, которые способны выдерживать главные токоведущие части выключателя в длительном режиме.

Током отключения называется наибольший ток, который выключатель способен отключить. Максимальный расцепитель характеризуется номинальным током $I_{\text{расц. ном}}$ и током срабатывания $I_{\text{ср}}$ каждой ступени. *Номинальным током расцепителя* называется наибольший ток, длительное прохождение которого не вызывает срабатывание расцепителя.

Предельной коммутационной способностью выключателя (ПКС) называют максимальное значение тока КЗ, которое выключатель способен включить и отключить несколько раз, оставаясь в исправном состоянии.

Одноразовой предельной коммутационной способностью (ОПКС) называют наибольше значение тока, которое выключатель может отключить один раз. После этого дальнейшая работа выключателя не гарантируется, может потребоваться его капитальный ремонт или замена. Другое наименование этого параметра – номинальный кратковременно выдерживаемый ток .

Значение ПКС и ОПКС относятся к процессу отключения. Однако во включенном состоянии выключатель должен пропускать протекающий по нему ток КЗ, оставаясь в исправном состоянии, независимо от того, должен ли он или другой аппарат отключить этот ток. Это свойство выключателя характеризуется понятием электродинамической и термической стойкости.

Электродинамическая стойкость характеризуется амплитудой ударного тока КЗ, который способен пропускать выключатель без остаточных деформаций деталей или недопустимого отброса контактов, приводящего к их привариванию или выгоранию.

Термическая стойкость характеризуется допустимым значением Джоулева интеграла

$$w_0 = \int_0^t i^2(t)dt\,, \qquad (1.5)$$

отражающего количество тепла, которое может быть выделено в выключателе за время действия тока КЗ.

Собственное время отключения выключателя – время срабатывания расцепителей и механизма свободного расцепления выключателя до начала расхождения силовых контактов (используется при выборе выключателей по предельной коммутационной способности).

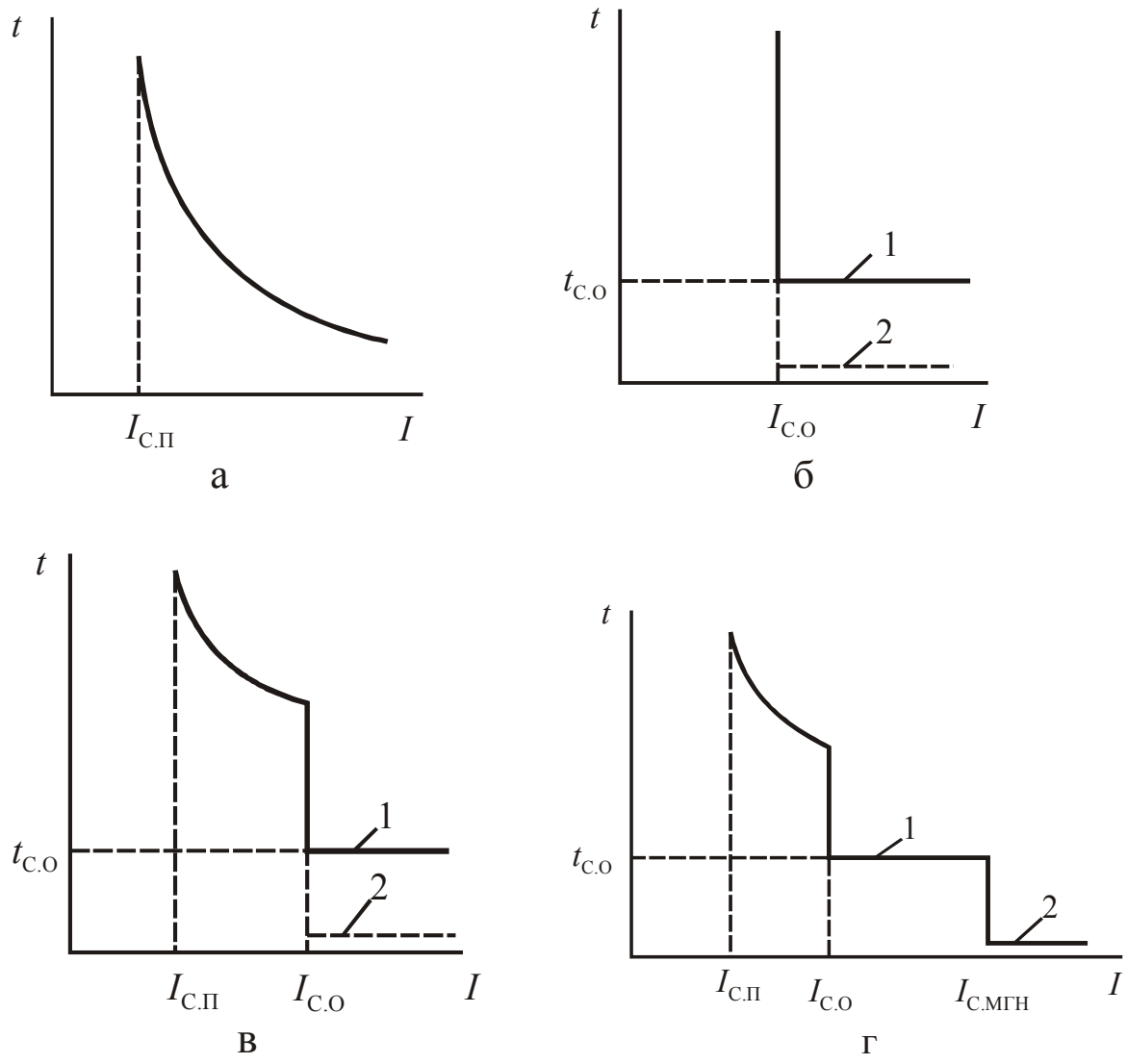


Рис. 1.6. Защитные характеристики автоматических выключателей: а – зависимая; б – независимая; в – ограничено зависимая; г – трехступенчатая; 1 – с выдержкой времени при КЗ; 2 – без выдержки времени при КЗ

Полное время отключения выключателя – время срабатывания расцепителей, механизма свободного расцепления выключателя, расхождения силовых контактов и окончания гашения дуги в дугогасительных камерах (используется при проверке селективности защиты).

Автоматические выключатели могут иметь защитные характеристики, приведенные на рис. 1.6:

- зависимую от тока характеристику времени срабатывания – такие выключатели имеют только тепловой расцепитель, применяются редко вследствие недостаточной ПКС и быстродействия;

- независимую от тока характеристику времени срабатывания – такие выключатели имеют только токовую отсечку, выполненную с помощью электромагнитного или полупроводникового расцепителя, действующего без выдержки или с выдержкой времени;
- ограниченно зависимую от токов двухступенчатую характеристику времени срабатывания – в зоне токов перегрузки выключатель отключается с зависимой от тока выдержкой времени, в зоне токов КЗ выключатель отключается токовой отсечкой с независимой от тока заранее установленной выдержкой времени (для селективных выключателей) или без выдержки времени (для неселективных выключателей); выключатель имеет либо тепловой и электромагнитный (комбинированный) расцепитель, либо двухступенчатый электромагнитный, либо полупроводниковый расцепитель;
- трехступенчатую защитную характеристику – в зоне токов перегрузки выключатель отключается с зависимой от тока выдержкой времени, в зоне токов КЗ - с независимой, заранее установленной выдержкой времени (зона селективной отсечки), а при близких КЗ – без выдержки времени (зона мгновенного срабатывания); зона мгновенного срабатывания предназначена для уменьшения длительности воздействия токов при близких КЗ; такие выключатели имеют полупроводниковый расцепитель и применяются для защиты вводов в КТП и отходящих линий.

По характеристикам срабатывания электромагнитных расцепителей выключатели бывают трех типов (рис. 1.7):

тип B – ток срабатывания электромагнитного расцепителя равен $I_{\text{В}} = (3–6)\cdot I_{\text{ном}}$; предназначен для потребителей, у которых ток нагрузки невысокий и ток КЗ может попасть в зону работы теплового, а не электромагнитного расцепителя;

тип C – ток срабатывания электромагнитного расцепителя $I_{\text{С}} = (5–10)\cdot I_{\text{ном}}$; предназначен для бытового и промышленного применения: для двигателей с временем пуска до 1 с, нагрузок с малыми индуктивными токами;

тип D – ток срабатывания электромагнитного расцепителя $I_{\text{D}} = (>10)\cdot I_{\text{ном}}$; применяется для мощных двигателей с затяжным временем пуска.

Тепловые расцепители, используемые в автоматических выключателях, чувствительны к нагреву от посторонних источников. Случается, что расцепитель промежуточного полюса при номинальном режиме отключается только из-за нагрева от соседних полюсов. Это приводит к ограничению области его работы и к коррекции номинального тока по графику или таблице.

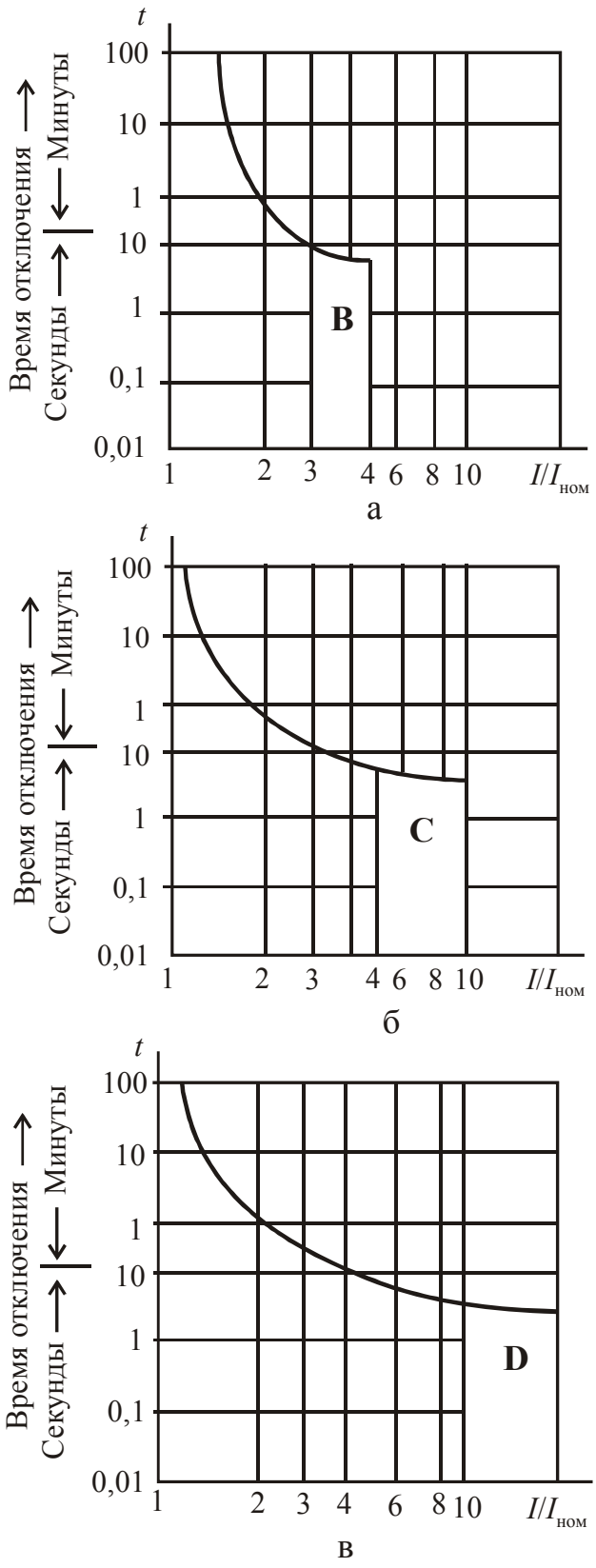


Рис. 1.7. Защитные характеристики автоматических выключателей: а – тип B; б – тип C; в – тип D

Нагрузочная характеристика автоматических выключателей зависит и от температуры окружающей среды: при ее снижении коэффициент нагрузки увеличивается, при повышении – уменьшается. Это ограничивает возможность их использования в условиях жесткого температурного режима эксплуатации.

Последнее поколение автоматических выключателей снабжено *электронными расцепителями*, осуществляющими комплексную защиту электроприемника и объединяющими в одном устройстве функции всех вышеперечисленных расцепителей. Они выполнены на базе микропроцессорной техники, гарантируют высокую точность срабатывания, надежность и устойчивость к температурным режимам. Электропитание, необходимое для правильной работы, обеспечивается трансформаторами тока расцепителя.

Защитные расцепители состоят из трех или четырех трансформаторов тока (в зависимости от типа сети [5]), электронного блока и механизма расцепления, который непосредственно воздействует на механизм отключения выключателя. Для управления магнитным пускателем дополнительно требуется вспомогательный блок управления, позволяющий управлять пускателем (контактором) в случае аварии (за исключением КЗ).

С помощью DIP-переключателей, размещенных на передней панели устройства, или с помощью специального электронного блока настройки программируется определенный набор параметров и функций расцепителя. Кривая срабатывания выключателя, максимально приближенная к рабочей характеристике потребителя (например, асинхронного двигателя (рис. 1.8)), определяет следующие параметры:

- функция L – защита от перегрузки с обратнозависимой выдержкой по времени и характеристикой срабатывания согласно обратнозависимой кривой ($I^2 \cdot t = \text{const}$);
- функция R – защита от заклинивания ротора с определенным временем задержки срабатывания;
- функция I – защита от короткого замыкания с мгновенным срабатыванием;
- функция U – защита от перекоса или обрыва фазы с определенным временем задержки срабатывания.

Автоматические выключатели с электронными расцепителями обеспечивают достаточную защиту электродвигателя от перегрузки при работе в нормальном режиме с малым количеством включений, недолгими запусками и умеренными пусковыми токами. Режим тепловой памяти, позволяющий вычислять температуру двигателя при отключении, возможен только при наличии дополнительного источника питания.

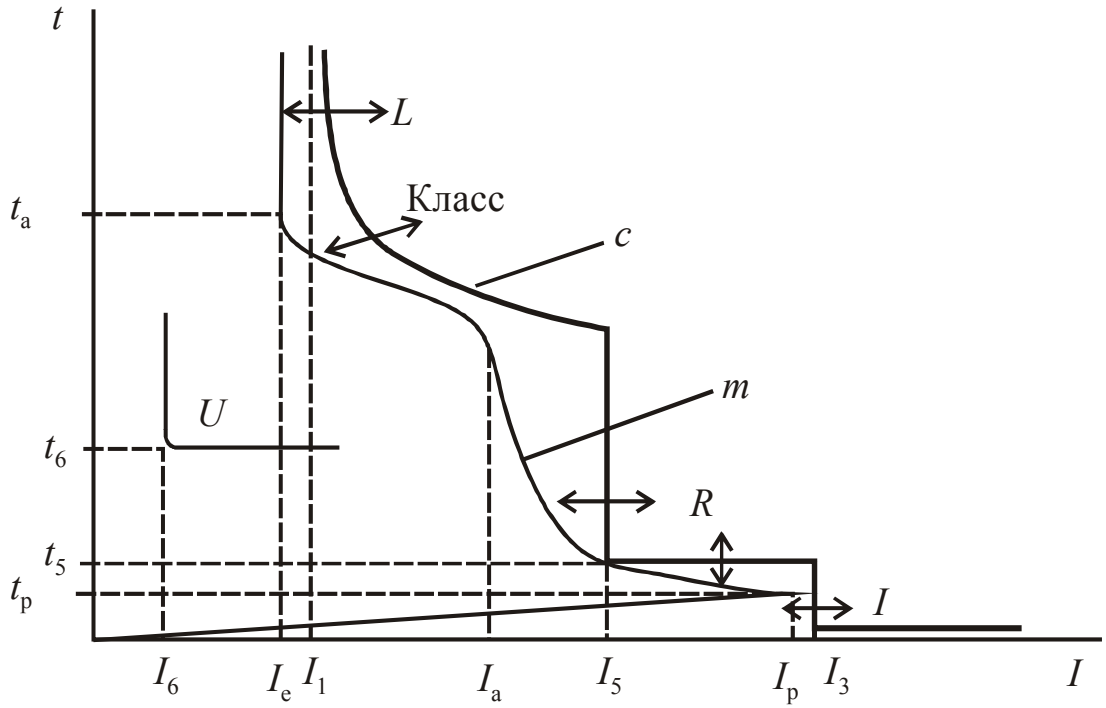


Рис. 1.8. Типовая рабочая характеристика асинхронного двигателя, совмещенная с кривой срабатывания электронного расцепителя:
I_1 – порог срабатывания по току для функции L; I_3 – порог срабатывания по току для функции I; I_5 – порог срабатывания по току для функции R; t_5 – порог срабатывания по времени для функции R; I_6 – порог срабатывания по току для функции U; t_6 – порог срабатывания по времени для функции U; I_e – номинальный рабочий ток электродвигателя; I_a – пусковой ток электродвигателя; I_p – пиковое значение пускового тока; t_a – время пуска электродвигателя; t_p – время нарастания пускового тока до I_p; m – типовая кривая пуска электродвигателя; c – пример кривой срабатывания автоматического выключателя с электронным расцепителем; Класс – это класс пуска электродвигателя, определяющий время срабатывания для защиты от перегрузки

Эти выключатели неэффективны при работе в старт-стопном режиме (более 60 вкл/час) и при тяжелом запуске. Если тепловые постоянные времени электродвигателя и электронного расцепителя не совпадают, то при настройке на номинальный ток двигателя автоматический выключатель может сработать слишком рано или не распознать режим перегрузки. Ограничение рабочих циклов автомата (включение–отключение) влечет использование в таких схемах контактора, имеющего большее количество циклов коммутации и лучшую коммутирующую способность. Но для подключения к нему расцепителя потребуется вспомогательный блок управления. Дополнительные (вспомогательные) устройства необходимы также для настройки и тестирования блока, что приводит к удорожанию устройства и усложнению режима его эксплуатации.

2. АВТОМАТИЧЕСКИЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ СЕРИИ *ВА*

Структура упрощенного условного обозначения большинства выключателей серии ВА и ее расшифровка приведены на рис. 2.1. Более подробная информация дается далее при рассмотрении конкретной модификации выключателей.

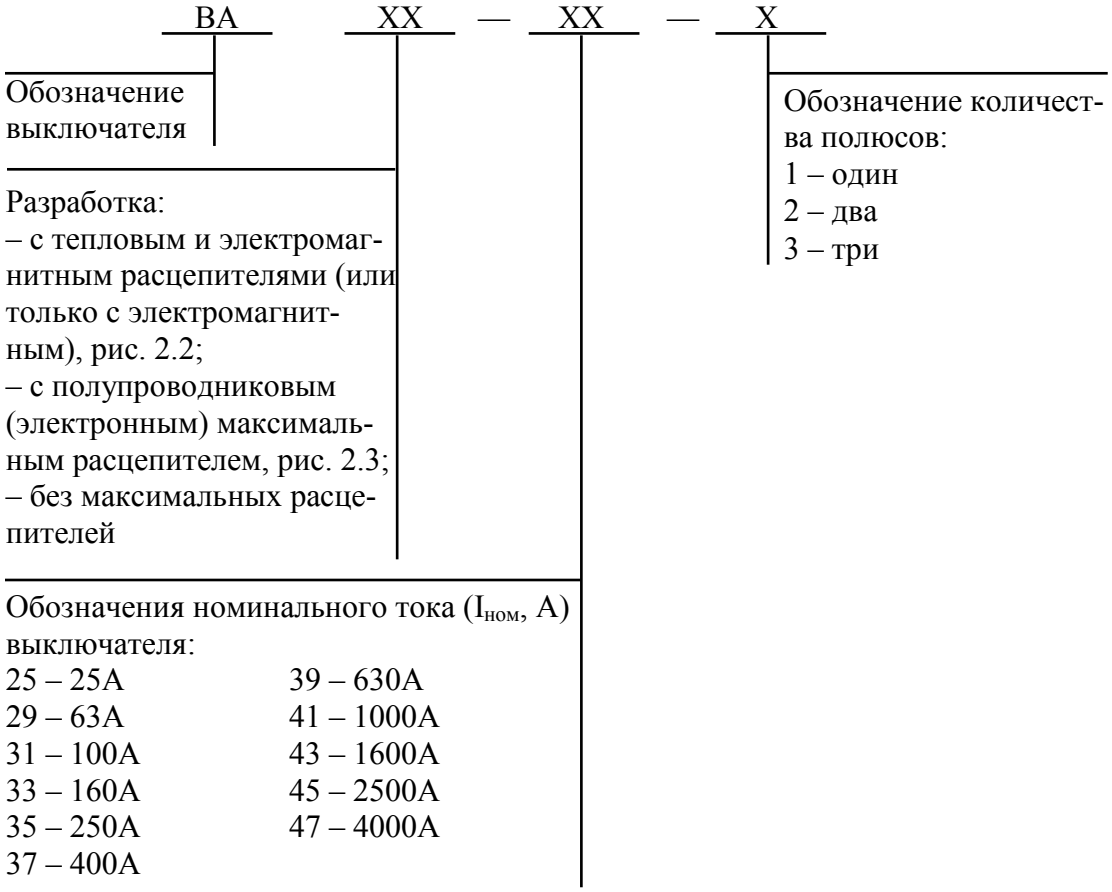


Рис. 2.1. Упрощенная структура условного обозначения автоматических выключателей серии ВА

В обозначении выключателей с номинальным током до 160 А вместо разделительного знака «–» может указываться буква «Г». Это означает, что выключатель предназначен специально для защиты электродвигателей.

2.1. Выключатели с полупроводниковыми или электронными расцепителями

Автоматические выключатели серии ВА08. Предназначены для проведения тока в нормальном режиме и отключения тока при коротких замыканиях, перегрузках и недопустимых снижениях напряжения, а также

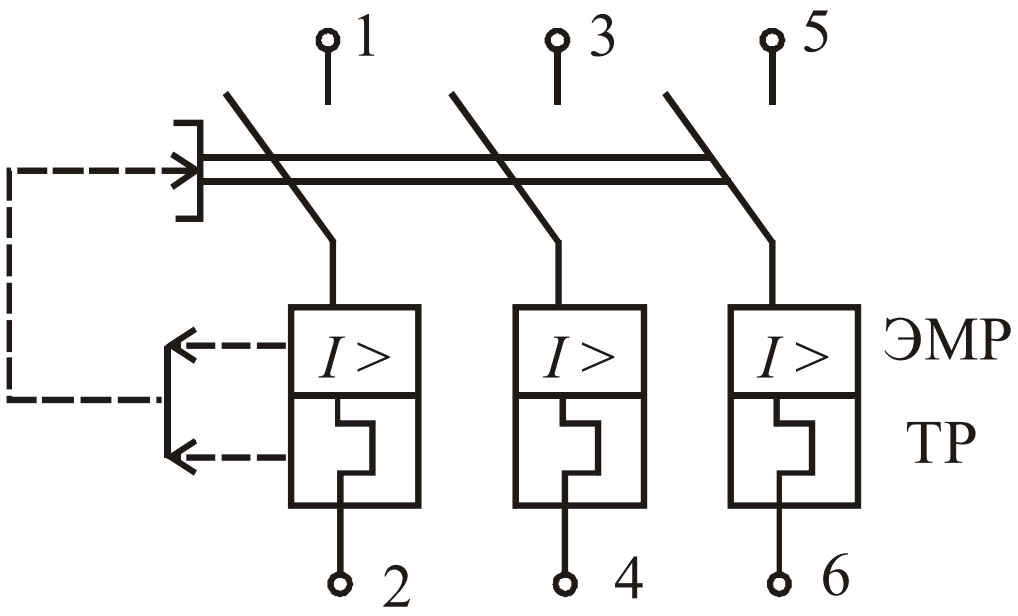


Рис. 2.2. Принципиальная электрическая схема выключателей серии ВА с электромагнитным (ЭМР) и тепловым (ТР) расцепителем

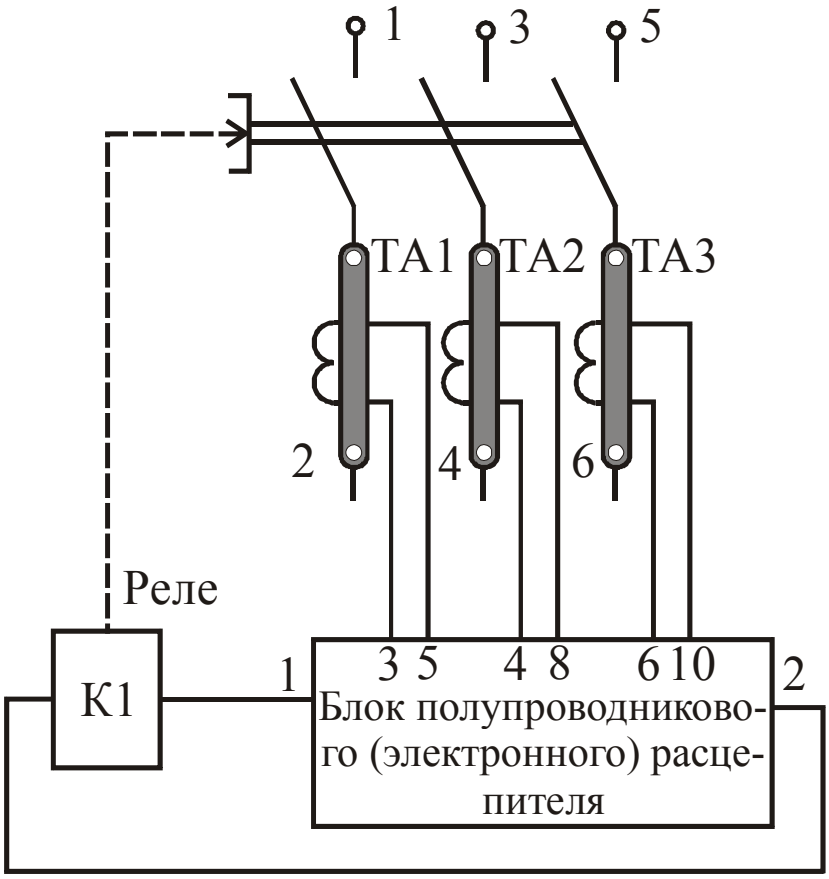


Рис. 2.3. Принципиальная электрическая схема выключателей серии ВА с полупроводниковым (электронным) расцепителем

для нечастых (до 6 раз в сутки) оперативных выключений и отключений электрических цепей и рассчитаны для эксплуатации в электроустановках на номинальное напряжение до 440 В постоянного тока и до 660 В переменного тока частотой 50 и 60 Гц.

Расшифровка условного обозначения автоматов приведена на рис. 2.4.

ВА	Условное обозначение вида аппарата: ВА.
08	Условное обозначение номера серии: 08
0ХХ	Условное обозначение максимального номинального тока выключателя: 040–400 А; 063–630 А; 080–800 А.
Х	Условное обозначение вида максимального расцепителя тока: 0 – без максимального расцепителя тока; 1 – с электромагнитными максимальными расцепителями тока; 3 – с аналоговым электронным расцепителем тока; 5 – с микропроцессорным электронным расцепителем тока.
Х	Условное обозначение величины предельной коммутационной способности: С – стандартная; Н – нормальная; П – повышенная; В – высокая.
ХХ	Условное обозначение числа полюсов в сочетании с родом тока и номинальным током электронного расцепителя по таблице 2.1.
ХХ	Условное обозначение сочетания дополнительных сборочных единиц по таблице 2.2.
Х	Условные обозначения вида привода в сочетании со способом установки выключателей: 1 – ручной привод стационарного выключателя; 3 – электромагнитный привод стационарного выключателя; 5 – ручной дистанционный привод выдвижного выключателя; 7 – электромагнитный привод выдвижного выключателя.
Х	Условное обозначение наличия и вида дополнительных механизмов по таблице 2.3.
ХХ	Условное обозначение степени защиты: 20 – IP20; 00 – IP00.
ХХХХ	Условное обозначение климатического исполнения выключателя: УХЛ3; Т3.

Рис. 2.4. Структура условного обозначения автоматических выключателей серии ВА08

Таблица 2.1

Условное обозначение числа полюсов, рода тока, номинального тока

Первая цифра	Количество полюсов, максимальных расцепителей и род тока	Вторая цифра	Величина номинального тока, А	Род тока
3	3-х полюсный, переменного тока с расцепителями в 3-х полюсах	0	40	Постоянный
		1	63	
4	2-х полюсный, переменного тока с расцепителями в 2-х полюсах	2	100	
		3	160	Переменный или постоянный
5	3-х полюсный без расцепителей	4	250	
6	2-х полюсный без расцепителей	5	400	
7	3-х полюсный, постоянногго тока с расцепителями в 2-х полюсах	6	630	
		7	800	

Таблица 2.2

Условное обозначение сочетания дополнительных сборочных единиц

Цифры	Количество вспомогательных контактов			Количество дополнительных вспомогательных контактов			Микропереключатель	Независимый расцепитель	Расцепитель напряжения	
	замыкающих	размыкающих для выключателей		замыкающих	размыкающих для выключателей				нерегулируемый	регулируемый
		с ручным приводом	с электромагнитным приводом		с ручным приводом	с электромагнитным приводом				
00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11	2	2	1	2	2	2	—	—	—	—
15	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—
18	1	2	1	2	2	2	—	+	—	—
51	2	2	1	—	—	—	—	—	—	—
52	1	2	1	—	—	—	—	+	—	—
65	—	—	—	2	2	1	—	—	—	+
69	—	—	—	2	2	1	+	—	—	—
70*	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—
73	—	—	—	2	2	1	—	—	+	—
79	—	—	—	1	2	1	+	+	—	—
82	—	—	—	—	—	—	+	—	—	+

* при наличии электромагнитного привода не применять

Примечание: знак «+» означает наличие дополнительных сборочных единиц, знак «–» – их отсутствие. У выключателей без максимальных расцепителей тока исполнение с регулируемыми расцепителями напряжения отсутствует. Регулируемый расцепитель напряжения только для выключателей с электронными (микропроцессорными) расцепителями тока.

Таблица 2.3

Условное обозначение наличия и вида дополнительных механизмов

Цифра	Наличие дополнительного механизма
0	Отсутствует
5	Механизм для оперирования через дверь распредустройства выключателем стационарного исполнения
6	Устройство для блокировки положений «включено», «отключено» выключателей стационарного исполнения

По способу установки выключатели могут быть стационарные и выдвижные, иметь двух- и трехполюсное исполнение. Двух- и трехполюсные выключатели выполняются в одном габарите и отличаются отсутствием токоведущих частей в среднем полюсе.

По типу привода классифицируются на выключатели:

- с ручным приводом;
- с ручным дистанционным приводом;
- с электромагнитным приводом.

Из дополнительных сборочных единиц комплектуются:

- независимым расцепителем;
- вспомогательными контактами;
- вспомогательными дополнительными контактами;
- вспомогательными контактами, предназначенными для коммутации малых токов (микропереключатели).

Сочетание дополнительных сборочных единиц дано в таблице 2.2.

Выключатели модификации ВА08 могут оснащаться электронными и/или электромагнитными максимальными расцепителями тока либо не иметь максимальных расцепителей тока. Типы, основные параметры и категория применения выключателей с электронными расцепителями соответствуют указанным в таблицах 2.4 и 2.5. Информация о выключателях с электромагнитными расцепителями и без максимальных расцепителей представлена в разделе 2.2. Корректировка номинального тока выключателей на изменение температуры окружающей среды выполняется в соответствии с таблицей 2.6.

Выключатели могут быть токоограничивающими (типов Н, П, В) и нетокоограничивающими (типа С).

Электромагнитный расцепитель устанавливается в каждом полюсе выключателя исполнений Н, П, В. Настраивается на определенную

Таблица 2.4

Автоматические выключатели ВА08 переменного тока с электронными (аналоговыми) максимальными расцепителями тока

Тип выключателя			ВА08–0403				ВА08–0633				ВА08–0803			
Исполнение выключателя по величине предельной коммутационной способности			С	Н	П	В	С	Н	П	В	С	Н	П	В
Номинальный ток выключателя, I_n, А при температуре 40°С			160; 250; 400				630				800			
Номинальное рабочее напряжение, U_e, В			380; 660											
Частота, Гц			50; 60											
Номинальное напряжение изоляции, U_i, В			750											
Номинальное импульсное выдерживаемое напряжение, U_{imp}, кВ			8											
Номинальная предельная наибольшая отключающая способность, I_{CU}, кА при напряжении:		380 В	25	30	80	150	25	30	80	150	25	30	80	150
		660 В	20	24	28	32	20	24	28	32	20	24	28	32
Категория применения			В			А	В			А	В			А
Номинальная рабочая наибольшая отключающая способность, I_{CS} в % к I_{CU}			100		75		100		75		100		75	
Номинальный кратковременно выдерживаемый ток, I_{CW}, кА			20		10		20		10		20		10	
Уставки регулируемого электронного расцепителя тока	номинального тока расцепителя, I_R, в кратности к I_n		0,4; 0,6; 0,8; 1,0											
	по току короткого замыкания, I_{sd}, в кратности к I_R		2; 3; 5; 6; 8; 9; 11; 12											
	по времени при коротком замыкании, с, t_{sd}		0,02; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4											
	при перегрузке, с, t_R при $6I_R$		5; 10; 20											
Уставки нерегулируемого электромагнитного расцепителя тока (при его наличии) по току короткого замыкания, в кратности к I_n			отсутствует	32	15	6*	отсутствует	32	12	6	отсутствует	25	12	6

* Для номинального тока 160 А – 10

Таблица 2.5

Автоматические выключатели ВА08 переменного тока с электронными (микропроцессорными) максимальными расцепителями тока

Тип выключателя		ВА08–0405				ВА08–0635				ВА08–0805			
Исполнение выключателя по величине предельной коммутационной способности		С	Н	П	В	С	Н	П	В	С	Н	П	В
Номинальный ток выключателя, I_n, А при температуре 40°С		160; 250; 400				630				800			
Номинальное рабочее напряжение, U_e, В		380; 660											
Частота, Гц		50; 60											
Номинальное напряжение изоляции, U_i, В		750											
Номинальное импульсное выдерживаемое напряжение, U_{imp}, кВ		8											
Номинальная предельная наибольшая отключающая способность, I_{CU}, кА при напряжении:	380 В	25	30	80	150	25	30	80	150	25	30	80	150
	660 В	20	24	28	32	20	24	28	32	20	24	28	32
Категория применения		В			А	В			А	В			А
Номинальная рабочая наибольшая отключающая способность, I_{CS} в % к I_{CU}		100		75		100		75		100		75	
Номинальный кратковременно выдерживаемый ток, I_{CW}, кА		20		10		20		10		20		10	

Окончание таблицы 2.5

Уставки регулируемого электронного расцепителя тока	номинального тока расцепителя, I_R, в кратности к I_n	0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1,0											
	по току короткого замыкания, I_{sd}, в кратности к I_R	1,5[1]; 2[1]; 3; 4; 6; 8; 10; ∝[4]											
	по току короткого замыкания расцепителя мгновенного действия, I_i, в кратности к I_R	1,5[1]; 2[1]; 4; 6; 8; 10; 12; ∝[4]											
	по току замыкания на землю I_g, в кратности к I_n	0,3[2]; 0,5; 0,7; 1,0											
	по времени при замыкании на землю, t_g, с	0,2; 0,3; 0,4; ∝[4]											
	по времени при коротком замыкании, с, t_{sd}	0,1; 0,2; 0,3; 0,4											
	при перегрузке, с, t_R при $6I_R$	5; 10; 20											
Уставки нерегулируемого электромагнитного расцепителя тока (при его наличии) по току короткого замыкания, в кратности к I_n		отсутствует	32	15	6[3]	отсутствует	32	12	6	отсутствует	25	12	6

[1] Кроме выключателя с номинальным током 160 А при уставке I_R/I_n, равной 0,3;

[2] Кроме выключателей с номинальным током 160 А, 250 А;

[3] Для номинального тока 160 А – 10;

[3] Наличие символа означает возможность вывода указанной защиты из действия (относится ко всему тексту).

Таблица 2.6

Зависимость номинального тока выключателей стационарного исполнения от температуры окружающей среды

Тип выключателя	Монтаж (медь, мм^2) для температуры окружающей среды		Допустимая токовая нагрузка, А, при температуре окружающей среды						
	40°С	55°С	40°С	45°С	50°С	55°С	60°С	65°С	70°С
ВА08-0400, 160 А	Шина 3×20, Кабель 1×70	—	160	160	160	160	160	160	160
	—	Шина 4×20, Кабель 1×95	160	160	160	160	160	160	160
ВА08-0400, 250 А	Шина 6×20, Кабель 1×120	—	250	250	250	250	250	250	250
	—	Шина 8×20, Кабель 1×185 или 2×95	250	250	250	250	250	250	250
ВА08-0400, 400 А	Шина 6×30, Кабель 1×240	—	400	400	400	400	400	400	400
	—	Шина 8×30, Кабель 3×95	400	400	400	400	400	400	400
ВА08-0630, 630 А	Шина 12,5×30, Кабели 2×185	—	630 630	630 630	630 630	615 630	600 630	560 600	520 570
	—	Шина 12,5×35, Кабели 4×120	630 630	630 630	630 630	630 630	605 620	580 610	555 600
ВА08-0800, 800 А	Шина 2×10×30, Кабели 2×240	—	800 800	800 790	800 760	760 730	720 700	685 665	650 630
	—	Шина 2×12,5×30, Кабели 2×150+2×185	800 800	800 800	800 800	800 800	760 780	720 750	680 720

уставку по току срабатывания предприятием-изготовителем и в условиях эксплуатации не регулируется.

Электронный микропроцессорный расцепитель (блок управления токовый БУТ-11, БУТ-12 (рис. 2.5 и 2.6)) и электронный аналоговый расцепитель (БУТ-14 (рис. 2.7)) предназначены для подачи команды на автоматическое отключение выключателя по заданной программе при возникновении в цепи токов короткого замыкания или перегрузки. Электронный микропроцессорный расцепитель выполняет следующие виды защит:

- защита от однофазного КЗ с выдержкой времени или без нее;
- защита от междуфазного КЗ с задержкой и без задержки срабатывания; дополнительно имеет переключатель защиты от токов включения;
- защита от токов перегрузки (без выдержки времени; с независимой от тока выдержкой; с обратно квадратичной по времени $N_1/(к^2 - 1)$; с обратной четвертой степени времени $N_2/к^4$, где N_1, N_2 – коэффициенты, к – кратность $I/I_р$).

Дополнительно БУТ–11, БУТ–12 осуществляют:

- индикацию кратности тока наиболее нагруженной фазы ($I_ф/I_R$);
- сигнализацию времени с начала перегрузки, если перегрузка длится более 50% времени до срабатывания исполнительного электромагнита;
- индикацию причины отключения;
- передачу во внешние цепи сигналов причины отключения, логической селективности;
- дистанционное переключение характеристик защиты от токов перегрузки.

Электронный аналоговый расцепитель выполняет защиту от токов перегрузки и защиту от междуфазного КЗ с задержкой и без задержки срабатывания.

Защитные характеристики выключателей ВА08 приведены на рис. 2.8 – 2.14.

Технические характеристики выключателей с аналоговыми и микропроцессорными электронными расцепителями тока и допустимые отклонения уставок при температуре окружающей среды (25 ± 10)°С приведены в таблицах 2.7, 2.8 и в зависимости от исполнения обеспечивают регулировку в эксплуатации:

- уставок номинального тока расцепителя I_R в кратности к номинальному току выключателя;
- уставок тока срабатывания при КЗ с выдержкой времени I_{sd};

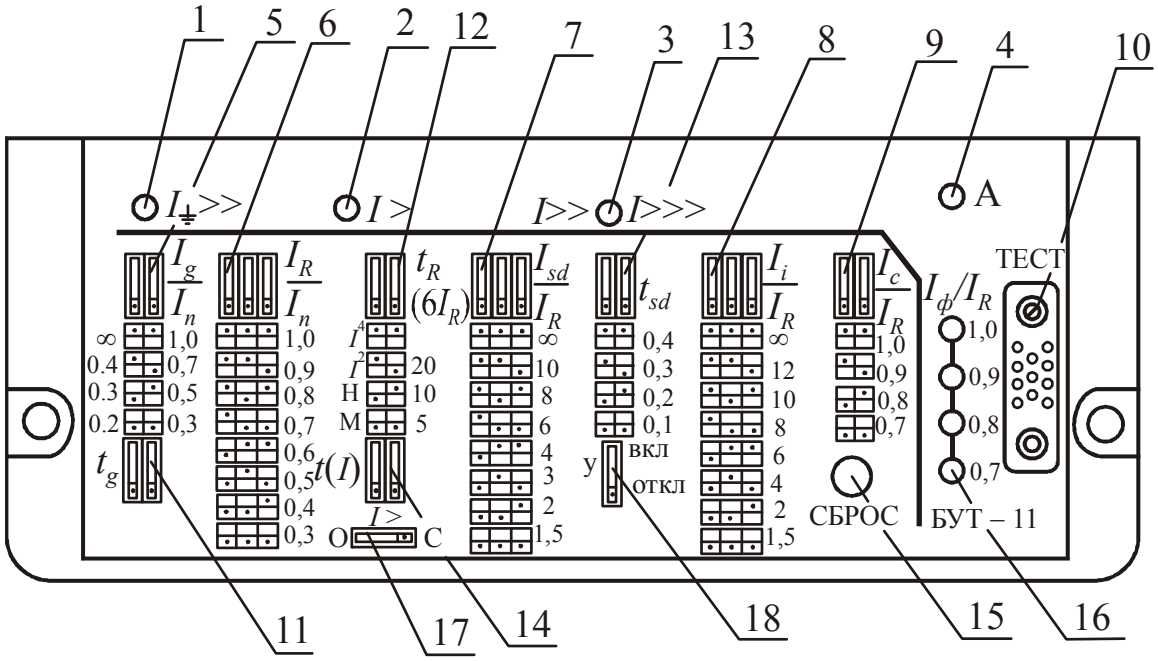


Рис. 2.5. Общий вид лицевой панели блока БУТ-11:

1 – индикатор срабатывания защиты от однофазных замыканий на землю;

2 – индикатор срабатывания защиты от перегрузок;

3 – индикатор срабатывания защиты от коротких замыканий (с выдержкой или мгновенной);

4 – индикатор срабатывания аварийного отключения (неисправность процессора);

5 – переключатель уставок по току защиты о однофазных замыканий на землю;

6 – переключатель уставок номинального тока расцепителя;

7 – переключатель уставок по току защиты от коротких замыканий (с выдержкой);

8 – переключатель уставок по току защиты от коротких замыканий (мгновенной);

9 – переключатель уставок срабатывания сигнализации перегрузок;

10 – разъем «Тест»;

11 – переключатель уставок задержек срабатывания защиты от однофазных замыканий;

12 – переключатель уставок задержек срабатывания защиты от перегрузок;

13 – переключатель уставок задержек срабатывания защиты от коротких замыканий;

14 – переключатель характеристик зависимости задержек срабатывания от тока перегрузки (I^4 – зависимость четвертой степени; I^2 – квадратичная зависимость; Н – независимая от тока; М – мгновенное отключение без преднамеренной задержки);

15 – кнопка сброса индикации причины отключения;

16 – индикаторы наибольшего фазного тока;

17 – переключатель режимов работы защиты от перегрузок (на отключение – О или на сигнализацию – С);

18 – выключатель ускорения действия защиты при включении на короткое замыкание

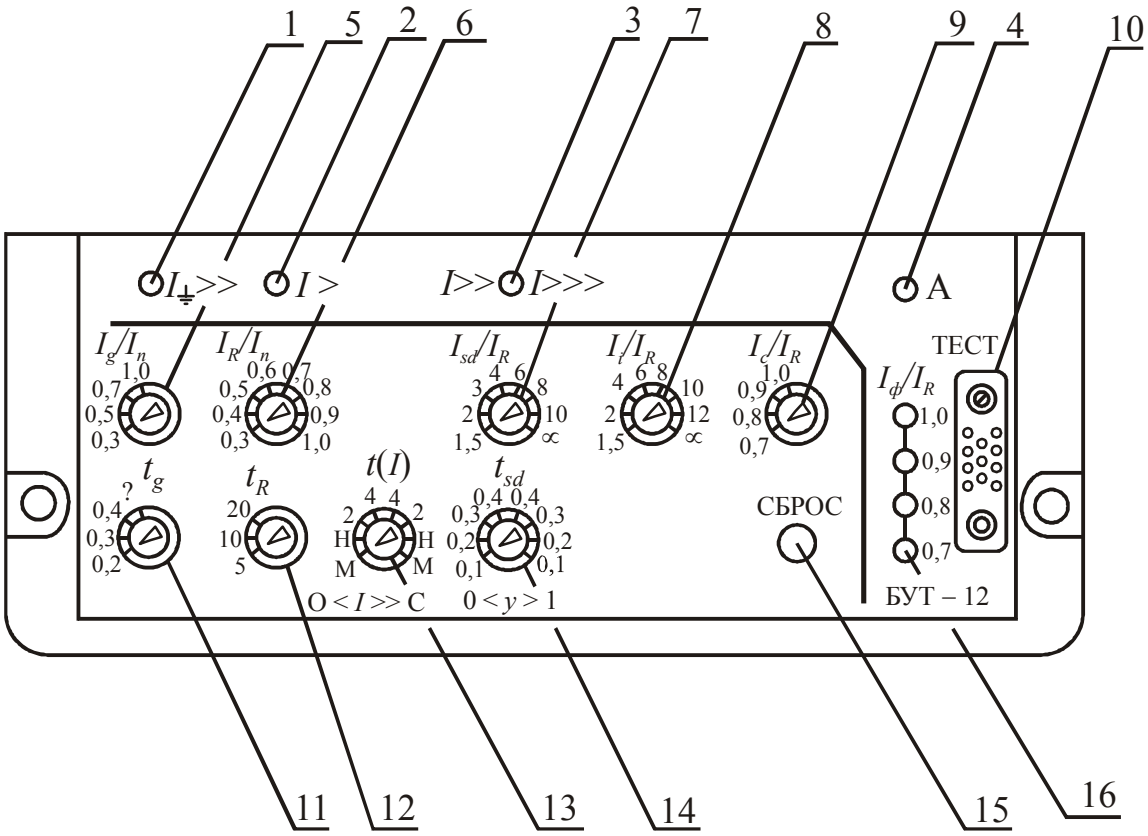


Рис. 2.6. Общий вид лицевой панели блока БУТ – 12:

1 – индикатор срабатывания защиты от однофазных замыканий на землю;
2 – индикатор срабатывания защиты от перегрузок;
3 – индикатор срабатывания защиты от коротких замыканий (с выдержкой или мгновенной);
4 – индикатор срабатывания аварийного отключения (неисправность процессора);
5 – переключатель уставок по току защиты от однофазных замыканий на землю;
6 – переключатель уставок номинального тока расцепителя;
7 – переключатель уставок по току защиты от коротких замыканий (с выдержкой);
8 – переключатель уставок по току защиты от коротких замыканий (мгновенной);
9 – переключатель уставок срабатывания сигнализации перегрузок;
10 – разъем «Тест»;
11 – переключатель уставок задержек срабатывания защиты от однофазных замыканий;
12 – переключатель уставок задержек срабатывания защиты от перегрузок (при 6I_R);
13 – переключатель характеристик зависимости задержек срабатывания от тока перегрузки (I^4 – зависимость четвертой степени; I^2 – квадратная зависимость; Н – независимая от тока; М – мгновенное отключение без преднамеренной задержки) и режимов работы защиты от перегрузок (на отключение – О или на сигнал С);
14 – переключатель уставок задержек срабатывания защиты от коротких замыканий и режима ускорения действия защиты при включении на КЗ;
15 – кнопка сброса индикации причины отключения;
16 – индикаторы наибольшего фазного тока

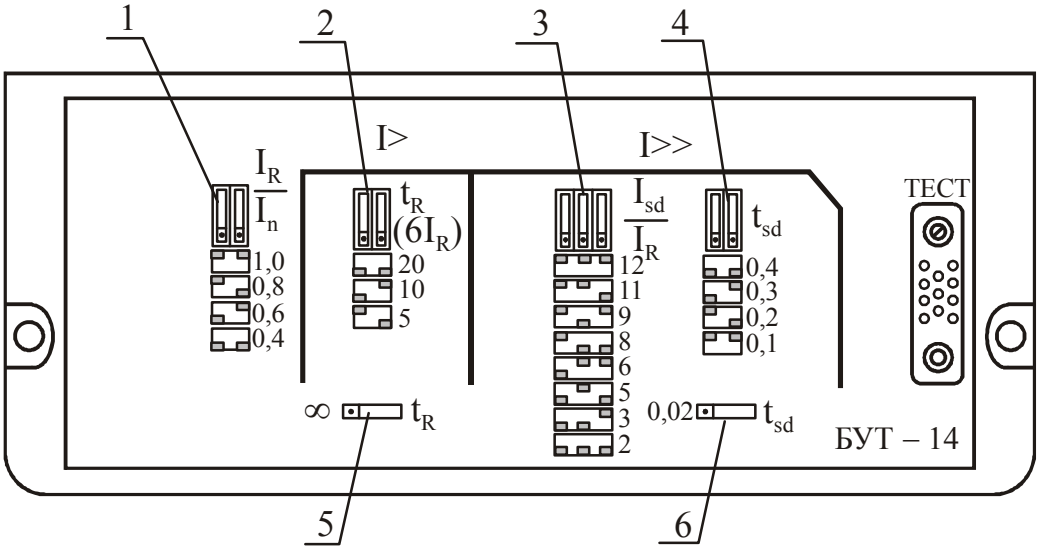


Рис. 2.7. Общий вид лицевой панели блока БУТ – 14: 1 – уставки номинального рабочего тока; 2 – уставки выдержки времени защиты от перегрузки; 3 – уставки тока срабатывания защиты от короткого замыкания; 4 – уставки выдержки времени защиты от короткого замыкания; 5 – включение защиты от перегрузки; 6 – включение выдержки времени защиты от короткого замыкания

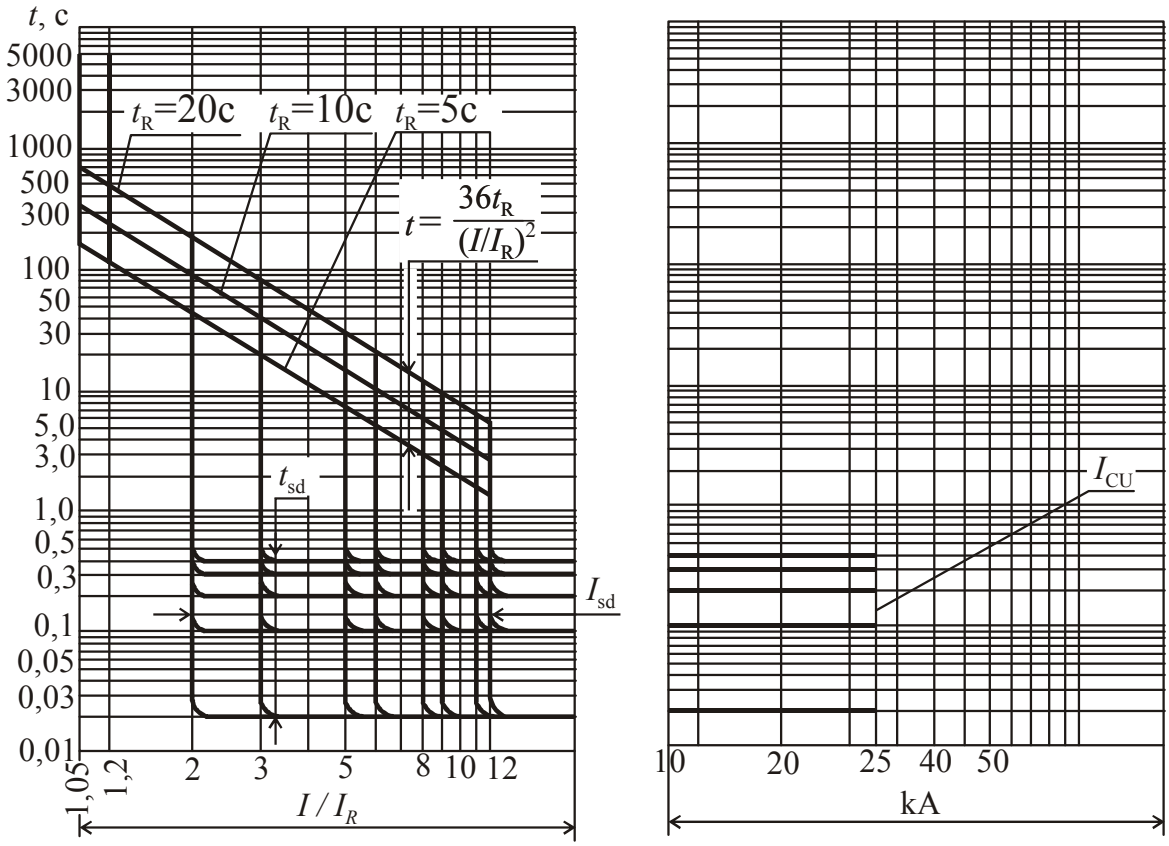


Рис. 2.8. Времятоковая характеристика выключателей переменного тока ВА08-0403С, ВА08-0633С, ВА08-0803С с электронным (аналоговым) расцепителем тока

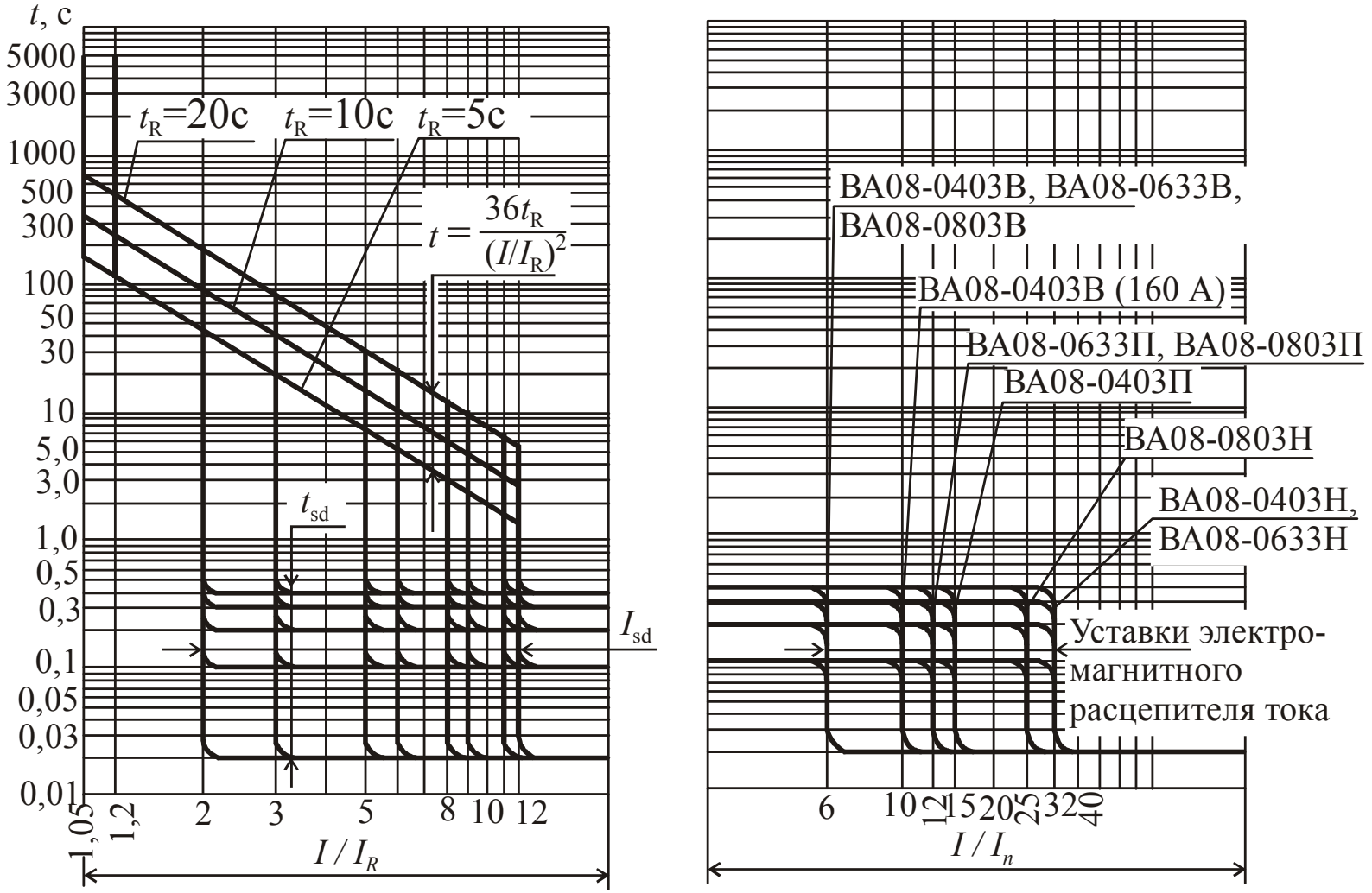


Рис. 2.9. Времятоковая характеристика выключателей переменного тока с электронным (аналоговым) расцепителем тока и электромагнитным расцепителем тока

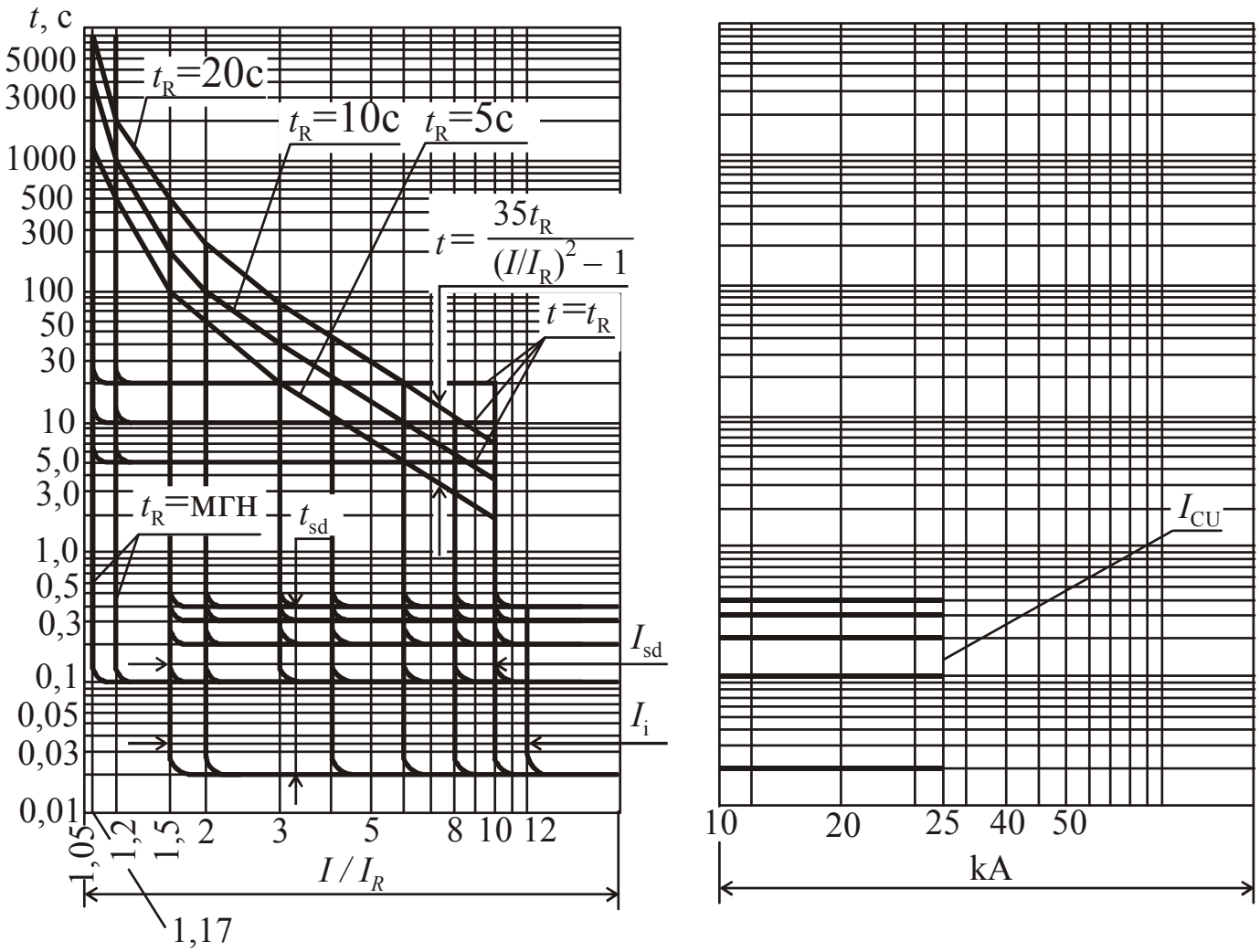


Рис. 2.10. Времятоковая характеристика выключателя переменного тока ВА08-0405С, ВА08-0635С, ВА08-0805С с электронным (микропроцессорным) расцепителем тока

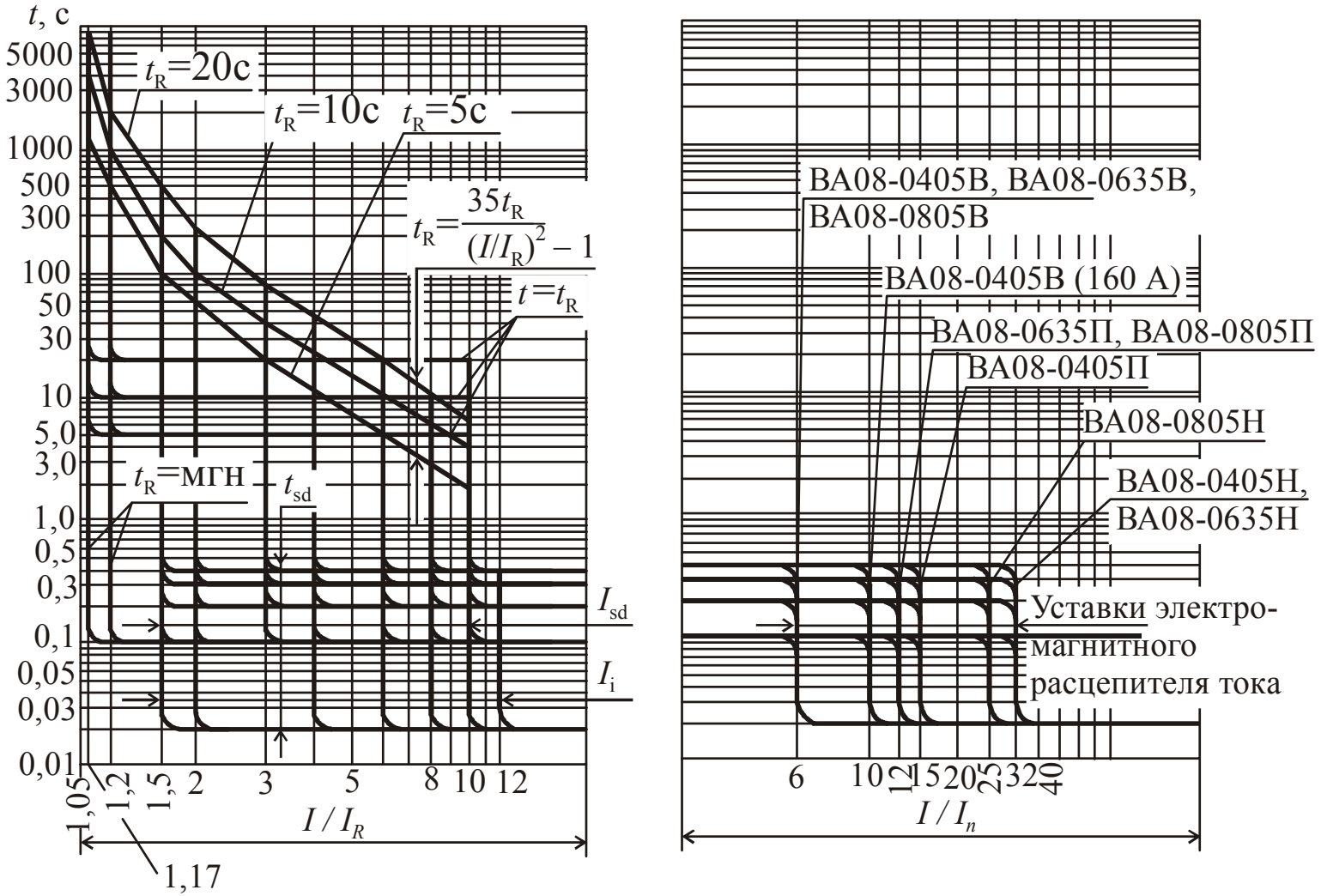


Рис. 2.11. Времятоковая характеристика выключателей переменного тока с электронным (микропроцессорным) расцепителем тока и электромагнитным расцепителем тока

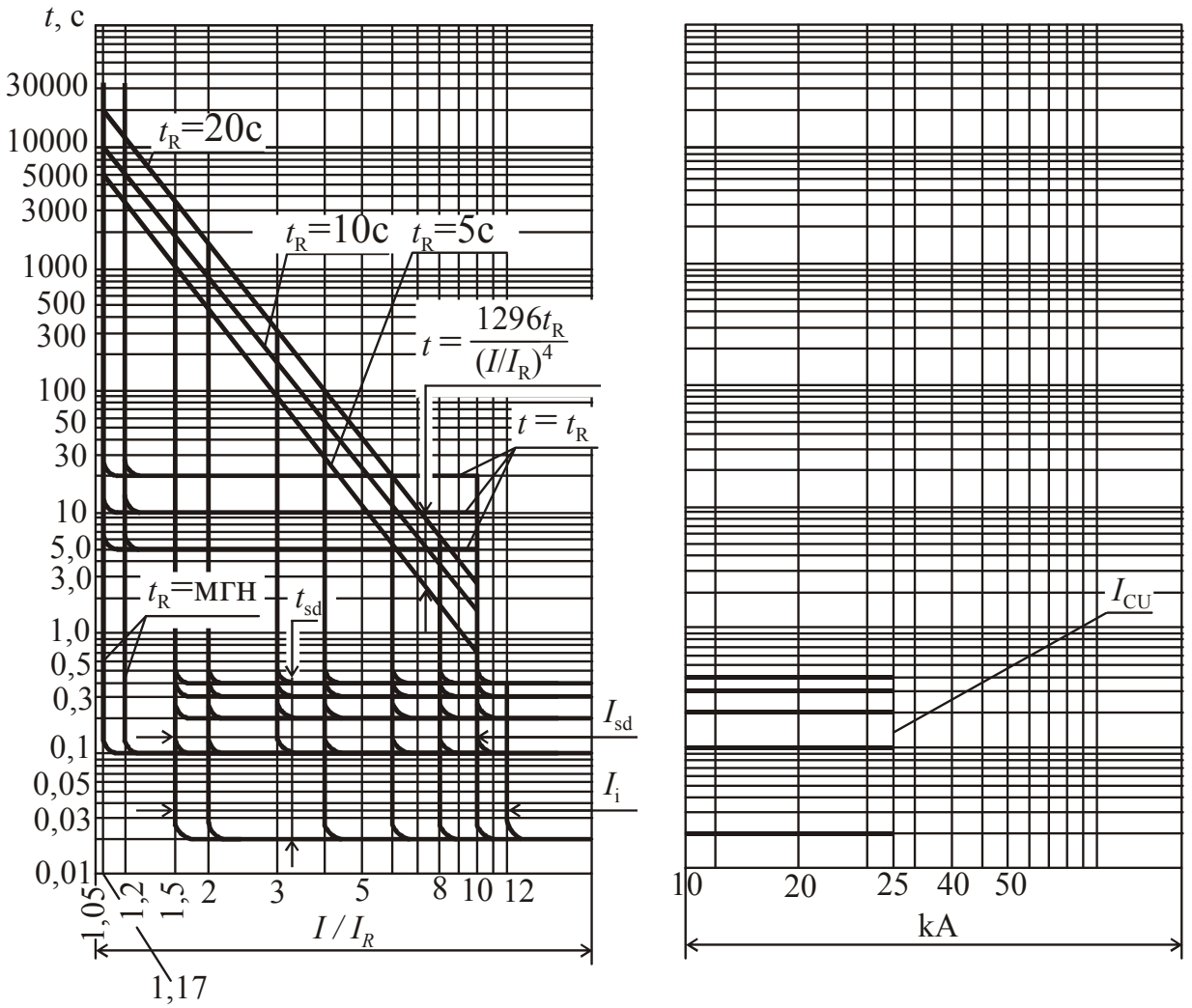


Рис. 2.12. Времятоковая характеристика выключателей переменного тока ВА08-0405С, ВА08-0635С, ВА08-0805С с электронным (микропроцессорным) расцепителем тока

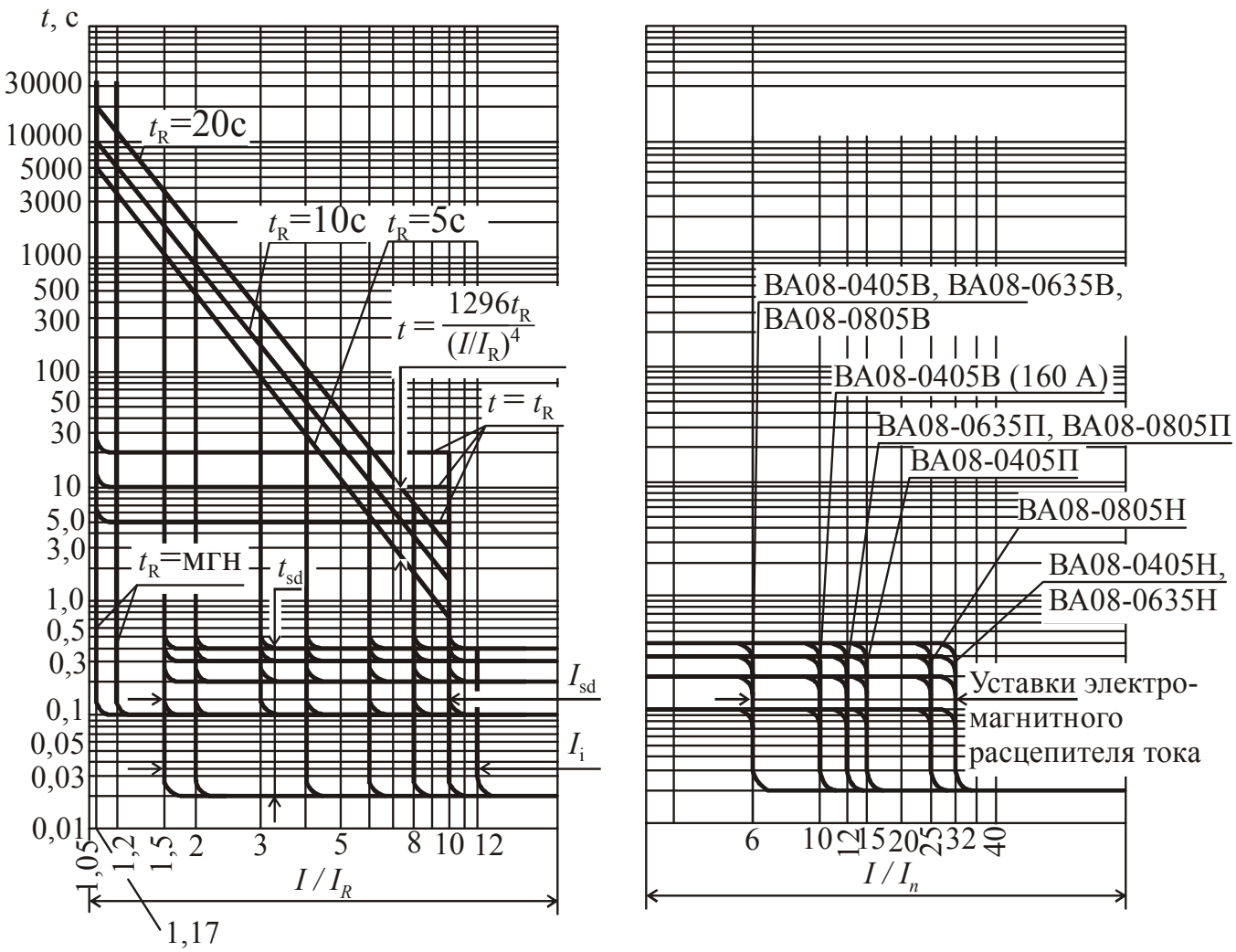


Рис. 2.13. Времятоковая характеристика выключателей переменного тока с электронным (микропроцессорным) расцепителем тока и электромагнитным расцепителем тока

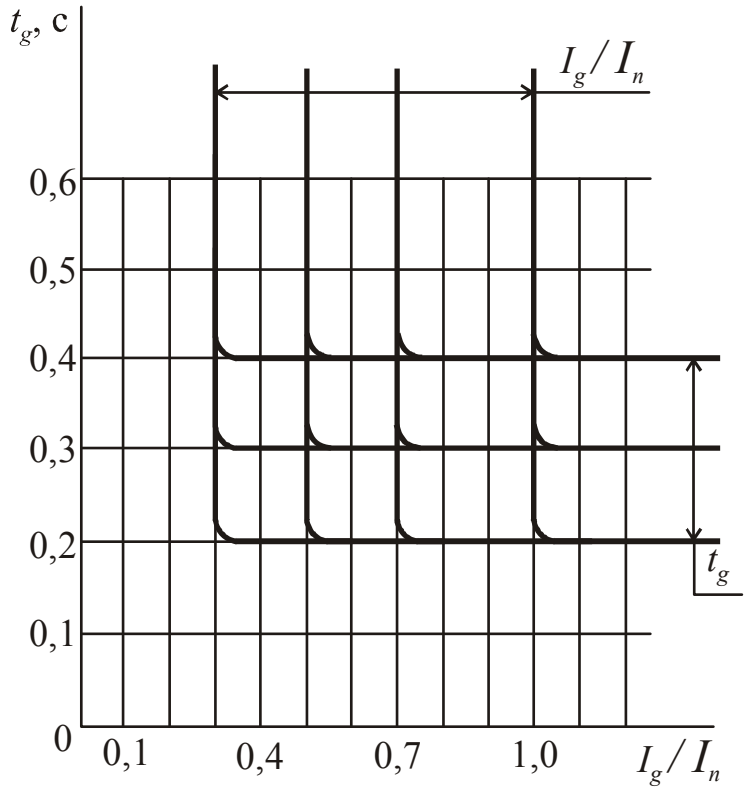


Рис. 2.14. Времятоковая характеристика защиты от однофазных замыканий на землю

- уставок тока срабатывания при коротком замыкании без выдержки времени I_i (защита мгновенного действия);
- уставок тока срабатывания при однофазном коротком замыкании на землю I_g;
- уставок по времени срабатывания при перегрузке t_R;
- уставок по времени задержки при коротком замыкании t_{sd};
- уставок по времени задержки при однофазном коротком замыкании на землю t_g;
- выбор режима работы защиты от перегрузки (табл. 2.8).

Отклонение уставок по току электромагнитных максимальных расцепителей тока в выключателях, не бывших в эксплуатации, не превышает ±20%.

Отклонения фактических значений уставок при изменении температуры от –50°С до + 55°С относительно предельных значений по таблице 2.7 и 2.8 не должны превышать:

±10% по токам срабатывания;

±20% по времени срабатывания при перегрузке;

±20% по времени срабатывания при коротком замыкании.

Таблица 2.7

Характеристики выключателей переменного тока с электронными аналоговыми расцепителями тока и допустимые отклонения их уставок

Вид защиты	Параметры	Пределы допустимого отклонения уставок
Защита от токов перегрузки $I >$		
Уставки номинального тока расцепителя, I_R, в кратности к I_n	0,4; 0,6; 0,8; 1,0	—
Время выдержки при перегрузке, с, t_R (при $6I_R$)	5 10 20	4–6 8–12 16–24
Пределы срабатывания	$1{,}05I_R \le I \le 1{,}2I_R$	—
Характеристики зависимости выдержки времени от тока	$t = \dfrac{36t_R}{\left(I/I_R\right)^2}$ [1)] $t = \infty$	—
Защита от токов короткого замыкания $I >>$		
Уставки по току при коротком замыкании, I_{sd}, в кратности к I_R	2 [2)] 3 5 6 8 9 11 12	1,7–2,3 2,55–3,45 4,25–5,75 5,1–6,9 6,8–9,2 7,65–10,35 9,35–12,65 10,2–13,8
Кратковременная выдержка времени, с, t_{sd}	0,02 0,1 0,2 0,3 0,4	0,017–0,023 0,08–0,12 0,18–0,22 0,28–0,32 0,38–0,42
Характеристика зависимости выдержки времени от тока	Независимая от тока	—

[1)] Для значений тока $I / I_R \ge 1{,}2$;

[2)] Кроме выключателей с номинальным током 160, 250 А при уставке $I_R / I_n = 0{,}4$ в сочетании с уставкой $t_{sd} = 0{,}02$ с.

Таблица 2.8

Характеристики электронного микропроцессорного расцепителя тока выключателей переменного тока

Вид защиты	Параметры	Пределы допустимого отклонения уставок
Защита от токов перегрузки $I >$		
Уставки номинального тока расцепителя, I_R, в кратности к I_n	0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1,0	—
Время выдержки при перегрузке, с, t_R (при $6I_R$)	5 10 20	4–6 8–12 16–24
Уставка тока срабатывания при перегрузке	$1{,}17I_R$	$1{,}17^{+0{,}03\ 1)}_{-0{,}12}$
Характеристики зависимости времени от тока	$t = \dfrac{35t_R}{\left(I/I_R\right)^2 - 1}$ 5); $t = \dfrac{1296t_R}{\left(I/I_R\right)^4}$ 5); $t_R = 0{,}1$ 2) с (защита без выдержки времени); $t = t_R$ (защита с независимой выдержкой времени)	—
Защита от токов короткого замыкания $I >>$		
Уставки по току при коротком замыкании с выдержкой времени, I_{sd} в кратности к I_R	1,5 3) 2 3) 3 4 6 8 10 ∞	1,275–1,725 1,7–2,3 2,55–3,45 3,4–4,6 5,1–6,9 6,8–9,2 8,5–11,5 ∞
Характеристика зависимости выдержки времени от тока	Независимая от тока	—

Окончание таблицы 2.8

Вид защиты	Параметры	Пределы допустимого отклонения уставок
Кратковременная выдержка времени, с, t_{sd}	0,1 0,2 0,3 0,4	0,08–0,12 0,18–0,22 0,28–0,32 0,38–0,42
Защита мгновенного действия $I >>>$		
Уставки по току при коротком замыкании, I_i в кратности к I_R	1,5[3)] 2[3)] 4 6 8 10 12 ∞	1,275–1,725 1,7–2,3 3,4–4,6 5,1–6,9 6,8–9,2 8,5–11,5 10,2–13,8 ∞
Время срабатывания расцепителя, с	0,02	
Выдержка времени, с	0,02	0,017–0,023
Защита от однофазного замыкания на землю $I \perp >>$		
Уставки по току при однофазном замыкании на землю, I_g в кратности к I_n	0,3[4)] 0,5 0,7 1,0	0,24–0,36 0,4–0,6 0,56–0,84 0,8–1,2
Выдержка времени, с, t_g	0,2 0,3 0,4 ∞	0,16–0,24 0,24–0,36 0,32–0,48 ∞
Сигнализация		
Уставки по току при сигнализации I_c, кратное к I_R	0,7 0,8 0,9 1,0	0,56–0,84 0,64–0,96 0,72–1,08 0,8–1,2

[1)] для выключателей с номинальным током 160 А – (1,17±0,12);
[2)] не применять для выключателей с номинальным током 160 А при уставках I_R / I_n равных 0,3 и 0,4;
[3)] кроме выключателей на токи 160 А при уставке I_R / I_n равной 0,3;
[4)] кроме выключателей с номинальным током 160А, 250 А;
[5)] для значений $I / I_R \geq 1{,}2$.

Полное время отключения цепи выключателем по каналу электромагнитного максимального расцепителя тока и по каналу независимого расцепителя не превышает 0,04 с.

Электрические схемы выключателей приведены на рис. 2.15 и 2.16.

Автоматами *ВА08* обеспечивается логическая селективность с вышестоящими выключателями путем выдачи сигнала о превышении тока уставки по току при коротком замыкании I_{sd} или I_i, при получении такого сигнала защита $I >>$ вышестоящего выключателя должна работать с установленной выдержкой времени t_{sd}, если ток превышает его уставку I_{sd}. Также обеспечивается логическая селективность с нижестоящими выключателями путем принятия от них сигнала о коротком замыкании, если ток превышает уставку I_{sd}, и нет сигнала о коротком замыкании от нижестоящих выключателей, защита $I >>$ должна работать без установленной выдержки времени (рис. 2.17).

Независимый расцепитель срабатывает при подаче на выводы его катушки напряжения постоянного (24; 110; 220; 440 В) или однофазного переменного (110; 127; 220; 230; 240; 380; 400; 415; 550; 660 В) тока частоты 50 Гц. Питание от стороннего источника подается на катушку через замыкающий контакт вспомогательной цепи, что предохраняет катушку от длительного нахождения под током. Допустимые колебания рабочего напряжения от 0,7 до 1,2 номинального.

Вспомогательные и дополнительные контакты состоят из блоков, каждый из которых имеет свой изоляционный корпус, в который вмонтированы один замыкающих и один размыкающий контакты.

Они рассчитаны на номинальное напряжение от 24 до 660 В переменного тока и от 24 до 440 В постоянного тока. Допускают работу при напряжении от 0,7 до 1,2 номинального. В продолжительном режиме допускают нагрузку током до 4 А в цепи переменного тока и 0,3 А в цепи постоянного тока.

Вспомогательные контакты, предназначенные для коммутации малых токов, представляют собой микропереключатели, встроенные в изоляционный корпус. Коммутируют токи от 5 до 200 мА при напряжении от 2,5 до 220 В переменного тока с $\cos\varphi = 0{,}5$ и от 5 до 36 В постоянного тока с постоянной времени до 0,015 с.

Указанные виды контактов используются в системах автоматики для сигнализации о положении главных (силовых) контактов выключателя.

Автоматические выключатели серии ВА–45 с микропроцессорным управлением на номинальные токи от 630 до 5000 А (табл. 2.9) предназначены для осуществления функций защиты силовых электрических сетей переменного тока низкого напряжения (до 690 В) от токов перегрузки и короткого замыкания, в том числе с выдержкой времени

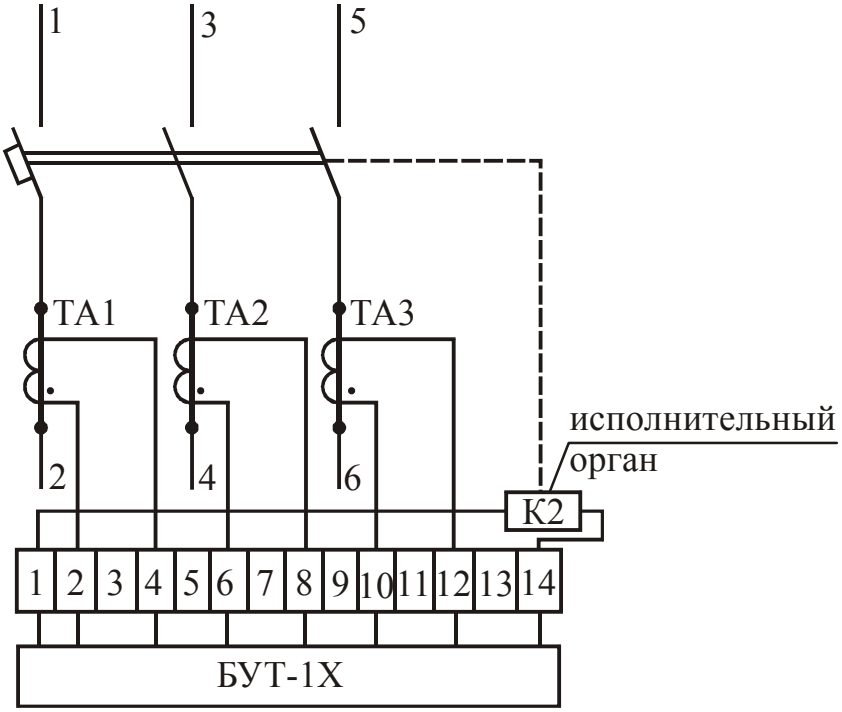


Рис. 2.15. Схема электрическая принципиальная выключателей с блоком управления максимального расцепителя переменного тока без электромагнитных расцепителей

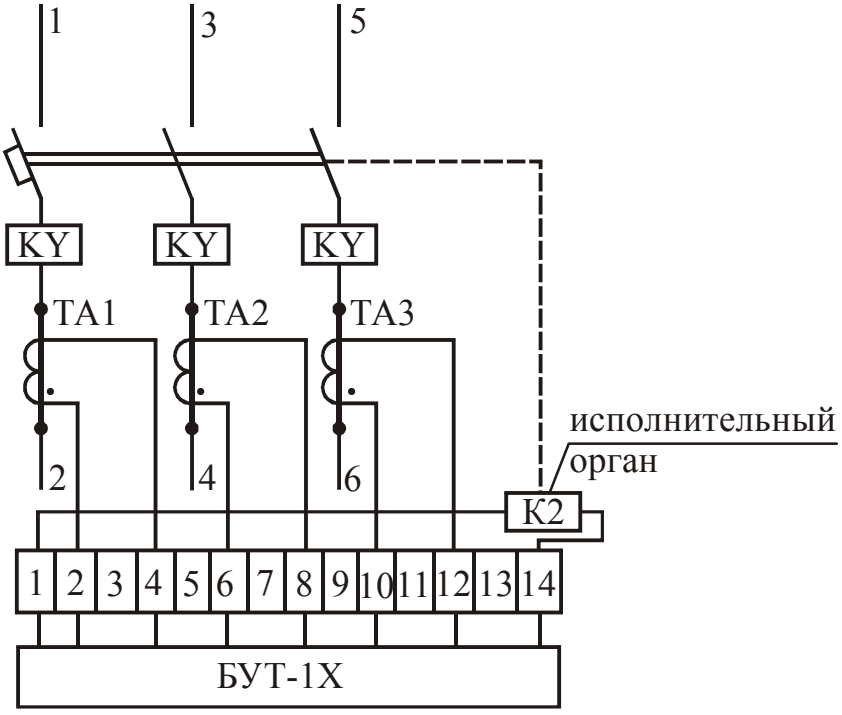


Рис. 2.16. Схема электрическая принципиальная выключателей с максимальным расцепителем переменного тока и электромагнитными расцепителями КУ

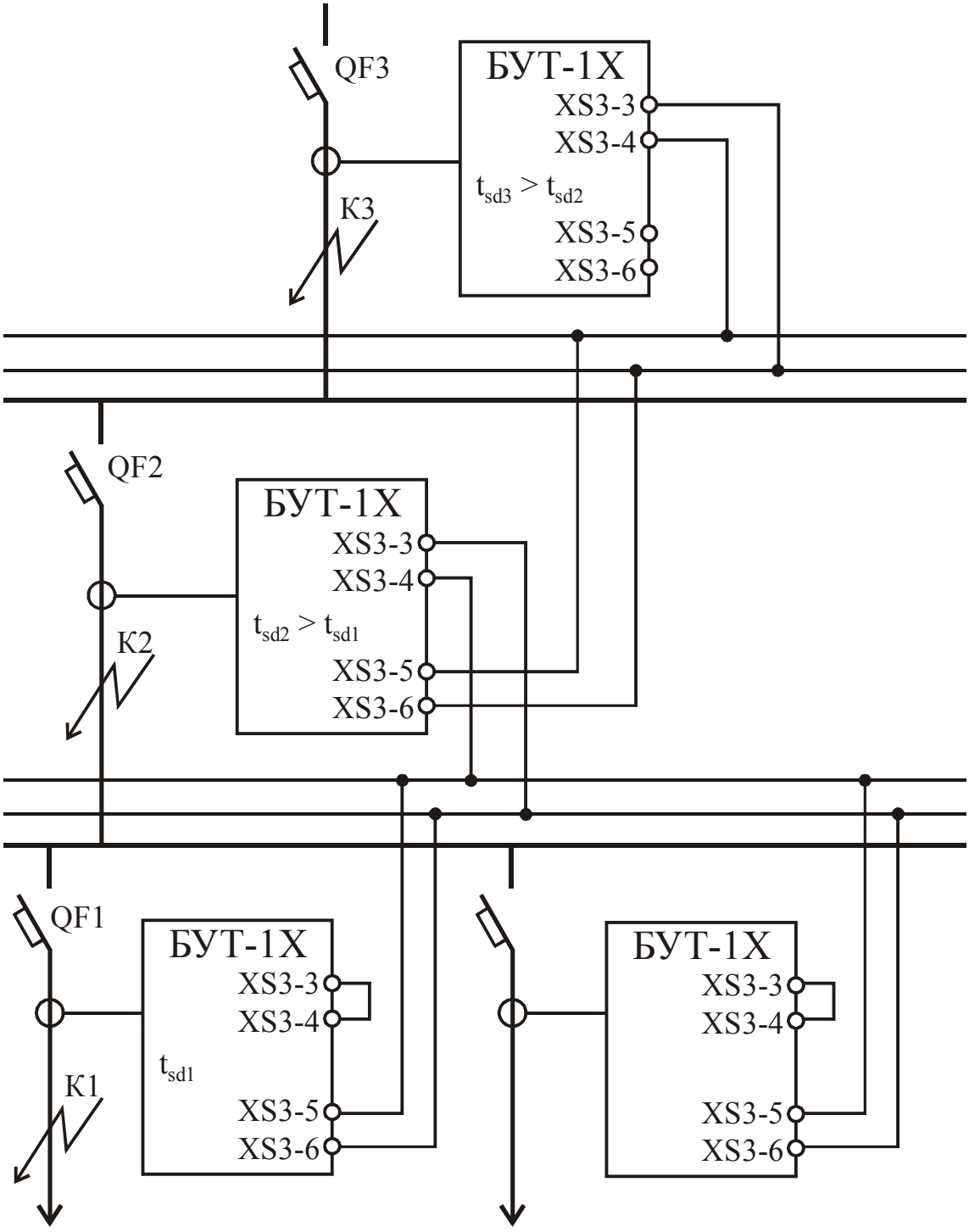


Рис. 2.17. Схема организации защиты от коротких замыканий с логической селективностью:

замыкание К1 отключает QF1 с задержкой t_{sd1} = 0,02 с,
при отказе QF1 отключает QF2 с задержкой $t_{sd2} > t_{sd1}$;
замыкание К2 отключает QF2 с задержкой 0,05 с < t_{sd2},
при отказе QF2 отключает QF1 с задержкой $t_{sd3} > t_{sd2}$;
замыкание К3 отключает QF3 с задержкой 0,05 с < t_{sd3}

Таблица 2.9

Выключатели автоматические серии ВА–45

Наименование	Номинальный ток расцепителя, I_n, А	Номинальная рабочая наибольшая отключающая способность I_{CS}, кА (действующее значение)		Номинальная предельная наибольшая отключающая способность I_{CU}, кА (действующее значение)		Номинальная наибольшая включающая способность I_{cm}, кА (ударное значение)		Номинальный кратковременно выдерживаемый ток I_{CW}, кА (действующее значение) в течение 1 с	
		при U_e							
		400 В	690 В	400 В	690 В	400 В	690 В	400 В	690 В
ВА-45 / 2000									
ВА-45 / 2000 630 А	630	50	50	80	50	176	105	50	40
ВА-45 / 2000 800 А	800								
ВА-45 / 2000 1000 А	1000								
ВА-45 / 2000 1250 А	1250								
ВА-45 / 2000 1600 А	1600								
ВА-45 / 2000 2000 А	2000								
ВА-45 / 3200									
ВА-45 / 3200 2000 А	2000	80	65	100	65	220	143	80	50
ВА-45 / 3200 2500 А	2500								
ВА-45 / 3200 2900 А	2900								
ВА-45 / 3200 3200 А	3200								
ВА-45 / 4000									
ВА-45 / 4000 3200 А	3200	80	65	100	75	220	165	80	65
ВА-45 / 4000 4000 А	4000								
ВА-45 / 5000									
ВА-45 / 5000 3200 А	3200	50	50	80	50	176	105	50	40
ВА-45 / 5000 5000 А	5000								

(селективные выключатели), для оперативных включений и отключений сетей при управлении непосредственно оператором или по командным сигналам автоматической системы управления распределением элек-

трической энергии, в которой установлен выключатель, для отключения сети в случае снижения напряжения сети ниже допустимого или пропадания напряжения.

Микропроцессорные блоки защиты и управления позволяют информировать эксплуатирующий персонал (в зависимости от типа блока) о состоянии нагрузки и параметрах защищаемой сети, в том числе отдельно по каждой фазе, о причинах автоматического отключения сети выключателем, о состоянии самого выключателя и его главных контактов посредством индикации на дисплее блока и возможности передачи основной информации по каналам телеметрии на диспетчерский пульт системы управления.

Выключатели предназначены для установки в шкафах, в том числе в выкатных ячейках шкафов (выдвижное исполнение), обеспечивают выполнение функции разъединителя при автоматическом или ручном отключении сети.

Микропроцессорные блоки защиты и управления обеспечивают формирование и регулирование защитной характеристики выключателей в зоне токов перегрузки и короткого замыкания (рис. 2.18–2.23), преобразование и выдачу на дисплеи и телеметрические каналы информационных данных. На выключатели устанавливаются микропроцессорные блоки двух типов: типа М и типа Н. Структурная схема функционирования блоков совместно с датчиками, входными сигналами и исполнительными узлами выключателя приведена на рис. 2.24. Передняя панель микропроцессорного блока для четырехполюсного выключателя изображена на рис. 2.25.

Выключатели могут длительно пропускать номинальный ток при температуре окружающей среды до 40°С, при более высокой температуре длительно пропускаемый ток корректируется в соответствии с таблицей 2.10.

Таблица 2.10

Влияние температуры окружающей среды на номинальный ток автоматических выключателей ВА-45

Температура воздуха, °С / Тип выключателя		40	45	50	55	60
		Снижение номинального тока				
ВА-45	2000	I_n	$0{,}95 \cdot I_n$	$0{,}9 \cdot I_n$	$0{,}85 \cdot I_n$	$0{,}8 \cdot I_n$
	3200		$0{,}92 \cdot I_n$	$0{,}86 \cdot I_n$	$0{,}8 \cdot I_n$	$0{,}74 \cdot I_n$
	4000		$0{,}93 \cdot I_n$	$0{,}87 \cdot I_n$	$0{,}81 \cdot I_n$	$0{,}75 \cdot I_n$
	5000		$0{,}94 \cdot I_n$	$0{,}88 \cdot I_n$	$0{,}82 \cdot I_n$	$0{,}76 \cdot I_n$

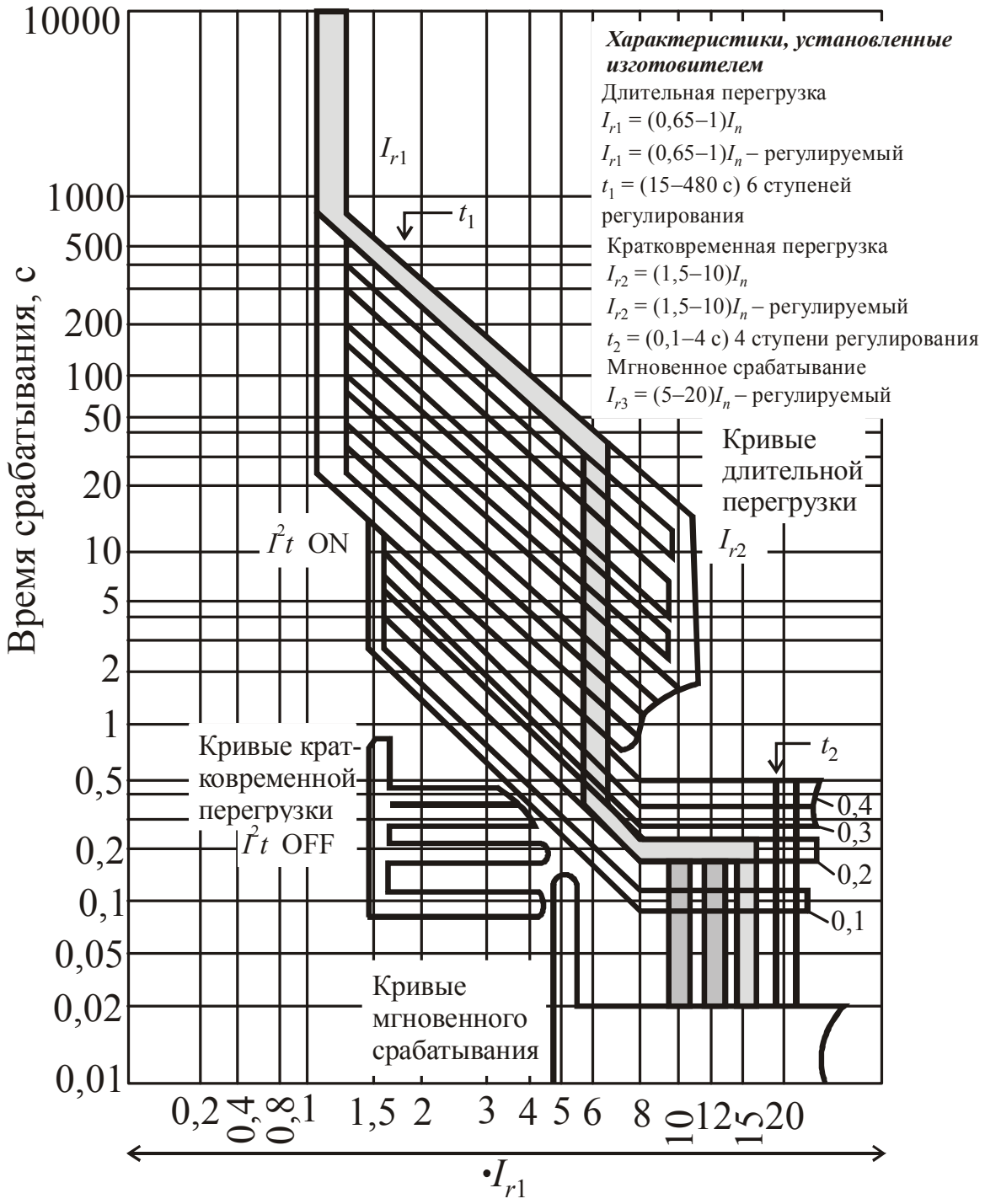


Рис. 2.18. Времятоковые характеристики автоматических выключателей ВА-45 с микропроцессором типа L

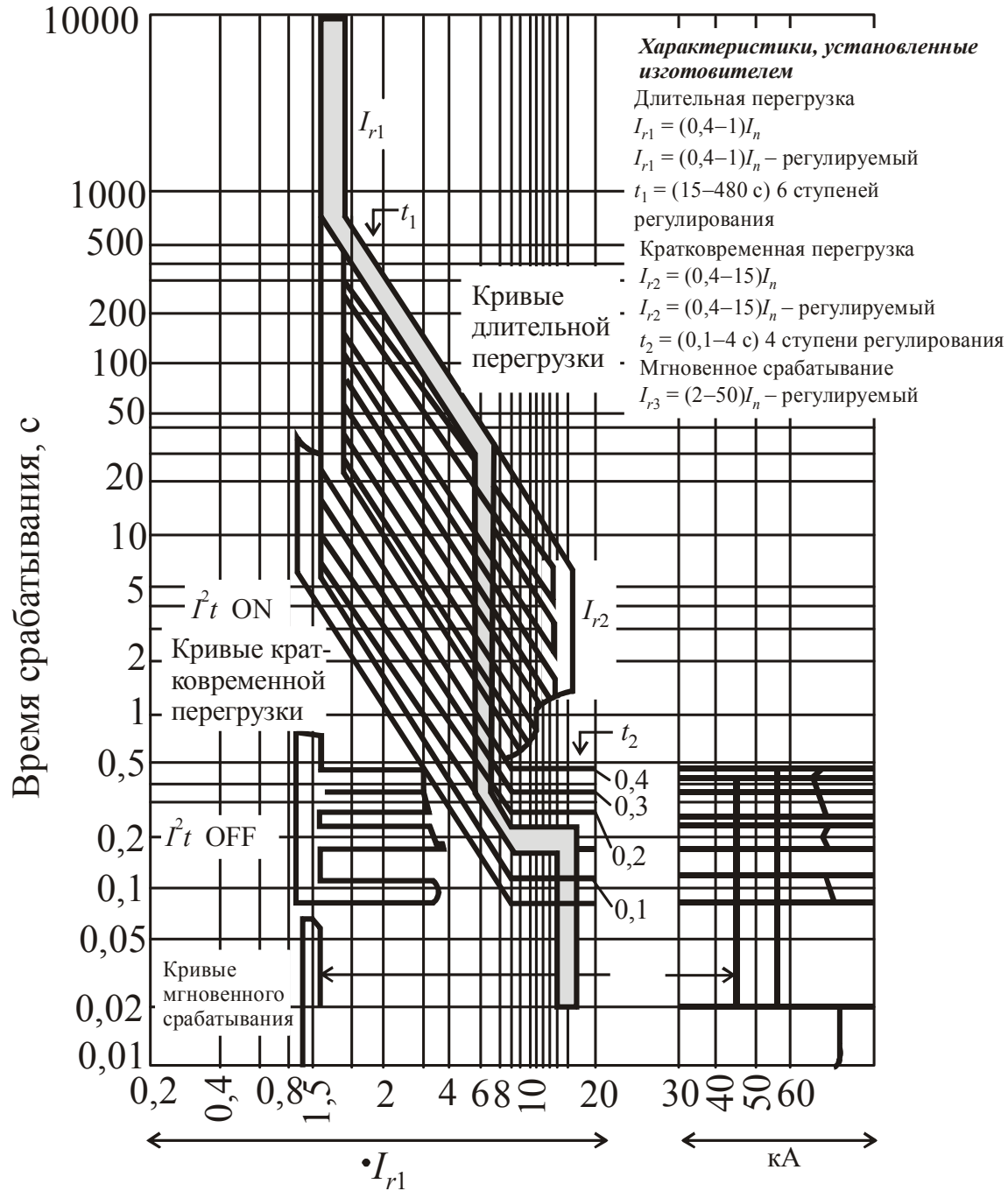


Рис. 2.19. Времятоковые характеристики автоматических выключателей ВА-45/2000 с микропроцессором типа М, Н

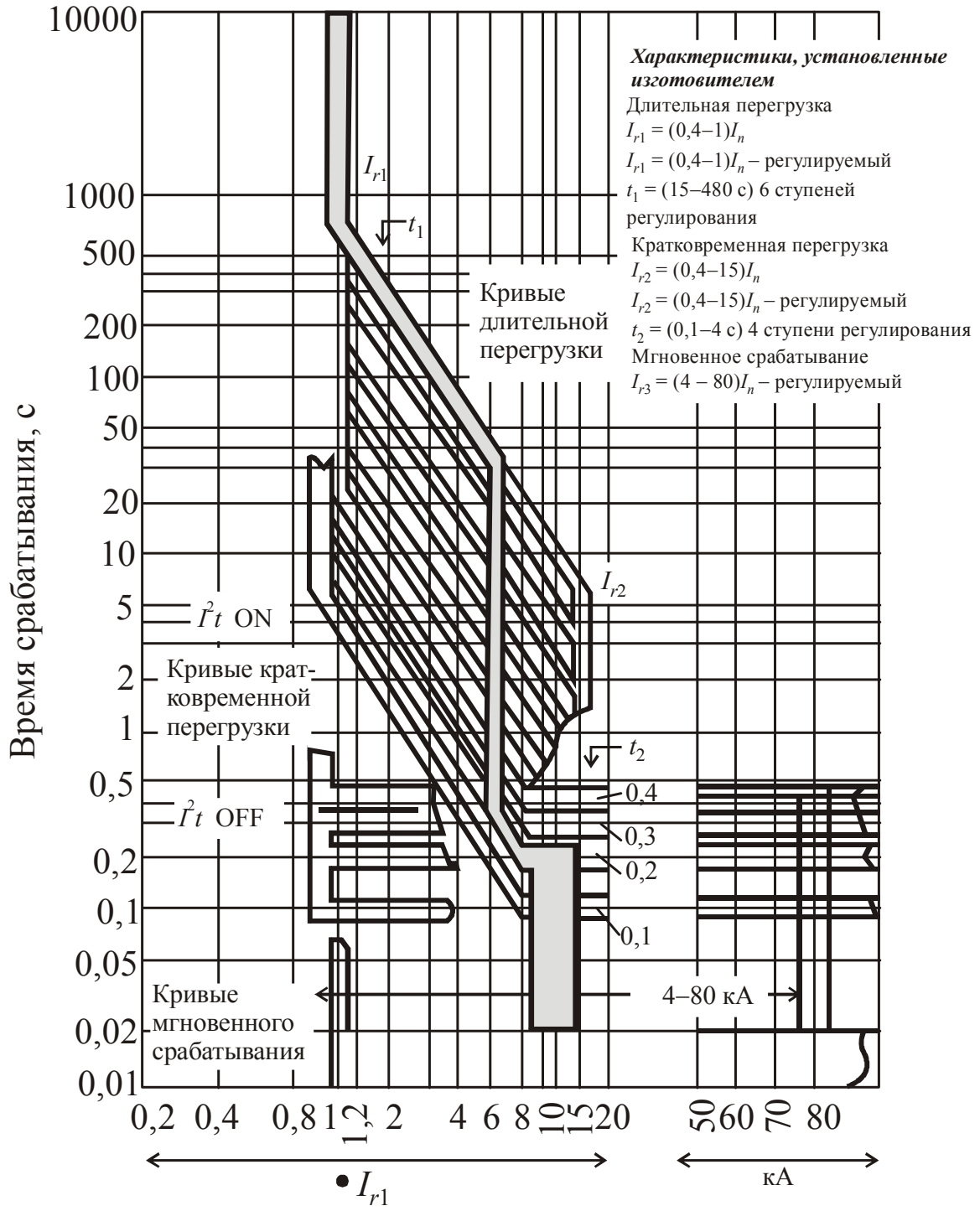


Рис. 2.20. Времятоковые характеристики автоматических выключателей ВА-45/3200 с микропроцессором типа М, Н

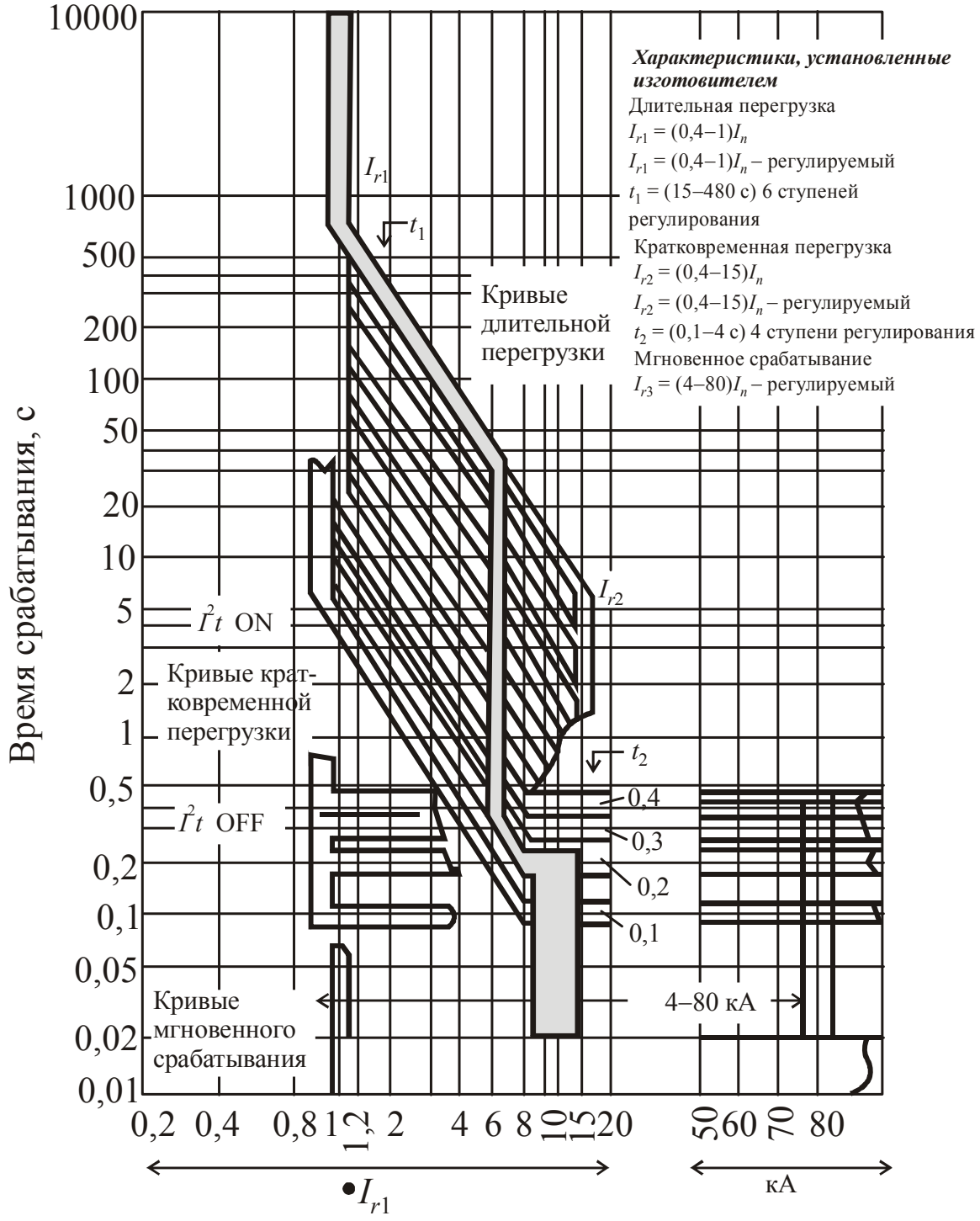


Рис. 2.21. Времятоковые характеристики автоматических выключателей ВА-45/4000 с микропроцессором типа М, Н

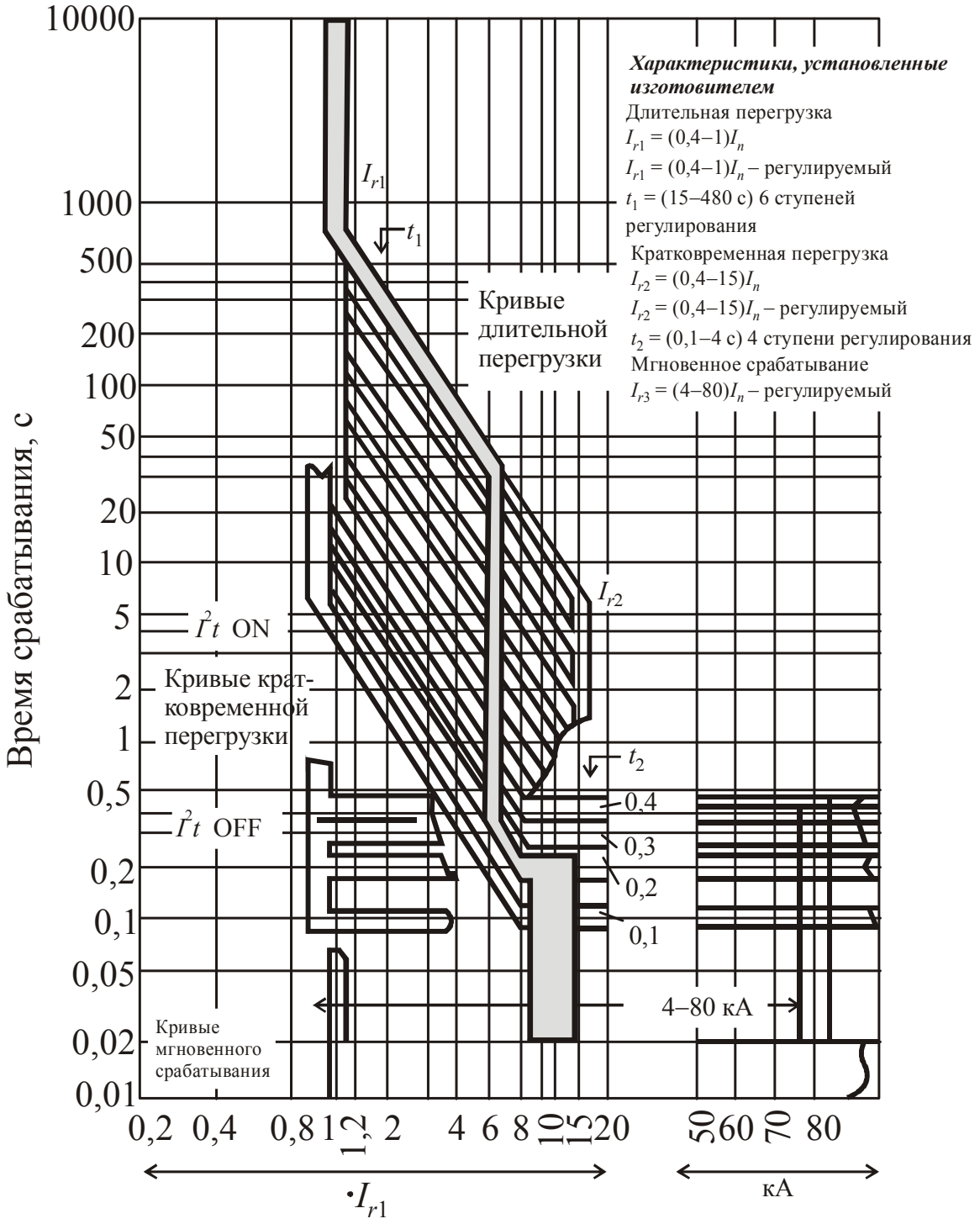


Рис. 2.22. Времятоковые характеристики автоматических выключателей ВА-45/5000 с микропроцессором типа М, Н

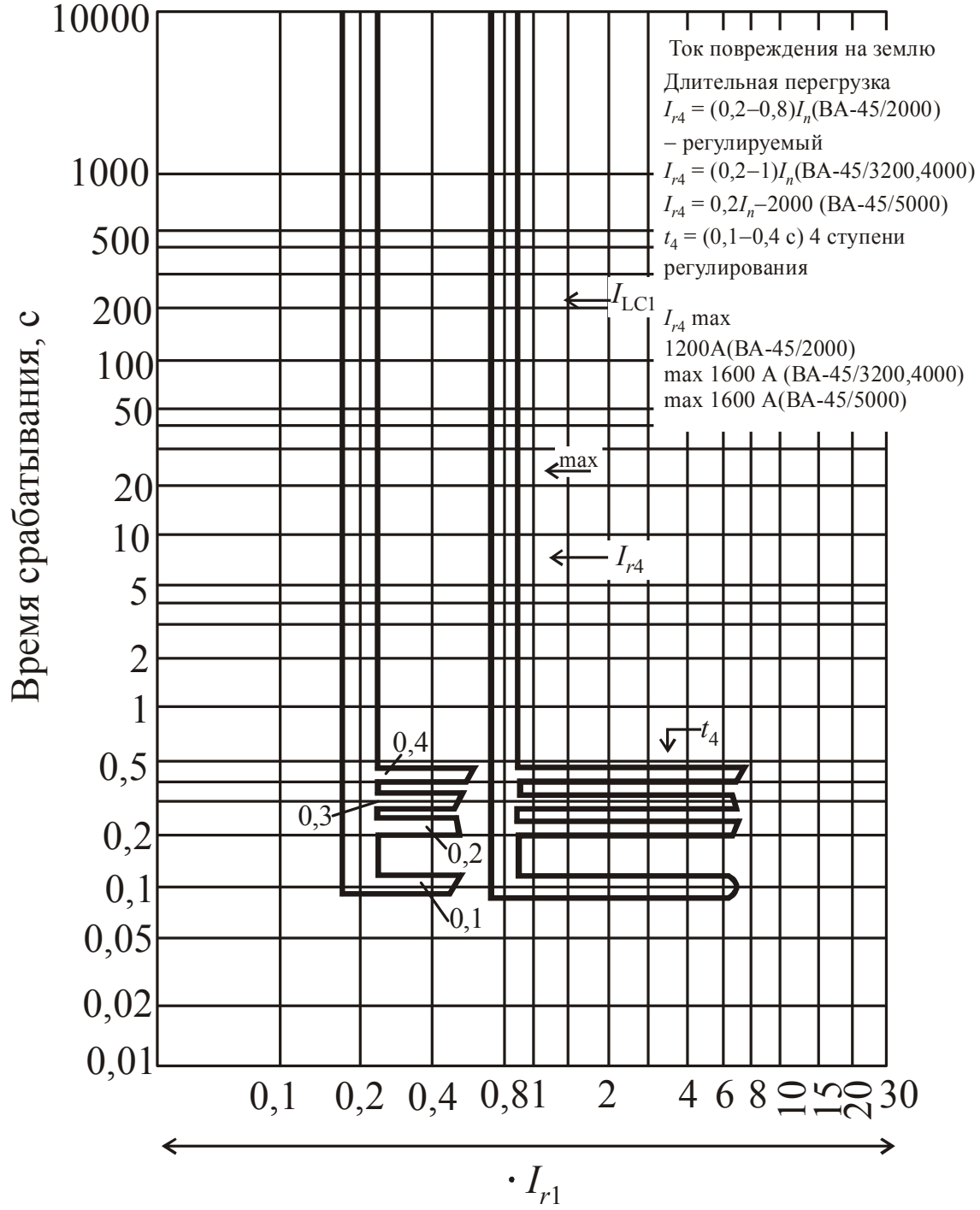


Рис. 2.23. Характеристики защиты от замыканий на землю автоматических выключателей ВА-45 с микропроцессором типа М, Н

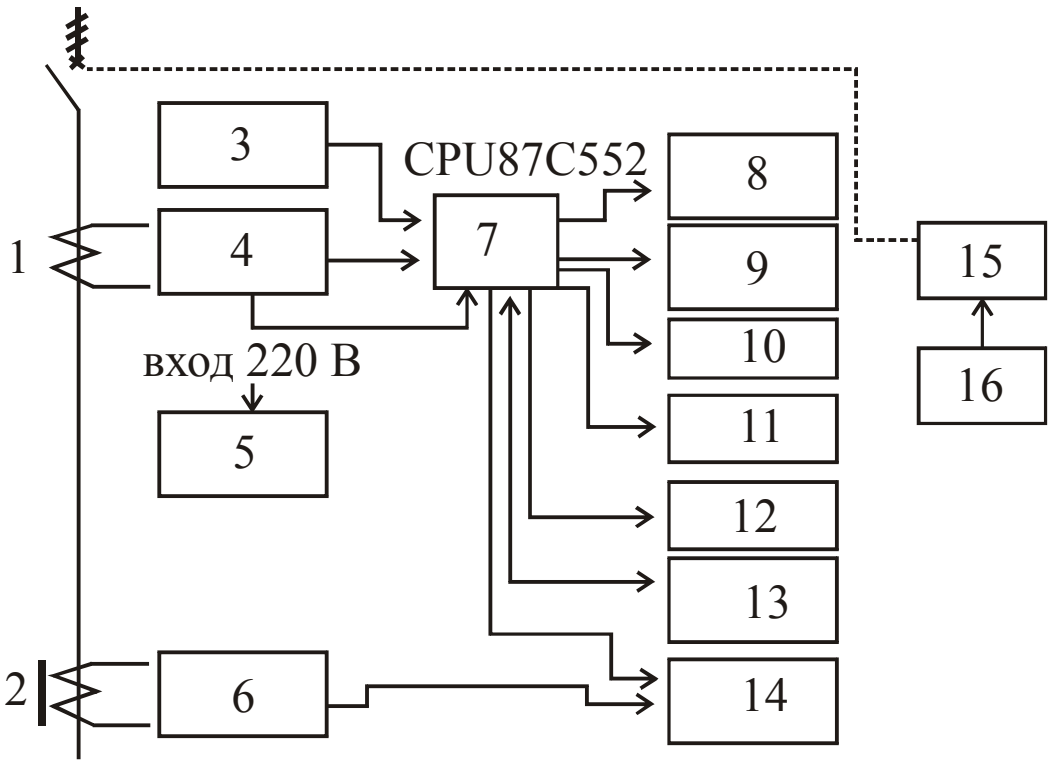
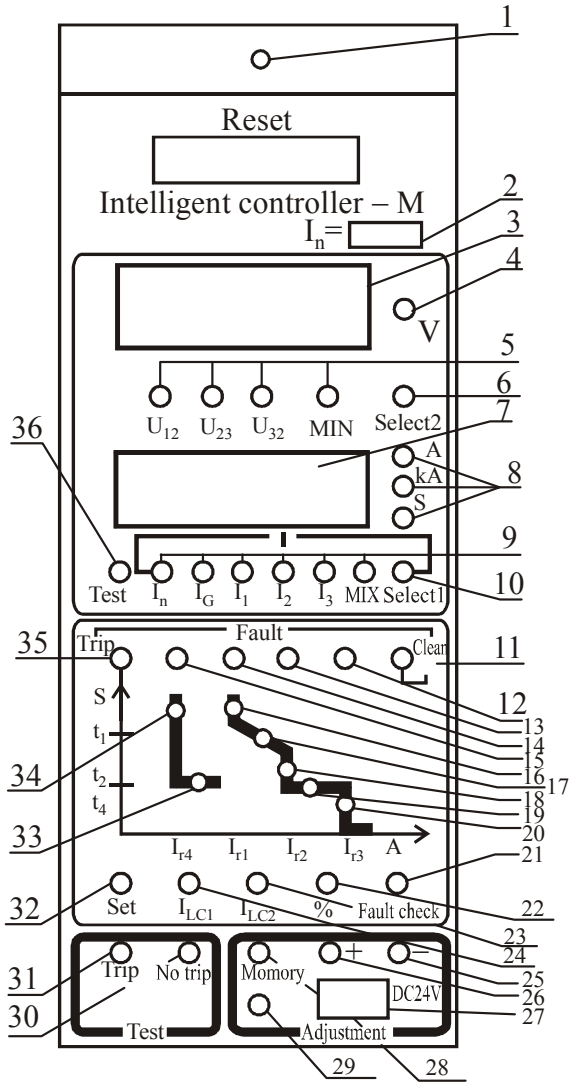


Рис. 2.24. Структурная схема функционирования микропроцессорных блоков выключателей ВА-45:

1 – трансформатор тока;
2 – трансформатор напряжения;
3 – датчик температуры окружающего воздуха;
4 – многоканальный коммутатор и усилитель;
5 – резервный источник питания (на входе 220 В);
6 – стабилизированный источник напряжения;
7 – микропроцессор;
8 – сигнализация защиты от повреждения источника питания;
9 – усилитель мощности;
10 – информационный дисплей;
11 – панель управления;
12 – информационный выход;
13 – интерфейсный выход;
14 – выход информационных данных;
15 – исполнительные элементы выключателя (расцепители);
16 – аналоговые управляющие сигналы



1 – кнопка-индикатор автоматического срабатывания от сверхтока и разрешения на включение автоматического включателя только при взведенном приводе;
2 – маркировка номинального тока выключателя;
3 – дисплей индикации величины напряжения; 4 – индикатор напряжения;
5 – индикаторы межфазных напряжений и минимальное значение напряжения; 6 – кнопка выбора индикации значений напряжения;
7 – дисплей индикации величины токов, токов отключения, времени отключения; 8 – индикатор токов и времени;
9 – индикатор трехфазного тока, тока нейтрали, тока замыкания на землю и максимального значения тока;
10 – выбор тока; 11 – снятие сигнала;
12 – световой индикатор токовой отсечки;
13 – световой индикатор защиты от кратковременной перегрузки;
14 – световой индикатор защиты от длительной перегрузки;
15 – световой индикатор защитного заземления;
16 – сигнализация уставки тока длительной перегрузки;
17 – сигнализация уставки времени длительной перегрузки;
18 – сигнализация уставки тока кратковременной перегрузки;
19 – сигнализация уставки времени кратковременной перегрузки;
20 – сигнализация уставки токовой отсечки;
21 – индикатор повреждения;
22 – индикатор степени износа контактов;
23 – сигнал 2 контроля нагрузки (срабатывает мгновенно);
24 – сигнал 1 контроля нагрузки (срабатывает мгновенно);
25 – уменьшение уставок; 26 – увеличение уставок;
27 – гнездо элемента питания (DC24В) для устройства тестирования;
28 – кнопка памяти; 29 – индикатор памяти;
30 – не отключать при тестировании;
31 – отключение при тестировании;
32 – регулирование уставки уровня защиты;
33 – уставка выдержки времени «замыкания на землю»;
34 – уставка тока «замыкания на землю» (мгновенная сигнализация);
35 – индикатор расцепления; 36 – индикатор тестирования

Рис. 2.25. Органы индикации, регулировки на панели микропроцессорных блоков и выполняемые функции

Автоматические выключатели серий ВА50 41 и ВА50 43 (производитель ОАО «Контактор», г. Ульяновск) рассчитаны для эксплуатации в электроустановках с номинальным напряжением до 660 В переменного тока частотой 50 и 60 Гц. Расшифровка их условного обозначения приведена на рис. 2.26, а основные параметры – в таблице 2.13.

Полное время отключения цепи токоограничивающими выключателями (ВА53 41 и ВА53 43) в зоне токов короткого замыкания не превышает 0,04 с.

ВАХХ ХХ ХХ ХХ ХХ ХХХХ:

ВА	**Буквенное обозначение вида аппарата:** ВА.
ХХ	**Условное обозначение номера серии ВА50 или типа:** 52 – с электромагнитными расцепителями тока; 53 – выключатель токоограничивающий с полупроводниковым и электромагнитным расцепителями тока; 55 – с полупроводниковым расцепителем тока; 56 – без максимальных расцепителей тока.
ХХ	**Условное обозначение номинального тока выключателя:** 41 – до 1000 А; 43 – 1600 А; 2000 А.
Х	**ВА50 41 –** Условное обозначение числа полюсов, величины номинального тока с вариантами присоединения по таблице 2.11 **ВА50 43 –** Условное обозначение числа полюсов, величины номинального тока в сочетании с количеством максимальных расцепителей тока: 3 – 3 полюса с расцепителями; 8 – 2 полюса с расцепителями в 2-х полюсах в трехполюсном исполнении (для выключателей без максимальных расцепителей тока означает только количество полюсов).
Х	**Условное обозначение наличия и исполнения полупроводникового расцепителя:** 0 – без расцепителя; 2 – электромагнитные расцепители тока с защитой от токов короткого замыкания (для выключателей ВА52); 3 – полупроводниковый расцепитель тока МРТ1 для защиты от токов перегрузки, короткого замыкания и однофазного короткого замыкания для выключателей ВА53, ВА55 переменного тока (выдержки времени: мгн.; 0,1; 0,15; 0,2; 0,25; 0,3; 0,35; 0,4 с);

Рис. 2.26. Структура условного обозначения автоматических выключателей ВА50 41 и ВА50 43

Окончание рис. 2.26

X	4 – полупроводниковый расцепитель тока МРТ2 для защиты от токов перегрузки, короткого замыкания и тока включения для выключателей ВА53, ВА55 переменного тока (выдержки времени: мгн.; 0,1; 0,15; 0,2; 0,25; 0,3; 0,35; 0,4 с); 5 – полупроводниковый расцепитель тока МРТ6 для защиты от токов перегрузки, короткого замыкания для выключателей ВА53, ВА55 постоянного тока (выдержки времени: мгн.; 0,1; 0,2; 0,3 с); 6 – полупроводниковый расцепитель тока МРТ8 для защиты от токов перегрузки, короткого замыкания для выключателей ВА53, ВА55 постоянного тока (выдержки времени: мгн.; 0,2; 0,4; 0,6 с); 7 – полупроводниковый расцепитель тока МРТ4 для защиты от токов перегрузки, короткого замыкания и токов включения для выключателей ВА53, ВА55 переменного тока (выдержки времени: мгн.; 0,2; 0,25; 0,35; 0,4; 0,45; 0,55; 0,6 с).
XX	Обозначение исполнения по дополнительным расцепителям и свободным контактам по таблице 2.12.
X	**Условное обозначение исполнения вида привода в сочетании со способом установки выключателя:** 1 – ручной привод, стационарное исполнение; 3 – электромагнитный привод, стационарное исполнение; 5 – ручной дистанционный привод, выдвижное исполнение; 7 – электромагнитный привод, выдвижное исполнение.
X	**Условное обозначение исполнения по дополнительным механизмам:** 0 – отсутствуют; 5 – механизм для оперирования через дверь распредустройства выключателем стационарного исполнения с ручным приводом; 6 – устройство для блокировки положений «Включено» и «Отключено» выключателя стационарного исполнения; 7 – узел для установки электромагнитного замка у выключателей выдвижного исполнения; 8 – узел для установки электромагнитного замка и узел сигнализации конечных положений выключателя выдвижного исполнения.
XX	**Условное обозначение степени защиты:** 20 – IP20; 00 – IP00.
XXXX	**Условное обозначение климатического исполнения:** УХЛ3; Т3.

Рис. 2.26. Структура условного обозначения автоматических выключателей ВА50 41 и ВА50 43 (окончание)

Таблица 2.11

К структуре условного обозначения выключателей ВА50 41

Цифра	Количество полюсов (род тока)	Номинальный ток
1	3 (переменный)	250 А; 400 А; 630 А
3	3 (переменный)	250 А; 400 А; 630 А; 1000 А
4	2 (постоянный)	250 А; 400 А; 630 А
8	2 (постоянный)	250 А; 400 А; 630 А; 1000 А

Таблица 2.12

Сочетания дополнительных сборочных единиц

Условное обозначение исполнения	Количество свободных контактов			Количество дополнительных свободных контактов		Независимый расцепитель	Нулевой расцепитель напряжения	Вспомогательный контакт сигнализации автоматического отключения
	замыкающих	Размыкающих для выключателей						
		с ручным приводом	с электромагнитным приводом	замыкающих	размыкающих			
00								
11	2	2	1	2	2			
15							+	
18	1	2	1	2	2	+		
22	1	2	1			+	+	
25	2	2	1				+	
45								+
46	2	2	1	2	2			+
47	1	2	1	2	2	+		+
49							+	+
51	2	2	1					
52	1	2	1			+		
54	2	2	1				+	+
58	1	2	1			+	+	+

Полное время отключения цепи выключателями с выдержкой времени в зоне токов короткого замыкания после истечения времени, указанного в таблицах 2.14 и 2.15, не превышает 0,04 с, если ток КЗ не превышает величины зоны селективности по таблице 2.13, в противном случае выдержка времени не более 0,04 с.

Полупроводниковый максимальный расцепитель тока в условиях эксплуатации допускает ступенчатый выбор:

- номинального тока расцепителя;
- уставки по току срабатывания в зоне токов КЗ;
- уставки по времени срабатывания в зоне токов перегрузки;
- уставки по времени срабатывания в зоне токов КЗ;
- уставки по току срабатывания при однофазном КЗ.

Отклонения уставки по току и времени срабатывания полупроводниковых максимальных расцепителей тока при температуре окружающей среды (25±10)°С приведены в таблице 2.14 и 2.15.

Выключатели оснащаются дополнительными сборочными единицами:

- независимым расцепителем;
- нулевым расцепителем напряжения (кроме ВА56 41 и ВА56 43);
- ручным приводом;
- ручным дистанционным приводом для оперирования через дверь распределительного устройства;
- электромагнитным приводом;
- свободными контактами;
- вспомогательными контактами сигнализации автоматического отключения;
- устройством для блокировки «Включено» и «Отключено» выключателя стационарного исполнения с ручным приводом.

Сочетания дополнительных сборочных единиц приведены в таблице 2.12.

Независимый расцепитель обеспечивает отключение выключателя при подаче на него напряжения постоянного (110, 220, 440 В) или однофазного переменного (110, 127, 220, 230, 240, 380, 400, 415, 550, 660 В) тока частотой 50 Гц. Допустимые колебания рабочего напряжения $(0{,}7–1{,}2)\cdot U_{ном}$, режим работы – кратковременный.

Нулевой расцепитель напряжения:

- обеспечивает отключение выключателя без выдержки времени при напряжении на выводах его катушки ниже 0,35 номинального при переменном токе и ниже 0,2 номинального при постоянном;

Таблица 2.13

Автоматические выключатели серий ВА50 41 и ВА50 43

Наименование параметров	Род тока	Тип выключателя						
		ВА52 41	ВА53 41	ВА55 41	ВА56 41	ВА53 43	ВА55 43	ВА56 43
Номинальный ток выключателя, $I_н$, А	Переменный	630; 1000	250; 400; 630; 1000		630; 1000	1600; 2000		
	Постоянный					1600		
Номинальное напряжение главной цепи, В, не более	Переменный	660						
	Постоянный	440						
Уставки срабатывания выключателей без выдержки времени, кА (предельный ток селективности)	Переменный	2,5±20% 3,2±20% 4,0±20% 5,0±20% 6,3±20% 7,0±20%	2,5±20% ($I_н$ = 250 А) 4,0±20% ($I_н$ = 400 А) 6,3±20% ($I_н$ = 630 А) 7,0±20% ($I_н$ = 1000 А)		20±2,0	12,5±20%	31,0	
	Постоянный	2,4±20% 3,8±20% 6,0±20%	1,5±20% ($I_н$ = 250 А) 2,4±20% ($I_н$ = 400 А) 3,8±20% ($I_н$ = 630 А) 6,0±20% ($I_н$ = 1000 А)		30	9,6±20%	57,0	
Предельная коммутационная способность, кА (действующее значение)	Переменный 380 В	50,5	135		55	135	80; 63*	
	Переменный 660 В	28,6	33,5					
	Постоянный 440 В	110	100			160	100	

* – для выключателей с номинальным током 2000 А

Таблица 2.14

Уставки полупроводниковых расцепителей МРТ1 (рис. 2.27), МРТ2 (рис. 2.28) переменного тока и расцепителей МРТ6 (рис. 2.29) постоянного тока выключателей типов ВА53 41, ВА55 41, ВА53 43, ВА55 43

<table>
<tr><th colspan="2" rowspan="2">Наименование параметра</th><th rowspan="2">Значение уставок</th><th colspan="2">Пределы допустимого отклонения уставок</th></tr>
<tr><th>Переменного тока</th><th>Постоянного тока</th></tr>
<tr><td rowspan="2">Уставки номинального тока $I_р$, кратные $I_н$</td><td>Переменного тока[*1]</td><td>0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1,0; 1,1</td><td colspan="2" rowspan="2"></td></tr>
<tr><td>Постоянного тока</td><td>0,63; 0,8; 1,0</td></tr>
<tr><td rowspan="11">Уставки по току срабатывания, кратные $I_р$, при</td><td>перегрузке $I_п$</td><td>1,25</td><td colspan="2">1,15…1,35</td></tr>
<tr><td rowspan="10">коротком замыкании $I_к^{*4}$</td><td>2</td><td colspan="2">1,6…2,4</td></tr>
<tr><td>3</td><td>2,4…3,6</td><td></td></tr>
<tr><td>4</td><td colspan="2">3,2…4,8</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4,0…6,0</td><td></td></tr>
<tr><td>6</td><td></td><td>4,8…7,2</td></tr>
<tr><td>7</td><td>5,6…8,4</td><td></td></tr>
<tr><td>8</td><td>6,4…9,6</td><td></td></tr>
<tr><td>9</td><td>7,2…10,6</td><td></td></tr>
<tr><td>10</td><td>8,0…12,0</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="9">Уставки по времени срабатывания, с, при:</td><td rowspan="4">перегрузке ($t_п$) $6 \cdot I_р$</td><td>4</td><td>3,2…4,8</td><td rowspan="4"></td></tr>
<tr><td>8</td><td>6,4…9,6</td></tr>
<tr><td>12</td><td>9,6…14,4</td></tr>
<tr><td>16</td><td>12,8…19,2</td></tr>
<tr><td rowspan="3">перегрузке ($t_п$) $5 \cdot I_р$</td><td>4</td><td></td><td>3,2…4,8</td></tr>
<tr><td>8</td><td></td><td>6,4…9,6</td></tr>
<tr><td>16</td><td></td><td>12,8…19,2</td></tr>
<tr><td rowspan="8">коротком замыкании $t_к$</td><td>мгн.</td><td>0,02…0,04[*3]</td><td>0,02…0,04[*3]</td></tr>
<tr><td>0,1</td><td colspan="2">0,08…0,12[*3]</td></tr>
<tr><td>0,15</td><td>0,12…0,18[*3]</td><td></td></tr>
<tr><td>0,2</td><td colspan="2">0,18…0,22[*3]</td></tr>
<tr><td>0,25</td><td>0,225…0,275[*3]</td><td></td></tr>
<tr><td>0,3</td><td colspan="2">0,27…0,33[*3]</td></tr>
<tr><td>0,35</td><td>0,315…0,385[*3]</td><td></td></tr>
<tr><td>0,4</td><td>0,36…0,44[*3]</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="4">Уставки по току срабатывания, кратные $I_н$, при:</td><td rowspan="4">однофазном коротком замыкании $I_о^{*2}$</td><td>0,4</td><td>0,32…0,48</td><td rowspan="4"></td></tr>
<tr><td>0,6</td><td>0,48…0,72</td></tr>
<tr><td>0,8</td><td>0,64…0,96</td></tr>
<tr><td>1,0</td><td>0,8…1,2</td></tr>
</table>

[*1] При номинальном токе выключателя $I_н$ = 1000 А и $I_н$ = 1600 А уставку тока 1,1 не применять.

[*2] Только для МРТ1.

[*3] Если до возникновения короткого замыкания ток в главной цепи был не ниже 0,7 номинального рабочего тока расцепителя (уставки).

[*4] У выключателей ВА53 41 и ВА53 43 уставка определяется значением тока электромагнитного расцепителя тока.

Таблица 2.15

Уставки полупроводниковых расцепителей МРТ4 (рис. 2.28) переменного тока и расцепителей МРТ8 (рис. 2.29) постоянного тока выключателей типов ВА53 41, ВА55 41, ВА53 43, ВА55 43

<table>
<tr><th colspan="2" rowspan="2">Наименование параметра</th><th rowspan="2">Значение уставок</th><th colspan="2">Пределы допустимого отклонения уставок</th></tr>
<tr><th>Переменного тока</th><th>Постоянного тока</th></tr>
<tr><td rowspan="2">Уставки номинального тока $I_р$, кратные $I_н$</td><td>Переменного тока[*1]</td><td>0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1,0; 1,1</td><td colspan="2" rowspan="2"></td></tr>
<tr><td>Постоянного тока</td><td>0,63; 0,8; 1,0</td></tr>
<tr><td rowspan="13">Уставки по току срабатывания, кратные $I_р$, при:</td><td>перегрузке $I_п$</td><td>1,25</td><td colspan="2">1,15…1,35</td></tr>
<tr><td rowspan="12">коротком замыкании $I_к^{*3}$</td><td>2</td><td colspan="2">1,6…2,4</td></tr>
<tr><td>3</td><td>2,4…3,6</td><td></td></tr>
<tr><td>4</td><td></td><td>3,2…4,8</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4,0…6,0</td><td></td></tr>
<tr><td>6</td><td colspan="2">4,8…7,2</td></tr>
<tr><td>8</td><td>6,4…9,6</td><td></td></tr>
<tr><td>9</td><td>7,2…10,6</td><td></td></tr>
<tr><td>11</td><td>8,8…13,2</td><td></td></tr>
<tr><td>12</td><td>9,6…14,4</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="12">Уставки по времени срабатывания, с, при:</td><td rowspan="4">перегрузке ($t_п$) $6 \cdot I_р$</td><td>4</td><td>3,2…4,8</td><td rowspan="4"></td></tr>
<tr><td>8</td><td>6,4…9,6</td></tr>
<tr><td>12</td><td>9,6…14,4</td></tr>
<tr><td>16</td><td>12,8…19,2</td></tr>
<tr><td rowspan="3">перегрузке ($t_п$) $5 \cdot I_р$</td><td>4</td><td rowspan="3"></td><td>3,2…4,8</td></tr>
<tr><td>8</td><td>6,4…9,6</td></tr>
<tr><td>16</td><td>12,8…19,2</td></tr>
<tr><td rowspan="8">коротком замыкании $t_к$</td><td>мгн.</td><td>0,02…0,04[*2]</td><td>0,02…0,04[*2]</td></tr>
<tr><td>0,2</td><td colspan="2">0,18…0,2[*2]</td></tr>
<tr><td>0,25</td><td>0,225…0,27[*2]</td><td></td></tr>
<tr><td>0,35</td><td>0,315…0,385[*2]</td><td></td></tr>
<tr><td>0,4</td><td colspan="2">0,36…0,4[*2]</td></tr>
<tr><td>0,45</td><td>0,40…0,50[*2]</td><td></td></tr>
<tr><td>0,55</td><td>0,49…0,60[*2]</td><td></td></tr>
<tr><td>0,6</td><td colspan="2">0,54…0,66[*2]</td></tr>
</table>

[*1] При номинальном токе выключателя $I_н$ = 1000 А и $I_н$ = 1600 А уставку тока 1,1 не применять.

[*2] Если до возникновения короткого замыкания ток в главной цепи был не ниже 0,7 номинального рабочего тока расцепителя (уставки).

[*3] У выключателей ВА53 41 и ВА53 43 уставка определяется значением тока электромагнитного расцепителя тока.

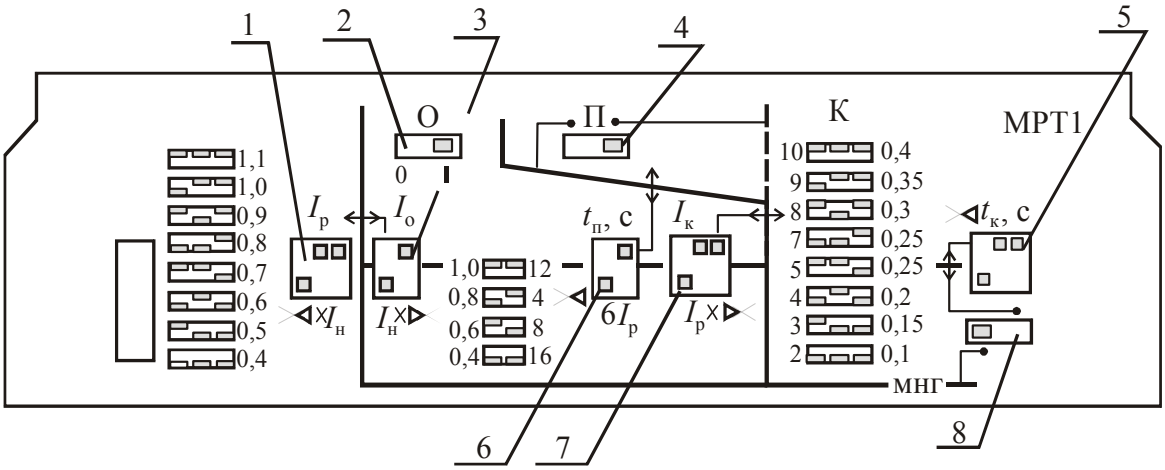


Рис. 2.27. Общий вид лицевой панели блока МРТ1: 1 – уставки номинального тока расцепителя; 2 – включение защиты от однофазного короткого замыкания (выступ вправо – включена, влево – выключена); 3 – уставки тока срабатывания защиты от однофазного короткого замыкания; 4 – включение защиты о перегрузки (выступ влево – включена, выступ вправо – выключена); 5 – уставки выдержки времени защиты от короткого замыкания; 6 – уставки выдержки времени защиты от перегрузки; 7 – уставки тока срабатывания защиты от короткого замыкания; 8 – включение выдержки времени защиты от короткого замыкания (выступ в право – включена, влево – выключена)

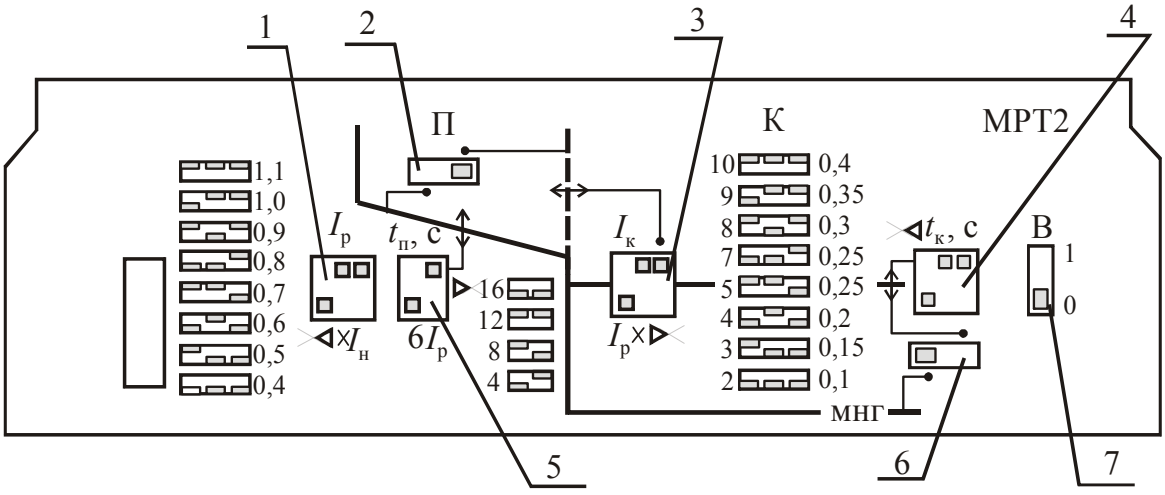


Рис. 2.28. Общий вид лицевой панели блока МРТ2: 1 – уставки номинального тока расцепителя; 2 – включение защиты от перегрузки (выступ влево– включена, выступ вправо – выключена); 3 – уставки тока срабатывания защиты от короткого замыкания; 4 – уставки выдержки времени защиты от короткого замыкания; 5 – уставки выдержки времени защиты от перегрузки; 6 – включение выдержки времени защиты от короткого замыкания (выступ в право – включена, влево – выключена); 7 – защита от тока включения (выступ вверх – включена, вниз – выключена). МРТ 4 отличается от МРТ2 уставками тока срабатывания защиты от короткого замыкания: 2, 3, 5, 6, 8, 9, 11, 12 и уставками выдержки времени защиты от короткого замыкания: 0,2; 0,25; 0,35; 0,4; 0,45; 0,55; 0,6

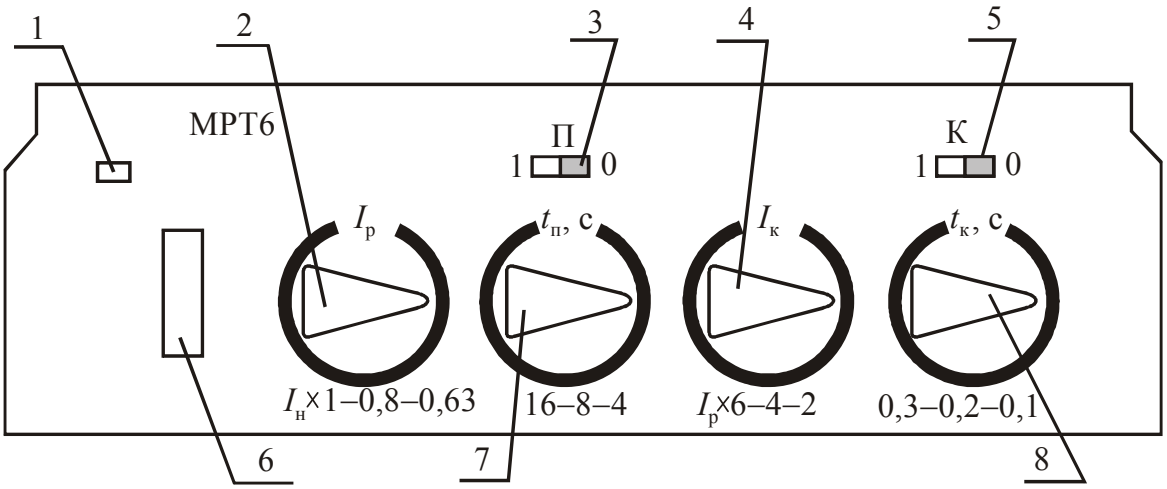


Рис. 2.29. Общий вид лицевой панели блока МРТ6: 1 – индикатор наличия электропитания; 2 – ручка уставок номинального тока расцепителя $I_р$; 3 – включение защиты от перегрузки (выступ влево – включена, вправо – выключена); 4 – ручка уставок токов короткого замыкания; 5 – включение режима мгновенного срабатывания при коротком замыкании (выступ влево – включен, вправо – выключен); 6 – разъем «ТЕСТ»; 7 – ручка уставок времени срабатывания в зоне токов перегрузки; 8 – ручка уставок времени срабатывания в зоне токов короткого замыкания. МРТ8 отличается от МРТ6 уставками времени срабатывания в зоне токов короткого замыкания поз. 8: 0,6; 0,4 и 0,2 с

- не производит отключение выключателя при напряжении на выводах его катушки $0{,}55 \cdot U_{ном}$ и выше;
- не препятствует включению выключателя при напряжении на выводах его катушки $0{,}85 \cdot U_{ном}$ и выше;
- препятствует включению выключателя при напряжении на выводах его катушки $0{,}1 \cdot U_{ном}$ и ниже.

Рассчитан для работы в продолжительном режиме при номинальных напряжениях:

- 110, 220 В постоянного тока;
- 127, 220, 230, 240, 380, 400, 415, 550, 660 В переменного тока частотой 50 Гц.

Свободные контакты допускают работу как при постоянном (до 220 В), так и при переменном (до 660 В) токе при напряжении $(0{,}7–1{,}2) \cdot U_{ном}$. Нагрузочный ток в продолжительном режиме до 4 А.

Вспомогательные контакты сигнализации автоматического отключения в продолжительном режиме допускают нагрузку 2 А и рассчитаны на напряжения до 380 В переменного тока и до 220 В постоянного.

Для выключателей ВА53 41, ВА53 43 (токоограничивающего исполнения) максимальными расцепителями тока являются полупровод-

никовые и электромагнитные расцепители, а для выключателей ВА55 43 – только полупроводниковые.

Электромагнитные расцепители устанавливаются в каждом полюсе. Настраиваются на определенную уставку по току срабатывания предприятием-изготовителем и в условиях эксплуатации не регулируются.

Расцепитель полупроводниковый типа МРТ состоит из блока управления полупроводниковым максимальным расцепителем (*БУПР*), измерительных элементов (*ТА1, ТА2, ТА3*), встраиваемых в каждый полюс выключателя, стабилизатора тока (для выключателей постоянного тока) и исполнительного электромагнита (*К1*), рис. 2.30.

Блок управления полупроводниковым максимальным расцепителем представляет собой самостоятельный несменный блок, в котором размещены все его элементы. На лицевой стороне *БУПР* (рис. 2.27–2.29) расположена прозрачная съемная крыша с элементами проверки работоспособности выключателя и выбора параметров в условиях эксплуатации в соответствии с защитными характеристиками (рис. 2.31–2.36).

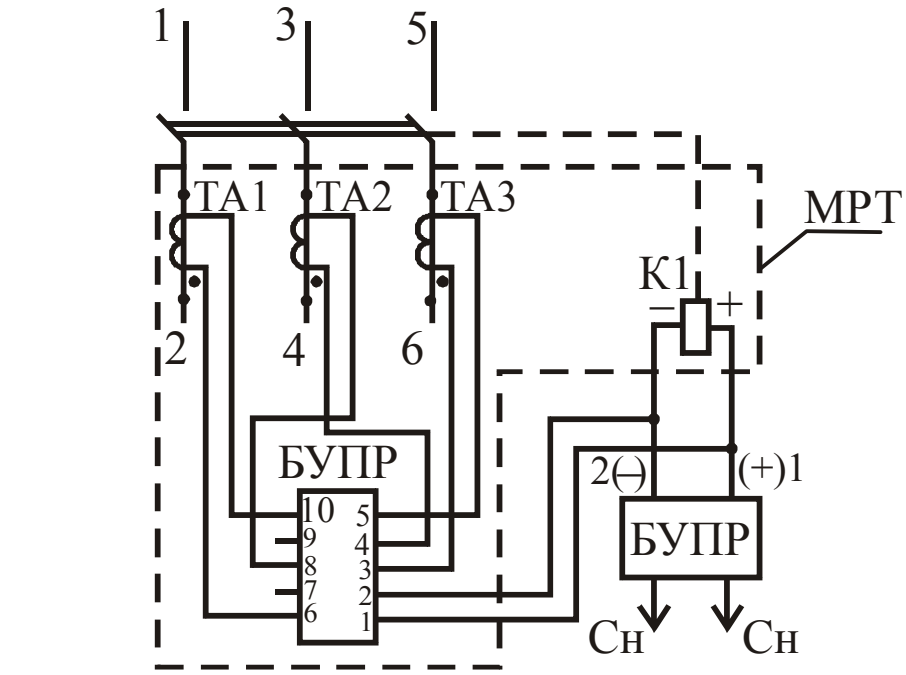
Питание блока управления у выключателей переменного тока осуществляется от трансформаторов тока, а у выключателей постоянного тока – через стабилизаторы тока напряжением от главной цепи выключателя или от постороннего источника питания.

Трехполюсные автоматические выключатели серии ВА55 (производитель ОАО «Электроаппарат», г. Курск). Выключатели изготавливаются с полупроводниковым максимальным расцепителем тока на базе микроконтроллера Atmega 16L. Технические (табл. 2.16) и защитные (рис. 2.37, 2.38) характеристики этих автоматов отличаются от характеристик выключателей аналогичных моделей производства ОАО «Контактор», г. Ульяновск.

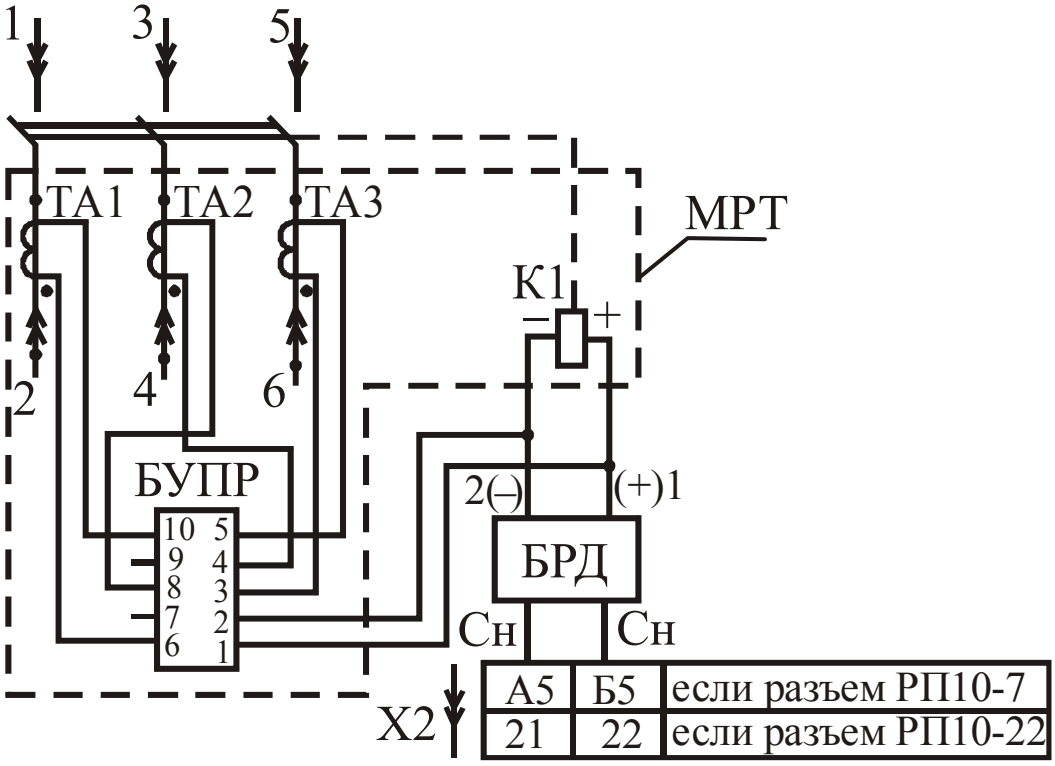
Полупроводниковый максимальный расцепитель тока в эксплуатации обеспечивает настройку и регулировку (табл. 2.16):

- уставки номинального тока расцепителя;
- типа защитной характеристики (рис. 2.37, 2.38);
- уставки по току срабатывания в зоне короткого замыкания;
- уставки по времени срабатывания в зоне перегрузки;
- уставки по времени срабатывания в зоне короткого замыкания;
- уставки по току срабатывания при однофазном короткого замыкании.

Наличие в автоматических выключателях ВА55 дополнительных сборочных единиц и механизмов отражено в структуре их условного обозначения (рис. 2.39).



Стационарное исполнение



Выдвижное исполнение

Рис. 2.30. Схема электрическая принципиальная выключателей переменного тока: К1 – расцепитель независимый, он же исполнительный электромагнит БУПР; БРД – блок резисторов и диодов (устанавливается только на выключатели с независимым расцепителем напряжения)

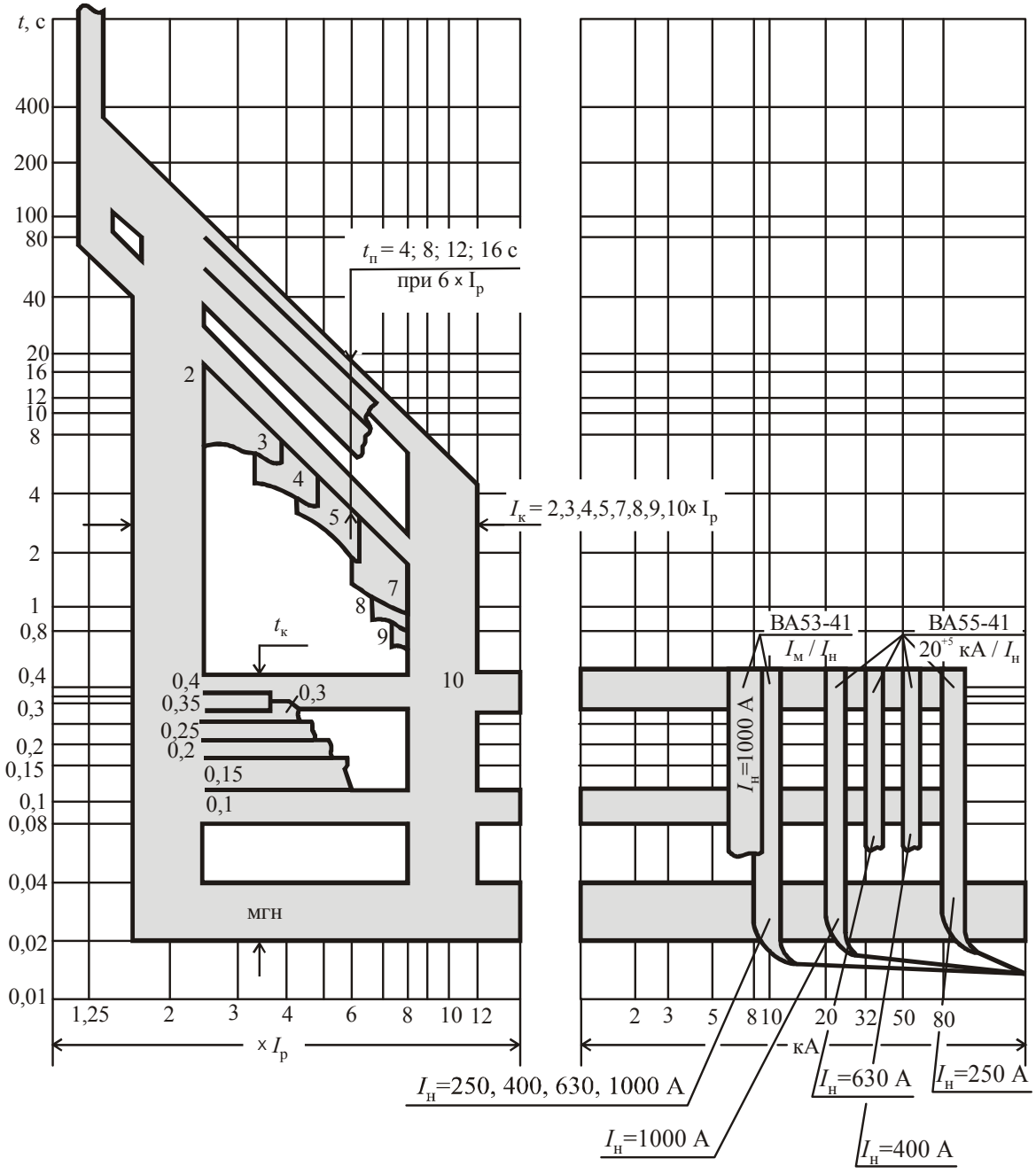


Рис. 2.31. Времятоковая характеристика выключателей переменного тока ВА53 41 и ВА55 41 с блоками МРТ1, МРТ2, пределы отклонений уставок см. таблицы 2.13, 2.14

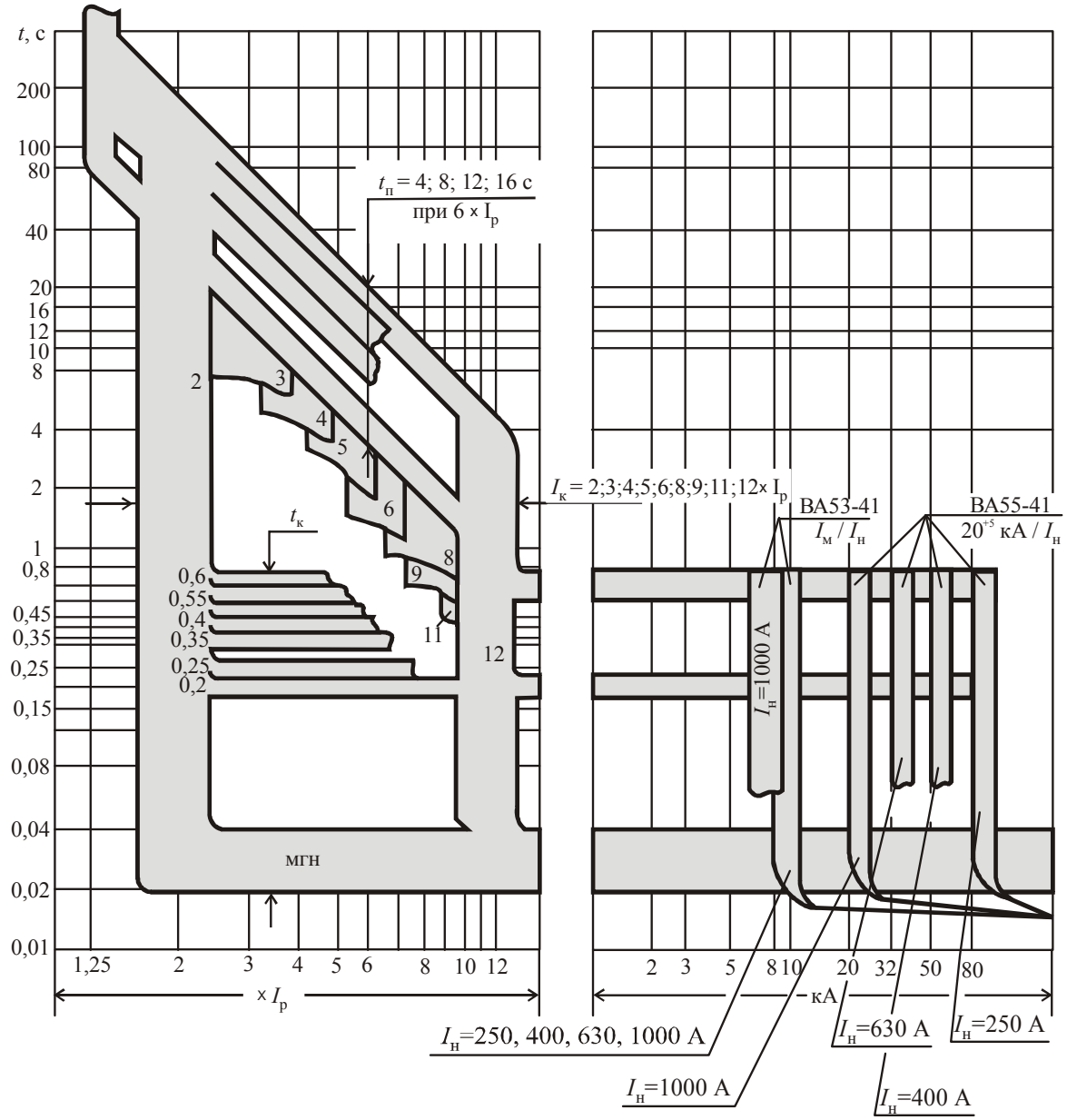


Рис. 2.32. Времятоковая характеристика выключателей переменного тока ВА53 41 и ВА55 41 с блоком МРТ4, пределы отклонений уставок см. таблицы 2.13, 2.15

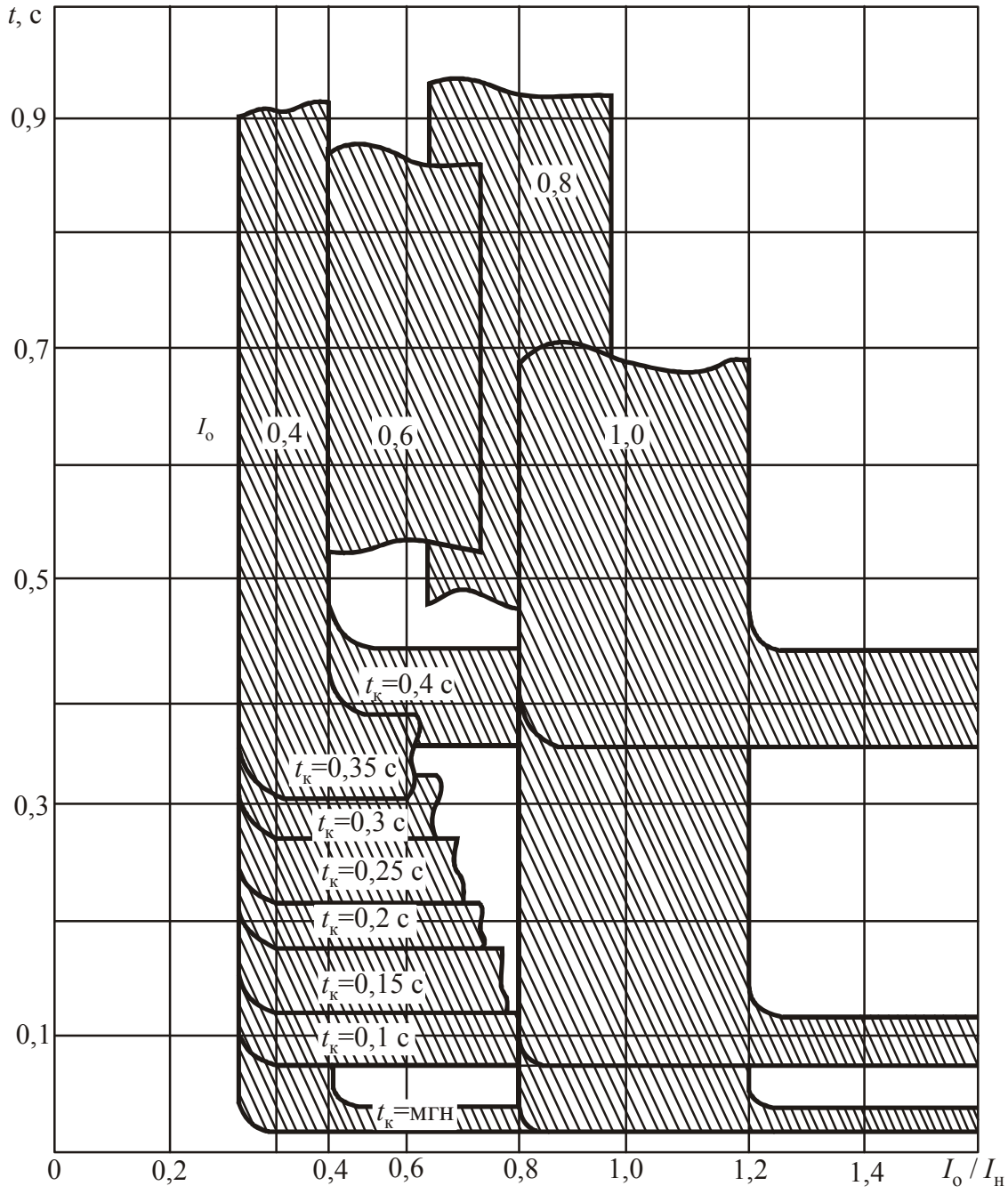


Рис. 2.33. Времятоковая характеристика выключателей переменного тока ВА53 41 и ВА55 41 с защитой от однофазных замыканий, пределы отклонений уставок см. таблицу 2.14

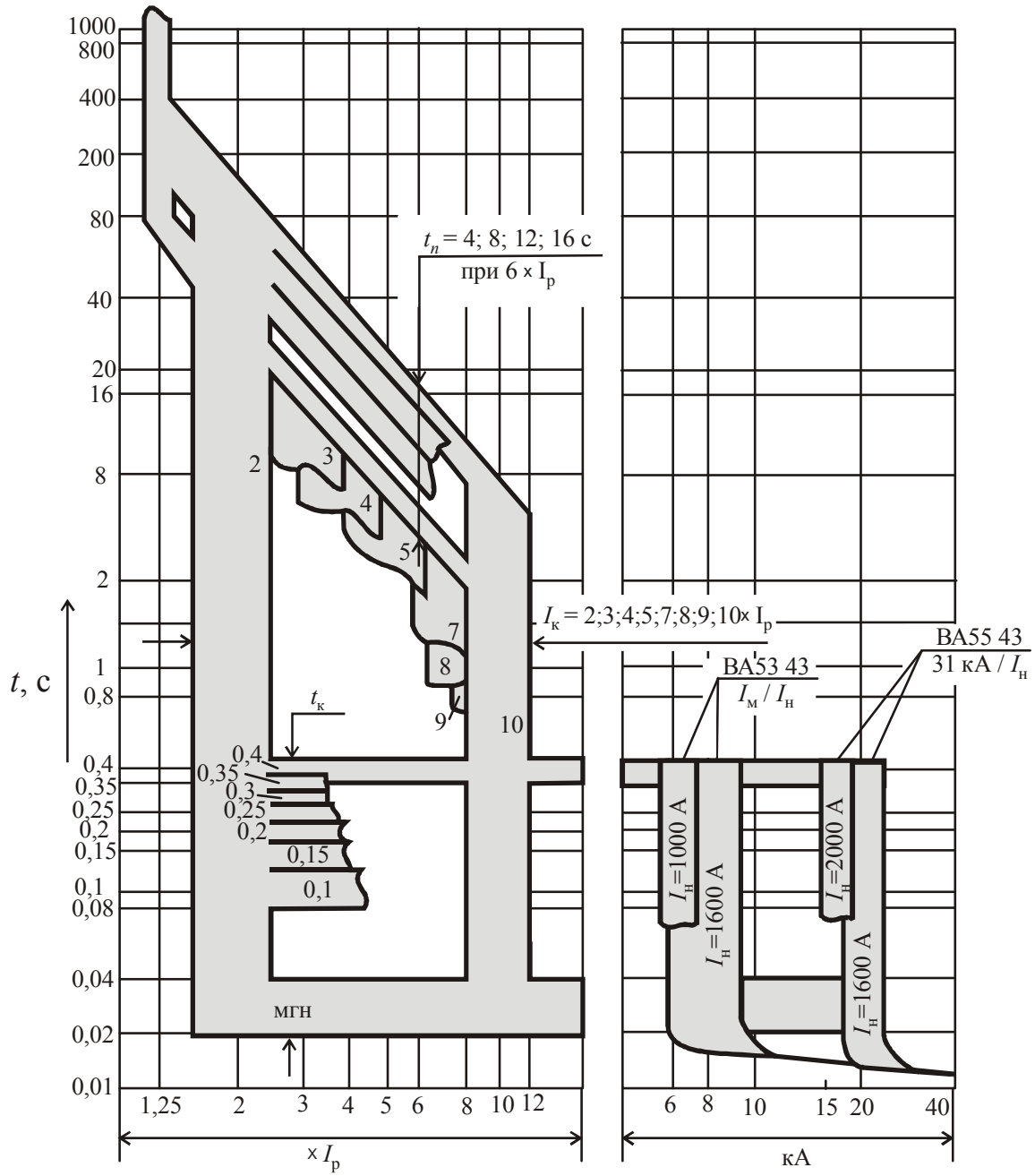


Рис. 2.34. Времятоковая характеристика выключателей переменного тока ВА53 43 и ВА55 43 с блоками МРТ1, МРТ2, пределы отклонений уставок см. таблицы 2.13, 2.14

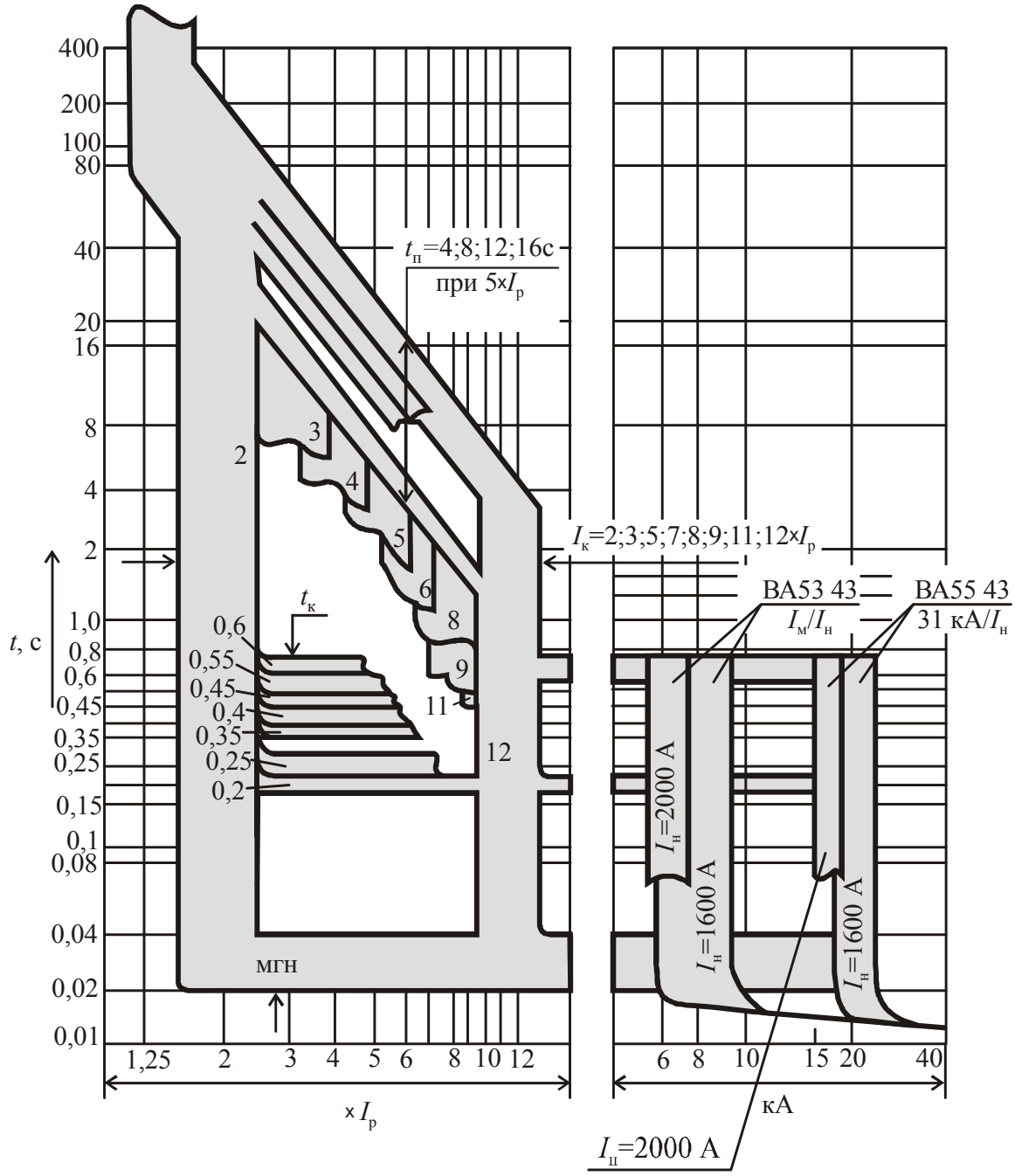


Рис. 2.35. Времятоковая характеристика выключателей переменного тока ВА53 43 и ВА55 43, с блоком МРТ4, пределы отклонений уставок см. таблицы 2.13, 2.15

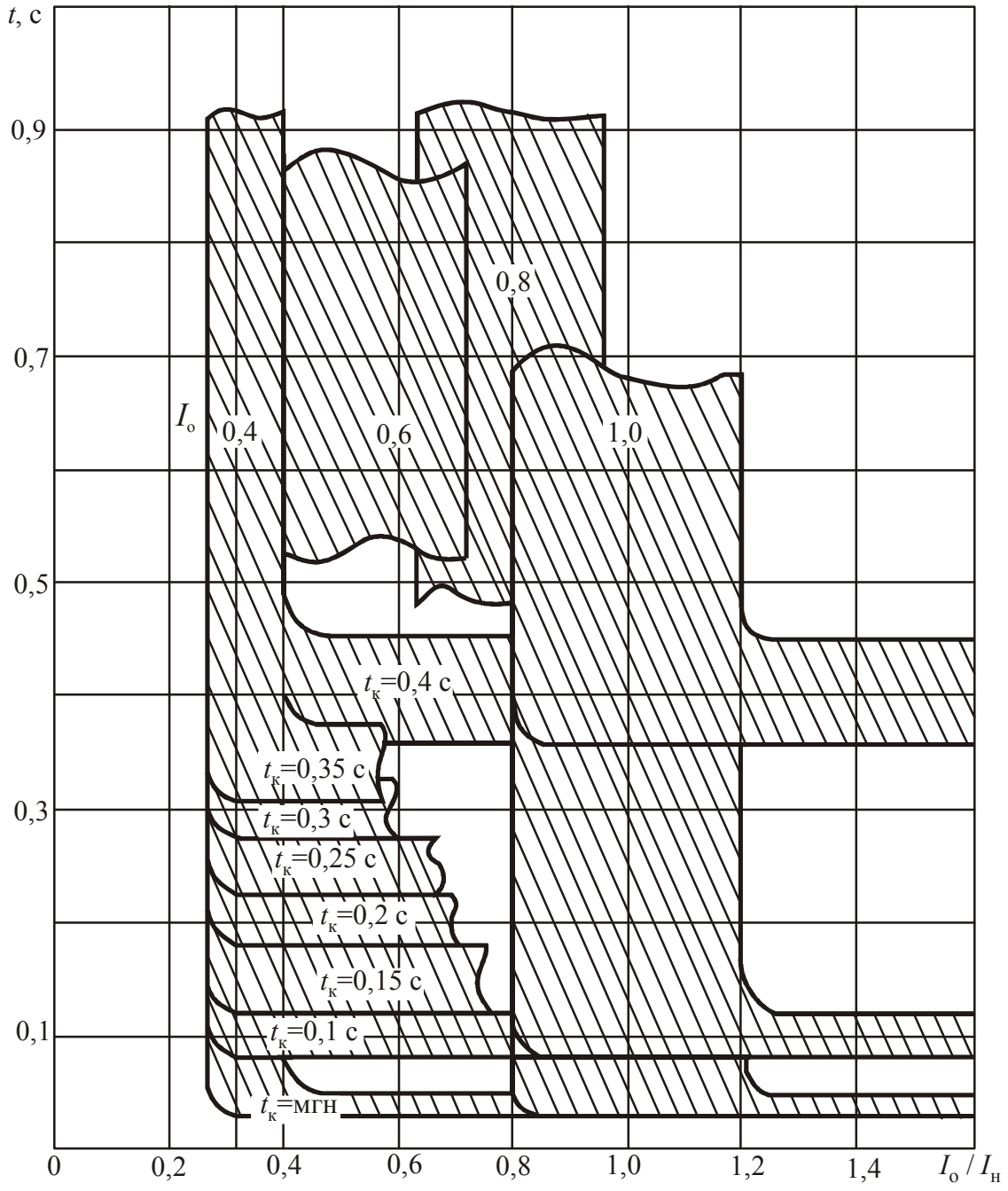


Рис. 2.36. Времятоковая характеристика выключателей переменного тока ВА53 43 и ВА55 43 с защитой от однофазных замыканий, пределы отклонений уставок см. таблицу 2.14

Таблица 2.16

Автоматические выключатели серии ВА55

Наименование параметра	Тип выключателя	
	ВА55-41	ВА55-43
Число полюсов	3	
Номинальное рабочее напряжение в цепи переменного тока, U_e, В	690	
Номинальный ток выключателя, $I_п$, А	1000	1600; 2000
Уставки номинального тока полупроводникового расцепителя в кратности к номинальному току выключателя	0,36; 0,4; 0,45; 0,5; 0,56; 0,63; 0,7; 0,8; 0,9; 1,0	
Уставки по времени срабатывания при токе $6 \cdot I_R$, t_R, с	2; 4; 8; 16*1 2; 4; 8; 12*2	
Уставки по току срабатывания в зоне короткого замыкания	1,5; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10	
Уставки по времени срабатывания в зоне селективности, t_{SD}, с	мгн.; 0,1; 0,15; 0,2; 0,25; 0,3; 0,35; 0,4	
Номинальная рабочая наибольшая отключающая способность, I_{CS}, и номинальная предельная наибольшая отключающая способность, I_{CU}:		
– при напряжении 400 В и коэффициенте мощности 0,2, кА	55	63
– при напряжении 690 В и коэффициенте мощности 0,25, кА	33,5	33,5

*1 – для обратноквадратичной зависимости защитной характеристики, рис. 2.37;
*2 – для обратнокубической зависимости защитной характеристики, рис. 2.38.

Независимый расцепитель обеспечивает отключение выключателя при подаче напряжения от 0,7 до 1,2 номинального значения. Шкала номинальных напряжений: 230 и 400 В переменного тока частотой 50/60 Гц, 220 В постоянного тока.

Вспомогательные и сигнальные контакты рассчитаны на работу в цепях переменного тока напряжением 48, 127, 230, 400 В и постоянного тока напряжением 24, 110, 220 В. Ток нагрузки зависит от напряжения и изменяется в пределах 0,2–4 А.

Принципиальные электрические схемы выключателей ВА55 представлены на рис. 2.40.

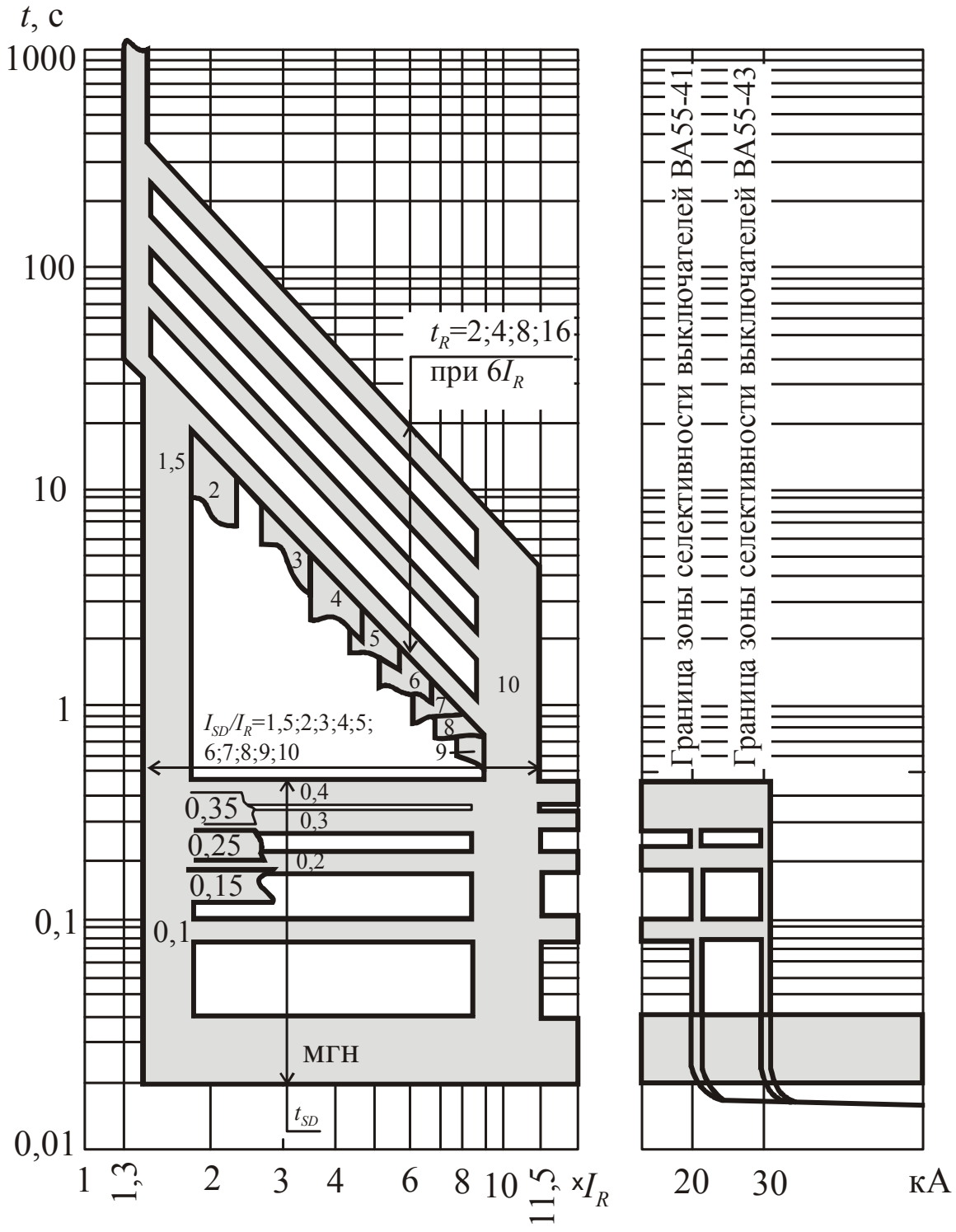


Рис. 2.37. Обратноквадратичная зависимость защитных характеристик автоматических выключателей ВА55

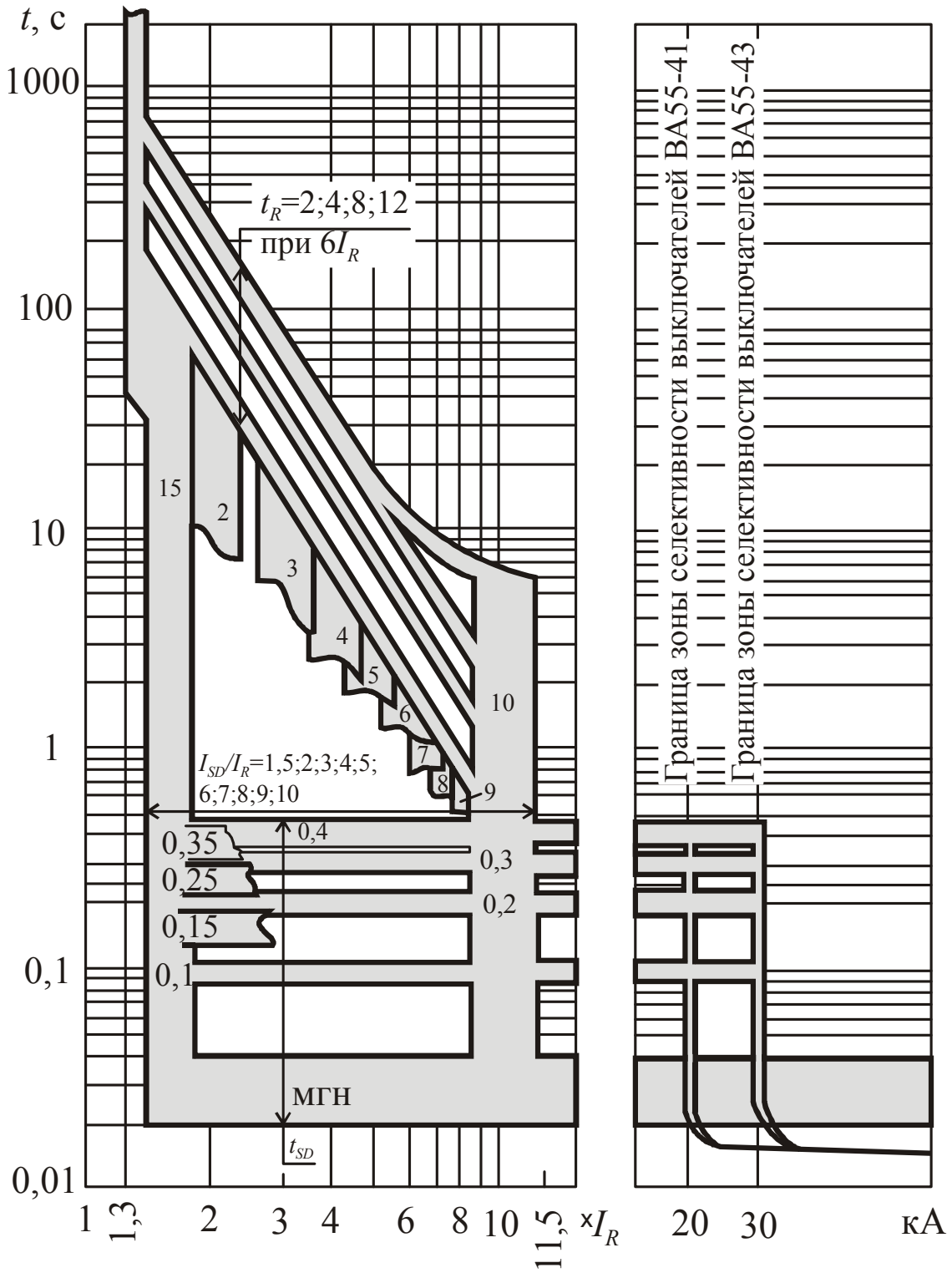


Рис. 2.38. Обратнокубическая зависимость защитных характеристик автоматических выключателей ВА55



Рис. 2.39. Структура условного обозначения выключателей серии ВА55

Таблица 2.17

Сочетание дополнительных сборочных единиц

Условное обозначение	Количество вспомогательных контактов (свободных)			Количество дополнительных вспомогательных контактов (свободных)		Независимый расцепитель		Сигнальный контакт, вспомогательный контакт сигнализации автоматического отключения
	замыкающих	размыкающих		замыкающих	размыкающих	ВА55-41	ВА55-43	
		с ручным приводом	с электромагнитным приводом					
00	—	—	—	—	—	—	+	—
11	2	2	1	2	2	—	+	—
18	1	2	1	2	2	+	+	—
45	—	—	—	—	—	—	+	+
46	2	2	1	2	2	—	+	+
47	1	2	1	2	2	+	+	+
51	2	2	1	—	—	—	+	—
52	1	2	1	—	—	+	+	—

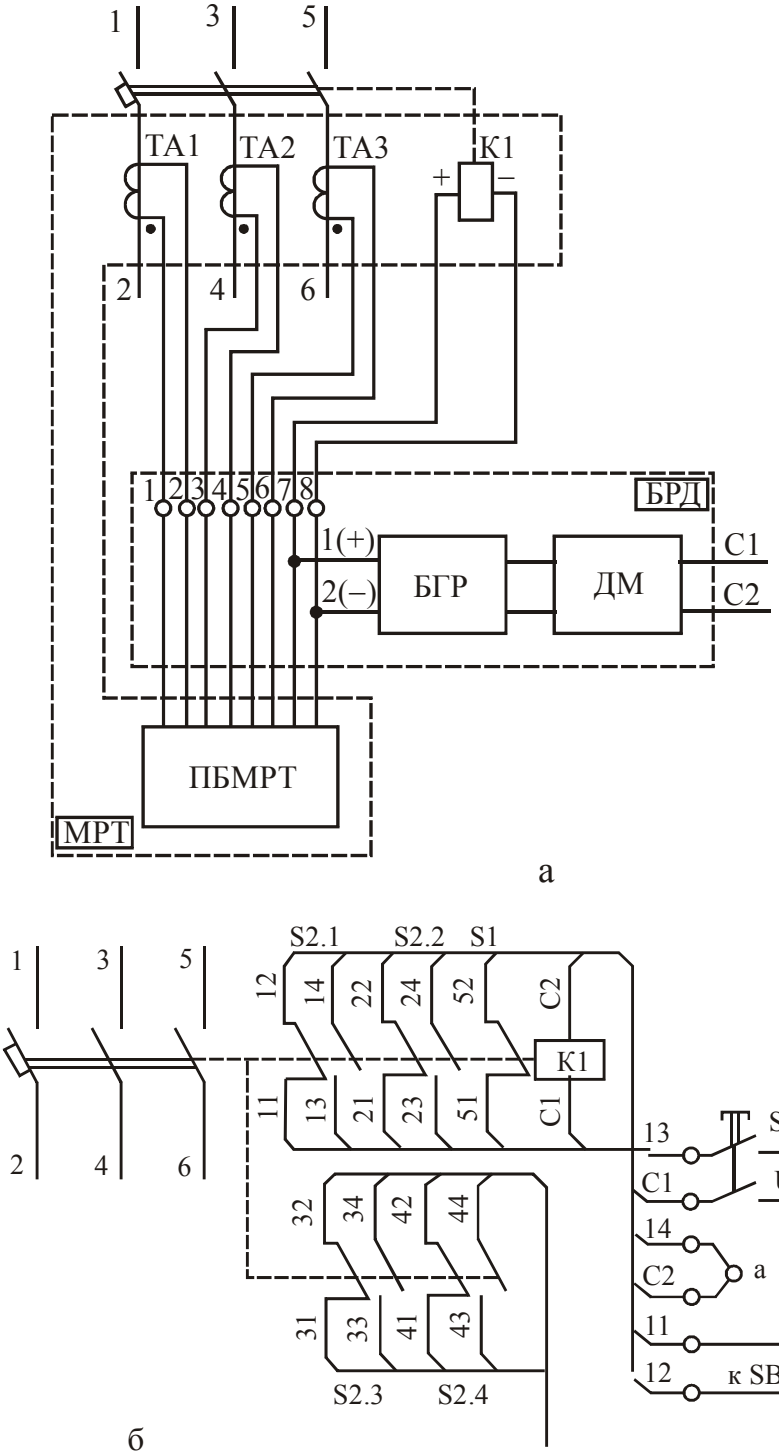


Рис. 2.40. Принципиальные электрические схемы выключателей серии ВА55 без (а) и с (б) дополнительными сборочными единицами: БРД –блок резисторов и диодов; МРТ – максимальный расцепитель тока; БГР – блок гасящих резисторов; ДМ – диодный мост; ПБМРТ – полупроводниковый блок максимального расцепителя тока; S1 – сигнальный контакт; S2.1–S2.4 – вспомогательные контакты; К1 – независимый расцепитель; ТА – трансформатор тока; U1 – напряжение питания независимого расцепителя; SB1 – кнопочный выключатель электромагнитного привода; SB2 – кнопочный выключатель независимого расцепителя

Автоматические выключатели серии ВА57. Электронными расцепителями оснащаются выключатели ВА57-35-35 и ВА57-39-35 производства ОАО «Дивногорский завод низковольтных автоматов». Их технические данные приведены в таблице 2.18, а защитные характеристики на рис. 2.41–2.43. Более подробная информация о выключателях данной серии дана в разделе 2.2.

Таблица 2.18

Характеристики электронных расцепителей и коммутационные возможности выключателей ВА57-35-35 и ВА57-39-35

Тип выключателя	Номинальный ток выключателя, А	Регулируемый номинальный ток выключателя, А	Время срабатывания в зоне токов перегрузки при $6I_n$, t_r, с	Уставки срабатывания в зоне токов КЗ с обратнозависимой время-токовой характеристикой (I_n^2t=const) или независимой задержкой срабатывания, I_{sd}/I_n	Время срабатывания в зоне токов короткого замыкания, t_{sd} [*1], с	Уставки срабатывания в зоне токов КЗ с мгновенным срабатывнием, I_i/I_n [*2]	Номинальная предельная наибольшая отключающая способность (I_{CU}), кА			
							380 В	cosφ	660 В	cosφ
ВА57-35-35	100	40; 50; 55; 60; 65; 70; 75; 80; 85; 87,5; 90; 92,5; 95; 97,5; 100	3; 6; 12; 18	1; 2; 3; 4; 6; 8; 10	0,05; 0,1; 0,25; 0,5	1,5; 2; 4; 6; 8; 10; 12	20	0,25	9	0,3
	160	64; 80; 88; 96; 104; 112; 120; 128; 136; 140; 144; 148; 152; 156; 160								
	250	100; 125; 137,5; 150; 162,5; 175; 187,5; 200; 212,5; 218,75; 225; 231,25; 237,5; 250								
ВА57-39-35	320	160; 200; 225; 250; 285; 320	0,5; 1; 2; 4; 8; 12	1,5; 2; 3; 5; 7; 10	0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4	—	20	0,25	9	0,3
	630	320; 360; 400; 450; 500; 630								

*1 – время срабатывания в зоне токов КЗ при I_n^2t=const нормируются при $7I_n$;

*2 – уставка определяет значение предельного тока селективности

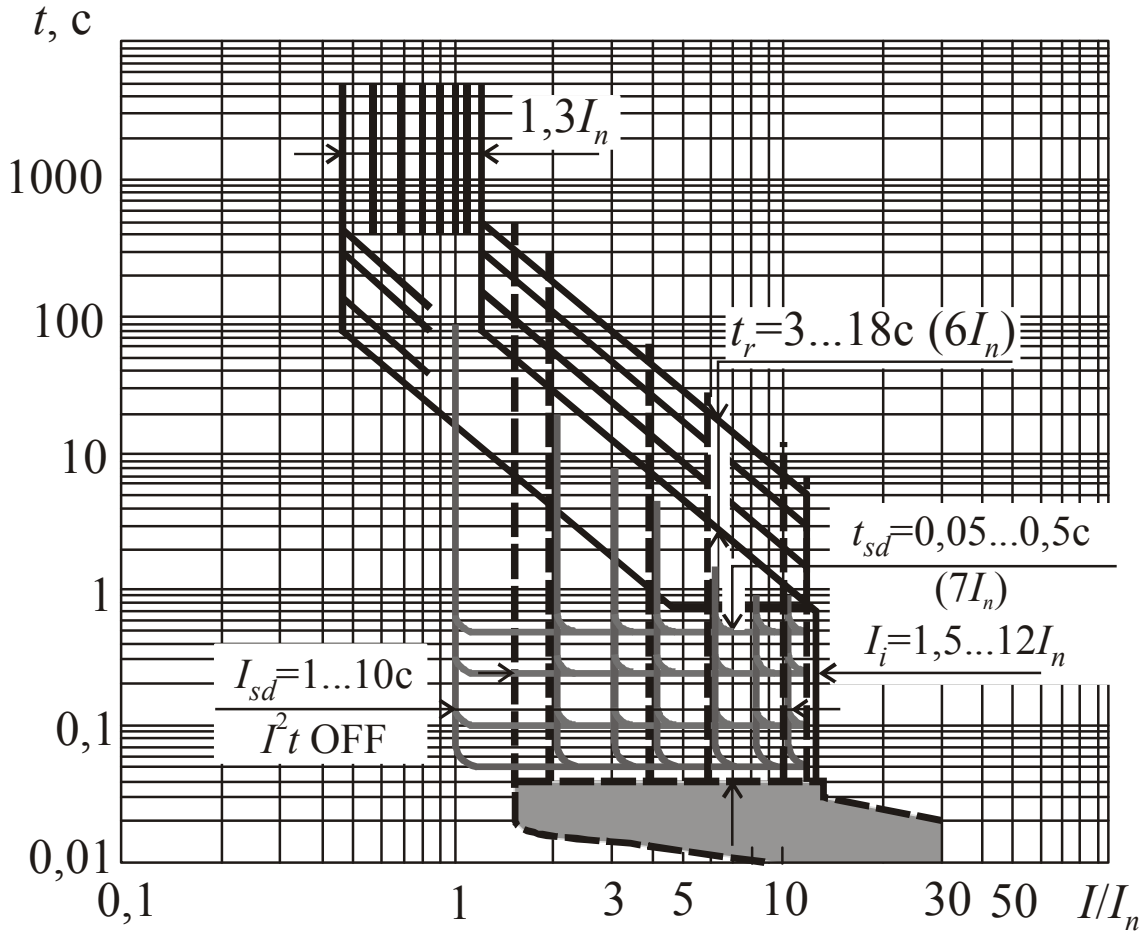


Рис. 2.41. Времятоковые характеристики выключателей ВА57-35-35 с $I^2 \cdot t$ OFF: I_n – номинальный ток выключателя; I_{sd} – ток срабатывания в зоне токов короткого замыкания с обратнозависимой времятоковой характеристикой ($I_n^2 t$=const) или независимой задержкой срабатывания; I_i – ток срабатывания в зоне токов короткого замыкания с мгновенным срабатыванием; t_r – время срабатывания в зоне токов перегрузки при $6I_n$; t_{sd} – время срабатывания в зоне токов короткого замыкания

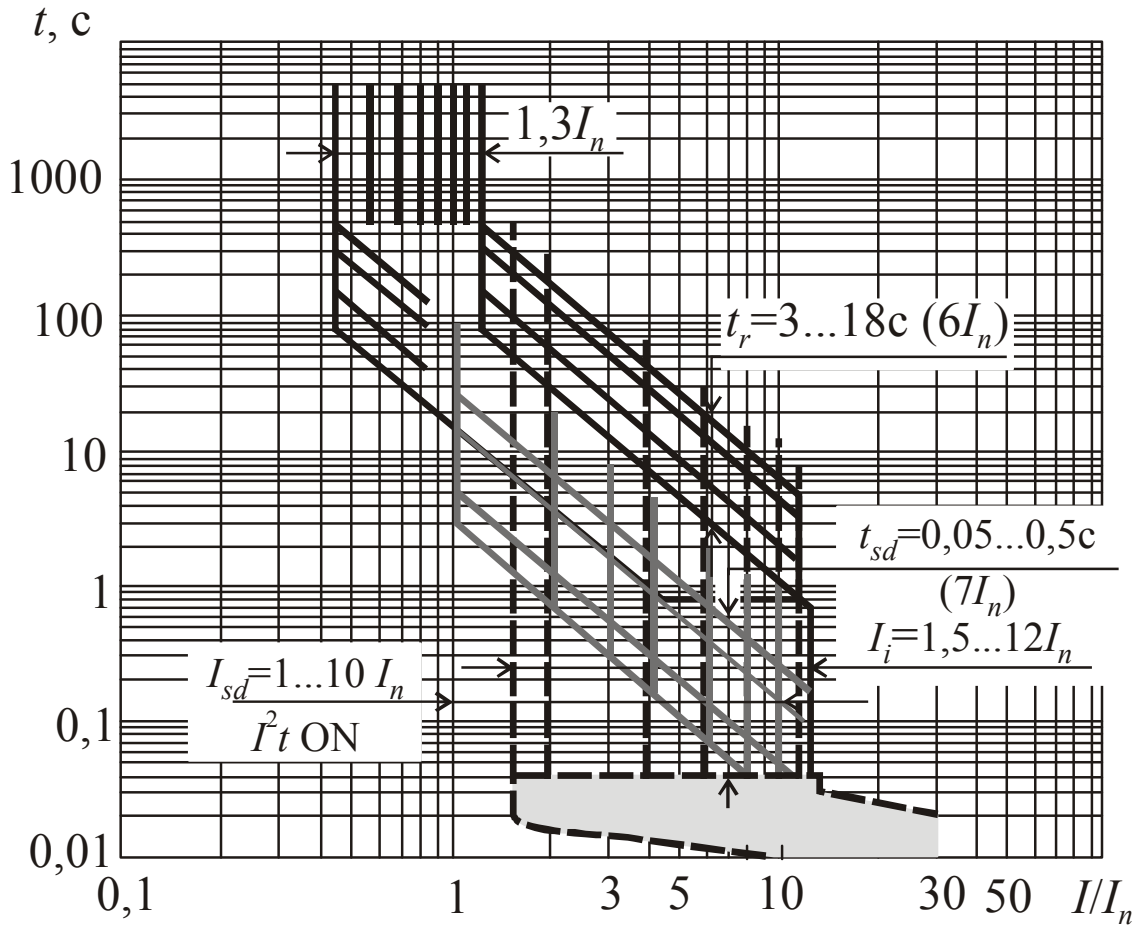


Рис. 2.42. Времятоковые характеристики выключателей ВА57-35-35 с $I^2 \cdot t$ ON: I_n – номинальный ток выключателя; I_{sd} – ток срабатывания в зоне токов короткого замыкания с обратнозависимой времятоковой характеристикой ($I_n^2 t$=const) или независимой задержкой срабатывания; I_i – ток срабатывания в зоне токов короткого замыкания с мгновенным срабатыванием; t_r – время срабатывания в зоне токов перегрузки при $6I_n$; t_{sd} – время срабатывания в зоне токов короткого замыкания

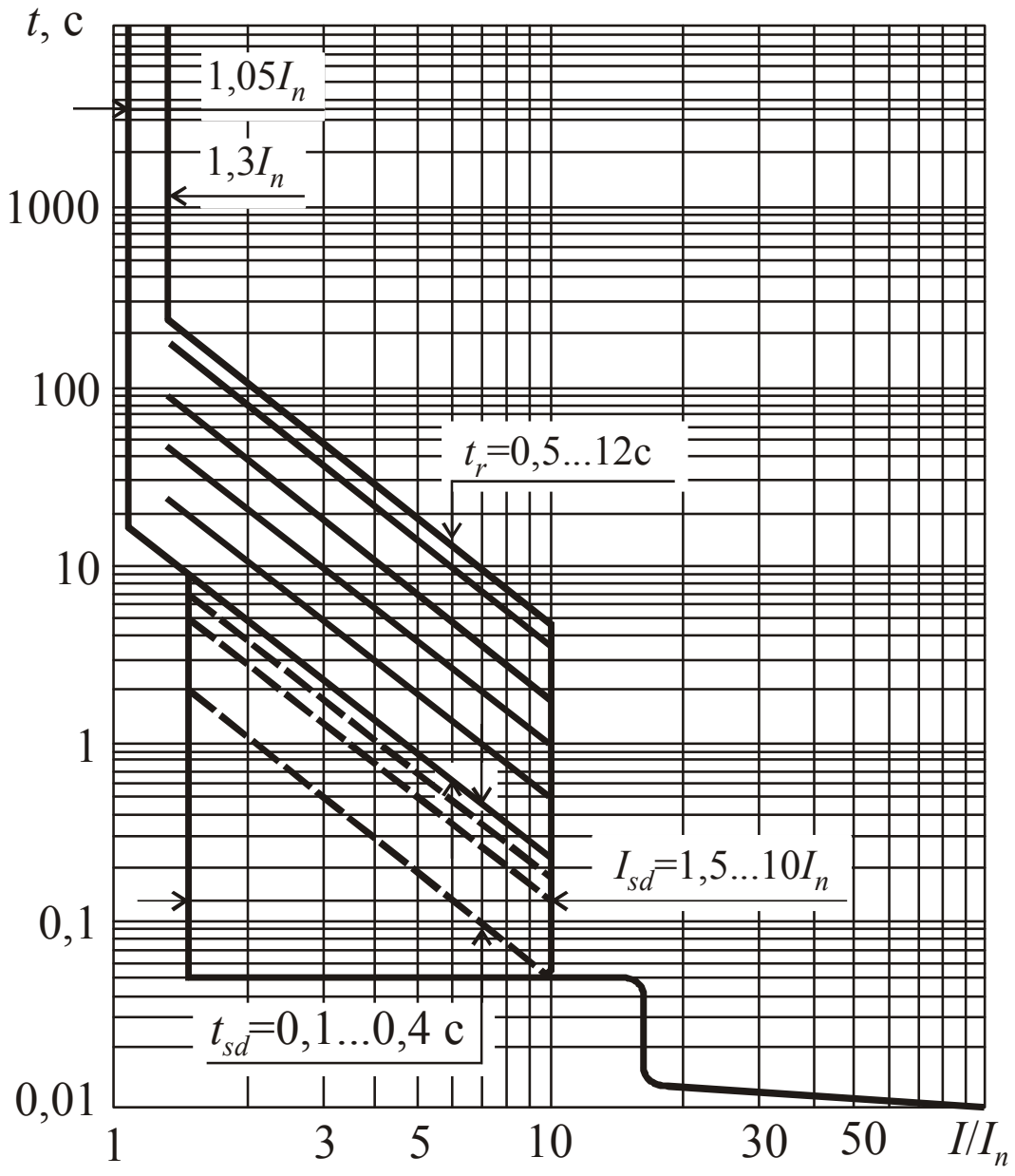


Рис. 2.43. Времятоковые характеристики выключателей ВА57-39-35: I_n – номинальный ток выключателя; I_{sd} – ток срабатывания в зоне токов короткого замыкания с обратнозависимой времятоковой характеристикой (I_n^2t=const) или независимой задержкой срабатывания; t_r – время срабатывания в зоне токов перегрузки при 6I_n; t_{sd} – время срабатывания в зоне токов короткого замыкания

Автоматические выключатели серий ВА53, ВА54, ВА55 и ВА75 с полупроводниковым расцепителем (реле БПР). Их технические характеристики даны в таблице 2.19. Характеристика защиты – ограниченно зависимая, а для селективных выключателей – трехступенчатая.

Обобщенная защитная характеристика выключателей переменного тока приведена на рис. 2.44. Реле БПР допускает ступенчатую регулировку:

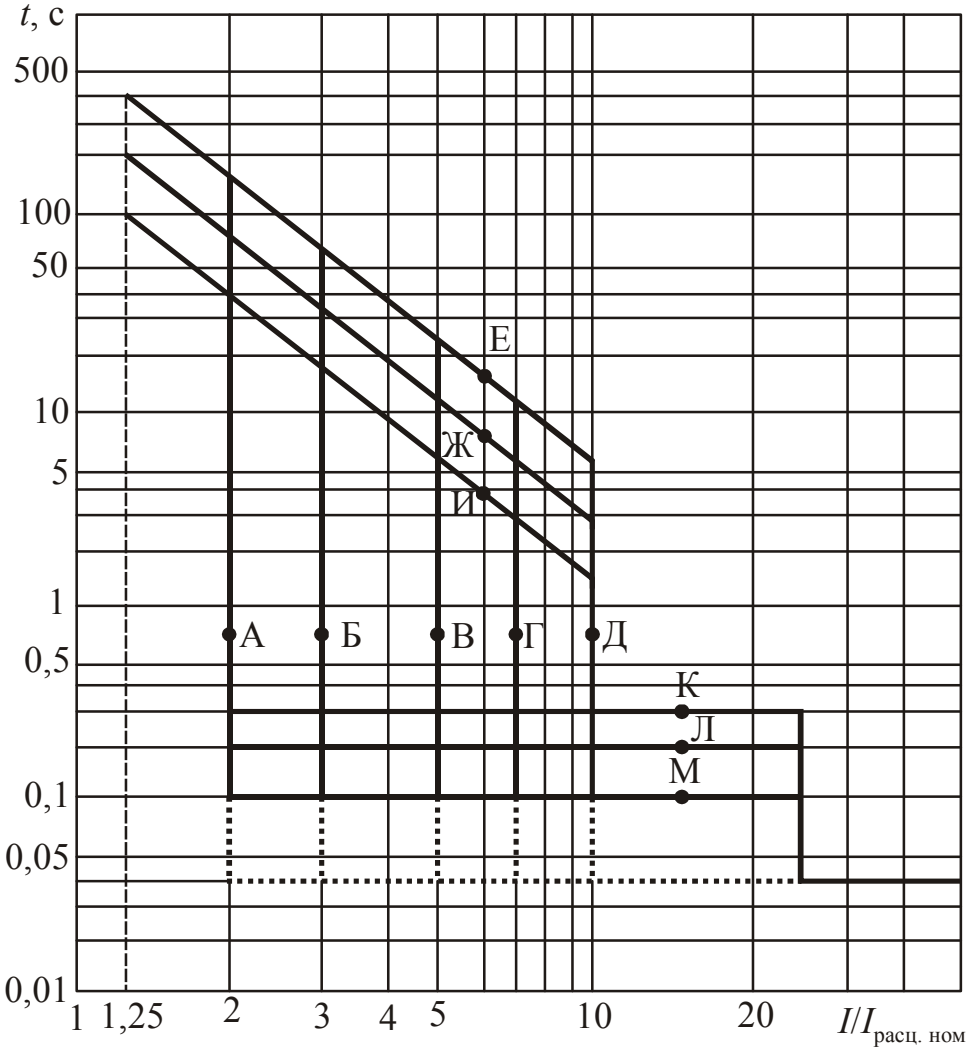


Рис. 2.44. Защитные характеристики выключателей переменного тока серий ВА53, ВА54, ВА55, ВА75 с полупроводниковым расцепителем.
Наличие регулировки в точках Г, Д, К, Л, М зависит от типа и номинального тока выключателя

- номинального тока расцепителя $I_{\text{н. расц}}$ (ток срабатывания защиты от перегрузки соответствует току $1{,}25 \cdot I_{\text{н. расц}}$);
- тока срабатывания отсечки $I_{\text{с.о}}$ (точки *А*, *Б*, *В*, *Г*, *Д*);
- времени срабатывания защиты от перегрузки $t_{\text{с.п}}$ при токе $6 \cdot I_{\text{н. расц}}$ (точки *Е*, *Ж*, *И*);

Таблица 2.19

Выключатели типа ВА53, ВА54, ВА55, ВА75 переменного тока на напряжение до 660 В

Тип	Номинальный ток выключателя $I_{н.в}$, А	Регулируемые уставки полупроводникового расцепителя				$\frac{I_{с.п}}{I_{н.расц}}$	$\frac{I_{с.з}}{I_{н.расц}}$ при однофазных КЗ	Ток срабатывания первой ступени защиты $I_{с.мгн}$, кА	ПКС* в цепи 380 В, кА	ОПКС* в цепи 380 В, кА
		$\frac{I_{н.расц}}{I_{н.в}}$	$\frac{I_{с.о}}{I_{н.расц}}$	$t_{с.о}$, с	$t_{с.п}$, с, при токе $6I_{н.расц}$					
ВА53–37	160; 250; 400	0,63; 0,8; 1,0	2; 3; 5; 7; 10**	—	4; 8; 16	1,25	0,5÷1	—	47,5	53
ВА53–39	160; 250; 400; 630								55	60
ВА53–41***	1000		2; 3; 5; 7**						135	140
ВА53–43	1600								135	140
ВА54–37	160; 250; 400		2; 3; 5; 7; 10**						87	—
ВА54–39	400; 500; 630								100	—
ВА54–41	1000		2; 3; 5; 7**						150	160
ВА55–37	160; 250; 400		2; 3; 5; 7; 10	0,1; 0,2; 0,3				20	32,5	38
ВА55–39	160; 250; 400; 630							25	47,5	53

Окончание таблицы 2.19

Тип	Номинальный ток выключателя $I_{н.в}$, А	Регулируемые уставки полупроводникового расцепителя				$\frac{I_{с.п}}{I_{н.расц}}$	$\frac{I_{с.з}}{I_{н.расц}}$ при однофазных КЗ	Ток срабатывания первой ступени защиты $I_{с.мгн}$, кА	ПКС* в цепи 380 В, кА	ОПКС* в цепи 380 В, кА
		$\frac{I_{н.расц}}{I_{н.в}}$	$\frac{I_{с.о}}{I_{н.расц}}$	$t_{с.о}$, с	$t_{с.п}$, с, при токе $6I_{н.расц}$					
ВА55–41***	1000	0,63; 0,8; 1,0	2; 3; 5; 7	0,1; 0,2; 0,3	4; 8; 16	1,25	0,5–1	25	55	60
ВА55–43	1600							31	80	85
ВА75–45	2500							36	60	65
ВА75–47	2500							36	70	75
	4000		2; 3; 5					45		

* ПКС – предельная коммутационная способность выключателя; ОПКС – одноразовая ПКС; приведено действующее значение тока.

** Ток срабатывания электромагнитного расцепителя равен 120% наибольшей уставки отсечки полупроводникового расцепителя.

*** ВА53–41 – токоограничивающие с полупроводниковыми и электромагнитными максимальными расцепителями тока для защиты в зоне токов перегрузки и короткого замыкания (табл. 2.20; рис. 2.45–2.47); ВА55–41 – с полупроводниковыми максимальными расцепителями тока с выдержкой времени для защиты в зоне токов перегрузки и короткого замыкания (табл. 2.20; рис. 2.48–2.50).

- время срабатывания отсечки $t_{с.о}$ (точки *К*, *Л*, *М*) для селективных выключателей.

Начало зоны токов мгновенного срабатывания на рис. 2.44 показано условно, значение тока мгновенного срабатывания $I_{с.\,мгн}$ зависит от номинального тока выключателя. Штриховой линией обозначена характеристика срабатывания отсечки неселективных выключателей.

Таблица 2.20

Технические характеристики выключателей переменного тока ВА53–41 и ВА55–41

<table>
<tr><td colspan="3">Тип выключателя</td><td colspan="2">ВА53–41</td><td colspan="2">ВА55–41</td></tr>
<tr><td colspan="3">Вид защиты</td><td colspan="2">токоограничивающий</td><td colspan="2">селективный</td></tr>
<tr><td colspan="3">Номинальный ток электромагнитного максимального расцепителя, А</td><td>250, 400, 600</td><td>1000</td><td colspan="2">—</td></tr>
<tr><td colspan="3">Номинальный ток полупроводникового максимального расцепителя, А</td><td colspan="2">630, 800, 1000</td><td>630, 800</td><td>1000</td></tr>
<tr><td colspan="3">Номинальное напряжение, В</td><td colspan="2">до 660</td><td colspan="2">до 660</td></tr>
<tr><td colspan="3">Частота переменного тока, Гц</td><td colspan="2">50 и 60</td><td colspan="2">50 и 60</td></tr>
<tr><td colspan="3">Число полюсов</td><td colspan="2">3</td><td colspan="2">3</td></tr>
<tr><td colspan="3">Уставка по току срабатывания электромагнитного максимального расцепителя тока, кратная $I_{ном}$</td><td colspan="2">10</td><td colspan="2">—</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Уставки полупроводникового максимального расцепителя</td><td rowspan="3">по току срабатывания, кратные $I_{н.\,расц}$</td><td>в зоне токов короткого замыкания</td><td>2, 3, 5, 7, 10</td><td>2, 3, 5, 7</td><td>2, 3, 5, 7, 10</td><td>2, 3, 5, 7</td></tr>
<tr><td>в зоне токов перегрузки</td><td colspan="2">1,25</td><td colspan="2">1,25</td></tr>
<tr><td>в зоне однофазного короткого замыкания</td><td colspan="2">—</td><td>1</td><td colspan="2">1</td></tr>
<tr><td rowspan="2">по времени срабатывания, с</td><td>в зоне токов перегрузки</td><td colspan="2">4, 8, 16</td><td colspan="2">4, 8, 16</td></tr>
<tr><td>в зоне токов короткого замыкания</td><td colspan="2">—</td><td colspan="2">0,1; 0,2; 0,3</td></tr>
<tr><td colspan="3">Верхняя граница зоны селективности, кА (действующее значение</td><td colspan="2">—</td><td colspan="2">25</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">Предельная коммутационная способность, кА (действующее значение) при напряжении</td><td>380 В</td><td colspan="2">135</td><td colspan="2">55</td></tr>
<tr><td>660 В</td><td colspan="2">33,5</td><td colspan="2">33,5</td></tr>
</table>

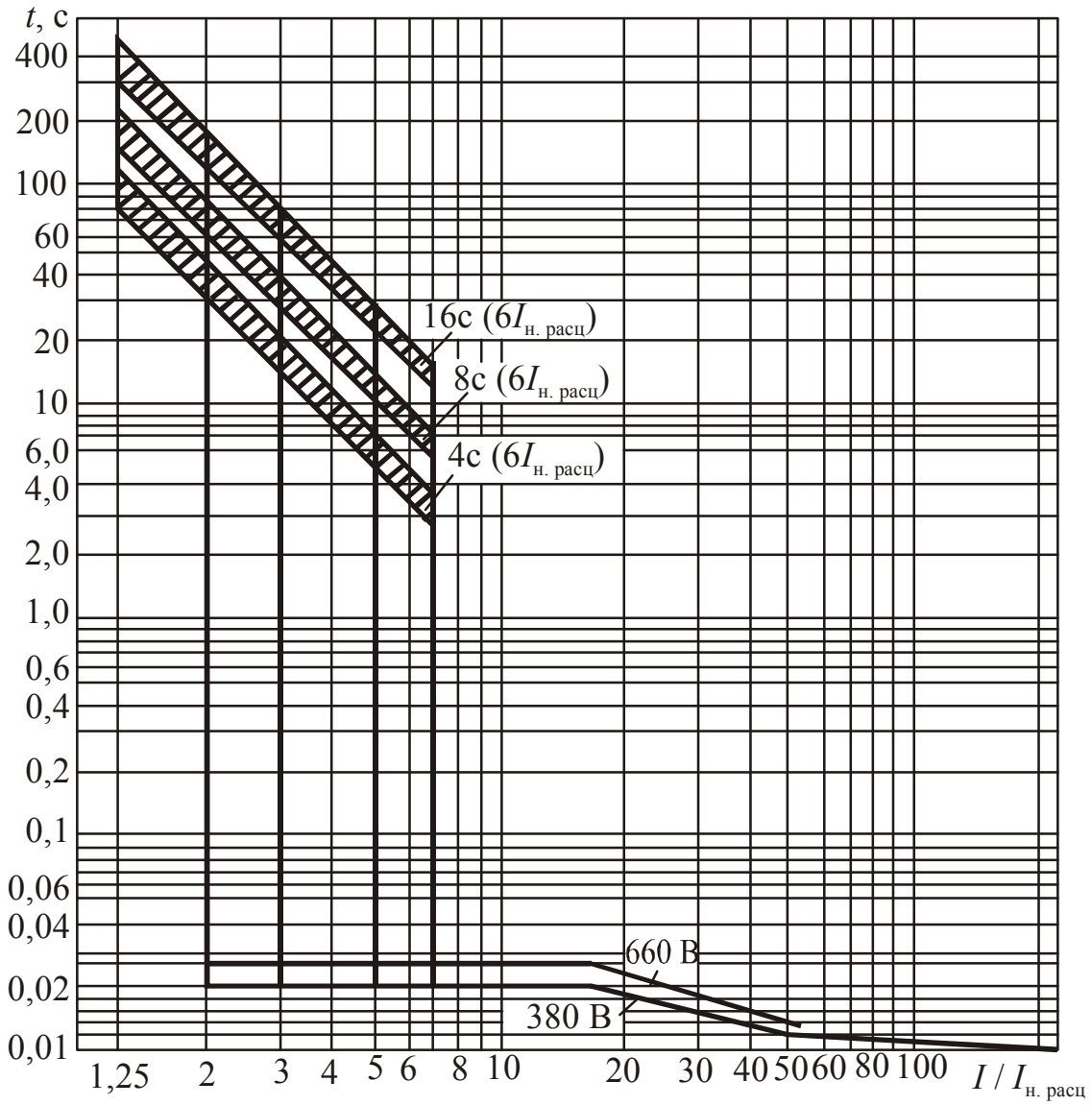


Рис. 2.45. Времятоковая характеристика автоматических выключателей ВА53-41 с номинальным током полупроводникового расцепителя 630 А

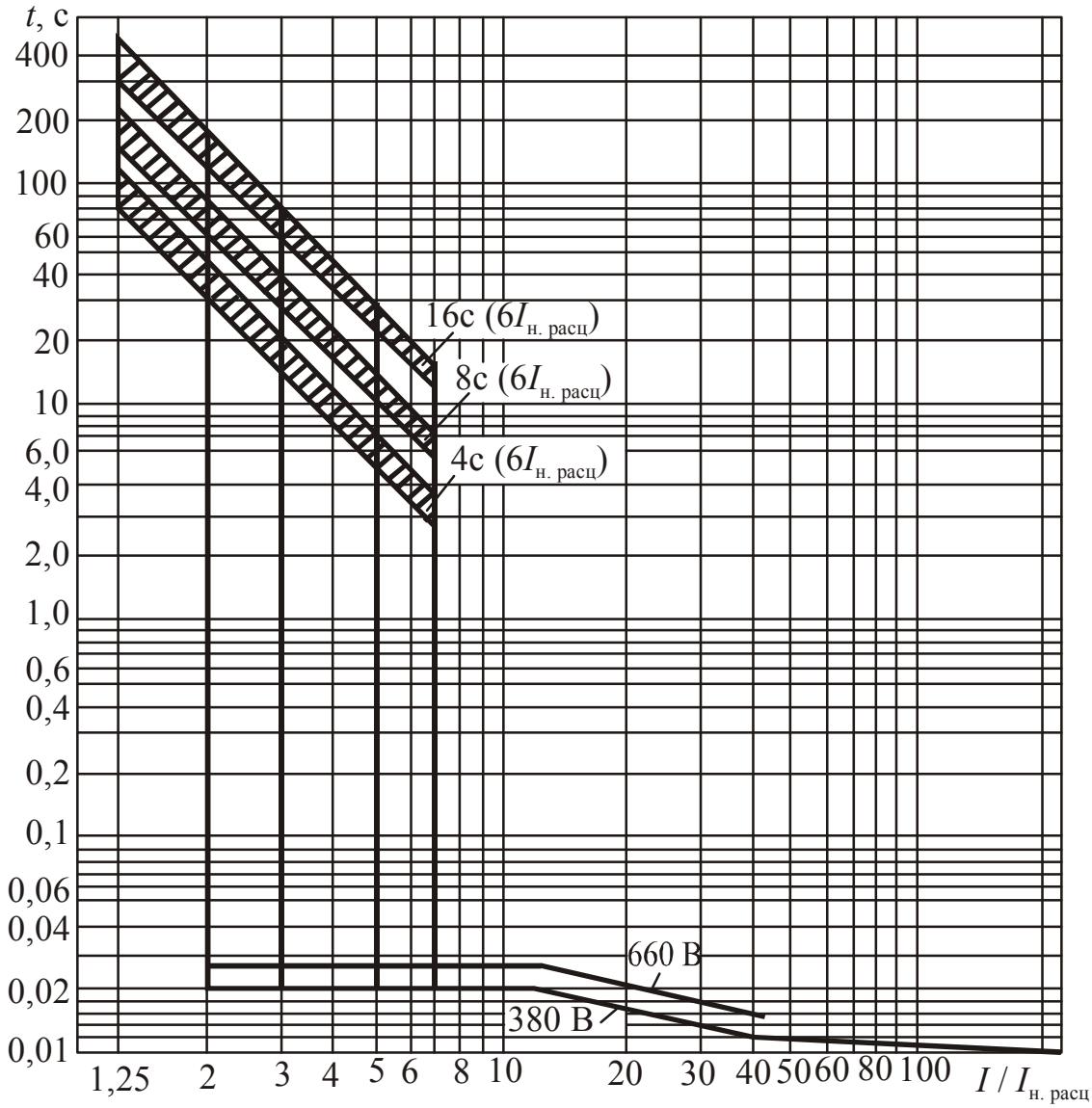


Рис. 2.46. Времятоковая характеристика автоматических выключателей ВА53-41 с номинальным током полупроводникового расцепителя 800 А

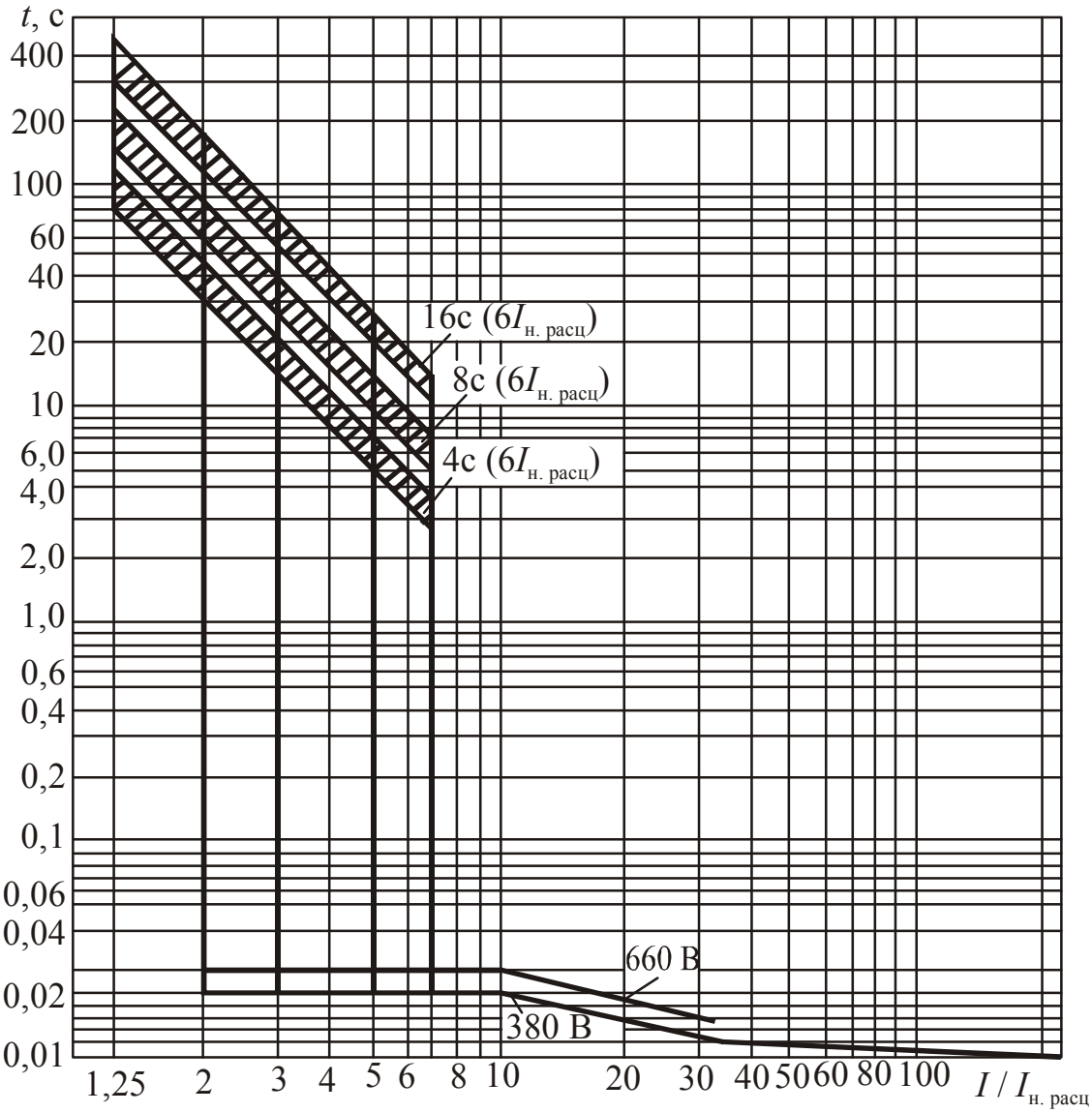


Рис. 2.47. Времятоковая характеристика автоматических выключателей ВА53-41 с номинальным током полупроводникового расцепителя 1000 А

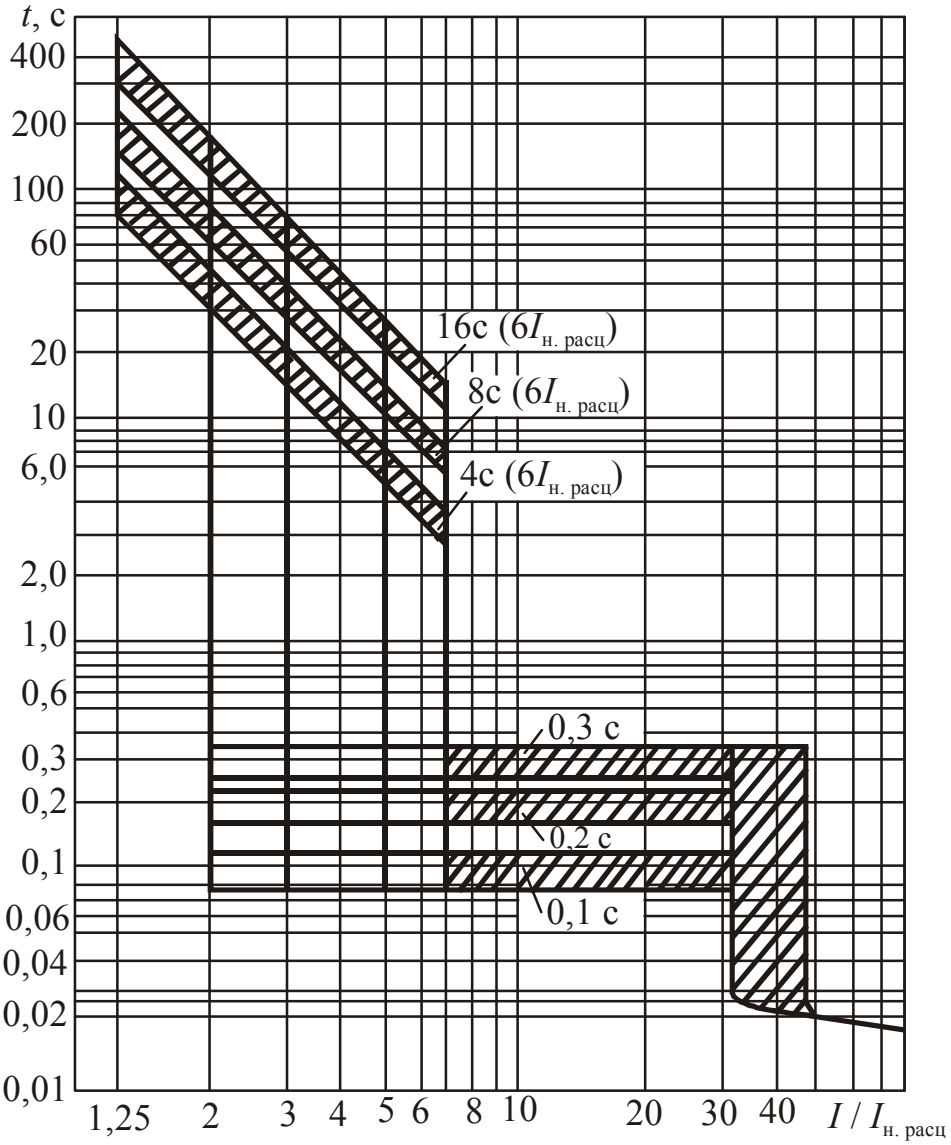


Рис. 2.48. Времятоковая характеристика автоматических выключателей ВА55-41 с номинальным током полупроводникового расцепителя 630 А

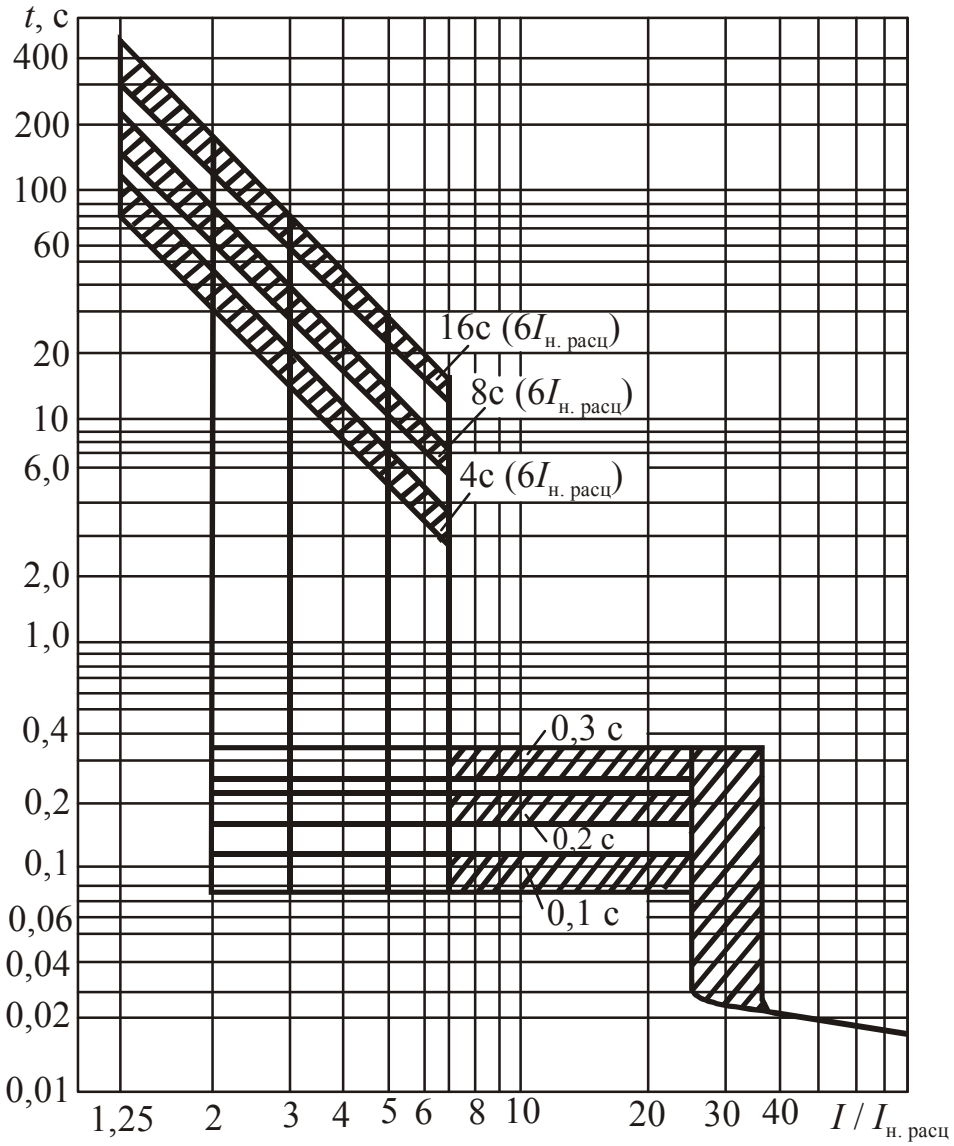


Рис. 2.49. Времятоковая характеристика автоматических выключателей ВА55-41 с номинальным током полупроводникового расцепителя 800 А

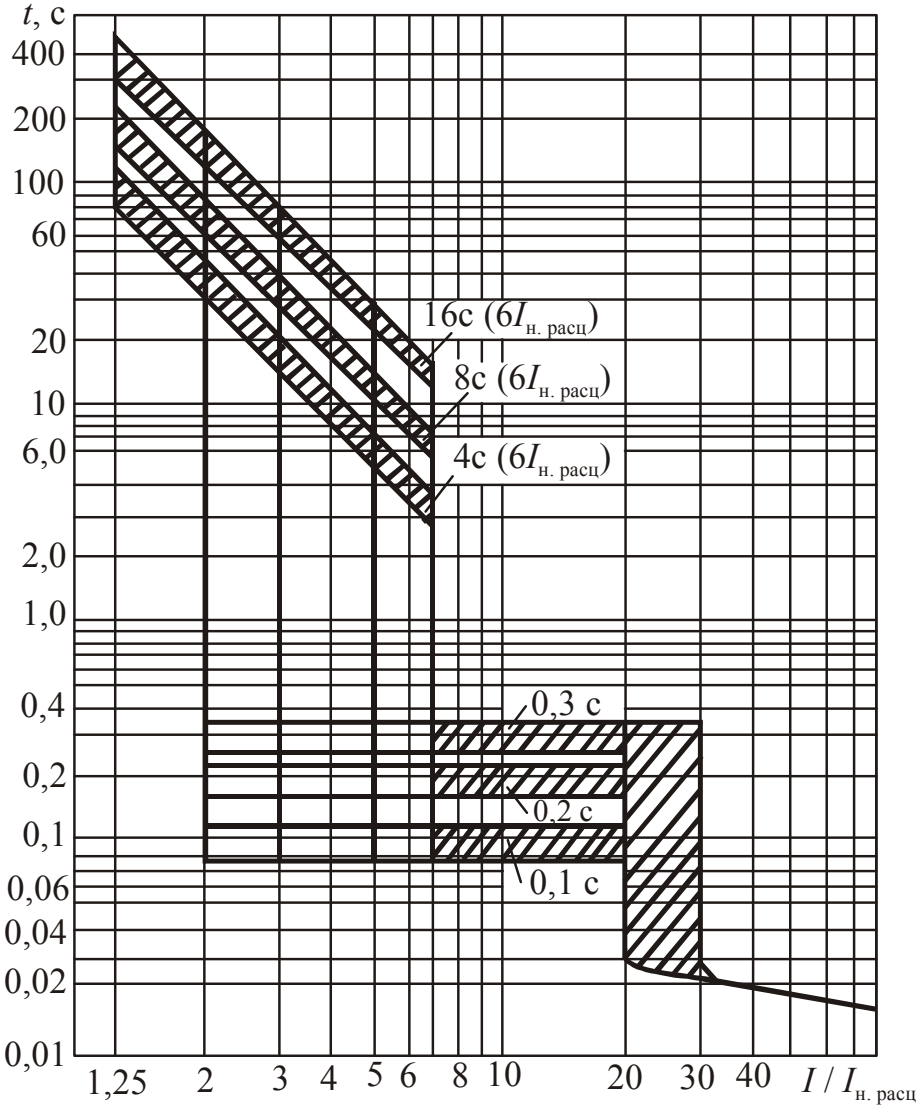


Рис. 2.50. Времятоковая характеристика автоматических выключателей ВА55-41 с номинальным током полупроводникового расцепителя 1000 А

Реле БПР не реагирует на апериодическую составляющую пусковых токов электродвигателей в течение одного периода. Коэффициент возврата реле 0,97–0,98. Разброс тока срабатывания с учетом всех влияющих факторов составляет:

- ±30% для $I_{с.о}$;
- ±20% для $I_{с.п}$.

Разброс тока срабатывания первой ступени защиты $I_{с.\,мгн}$ допускается только в сторону его увеличения. Разброс времени срабатывания селективных выключателей при КЗ составляет ±0,02 с. Длительность протекания тока КЗ, при которой еще не срабатывает селективная отсечка, составляет при уставках по шкале 0,1; 0,2; 0,3 с соответственно 0,05; 0,15 и 0,25 с.

Источником оперативного тока полупроводникового реле, обеспечивающим отключение выключателя при КЗ, являются встроенные трансформаторы тока.

По заказу реле БПР может быть выполнено без защиты от перегрузки, а также с защитой от однофазных КЗ, срабатывающей при токе однофазного КЗ не менее $0{,}5 \cdot I_{\text{н. расц}}$ и не более $I_{\text{н. расц}}$ (ток срабатывания не регулируется), с установленной выдержкой времени – для селективных и без выдержки времени – для неселективных выключателей. Характеристика защиты от однофазных КЗ ограниченно зависит от тока (рис. 2.51).

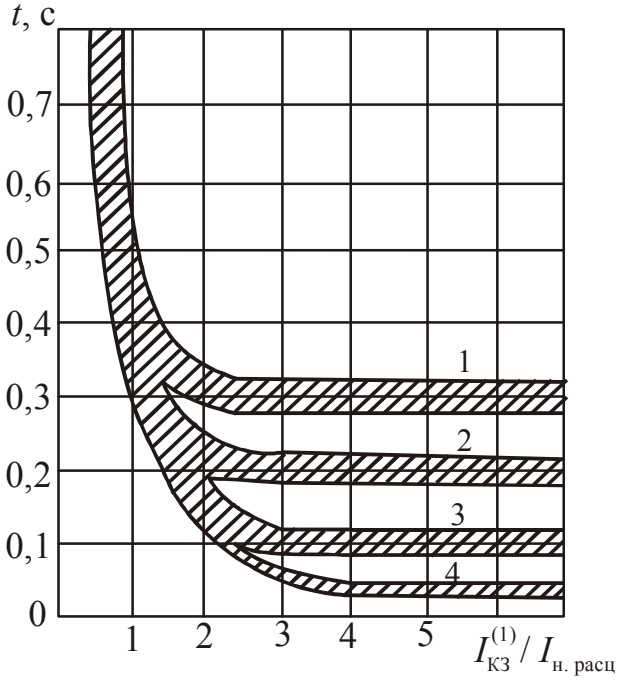


Рис. 2.51. Характеристика защиты от однофазных КЗ выключателей с полупроводниковым расцепителем: селективных ВА55 и ВА75 с уставками времени срабатывания отсечки 0,3 с (кривая 1); 0,2 с (кривая 2); 0,1 с (кривая 3) и неселективных ВА53, ВА54 (кривая 4)

Автоматические выключатели серий ВА83 и ВА85 (табл. П1.1 и табл. 2.21) предназначены для эксплуатации в электроустановках, а также допускается использовать их для прямых пусков асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором и отключения вращающихся двигателей. Цифры в обозначении выключателей означают:

83 – токоограничивающие выключатели с полупроводниковыми и электромагнитными расцепителями;

85 – селективные выключатели с полупроводниковым расцепителем.

Таблица 2.21

Технические данные автоматических выключателей серий ВА83 и ВА85

Данные выключателей			Параметры выключателей		
Тип	Номинальный ток, А	Число полюсов	Номинальный ток расцепителей с обратнозависимой характеристикой, А	Уставки по току срабатывания электромагнитного расцепителя, $I / I_{ном}$	Уставки по времени срабатывания в зоне КЗ, с
ВА83–41	1000	2; 3	250; 400; 630; 1000	2; 3; 4; 5; 6; 7	—
ВА85–41	1000	2; 3	250; 400; 630; 1000	2; 4; 6 2; 3; 5; 7	0,1; 0,2 0,1; 0,2; 0,3

Защитные характеристики выключателей ВА83–41 и ВА85–41 приведены на рис. 2.52 и рис. 2.53, соответственно.

Автоматический выключатель ВА88–43 (табл. 2.22) с электронным расцепителем на микропроцессоре обеспечивает защиту от перегрузки и короткого замыкания. Требуется только одна настройка для всех фаз и нейтрали, при этом срабатывание расцепителя происходит одновременно для всех полюсов выключателя. Микропроцессорный расцепитель не требует отдельного питания и гарантирует правильную работу защиты при токе нагрузки не менее 15% от номинального даже при наличии напряжения только в одной фазе, обеспечивает высокую точность срабатывания, надежность и независимость от температуры окружающей среды.

Таблица 2.22

Технические данные автоматического выключателя ВА88–43

Номинальное напряжение, В	Максимальный номинальный ток, А	Количество полюсов	Номинальный ток расцепителя	Уставка срабатывания по току КЗ, А	Номинальная рабочая наибольшая отключающая способность I_{CS}, кА	Номинальная предельная наибольшая отключающая способность I_{CU}, кА	Номинальный кратковременно выдерживаемый ток I_{CW} при $t \le 0{,}25$ с, кА	Категория применения
400	1600	3	1000; 1250; 1600	Регулируемая $(2–12)\cdot I_{ном}$	50	50	20	В

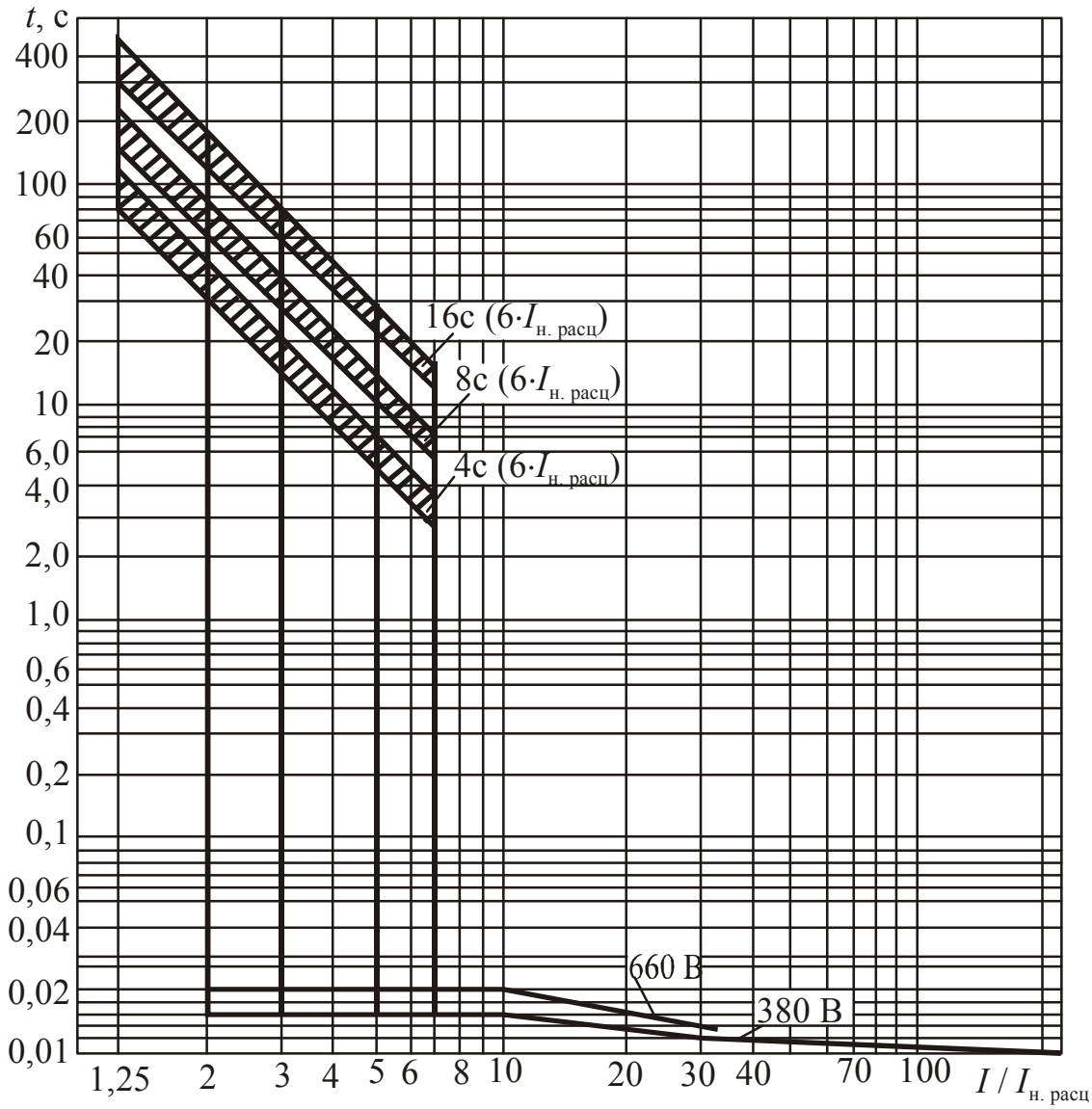


Рис. 2.52. Времятоковые характеристики отключения автоматического выключателя ВА83–41

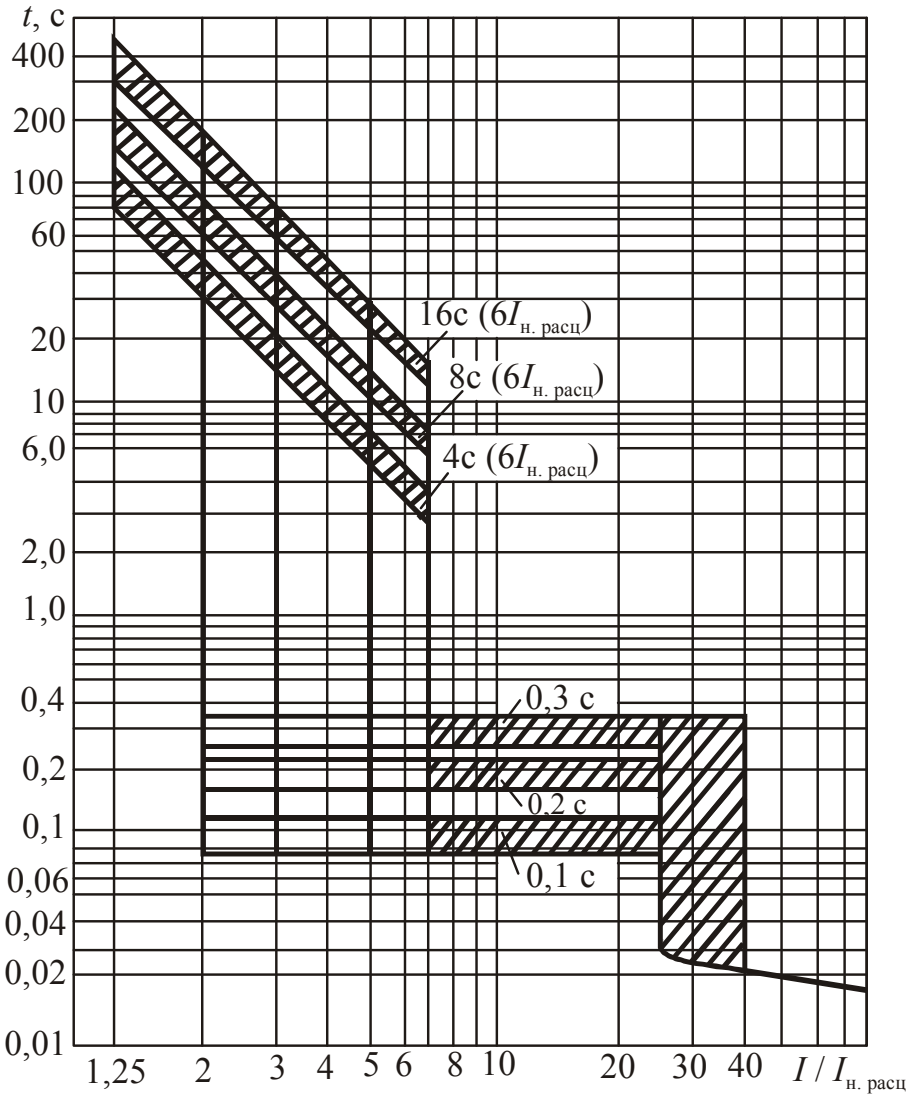


Рис. 2.53. Времятоковые характеристики отключения автоматического выключателя ВА85–41

Микропроцессорный расцепитель включает в себя три трансформатора тока, микропроцессорный модуль и отключающую катушку, которая воздействует непосредственно на механизм отключения выключателя. Трансформаторы тока, установленные внутри корпуса выключателя, питают расцепитель и вырабатывают сигналы, необходимые для выполнения функции защиты. При появлении сверхтока выключатель отключается под воздействием отключающей катушки и замыкает контакты сигнализации срабатывания расцепителя. Передняя панель блока микропроцессорного расцепителя показана на рис. 2.54, а в таблице 2.23 приведены операции по настройке расцепителя на определенную защитную характеристику (рис. 2.55 и 2.56). Функции защиты выбираются и регулируются непосредственно на передней панели установкой переключателей согласно приведенной мнемосхеме.

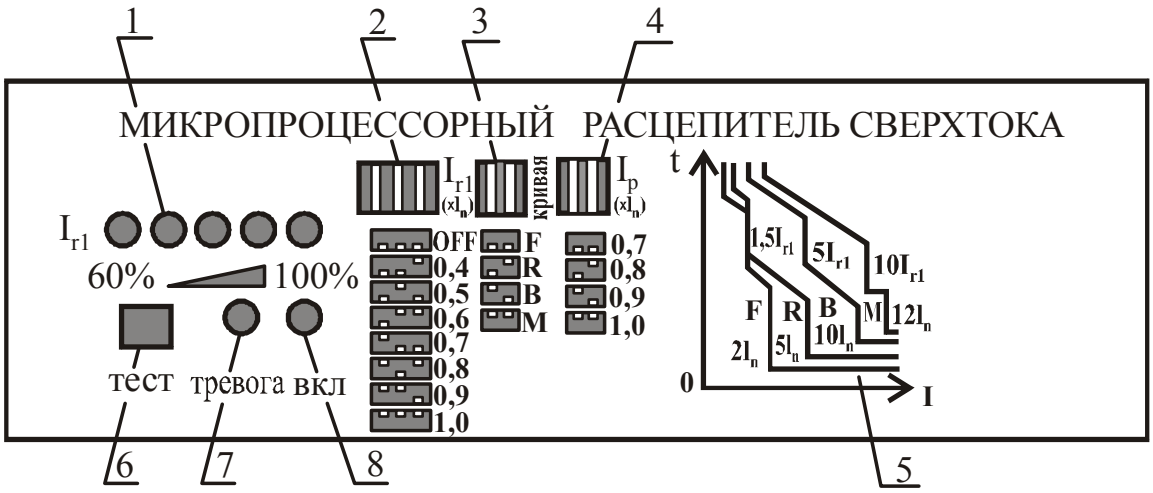


Рис. 2.54. Передняя панель блока микропроцессорного расцепителя:
1 – индикация текущего тока в % от заданного значения тока тепловой защиты;
2 – переключатель установки тока тепловой защиты;
3 – переключатель установки вида защитной характеристики по току короткого замыкания;
4 – переключатель установки предаварийной сигнализации;
5 – диаграммы устанавливаемых защитных характеристик;
6 – гнездо для подключения тестирующего устройства;
7 – индикатор перегрузки;
8 – индикатор самодиагностики и включения питания расцепителя

Таблица 2.23

Функциональные технические характеристики электронного расцепителя автоматического выключателя ВА88–43

Характеристики	Индикация или операция
Индикация нагрузки	Светодиодная индикация на лицевой панели выключателя: 60%, 70%, 80%, 90%, 100% от заданного значения тока тепловой защиты I_{r1}
Индикация самодиагностики электронного расцепителя	Светодиод «ВКЛ»
Индикация предварительной перегрузки	Светодиод «ТРЕВОГА» (мигает)
Установка тока тепловой защиты I_{r1}	Переключателем «I_{r1}» в положения: «ВЫКЛ»; («0,4»; «0,5»; «0,6»; «0,7»; «0,8»; «0,9»; «1,0»)·$I_{ном}$
Установка вида защитной характеристики от тока короткого замыкания (I_{r2}, I_{r3})	Переключателями вида защитной характеристики на лицевой панели: F, R, B, M
Установка предварительной сигнализации	Переключателем «I_p»в положения: («0,7»; «0,8»; «0,9»; «1,0»)·$I_{ном}$

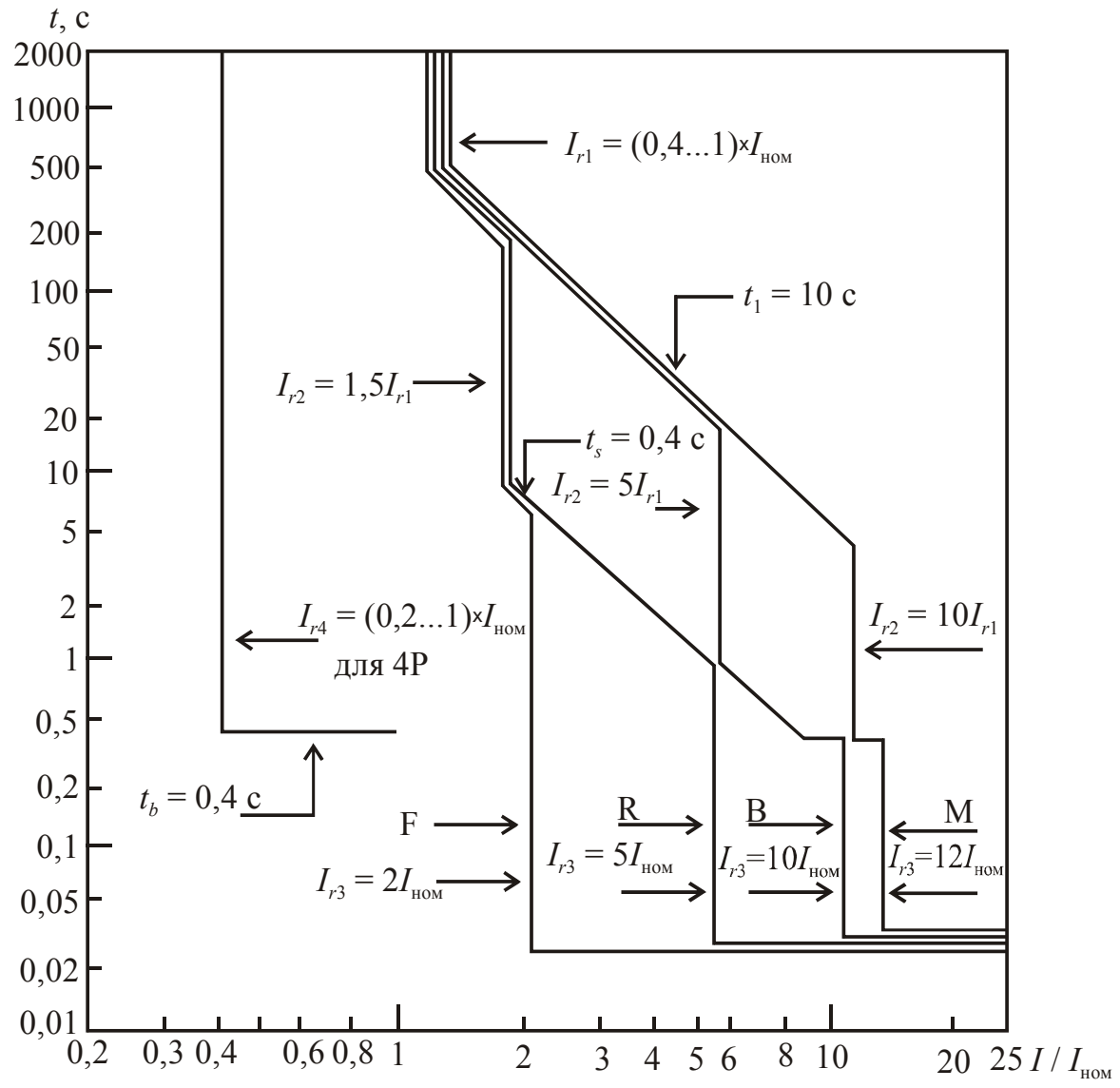


Рис. 2.55. Времятоковая характеристики автомата ВА88–43 с электронным (микропроцессорным) расцепителем при включении по $I^2 \cdot t$

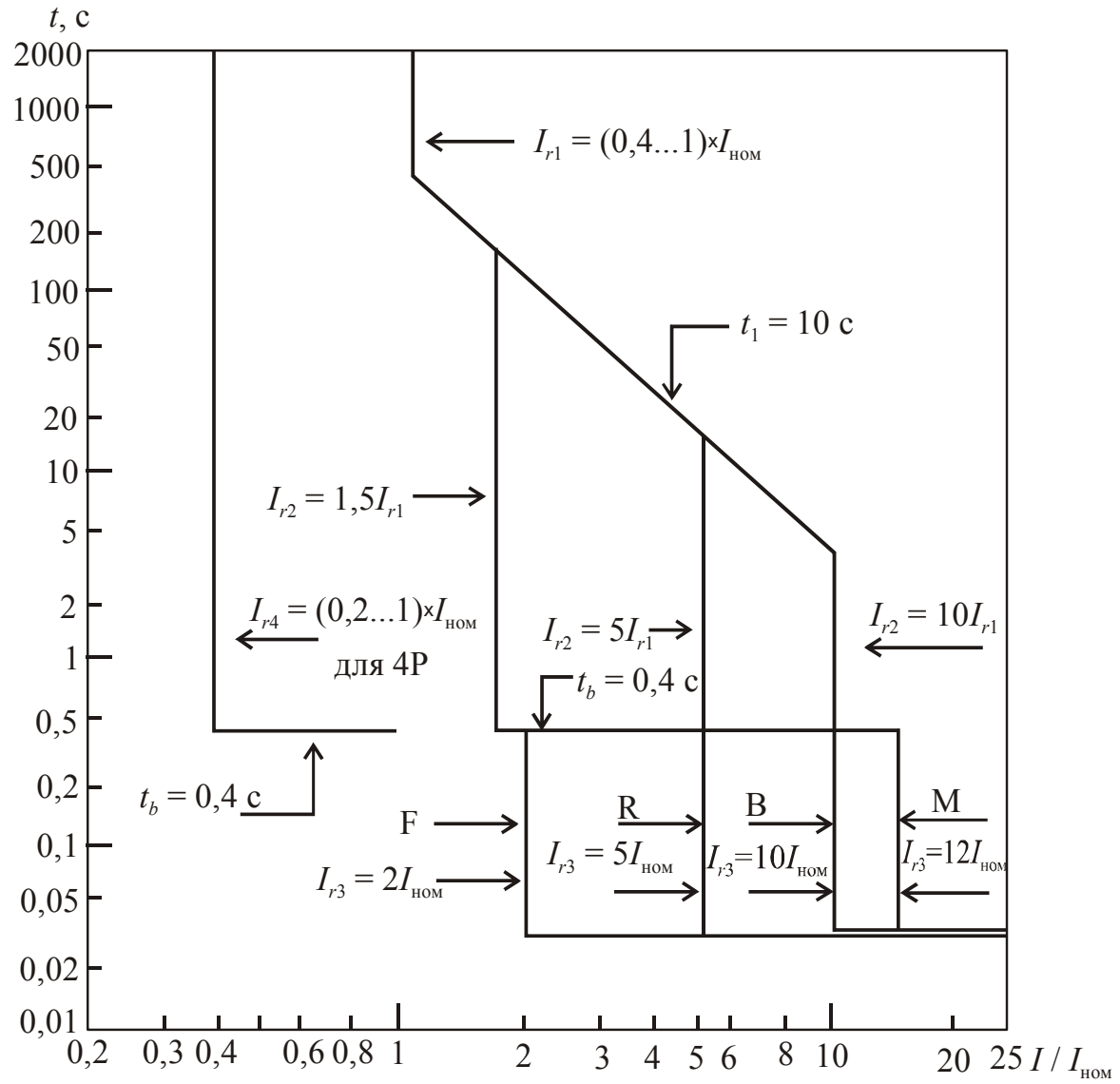


Рис. 2.56. Времятоковая характеристики автомата ВА88–43 с электронным (микропроцессорным) расцепителем при отключении по $I^2 \cdot t$

Из *автоматических выключателей серии ВА99* электронными расцепителями оснащены ВА–99/1600, ВА–99С/400 и ВА–99С/630 (табл. 2.24).

Микропроцессорные расцепители выключателей ВА–99/1600 (рис. 2.57) имеют регулируемые уставки мгновенной токовой отсечки (4 положения регулятора по току: $F(2 \cdot I_r)$, $R(5 \cdot I_r)$, $B(10 \cdot I_r)$, $M(12 \cdot I_r)$) и по току перегрузки (8 положений регулятора: $I_r = (0{,}4–1{,}0) \cdot I_n$). В таблице 2.25 приведены его основные функции, позволяющие реализовать защиты в соответствии с приведенными на рис. 2.58 времятоковыми характеристиками.

Таблица 2.25

Основные характеристики микропроцессорного расцепителя сверхтоков

Номер позиции на рис. 2.57	Характеристики	Индикация или операция
1	Индикация нагрузки	Светодиодная индикация на лицевой панели выключателя, % соотношения от заданного значения тока тепловой защиты (60%, 70%, 80%, 90%, 100%)
2	Уставка тока тепловой защиты	Переключатель «I_{r1}» положения: «ВЫКЛ»: (0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1,0)·I_n
3	Уставка вида защитной характеристики от тока КЗ	Переключатели на лицевой панели (F, R, B, M)
4	Установка предаварийной сигнализации	Переключатель «I_p» положения: (0,7; 0,8; 0,9; 1,0)·I_n
5	Диаграммы устанавливаемых защитных характеристик	Диаграммы на панели
6	Гнездо для подключения тестирующего устройства	Гнездо на панели
7	Индикация предаварийной перегрузки	Светодиод «перегрузка» мигает
	Индикация замыкания на землю	Светодиод «перегрузка» горит постоянно
8	Индикация включения питания расцепителя и самодиагностики	Светодиод «ВКЛ»

Таблица 2.24

Выключатели автоматические серии ВА–99 и ВА–99С

Наименование	Номинальный ток расцепителя I_n	Количество полюсов	Вид расцепителя	Уставка электромагнитного расцепителя, А	Номинальная предельная наибольшая отличающая способность I_{CU}, кА	Номинальная рабочая наибольшая отключающая способность I_{CS}, кА	Включающая способность I_{cm} (I_{cm} / I_{CU})
ВА–99/1600 А							
ВА–99/1600 1000 А	1000	3Р 3Р+N 4Р	микропроцессорный	регулируемая	50	37,5	2,2
ВА–99/1600 1250 А	1250						
ВА–99/1600 1600 А	1600						
ВА–99С/400 А							
ВА–99С/400 200 А	200	3Р 3Р+N 4Р	STR23SE электронный регулируемый	—	45	45	2,2
ВА–99С/400 225 А	225						
ВА–99С/400 250 А	250						
ВА–99С/400 300 А	300						
ВА–99С/400 315 А	315						
ВА–99С/400 400 А	400						
ВА–99С/630 А							
ВА–99С/630 315 А	315	3Р 3Р+N 4Р	STR23SE электронный регулируемый	—	45	45	2,2
ВА–99С/630 400 А	400						
ВА–99С/630 500 А	500						
ВА–99С/630 630 А	630						

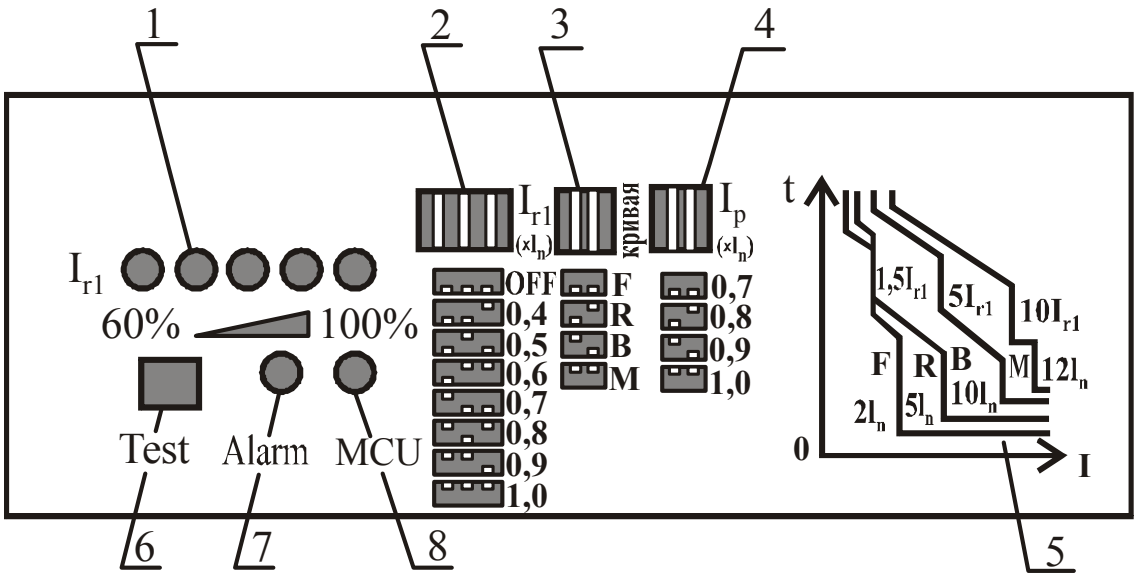


Рис. 2.57. Передняя панель блока микропроцессорного расцепителя автоматического выключателя ВА–99/1600:
1 – индикация текущего тока в % от заданного значения тока тепловой защиты;
2 – переключатель установки тока тепловой защиты;
3 – переключатель установки вида защитной характеристики по току короткого замыкания;
4 – переключатель установки предаварийной сигнализации;
5 – диаграммы устанавливаемых защитных характеристик;
6 – гнездо для подключения тестирующего устройства;
7 – индикатор перегрузки;
8 – индикатор самодиагностики и включения питания расцепителя

Электронные расцепители STR23 SE автоматических выключателей ВА–99/С (передняя панель изображена на рис. 2.59) обеспечивают защиту (рис. 2.60) от перегрузок (48 положений):

- грубая регулировка $I_0 = (0{,}5–1{,}0)\cdot I_n$ (6 положений);
- тонкая регулировка $I_r = (0{,}8–1{,}0)\cdot I_n$ (8 положений)

и от токов короткого замыкания, уставка по току регулируется в пределах $I_{sd} = (2–10)\cdot I_r$ (8 положений). Кроме этого, на передней панели отображается индикация нагрузки:

- светодиод *alarm* горит – 90% от уставки I_r;
- светодиод *alarm* мигает – более 105% от уставки I_r

и имеется гнездо для подключения тестирующего устройства с целью проверки работы аппарата после установки расцепителя или других вспомогательных устройств. Дополнительная информация о выключателях серии ВА99 приведена в разделе 2.2.

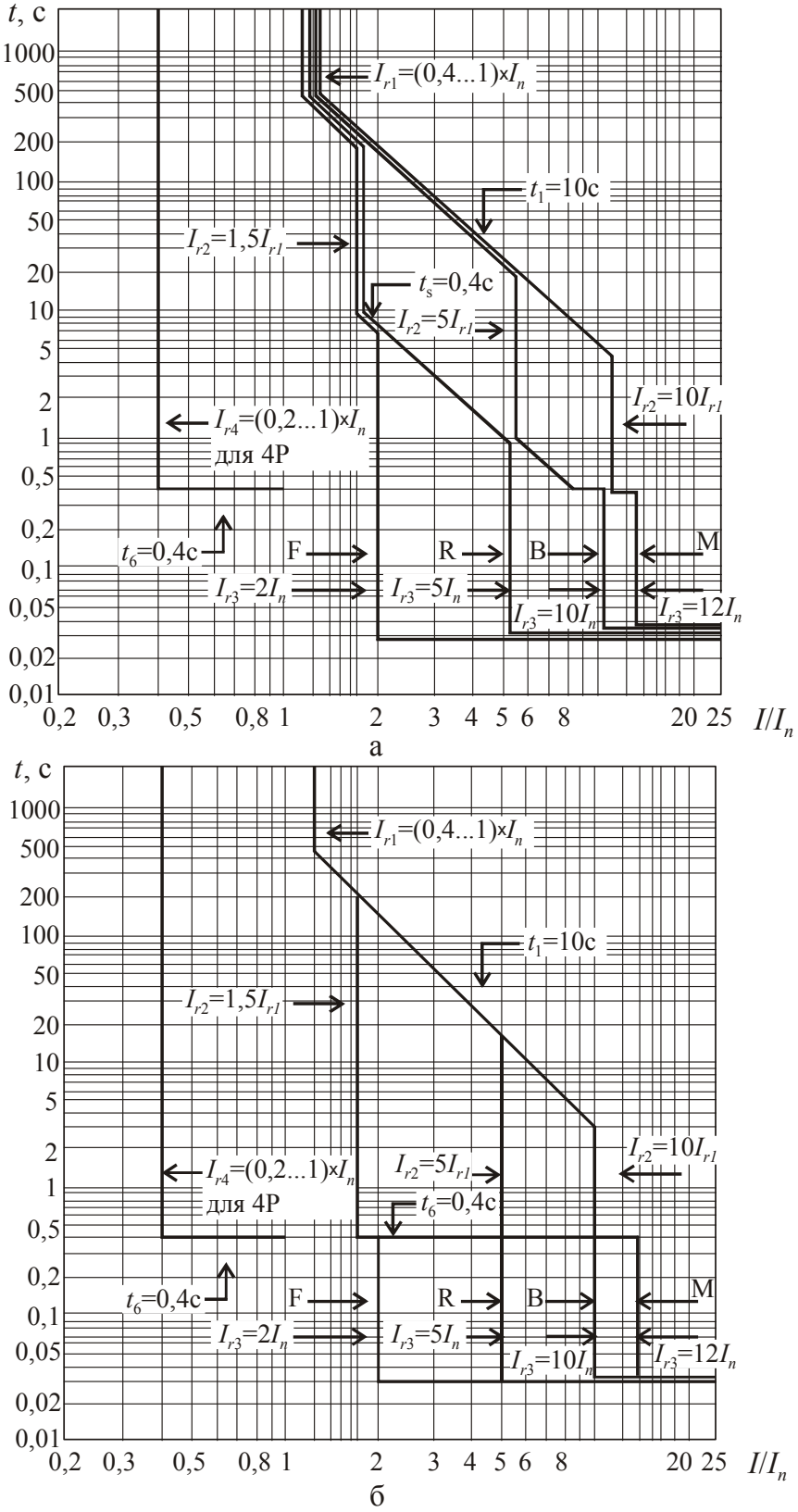


Рис. 2.58. Времятоковые характеристики автоматических выключателей ВА–99/1600 с микропроцессорным расцепителем: а – характеристика расцепителя при включении по $I^2 \cdot t$; б – характеристика расцепителя при отключении по $I^2 \cdot t$

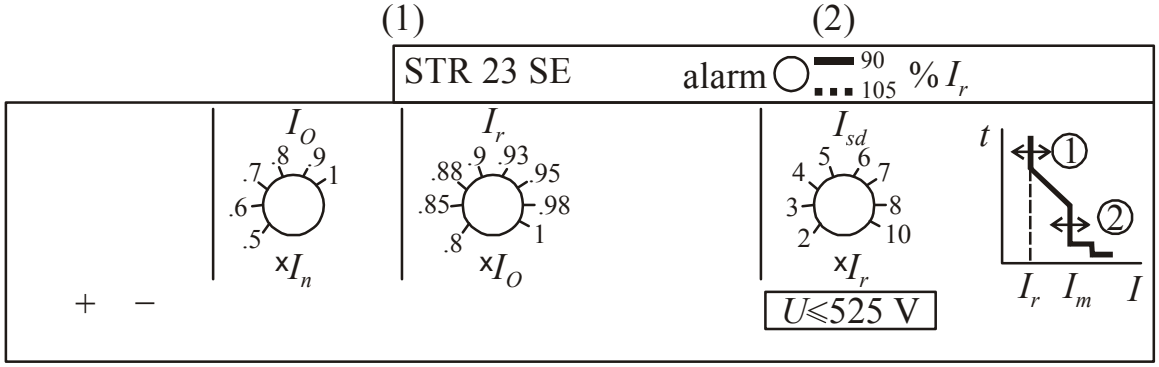


Рис. 2.59. Передняя панель блока электронного расцепителя автоматических выключателей ВА–99С/400 и ВА–99С/630

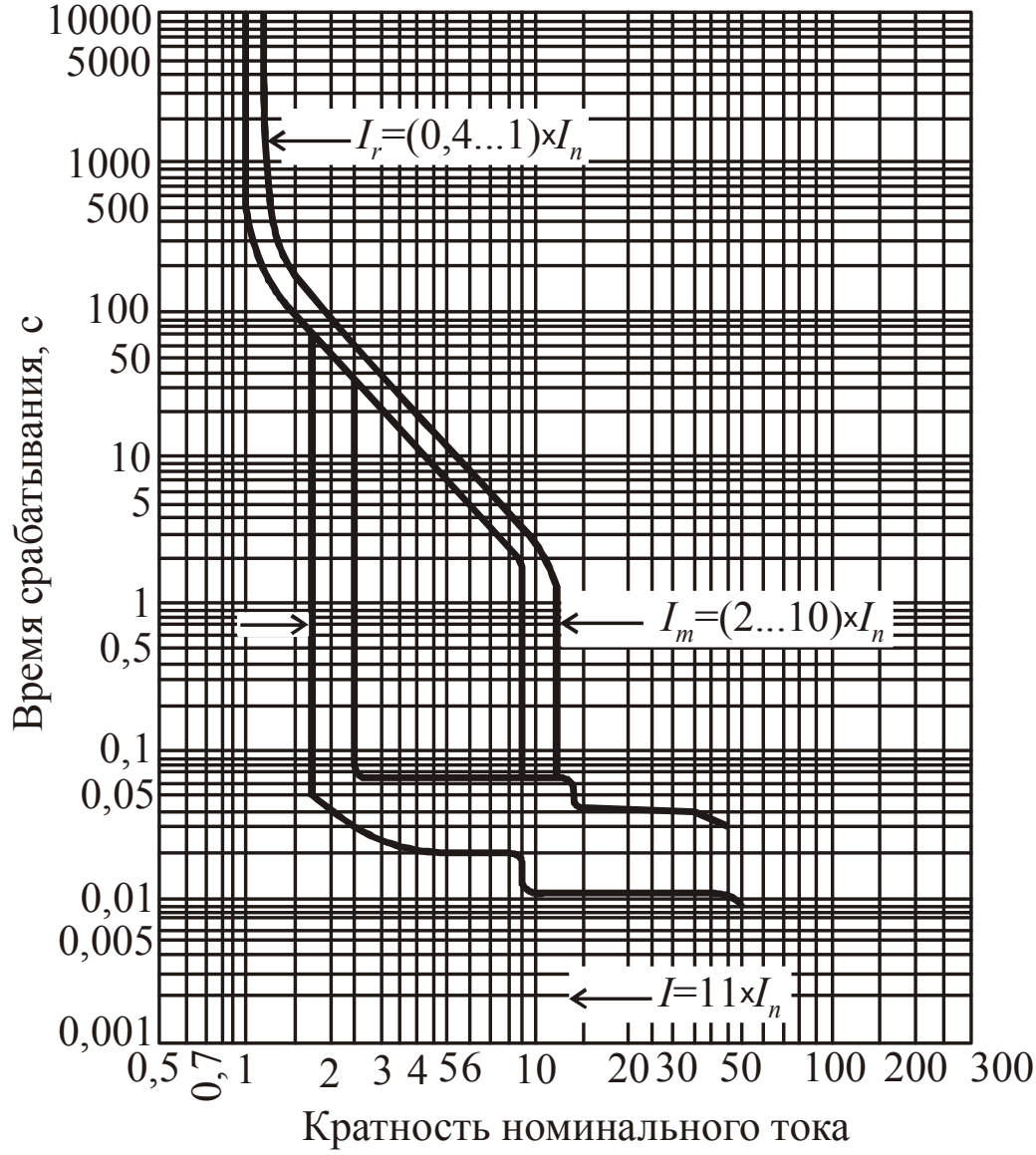


Рис. 2.60. Времятоковые характеристики автоматических выключателей ВА–99С/400 и ВА–99/630 с электронным расцепителем

Автоматические выключатели серии ВА–СЭЩ–TD, ВА–СЭЩ–TS, ВА–СЭЩ–ABS1203E предназначены для установки в шкафах комплектных распределительных устройств, на панелях и в отдельных шкафах внутренней установки промышленных объектов. Они используются:

- в качестве вводных, фидерных и межсекционных выключателей в трехфазных распределительных устройствах;
- для включения и защиты сетей, электродвигателей, генераторов, трансформаторов, конденсаторных установок;
- для оперативных включений и отключений, аварийного отключения потребителей электрической энергии;
- в качестве разъединителей нагрузки.

Выключателей ВА–СЭЩ–TD/TS рассчитаны для эксплуатации в электроустановках на номинальное напряжение до 690 В переменного тока частотой 50/60 Гц, на номинальное напряжение до 500 В постоянного тока и на токи до 16 до 800 А, выключатели ВА–СЭЩ–ABS1203E – на номинальное напряжение до 600 В переменного тока частотой 50/60 Гц, на номинальное напряжение до 250 В постоянного тока и ток 1200 А.

Автоматические выключатели ВА–СЭЩ серии TD выпускаются в корпусе одного типоразмера и рассчитаны на номинальный ток от 16 до 160 А. Такие выключатели комплектуются только фиксированным термомагнитным расцепителем.

Выключатели серии TS выпускаются в корпусах трех типоразмеров и рассчитаны на ток от 40 до 800 А и отключающую способность до 150 кА. Они снабжены легко устанавливаемыми и взаимозаменяемыми теплоэлектромагнитными или электронными расцепителями. Это позволяет легко изменить защиту цепи при изменении характера нагрузки. Электронный расцепитель позволяет регулировать значение уставок для защиты от тока перегрузки и тока короткого замыкания.

Автоматические выключатели ВА–СЭЩ–ABS1203E имеют один типоразмер корпуса и рассчитаны на номинальный ток 1200 А, оснащаются встроенным электронным расцепителем.

Возможные номинальные токи и типы устанавливаемых расцепителей максимального тока выключателей ВА–СЭЩ–TD/TS приведены в таблице 2.26, а защитные характеристики – на рис. 2.61 и 2.62.

Пример настройки защит расцепителями серии ETS показан на рис. 2.63. Более широкие возможности заложены в электронных расцепителях серии ETM (табл. 2.28), которыми могут оснащаться выключатели TS400–TS800. Передняя панель таких расцепителей изображена на рис. 2.64, а настройка защит от токов перегрузки и токов трех- и однофазного КЗ иллюстрируется рис. 2.65. Расцепители ETM измеряют векторную

Таблица 2.26

Номинальные токи и типы устанавливаемых расцепителей максимального тока автоматических выключателей ВА–СЭЩ–TD/TS

Типоразмер корпуса	Вид расцепителя	Номинальный ток $I_{ном}$, А						
		Теплоэлектромагнитный расцепитель				Электронный расцепитель		DSU
		FTU	FMU	ATU	MTU	ETS	ETM	
TD100	Встроенный	16;20;25;32; 40; 50; 63; 80; 100	16;20;25;32; 40; 50; 63; 80; 100	—	—	—	—	—
TD160		100; 125; 160	100; 125; 160	—	—	—	—	160
TS100	Взаимозаменяемый	40; 50; 63; 80; 100	40; 50; 63; 80; 100	—	1,6;3,2;6,3;12; 20;32;50;63;100	40; 80	—	100
TS160		100; 125; 160	100; 125; 160	100; 125; 160	32; 50; 63; 100; 160	40; 80; 160	—	160
TS250		125;160;200;250	125;160;200;250	125;160;200;250	100; 160; 220	40; 80; 160; 250	—	250
TS400		300; 400	300; 400	300; 400	320	160; 250; 400	160; 250; 400	400
TS630		500; 630	500; 630	500; 630	500	160;250;400;630	160;250;400;630	630
TS800		700; 800	800	800	630	630; 800	630; 800	800

Типы расцепителей	
FTU	• С нерегулируемыми уставками теплового и электромагнитного расцепителей
FMU	• С регулируемой уставкой теплового и нерегулируемой уставкой электромагнитного расцепителя
ATU	• С регулируемыми уставками теплового и электромагнитного расцепителей
MTU	• Только с электромагнитным расцепителем
ETS	• Электронный (LSI), возможные уставки даны в таблице 2.27
ETM	• Электронный (LSIG, амперметр, интерфейс связи, логическая селективность, см. таблицу 2.28)
DSU	• Выключатель-разъединитель

Примечание: характеристики выключателей с теплоэлектромагнитными расцепителями даны в разделе 2.2.

сумму токов в трех фазных и в нейтральном проводниках. Если эта сумма превышает заданное значение (например, при однофазном замыкании на землю) в течение времени, превышающего заданную задержку, то автоматический выключатель срабатывает в соответствии с настройкой защиты (рис. 2.66). Из дополнительных функций расцепители обладают:

- измерением тока – значение наибольшего из фазных токов отображается в верхней строке ЖК-дисплея, в нижней строке поочередно прокручиваются значения всех фазных токов, минимальный ток в одной фазе $0{,}3 \cdot I_n$, максимальный – $10 \cdot I_n$, точность измерения – 10%;
- интерфейсом передачи данных – возможна передача уставки срабатывания защиты, значения наибольшего из трех фазных токов, значений токов фазных и нейтрального проводников, аварийных сообщений (перегрузка, короткое замыкание);
- логической селективностью (ZCI) – несколько автоматов соединяются кабелем управления и включается функция ZCI.

Таблица 2.27

Характеристики расцепителей ETS для выключателей TS100–TS800

Параметр	Численные значения и примечания
Защита от перегрузки (с длительной задержкой срабатывания)	
Уставка I_r, А	(0,4; 0,45; 0,5; 0,55; 0,6; 0,65; 0,7; 0,75; 0,8; 0,85; 0,9; 0,95; 1,0)·I_n, 13 значений уставок
Время срабатывания, с	нерегулируемое при $6 \cdot I_r$, точность срабатывания ±20%
Защита от короткого замыкания (с кратковременной задержкой срабатывания)	
Уставка I_{sd}, А	9 значений уставок: (1,5; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 10)·I_r, точность срабатывания ±15%
Задержка срабатывания, мс	4 настройки: 50; 100; 200; 300, точность отсчета задержки ±20%
Защита от короткого замыкания (мгновенная)	
Уставка I_i, А	нерегулируемая, $11 \cdot I_n$

Функция логической селективности (рис. 2.67) используется для сетей с высокими значениями номинального тока и тока короткого замыкания, предъявляющих повышенные требования к безопасности и непрерывности электропитания. Подобная селективность реализуется, если аппараты снабжены специальными электронными расцепителями (ETM для автоматических выключателей TS). Логическая селективность обеспечивает:

- снижение нагрузки на элементы системы электроснабжения в условиях короткого замыкания;

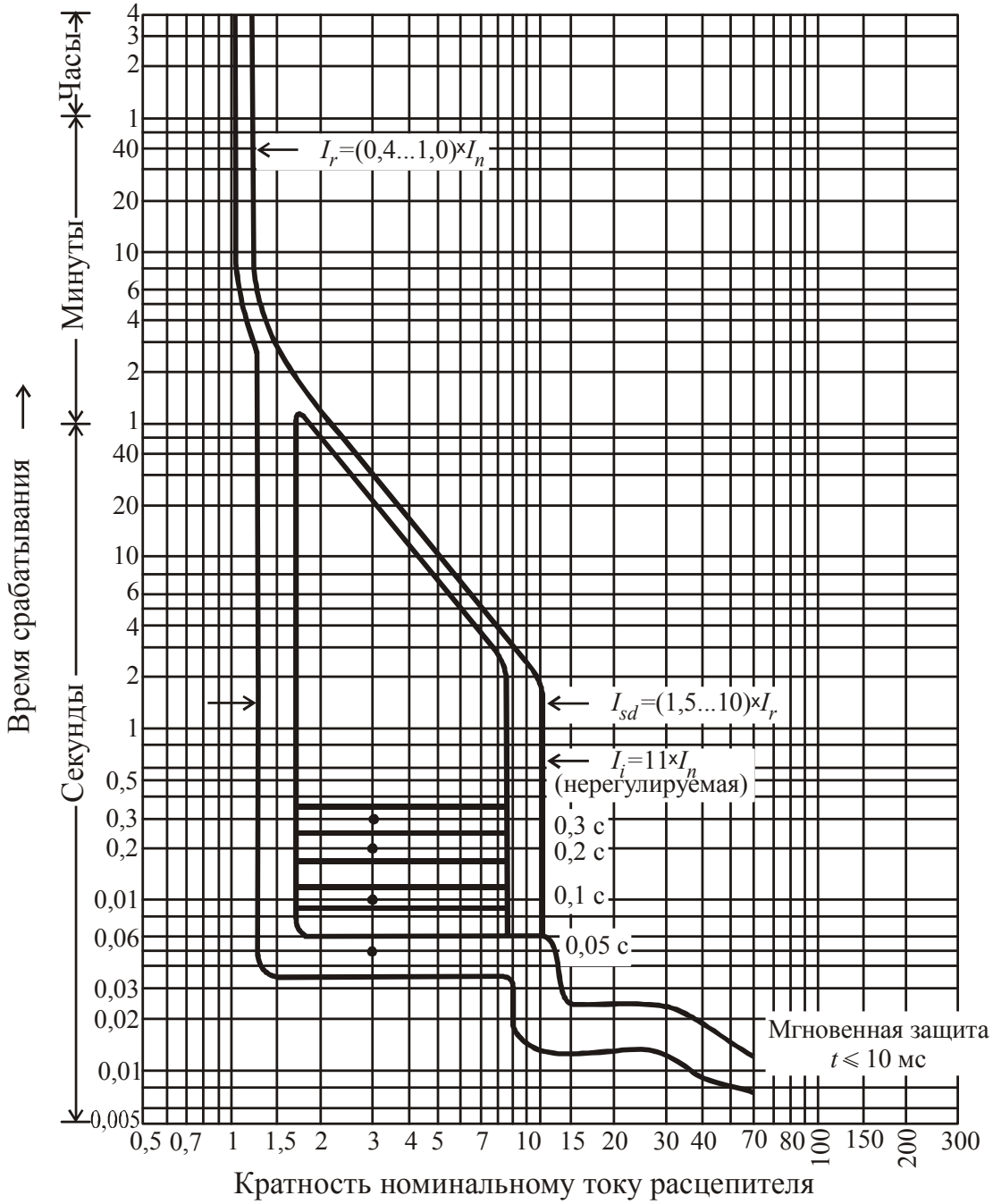


Рис. 2.61. Характеристики срабатывания защиты автоматических выключателей TS100–TS800 с электронными расцепителями ETS23, ETS33, ETS43 (возможные уставки даны в таблице 2.27)

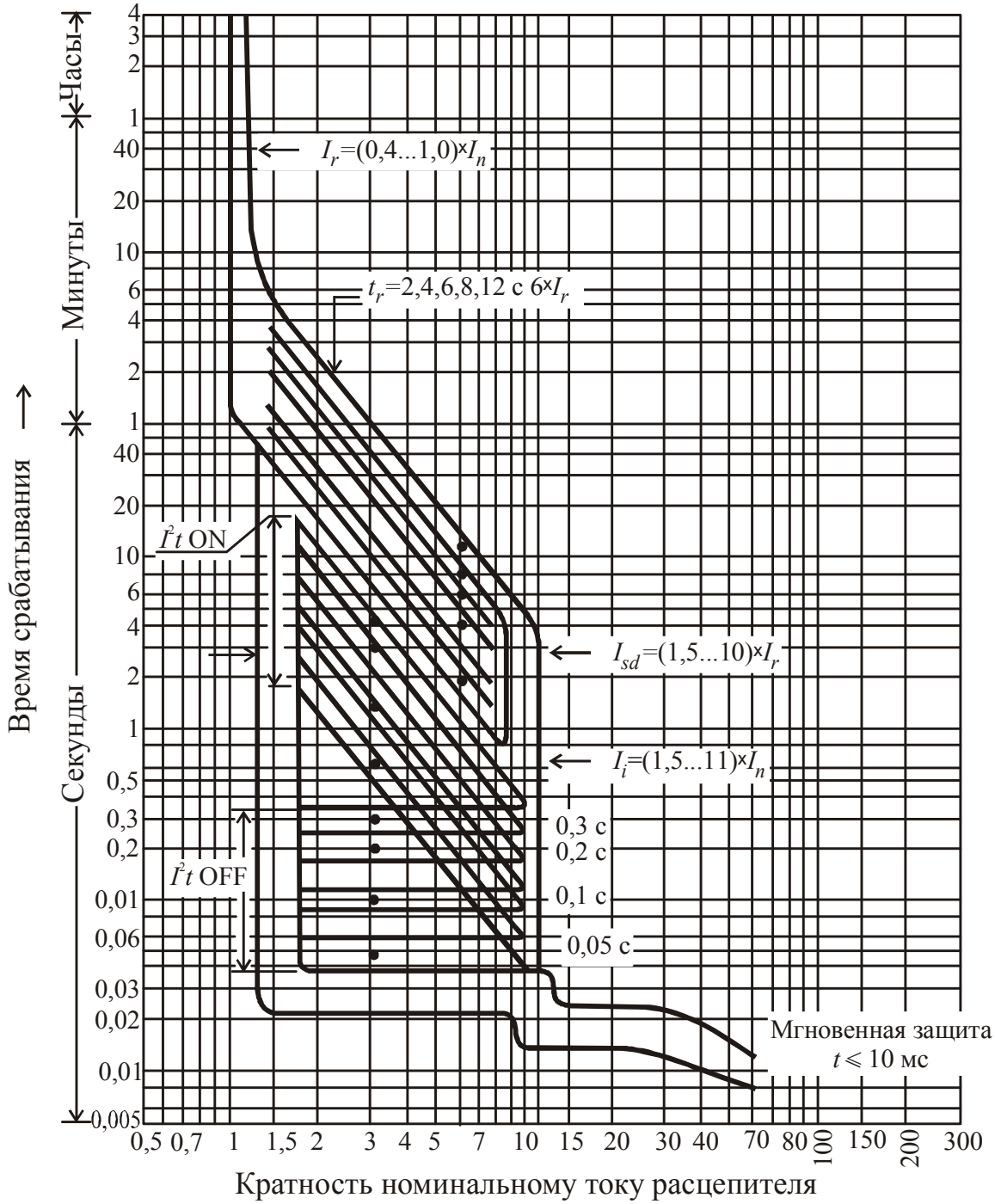
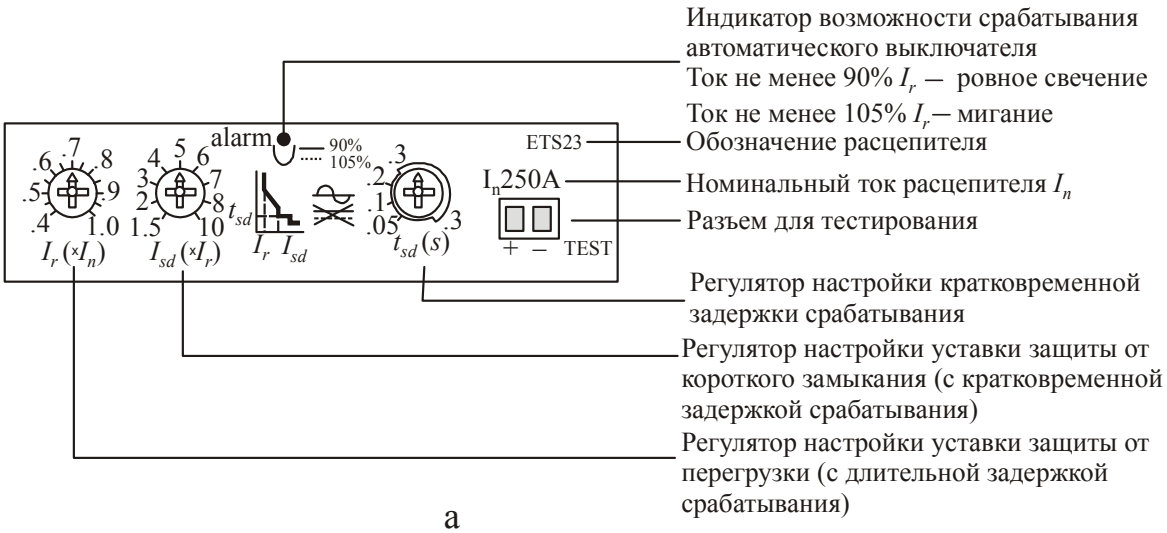
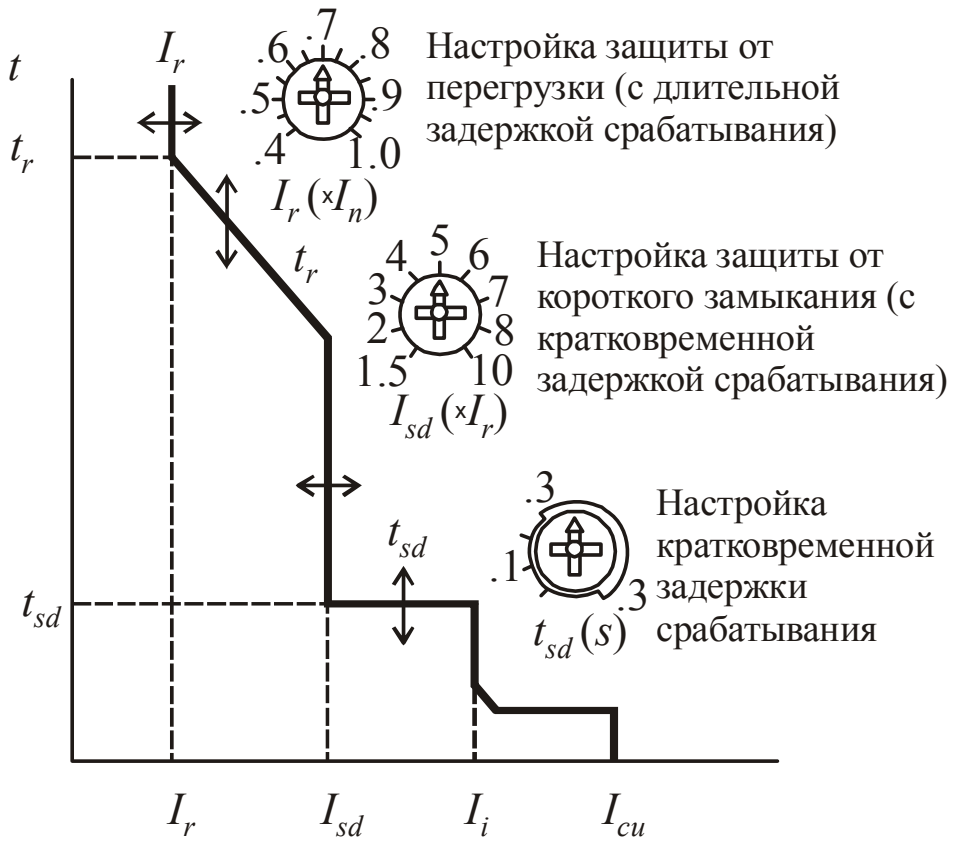


Рис. 2.62. Характеристики срабатывания защиты автоматических выключателей TS400, TS630, TS800 с электронными расцепителями ETM33, ETM43 (по таблице 2.28)



а



б

Рис. 2.63. Передняя панель электронного расцепителя серии ETS23 (а) и пример настройки защит от токов перегрузки и токов короткого замыкания (б)

Таблица 2.28

Характеристики и опции расцепителей ETM для выключателей TS400–TS800

Параметр	Численные значения и примечания
Защита от перегрузки (с длительной задержкой срабатывания)	
Уставка I_r, А	Регулируемая: (0,3–1,0)·I_n, 30 значений уставок
Задержка срабатывания, с, при 6·I_r	регулируемая, 5 значений: 2, 4, 6, 8, 12; точность отсчета ±20%
Защита от короткого замыкания (с кратковременной задержкой срабатывания)	
Уставка I_{sd}, А	регулируемая, 9 значений: (1,5; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 10)·I_r, точность срабатывания ±15%
Задержка срабатывания, мс, при 6·I_r	регулируемая, 4 настройки: 50; 100; 200; 300, точность отсчета ±15%; функция «I^2t = constant»: Вкл. или Откл.
Защита от короткого замыкания (мгновенная)	
Уставка I_i, А	регулируемая, 9 значений: (1,5; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 10)·I_n
Индикация причины срабатывания	
Светодиодный индикатор	I_r, I_{sd}, I_i (I_g)
Опции для TS400ETM–TS800ETM	
Измерение тока, А	ток максимально нагруженной фазы, токи трех фазных и нейтрального проводника
Защита от замыкания на землю	регулируемая уставка, 9 настроек: (0,2–1,0)·I_n; регулируемое время задержки, 4 настройки: 100, 200, 300, 400 мс, допуск ±20%; функция «I^2t = constant»: Вкл. или Откл.
Интерфейс передачи данных	передача значений уставок, токов фазных и нейтрального проводников, причин срабатывания
Логическая селективность ZCI	входной и выходной сигнал ZCI

- уменьшение времени срабатывания (до сотен миллисекунд);
- снижение ущерба в системе электропитания при авариях.

При включенной функции ZCI расцепитль ETM обнаруживает замыкание и посылает сигнал выше распложенному автоматическому выключателю (рис. 2.67). Получив сигнал, этот выключатель не будет срабатывать в течение заданной выдержки, игнорируя собственные задержки срабатывания защиты от короткого замыкания или замыкания на землю, а затем сбрасывает сигнал аварии. При отсутствии ZCI расце-

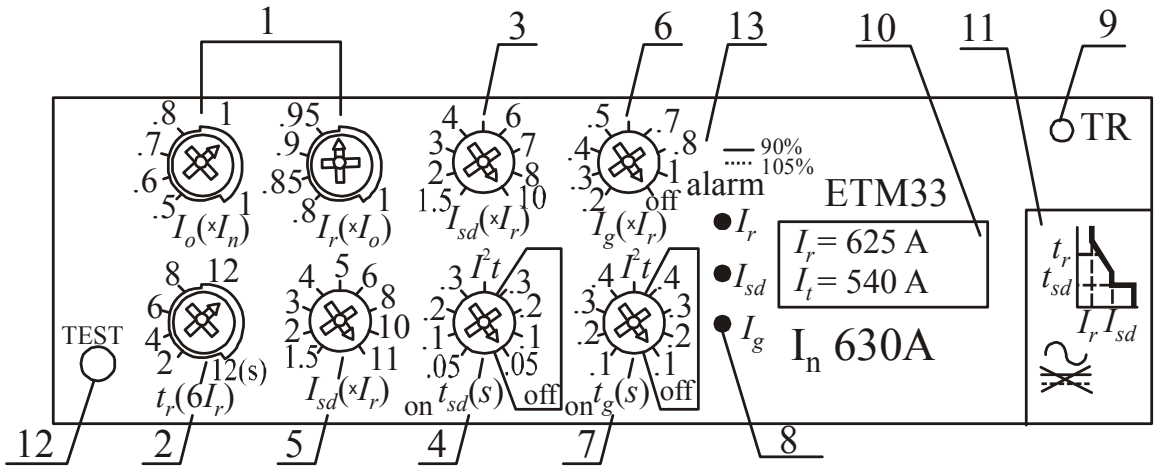


Рис. 2.64. Органы управления и индикации многофункциональных электронных расцепителей серии ETM для выключателей TS400, TS630 и TS800:
1 – регулятор настройки защиты с длительной задержкой срабатывания (I_r); 2 – регулятор настройки длительной задержки срабатывания (t_r); 3 – регулятор настройки защиты с кратковременной задержкой срабатывания времени (I_{sd}); 4 – регулятор кратковременной задержки срабатывания (t_{sd}); 5 – регулятор настройки уставки мгновенной защиты (I_i); 6 – регулятор настройки защиты от замыкания на землю (I_g); 7 – регулятор настройки задержки срабатывания защиты от замыкания на землю (t_g); 8 – светодиодные индикаторы; 9 – кнопка TR (отображение причины срабатывания); 10 – ЖК-дисплей (амперметр); 11 – дополнительное питание; 12 – разъем для тестирования; 13 – светодиодный индикатор возможности срабатывания автоматического выключателя: ток не менее 90% I_r – непрерывное свечение, ток не менее 105% I_r – мигание

Примечания: 1. Индикация возможности срабатывания автоматического выключателя: светодиодные индикаторы (alarm) начинают светиться ровным светом, когда ток превышает 90% I_r, и начинает мигать, когда ток превышает 105% I_r, указывая тем самым, что автоматический выключатель может сработать.

2. Индикаторы срабатывания автоматического выключателя: светодиодные индикаторы указывают причину срабатывания: I_r – перегрузка; I_{sd} – короткое замыкание (защита с кратковременной задержкой срабатывания, мгновенная); I_g – замыкание на землю.

3. При нажатии кнопки TR загорается индикатор, указывающий на причину срабатывания. Информация о причине срабатывания сохраняется в памяти и отображается светодиодным индикатором при нажатии кнопки TR. При замыкании автоматического выключателя после его срабатывания светодиод гаснет и память очищается. Если нажать на кнопку TR в нормальном режиме работы, то загорятся все индикаторы, что указывает на их исправность и наличие вспомогательного электропитания.

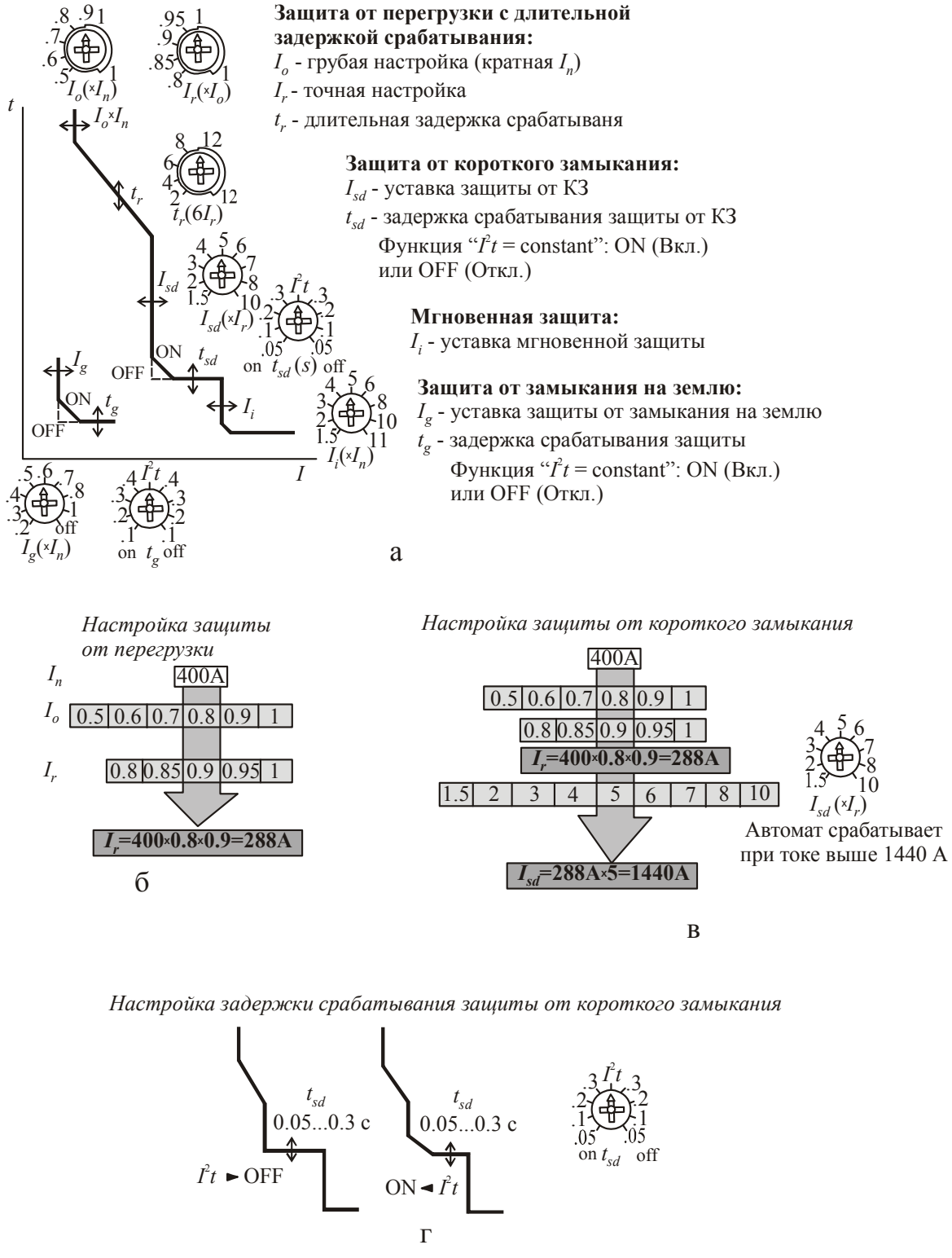


Рис. 2.65. Характеристики срабатывания расцепителей серии ETM (а) и примеры настройки защит от перегрузки (б) и от коротких замыканий (в, г)

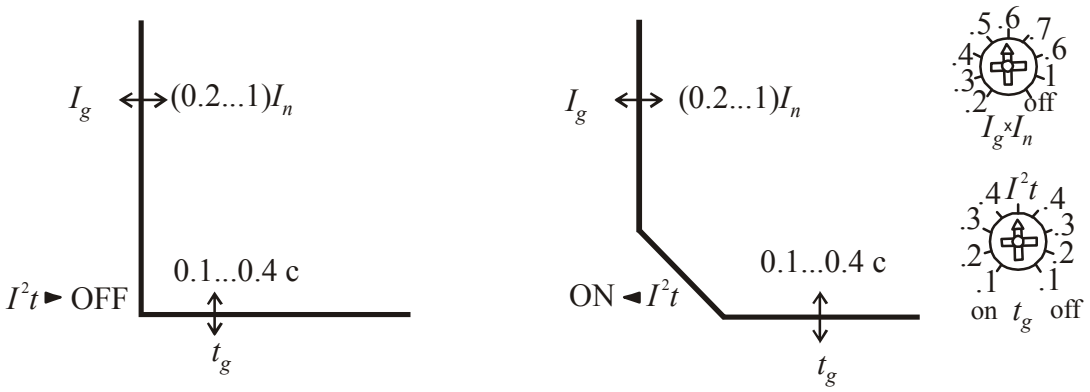


Рис. 2.66. Настройка защиты от замыкания на землю: I_g – уставка защиты от замыкания на землю; t_g – задержка срабатывания защиты

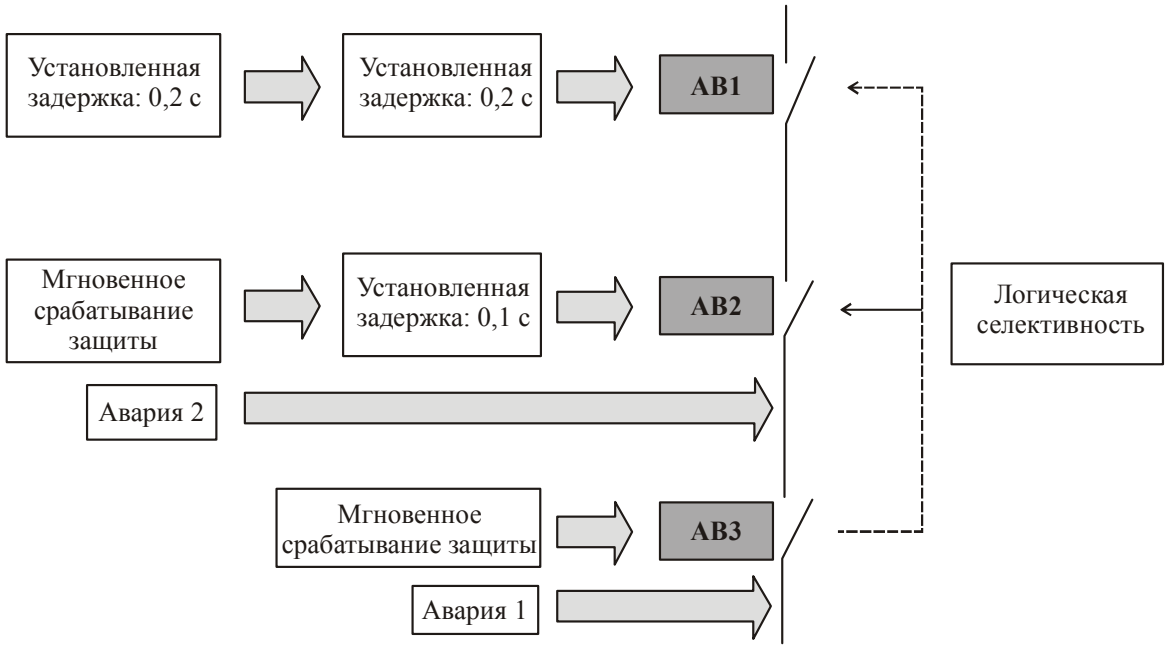


Рис. 2.67. Принцип работы автоматических выключателей с включенной функцией логической селективности

питель ETM обнаруживает аварию, после чего автоматический выключатель срабатывает с установленной выдержкой времени.

Выключатели ABS1203E оснащаются встроенным электронным расцепителем. На рис. 2.68 показаны органы индикации и управления расцепителя, позволяющие настроить защиту в соответствии с его времятоковыми характеристиками (рис. 2.69). Мгновенная защита от токов короткого замыкания имеет фиксированное значение: $11 \cdot I_n$.

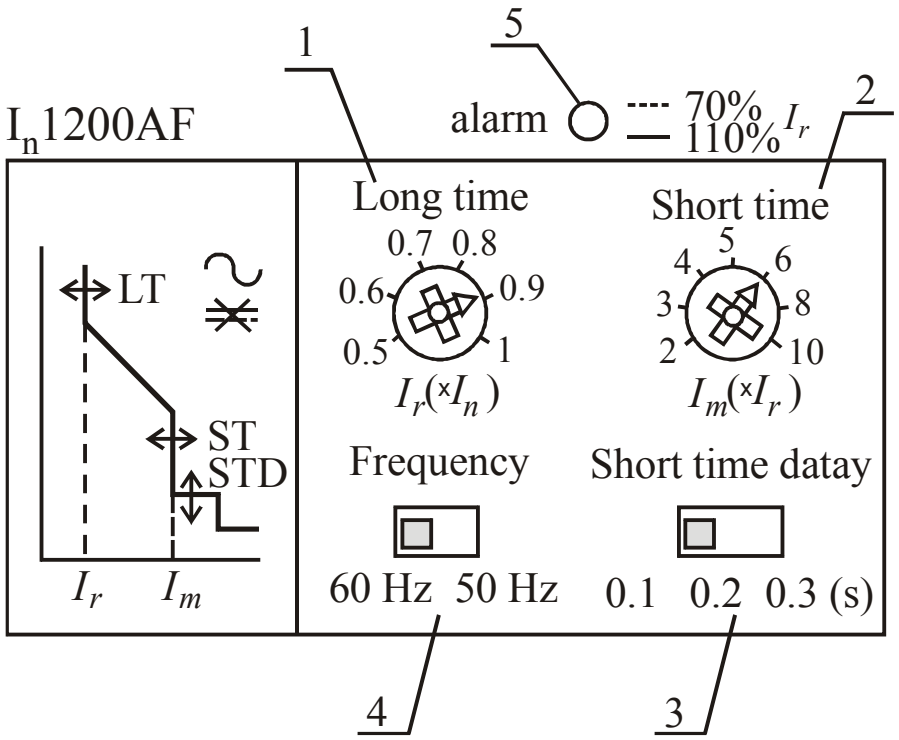


Рис. 2.68. Передняя панель электронного расцепителя автоматического выключателя ВА–СЭЩ–ABS1203E: 1 – регулятор настройки защиты с длительной задержкой срабатывания I_r=(0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1,0)·I_n; 2 – регулятор настройки защиты с кратковременной задержкой срабатывания I_m=(2–3–4–5–6–8–10)·I_r; 3 – переключатель значений кратковременной задержки срабатывания: 0,1; 0,2; 0,3 секунды; 4 – переключатель частоты 50 или 60 Гц; 5 – светодиодный индикатор: если ток нагрузки находится в пределах 70–110% установленного значения I_r, индикатор мигает; если ток нагрузки превышает 110% установленного значения I_r, то светодиод светится непрерывно, указывая тем самым, что автоматический выключатель может сработать

Автоматические выключатели ВА–СЭЩ–LBA рассчитаны для эксплуатации в электроустановках на номинальное напряжение до 690 В переменного тока частотой 50/60 Гц и на номинальные токи от 630 до 5000 А (табл. 2.28). Структура их условного обозначения и ее расшифровка приведены на рис. 2.70. Технические параметры выключателей представлены в таблице 2.28, а изменение их номинального тока в зависимости от температуры окружающей среды – в таблице 2.29.

Выключатели оснащаются электронными расцепителями максимального тока с защитными характеристиками, аналогичными приведенным на рис. 2.71. С помощью электронных блоков контроля и управления (табл. 2.30 и 2.31) расцепители настраиваются на защиты в соответствии с времятоковыми характеристиками их реле отключения (рис. 2.72–2.75).

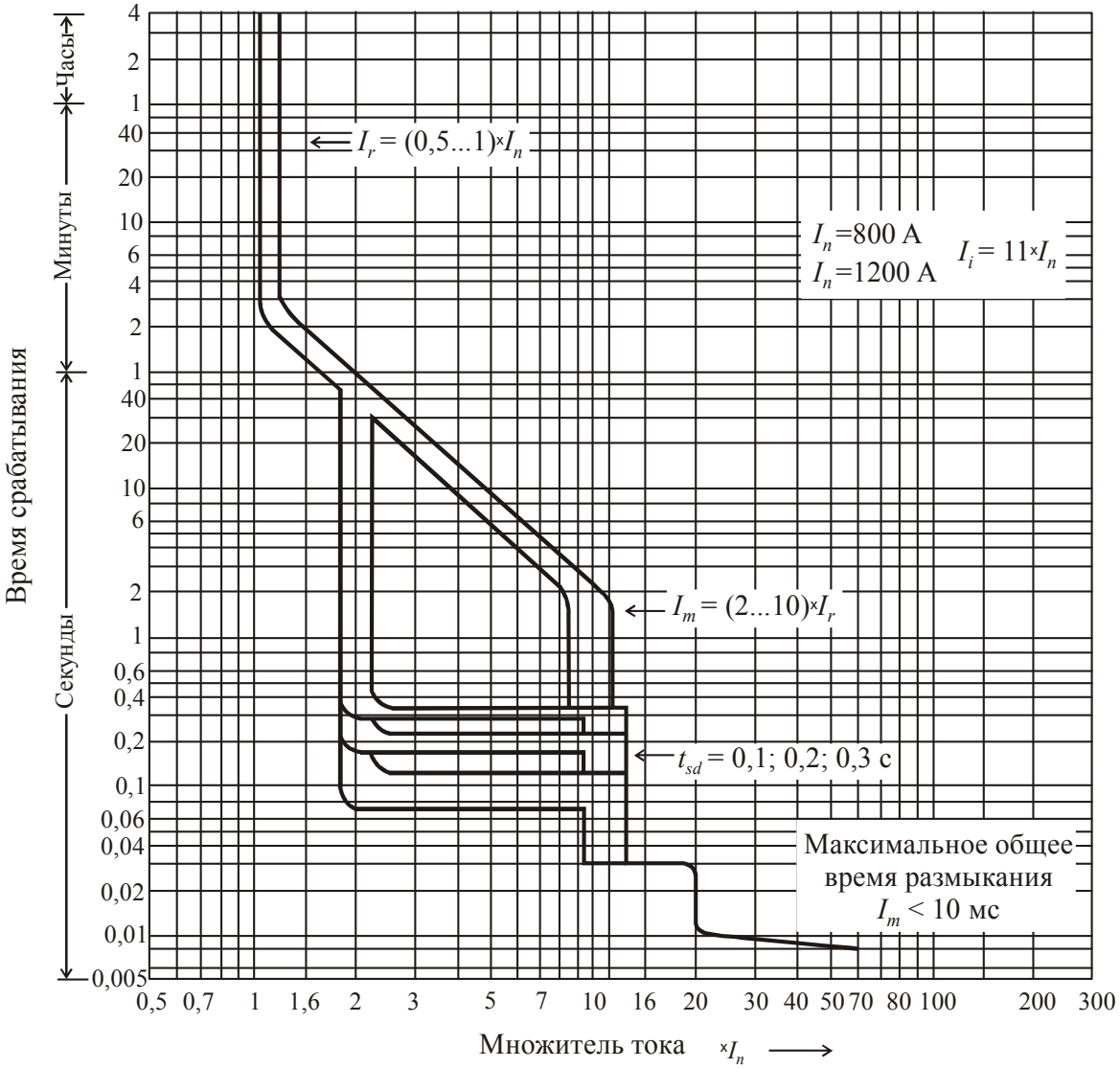


Рис. 2.69. Времятоковые характеристики отключения автоматического выключателя ВА-СЭЩ-ABS1203E

Таблица 2.28

Технические параметры автоматических выключателей ВА-СЭЩ- LBA (см. рис. 2.70)

Параметры			LBA-06□□C	LBA-08□□C	LBA-10□□C	LBA-13□□C	LBA-16□□C	LBA-20□□C	LBA-25□□C	LBA-32□□C	LBA-40□□□EC	LBA-40□□C	LBA-50□□C
Расчетный ток, $I_{n\,max}$, А			250, 400, 630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3200 (3150)	4000	4000	5000
Рабочее напряжение, U_e, В			690										
Напряжение изоляции, U_i, В			1000										
Частота, Гц			50/60										
Число полюсов (Р)			3, 4										
Уставка тока, I_n, А	OCR-II	в промышленности	(0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1,0)·$I_{n\,max}$										
	OCR-III	в промышленности	(0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1,0)·$I_{n\,max}$										
		для защиты генератора											
Расчетный ток нейтрального полюса, А			630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3200	4000	2500	2500
Расчетная отключающая способность, I_{CU}, кА		690 В	50										
		600 В	50					65				85	
		500 В и ниже	65					85				100	

Окончание таблицы 2.28

Параметры			LBA-06□□C	LBA-08□□C	LBA-10□□C	LBA-13□□C	LBA-16□□C	LBA-20□□C	LBA-25□□C	LBA-32□□C	LBA-40□□EC	LBA-40□□C	LBA-50□□C
Расчетная эксплуатационная отключающая способность, I_{CS}, кА		% от I_{CU}	100%										
Расчетная включающая способность, I_{cm}, кА (пиковая)		690 В	105										
		600 В	105					143				187	
		500 В и ниже	143					187				220	
Номинальный кратковременный выдерживаемый ток, I_{CW}, кА		1 с	65									85	
		2 с	40				60					65	
		3 с	30				50	60				65	
Время срабатывания, мс		максимальное суммарное время размыкания	40										
		время замыкания	80										

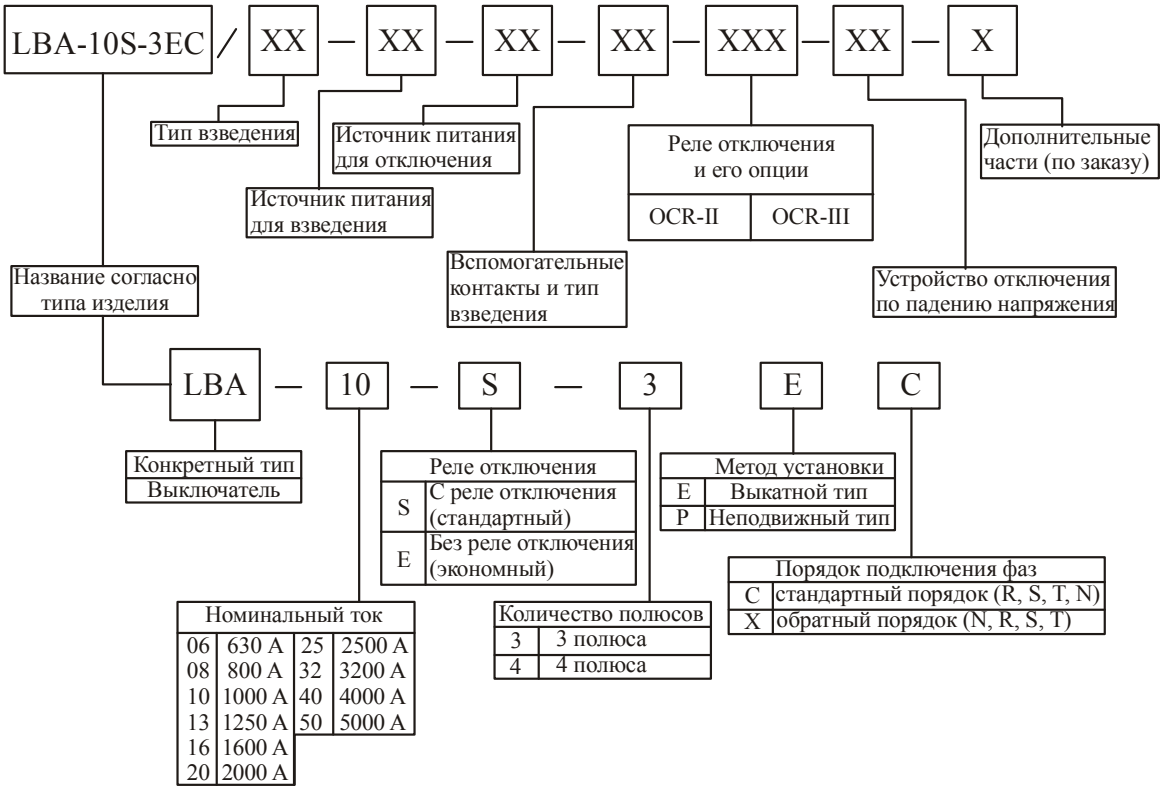


Рис. 2.70. Структура условного обозначения выключателей ВА-СЭЩ-LBA

Таблица 2.29

Влияние температуры окружающей среды на параметры автоматических выключателей ВА-СЭЩ-LBA

Температура, °С	Тип выключателя									
	LBA-06	LBA-08	LBA-10	LBA-13	LBA-16	LBA-20	LBA-25	LBA-32	LBA-40	LBA-50
40	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3200	4000	5000
45	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3200	4000	5000
50	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3200	4000	5000
55	630	800	1000	1250	1550	2000	2450	3000	3900	4850
60	630	800	1000	1200	1500	2000	2350	2900	3750	4700
100>*t*>60	315	400	500	630	800	1000	1250	1575	2000	2500

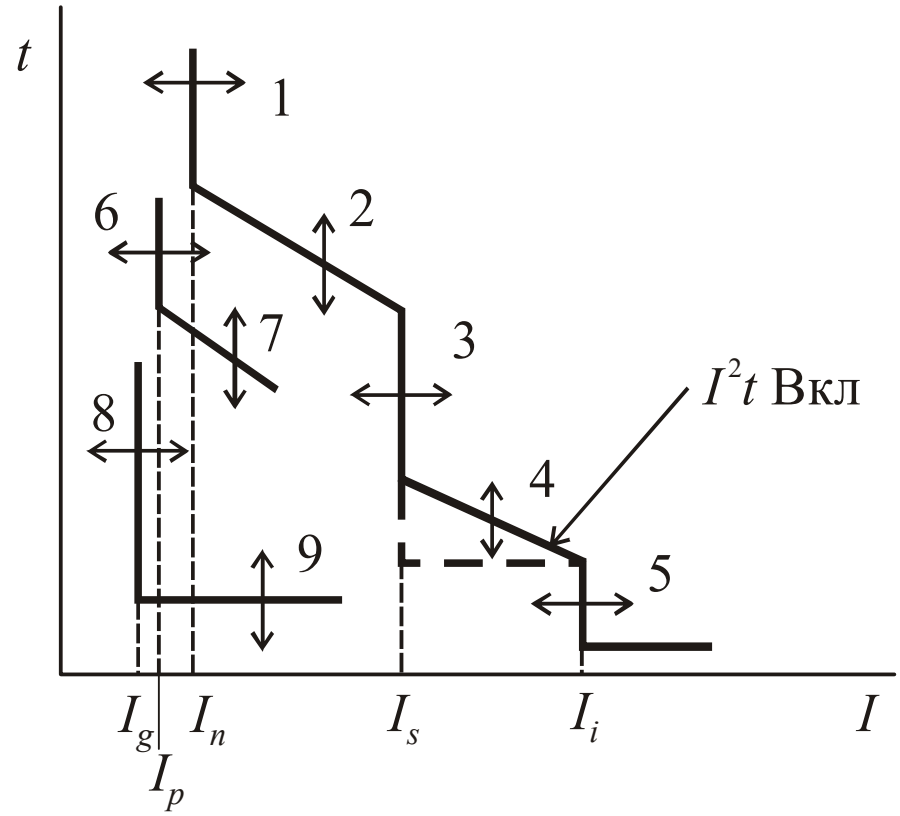


Рис. 2.71. Схема защитных характеристик электронных расцепителей выключателей ВА-СЭЩ-LBA:

1 – ток срабатывания долгого времени задержки;
2 – время отключения долгого времени задержки;
3 – ток срабатывания короткого времени задержки;
4 – время отключения короткого времени задержки;
5 – ток срабатывания мгновенной задержки;
6 – ток срабатывания предварительной сигнализации;
7 – время отключения предварительной сигнализации;
8 – ток срабатывания по отказу заземления;
9 – время отключения по отказу заземления

Таблица 2.30

Характеристики электронного блока контроля и управления OCR-II

Классификация			Типы и номиналы реле отключения		
Тип	60 Гц		LS6	LF6	LN6
	50 Гц		LS5	LF5	LN5
Применение			В промышленности		
Возможное число полюсов			3, 4 полюса		
Рабочее напряжение			Переменное/Постоянное 110–220 В		
Связь			—	—	—
Рабочие характеристики	Долговременная задержка (L)		■	■	■
	Кратковременная задержка (S)		■	■	■
	Задержка мгновенного срабатывания (I)		■	■	■
	Замыкание на землю (G)		—	■	■
	Предварительная сигнализация (P)		■	■	■
Уставка тока (A)		I_n=…×I_n max	0,4–0,5–0,6–0,7–0,8–0,9–1,0		
Непрерывный ток (A)		I_c=…×I_n	0,6–0,7–0,8–0,85–0,9–0,95–1,0		
Долговременная задержка (L) (допустимая погрешность: ±10%)	Ток отключения (A)	I_L=…×I_c	1,5		
	Время отключения (сек)	LTD	15–30–60–120–240–480		
Кратковременная задержка (S) (допустимая погрешность: ±15%)	Ток отключения (A)	I_s=…×I_n	2–3–4–6–8–10–OFF		
	Время отключения (сек)	STD	0,05–0,1–0,2–0,3–0,4–0,5		
Задержка мгновенного срабатывания (I) (допустимая погрешность: ±20%)	Ток отключения (A)	I_i=…×I_n	4–6–8–10–12–16–OFF		
	Время отключения (сек)	INST	0,025 ниже		
Замыкание на землю (G) (допустимая погрешность: ±20%)	Ток отключения (A)	I_g=…×I_n max	0,1–0,2–0,3–0,4–0,5–OFF		
		I_{np}=…×I_n max	0,5–1,0–OFF		
	Время отключения (сек)	GTD	0,1–0,3–0,5–0,7–1,0–1,5–3,0		
Предварительная сигнализация (P) (допустимая погрешность: ±10%)	Ток отключения (A)	I_p=…×I_c	0,7–0,8–0,9–0,95–1,0–OFF		
	Время отключения (сек)	PAL=…×LTD	0,5 (уставка I_p 1,0)		

Таблица 2.31

Характеристики электронного блока контроля и управления OCR-III

Классификация				Типы и номиналы реле отключения			
Тип	60 Гц			N□6	C□6	P□6	M□6
	50 Гц			N□5	C□5	P□5	M□5
Применение				В промышленности		Для генератора	
Возможное число полюсов воздушных выключателей				3, 4 полюса			
Рабочее напряжение		1		Переменное/Постоянное 110–220 В			
		2		Постоянное 24 В			
		4		Постоянное 48 В			
Передача данных				—	■	—	■
	Коммуникационный протокол			—	RS 485	—	RS 485
	Протокол			—	DNP 3,0	—	DNP 3,0
	Скорость передачи данных			—	9600 bps	—	9600 bps
Рабочие характеристики	Долговременная задержка (L)			■	■	■	■
	Кратковременная задержка (S)			■	■	■	■
	Задержка мгновенного срабатывания (I)			■	■	■	■
	Замыкание на землю (G)			■	■	■	■
	Предварительная сигнализация (P)			■	■	■	■
Уставка тока (A)			I_n=…×I_n max	В промышленности и для генераторной защиты: 0,2–0,3–0,4–0,5–0,6–0,7–0,8–0,9–1,0			
Непрерывный ток (A)			I_c=…×I_n	0,6–0,65–0,7–0,75–0,8–0,85–0,9–0,95–1,0			
Долговременная задержка (L) (допустимая погрешность: ±10%)	Ток отключения (A)		I_L=…×I_c	1,5			
	Время отключения (c)		LTD	• В промышленности: 15–20–25–30…465–470–475–480 (с шагом: 5 с) • Для генераторной защиты: 1,5–2,0–2,5–3,0…46,5–47,0–47,5–48,0 (с шагом: 0,5 с)			
Кратковременная задержка (S) (допустимая погрешность: ±15%)	Ток отключения (A)		I_s=…×I_n	1,5–2–3–4–5–6–7–8–9–10 (с шагом: 0,5)			
	Время отключения (c)		STD	0,05–0,06…0,49–0,5 (с шагом: 0,01 с)			
Задержка мгновенного срабатывания (I) (допустимая погрешность: ±20%)	Ток отключения (A)		I_i=…×I_n	• 4000 А ниже: 2–3–4–5–6–7–8–9–10–11–12–13–14–15–16 (с шагом: 1) • 5000 А выше: 2–3–4–5–6–7–8–9–10–11–12 (с шагом: 1)			
	Время отключения (c)		INST	0,025 ниже			
Замыкание на землю (G) (допустимая погрешность: ±20%)	Ток отключения (A)	I_g=…×I_n max		• 3 полюса: 0,2–0,3–0,4–0,5–0,6–0,7–0,8–0,9–1,0 (с шагом: 0,1)			
		$I_{пр}$=…×I_n max		• 4 полюса: 0,5–0,6–0,7–0,8–0,9–1,0 (с шагом: 0,1)			
	Время отключения (c)		GTD	0,1–0,2–0,3…2,8–2,9–3,0 (с шагом: 0,1 с)			
Предварительная сигнализация (P) (допустимая погрешность: ±10%)	Ток отключения (A)		I_p=…×I_c	0,7–0,8–0,9–1,0			
	Время отключения (c)		PAL=…×LTD	0,5 (уставка I_p 1,0)			

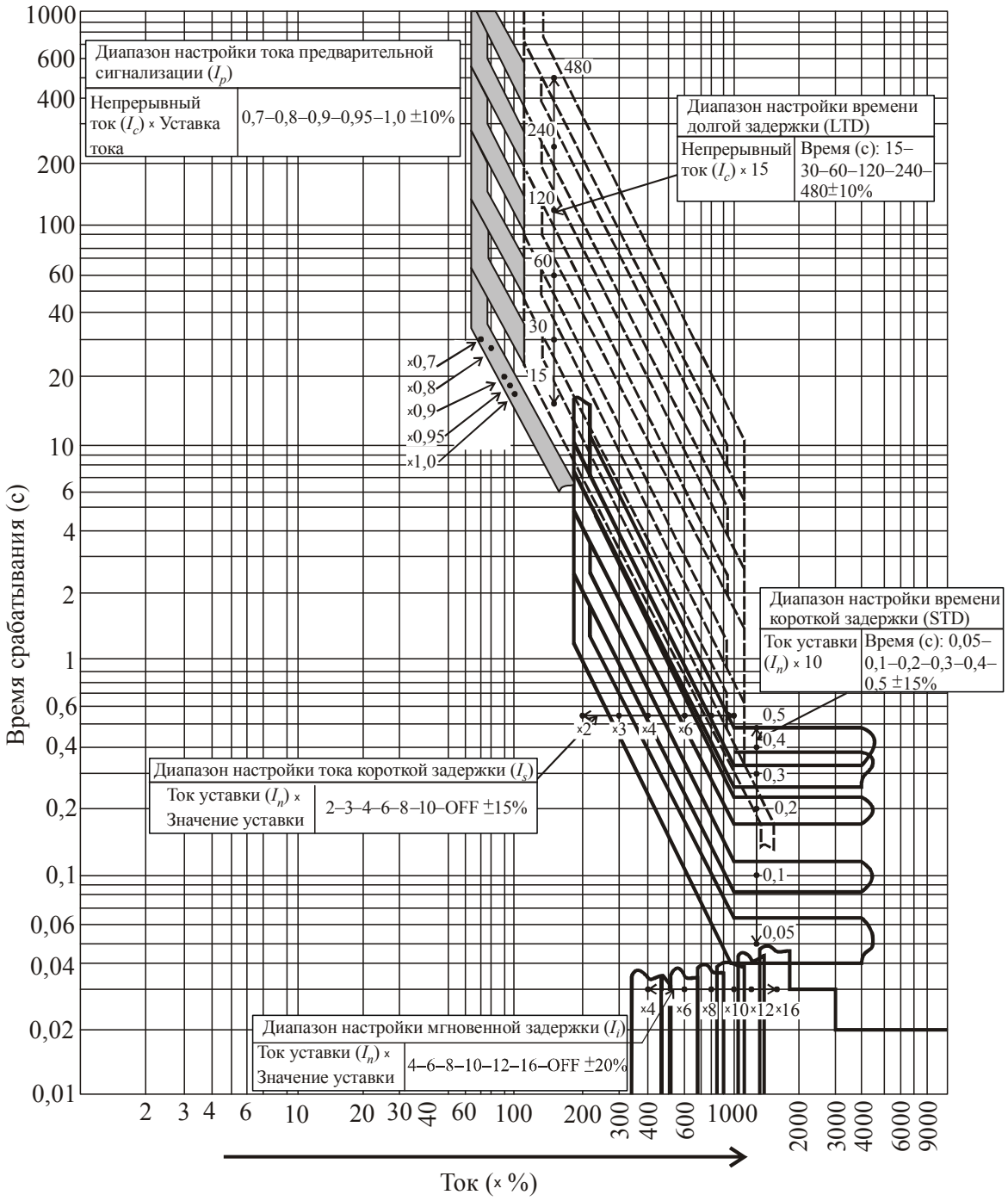


Рис. 2.72. Характеристика блока OCR-II LPO, LPH

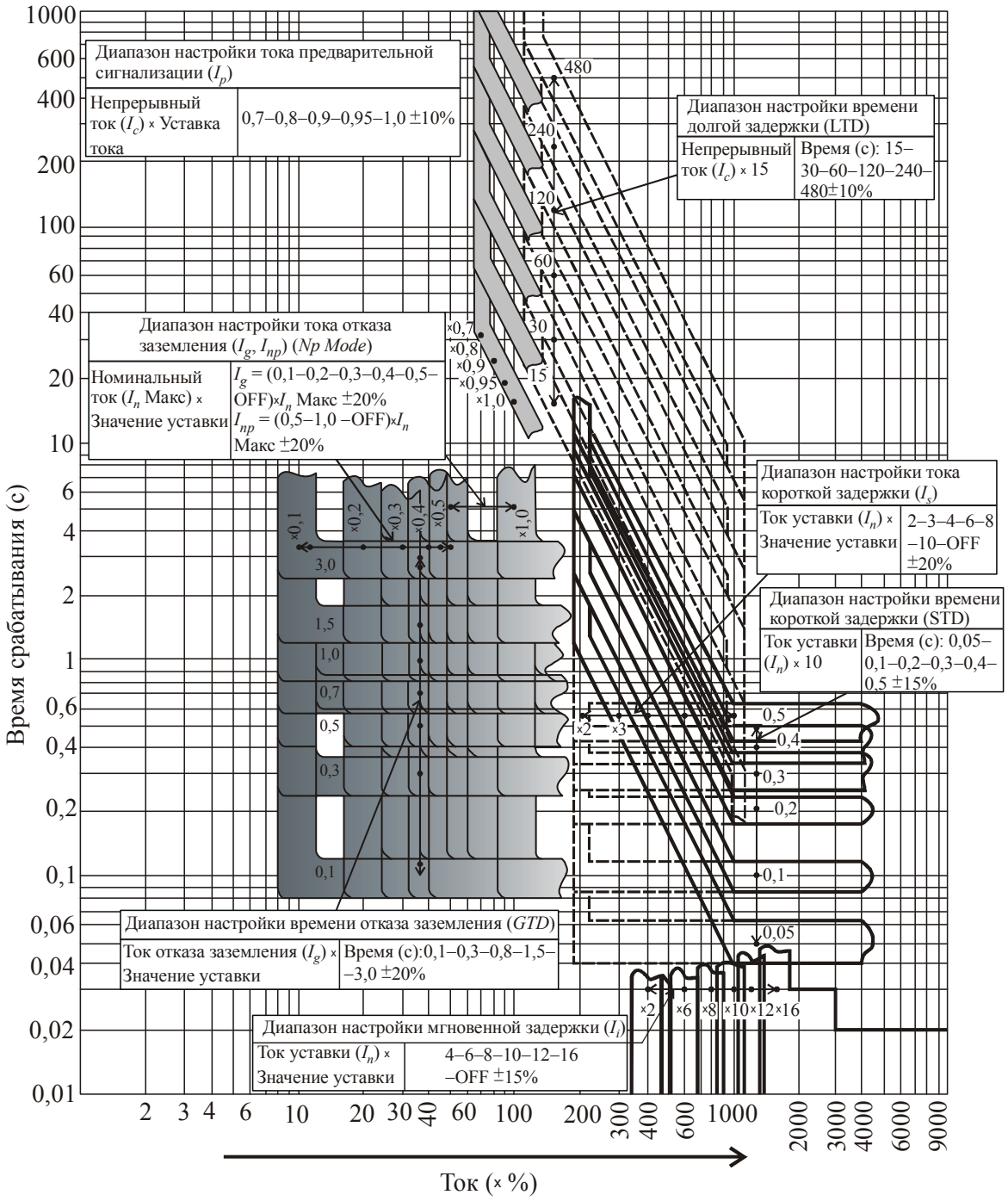


Рис. 2.73. Характеристика блока OCR-II LGP, LTH, LN6, LN5

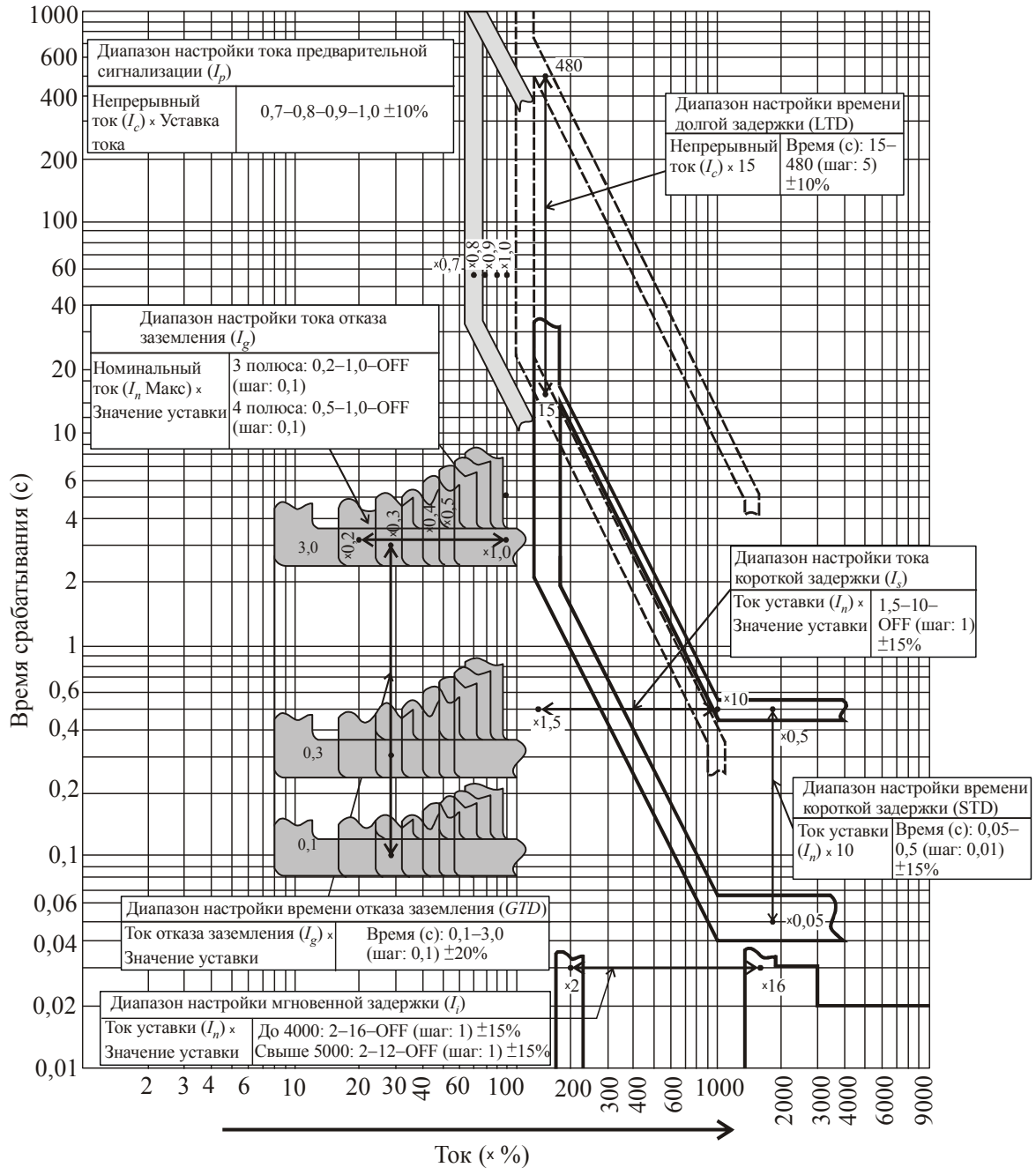


Рис. 2.74. Характеристика блока OCR-III N6, C6, N5, C5

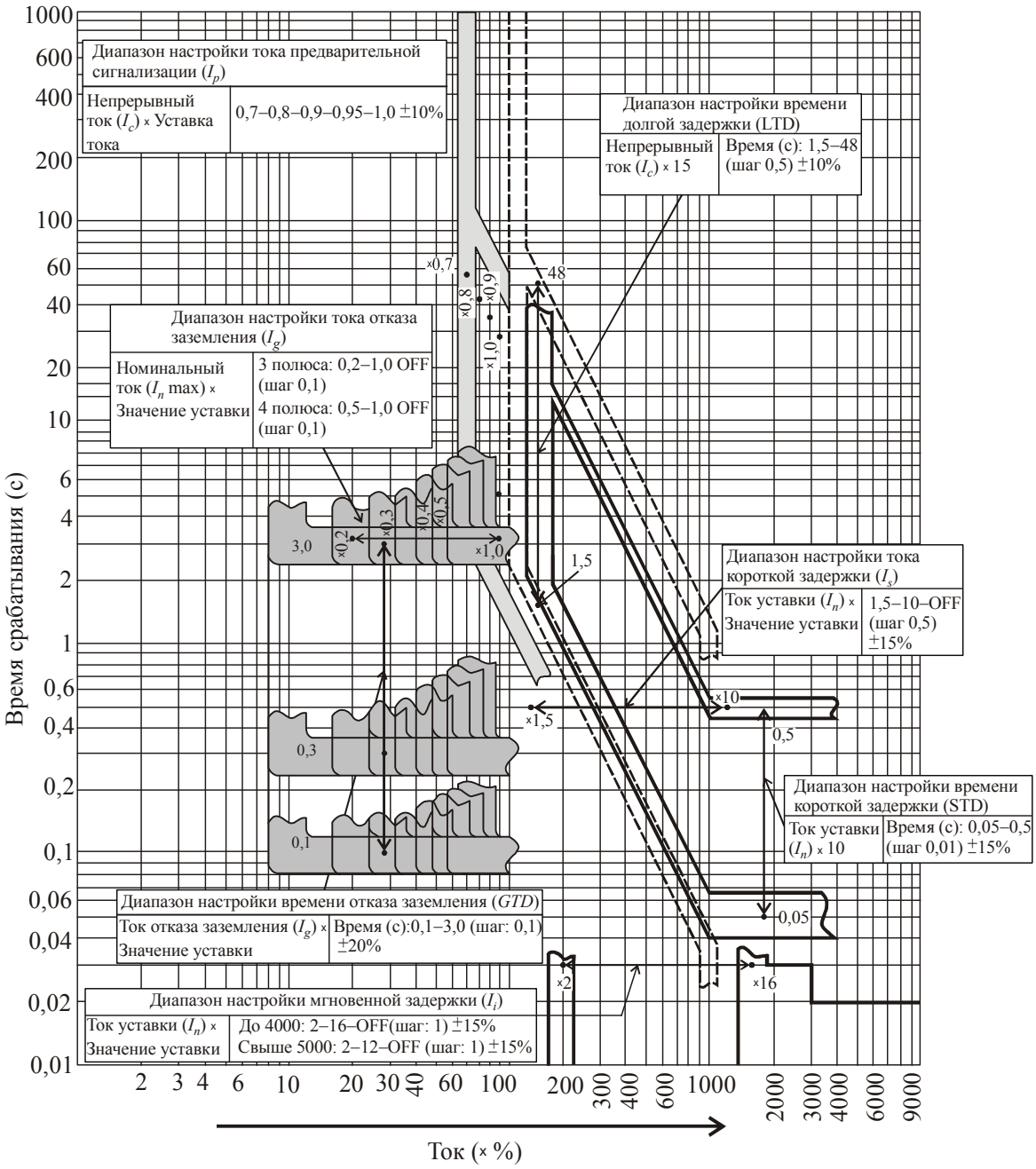


Рис. 2.75. Характеристика блока OCR-III P6, M6, P5, M5

2.2. Выключатели с электромагнитными и тепловыми расцепителями и дополнительными устройствами

Характеристика защиты – ограниченно зависимая для выключателей с комбинированными расцепителями и независимая – для выключателей с электромагнитными расцепителями.

Разброс тока срабатывания отсечки для новых выключателей ±20%, для выключателей, бывших в эксплуатации, ±30%.

Тепловые реле откалиброваны при температуре +40°С.

Автоматические выключатели серии ВА04 31 Про и ВА04 35 Про. Особенности модели:

- компактный габарит;
- высокотехнологичные материалы;
- встраиваются в шкафы любого типа;
- широкий ассортимент дополнительных аксессуаров, они легко устанавливаются потребителями самостоятельно в условиях эксплуатации, отделение для их установки изолировано от силовой сети;
- легко монтируются с помощью адаптера на DIN-рейку;
- наличие блокировок от несанкционированного включения;
- безопасность персонала при монтажных и пусконаладочных работах.

Номинальный ток автомата определяется номинальным током теплового расцепителя.

Выключатели являются токоограничивающими. Обеспечивают существенное снижение пикового значения тока по отношению к расчетному значению, а также значительное ограничение удельной рассеиваемой энергии, что позволяет снизить электродинамические удары, тепловые нагрузки и уменьшить сечение кабелей и шин.

Технические параметры автоматов приведены в таблицах 2.32–2.34, а их защитные характеристики – на рис. 2.76 и 2.77.

Выключатели могут оснащаться дополнительными сборочными единицами:

- вспомогательным контактом, контактом сигнализации или комбинированным контактом сигнализации (табл. 2.35);
- независимым расцепителем (табл. 2.36);
- расцепителем минимального напряжения (табл. 2.37).

Аксессуары унифицированы для выключателей обеих моделей.

Вспомогательный контакт предназначен для сигнализации о положении силовых контактов автоматического выключателя (включен / отключен).

Таблица 2.32

Технические характеристики автоматических выключателей серии ВА04 31 Про и ВА04 35 Про

Наименование параметра		ВА04 31 Про			ВА04 35 Про		
		Тип по коммутационной способности					
		С	П	В	С	П	В
Количество полюсов		3					
Номинальный ток выключателя, А		16; 20; 25; 32; 40; 50; 63; 80; 100			125; 160; 200; 250		
Номинальное рабочее напряжение, В, ~50 Гц		600					
Номинальное напряжение изоляции, В		690					
Номинальное импульсное выдерживаемое напряжение, кВ		6					
Номинальная предельная наибольшая отключающая способность I_{CU}, кА	~110/130 В	50	75	100	35	60	85
	~220/240 В	25	40	100	35	50	65
	~380/415 В	10	20	35	18	25	40
	~440 В	10	15	30	15	25	30
	~460 В	10	15	30	15	25	30
	~480/500 В	7,5	10	20	10	15	20
	~550 В	7,5	10	20	10	15	20
	~600 В	5	5	10	7,5	10	12
Номинальная рабочая наибольшая отключающая способность I_{CS}, в % к I_{CU}, при напряжении 600 В		50					
Тип максимального расцепителя:							
– тепловой (табл. 2.33)		+	+	+	+	+	+
– электромагнитный (табл. 2.34)		+	+	+	+	+	+
Категория использования		А					
Температура окружающей среды, °С		– 25…+70 (табл. 2.33)					

Таблица 2.33

Ток уставки теплового расцепителя в зависимости от температуры окружающей среды

$I_{ном}$, А / t,°С	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200	250
10	18	23	29	37	46	58	72	92	115	155	195	245	295
20	18	22	28	36	45	56	71	90	112	140	185	235	285
30	17	21	27	34	43	54	67	86	107	130	165	215	270
40	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200	250
50	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200	250
60	15	18	23	29	37	46	58	74	92	120	135	185	235
70	13	16	21	26	33	41	52	66	82	95	115	170	215

Таблица 2.34

Номинальный ток электромагнитного расцепителя I_m (ток отсечки в цепи с частотой 50 Гц)

Наименование параметра	Численное значение												
$I_{ном}$, А	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200	250
I_m / $I_{ном}$	25	20	16	12,5	10	10	10	10	10	10	10	10	10
I_m, А	400	400	400	400	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500

Таблица 2.35

Номинальный рабочий ток дополнительных контактов выключателей ВА04 31 Про и ВА04 35 Про

Наименование	Напряжение питания					
	~(125–250)В, 50 Гц	= 30 В	= 50 В	= 75 В	= 125 В	= 220 В
Вспомогательный контакт Контакт сигнализации Комбинированный контакт сигнализации	5	5	1	0,75	0,5	0,25

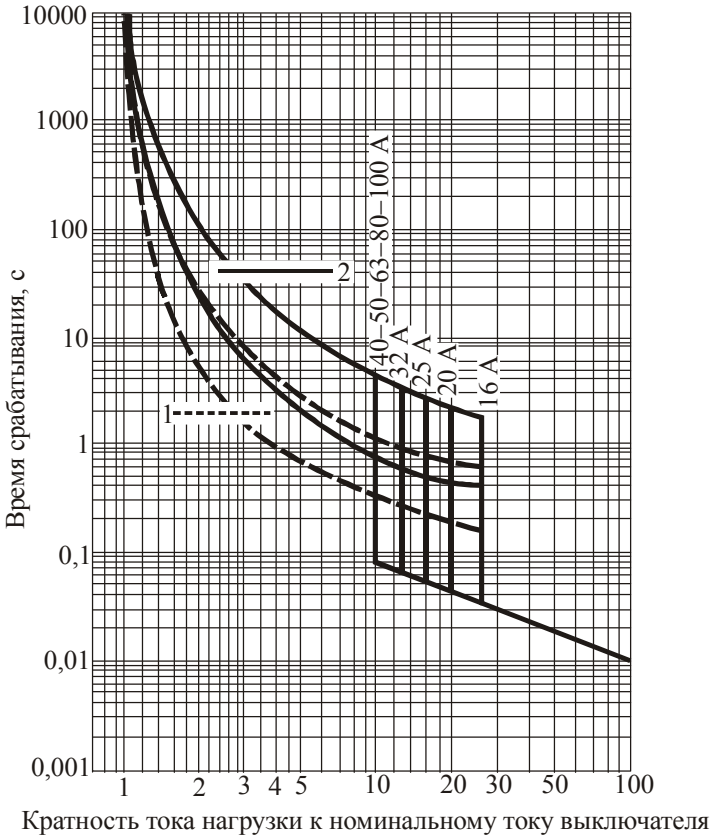


Рис. 2.76. Времятоковые характеристики отключения выключателей ВА04 31 Про (С–П–В, $I_{ном}$ = 16–100 А) при температуре окружающей среды 40 °С: 1 – зона работы от «горячего» состояния теплового расцепителя; 2 – зона работы от «холодного» состояния теплового расцепитея

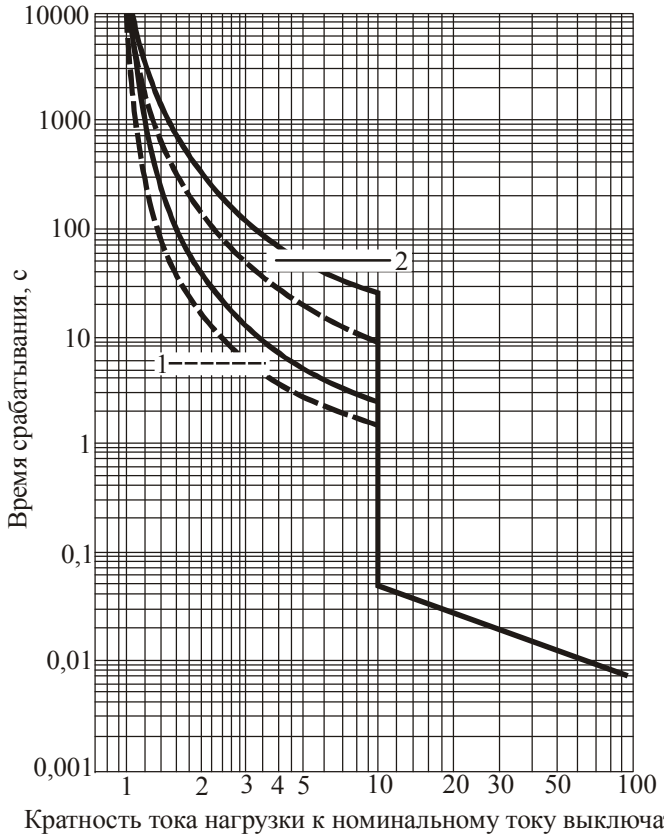


Рис. 2.77. Времятоковые характеристики отключения выключателей ВА04 35 Про (С–П–В, $I_{ном}$ = 125–250 А) при температуре окружающей среды 40 °С: 1 – зона работы от «горячего» состояния теплового расцепителя; 2 – зона работы от «холодного» состояния теплового расцепитея

Таблица 2.36

Параметры независимых расцепителей выключателей ВА04 31 Про и ВА04 35 Про

Наименование параметра	Числовое значение					
Рабочее напряжение, В	~/= 12	~/= 24	~/= 48	~(110–130)	~(200–277)	~(380–480)
Диапазон рабочих напряжений	$(0{,}7–1{,}1)\cdot U_{ном}$					
Режим работы	кратковременный (импульсный)					
Время отключения, мс	3,5					

Таблица 2.37

Параметры расцепителей минимального напряжения выключателей ВА04 31 Про и ВА04 35 Про

Наименование параметра	Числовое значение					
Рабочее напряжение, В	~/= 12	~/= 24	~/= 48	~(110–130)	~(200–240)	~(380–415)
Диапазон напряжений включения	$(0{,}85–1{,}1)\cdot U_{ном}$					
Диапазон напряжений удержания	$(0{,}7–1{,}1)\cdot U_{ном}$					
Напряжение отключения	$< 0{,}7\cdot U_{ном}$					
Время отключения, мс	3,5					

Контакт сигнализации предназначен для сигнализации об аварийном срабатывании автоматического выключателя от перегрузки или короткого замыкания, а также от расцепителей.

Комбинированный контакт сигнализации предназначен для сигнализации об аварийном срабатывании автоматического выключателя и сигнализации о положении силовых контактов автоматического выключателя (включен/отключен).

Независимый расцепитель является устройством кратковременного действия и для исключения его повреждения может использоваться в комбинации с блоком вспомогательных контактов, который снимает напряжение с катушки независимого расцепителя после срабатывания выключателя. Если независимый расцепитель запитан, вклю-

чение автомата невозможно, время нахождения под напряжением – не более 5 с.

Расцепитель минимального напряжения отключает автоматический выключатель при снижении фазного или линейного напряжения на его входе, а также препятствует его включению, если в цепи напряжение ниже установленного минимального уровня. Допускается установка только одного расцепителя минимального напряжения. Если расцепитель не запитан, включение автоматического выключателя невозможно.

Принципиальные электрические схемы выключателей ВА04 31 Про и ВА04 35 Про приведены на рис. 2.78.

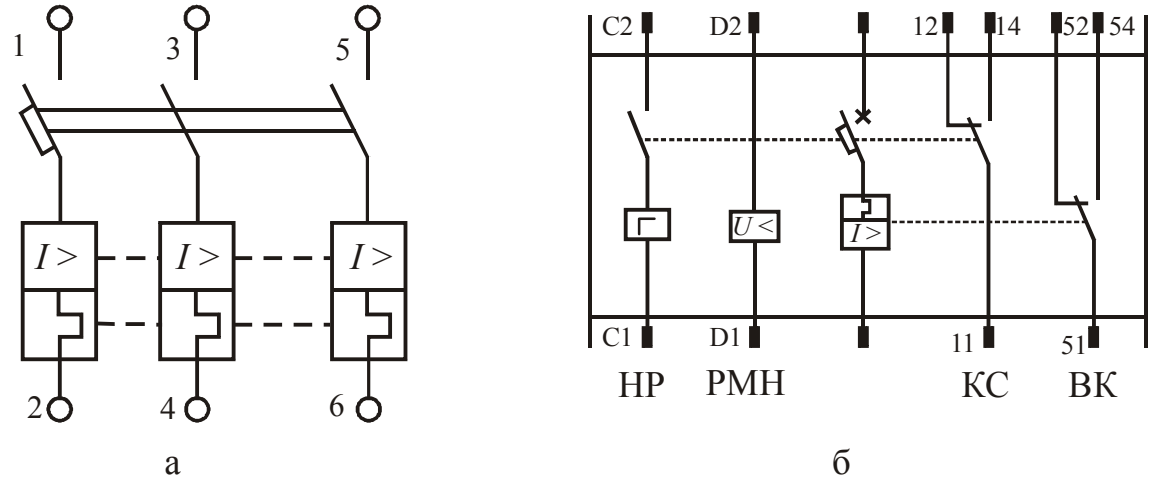


Рис. 2.78. Электрические схемы выключателей ВА04 31 Про и ВА04 35 Про без дополнительных сборочных единиц (а) и с дополнительными сборочными единицами (б): НР – независимый расцепиетль; РМН – расцепитель минимального напряжения; КС – контакт сигнализации; ВК – вспомогательный контакт

Автоматические выключатели серии ВА04–36 производства ОАО «Электроаппарат», г. Курск. Особенности модели:

- широкий диапазон уставок электромагнитных расцепителей;
- кнопка тестирования механизма свободного расцепления;
- усовершенствованный дизайн;
- устройство запирания выключателя в положении «отключено»;
- наличие клеммных крышек.

Выключатели предназначены для применения в электрических цепях переменного тока частоты 50, 60 Гц напряжением до 690 В с рабочим током до 400 А для защиты от перегрузок и коротких замыканий, для нечастых оперативных включений и отключений линий (до трех в час).

Расшифровка условного обозначения автоматов приведена на рис. 2.79.

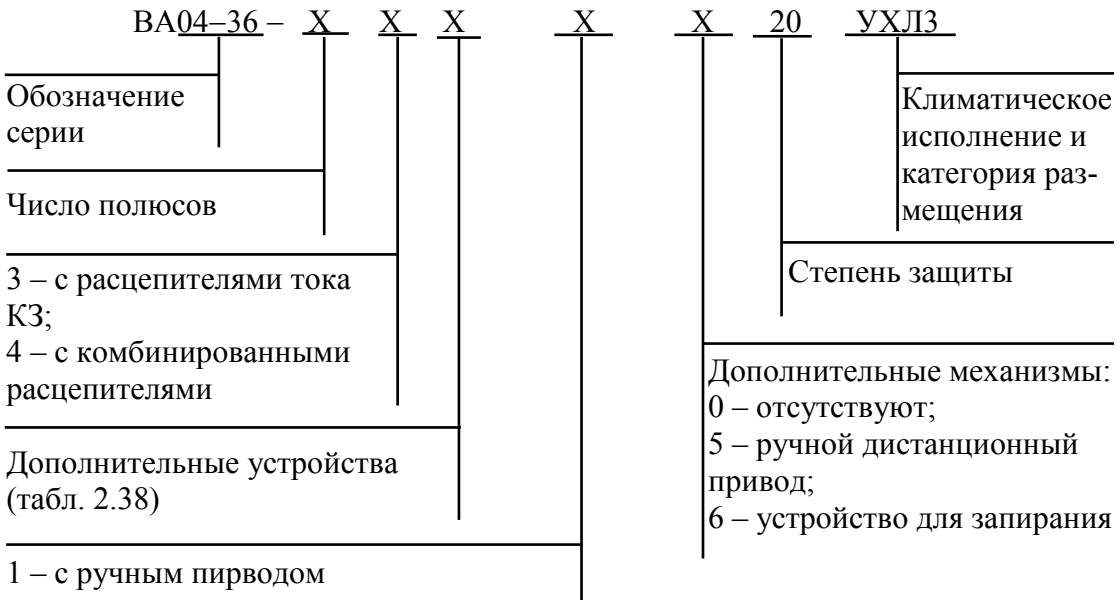


Рис. 2.79. Структура условного обозначения выключателей серии ВА04–36

Технические параметры выключателей даны в таблицах 2.39, 2.40, а их защитные характеристики приведены на рис. 2.80–2.82. Корректировка номинального рабочего тока выключателей на температуру окружающей среды выполняется в соответствии с рис. 2.83.

Таблица 2.38

Дополнительные устройства выключателей ВА04–36 (к рис. 2.79)

Обозначение	Вспомогательные контакты	Независимый расцепитель
00	—	—
11	2р + 2з	—
18	2р + 1з	+

Таблица 2.39

Технические характеристики автоматических выключателей серии ВА04–36 без тепловых расцепителей

Номинальные токи, А	Номинальная предельная наибольшая отключающая способность I_{CU}, кА				Номинальная наибольшая включающая способность, кА		Номинальные токи, А	Номинальная рабочая наибольшая отключающая способность I_{CS}, в % I_{CU}
	400 В	cosφ	690 В	cosφ	400 В	690 В		
250–400	18	0,3	10	0,3	36	17	100–250	75
—	—	—	—	—	—	—	320, 400	50

Таблица 2.40

Технические характеристики автоматических выключателей серии ВА04–36 с тепловыми и электромагнитными расцепителями

Наименование параметра	Численное значение														
Номинальные токи, А	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	320	400
Уставки электромагнитных расцепителей, А	250		300	400		500	750	1000	1250	1500	2000	2500	3000	3200	4000
Предельная коммутационная способность, кА:															
– при напряжении 400 В	3				6			18							
– при напряжении 690 В	3				4			10							
Номинальная наибольшая включающая способность, кА:															
– при напряжении 400 В	4,5				9			36							
– при напряжении 690 В	4,5				6			17							

Выключатели могут оснащаться вспомогательными контактами и независимым расцепителем (табл. 2.38).

Параметры и характеристики вспомогательных контактов даны в таблице 2.41.

Независимый расцепитель обеспечивает отключение включенного аппарата при подаче на выводы катушки расцепителя напряжения постоянного или переменного тока. Шкала номинальных напряжений:

- 127, 230, 400 В переменного тока частоты 50 и 60 Гц;
- 24, 110, 220 В постоянного тока.

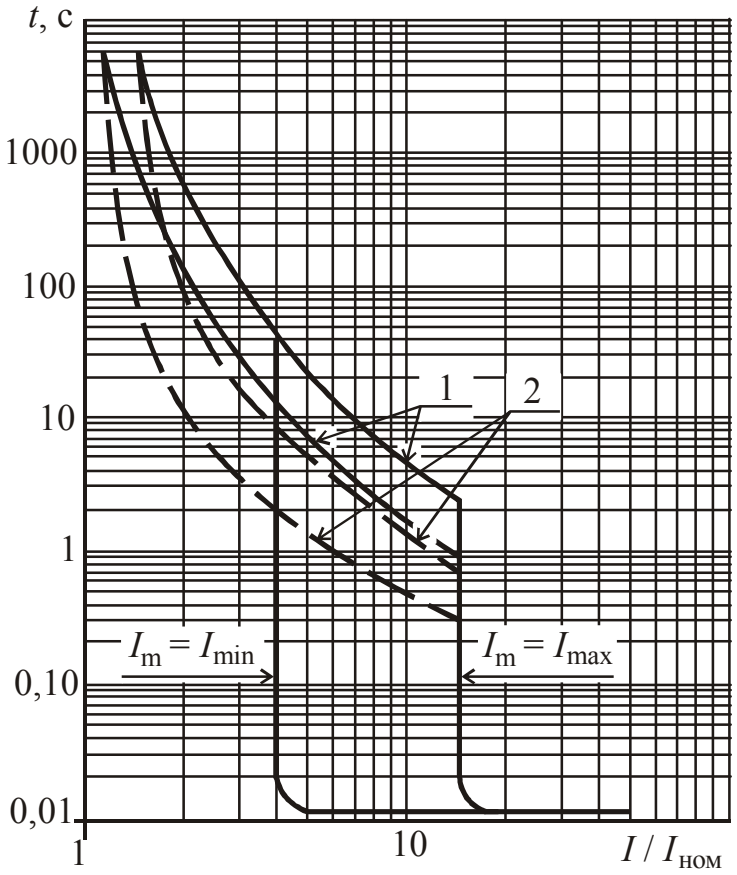


Рис. 2.80. Времятоковые характеристики выключателей ВА04–36 на ток 100 А: 1 – зона работы теплового максимального расцепителя тока, снятая с холодного состояния; 2 – зона работы теплового максимального расцепителя тока, снятая с нагретого состояния; I_m – уставка электромагнитного расцепителя тока короткого замыкания

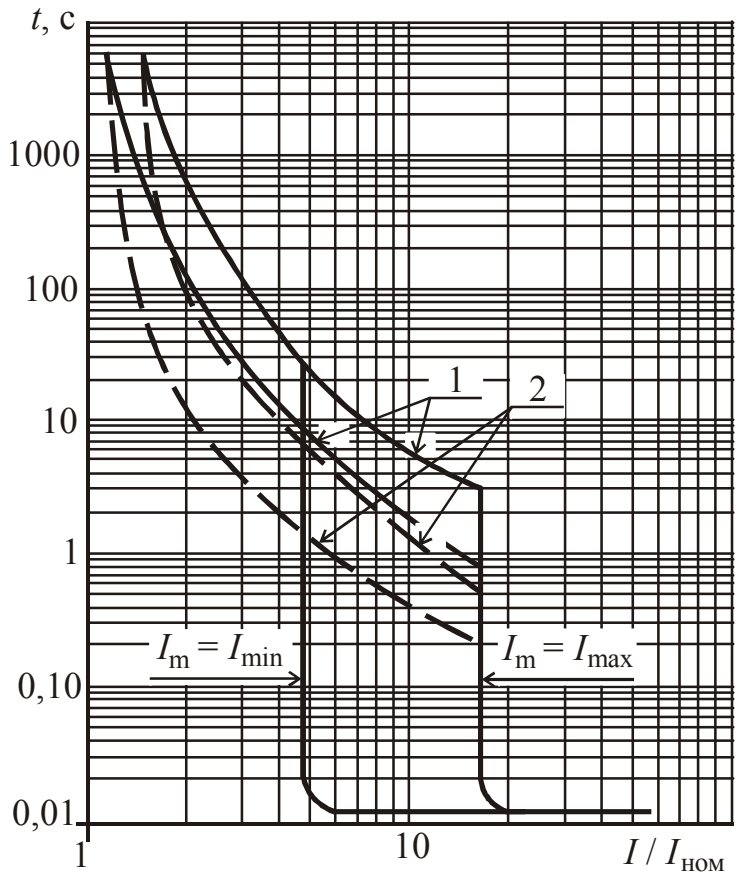


Рис. 2.81. Времятоковые характеристики выключателей ВА04–36 на ток 125 А: 1 – зона работы теплового максимального расцепителя тока, снятая с холодного состояния; 2 – зона работы теплового максимального расцепителя тока, снятая с нагретого состояния; I_m – уставка электромагнитного расцепителя тока короткого замыкания

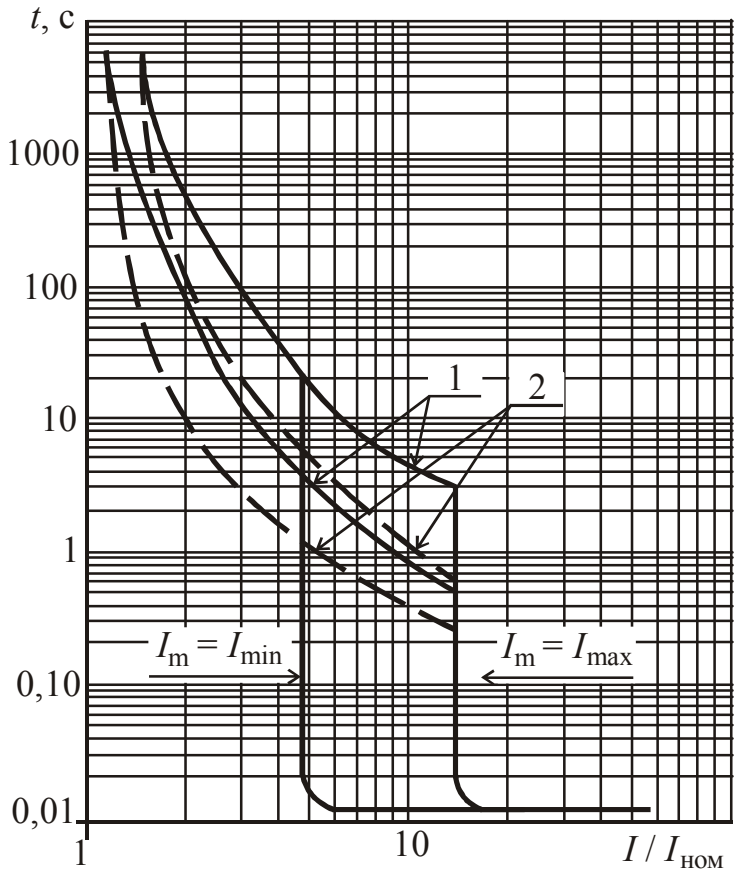


Рис. 2.82. Времятоковые характеристики выключателей ВА04–36 на токи 160, 200, 250 А: 1 – зона работы теплового максимального расцепителя тока, снятая с холодного состояния; 2 – зона работы теплового максимального расцепителя тока, снятая с нагретого состояния; I_m – уставка электромагнитного расцепителя тока короткого замыкания

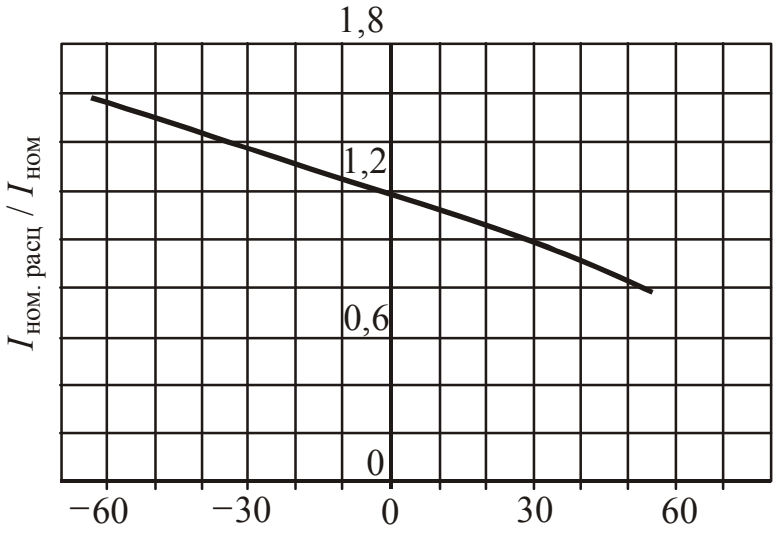


Рис. 2.83. Зависимость номинального рабочего тока выключателей ВА04–36 от температуры окружающей среды

Таблица 2.41

Технические характеристики вспомогательных контактов

Наименование параметра	Обозначение или численное значение						
Категория применения	АС–15* (переменный ток)				ДС–13 (постоянный ток)		
Номинальное напряжение, В	48	110	220	380	24	110	220
Номинальное напряжение изоляции, В	400						
Номинальный рабочий ток, А	4	3	1,5	1	4	1,3	0,5
Условный тепловой ток, А	5						
Номинальная мощность, Вт	200	330	330	380	100	140	110

* – Минимальная включающая способность на переменном токе: 5 мА при 17 В

Независимый расцепитель вызывает расцепление в любых рабочих условиях, когда питающее напряжение остается в пределах от 70 до 110% номинального. Номинальный режим работы независимого расцепителя – кратковременный, для исключения его повреждения рекомендуется использовать его только в комбинации с блок-контактом, который снимает напряжение с катушки независимого расцепителя после срабатывания автоматического выключателя (рис. 2.84).

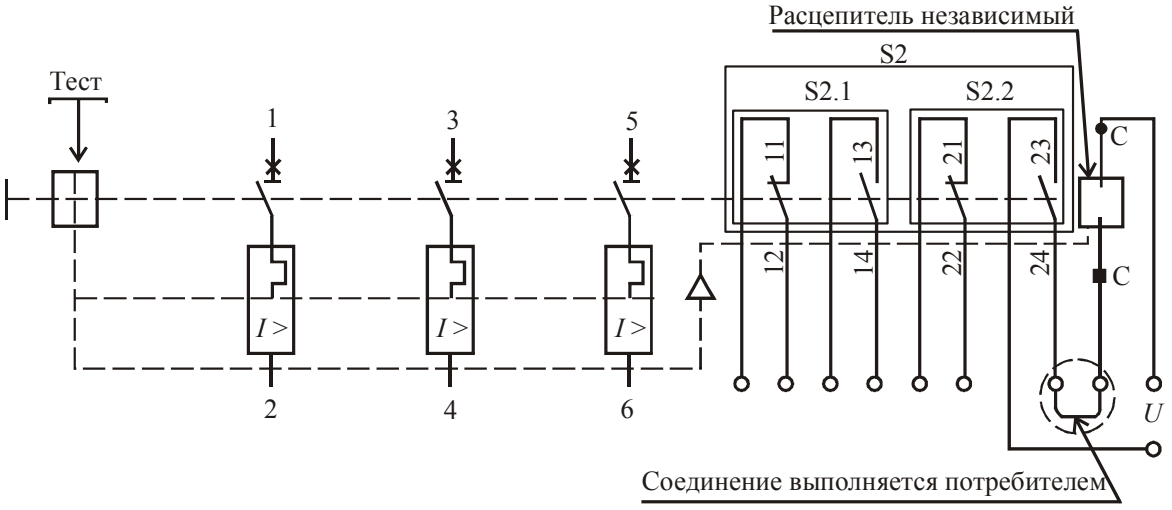


Рис. 2.84. Схема электрическая принципиальная выключателя переменного тока трехполюсного исполнения ВА04–36 с независимым расцепителем и вспомогательными контактами

Собственное время отключения выключателя при номинальном токе с момента подачи номинального напряжения на выводы катушки независимого расцепителя не более 0,04 с.

Мощность, потребляемая независимым расцепителем, не превышает 300 ВА на переменном токе и 350 Вт на постоянном.

Автоматические выключатели ВА04–36 и ВА06–36 производства Ульяновского завода низковольтной аппаратуры «Контактор». Рассчитаны для эксплуатации в электроустановках с номинальным напряжением до 660 В переменного тока частотой 50, 60 Гц и 220 В постоянного тока. Допускается использование выключателей для нечастных прямых пусков асинхронных электродвигателей.

Расшифровка условного обозначения выключателей данных моделей дана на рис. 2.85.

Автоматы имеют тепловые и электромагнитные максимальные расцепители тока для защиты в зоне токов перегрузки и короткого замыкания, могут оснащаться только электромагнитными расцепителями, а также выпускаться без максимальных расцепителей тока. Основные параметры выключателей приведены в таблицах 2.42–2.44, а защитные характеристики на рис. 2.86. Корректировка номинального рабочего тока выключателей на температуру окружающей среды выполняется по рис. 2.87.

Выключатели с тепловыми максимальными расцепителями тока при одновременной нагрузке всех полюсов:

а) не должны срабатывать в течение времени менее 2 часов, а на номинальные токи 16; 20; 25; 31,5; 40; 50 А менее одного часа при начале отсчета с холодного состояния при токе $1{,}05 \cdot I_{\text{н. расц}}$;

б) должны срабатывать в течение времени не более 2 часов, а на номинальный ток до 63 А не более одного часа при начале отсчета с нагретого состояния (током $1{,}05 \cdot I_{\text{н. расц}}$ в течение двух или одного часа) при:

- токе $1{,}35 \cdot I_{\text{н. расц}}$ для выключателей на номинальный ток до 63 А;
- токе $1{,}25 \cdot I_{\text{н. расц}}$ для выключателей на номинальный ток свыше 63 А.

Уставки по току срабатывания выключателей с электромагнитными расцепителями тока при протекании тока по одному, двум и трем полюсам указаны в таблицах 2.42 и 2.43. Отклонения уставок электромагнитных максимальных расцепителей тока в выключателе, не бывшем в эксплуатации, не превышает ±20%.

Выключатели допускают повторное включение после отключения токов перегрузки или короткого замыкания через время не более 3 минут.

ВАХХ ХХ ХХ ХХ ХХ ХХХХ:

ВА	**Буквенное обозначение вида аппарата:** ВА.
ХХ	**Двухзначное число. Условное обозначение номера серии:** 04; 06.
ХХ	**Двухзначное число. Условное обозначение номинального тока:** 36
ХХ	**Двухзначное число. Условное обозначение числа полюсов и количества максимальных расцепителей тока в комбинации с исполнением максимальных расцепителей тока по зоне защиты:** 3 полюса без максимальных расцепителей тока 30; 3 полюса с расцепителями в зоне токов короткого замыкания 33; 3 полюса с расцепителями в зоне токов перегрузки и КЗ 34; 2 полюса без максимальных расцепителей тока 80; 2 полюса с расцепителями в зоне токов короткого замыкания 83; 2 полюса с расцепителями в зоне токов перегрузки и КЗ 84.
ХХ	**Двухзначное число. Условное обозначение исполнения по дополнительным сборочным единицам:** без дополнительных сборочных единиц – 00; со свободными контактами – 11; со свободными контактами и независимым расцепителем – 18; с независимым расцепителем – 12.
Х	**Цифра. Условное обозначение исполнения по виду привода и способа установки выключателя:** стационарный с ручным приводом – 1; стационарный с электромагнитным приводом – 3; выдвижной с ручным дистанционным приводом – 5; выдвижной с электромагнитным приводом – 7; врубной с ручным приводом – 2; врубной с электромагнитным приводом – 9.
Х	**Цифра. Условное обозначение исполнения по дополнительным механизмам:** отсутствуют – 0; ручной дистанционный привод для оперирования через дверь распредустройства – 5; устройство для блокировки положения «отключено» выключателя стационарного и врубного исполнения с ручным приводом – 6.
ХХ	**Двухзначное число. Условное обозначение степени защиты выключателя:** IP20 – 20; IP00 – 00.
ХХ	**Буква(ы) и цифра. Условное обозначение климатического исполнения:** УХЛ3; Т3.

Рис. 2.85. Структура условного обозначения автоматических выключателей ВА04–36 и ВА06–36

Таблица 2.42

Выключатели ВА04–36 с максимальными расцепителями тока

Тип выключателя	Номинальный ток выключателя, А	Номинальное напряжение главной цепи	Число полюсов	Номинальный ток тепловых максимальных расцепителей*, А	Уставки по току срабатывания электромагнитных максимальных расцепителей тока при КЗ, А, в цепи		Уставки по току срабатывания максимальных расцепителей тока при КЗ для исполнения выключателя без тепловых расцепителей тока, А, в цепи		Предельная коммутационная способность, кА				
									Действующее значение в цепи переменного тока при напряжении и коэффициенте мощности				При U=220 В постоянного тока и постоянной времени не более 0,01 с
					переменного тока	постоянного тока	переменного тока	постоянного тока	380 В	cosφ	660 В	cosφ	
ВА04–36	80	До 660 В переменного тока частотой 50, 60 Гц; до 220 В постоянного тока	2 и 3				250 300 400 500 630	250 300 400 500 630	3*[1]	0,8	3*[2]	0,8	8
	250			16 20	250		750 1000 1250 2000 2500 3000	800 1000 1250 1500	3*[1] 6*[1] 20*[1]	0,8 0,7 0,3	3*[2] 4*[2] 10*[2]	0,8 0,8 0,5	— — 35*[3]/25
				25 31,5	300 400								
				40 50 63	400 500 750								
				80 100 125 160 200 250	1000 1250 1500 2000 2500 3000	800 800 1000 1000 1250 1500							
	400			320 400	3200 4000	2000 2500	3200 4000	2000 2500	20*[3]/15	0,3	10*[2]	0,5	40*[3]/30

* – для выключателей с тепловыми максимальными расцепителями номинальный ток выключателя определяется номинальным током теплового максимального расцепителя; для выключателей без тепловых максимальных расцепителей номинальный ток выключателя равен 80, 250, 400 А;
*[1] – О–П–ВО–П–ВО (два цикла с паузой 15 минут между ними); *[2] – О–П–ВО (пауза 180 с); *[3] – в числителе, как *[2], в знаменателе, как *[1].

Таблица 2.43

Выключатели ВА06–36 с максимальными расцепителями тока

Тип выключателя	Номинальный ток выключателя, А	Номинальное напряжение главной цепи	Число полюсов	Номинальный ток тепловых максимальных расцепителей*, А	Уставки по току срабатывания электромагнитных максимальных расцепителей тока при КЗ, А, в цепи		Уставки по току срабатывания максимальных расцепителей тока при КЗ для исполнения выключателя без тепловых расцепителей тока, А, в цепи		Предельная коммутационная способность, кА					
									Действующее значение в цепи переменного тока при напряжении и коэффициенте мощности				При напряжнеии постоянного тока и постоянной времени не более 0,01 с	
					переменного тока	постоянного тока	переменного тока	постоянного тока	380 В	cosφ	660 В	cosφ	220 В	440 В
ВА06–36	80	До 660 В переменного тока частотой 50, 60 Гц; до 440 В постоянного тока	2 и 3				250 300 400 500 630	250 300 400 500 630	3*[1]	0,8	3*[2]	0,8	8	5
	250			16 20	250		750 1000 1250 1500 2000	800 1000 1250 1500	3*[1] 6*[1] 25*[2]	0,8 0,7 0,25	3*[2] 4*[2] 10*[2]	0,8 0,8 0,5	40*[2]	35*[2]
				25 31,5	300 400									
				40 50 63	400 500 750									
				80 100 125 160 200 250	1000 1250 1500 2000 2000 3000	800 800 1000 1000 1250 1500								

* – для выключателей с тепловыми максимальными расцепителями тока номинальный ток выключателя определяется номинальным током теплового максимального расцепителя тока; для выключателей без тепловых максимальных расцепителей тока номинальный ток выключателя равен 80, 250 А;
*[1] – О–П–ВО–П–ВО (два цикла с паузой 15 минут между ними);
*[2] – О–П–ВО (пауза 180 с).

Таблица 2.44

Выключатели ВА04–36 и ВА06–36 без максимальных расцепителей тока

Тип выключателя	Номинальный ток выключателя, А	Номинальное напряжение главной цепи, В	Число полюсов
ВА04–36	250 440	До 660 В переменного тока частоты 50, 60 Гц; до 220 В постоянного тока	2 и 3
ВА06–36	250		

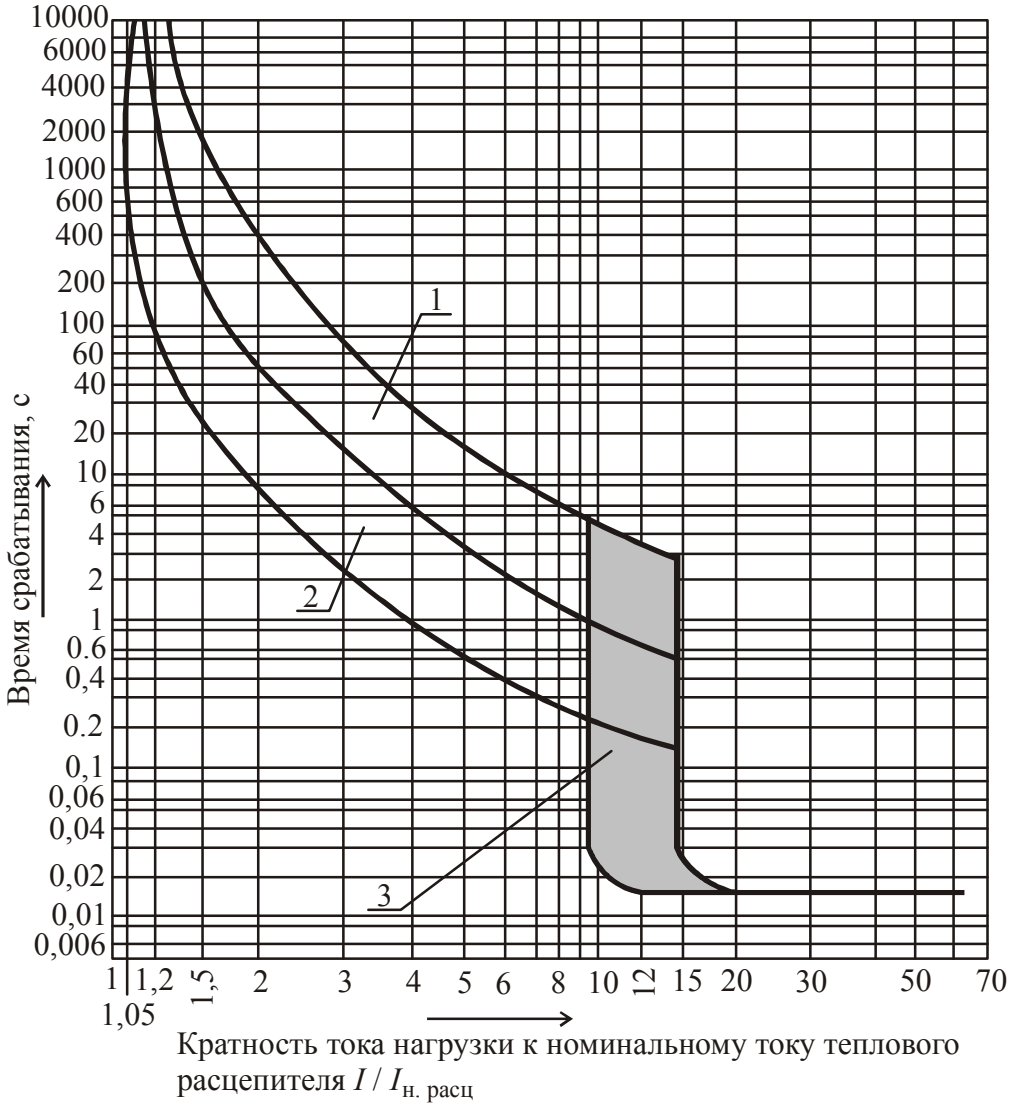


Рис. 2.86. Времятоковые характеристики отключения выключателей ВА04–36 и ВА06–36: 1 – характеристика, снятая с холодного состояния; 2 – характеристика, снятая с нагретого состояния; 3 – зона работы электромагнитного расцепителя тока

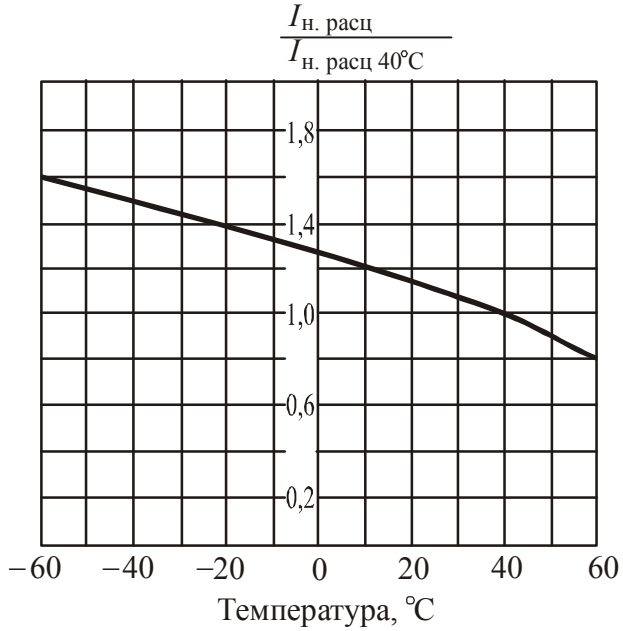


Рис. 2.87. Зависимость номинального тока выключателя (расцепителя), выраженного в кратностях к номинальному току при 40 °С, от температуры окружающей среды

Выключатели изготавливаются со следующими дополнительными сборочными единицами:

- с независимым расцепителем;
- с ручным приводом;
- с ручным дистанционным приводом для оперирования через дверь распределительного устройства;
- с электромагнитным приводом;
- со свободными контактами.

Сочетания дополнительных сборочных единиц приведены в таблице 2.45.

Таблица 2.45

Сочетания дополнительных сборочных единиц выключателей ВА04–36 и ВА06–36

Обозначение (см. рис. 2.85)	Свободные контакты	Независимый расцепитель	Наличие электромагнитного привода
00	—	—	—
11	2з + 2р	—	—
18	1з + 2р	+	—
11	2з + 1р	—	+
18	1з + 1р	+	+

Независимый расцепитель обеспечивает отключение выключателя при подаче на выводы его катушки напряжения постоянного или однофазного переменного тока. Он рассчитан для работы при номинальных напряжениях:

- 110, 127, 220, 240, 380, 400, 415, 550, 660 В переменного тока частотой 50 Гц;
- 24, 110, 220 В постоянного тока.

Допустимые колебания рабочего напряжения от 0,7 до 1,2 от номинального. Режим работы расцепителя – кратковременный, полное время отключения цепи выключателем при номинальном токе – не более 0,04 с.

Свободные контакты могут работать при напряжении от 0,7 до 1,2 от номинального, в продолжительном режиме допускают нагрузку током до 4 А.

Принципиальная электрическая схема выключателя с дополнительными сборочными единицами приведена на рис. 2.88.

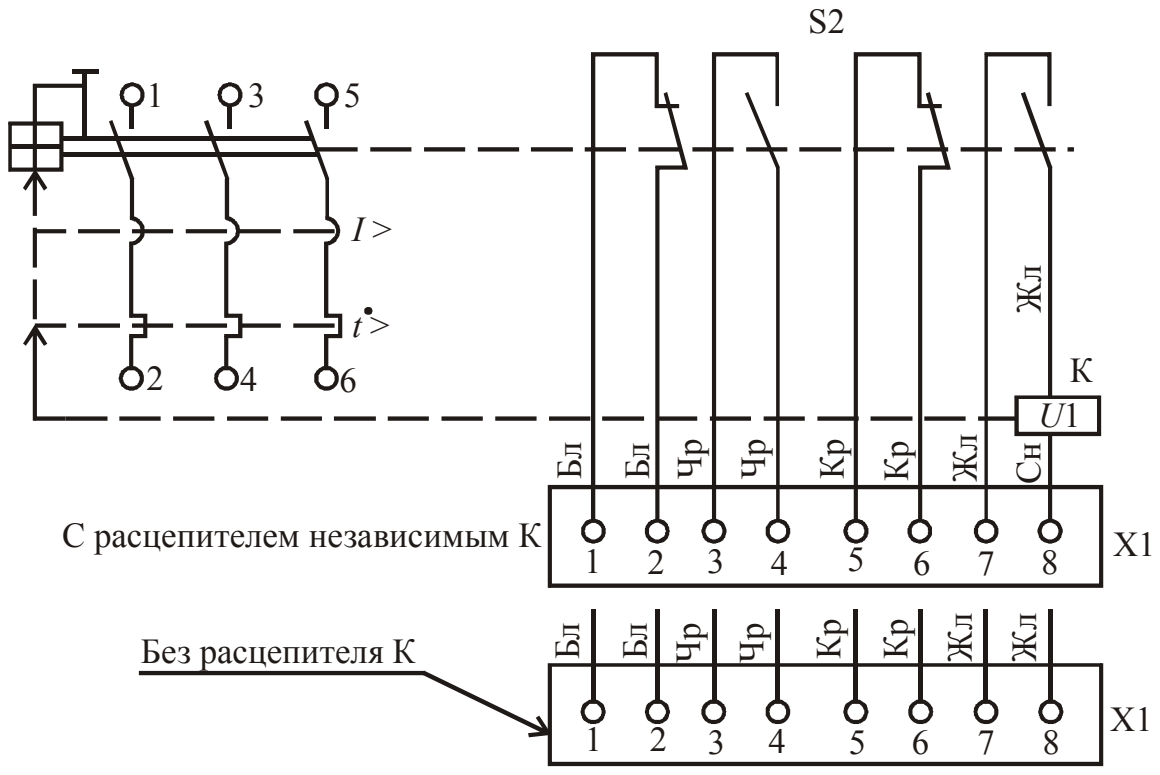


Рис. 2.88. Схема электрическая принципиальная выключателя ВА04–36 и/или ВА06–36 стационарного исполнения с дополнительными сборочными единицами

Автоматические выключатели серии ВА08. Общие сведения об автоматах данной модели, а также информация о выключателях с электронными максимальными расцепителями тока дана в разделе 2.1.

Параметры выключателей, оснащенных только электромагнитными расцепителями тока, представлены в таблице 2.46. Отклонение уставок по току в выключателях, не бывших в эксплуатации, не превышает ±20%. При проверке селективности срабатывания аппаратов по времени следует ориентироваться на защитные характеристики, приведенные на рис. 2.9, 2.11 и 2.13 (уставки электромагнитного расцепителя). Полное время отключения цепи выключателем по каналу электромагнитного расцепителя не превышает 0,04 с.

Технические данные выключателей без максимальных расцепителей тока даны в таблице 2.47.

Автоматические выключатели серии ВА13 (табл. 2.48) предназначены для отключения электрических цепей при перегрузках и КЗ. Основное назначение – защита кабелей, проводов и электродвигателей. Расшифровка их условного обозначения дана на рис. 2.89. Время отключения выключателей при нештатных ситуациях не превышает указанного на рис. 2.90 и 2.91. Автоматы с электромагнитными расцепителями не отключаются при токах меньше или равных 0,8 тока уставки и надежно отключаются при $I \geq 1{,}2 \cdot I_{уст}$. Выключатели с электромагнитным расцепителем с гидравлическим замедлением срабатывания при температуре окружающей среды (20 ± 5)°С:

- в холодном состоянии не отключаются при токе $1{,}05 \cdot I_{ном}$ в течение одного часа;
- отключаются при $1{,}2 \cdot I_{ном}$ за время не более одного часа;
- в холодном состоянии отключаются при токе $7 \cdot I_{ном}$ за время от 1 до 15 с;
- отключаются без выдержки времени (время срабатывания не более 0,04 с) при токе 1,2 тока уставки.

Из дополнительных устройств выключатели оснащаются свободными контактами и независимым расцепителем (табл. 2.49).

Свободные контакты допускают в продолжительном режиме нагрузку током 2,5 А.

Независимый расцепитель отключает выключатель при напряжении от 70 до 120% номинального значения, время отключения не превышает 0,05 с. Номинальное напряжение катушки независимого расцепителя:

- ВА13–25 – 36 В переменного тока частоты 50 и 60 Гц;
- ВА13–29 – 36, 127, 220, 230, 380, 400, 415, 440 В переменного тока частоты 50 и 60 Гц или 48, 110, 220 В постоянного тока.

Принципиальная электрическая схема трехполюсного выключателя ВА13 с независимым расцепителем и свободными контактами приведена на рис. 2.92.

Таблица 2.46

Автоматические выключатели ВА08 переменного тока с электромагнитными максимальными расцепителями тока

Тип выключателя		ВА08–0401			ВА08–0631			ВА08–0801		
Исполнение выключателя по величине предельной коммутационной способности		Н	П	В	Н	П	В	Н	П	В
Номинальный ток выключателя, I_n, А при температуре 40°С		400			630			800		
Номинальное рабочее напряжение, U_e, В		380, 660								
Частота, Гц		50, 60								
Номинальное напряжение изоляции, U_i, В		750								
Номинальное импульсное выдерживаемое напряжение, U_{imp}, кВ		8								
Номинальная предельная наибольшая отключающая способность, I_{CU}, кА при напряжении:	380 В	30	80	150	30	80	150	30	80	150
	660 В	24	28	32	24	28	32	24	28	32
Категория применения		А			А			А		
Номинальная рабочая наибольшая отключающая способность, I_{CS} в % к I_{CU}		75			75			75		
Номинальный кратковременно выдерживаемый ток, I_{CW}, кА		20	10		20	10		20	10	
Уставки нерегулируемого электромагнитного расцепителя тока по току короткого замыкания, в кратности к I_n		20; 25; 32	8; 10; 12; 15	4; 6	15; 20; 25; 32	8; 10; 12	4; 6	15; 20; 25	8; 10; 12	2; 4; 6

Таблица 2.47

Автоматические выключатели ВА08 без максимальных расцепителей тока

Тип выключателя		ВА08–0400	ВА08–0630	ВА08–0800
Номинальный ток I_n, А при температуре 40°С		400	630	800
Номинальное рабочее напряжение, U_e, В	переменного тока	380, 660		
	частота, Гц	50, 60		
	постоянного тока	220, 440		
Номинальное напряжение изоляции, U_i, В		750		
Номинальное импульсное выдерживаемое напряжение, U_{imp}, кВ		8,0		
Динамическая стойкость, кА (амплитудное значение)		55		
Номинальный кратковременно выдерживаемый ток, I_{CW} за 1с, кА		20	20	20

Таблица 2.48

Технические характеристики автоматических выключателей серии ВА13

Наименование параметра	ВА13–29–22	ВА13–29–23	ВА13–29–32	ВА13–29–33	ВА13–25–32
Число полюсов	2		3		
Номинальный ток, А	0,6; 0,8; 1,0; 1,25; 1,6; 2,0; 2,5; 3,15; 4,0; 5,0; 6,3; 8,0; 10; 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63				3,15; 5; 10; 16; 25
Номинальное напряжение, В:					
– переменного тока	660		660		1140
– постоянного тока	400		—		—
Уставка по току в зоне КЗ, $I/I_{ном}$					
– переменный ток	3; 12	12	3; 12	12	3; 7
– постоянный ток	6	6	—	—	—
Предельная коммутационная способность, кА, в цепи:					
380 В	12	12	12	12	—
660 В	6	6	6	6	—
1140 В	—	—	—	—	1,5

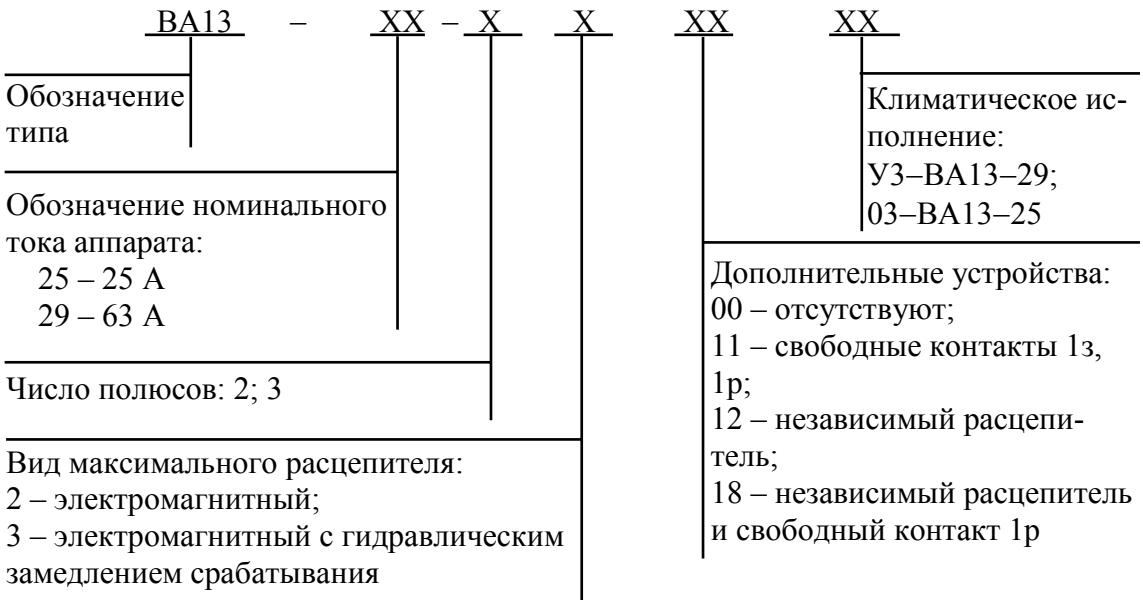


Рис. 2.89. Структура условного обозначения выключателей серии ВА13

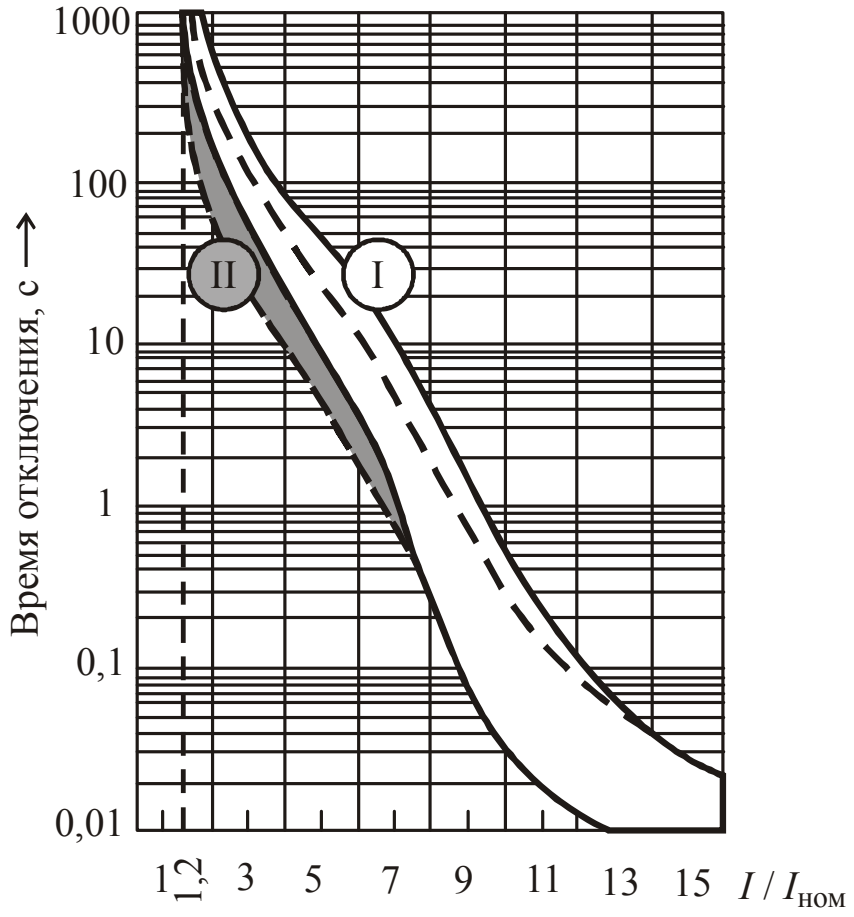


Рис. 2.90. Времятоковые характеристики выключателей ВА13 с гидравлическим замедлением срабатывания с уставкой 12·$I_{ном}$: I – при температуре окружающей среды 20 °С; II – при температуре окружающей среды 40 °С

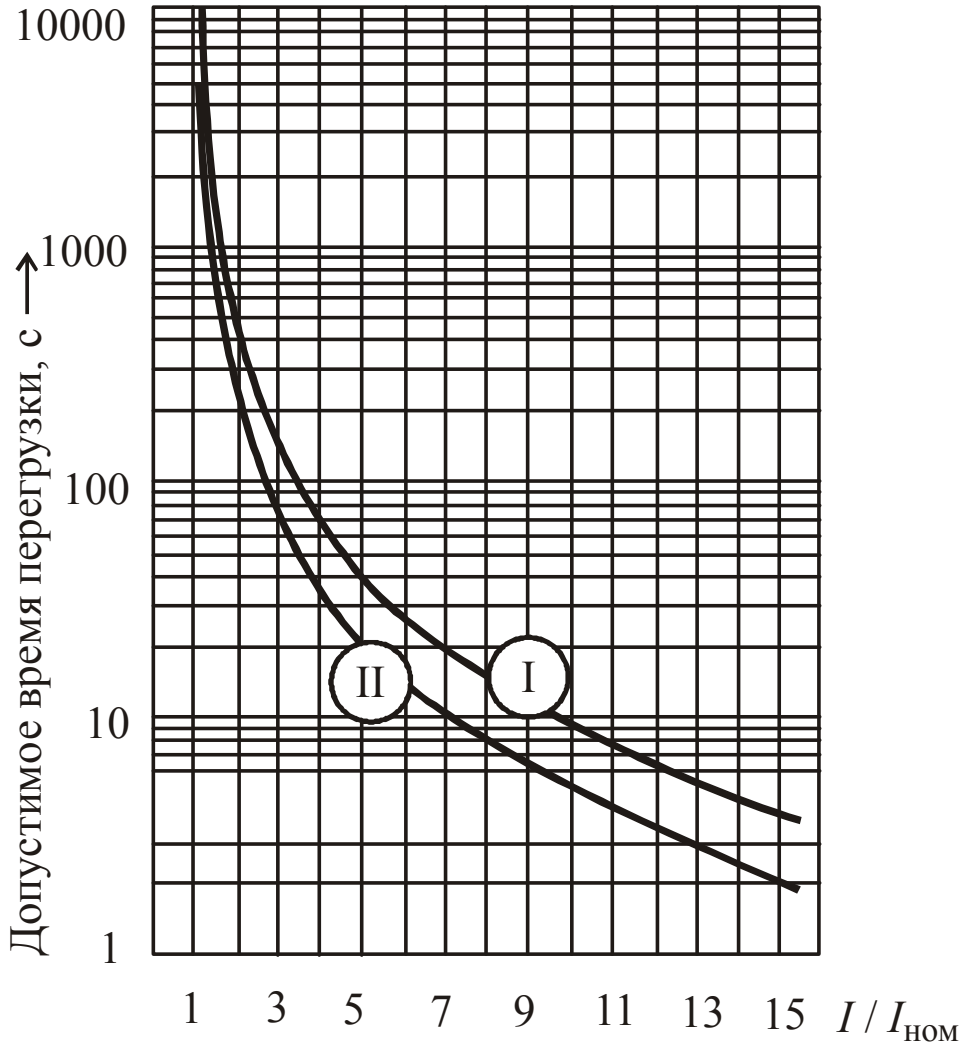


Рис. 2.91. Допустимые перегрузки выключателей ВА13 с электромагнитными расцепителями: I – 20 °С в холодном состоянии; II – 40 °С в нагретом состоянии

Таблица 2.49

Типоисполнения автоматических выключателей ВА13 по дополнительным устройствам

Код	Независимый расцепитель	Свободные контакты	ВА13–25 3 полюса	ВА13–29 2 полюса	ВА13–29 3 полюса
00	нет	нет	+	+	+
11	нет	1р, 1з	—	+	+
12	есть	нет	+	—	—
18	есть	1р	—	+	+

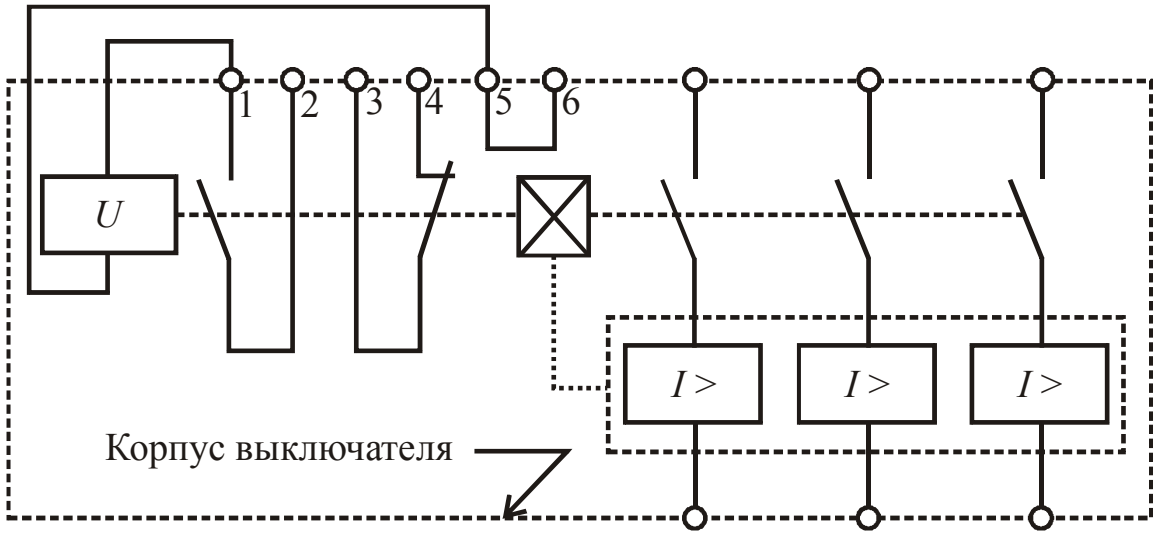


Рис. 2.92. Электрическая схема выключателя ВА13

Автоматические выключатели серии ВА14 выполняются в одно-, двух- и трехполюсном исполнении на номинальные токи 16, 20, 25 и 32 А. Уставка срабатывания электромагнитного расцепителя – 5 и 10. Защитная характеристика приведена на рис. 2.93.

Автоматические выключатели серии ВА16 (табл. П1.1) выпускаются на номинальные токи 6,3; 10; 16; 20; 25 и 31,5 А. Номинальные уставки по току срабатывания электромагнитного расцепителя соответственно равны 95; 140; 225; 280; 350 и 440 А. Защитная характеристика теплового расцепителя приведена на рис. 2.94.

Автоматические выключатели серии ВА19 (табл. П1.1) предназначены для защиты электрических установок от токов перегрузки и токов КЗ в цепях переменного тока. Имеют один замыкающий и один размыкающий вспомогательные контакты.

Автоматические выключатели серии ВА21 (табл. 2.50). Особенность этих выключателей – наличие электромагнитного расцепителя с гидравлическим замедлением срабатывания в зоне токов перегрузки, который сочетает функции двух классических расцепителей максимального тока:

- для защиты от токов перегрузки – функции тепловых;
- для защиты от коротких замыканий – функции электромагнитных.

Выключатели изготавливаются трех типов:

- ВА21–29 – со средней отключающей способностью;
- ВА21–29В – с повышенной отключающей способностью;
- ВА21–29Т – для городского электрифицированного транспорта (однополюсные в трехполюсном габарите).

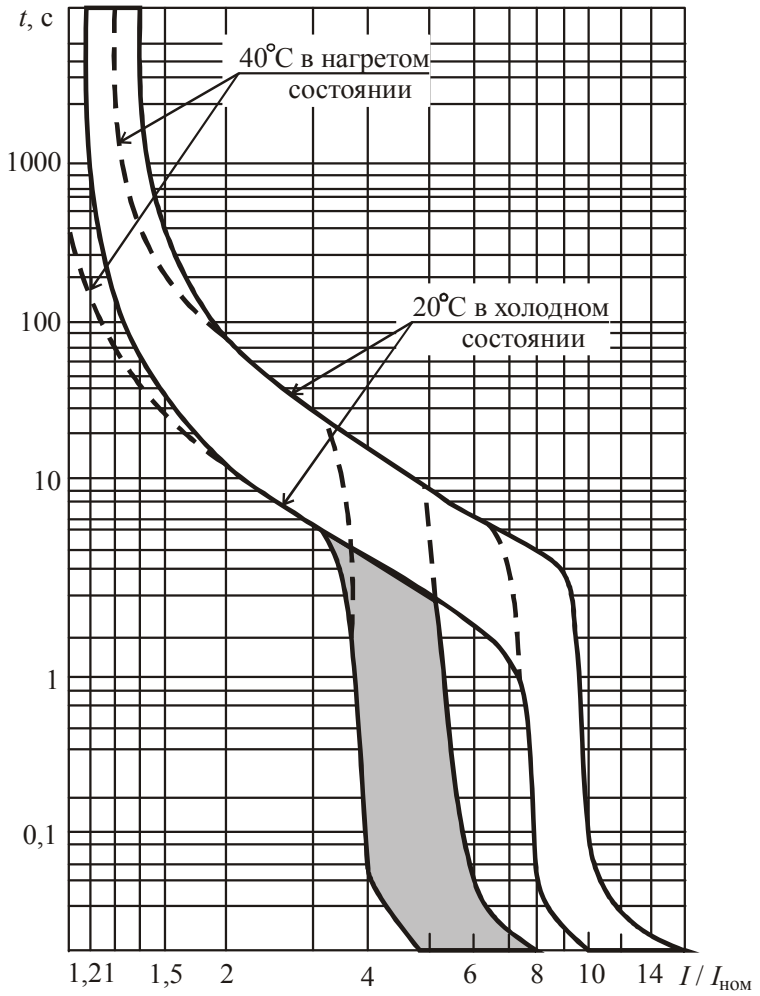


Рис. 2.93. Времятоковые характеристики отключения выключателей ВА14

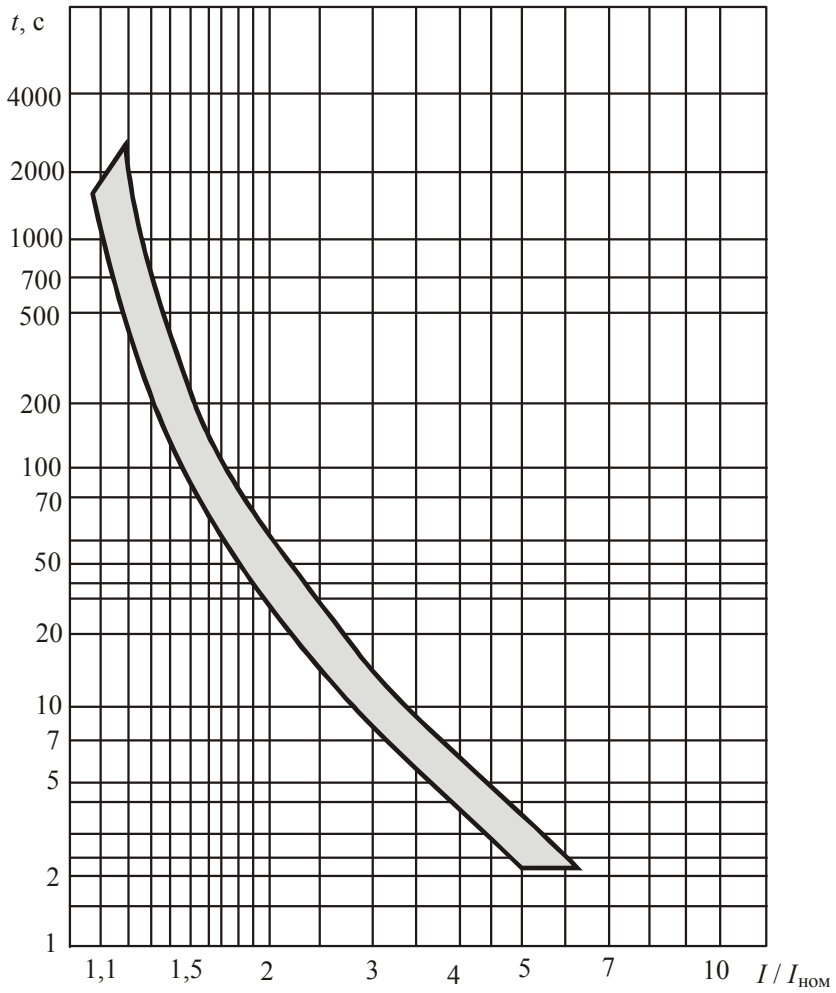


Рис. 2.94. Времятоковые характеристики отключения теплового расцепителя выключателя ВА16

Таблица 2.50

Технические характеристики автоматических выключателей серии ВА21

Наименование параметра	ВА21–29Т	ВА21–29			ВА21–29В		ВА21–29Т		
Число полюсов	1	1	2	3	2	3	1	2	3
Номинальный ток расцепителя, А	0,6; 1,0; 1,6; 2,0; 2,5; 3,15; 4,0; 5,0; 6,3; 8,0; 10; 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63						80; 100		
Номинальное напряжение, В:									
– переменного тока	—	380			660		380		
– постоянного тока	600	240	440	—	440	—	240	440	—
Уставка по току в зоне КЗ, $I/I_{ном}$:									
– с электромагнитным расцепителем									
переменный ток	—	1,5; 3; 12			1,5; 3; 12		12		
постоянный ток	1,5; 6	1,5; 6	3; 6	—	3; 6	—	6	6	—
– с гидравлическим замедлением									
переменный ток	—	6; 12		4; 6; 12	6; 12	4; 6; 12	6; 12		
постоянный ток	6	6	6	—	6	—	6	6	—
Предельная коммутационная способность, кА:									
– в цепи переменного тока									
380 В	—	6	10	10	20		6		
660 В	—	—	—	—	6		—		
– в цепи постоянного тока									
240 В	—	8	8	—	28	—	8	8	—
440 В	—	—	4	—	10	—	—	4	—
600 В	6	—	—	—	—	—	—	—	—
Наличие исполнений:									
– без свободных контактов	+	+	+	+	+	+	+	+	+
– со свободными контактами									
1з, 1р	+	—	+	+	+	+	—	+	+
2з, 2р	—	—	—	+	+	+	—	+	+
– с независимым расцепителем и свободными контактами									
НР + 1р	—	—	—	+	—	+	—	—	+
НР + 1з, 2р	—	—	—	+	—	+	—	—	+

Основное назначение – защита кабелей, проводов и электродвигателей. Расшифровка условного обозначения выключателей дана на рис. 2.95. Времятоковые характеристики и допустимые времена перегрузки автоматов ВА21 изображены на рис. 2.96 и 2.97, соответственно. Выключатели с электромагнитными расцепителями с гидравлическим замедлением срабатывания с холодного состояния при одновременной нагрузке всех полюсов и температуре окружающей среды 25 ± 10°С:

- не отключаются при токе $1{,}05 \cdot I_{ном}$ за время менее одного часа;
- отключаются за время не более 30 минут при токе $1{,}2 \cdot I_{ном}$ – для выключателей с уставкой $12 \cdot I_{ном}$, $4 \cdot I_{ном}$ и при токе $1{,}35 \cdot I_{ном}$ – для выключателей с уставкой $6 \cdot I_{ном}$;

а при нагрузке каждого полюса в отдельности током:

- $6 \cdot I_{ном}$ отключаются за время от 3 до 20 с – для выключателей с уставкой $12 \cdot I_{ном}$;
- $3 \cdot I_{ном}$ отключаются с выдержкой времени более 3 с – для выключателей с уставкой $6 \cdot I_{ном}$;
- $2 \cdot I_{ном}$ отключаются за время от 40 до 200 с – для выключателей с уставкой $4 \cdot I_{ном}$.

Из дополнительных устройств выключатели оснащаются свободными контактами и независимым расцепителем (табл. 2.51).

Коммутируемый свободный контактами минимальный ток составляет 10 мА при напряжении 24 В.

При нормальных условиях работы выключатели с независимыми расцепителями срабатывают при напряжении от 70 до 120% от номинального: 24, 36, 48, 110, 127, 220, 380, 400, 415, 440 В. Пример электрической схемы выключателей ВА21 с независимым расцепителем приведен на рис. 2.98.

Автоматические выключатели серии ВА47 – электрические коммутационные аппараты, снабженные двумя системами защиты от сверхтока: электротепловой и электромагнитной, с взаимосогласованными характеристиками. Предназначены для защиты распределительных и групповых цепей, имеющих различную нагрузку. Рекомендуются к применению в водно-распределительных устройствах бытовых и промышленных электроустановок. Предусмотрено одно-, двух-, трех- и четырехполюсное исполнение. Основные технические данные автоматов даны в таблице 2.52, а защитные характеристики представлены на рис. 2.101–2.104.

Ток неотключения для размещенных рядом друг с другом автоматических выключателей в зависимости от их количества (N) и температуры окружающей среды определяется по формуле:



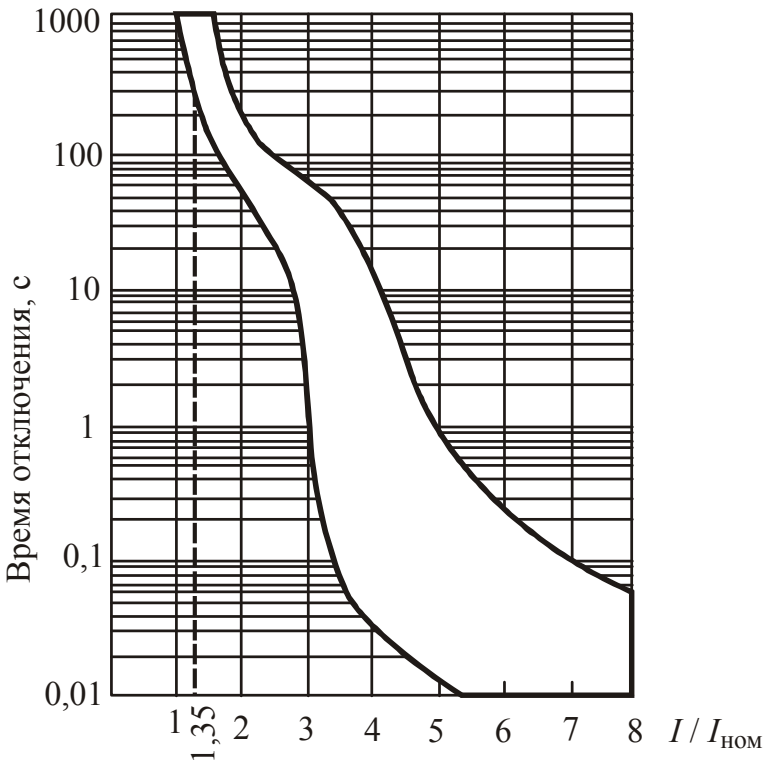
Рис. 2.95. Структура условного обозначения выключателей ВА21

$$I = 1{,}13 \cdot I_{\text{ном}} \cdot K_N \cdot K_t,$$

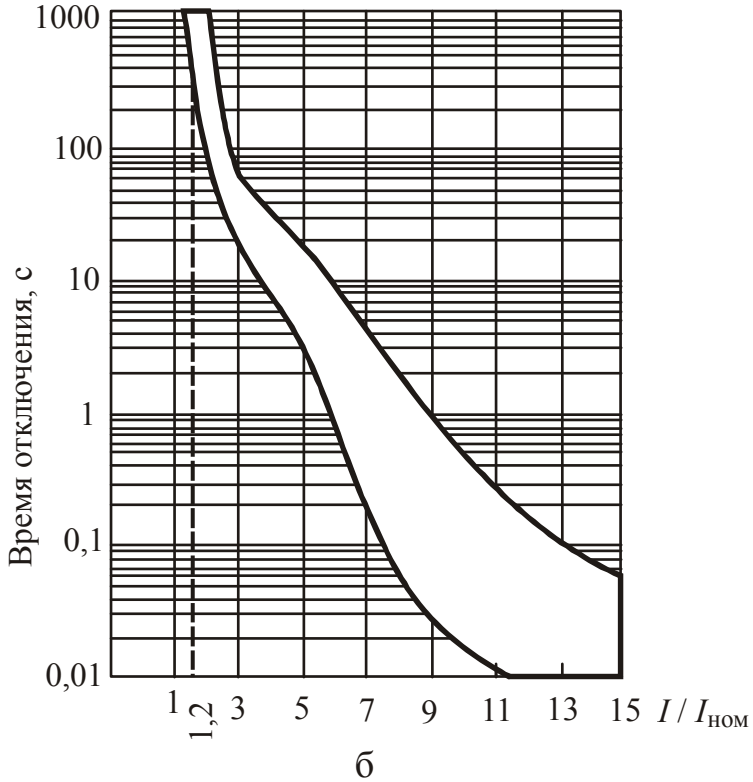
где $I_{\text{ном}}$ – номинальный ток при температуре настройки тепловых расцепителей 30°С (указанный на маркировке);

K_N – коэффициент нагрузки в зависимости от количества полюсов (рис. 2.100);

K_t – коэффициент нагрузки в зависимости от температуры окружающей среды (рис. 2.99).



а



б

Рис. 2.96. Времятоковые характеристики автоматических выключателей ВА21 с уставкой $6 \cdot I_{ном}$ (а), $12 \cdot I_{ном}$ (б) и $4 \cdot I_{ном}$ (в) при температуре окружающей среды 25±10 °С в холодном состоянии

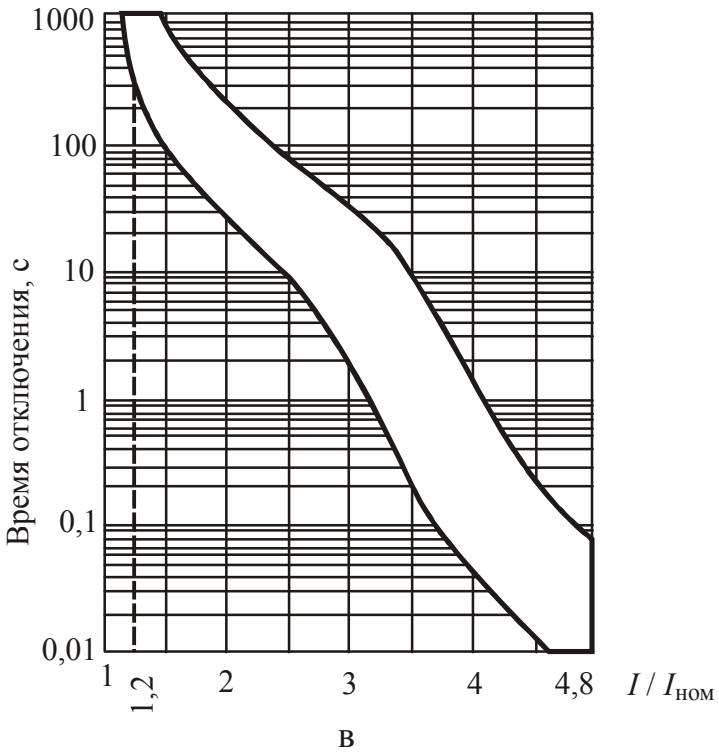


Рис. 2.96. Окончание

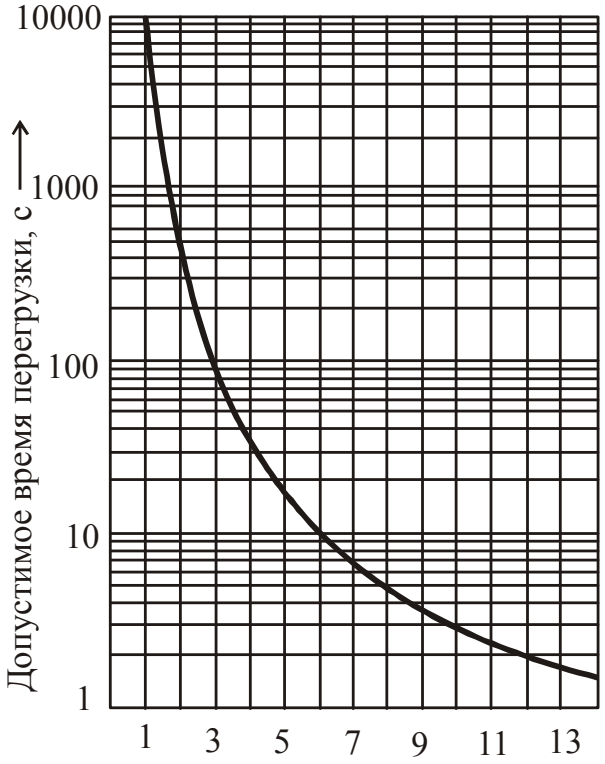


Рис. 2.97. Допустимое время перегрузки выключателей ВА21 с электромагнитными расцепителями

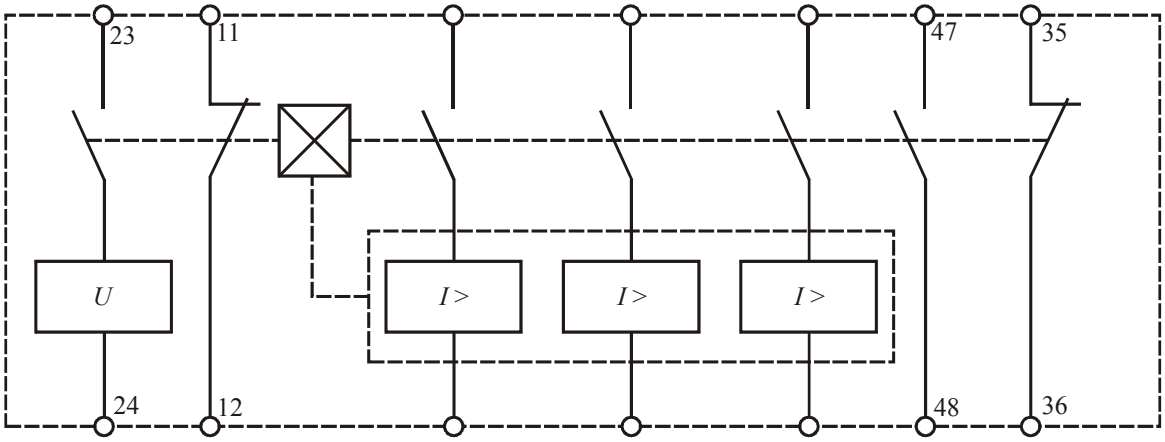


Рис. 2.98. Электрическая схема трехполюсного выключателя ВА21 с независимым расцепителем, 2 размыкающими и одним замыкающим контактом

Таблица 2.51

Типоисполнения автоматических выключателей ВА21 по дополнительным устройствам

Код	Независимы расцепитель	Свободные контакты	ВА21–29, однополюсный	ВА21–29Т, однополюсный	ВА21–29, ВА21–29В, двухполюсные	ВА21–29, ВА21–29В, трехполюсные
00	нет	нет	+	+	+	+
11	нет	1р, 1з	—	+	+	+
18	есть	1р	—	—	—	+
22	нет	2р, 2з	—	—	—	+
28 (рис. 2.95)	есть	2р, 1з	—	—	—	+

Таблица 2.52

Выключатели типа ВА47

Технические характеристики	ВА47–29	ВА47–29М	ВА47–100	Трехполюсные ВА47–63*
Номинальное рабочее напряжение, В	230 / 400			400
Номинальный рабочий ток $I_{ном}$, А	0,5; 1; 1,6; 2; 2,5; 3; 4; 5; 6; 8; 10; 13; 16; 20; 25; 32; 40; 50; 63	6; 10; 16; 20; 25; 32; 40; 50; 63	10; 16; 25; 32; 40; 50; 63; 80; 100	0,5; 1; 1,6; 2; 2,5; 3; 4; 5; 6; 8; 10; 13; 16; 20; 25; 32; 40; 50; 63
Номинальная отключающая способность, I_{CS}, не менее, кА	4,5	4,5	10	4,5
Максимальное сечение провода, присоединяемого к зажимам, мм^2	25	25	35	25
Характеристика теплового расцепителя	по ГОСТ Р 50345–99			
Температура настройки, °С	30	30	30	30
При использовании выключателей в другом температурном диапазоне необходимо пересчитать характеристику в соответствии с кривой и таблицей	рис. 2.99			табл. 2.53
Характеристика срабатывания электромагнитного расцепителя	B, C, D; $t_{ср} < 0,1$ с; рис. 2.101	C; рис. 2.102	C, D; рис. 2.103	B, C, D; рис. 2.104
Число полюсов	1, 2, 3, 4	1, 2, 3	1, 2, 3, 4	3

* выпускаются в одно-, двух-, трех-, четырехполюсном исполнении

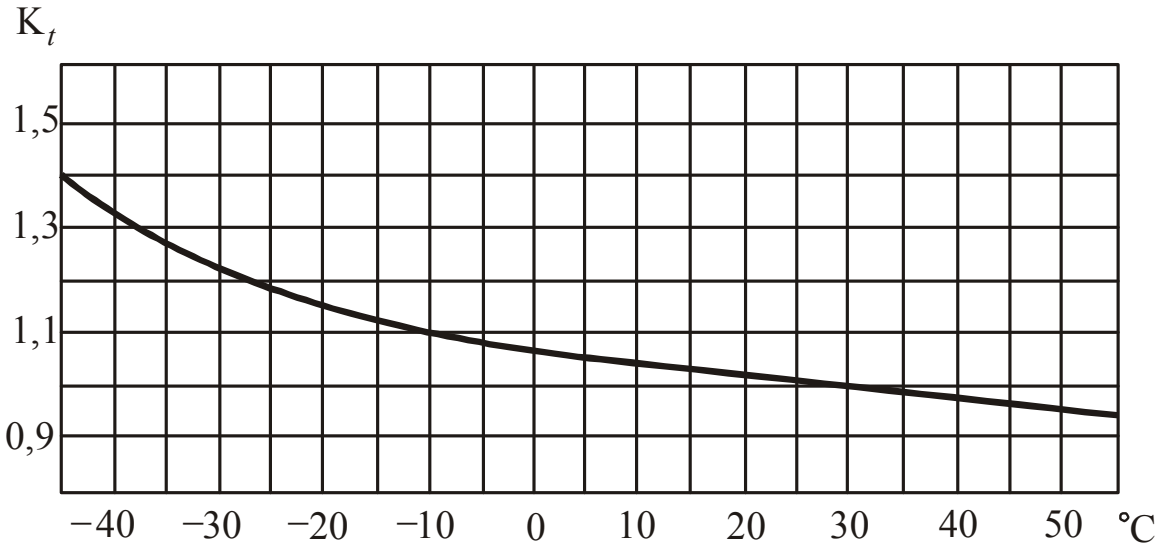


Рис. 2.99. Нагрузочная способность при изменении температуры окружающей среды. Контрольная температура калибровки тепловых расцепителей 30 °C

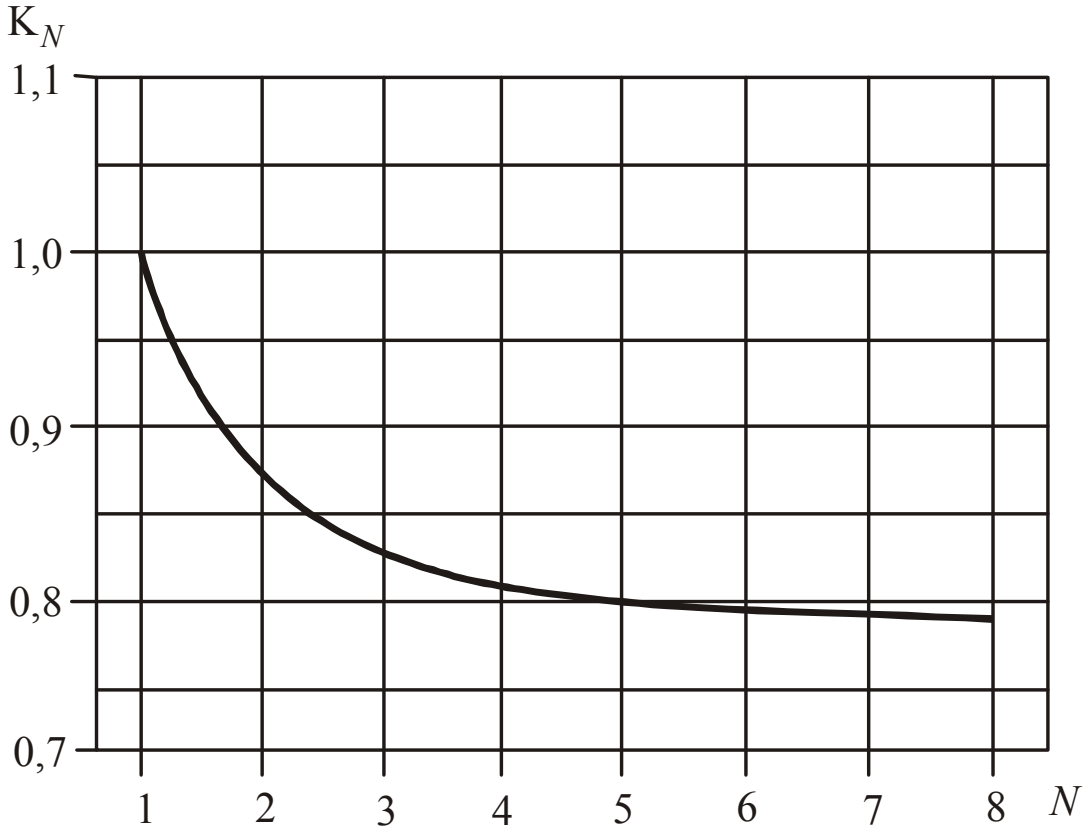


Рис. 2.100. Нагрузочная способность для параллельно размещенных автоматических выключателей

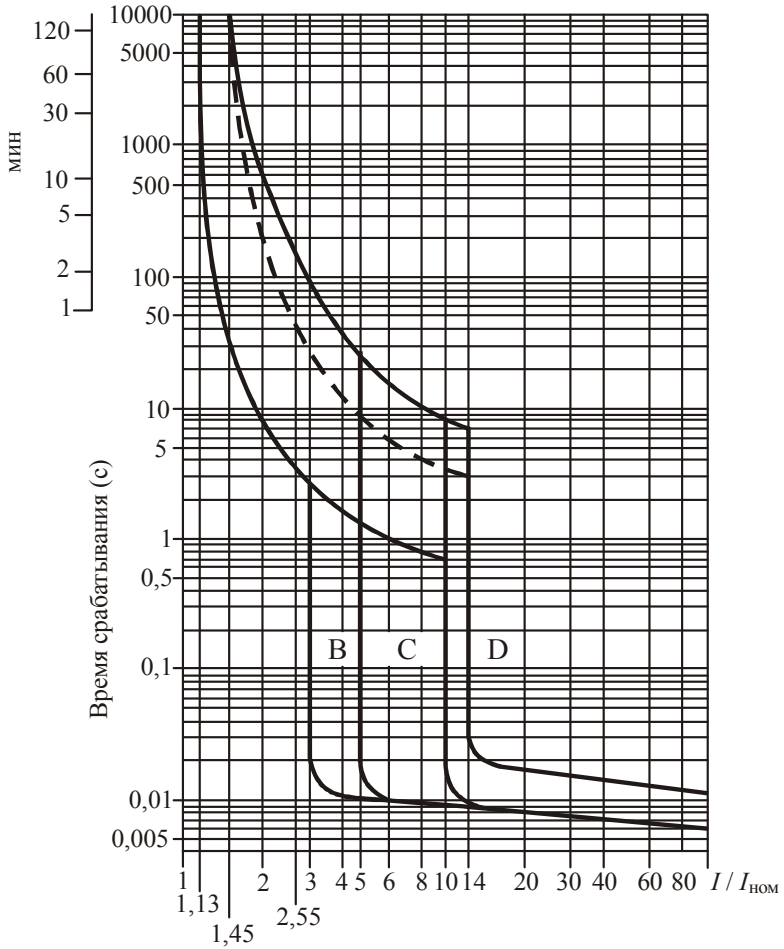


Рис. 2.101. Времятоковые характеристики отключения выключателей ВА47–29 при температуре окружающей среды +30 °С. Пунктирная линия – верхняя граница времятоковой характеристики для автоматических выключателей с номинальным током $I_{ном} \leq 32$ А

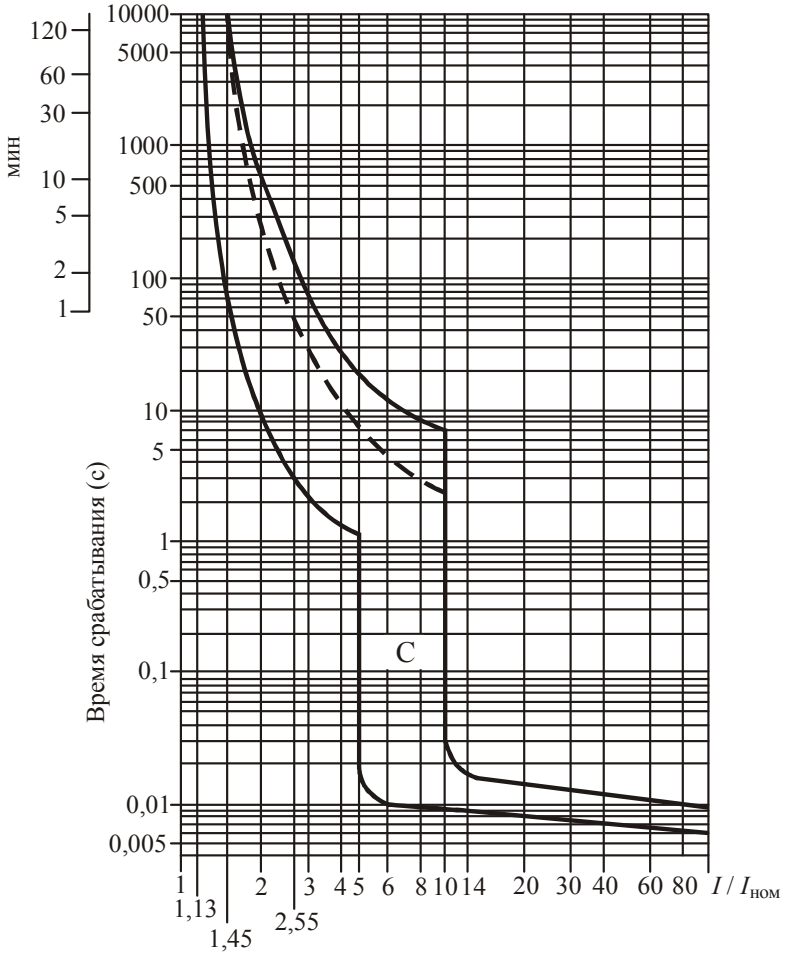


Рис. 2.102. Времятоковые характеристики отключения выключателей ВА47–29М при температуре окружающей среды +30 °С. Пунктирная линия – верхняя граница времятоковой характеристики для автоматических выключателей с номинальным током $I_{ном} \leq 32$ А

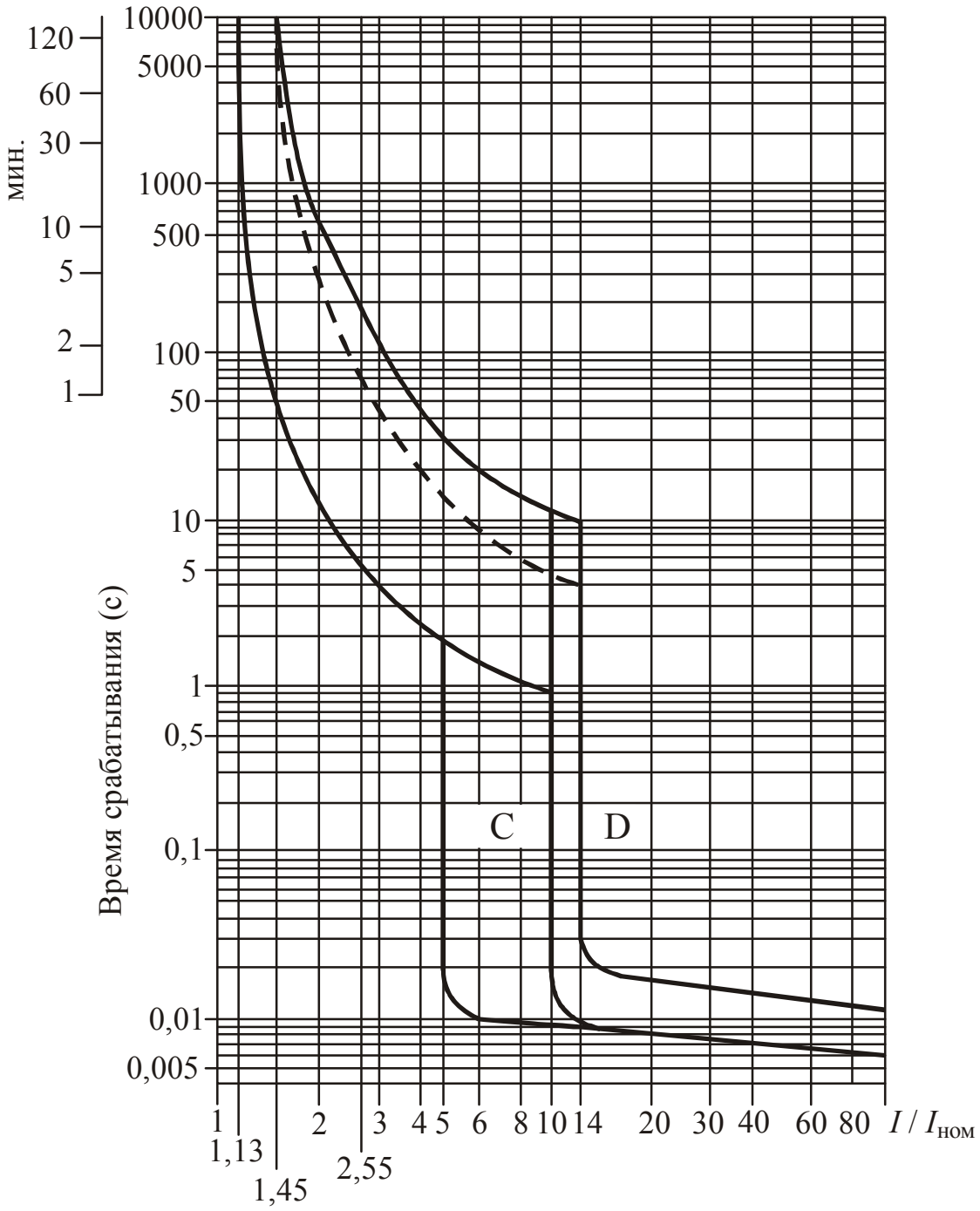


Рис. 2.103. Времятоковые характеристики отключения выключателей ВА47–100 при температуре окружающей среды +30 °С. Пунктирная линия – верхняя граница времятоковой характеристики для автоматических выключателей с номинальным током $I_{ном} \leq 32$ А

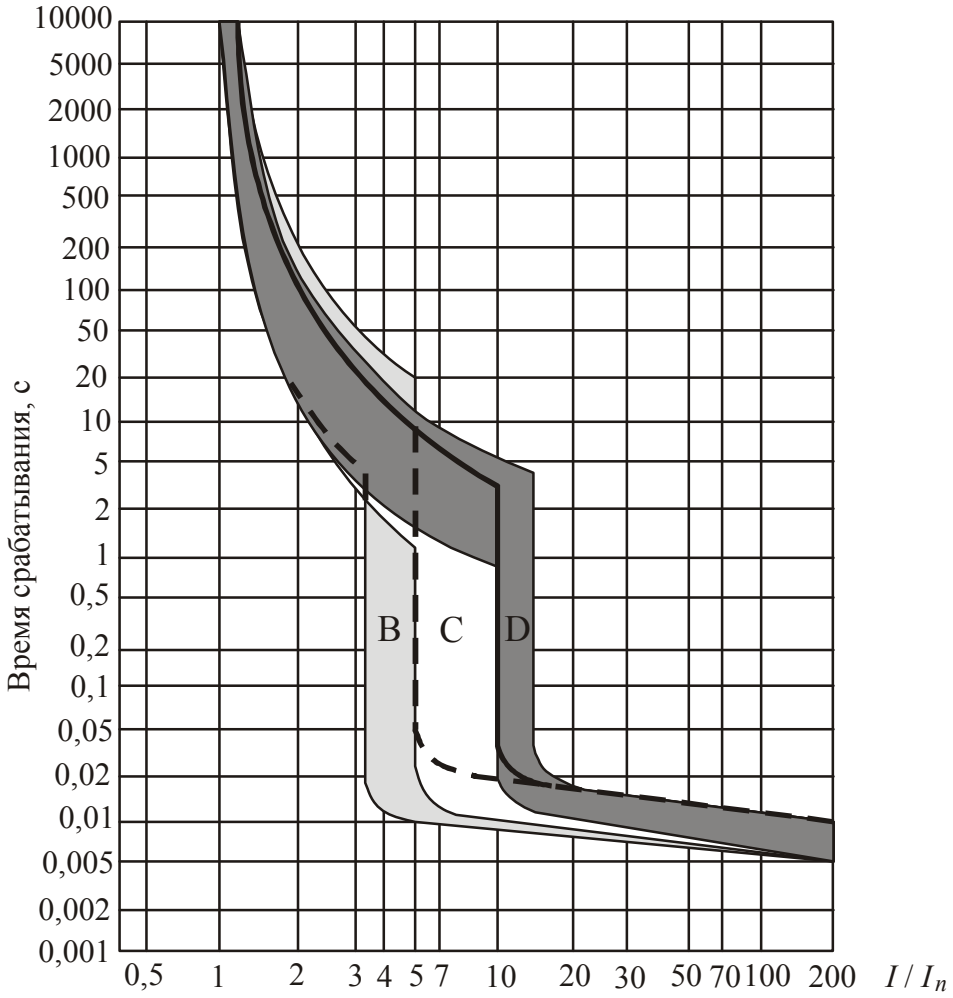


Рис. 2.104. Стандартные времятоковые характеристики отключения выключателя ВА47–63 при температуре окружающей среды +30 °С: B – срабатывание электромагнитной защиты между 3 – и 5 – кратным значением номинального тока; C – срабатывание электромагнитной защиты между 5 – и 10 – кратным значением номинального тока; D – срабатывание электромагнитной защиты между 10 – и 50 – кратным значением номинального тока.

Для стандартной времятоковой зоны установлены следующие условные параметры:

- условное время, равное 1 ч для выключателей с номинальным током до 63 А включительно, и 2 ч с номинальным током свыше 63 А;
- условный ток нерасцепления (I_{nt}) – установленное значение тока, которое выключатель способен проводить за условное время без расцепления: $I_{nt} = 1{,}13\ I_n$;
- условный ток расцепления (I_t) – установленное значение тока, вызывающее расцепление выключателя в пределах условного времени: $I_t = 1{,}45\ I_n$.

Таблица 2.53

Влияние температуры окружающей среды на номинальный рабочий ток расцепителей выключателей типа ВА47–63

Номинальный ток $I_{ном}$, А	Температура окружающей среды, °С								
	–40	–30	–20	–10	0	10	20	30	40
1	1,35	1,3	1,25	1,2	1,15	1,1	1,05	1	0,93
2	2,7	2,6	2,5	2,4	2,3	2,2	2,1	2	1,9
3	4,05	3,9	3,75	3,6	3,45	3,3	3,15	3	2,8
4	5,4	5,2	5,0	4,8	4,6	4,4	4,2	4	3,7
5	6,75	6,5	6,25	6,0	5,75	5,5	5,25	5	4,7
6	8,1	7,8	7,5	7,2	6,9	6,6	6,3	6	5,6
8	11,2	10,6	10,0	9,6	9,2	8,8	8,4	8	7,4
10	13,5	13,0	12,5	12,0	11,5	11,0	10,5	10	9,3
13	17,7	17,0	16,3	15,6	15,0	14,3	13,7	13	12,0
16	21,6	20,8	20,0	19,2	18,4	17,6	16,8	16	14,9
20	27,0	26,0	25,0	24,0	23,0	22,0	21,0	20	18,6
25	33,9	32,6	31,3	30,0	28,8	27,5	26,3	25	32,2
32	43,2	41,6	40,0	38,4	36,8	35,2	33,6	32	30,0
40	54,0	52,0	50,0	48,0	46,0	44,0	42,0	40	37,2
50	67,5	65,0	62,5	60,0	57,5	55,0	52,5	50	46,5
63	85,0	82,0	78,8	75,6	72,5	69,3	66,2	63	58,6

Автоматические выключатели серий ВА51 и ВА52 (табл. 2.54 и 2.55) предназначены для эксплуатации и защиты электрических цепей переменного тока от токов перегрузки и токов КЗ.

Защитные характеристики выключателей ВА51–25 и ВА51Г25 приведены на рис. 2.105 и 2.106. Эти автоматы имеют один замыкающий и один размыкающий вспомогательные контакты или два замыкающих вспомогательных контакта, а также независимые и минимальные расцепители напряжения. Выключатели ВА51Г25 служат для пуска, останова и защиты асинхронных двигателей от токов перегрузки и токов короткого замыкания.

Таблица 2.54

Трехполюсные автоматические выключатели ВА51 и ВА52 с номинальным током до 160 А, напряжением до 660 В

Тип выключателя	$I_{н.в}$, А	$I_{н.расц}$, А	$I_{с.о} / I_{н.расц}$	$I_{с.п} / I_{н.расц}$	ПКС* в цепи 380 В, действующее значение, кА		ОПКС в цепи 380 В, действующее значение, кА	
					ВА51	ВА52	ВА51	ВА52
ВА51–25	25	6,3; 8,0	7; 10	1,35	2	—	5	—
		10; 12,5			2,5			
		16; 20; 25			3,8**			
ВА51Г25	25	0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,8; 1,0; 1,25; 1,6	14	1,2	3	—	5	—
		2,0; 2,5; 3,15; 4,0; 5,0; 6,3; 8,0			1,5			
		10; 12,5			2			
		16; 20; 25			3**			
ВА51–31 ВА52–31	100	16	3; 7; 10	1,35	4,5	13	6	30
		20; 25			5	13		
		31,5; 40			6	16		
		50; 63			6	20		
		80; 100		1,25	6	28		
ВА51Г31 ВА52Г31	100	16; 20; 25	14	1,2	3,6	13	6	30
		31,5; 40			6	16		
		50; 63			6	20		
		80; 100			6	28		
ВА51–33 ВА52–33	160	80; 100	10	1,25	12,5	30	15	38
		125; 160				38		
ВА51Г33 ВА52Г33	160	80; 100	14	1,2	12,5	30	15	38
		125; 160				38		

* Значение ПКС указаны в ципле О–ВО. В цикле О–ВО–ВО значение ПКС могут быть меньше и принимаются по каталожным данным. Все значения ориентировочные и будут уточняться по результатам испытаний.

** Для выключателей со степенью защиты 1Р54 ПКС = 2,0 кА.

Таблица 2.55

Трехполюсные автоматические выключатели ВА51 и ВА52 с номинальным током 250–630 А, напряжением до 660 В

Тип выключателя	Номинальный ток выключателя, А	Номинальный ток тепловых расцепителей* $I_{н.\,расц}$, А	$I_{с.\,о} / I_{н.\,расц}$	$I_{с.\,о}$ для исполнения без тепловых расцепителей, А	ПКС в цепи 380 В, действующее значение**, кА	ОПКС в цепи 380 В, действующее значение, кА
ВА51–35 (см. табл. 2.56)	250	100	12	1000; 1250; 1600; 2000; 2500	12 / 12	14
		125			15 / 15	18
		160; 200; 250			18 / 15	22
ВА51–37	400	250; 320; 400	10	1600; 2000; 2500; 3200; 4000	25 / 25	30
ВА51–39 (см. табл. 2.57)	630	400; 500; 630	10	2500; 3200; 4000; 5000; 6300	35 / 35	40
ВА52–35	250	100	12	1000; 1250; 1600; 2000; 2500	30 / 30	32
		125			40 / 40	42
		160; 200; 250			40 / 30	45
ВА52–37	400	250; 320; 400	10	1600; 2000; 2500; 3200; 4000	35 / 30	40
ВА52–39	630	250; 320	10	2500; 3200; 4000; 5000; 6300	40 / 40	45
		400			50 / 40	55
		500; 630			55 / 40	60
ВА52–41	630; 1000	см. раздел 2.1				

* Кратность тока срабатывания тепловых расцепителей – 1,25.
** В числителе – в цикле О–ВО, в знаменателе – в цикле О–ВО–ВО.

Автоматические выключатели серии ВА51 на токи 100 и 160 А предназначены для эксплуатации в электрических цепях переменного тока, встраиваются в комплектные устройства для защиты электрических цепей от токов перегрузки и КЗ; буква «Г» в серии означает, что эти автоматы служат для защиты, пуска и отключения асинхронных двигателей. Автомат имеет максимальные расцепители тока (электромагнитные и тепловые), а также независимые и минимальные расцепители напряжения.

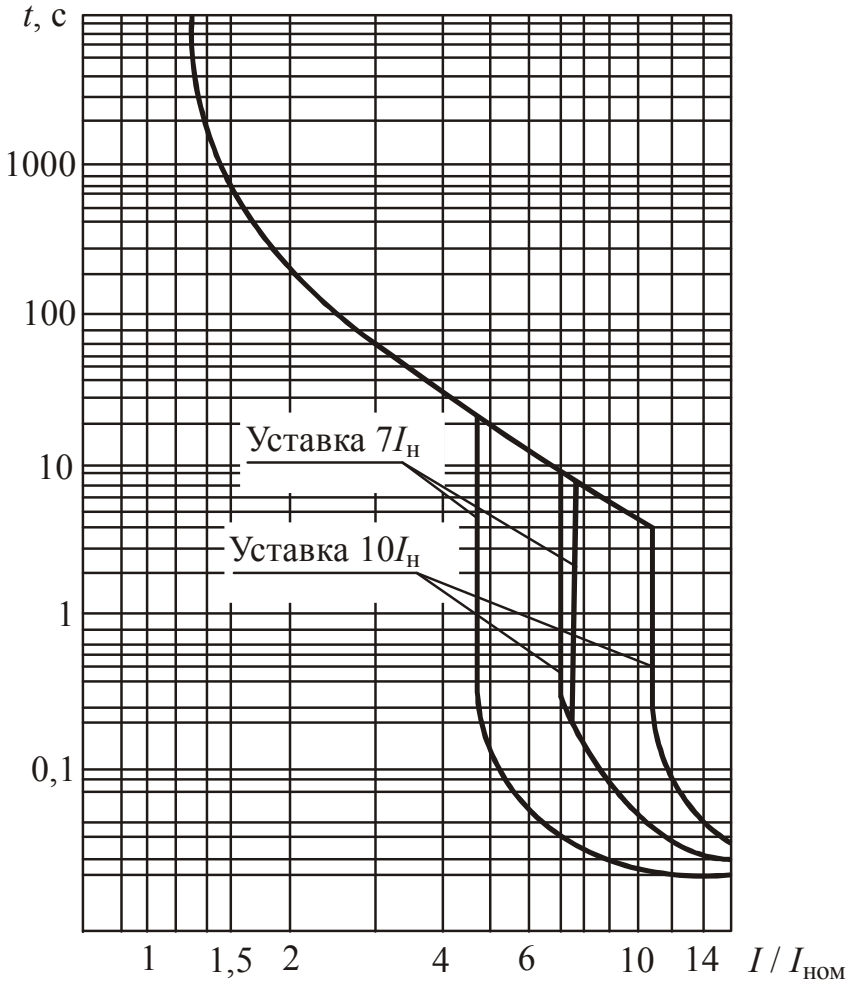


Рис. 2.105. Времятоковые характеристики отключения выключателя ВА51–25

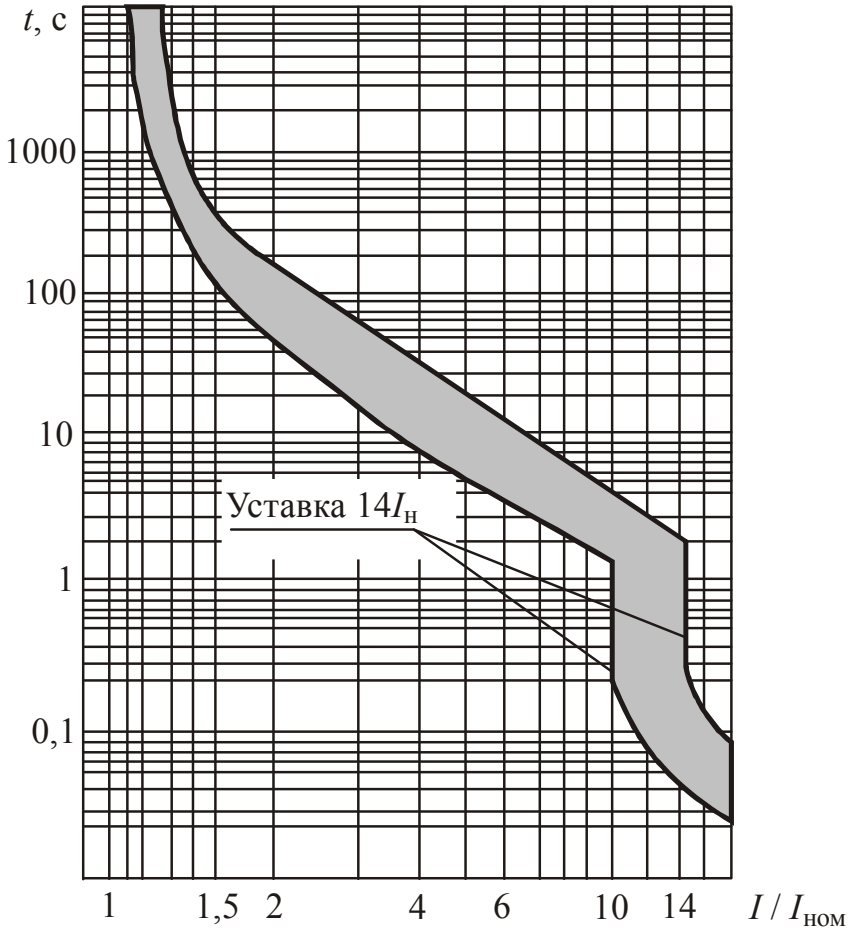


Рис. 2.106. Времятоковые характеристики отключения выключателя ВА51Г25

Автоматический выключатель серии ВА51 на ток 250 А имеет то же назначение, что и ВА51 на токи 100 и 160 А. Оснащен максимальным, независимым, нулевым и минимальным расцепителями.

Автоматический выключатель серии ВА52–37 имеет калибруемые значения уставок по току срабатывания электромагнитного расцепителя, которые имеют следующие значения: при переменном токе: 1600; 2000; 2500; 3200; 4000 А; при постоянном токе: 2000 и 2500 А (для исполнения автоматов без тепловых максимальных расцепителей тока). Защитные характеристики приведены на рис. 2.107.

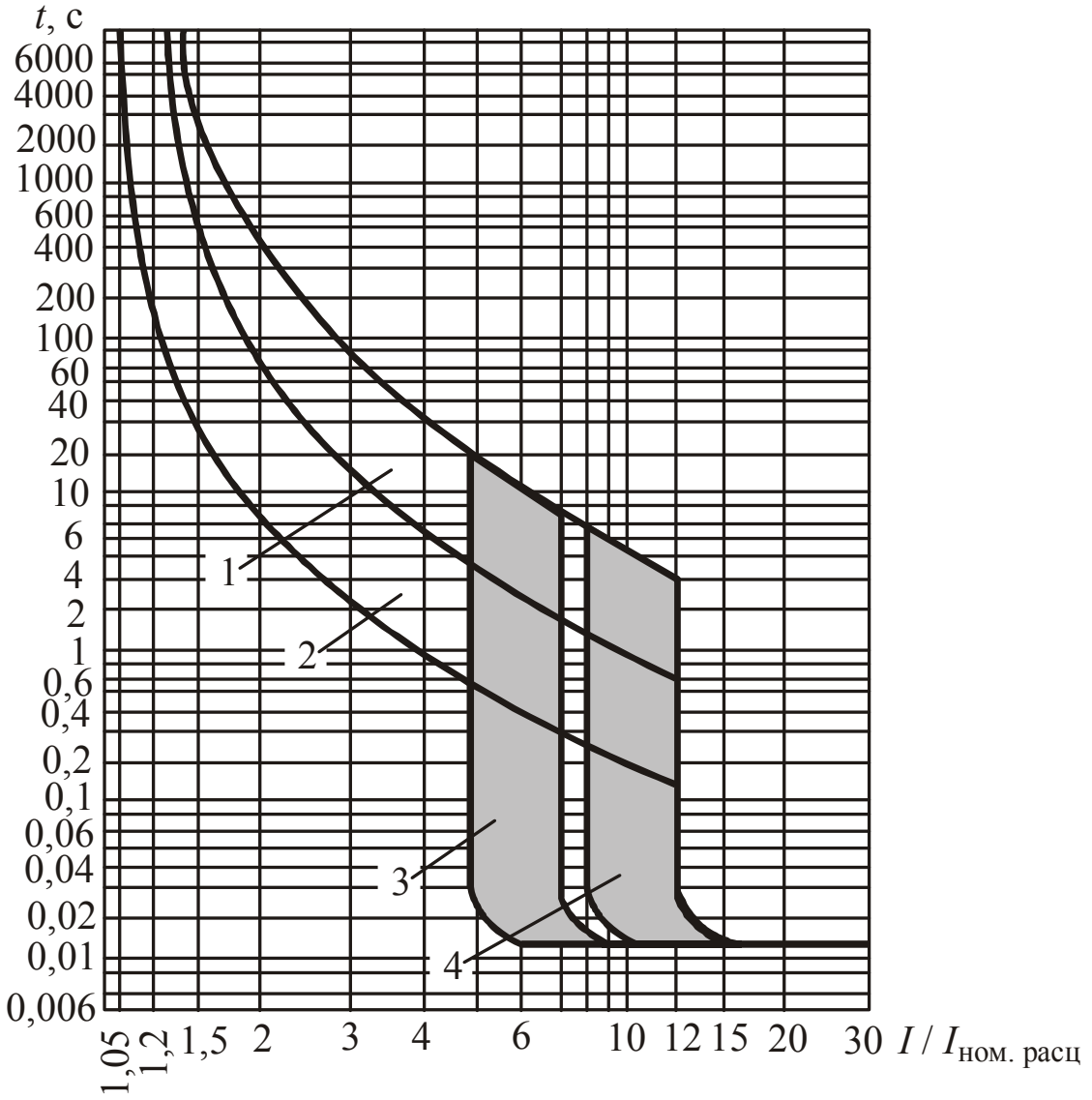


Рис. 2.107. Времятоковые характеристики выключателей ВА52–37: 1 – времятоковая характеристика, снятая с холодного состояния; 2 – времятоковая характеристика, снятая с нагретого состояния; 3 – зона работы электромагнитного максимального расцепителя тока при постоянном токе; 4 – зона работы электромагнитного максимального расцепителя тока при переменном токе

Автоматические выключатели серий ВА51–39 и ВА52–39 допускается использовать для прямых пусков и защиты асинхронных двигателей. В зависимости от исполнения они имеют разные сочетания расцепителей: тепловых, электромагнитных, независимых, нулевых и минимальных.

Тепловые реле выключателей ВА51 и ВА52 (табл. 2.54), имеющих в обозначении букву «Г», при одновременной нагрузке всех полюсов не срабатывают при токе $1{,}2 \cdot I_{\text{н. расц}}$ в течение не более 30 мин. и при токе $1{,}05 \cdot I_{\text{н. расц}}$ в течение менее 2 ч; срабатывают из нагретого состояния при токе $1{,}5 \cdot I_{\text{н. расц}}$ менее чем за 2 мин; срабатывают при токе $7 \cdot I_{\text{н. расц}}$ в течение 3–15 с из холодного состояния. Тепловые реле остальных выключателей с номинальным током до 63 А не срабатывают в течение 1 ч из холодного состояния при токе $1{,}05 \cdot I_{\text{н. расц}}$, срабатывают в течение менее 1 ч из нагретого состояния при токе $1{,}35 \cdot I_{\text{н. расц}}$; с номинальным током более 63 А не срабатывают в течение менее 2 ч из холодного состояния при токе $1{,}05 \cdot I_{\text{н. расц}}$ и срабатывают в течение менее 2 ч из нагретого состояния при токе $1{,}25 \cdot I_{\text{н. расц}}$. При нагрузке не всех полюсов ток срабатывания увеличивается на 10% при двухполюсной и на 20% при однополюсной нагрузке. Выключатели, кроме специально предназначенных для защиты электродвигателей, могут поставляться без тепловых расцепителей (табл. 2.55). Выключатели с номинальным током до 100 А включительно имеют регулировку номинального тока тепловых расцепителей в пределах $(0{,}8–1{,}0) \cdot I_{\text{н. расц}}$, двухполюсные выключатели могут поставляться без этой регулировки.

Токоограничивающие выключатели серии ВА52 (кроме ВА52–37 и ВА52–39) состоят из базового нетокоограничивающего выключателя серии ВА51 и специального пристраиваемого токоограничивающего блока. Последний состоит из контактной системы, размыкающейся при отключении предельных токов, дугогасительных камер и механизма фиксации контактов в отключенном положении. Для последующего замыкания этих контактов необходимо нажать расположенные на блоке кнопки.

Модернизированные автоматические выключатели ВА51–35 (производитель ОАО «Электроаппарат», г. Курск) предназначены для применения в электрических цепях переменного тока частоты 50/60 Гц напряжением до 690 В с рабочими токами 16–400 А, допускается их использование для оперативных включений и отключений линий (до 3 в час). Имеют усовершенствованный дизайн, оснащены кнопкой тестирования механизма свободного расцепления и устройством запирания выключателя в положении «Отключено».



Рис. 2.108. Структура условного обозначения выключателей серии ВА51–35

Расшифровка условного обозначения модернизированных выключателей серии ВА51–35 приведена на рис. 2.108, а технические характеристики – в таблице 2.56. Защита сетей и оборудования выполняется в соответствии с времятоковыми характеристиками (рис. 2.109–2.111), при температуре окружающей среды, отличающейся от 30°С, рабочий ток автоматов изменяется в соответствии с представленной на рис. 2.112 зависимостью.

Вспомогательные контакты рассчитаны для работы на переменном (48, 110, 220, 380 В) и постоянном (24, 110, 220 В) напряжении.

Независимый расцепитель срабатывает при подаче на выводы его катушки напряжения постоянного (24, 110, 220 В) или однофазного переменного (127, 230, 400 В) тока частоты 50/60 Гц. Расцепление обеспечивается при напряжении $(0{,}7–1{,}1)\cdot U_{ном}$. Номинальный режим работы – кратковременный, для исключения повреждения расцепителя рекомендуется использовать его в комбинации с блок–контактом, который снимает напряжение с катушки после срабатывания автоматического расцепителя (рис. 2.113).

Таблица 2.56

Автоматические выключатели ВА51–35

Наименование параметра	Численное значение параметра														
Номинальный ток автомата и теплового расцепителя, А	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	320	400
Уставки электромагнитных расцепителей, А	250		300	400		500	750	1000	1250	1500	2000	2500	3000	3200	4000
Предельная коммутационная способность, кА:															
– U = 400 В	3				6			18							
– U = 690 В	3				4			10							
Номинальная наибольшая включающая способность, кА:															
– U = 400 В	4,5				9			38							
– U = 690 В	4,5				6			17							

Открытым акционерным обществом «Контактор», г. Ульяновск, освоен выпуск *автоматических выключателей ВА51 39* (табл. 2.57) средней коммутационной способности с более широкой номенклатурой по номинальным токам, чем дана в таблице 2.55. Расшифровка структуры их полного условного обозначения приведена на рис. 2.114.

Выключатели оснащаются тепловыми и электромагнитными максимальными расцепителями тока, могут изготавливаться только с электромагнитными расцепителями и без расцепителей. Автоматы с тепловыми максимальными расцепителями тока при одновременной нагрузке всех полюсов:

- не срабатывают в течение менее двух часов при начале отсчета с холодного состояния при токе $1{,}05 \cdot I_{\text{ном. расц}}$;
- срабатывают при токе $1{,}25 \cdot I_{\text{ном. расц}}$ в течение менее двух часов при начале отсчета с нагретого состояния (током $1{,}05 \cdot I_{\text{ном. расц}}$ в течение двух часов).

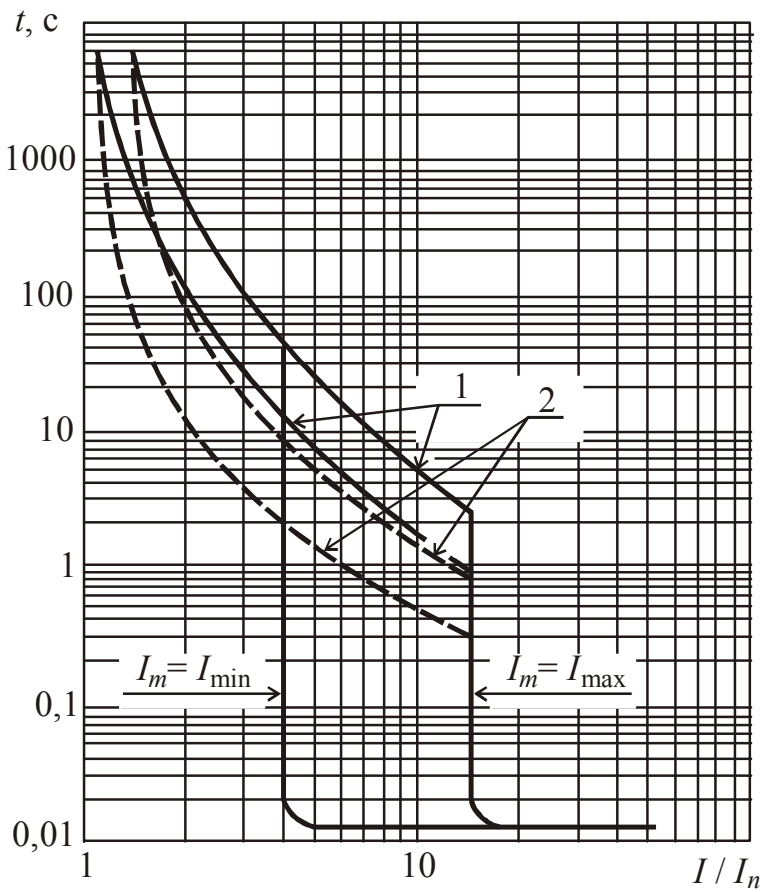


Рис. 2.109. Времятоковые характеристики выключателя ВА51–35 на ток 100 А: 1 – зона работы теплового максимального расцепителя тока, снятая с холодного состояния; 2 – зона работы теплового максимального расцепителя тока, снятая с нагретого состояния; I_m – уставка электромагнитного расцепителя тока короткого замыкания

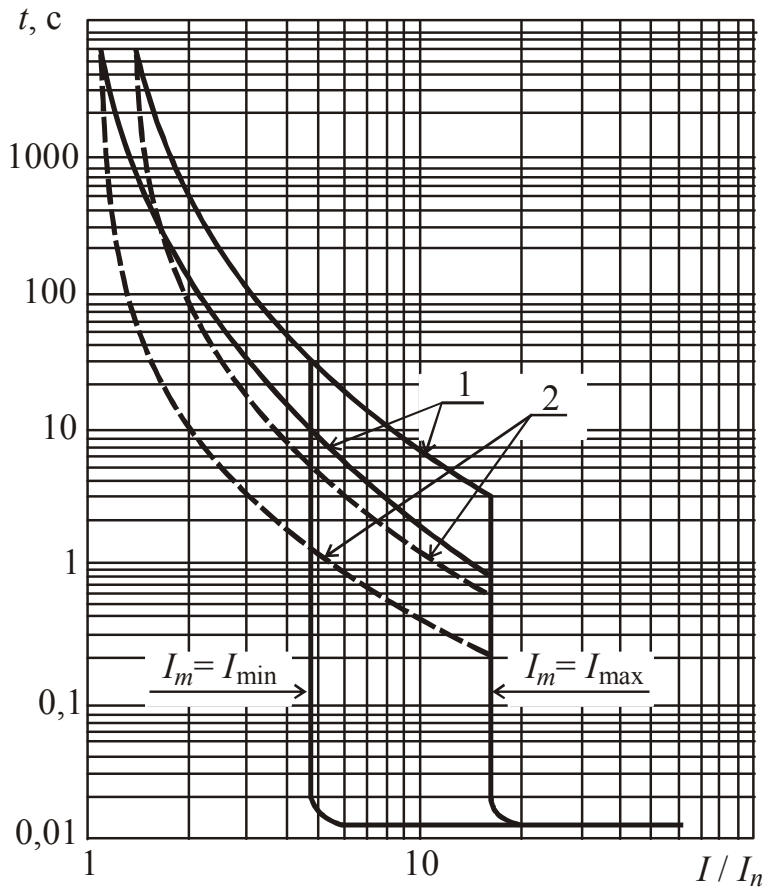


Рис. 2.110. Времятоковые характеристики выключателя ВА51–35 на ток 125 А: 1 – зона работы теплового максимального расцепителя тока, снятая с холодного состояния; 2 – зона работы теплового максимального расцепителя тока, снятая с нагретого состояния; I_m – уставка электромагнитного расцепителя тока КЗ

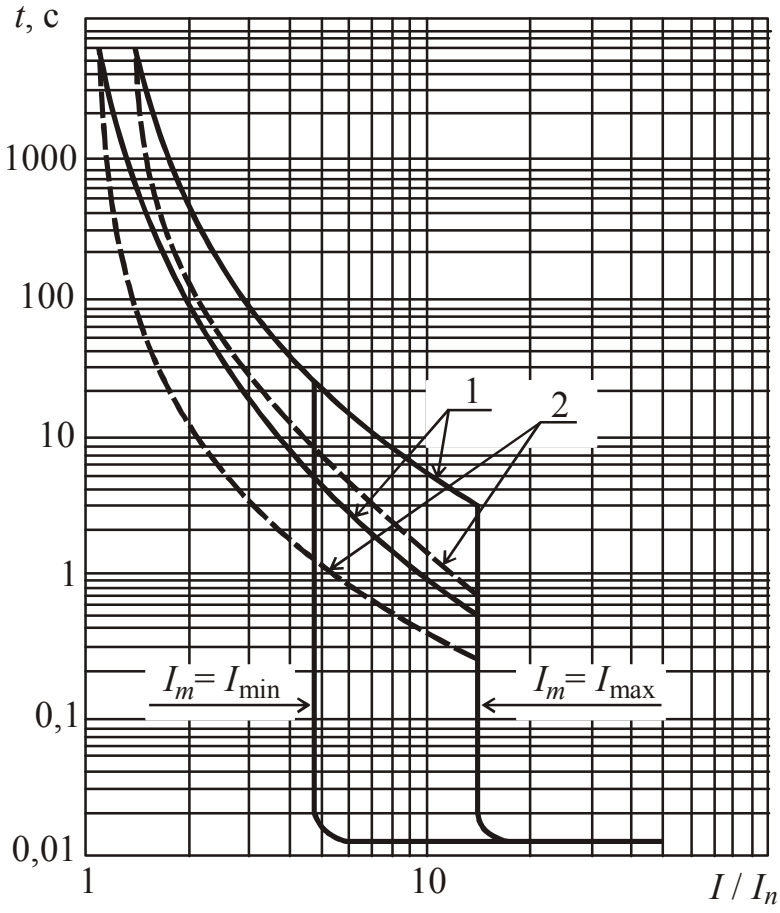


Рис. 2.111. Времятоковые характеристики выключателей ВА51–35 на токи 160, 200, 250 А: 1 – зона работы теплового максимального расцепителя тока, снятая с холодного состояния; 2 – зона работы теплового максимального расцепителя тока, снятая с нагретого состояния; I_m – уставка электромагнитного расцепителя тока короткого замыкания

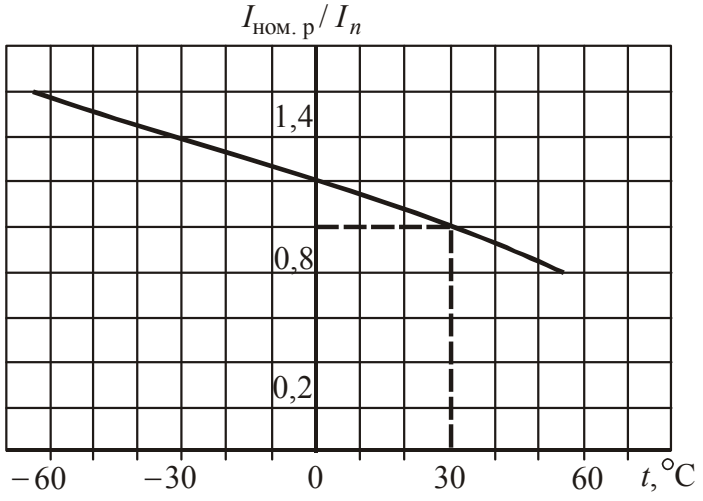


Рис. 2.112. Зависимость номинального рабочего тока выключателей ВА51–35 от температуры окружающей среды

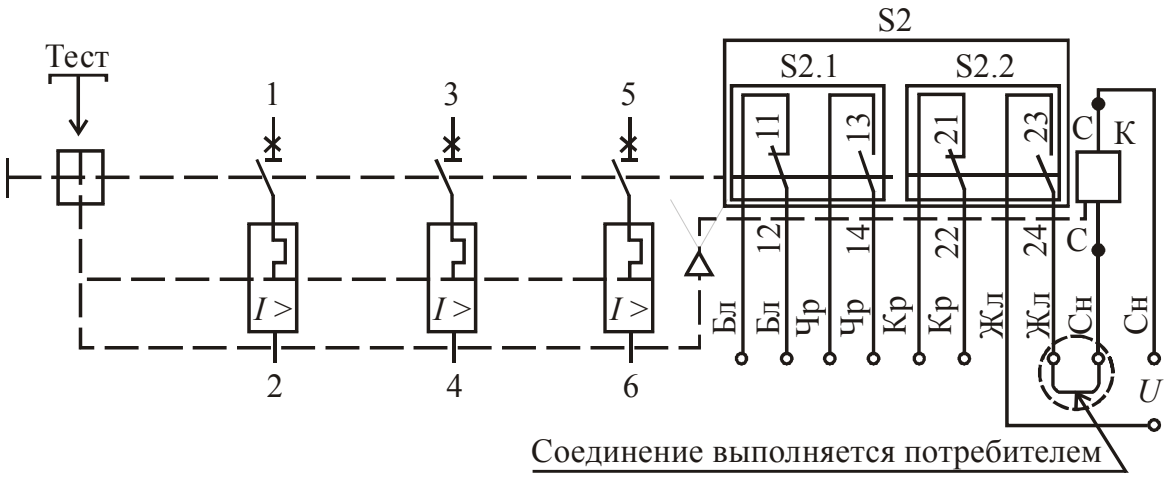


Рис. 2.113. Схема электрическая принципиальная выключателя ВА51–35 переменного тока трехполюсного исполнения с независимым расцепителем и вспомогательными контактами: S2 – контакты вспомогательные; К – расцепитель независимый

Таблица 2.57

Выключатели ВА51 39 с максимальными расцепителями тока

Наименование параметра			Численное значение	
Тип выключателя			ВА51 39	
Номинальный ток выключателя, А			630, 800*[4]	
Номинальное напряжение главной цепи			До 660 В переменного тока частоты 50 и 60 Гц; до 440 В постоянного тока	
Число полюсов			2 и 3	
Номинальные токи тепловых максимальных расцепителей тока, А			160; 200; 250; 320	400; 500; 630
Уставки по току срабатывания электромагнитного максимального расцепителя тока в зоне токов короткого замыкания, кратные $I_{нр}$*[1]		При переменном токе	12	10
		При постоянном токе	6	
Калибруемые значения уставок по току срабатывания электромагнитных максимальных расцепителей тока, А*[2]		При переменном токе	1600; 2500; 3200; 4000; 5000; 6300; 8000*[4]	
		При постоянном токе	2500; 3200; 4000; 4800*[4]	
Предельная коммутационная способность, кА*[3]	Действующее значение при напряжении	380 В	$\frac{70}{50}$	
		cosφ	0,25	
		660 В	$\frac{70}{50}$	
		cosφ	0,3	

Окончание таблицы 2.57

Наименование параметра			Численное значение
Предельная коммутационная способность, кА*[3]	При напряжении 440 В	и постоянной времени цепи не более 0,01 с	$\frac{70}{50}$
	При напряжении 220 В		$\frac{70}{50}$

*[1] – $I_{нр}$ – номинальный ток теплового максимального расцепителя тока.
*[2] – для исполнений выключателей без тепловых максимальных расцепителей тока.
*[3] – в числителе в цикле О–ВО, в знаменателе в цикле О–ВО–ВО.
*[4] – для выключателей только с электромагнитными расцепителями.

ВА XX XX XXXXXX XX XXXX:

ВА	**Буквенное обозначение вида аппарата:** ВА.
XX	**Двухзначное число. Условное обозначение номера серии:** 51.
XX	**Двухзначное число. Условное обозначение номинального тока:** 39 (630 А).
XX	**Двухзначное число. Условное обозначение числа полюсов и количества максимальных расцепителей тока в комбинации с исполнением максимальных расцепителей тока по зоне защиты:** 3 полюса без расцепителей в зоне токов перегрузки и КЗ – 30; 3 полюса с расцепителями в зоне токов короткого замыкания –33; 3 полюса с расцепителями в зоне токов перегрузки и КЗ – 34; 2 полюса без расцепителей в зоне токов перегрузки и КЗ – 80; 2 полюса с расцепителями в зоне токов КЗ – 83; 2 полюса с расцепителями в зоне токов перегрузки и КЗ – 84.
XX	**Двухзначное число. Условное обозначение исполнения по дополнительным сборочным единицам:** (табл. 2.58).
X	**Цифра. Условное обозначение исполнения по виду привода и способа установки выключателя:** стационарный с ручным приводом – 1; стационарный с электромагнитным приводом – 3; выдвижной с ручным дистанционным приводом – 5; выдвижной с электромагнитным приводом – 7.
X	**Цифра. Условное обозначение исполнения по дополнительным механизмам:** отсутствуют – 0; ручной дистанционный привод для оперирования через дверь распредустройства – 5; устройство для блокировки положения «отключено» стационарного выключателя с ручным приводом – 6.
XX	**Двухзначное число. Условное обозначение степени защиты выключателя:** IP20 – 20; IP00 – 00.
XX	**Буква(ы) и цифра. Условное обозначение климатического исполнения:** УХЛ3.1 УХЛ3 Т3.

Рис. 2.114. Структура условного обозначения выключателей ВА51 39

Таблица 2.58

Сочетания дополнительных сборочных единиц
для выключателей ВА51 39

Условное обозначение исполнения	Свободные контакты	Независимый расцепитель	Нулевой расцепитель напряжения	Минимальный расцепитель напряжения	Вспомогательный контакт сигнализации автоматического отключения
00	—	—	—	—	—
11	+	—	—	—	—
12	—	+	—	—	—
13	—	—	—	+	—
15	—	—	+	—	—
18	+	+	—	—	—
23	+	—	—	+	—
25	+	—	+	—	—
45	—	—	—	—	+
46	+	—	—	—	+
47	+	+	—	—	+
49	—	—	+	—	+
52	—	—	—	+	+
54	+	—	+	—	+
56	+	—	—	+	+
62	—	+	—	—	+

Примечание: знак «+» означает наличие дополнительных сборочных единиц, знак «—» – их отсутствие.

Отклонения уставок электромагнитных максимальных расцепителей тока в выключателях, не бывших в эксплуатации, не превышает ±20%.

Защита от токов перегрузки и токов короткого замыкания выполняется в соответствии с времятоковыми характеристиками, приведенными на рис. 2.115, а корректировка номинального тока выключателей на температуру окружающей среды, отличающейся от 40°С, по рис. 2.116.

Выключатели изготавливаются со следующими дополнительными сборочными единицами:

- с независимым расцепителем;
- с нулевым или минимальным расцепителем напряжения для выключателей с максимальными расцепителями тока;

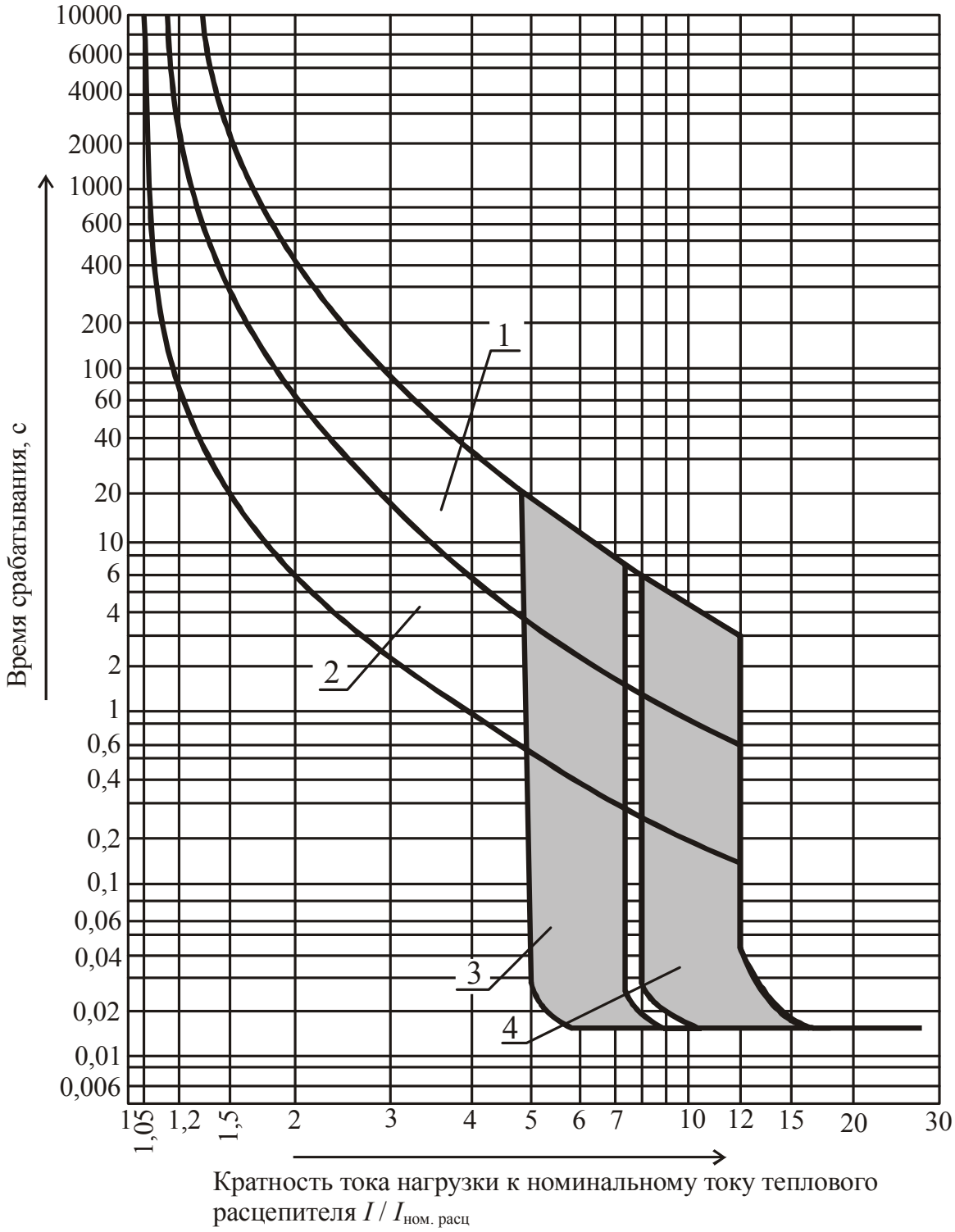


Рис. 2.115. Времятоковые характеристики BA51 39, BA52 39: 1 – времятоковая характеристика с холодного состояния; 2 – времятоковая характеристика с нагретого состояния; 3 – зона работы электромагнитного максимального расцепителя тока при постоянном токе; 4 – зона работы электромагнитного максимального расцепителя тока при переменном токе

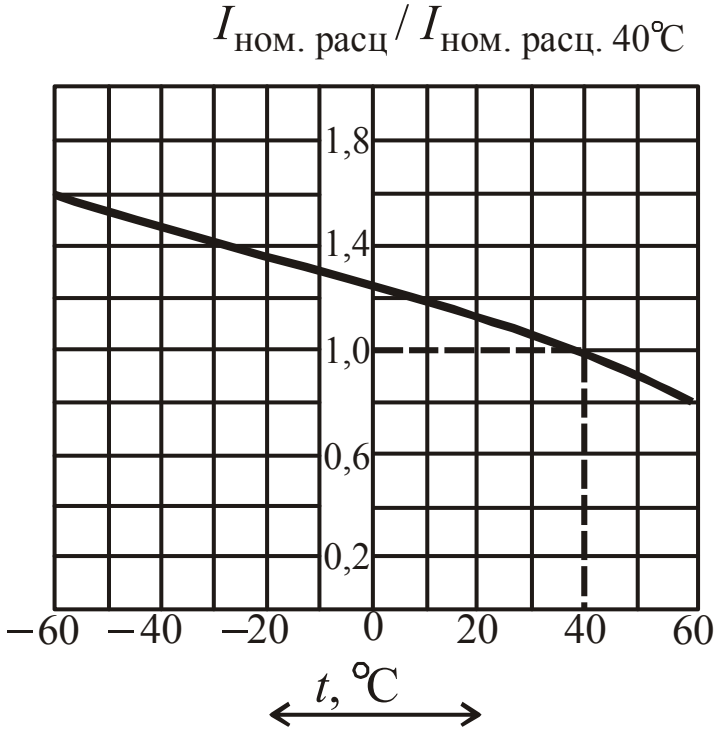


Рис. 2.116. Зависимость номинального тока выключателя (расцепителя), выраженного в кратностях к номинальному току при 40 °С, от температуры окружающей среды

- с ручным приводом;
- с ручным дистанционным приводом для оперирования через дверь распределительного устройства;
- с электромагнитным приводом;
- со свободными контактами;
- со вспомогательными контактами сигнализации автоматического отключения;
- с устройством для запирания ручного или ручного дистанционного привода в положении «отключено».

Сочетания дополнительных сборочных единиц приведены в таблице 2.58.

Независимый расцепитель рассчитан для работы при номинальных напряжениях 110, 127, 220, 240, 380, 400, 415, 550, 660 В переменного тока частоты 50 Гц и 24, 110, 220 В постоянного тока. Допустимые колебания рабочего напряжения от 0,7 до 1,2 номинального. Номинальный режим работы – кратковременный. Полное время отключения цепи выключателем при номинальном токе с момента подачи номинального напряжения на выводы катушки независимого расцепителя не более 0,04 с.

Нулевой и минимальный расцепители работают в продолжительном режиме при номинальном напряжении 127, 220, 240, 380, 400, 415, 550, 660 В однофазного переменного тока частоты 50 Гц и 110, 220 В постоянного тока.

Нулевой расцепитель напряжения:

- обеспечивает отключение включенного автомата без выдержки времени при напряжении на выводах его катушки $(0{,}35–0{,}10)\cdot U_{ном}$;
- не производит отключение включенного аппарата при напряжении на выводах его катушки $0{,}55\cdot U_{ном}$ и выше;
- не препятствует включению выключателя при напряжении на выводах его катушки $0{,}85\cdot U_{ном}$ и выше.

Минимальный расцепитель напряжения:

- обеспечивает отключение включенного автомата без выдержки времени при напряжении на выводах его катушки $(0{,}70–0{,}35)\cdot U_{ном}$;
- не производит отключение включенного аппарата при напряжении на выводах его катушки $U \geq 0{,}7\cdot U_{ном}$;
- не препятствует включению выключателя при напряжении на выводах его катушки $U \geq 0{,}85\cdot U_{ном}$.

Принципиальные электрические выключателей ВА51 39 без и с дополнительными сборочными единицами приведены на рис. 2.117 и 2.118.

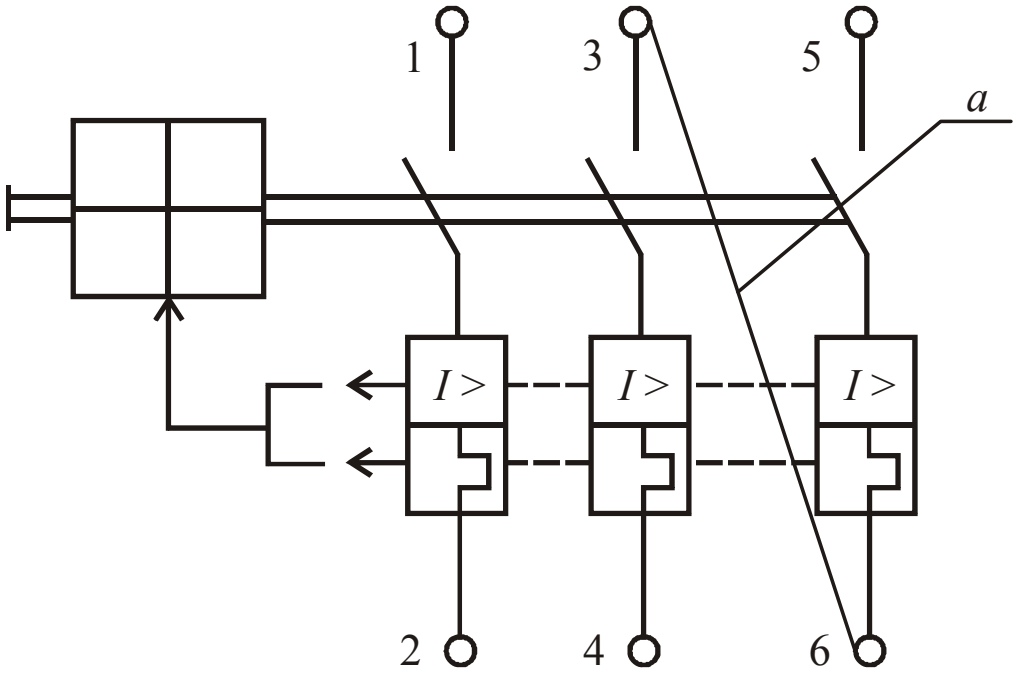


Рис. 2.117. Схема электрическая принципиальная выключателя ВА51 39 без дополнительных сборочных единиц (перемычка а устанавливается в эксплуатации при напряжении 440 В постоянного тока)

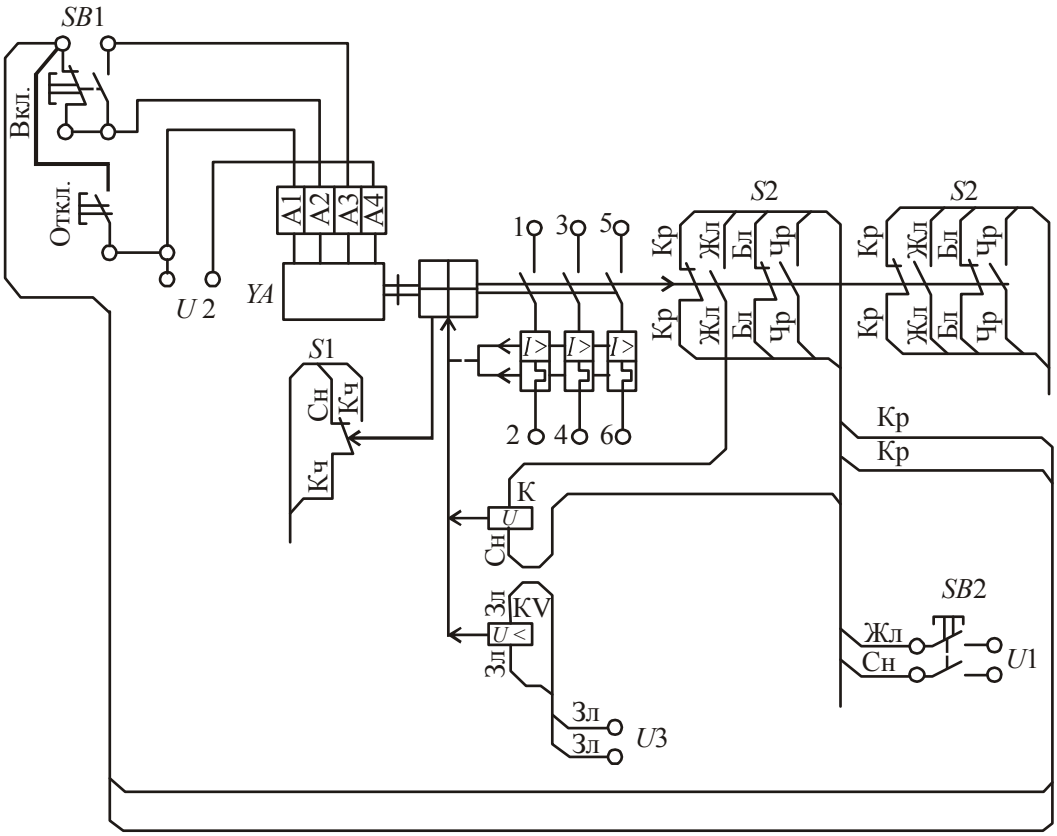


Рис. 2.118. Схема электрическая принципиальная выключателя ВА51 39 с дополнительными сборочными единицами: SB1 – выключатель кнопочный электромагнитного привода; SB2 – выключатель кнопочный независимого расцепителя; YA – привод электромагнитный; S1 – контакты вспомогательные; S2 – контакты свободные; К – расцепитель независимый; KV – расцепитель нулевого или минимального напряжения; U1 – напряжение питания независимого расцепителя; U2 – напряжение питания электромагнитного привода; U3 – напряжение питания нулевого или минимального расцепителя напряжения

Автоматические выключатели ВА57 (производитель ОАО «Дивногорский завод низковольтных автоматов») имеют двух- и трехполюсное исполнение в одном габарите, рассчитаны для эксплуатации в электроустановках с номинальным рабочим напряжением до 380/660 В переменного тока частоты 50/60 Гц и постоянного тока до 220/440 В. Имеют исполнения:

- с тепловыми и электромагнитными максимальными расцепителями тока для защиты в зоне токов перегрузки и короткого замыкания;
- только с электромагнитными максимальными расцепителями тока для защиты в зоне токов короткого замыкания;
- с электронными расцепителями для защиты в зоне токов перегрузки и короткого замыкания с регулируемыми выдержками времени (подробная информация в разделе 2.1).

Категория применения выключателей по ГОСТ Р 50030.2 – А, а для выключателей ВА57–35–35 и ВА57–39–35 – В.

Ниже приводится расшифровка условного обозначения выключателей серии ВА57 с дополнительными сборочными единицами и механизмами:

ВА57 Х ХХ–ХХ ХХ ХХ–ХХ ХХ — Условное обозначение серии автоматических выключателей – ВА57

ВА57 **Х** ХХ–ХХ ХХ ХХ–ХХ ХХ — Условное обозначение модификации выключателей

номинальное напряжение, В	условное обозначение
до ~380	Ф
до ~660	—

ВА57 Х **ХХ**–ХХ ХХ ХХ–ХХ ХХ — Условное обозначение номинального тока выключателей

номинальный ток, А	условное обозначение
100	31
250	35
630	39

ВА57 Х ХХ–**ХХ** ХХ ХХ–ХХ ХХ — Условное обозначение по количеству полюсов и наличию расцепителей:
РТ – расцепитель токов перегрузки (тепловой);
РЭ – расцепитель токов короткого замыкания (электромагнитный);
ЭР – электронный расцепитель.

количество полюсов	количество полюсов с расцепителями	РТ	РЭ	ЭР	условное обозначение исполнения	наличие исполнения у выключателя					
						ВА57–31	ВА57Ф35	ВА57–35	ВА57–35–35	ВА57–39	ВА57–39–35
3	3	–	●	–	33	●	●	●	–	●	–
		●	●	–	34	●	●	●	–	●	–
		–	–	●	35	–	–	–	●	–	●
2*	2	–	●	–	83	●	●	●	–	●	–
		●	●	–	84	●	●	●	–	●	–
3**	2	–	●	–	63	–	–	●	–	●	–
		●	●	–	64	–	–	●	–	●	–

* – Выключатели двухполюсного исполнения: переменного тока частой 50 Гц до 660 В или постоянного тока до 220 В.

** – Выключатели постоянного тока до 440 В.

ВА57 Х ХХ–ХХ **ХХ** ХХ–ХХ ХХ — Условное обозначение сочетания дополнительных сборочных единиц

количество свободных контактов		независимый расцепитель	нулевой расцепитель напряжения	минимальный расцепитель напряжения	вспомогательный контакт сигнализации	условное обозначение исполнения	наличие исполнения у выключателя					
без привода[1)]	с приводом						ВА57–31	ВА57Ф35	ВА57–35	ВА57–35–35[2)]	ВА57–39	ВА57–39–35[2)]
—	—	—	—	—	—	00	•	•	•	•	•	•
2р+2з	1р+2з	—	—	—	—	11	•	•	•	•	•	•
—	—	•	—	—	—	12	•	•	•	—	•	—
—	—	—	—	•	—	13	—	•	•	—	•	—
—	—	—	•	—	—	15	—	•	•	—	•	—
2р+1з	1р+1з	•	—	—	—	18	•	•	•	—	•	—
2р+2з	1р+2з	—	—	•	—	23	—	•	•	—	•	—
2р+2з	1р+2з	—	•	—	—	25	—	•	•	—	•	—
—	—	—	—	—	•	45	—	•	•	•	•	•
2р+2з	1р+2з	—	—	—	•	46	—	•	•	•	•	•
2р+1з	1р+1з	•	—	—	•	47	—	•	•	—	•	—
—	—	—	•	—	•	49	—	•	•	—	•	—
—	—	—	—	•	•	52	—	•	•	—	•	—
2р+2з	1р+2з	—	•	—	•	54	—	•	•	—	•	—
2р+2з	1р+2з	—	—	•	•	56	—	•	•	—	•	—
—	—	•	—	—	•	62	—	•	•	—	•	—

[1)] – Наличие привода электромагнитного у выключателя указано в следующей табл.

[2)] – В модификациях ВА57–35–35 и ВА57–39–35 расцепитель независимый (РН) встроен в выключатель.

ВА57 Х ХХ–ХХ ХХ **ХХ**–ХХ ХХ — Условное обозначение вида привода и дополнительных механизмов

стационарное исполнение				выдвижное исполнение		условное обозначение исполнения	наличие исполнения у выключателя					
ручной привод	электромагнитный привод	ручной привод для оперирования через дверь	устройство для запирания в положении «отключено»	ручной привод для оперирования через дверь	электромагнитный привод		ВА57–31	ВА57Ф35	ВА57–35	ВА57–35–35	ВА57–39	ВА57–39–35
•	—	—	—	—	—	10	•	•	•	•	•	•
—	•	—	—	—	—	30	—	•	•	—	•	•
—	—	•	—	—	—	15	—	•	•	•	•	•
•	—	—	•	—	—	16	—	•	•	—	•	•
—	—	—	—	•	—	50	—	—	•	—	•	•
—	—	—	—	—	•	70	—	—	•	—	•	•

ВА57 Х ХХ–ХХ ХХ ХХ–**ХХ** ХХ	Условное обозначение степени защиты выключателя – 20 (IP20; степень защиты зажимов – IP00)
ВА57 Х ХХ–ХХ ХХ ХХ–ХХ **ХХ**	Обозначение климатического исполнения и категории размещения: УХЛ3; Т3

Свободные контакты, характеристики которых даны в таблице 2.59, используются в системах автоматики для сигнализации о положении силовых контактов выключателя, а ***вспомогательные контакты сигнализации автоматического отключения*** (табл. 2.59) предназначены для сигнализации аварийного срабатывания аппарата.

Таблица 2.59

Характеристики контактов

Категория применения	Условный тепловой ток, А	Номинальное значение рабочего тока, А, при рабочих напряжениях			Коэффициент мощности, cosφ	Постоянная времени цепи, мс
		220 В	380 В	660 В		
Свободные контакты						
АС–15	4	1,5	1,0	0,5	0,7	—
DC–13		3,0	—	—	—	15
Вспомогательные контакты сигнализации						
—	2	2	2	—	0,5	—

Независимый расцепитель отключает выключатель при подаче на катушку электромагнита напряжения от внешнего источника (табл. 2.60). Является устройством кратковременного действия, для исключения его повреждения используется в комбинации с блок-контактом, который снимает напряжение с катушки РН после срабатывания аппарата. Независимый расцепитель, встроенный в автоматы ВА57–35–35 и ВА57–39–35, обеспечивает дистанционное отключение выключателя через клеммы электронного расцепителя. Его номинальное напряжение 12 и 24 В постоянного тока, 220 В переменного тока частотой 50/60 Гц.

Таблица 2.60

Характеристики независимого, нулевого и минимального расцепителей

Род тока	Номинальное напряжение цепи управления, В	
	независимый расцепитель	нулевой и минимальный расцепители
Переменный ток частотой 50/60 Гц	110; 127; 220; 230; 240; 380; 400*; 415*; 440*; 550*; 660*	24; 110; 127; 220; 230; 240; 380; 400; 415; 440; 550; 660
Постоянный ток	24*; 110; 220	110; 220

* – кроме РН выключателей ВА57–31

Нулевой и минимальный расцепители напряжения отключают автоматический выключатель при недопустимом снижении напряжения. Расцепитель минимального напряжения представляет собой электромагнит, постоянно удерживаемый в притянутом состоянии при напряжении в сети свыше $0{,}7 \cdot U_{ном}$. Понижение напряжения в сети ниже этого уровня приводит к срабатыванию минимального расцепителя. Расцепители минимального напряжения применяют в цепях отключения потребителей, не допускающих работу на пониженном напряжении, или запуск которых при автоматическом восстановлении питания нежелателен. Аналогичные функции выполняет расцепитель нулевого напряжения. По устройству и принципу действия он подобен расцепителю минимального напряжения и отличается тем, что срабатывает при напряжении в сети менее $0{,}35 \cdot U_{ном}$.

Схема выключателей ВА57 с дополнительными сборочными единицами приведена на рис. 2.119.

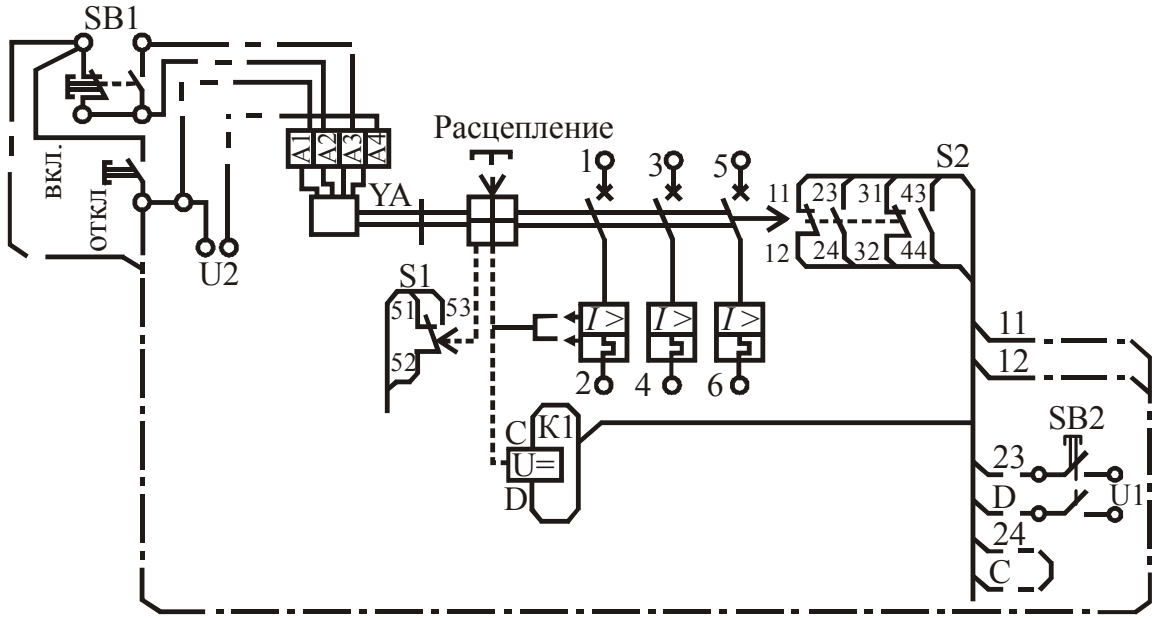


Рис. 2.119. Схема выключателей ВА57 с электромагнитным приводом, независимым расцепителем, вспомогательными контактами сигнализации автоматического отключения и свободными контактами: SB1 – выключатель кнопочный привода электромагнитного; SB2 – выключатель кнопочный независимого расцепителя; YA – привод электромагнитный; S1 – контакты вспомогательные; S2 – контакты свободные; K1 – расцепитель независимый; U1 – напряжение питания независимого расцепителя; U2 – напряжение питания привода электромагнитного

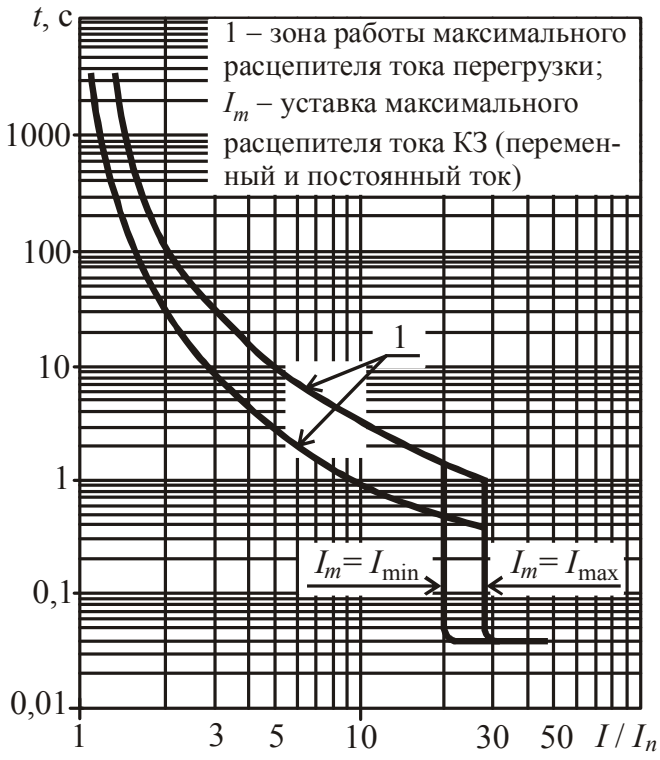
Автоматические выключатели ВА57–31 – токоограничивающие аппараты с высокой коммутационной способностью. Предназначены для работы в электроустановках напряжением до 660 В. Характеристики их расцепителей и коммутационные возможности отражены в таблице 2.61. Защита от токов перегрузки к короткого замыкания выполняется в соответствии с приведенными на рис. 2.120 и 2.121 времятоковыми характеристиками.

Таблица 2.61

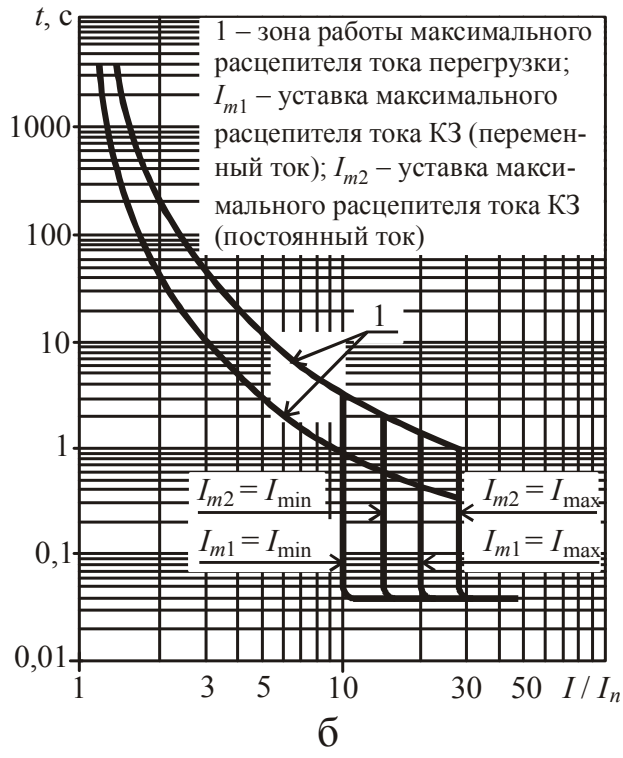
Характеристики расцепителей и коммутационные возможности автоматических выключателей ВА57–31

Тип выключателя	Номинальный ток выключателя, А	Номинальный ток теплового расцепителя, А	Уставки по току срабатывания электромагнитного расцепителя*, А		Номинальная предельная наибольшая отключающая способность (I_{CU}), kA, I_{CS} = 50% I_{CU}				
					действующее значение тока при переменном напряжении и коэффициенте мощности цепи				при постоянном напряжении 220 В и постоянной времени цепи 10 мс
			при переменном токе	при постоянном токе	380 В	cosφ	660 В	cosφ	
ВА57–31 34ХХХХ ВА57–31 84ХХХХ	16	16	400	400	4	0,5	3	0,5	20
	20	20		400; **500**	6				
	25	25			25	0,25			40
	31,5	31,5			40	0,2	6	0,3	75
	40	40							
	50	50	400; **800**	500; **1000**					
	63	63							
	80	80	400; 800; **1200**	500; 1000; **1200**					
	100	100							
ВА57–31 33ХХХХ ВА57–31 83ХХХХ	100	—	400; 800; **1200**	500; 1000; **1200**					

* - отклонение уставок по току срабатывания электромагнитного расцепителя ±20%



а



б

Рис. 2.120. Времятоковые характеристики выключателей ВА57–31 с холодного состояния: а – номинальный ток теплового максимального расцепителя 16 А; б – номинальные токи тепловых максимальных расцепителей тока 20; 25; 31,5; 40 А



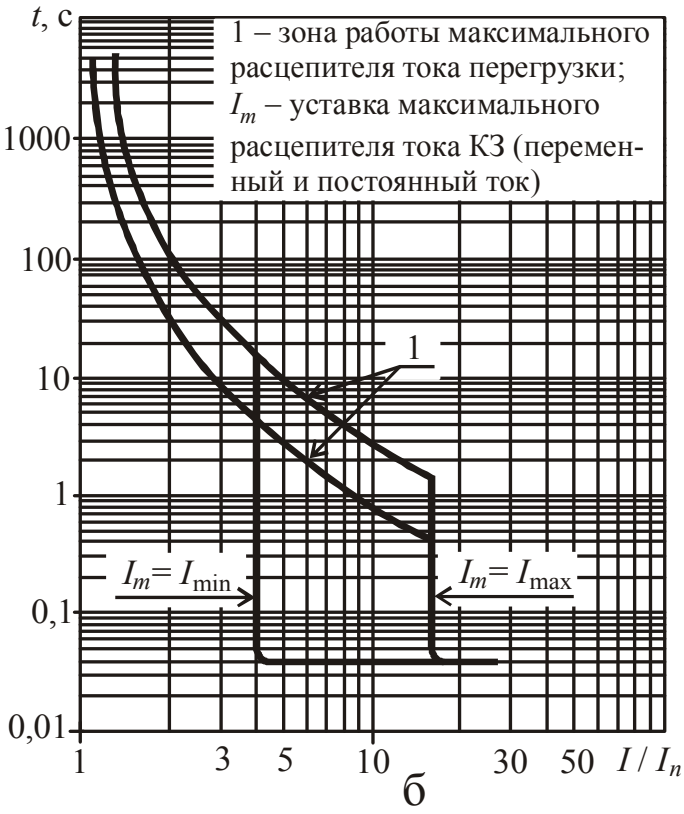


Рис. 2.121. Времятоковые характеристики выключателей ВА57–31 с холодного состояния: а – номинальные токи тепловых максимальных расцепителей тока 50; 63 А; б – номинальные токи тепловых максимальных расцепителей тока 80; 100 А

Автоматические выключатели ВА57Ф35 (табл. 2.62) рассчитаны для эксплуатации в электроустановках с номинальным рабочим напряжением до 380 В переменного тока, а токоограничивающие выключатели ВА57–35 (табл. 2.63) – до 660 В. Их защитные характеристики даны на рис. 2.122 и 2.123.

Таблица 2.62

Характеристики расцепителей и коммутационные возможности автоматических выключателей ВА57Ф35

Тип выключателя	Номинальный ток выключателя, А	Номинальный ток теплового расцепителя, А	Уставка по току срабатывания электромагнитного расцепителя*, А		Номинальная предельная наибольшая отключающая способность (I_{CU}), kA, I_{CS} = 50% I_{CU}		
					действующее значение тока при переменном напряжении к коэффициенте мощности цепи		при постоянном напряжении 220 В и постоянной 10 мс
			при переменном токе	при постоянном токе	380 В	cosφ	
ВА57Ф35 34XXXX ВА57Ф35 84XXXX	16	16	80; 125; 160; 200; **320**	80; 125; 160; 200; **320**	3,5	0,8	5
	20	20	80; 100; 200; 250; **320**	80; 100; 200; 250; **320**	6,0	0,7	6
	25	25	100; 125; 250; **320**	100; 125; 250; **320**	9,0	0,5	8
	31,5	31,5	100; 125; 160; 320; 400; **630**	100; 125; 160; 320; 400; **630**	10	0,5	15
	40	40	125; 160; 250; 400; 500; **630**	125; 160; 250; 400; 500; **630**			
	50	50	160; 250; 500; **630**	160; 250; 500; **630**			
	63	63	500; 800; **1250**	500; 800; **1250**			
	80	80	500; 800; 1000; **1250**	500; 800; 1000; **1250**			
	100	100	500; 1000; **1250**	500; 1000; **1250**			
	125	125	500; 800; **1250**; 1600	500; 800; **1250**; 1600			
	160	160	500; 800; 1000; **1600**; 2000	500; 800; 1000; **1600**; 2000			
	200	200	630; 1000; 1250; 2000; **2500**	630; 1000; 1250; 2000; **2500**			
	250	250	500; 750; 1000; 1250; 1600; **2500**	500; 750; 1000; 1250; 1600; **2500**			
ВА57Ф35 33XXXX ВА57Ф35 83XXXX	80	—	500; 800; 1000	500; 800; 1000	10	0,3	15
	250	—	500; 750; 1000; 1250; 1600; 2500	500; 750; 1000; 1250; 1600; 2500			

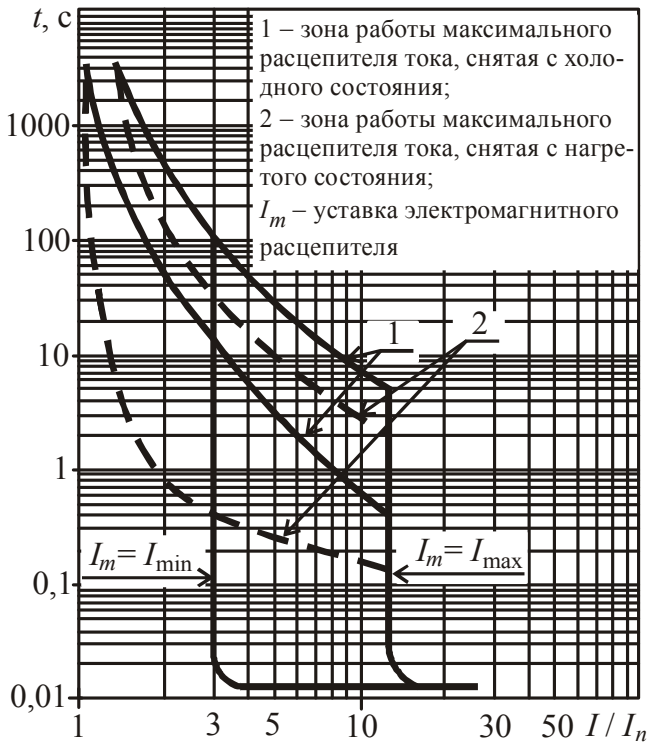
* – отклонение уставок по току срабатывания электромагнитного расцепителя ±20%

Таблица 2.63

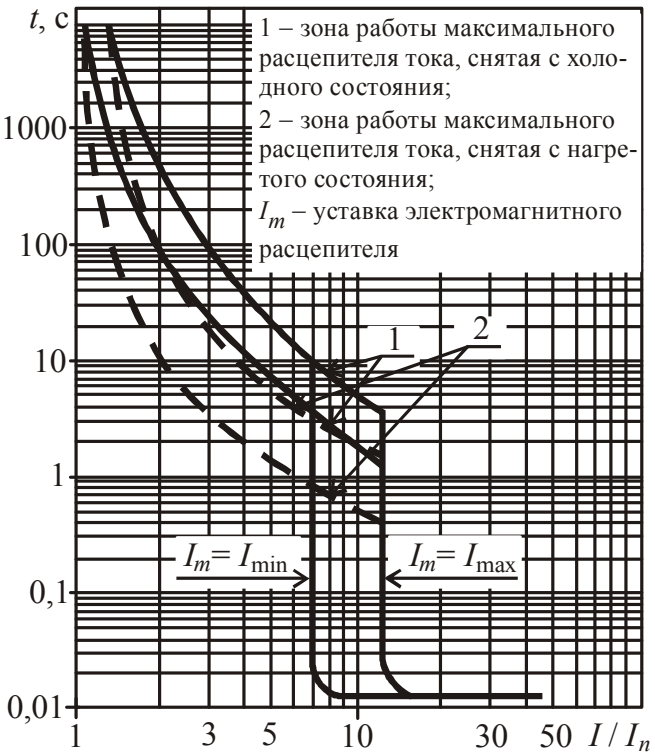
Характеристики расцепителей и коммутационные возможности автоматических выключателей ВА57–35

Тип выключателя	Номинальный ток выключателя, А	Номинальный ток теплового расцепителя, А	Уставки по току срабатывания электромагнитного расцепителя*, А		Номинальная предельная наибольшая отключающая способность (I_{CU}), kA, I_{CS} = 50% I_{CU}				
					действующее значение тока при переменном напряжении и коэффициенте мощности цепи				при постоянном напряжении 220 В и постоянной времени цепи 10 мс
			при переменном токе	при постоянном токе	380 В	cosφ	660 В	cosφ	
ВА57–35 34ХХХХ ВА57–35 64ХХХХ ВА57–35 84ХХХХ	16	16	80; 125; 160; 200; **320**	80; 125; 160; 200; **320**	3,5	0,8	3,5	0,8	5
	20	20	80; 100; 200; 250; **320**	80; 100; 200; 250; **320**	6,0	0,7	5,5	0,7	6
	25	25	100; 125; 250; **320**	100; 125; 250; **320**	9,0	0,5	6,0	0,7	8
	31,5	31,5	100; 125; 160; 320; 400; **630**	100; 125; 160; 320; 400; **630**	10	0,3	9,0	0,5	15
	40	40	125; 160; 250; 400; 500; **630**	125; 160; 250; 400; 500; **630**					25
	50	50	160; 250; 500; **630**	160; 250; 500; **630**	15	0,3	12	0,3	35
	63	63	500; 800; **1250**	500; 800; **1250**					40
	80	80	500; 800; 1000; **1250**	500; 800; 1000; **1250**	25	0,25	15	0,3	60
	100	100	500; 1000; **1250**	500; 1000; **1250**	30	0,25			80
	125	125	500; 800; **1250**; 1600	500; 800; **1250**; 1600	35	0,25			100
	160	160	500; 800; 1000; **1600**; 2000	500; 800; 1000; **1600**; 2000			18	0,3	
	200	200	630; 1000; 1250; 2000; **2500**	630; 1000; 1250; 2000; **2500**	40	0,2			110
	250	250	500; 750; 1000; 1250; 1600; **2500**	500; 750; 1000; 1250; 1600; **2500**					
ВА57–35 33ХХХХ ВА57–35 63ХХХХ ВА57–35 83ХХХХ	80	—	500; 800; 1000	500; 800; 1000	40	0,25	18	0,3	110
	250	—	500; 750; 1000; 1250; 1600; 2500	500; 750; 1000; 1250; 1600; 2500					

* – отклонение уставок по току срабатывания электромагнитного расцепителя ±20%

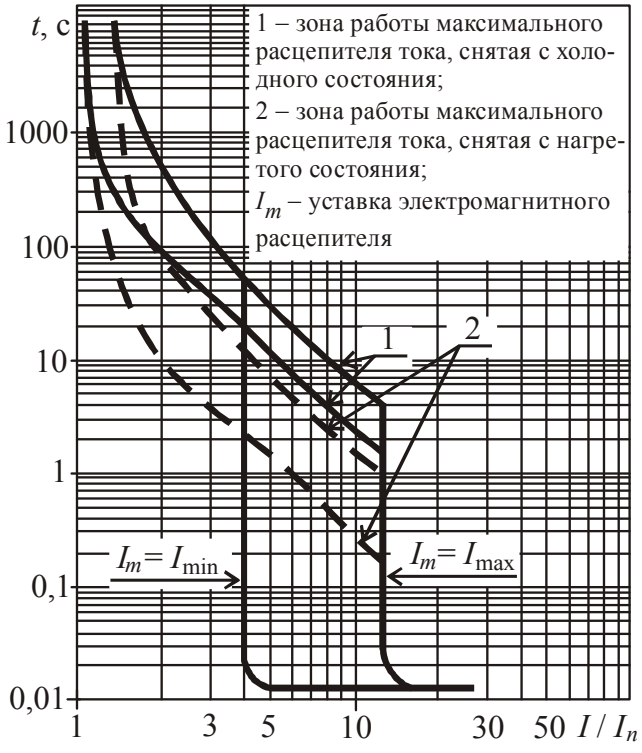


а

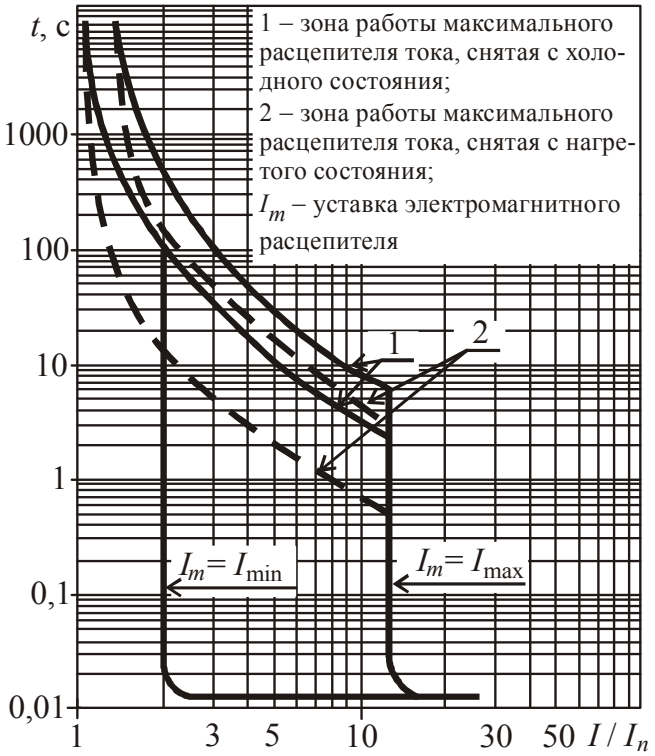


б

Рис. 2.122. Времятоковые характеристики автоматических выключателей ВА57Ф35, ВА57–35: а – номинальные токи тепловых максимальных расцепителей тока 16; 20; 25; 31,5; 40; 50 А; б – номинальные токи тепловых максимальных расцепителей тока 63; 80 А



а



б

Рис. 2.123. Времятоковые характеристики автоматических выключателей ВА57Ф35, ВА57–35: а – номинальные токи тепловых максимальных расцепителей тока 100; 125 А; б – номинальные токи тепловых максимальных расцепителей тока 160; 200; 250 А

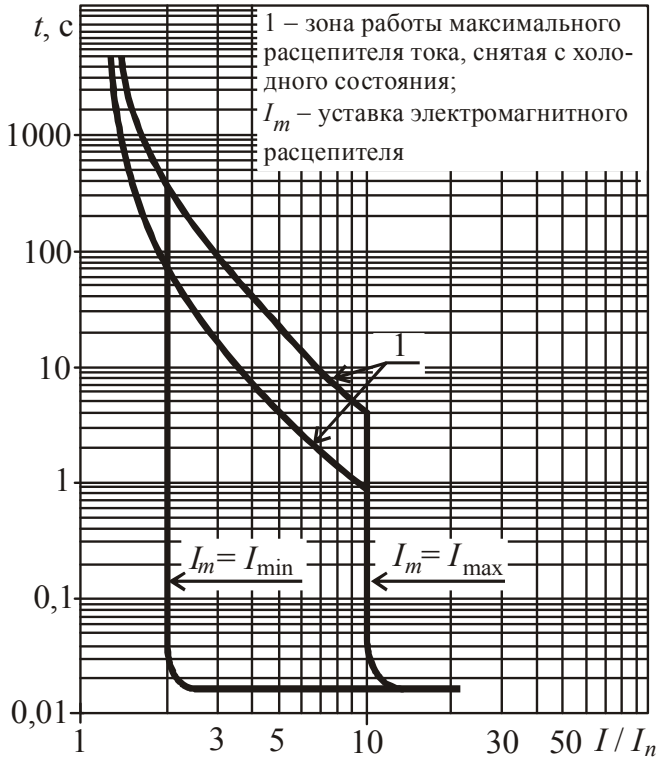
Уставки по току срабатывания токоограничивающих выключателей ВА57–39 с расцепителями токов КЗ и токов перегрузки соответствуют указанным в таблице 2.64, а защита выполняется в соответствии с времятоковыми характеристиками, приведенными на рис. 2.124.

Таблица 2.64

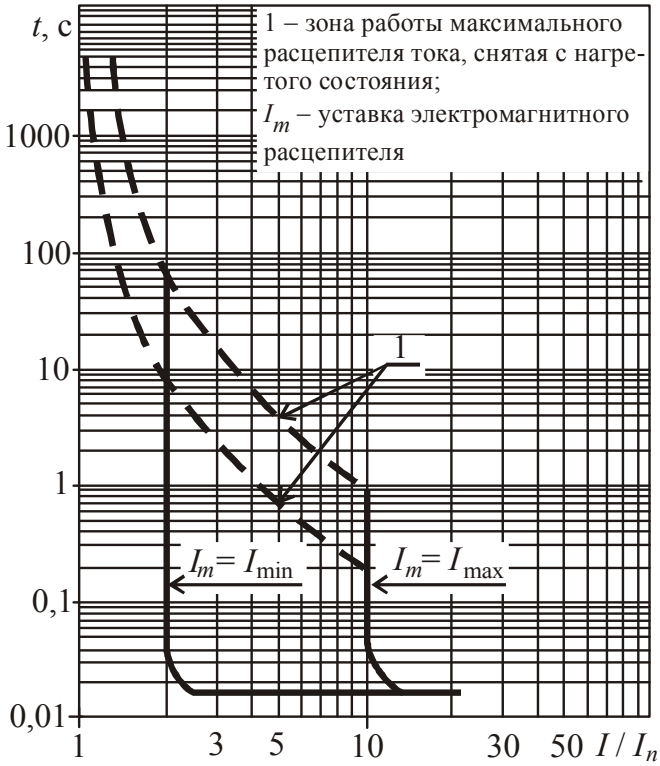
Характеристики расцепителей и коммутационные возможности автоматических выключателей ВА57–39

Тип выключателя	Номинальный ток выключателя, А	Номинальный ток теплового расцепителя, А	Уставки по току срабатывания электромагнитного расцепителя*, А		Номинальная предельная наибольшая отключающая способность (I_{CU}), kA, I_{CS} = 50% I_{CU}				
					действующее значение тока при переменном напряжении и коэффициенте мощности цепи				при постоянном напряжении 220 В и постоянной времени цепи 10 мс
			при переменном токе	при постоянном токе	380 В	cosφ	660 В	cosφ	
ВА57–39 34ХХХХ ВА57–39 64ХХХХ ВА57–39 84ХХХХ	250	250	1000; 1250; 1600; **2500**	1000; 1250; 1600; **2500**	40	0,25	18	0,3	50
	320	320	1000; 1250; 1600; 2000; 2500; **3200**	1000; 1250; 1600; 2000; 2500; **3200**					
	400	400	1000; 1250; 1600; 2000; 2500; **4000**	1000; 1250; 1600; 2000; 2500; **4000**					
	500	500	1000; 1600; 2000; 2500; **5000**	1000; 1600; 2000; 2500; **5000**					
	630	630	1250; 2000; 2500; 3200; 4000; **5000**	1250; 2000; 2500; 3200; 4000; **5000**					
ВА57–39 33ХХХХ ВА57–39 63ХХХХ ВА57–39 83ХХХХ	630		1000; 1250; 1600; 2000; 2500; 3200; 4000; 5000	1000; 1250; 1600; 2000; 2500; 3200; 4000; 5000	40	0,25	18	0,3	110

* – отклонение уставок по току срабатывания электромагнитного расцепителя ±20%



а



б

Рис. 2.124. Времятоковые характеристики выключателей ВА57–39, снятые с холодного (а) и нагретого состояния (б)

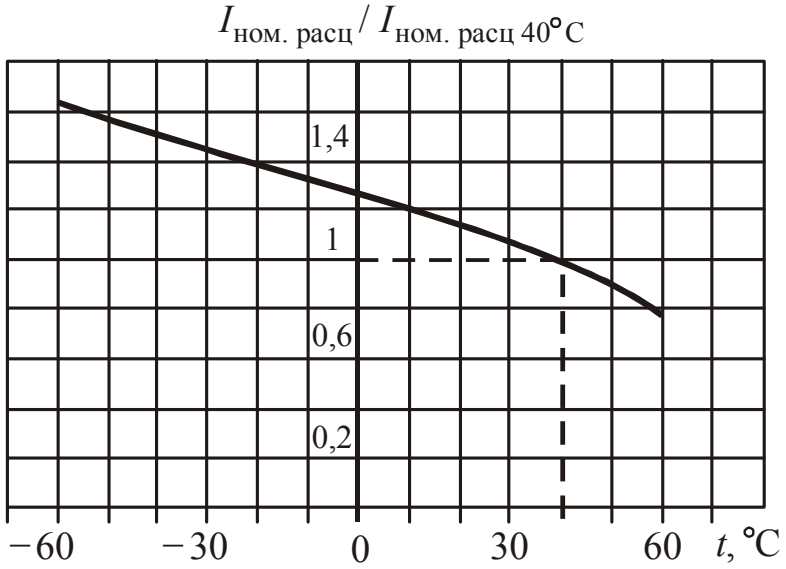


Рис. 2.125. Влияние температуры окружающей среды на номинальные рабочие токи максимальных расцепителей тока выключателей ВА57 ОАО «Дивногорский завод низковольтных автоматов»

Защитные характеристики выключателей ВА57 (рис. 2.120–2.124) даны при контрольной температуре +40°С. Зависимость номинальных рабочих токов максимальных расцепетелей от температуры окружающей среды приведена на рис. 2.125.

Трехполюсные автоматические выключатели ВА57 производства ОАО «Электроаппарат», г. Курск, предназначены для применения только в электрических цепях напряжением 400/690 В переменного тока частотой 50/60 Гц. Их номенклатура аналогична продукции ОАО «Дивногорский завод низковольтных автоматов» (табл. 2.61–2.64). Исключение – модификация ВА57–35: отсутствуют выключатели на номинальные токи от 16 до 50 А, а в аппаратах на номинальный ток 250 А не предусмотрены уставки электромагнитного расцепителя на токи 500, 750 и 1000 А. Имеются различия и в защитных характеристиках. Для аппаратов ОАО «Электроаппарат», г. Курск, при контрольной температуре +30°С они приведены на рис. 2.126–2.132, корректировка для других температур выполняется по рис. 2.133.

Тепловые максимальные расцепители тока при одновременной нагрузке всех полюсов и нормированной температуре окружающей среды:

- не срабатывают в течение менее двух часов при начале отсчета с холодного состояния при токе $1{,}05 \cdot I_{\text{н. расц}}$;
- срабатывают при токе $1{,}3 \cdot I_{\text{н. расц}}$ в течение менее двух часов при начале отсчета с нагретого состояния (током $1{,}05 \cdot I_{\text{н. расц}}$ в течение двух часов).

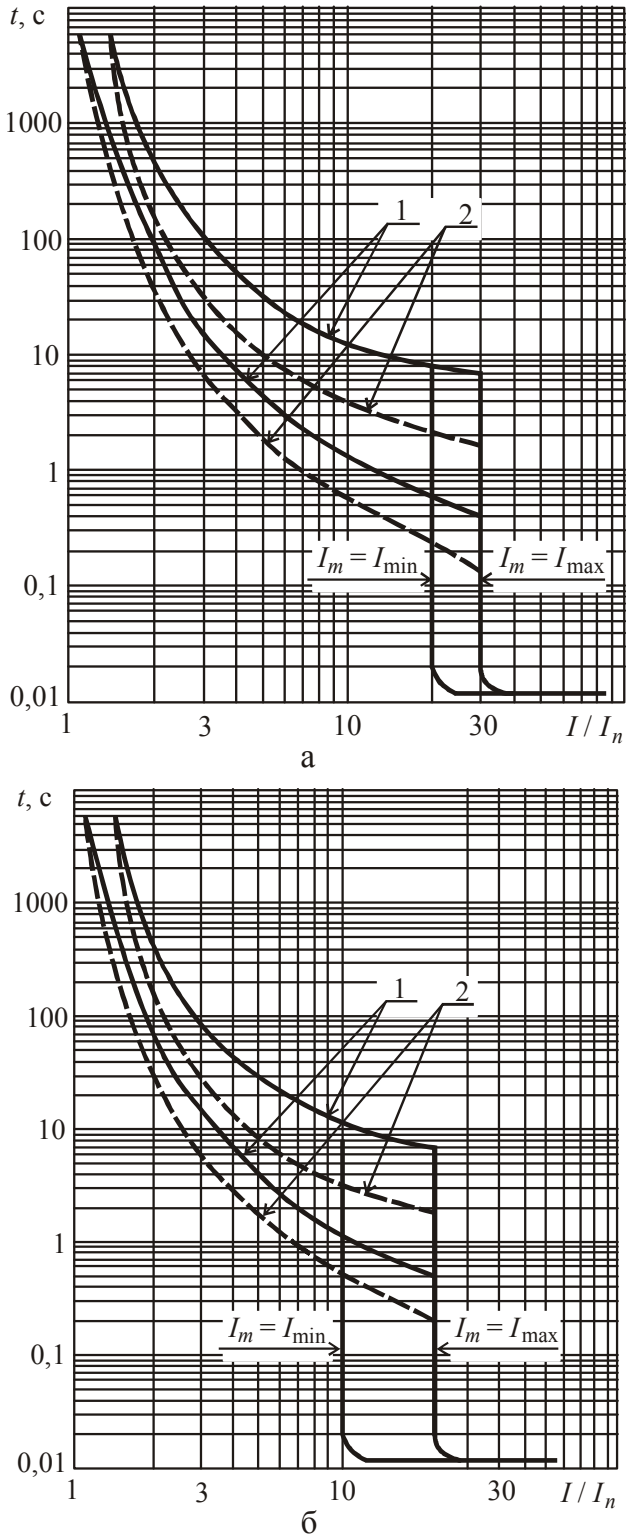


Рис. 2.126. Времятоковые характеристики выключателей серии ВА57–31 на ток 16 А (а) и на токи 20; 25; 31,5; 40 А (б): 1 – зона работы теплового максимального расцепителя тока, снятая с холодного состояния; 2 – зона работы теплового максимального расцепителя тока, снятая с нагретого состояния; I_m – уставка электромагнитного расцепителя тока КЗ

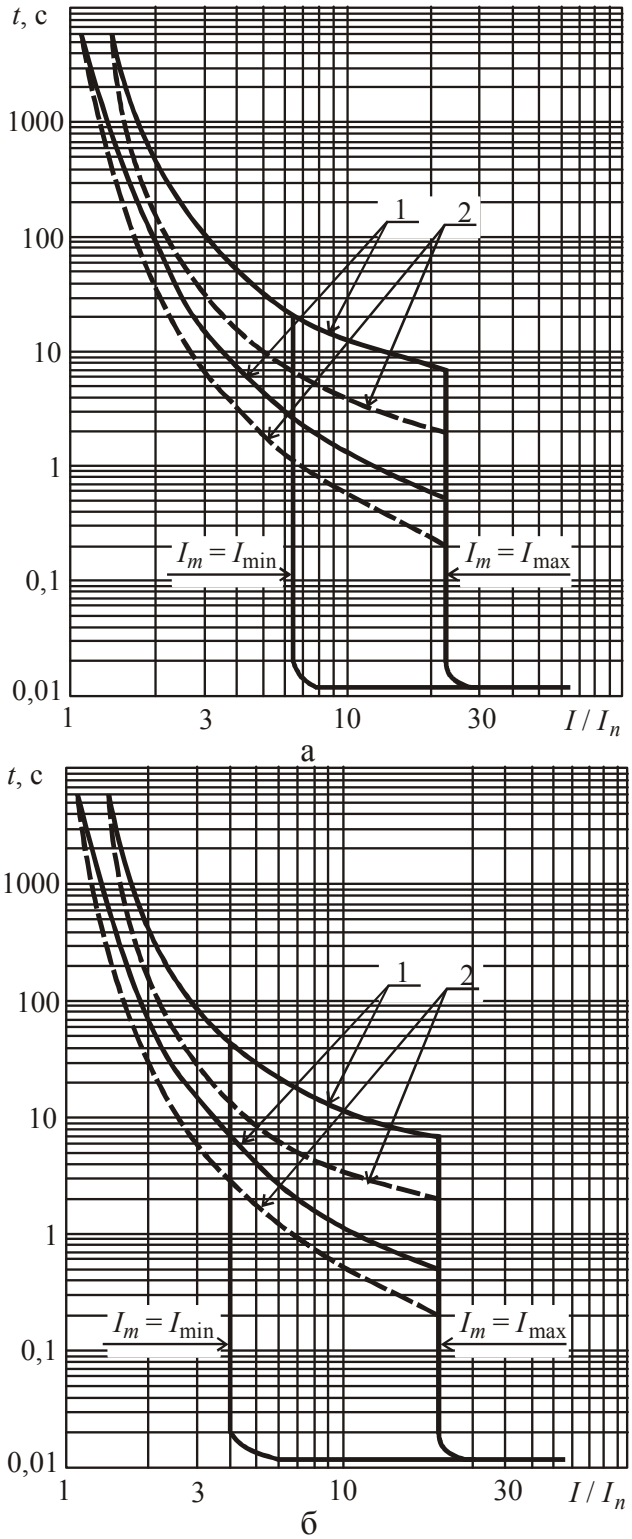


Рис. 2.127. Времятоковые характеристики выключателей серии ВА57–31 на токи 50; 63 А (а) и на токи 80; 100 А (б): 1 – зона работы теплового максимального расцепителя тока, снятая с холодного состояния; 2 – зона работы теплового максимального расцепителя тока, снятая с нагретого состояния; I_m – уставка электромагнитного расцепителя тока КЗ

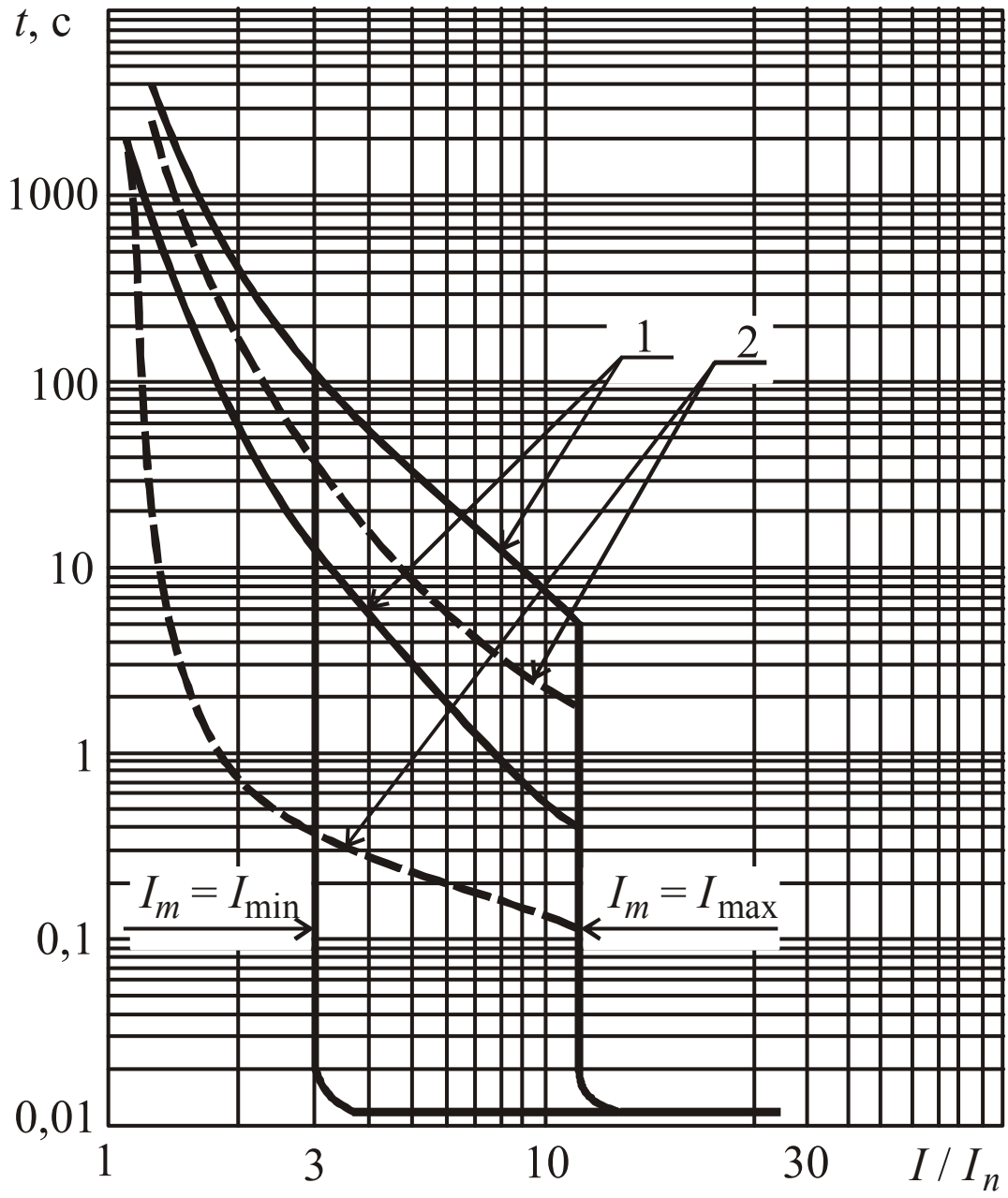


Рис. 2.128. Времятоковые характеристики выключателей серии ВА57Ф35 на токи 16; 20; 25; 31,5; 40; 50 А: 1 – зона работы теплового максимального расцепителя тока, снятая с холодного состояния; 2 – зона работы теплового максимального расцепителя тока, снятая с нагретого состояния; I_m – уставка электромагнитного расцепителя тока КЗ

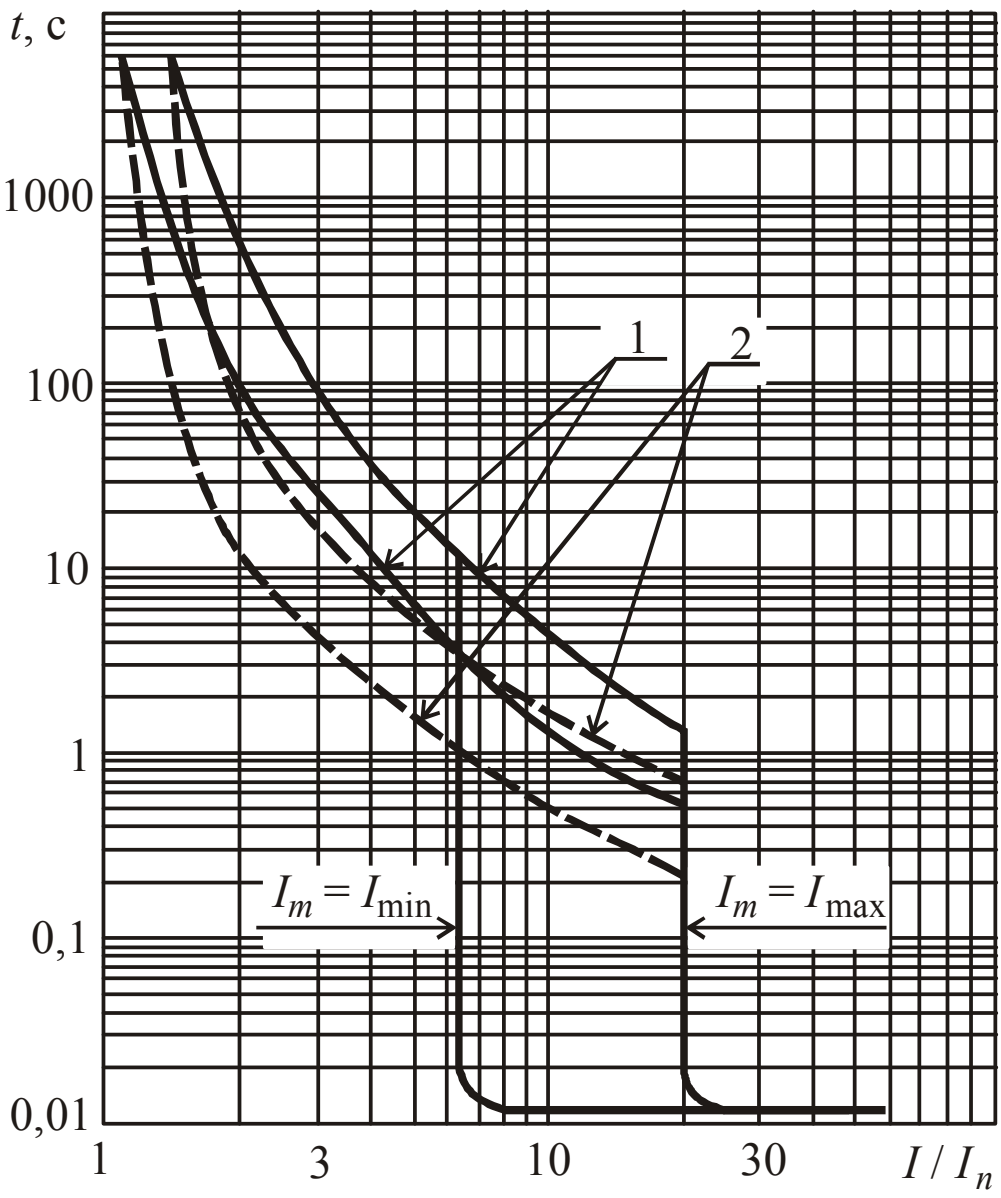
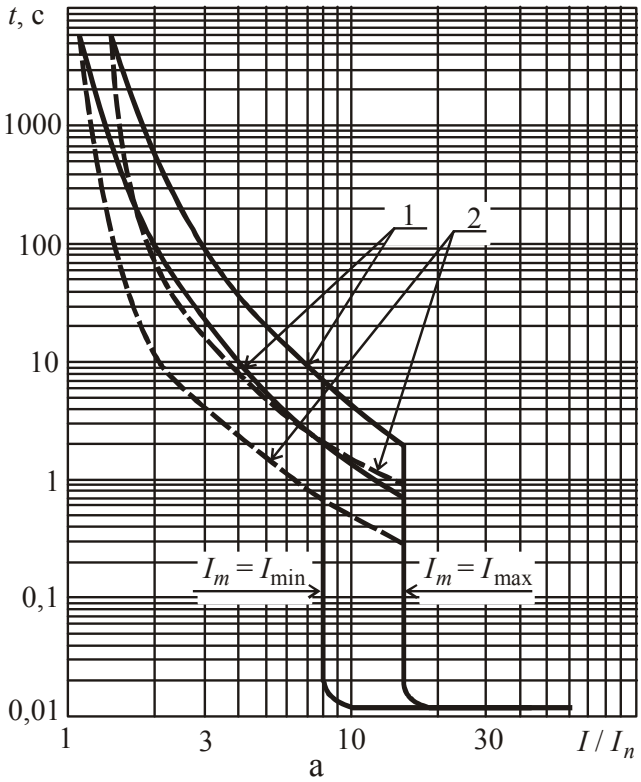
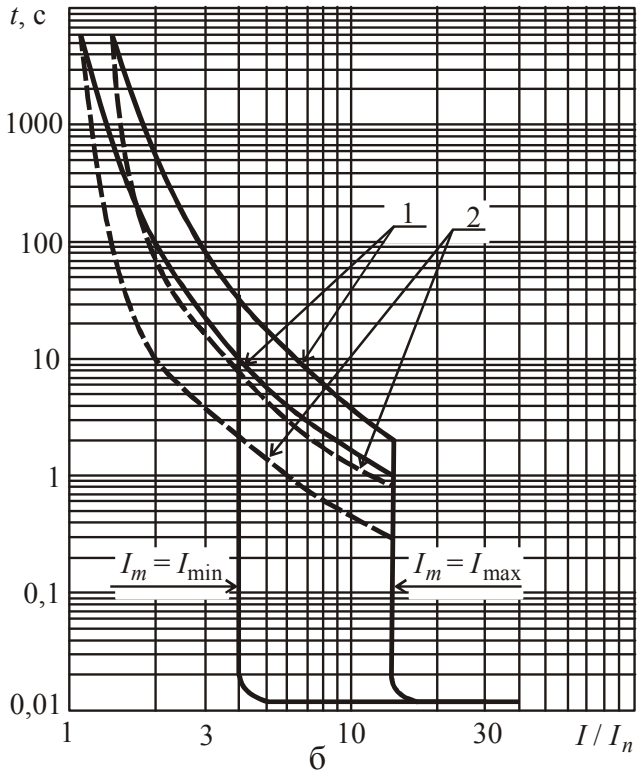


Рис. 2.129. Времятоковые характеристики выключателей серии ВА57–35 и ВА57Ф35 на ток 63 А: 1 – зона работы теплового максимального расцепителя тока, снятая с холодного состояния; 2 – зона работы теплового максимального расцепителя тока, снятая с нагретого состояния; I_m – уставка электромагнитного расцепителя тока КЗ

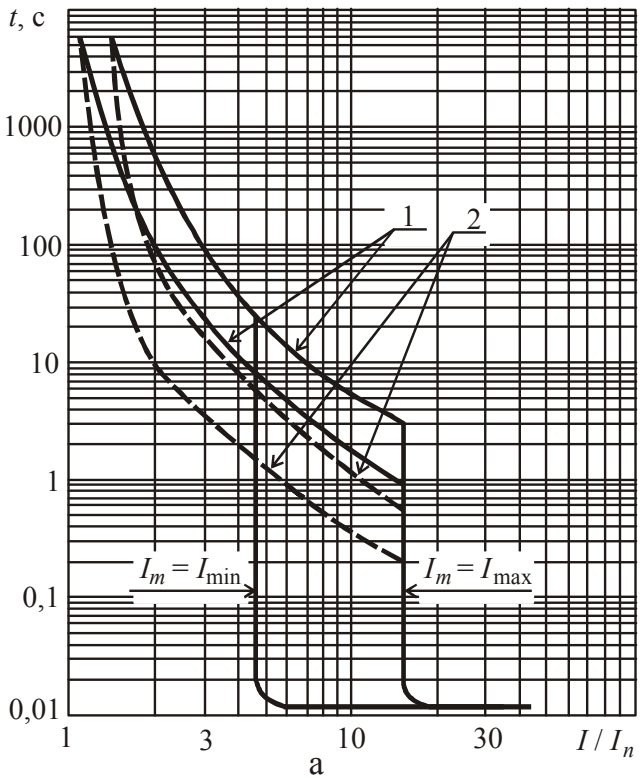


а

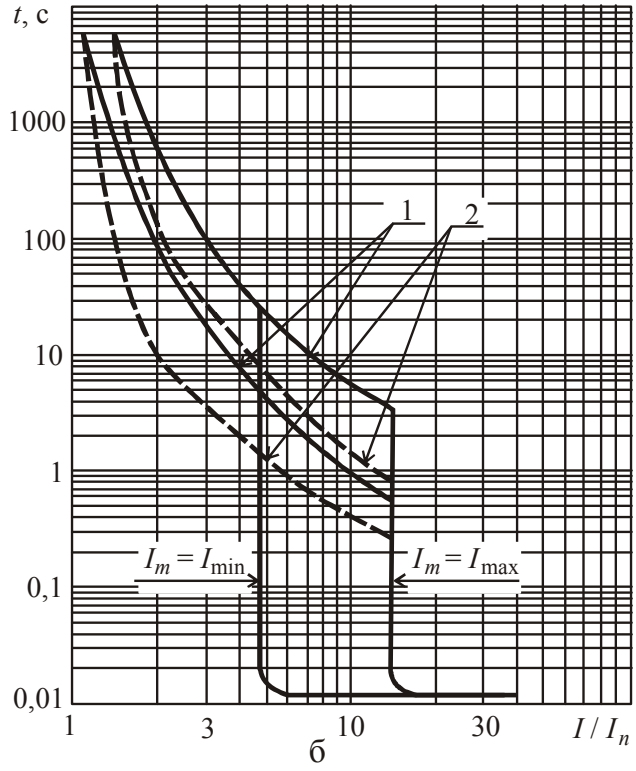


б

Рис. 2.130. Времятоковые характеристики выключателей серии ВА57–35 и ВА57Ф35 на токи 80 А (а) и 100 А (б): 1 – зона работы теплового максимального расцепителя тока, снятая с холодного состояния; 2 – зона работы теплового максимального расцепителя тока, снятая с нагретого состояния; I_m – уставка электромагнитного расцепителя тока КЗ

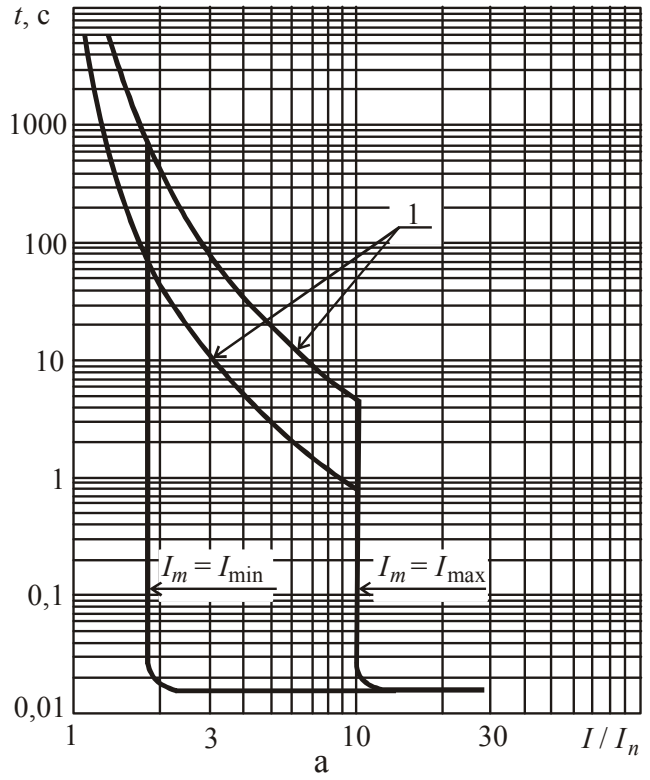


а

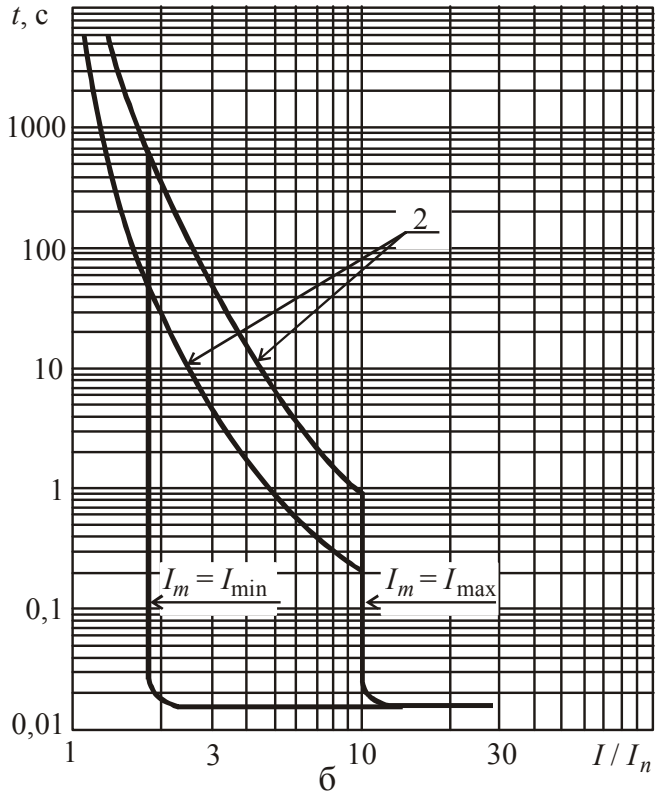


б

Рис. 2.131. Времятоковые характеристики выключателей серии ВА57–35 и ВА57Ф35 на токи 125 А (а) и 160, 200, 250 А (б): 1 – зона работы теплового максимального расцепителя тока, снятая с холодного состояния; 2 – зона работы теплового максимального расцепителя тока, снятая с нагретого состояния; I_m – уставка электромагнитного расцепителя тока КЗ



а



б

Рис. 2.132. Времятоковые характеристики выключателей серии ВА57–39, снятые с холодного(а) и нагретого (б) состояния: 1, 2 – зоны работы теплового максимального расцепителя тока; I_m – уставка электромагнитного расцепителя тока КЗ

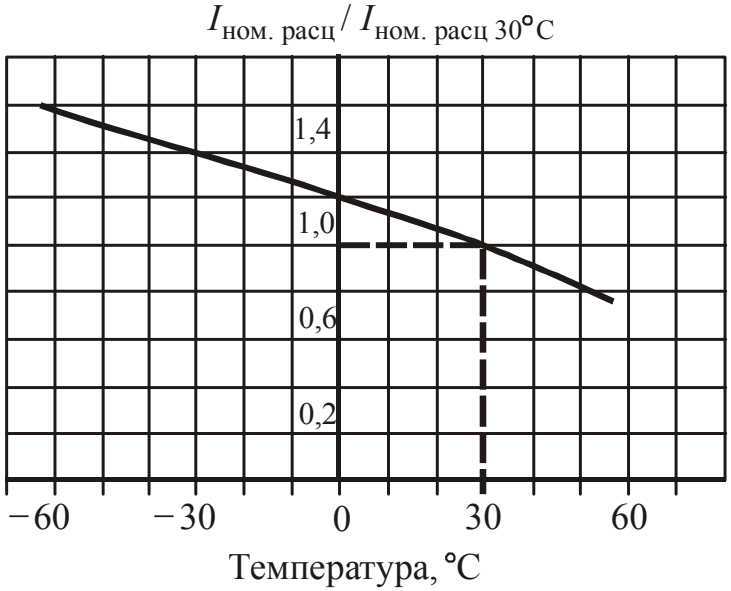


Рис. 2.133. Зависимость номинального рабочего тока выключателей ВА57 производства ОАО «Электроаппарат», г. Курск, от температуры окружающей среды

Автоматические выключатели серии ВА61–29 предназначены для промышленного и бытового применения. Структура их условного обозначения приведена на рис. 2.134, а основные технические данные – в таблице 2.65.

Выключатели имеют времятоковые характеристики, приведенные на рис. 2.135. При температуре, отличающейся от контрольной, для номинальных рабочих токов максимальных расцепителей вводится корректировка в соответствии с рис. 2.136.

Область применения выключателей:

- **тип B** предназначен для защиты электрических сетей административных и жилых зданий;
- **тип C** – для защиты электрических сетей административных и жилых зданий в качестве вводного выключателя и для потребителей с большими пусковыми токами;
- **тип D** – аналогично C, но с еще большими пусковыми токами;
- **тип Z** – для защиты измерительных цепей, цепей управления и других сетей с высоким сопротивлением;
- **тип L** – для защиты промышленных электрических сетей;
- **тип K** – для защиты промышленных электрических сетей, электродвигателей, ламп.

Время срабатывания тепловых расцепителей при нормированной температуре окружающей среды приведено в таблице 2.66.

Таблица 2.65

Основные технические данные выключателей

<table>
<tr><td colspan="3" rowspan="2">Тип выключателя</td><td colspan="5">ВА61–29
ГОСТ Р 50030.2</td><td colspan="5">ВА61–29
ГОСТ Р 50345</td></tr>
<tr><td>1Р</td><td>1Р+N</td><td>2Р</td><td>3Р</td><td>3Р+N</td><td>1Р</td><td>1Р+N</td><td>2Р</td><td>3Р</td><td>3Р+N</td></tr>
<tr><td colspan="2">Номинальное рабочее напряжение U_e, В</td><td>~50 Hz</td><td colspan="3">220</td><td colspan="2">380</td><td colspan="3">220</td><td colspan="2">380</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">Наибольшая предельная отключающая способность, I_{CU}</td><td>1,5 кА</td><td colspan="5">0,5…8 А (рис. 2.134)</td><td colspan="5">6,3…8 А (рис. 2.134)</td></tr>
<tr><td>3,0 кА</td><td colspan="10">10…63 А (рис. 2.134)</td></tr>
<tr><td colspan="3">Наибольшая рабочая отключающая способность I_{CS}, %</td><td colspan="10">100%; при установленном токоограничивающем блоке – 50%</td></tr>
<tr><td colspan="3">Категория применения</td><td colspan="10">А</td></tr>
<tr><td rowspan="6">Диапазон номинальных токов (рис. 2.134) с характеристикой</td><td>Z ($4{\cdot}I_{ном}$)</td><td colspan="5">0,5…63 А</td><td colspan="5">—</td></tr>
<tr><td>L($8{\cdot}I_{ном}$)</td><td colspan="5">0,5…63 А</td><td colspan="5">—</td></tr>
<tr><td>K($12{\cdot}I_{ном}$)</td><td colspan="5">0,5…40 А</td><td colspan="5">—</td></tr>
<tr><td>B($(3–5){\cdot}I_{ном}$)</td><td colspan="5">—</td><td colspan="5">6,3…63 А</td></tr>
<tr><td>C($(5–10){\cdot}I_{ном}$)</td><td colspan="5">—</td><td colspan="5">6,3…63 А</td></tr>
<tr><td>D($(10–20){\cdot}I_{ном}$)</td><td colspan="5">—</td><td colspan="5">6,3…40 А</td></tr>
<tr><td colspan="3">Контрольная температура тепловых расцепителей</td><td colspan="5">40°С</td><td colspan="5">30°С</td></tr>
<tr><td colspan="3">Область применения</td><td colspan="5">промышленные</td><td colspan="5">бытовые</td></tr>
</table>

Выключатели, изготавливаемые по ГОСТ Р 50030.2, комплектуются дополнительными сборочными единицами:

- расцепитель независимый (время срабатывания выключателя с момента подачи напряжения на катушку расцепителя не более 0,04 с);
- блок токоограничения (при использовании блока I_{CU} = 6 кА).

Таблица 2.66

Время срабатывания тепловых расцепителей выключателей ВА61–29

Тип	Ток	Время срабатывания
B, *C*, *D*	$1{,}13 \cdot I_{\text{ном. расц}}$	$t > 1$ ч
	$1{,}45 \cdot I_{\text{ном. расц}}$	$t < 1$ ч
	$2{,}55 \cdot I_{\text{ном. расц}}$	1 с $< t <$ 60 с для $I_{\text{ном. расц}} \leq 31{,}5$ А 1 с $< t <$ 120 с для $I_{\text{ном. расц}} > 31{,}5$ А
Z, *L*, *K*	$1{,}05 \cdot I_{\text{ном. расц}}$	$t > 1$ ч
	$1{,}3 \cdot I_{\text{ном. расц}}$	$t < 1$ ч

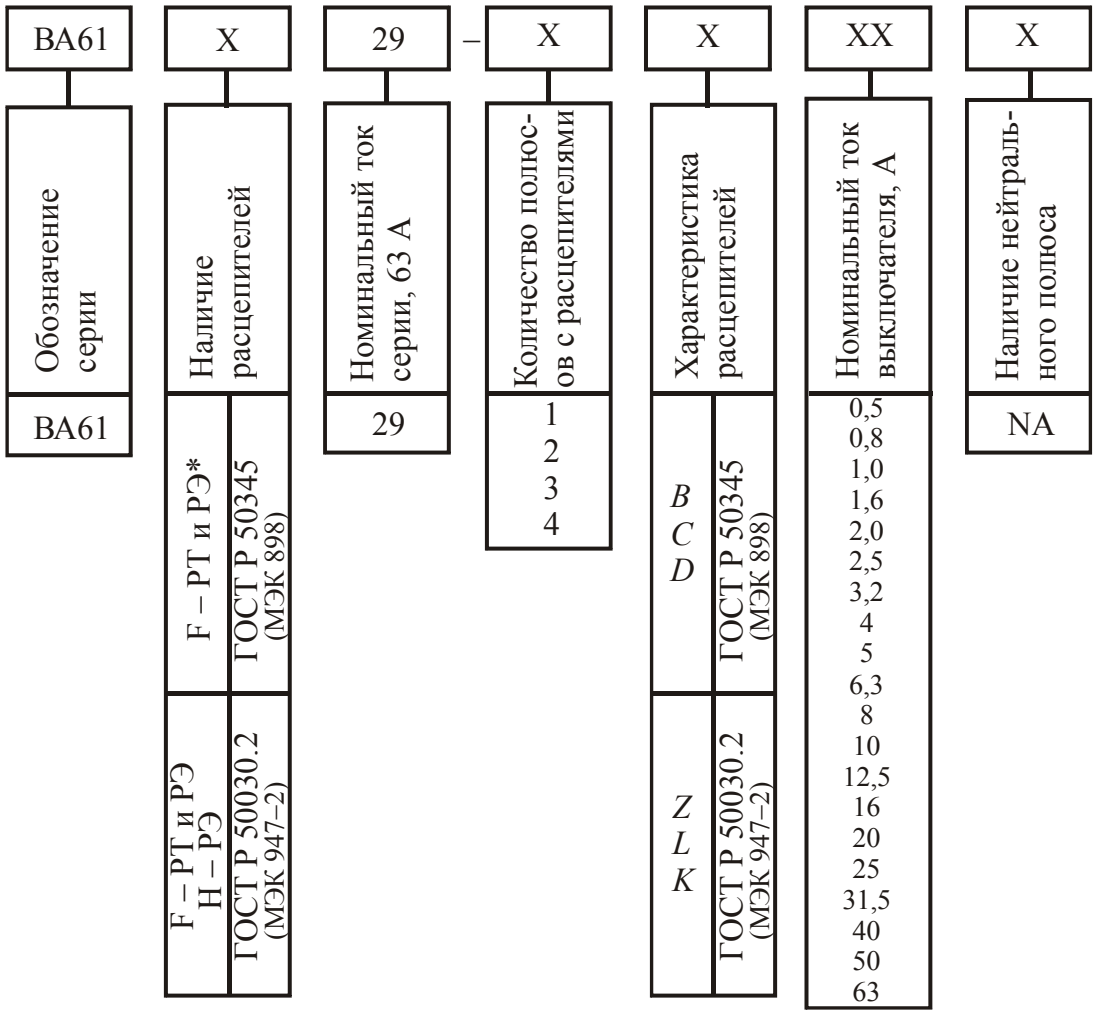


Рис. 2.134. Структура условного обозначения выключателя ВА61–29:
РТ – расцепитель токов перегрузки (тепловой); РЭ – расцепитель токов короткого замыкания (электромагнитный)

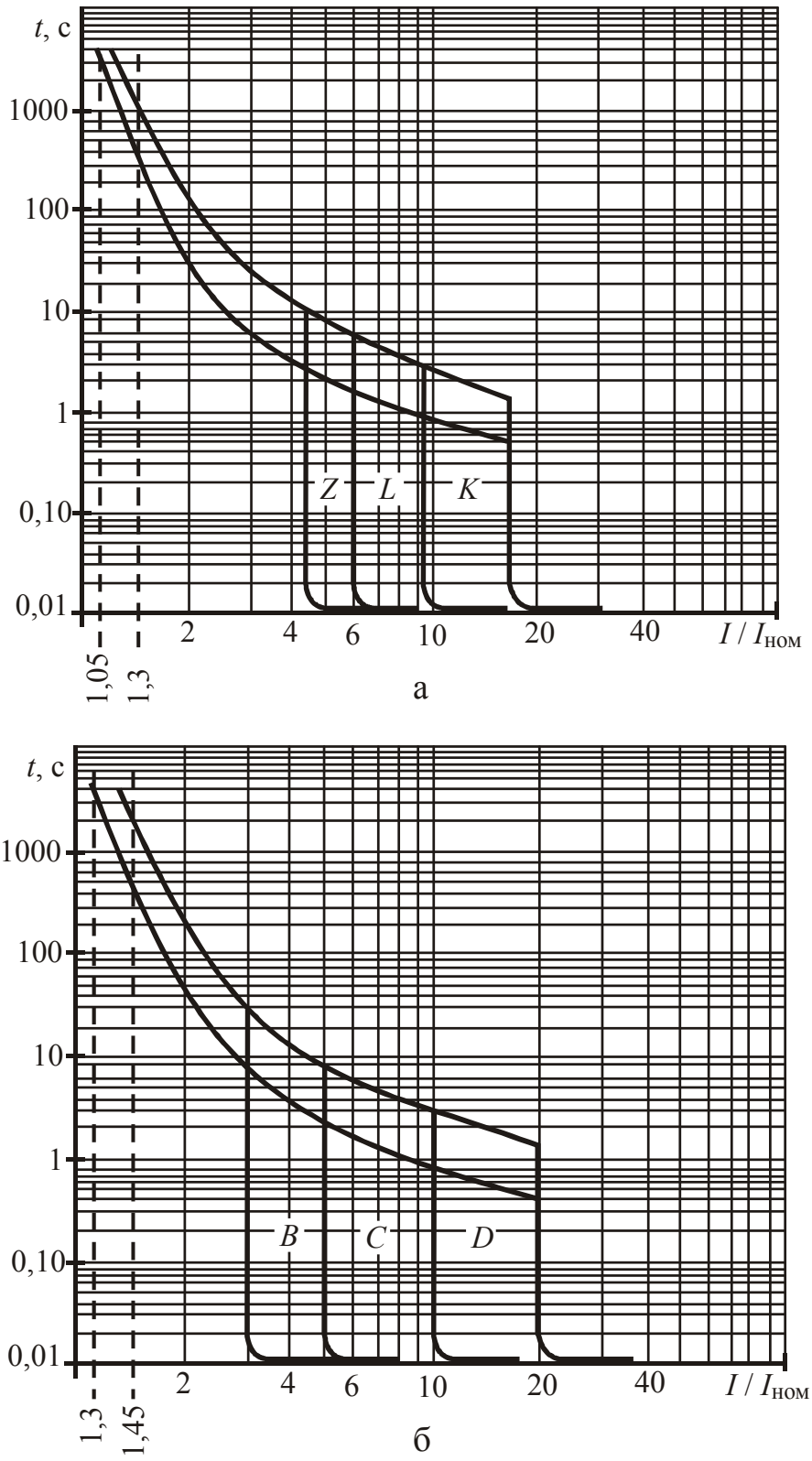


Рис. 2.135. Времятоковые характеристики BA61F29 при температуре +40 °C, характеристики Z, L, K (а), и при температуре +30 °C, характеристики B, C, D (б)

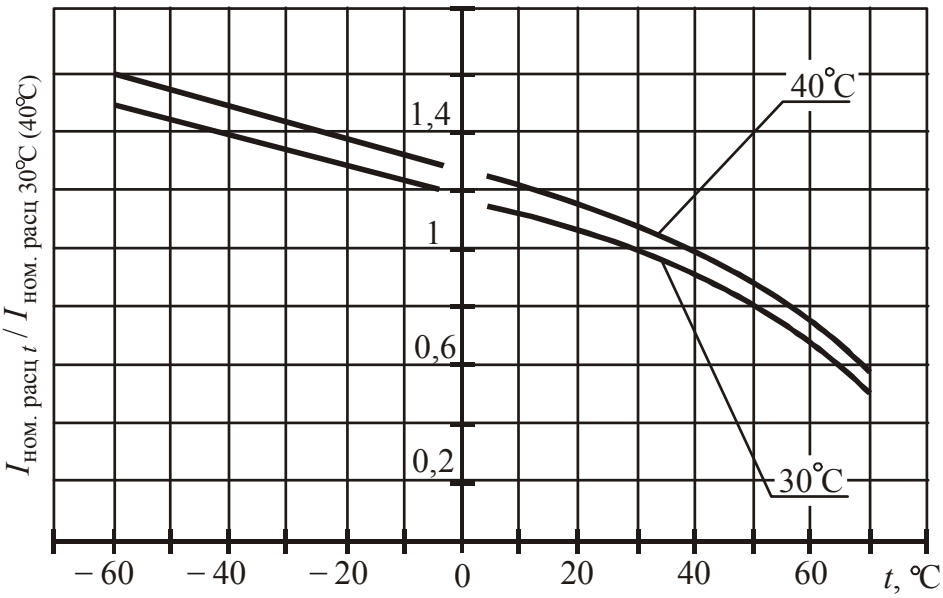


Рис. 2.136. Влияние температуры окружающей среды на номинальные рабочие токи максимальных расцепителей выключателей ВА61–29

Автоматические выключатели серий ВА76, ВА77, ВА78, ВА80 (табл. 2.67–2.69) предназначены для обеспечения нормального режима протекания тока в цепи, его отключения и защиту цепи при коротких замыканиях и перегрузках, а также для оперативных включений и отключений электрических цепей. Аппараты имеют модульное исполнение и крепятся на *DIN*–рейку. Область применения:

- тип *B* – применяется для защиты низковольтных электрических цепей административных и жилых зданий;
- тип *C* – применяется для защиты низковольтных электрических цепей административных и жилых зданий и для потребителей с небольшими пусковыми токами;
- тип *D* – применяется для защиты низковольтных электрических цепей административных и жилых зданий и для потребителей с большими пусковыми токами.

В выключателях серии ВА78 предусмотрена защита зажимных винтов от воздействия внешней среды и непреднамеренного касания.

Основные технические данные выключателей приведены в таблицах 2.67–2.69.

Автоматические выключатели серии ВА81–41 – токоограничивающие с электромагнитным расцепителем (табл. П1.1, рис. 2.139), предназначены для эксплуатации в электроустановках, а также допускается использование их для прямых пусков асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором и отключения вращающихся двигателей. Защитные характеристики выключателей приведены на рис. 2.139.

Таблица 2.67

Технические данные автоматических выключателей ВА76 «ЩИТ»

Параметры	Выключатель	
	ВА76–29	ВА76–31
Номинальный ток расцепителей $I_{ном.\ расц}$, А	1, 2, 3, 4, 6, 10, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63	80, 100
Номинальное рабочее напряжение, В	400	400
Номинальная частота, Гц	50	50
Число полюсов	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4
Характеристика расцепителя (тип)	$B(3–5)\cdot I_{ном}$; $C(5–10)\cdot I_{ном}$	$C(5–10)\cdot I_{ном}$; $D(10–20)\cdot I_{ном}$
Наибольшая предельная отключающая способность I_{CU}, А	3000	4500
Наибольшая рабочая отключающая способность I_{CS}, в % I_{CU}	100	100
Категория применения (ГОСТ 50030.2)	А	А
Климатическое исполнение	УХЛ3	УХЛ3
Сечение подключаемых проводников, мм^2	1,0÷25,0	2,5÷35,0

Таблица 2.68

Технические данные автоматических выключателей ВА77 и ВА78

Тип выключателя	$U_{н.в.}$, В	$I_{н.в.}$, А	Время-токовая характеристика	$I_{н.р.}$, А	Перегрузка		КЗ		Номинальная предельная наибольшая отключающая способность (I_{CU}), кА
					$I_{у(п)}$, А	$t_{ср}$, мин	$I_{у(КЗ)}$, А	$t_{ср}$, с	
ВА77–29 ЩИТ	400	63	*B* (рис. 3.137) и *C* (рис. 3.138)	1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 16, 20, 25, 32	$1{,}45\cdot I_{н.р.}$ $2{,}55\cdot I_{н.р}$	≤60 <2	«B» $5\cdot I_{н.р}$	<0,1	4,5
				40, 50, 63	$2{,}55\cdot I_{н.р.}$	<1	«C» $10\cdot I_{н.р}$		
ВА77–31	400	100	*C* и *D*	16, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100	$1{,}45\cdot I_{н.р.}$ $2{,}55\cdot I_{н.р}$ $2{,}55\cdot I_{н.р.}$	≤60 <2 <1	«C» $10\cdot I_{н.р}$ «D» $14\cdot I_{н.р}$	<0,1	4,5

Окончание таблицы 2.68

Тип выключателя	$U_{н.в.}$, В	$I_{н.в.}$, А	ВТОХО	$I_{н.р.}$, А	Перегрузка		КЗ		Номинальная предельная наибольшая отключающая способность (I_{CU}), кА
					$I_{у(п)}$, А	$t_{ср}$, мин	$I_{у(КЗ)}$, А	$t_{ср}$, с	
ВА78–29	400	63	*B*, *C* и *D*	1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 16, 20, 25, 32	1,45·$I_{н.р.}$ 2,55·$I_{н.р}$	≤60 <2	«B» 5·$I_{н.р}$ «C» 10·$I_{н.р}$	<0,1	6
				40, 50, 63	2,55·$I_{н.р.}$	<1	«D» 14·$I_{н.р}$		
ВА78–31	400	100	буквами не обозначена	63, 80, 100	1,3·$I_{н.р.}$	60	8·$I_{н.р}$ 12·$I_{н.р}$	от 0,2 до 5	6

Примечание: 1. ВТОХО – времятоковая характеристика отключения выключателя.
2. Наибольшая рабочая отключающая способность ВА77-29 ЩИТ (I_{CS}) – 100% I_{CU}.

Таблица 2.69

Технические данные автоматических выключателей ВА80 «ЩИТ»

Параметры	ВА80–29
Номинальный ток расцепителей $I_{ном. расц}$, А	1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63
Номинальное рабочее напряжение, В	400
Номинальная частота, Гц	50
Число полюсов	1, 2, 3, 4
Характеристика расцепителя (тип)	*B*(3–5)·$I_{ном. расц}$; *C*(5–10)·$I_{ном. расц}$
Наибольшая предельная отключающая способность I_{CU}, А	4500
Наибольшая рабочая отключающая способность I_{CS}, в % I_{CU}	100
Категория применения (ГОСТ 50030.2)	А
Климатическое искожение	УХЛ3
Сечение подключаемых проводников, мм^2	1,0÷25,0

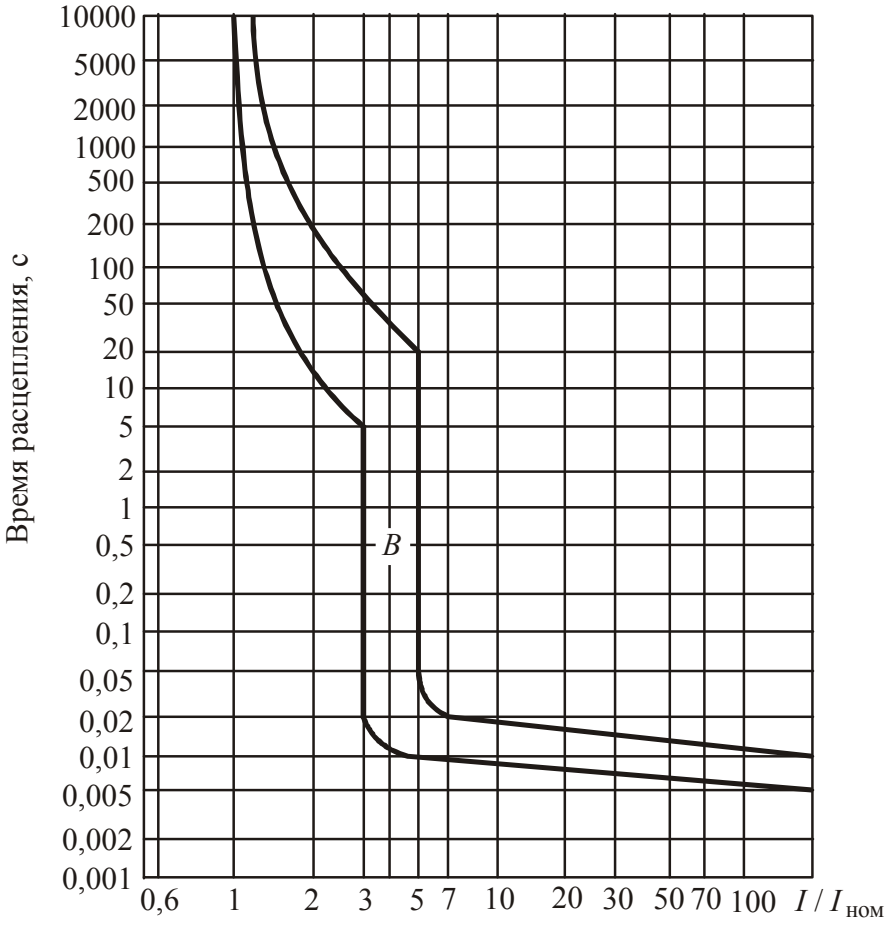


Рис. 2.137. Времятоковая характеристика отключения автоматического выключателя ВА77–29 «ЩИТ» (тип B)

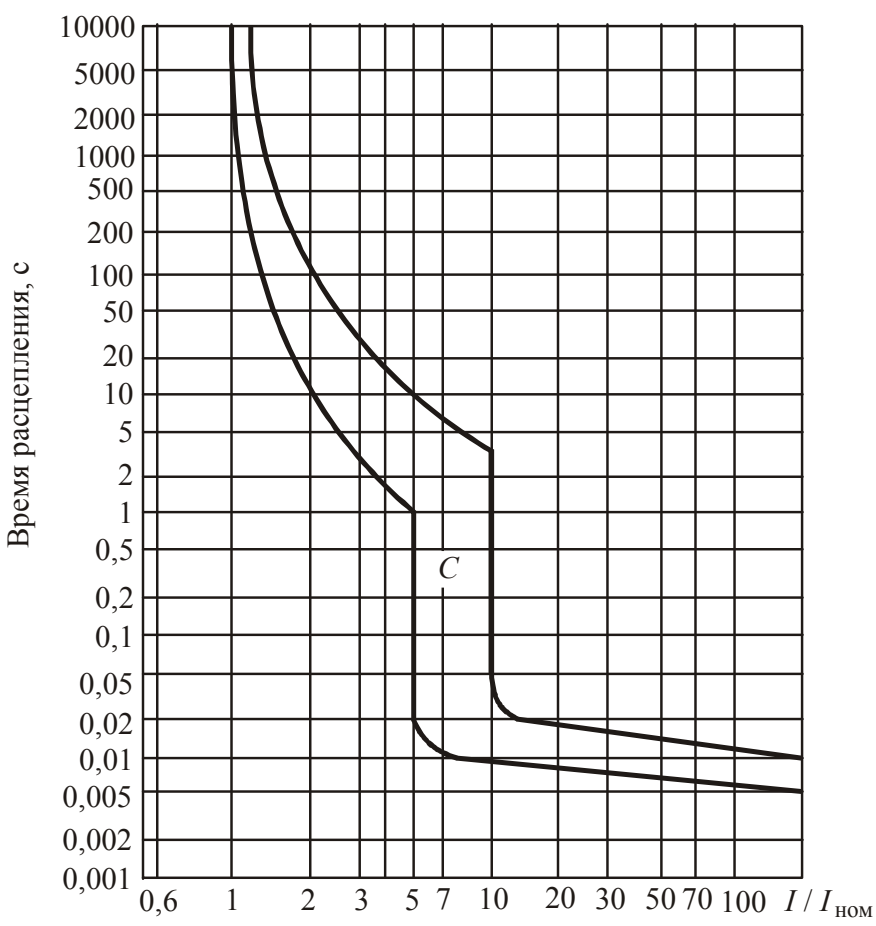


Рис. 2.138. Времятоковая характеристика отключения автоматического выключателя ВА77–29 «ЩИТ» (тип C)

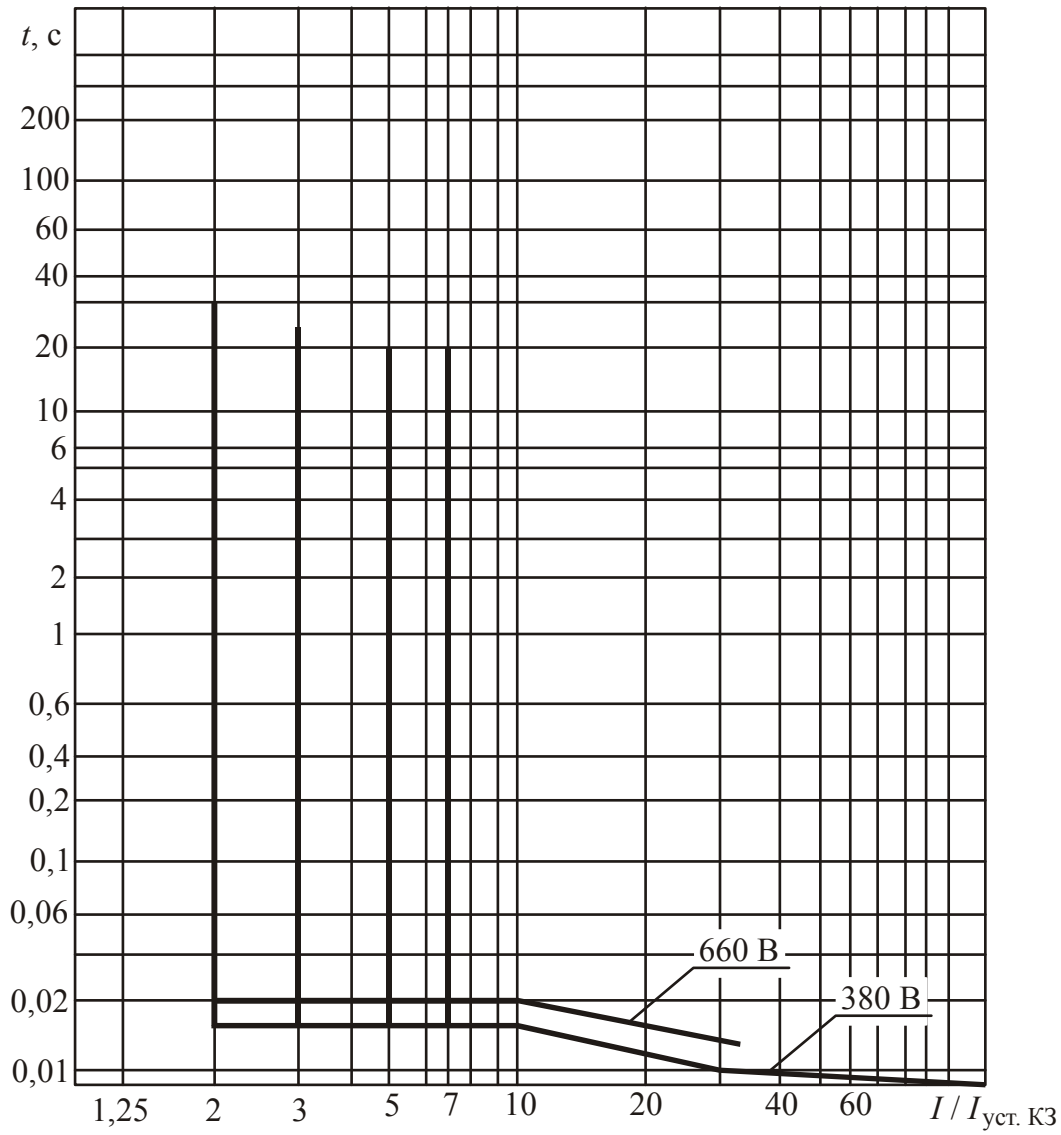


Рис. 2.139. Времятоковая характеристика отключения автоматического выключателя ВА81–41

Автоматические выключатели ВА87–41, не имеющие максимальных расцепителей тока, изготавливаются на базе селективных выключателей ВА85–41 (табл. П1.1 и 2.21) и сохраняют включенное положение до значений токов КЗ, соответствующих верхней границе зоны селективности для селективных включателей, а свыше этих токов отключают электрическую цепь. Полное время отключения цепи выключателем при номинальном токе с момента подачи рабочего напряжения на выводы катушки независимого расцепителя не более 0,065 с.

Автоматические выключатели серии ВА88 (табл. 2.70) являются электрическими коммутационными аппаратами трехфазного исполнения (трех- и четырехполюсные). Снабжены двумя системами защиты от

Таблица 2.70

Выключатели типа ВА88

Технические характеристики	ВА88–32	ВА88–33	ВА88–35	ВА88–37	ВА88–40	ВА88–43
Номинальное рабочее напряжение, В	400					
Максимальный номинальный ток (установочный габарит), А	125	160	250	400	800	1600
Количество полюсов	3	3	3	3	3	3
Расцепители*	тепловой, электромагнитный (рис. 2.140)	тепловой, электромагнитный (рис. 2.141)	тепловой, электромагнитный (рис. 2.142)	тепловой, электромагнитный (рис. 2.143)	тепловой, электромагнитный (рис. 2.144)	электронный на микропроцессоре (рис. 2.55)
Температура настройки расцепителей, °С	40					
Номинальный ток расцепителя, А	12,5, 16, 25, 32, 40; 50, 63, 80, 100, 125	16, 32, 40; 50, 63, 80, 100, 125 160	125, 160, 200, 250	250, 315, 400	400, 500, 630, 800	1000, 1250, 1600
Уставка срабатывания по току КЗ, А	500; $10 \cdot I_{ном}$	500; $10 \cdot I_{ном}$	$10 \cdot I_{ном}$	$10 \cdot I_{ном}$	$10 \cdot I_{ном}$	Регулируемая $(2 \div 12) \cdot I_{ном}$
Номинальная рабочая наибольшая отключающая способность I_{CS}, кА	12,5	17,5	25	35	35	50
Номинальная предельная наибольшая отключающая способность I_{CU}, кА	25	35	35	35	35	50
Номинальный кратковременно выдерживаемый ток I_{CW} при $t \le 0{,}25$ с, кА	—	—	—	—	—	20
Категория применения (ГОСТ 50030.2)	А	А	А	А	А	В

* – тепловые расцепители ВА88–33/35/37 имеют регулируемую уставку от 0,7 до $1{,}0 \cdot I_{ном.\ расц.}$

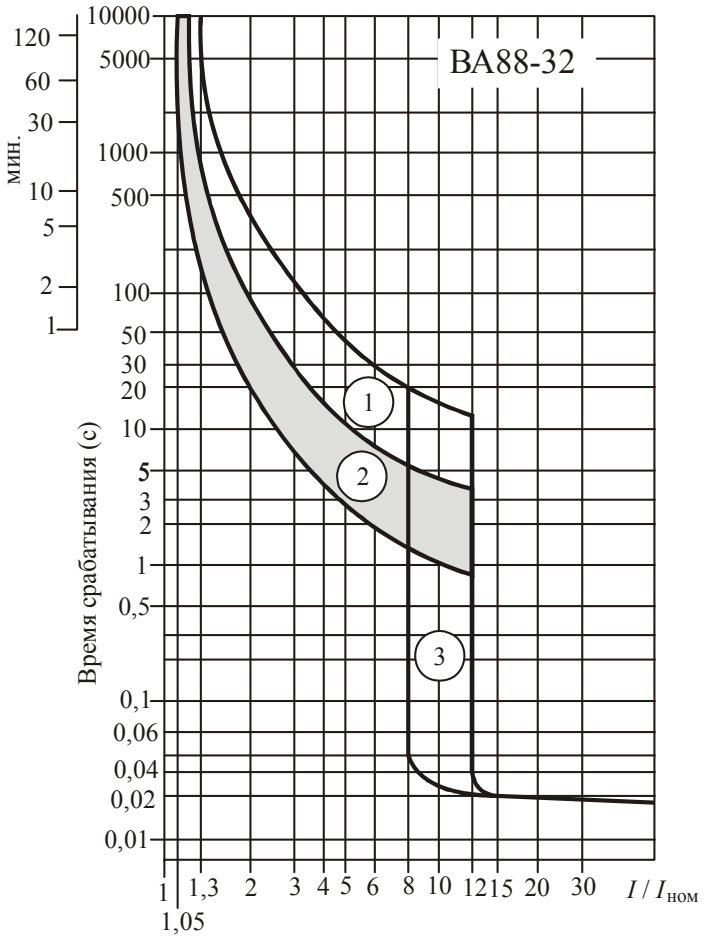


Рис. 2.140. Времятоковая характеристика автоматического выключателя ВА88–32: 1 – из холодного состояния; 2 – из нагретого состояния; 3 – зона срабатывания электромагнитного расцепителя

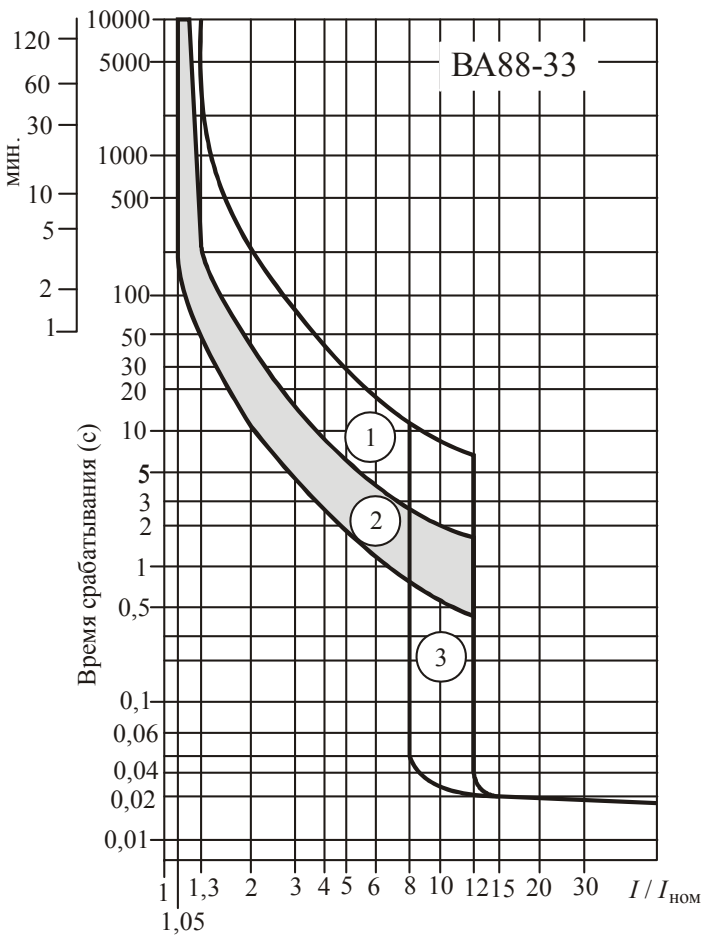


Рис. 2.141. Времятоковая характеристика автоматического выключателя ВА88–33: 1 – из холодного состояния; 2 – из нагретого состояния; 3 – зона срабатывания электромагнитного расцепителя

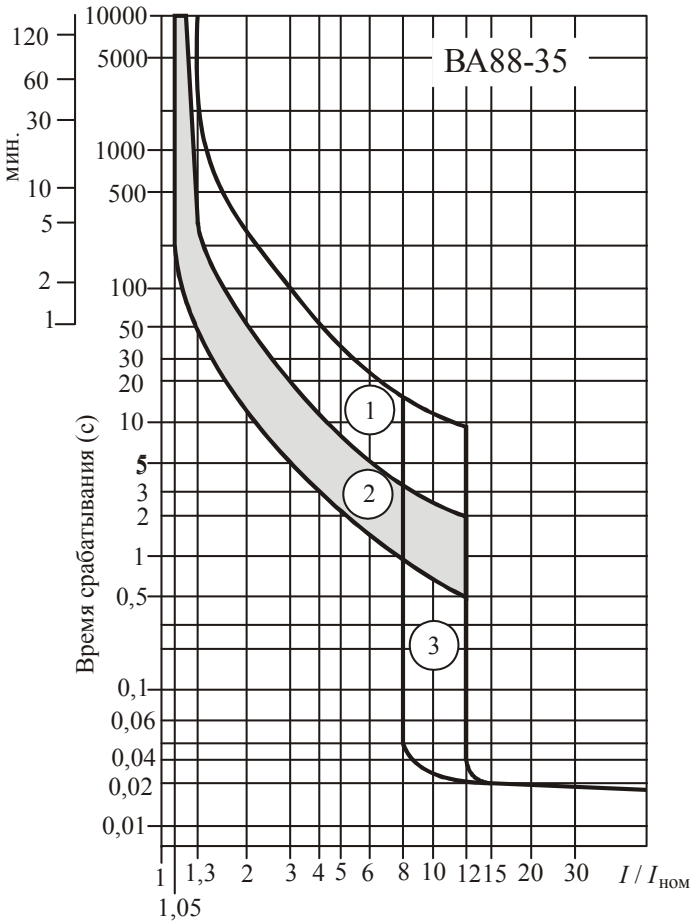


Рис. 2.142. Времятоковая характеристика автоматического выключателя ВА88–35: 1 – из холодного состояния; 2 – из нагретого состояния; 3 – зона срабатывания электромагнитного расцепителя

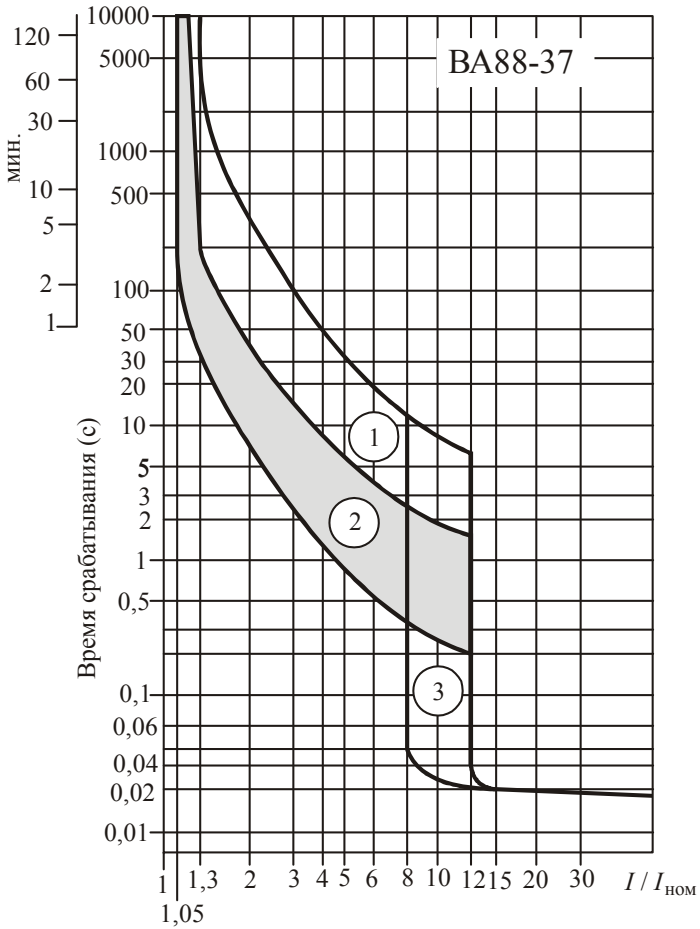


Рис. 2.143. Времятоковая характеристика автоматического выключателя ВА88–37: 1 – из холодного состояния; 2 – из нагретого состояния; 3 – зона срабатывания электромагнитного расцепителя

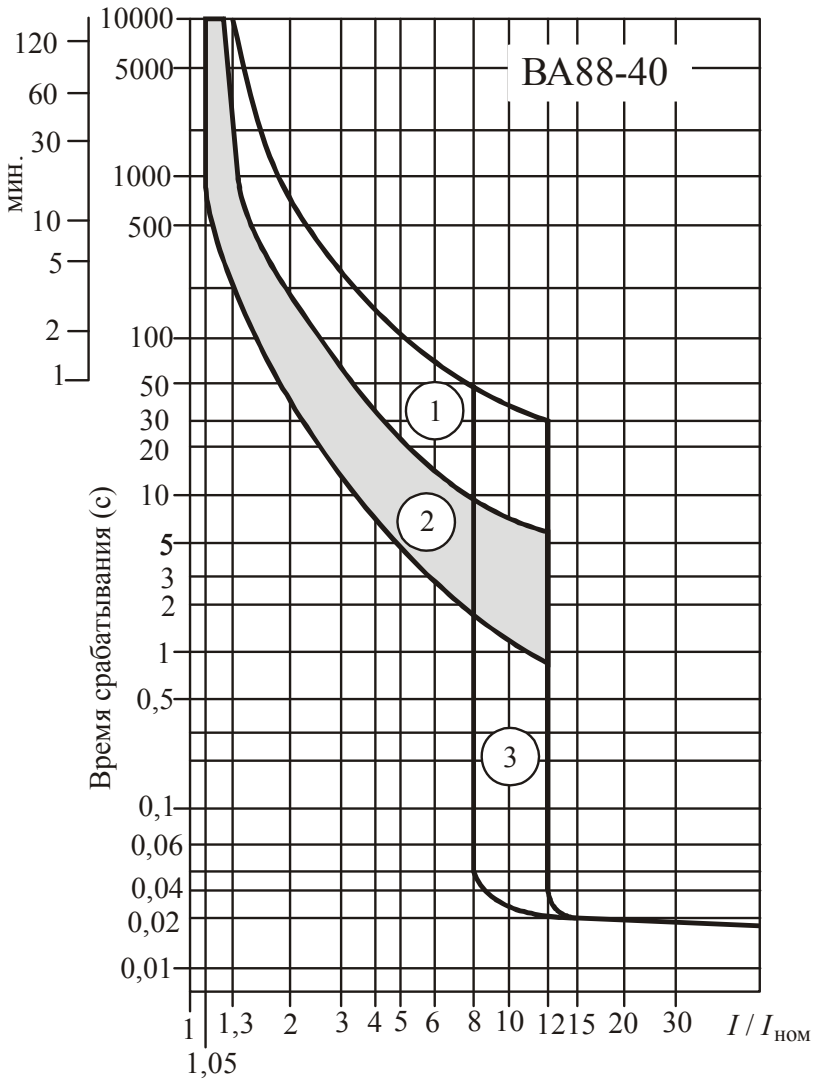


Рис. 2.144. Времятоковая характеристика автоматического выключателя ВА88–40: 1 – из холодного состояния; 2 – из нагретого состояния; 3 – зона срабатывания электромагнитного расцепителя

сверхтока: электротепловой и электромагнитной, с взаимосогласованными характеристиками. Предусмотрены шесть типоисполнений на номинальные коммутируемые токи от 125 до 1600 А с промежуточными уставками электротепловых расцепителей. Применяются для групповой защиты в жилом и гражданском строительстве, производственных объектов, электрических подстанций, распределительных пунктов. Выключатели устанавливают в электрощитах со степенью защиты по ГОСТ 14254–96 не ниже *IP*30. Из дополнительных устройств предусмотрена установка: независимого расцепителя, расцепителя минимального напряжения, дополнительных и аварийных контактов. Доукомплектование выключателей производит потребитель в соответствии с технологическими особенностями защищаемого объекта. Характеристика токоо-

граничения выключателей ВА88 приведена в разделе 2.3.

Автоматические выключатели серии ВА99. Выпускаются нескольких товарных марок.

Выключатели ВА99 ЩИТ (табл. 2.71) предназначены для обеспечения протекания тока в нормальном режиме, защиты электрических цепей при коротких замыканиях и перегрузках, а также для их оперативных включений и отключений. Применяются в распределительных сетях переменного тока с напряжением до 690 В и номинальным рабочим током до 1250 А. Расшифровка условного обозначения приведена на рис. 2.145. Аналогии выключателям данной серии даны в таблице 2.72.



Рис. 2.145. Структура условного обозначения автоматических выключателей ВА99 ЩИТ

Таблица 2.72

Аналогии выключателям ВА99 ЩИТ

Модель ВА99 ЩИТ	ОАО «Дагэлектроавтомат»		Завод НВА, г. Чебоксары	ОАО «Электроаппарата», г. Курск	ОАО «Новосибирский НВА»	ОАО «Дивногорский завод НВА»		ГУП «Новосибирский механический завод»	АОЗТ «Контактор», г. Ульяновск		
ВА99–63	АЕ2046МП100	АЕ2046-100	АЕ2046ММ	АЕ2046-100	АЕ2056МП-100	ВА57Ф–35	ВА51–35				
ВА99–100			АЕ2056ММ	АЕ2056М							
ВА99–250								ВА52–37			
ВА99–400									ВА51–39Б А3790		
ВА99–630											
ВА99–800										ВА53–41	
ВА99–1250											ВА53–43

Таблица 2.71

Технические данные автоматических выключателей серии ВА99 ЩИТ

Тип выключателя	$U_{н.в}$, В	$I_{н.в}$, А	ВТХО	$I_{н.расц}$, А	Перегрузка		КЗ		Номинальная предельная отключающая способность (I_{CU}), кА, при 380 В	Номинальная рабочая отключающая способность (I_{CS}), кА, при 380 В
					$I_{у(п)}$, А	$t_{ср}$, мин	$I_{у(КЗ)}$, А	$t_{ср}$, с		
ВА99–63 S/3 H/3 H/4	415	63	Времятоковая характеристика буквами не обозначена (рис. 2.146–2.148)	16,20, 32,40, 50, 63	$1{,}3 \cdot I_{н.р}$	60	$8 \cdot I_{н.р}$ $12 \cdot I_{н.р}$	от 0,2 до 2 или 5	10 25 25	5 12,5 12,5
ВА99–100 S/3 H/2 H/3 H/4 R/3	690	100		16,20, 32,40, 50,63, 80, 100	$1{,}3 \cdot I_{н.р}$	60 120	$8 \cdot I_{н.р}$ $12 \cdot I_{н.р}$	от 0,2 до 2 или 5	17,5 30 30 30 50	8,5 15 15 15 25
ВА99–255 S/3 H/2 H/3 H/4 R/3	690	225		100, 125, 160, 180, 200, 225	$1{,}3 \cdot I_{н.р}$	120	$8 \cdot I_{н.р}$ $12 \cdot I_{н.р}$	от 0,2 до 10	20 30 30 30 50	10 15 15 15 25
ВА99–400 S/3 H/3 R/3	690	400		225, 250, 315, 350, 400	$1{,}3 \cdot I_{н.р}$	120	$8 \cdot I_{н.р}$ $12 \cdot I_{н.р}$	от 0,2 до 2	25 30 50	12,5 15 25
ВА99–600 S/3 H/3 R/3	690	630		400, 500, 600	$1{,}3 \cdot I_{н.р}$	120	$8 \cdot I_{н.р}$ $12 \cdot I_{н.р}$	от 0,2 до 5	25 30 50	12,5 15 25
ВА99–800 H/3 R/3	415	800		630, 700, 800	$1{,}3 \cdot I_{н.р}$	120	$8 \cdot I_{н.р}$ $12 \cdot I_{н.р}$	от 0,2 до 5	50 55	25 27,5
ВА99–1250 H/3	415	1250		700, 800, 900, 1000, 1250	$1{,}3 \cdot I_{н.р}$	120	$5 \cdot I_{н.р}$ $8 \cdot I_{н.р}$	от 0,2 до 6	50	25

Примечание: 1. ВХТО – времятоковая характеристика отключения выключателя;

2. тепловые расцепители при токе $1{,}05 \cdot I_{ном.\ расц}$ не срабатывают в течение одного часа при $I_{ном.\ расц} \le 63$ А и в течение двух часов при $I_{ном.\ расц} > 63$ А;

3. нормы отключения выключателя при превышении тока приведены в таблице 2.73.

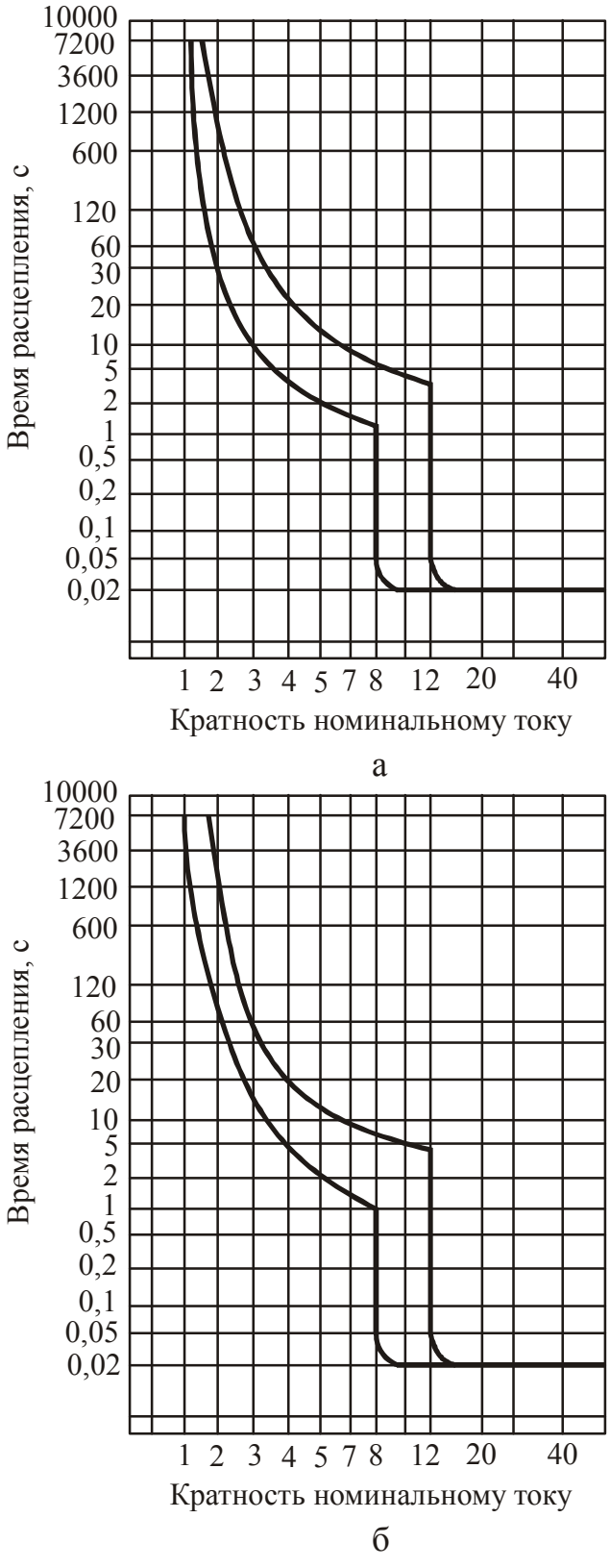
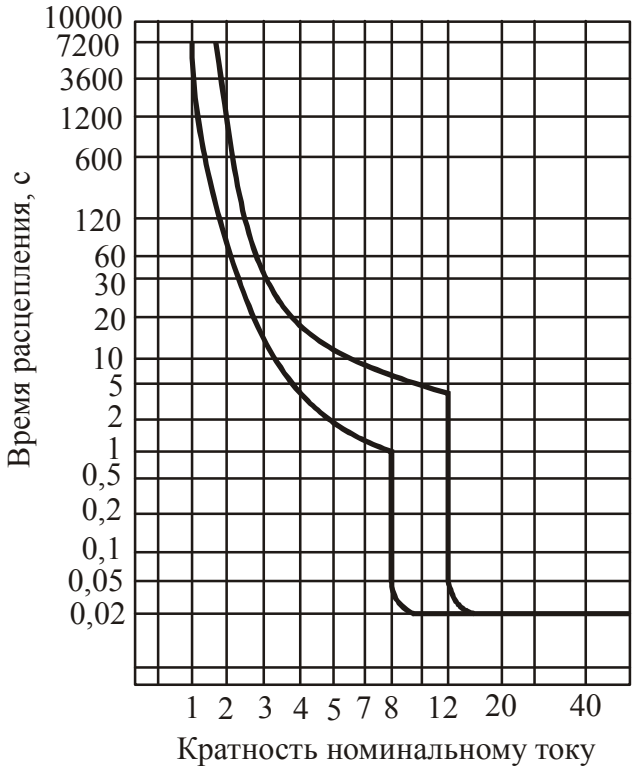
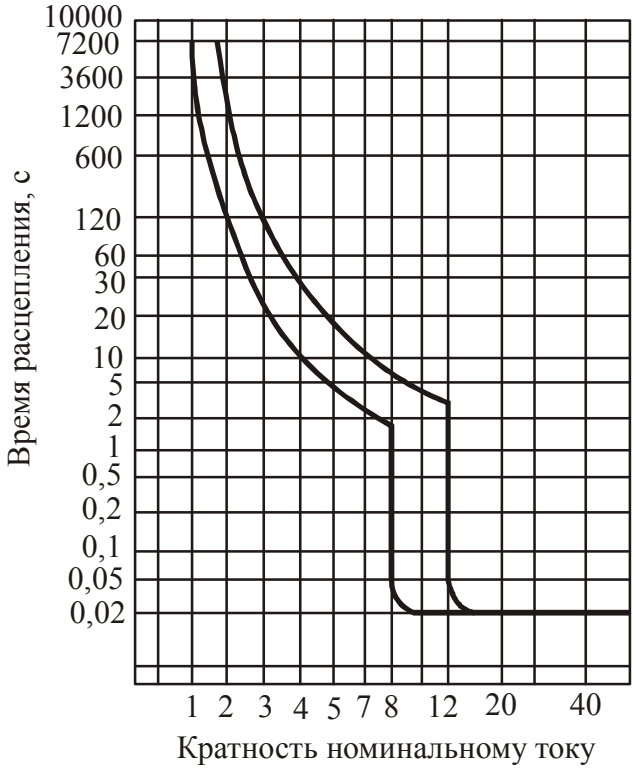


Рис. 2.146. Времятоковые характеристики автоматических выключателей ВА99–63 и ВА99–100: а – номинальный ток расцепителей 16…32 А; б – номинальный ток расцепителей 40…100А

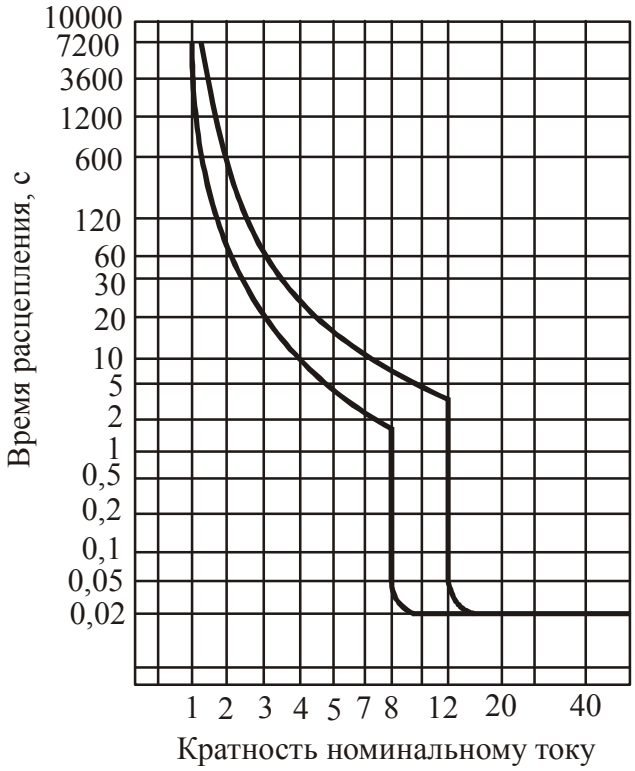


а

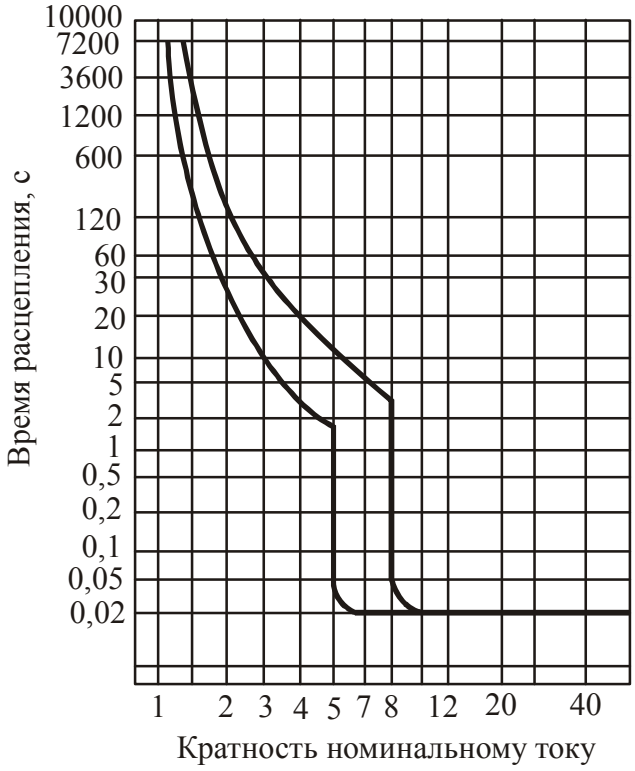


б

Рис. 2.147. Времятоковые характеристики автоматических выключателей ВА99–250 (а) и ВА99–400 (б)



а



б

Рис. 2.148. Времятоковые характеристики автоматических выключателей ВА99–630, ВА99–800 (а) и ВА99–1250 (б)

Таблица 2.73

Нормы отключения выключателей ВА99 ЩИТ при превышении тока

Ток	Заданное значение	Начальное состояние
$1{,}0 \cdot I_{\text{ном}}$	> 2 ч	Холодное состояние
$1{,}5 \cdot I_{\text{ном}}$	≤ 4 мин	Нагретое состояние
$7{,}2 \cdot I_{\text{ном}}$	4 с ≤ t ≤ 10 с	Холодное состояние

Автоматические выключатели серии ВА–99 торговой марки EKF (производитель ООО «Интерэлектрокомплект») предназначены для эксплуатации в электроустановках жилого и гражданского строительства, на производственных объектах, электроподстанциях, распределительных пунктах, щитовом электрооборудовании с номинальным рабочим напряжением до 690 В переменного тока частотой 50 Гц и рабочими токами от 12,5 до 1600 А. Технические характеристики выключателей всех выпускаемых модификаций приведены в таблице 2.74. Для автоматов серии ВА–99М в числителе указаны токи при напряжении 690 В, в знаменателе – при 400 В.

Термоэлектромагнитные расцепители выключателей ВА–99 имеют регулируемую уставку по току перегрузки: $I_r = (0{,}8 - 1{,}0) \cdot I_n$. Выключатели с током расцепителей от 12,5 до 40 А оснащаются нерегулируемой уставкой электромагнитного расцепителя 500 А, у выключателей с большим номинальным током уставка срабатывания равна $10 \cdot I_n$ (рис. 2.149–2.151).

Выключатели ВА–99 могут комплектоваться дополнительными устройствами:

- независимыми расцепителями;
- расцепителями минимального напряжения;
- дополнительными и аварийными контактами.

Рабочее напряжение независимого расцепителя $U_{\text{e}} = (180 - 240)\,\text{В}$ переменного тока, диапазон срабатывания $(0{,}7 - 1{,}1) \cdot U_{\text{e}}$.

Расцепитель минимального напряжения вызывает отключение выключателя при снижении фазного или линейного напряжения на его вводе до 70% от номинального, а также препятствует его включению, если напряжение в этой цепи меньше 85% от номинального. Минимальный расцепитель можно также использовать в качестве независимого расцепителя, если последовательно в цепь его управления включить кнопочный выключатель с размыкающим контактом. При кратковременном размыкании контакта кнопочного выключателя минимальный

Таблица 2.74

Выключатели автоматические серии ВА–99 торговой марки EKF

Наименование	Номинальное рабочее напряжение, В	Номинальный ток расцепителя I_n, А	Вид расцепителя	Уставка электромагнитного расцепителя, А	Предельная отключающая способность I_{CU}, кА	Рабочая отключающая способность I_{CS}, кА	Включающая способность I_{cm}, (I_{cm}/I_{CU})	Количество полюсов
Серия ВА–99								
ВА–99/125	500	12,5; 16; 25; 32; 40	термоэлектромагнитный (ТМ)	500	35	17,5	2,1	3Р, 3Р+N, 4Р
		50; 63; 80; 100; 125		$10 \cdot I_n$				
ВА–99/160	690	16; 25; 32; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160	ТМ регулируемый	$10 \cdot I_r$	35	26,25	2,1	
ВА–99/250	690	125; 160; 200; 250		$10 \cdot I_r$	35	26,25	2,1	
ВА–99/400	690	250; 315; 400		$10 \cdot I_r$	37,5	35	2,1	
ВА–99/800	690	400; 500; 630; 800		$10 \cdot I_r$	37,5	35	2,1	
Серия ВА–99М								
ВА–99М/63	400	16; 20; 32; 50	ТМ	500	—/20	—/12,5	2,1	3Р, 4Р
		63	ТМ	$10 \cdot I_n$				
ВА–99М/100	690	63; 80; 100	ТМ	$10 \cdot I_n$	18/20	4/8	2,1	
ВА–99М/250	690	125; 160; 200; 225; 250	ТМ	$10 \cdot I_n$	18/25	4/8	2,1	
ВА–99М/400	690	250; 315; 400	ТМ	$10 \cdot I_n$	25/42	5/10	2,2	
ВА–99М/630	690	400; 500; 630	ТМ	$10 \cdot I_n$	10/50	5/32,5	2,2	
ВА–99М/800	690	800	ТМ	$10 \cdot I_n$	10/50	5/32,5	2,2	
ВА–99М/1250	690	1250	ТМ	$10 \cdot I_n$	10/35	5/35	2,2	3Р
ВА–99М/1600	690	1600	ТМ	$10 \cdot I_n$	10/35	5/35	2,2	
Серия ВА–99С								
ВА–99С/100	690	12,5; 16; 20; 25; 32; 40; 50; 63; 80; 100	ТМ регулируемый	800	36	25	2,1	2Р, 3Р, 3Р+N, 4Р
ВА–99С/160	690	16; 20; 25; 32; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160		$(5 \div 10) \cdot I_r$	36	36	2,1	
ВА–99С/250	690	160; 180; 200; 225; 250		$(5 \div 10) \cdot I_r$	45	45	2,1	

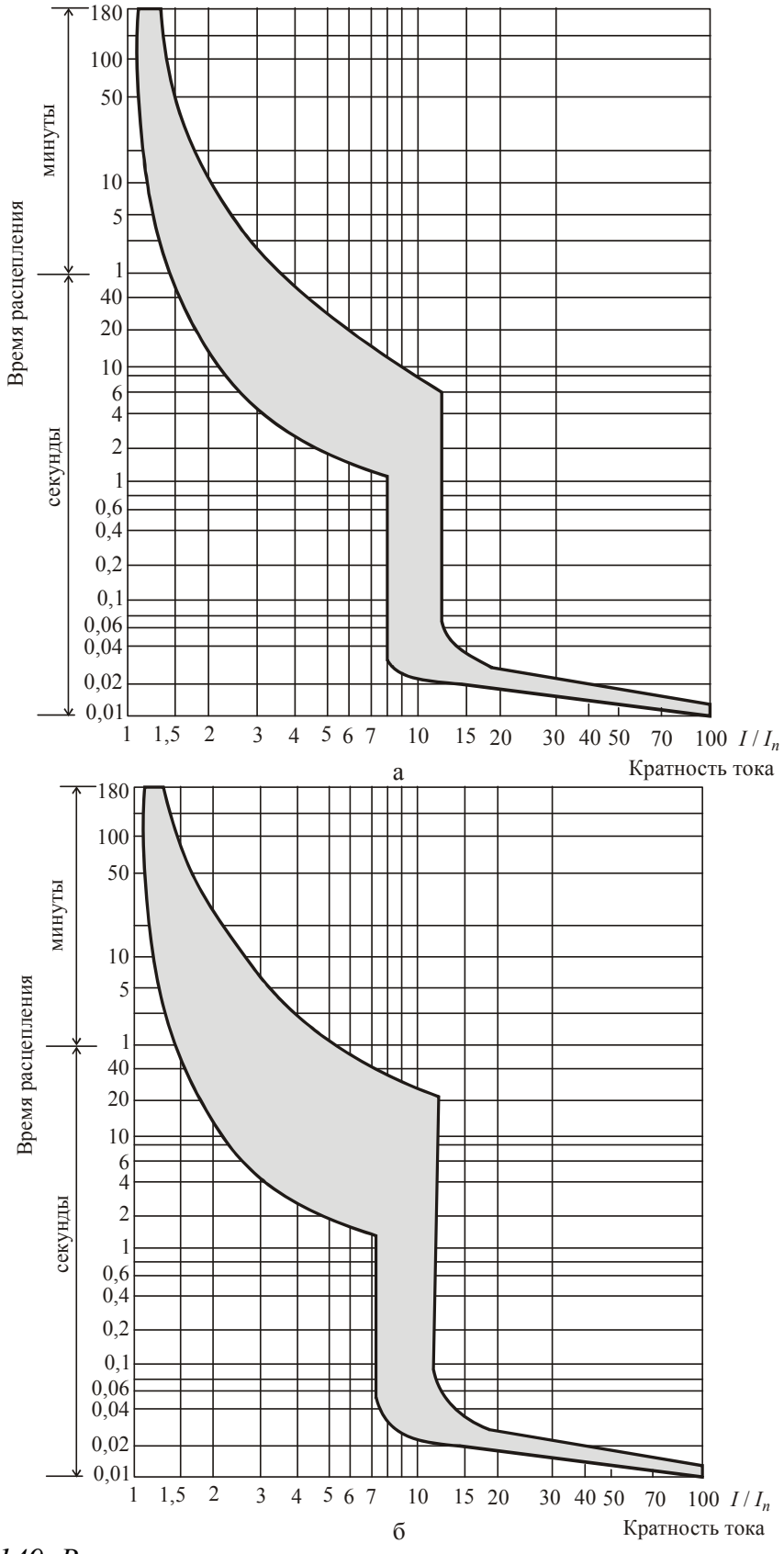


Рис. 2.149. Времятоковые характеристики отключения выключателей ВА–99/125 (а) и ВА–99/160 (б)

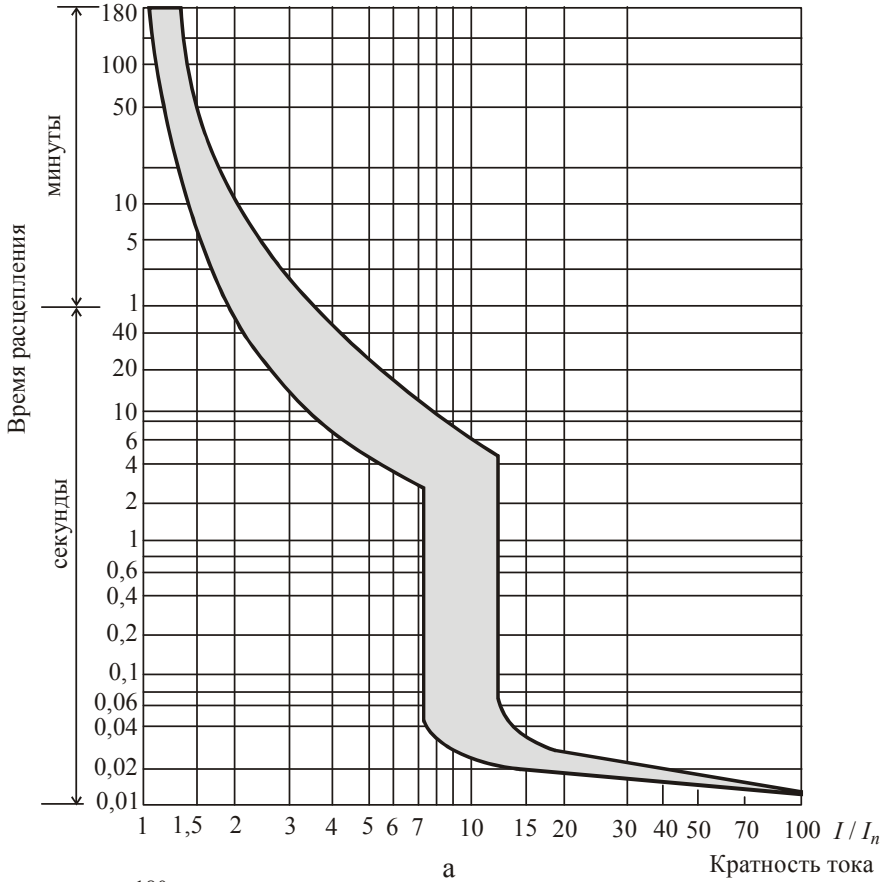


Рис. 2.150. Времятоковые характеристики отключения выключателей ВА–99/250 (а) и ВА–99/400 (б)

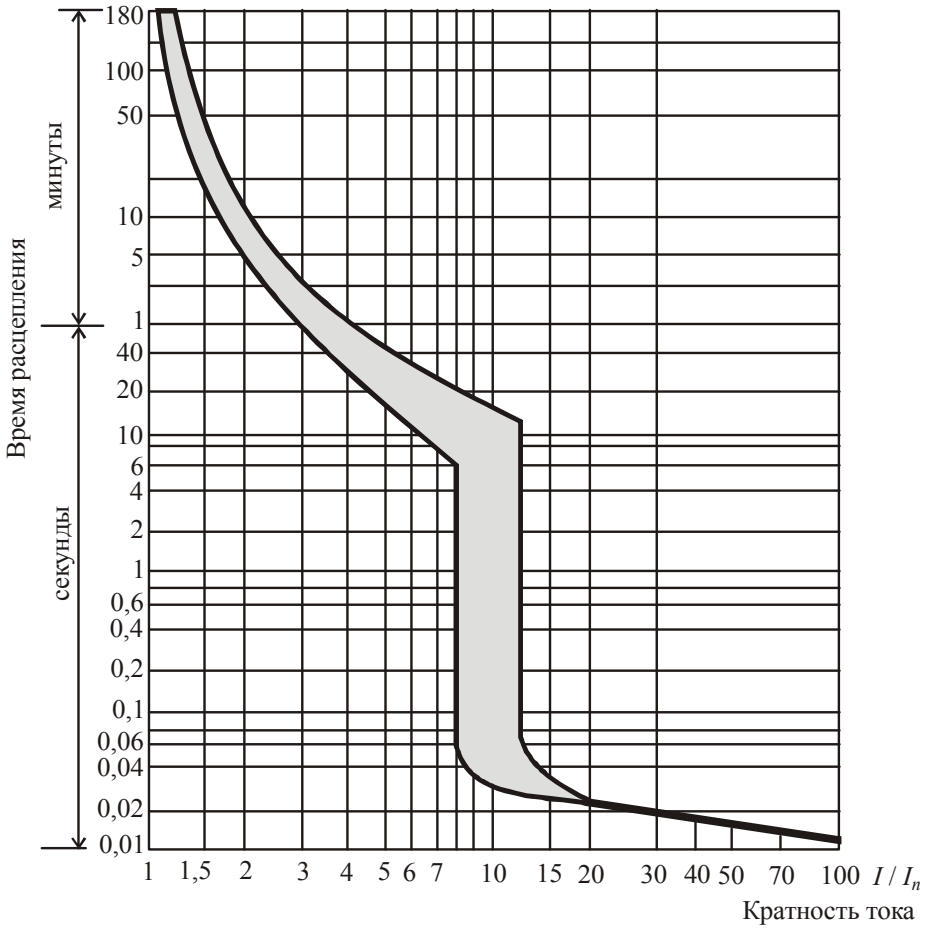
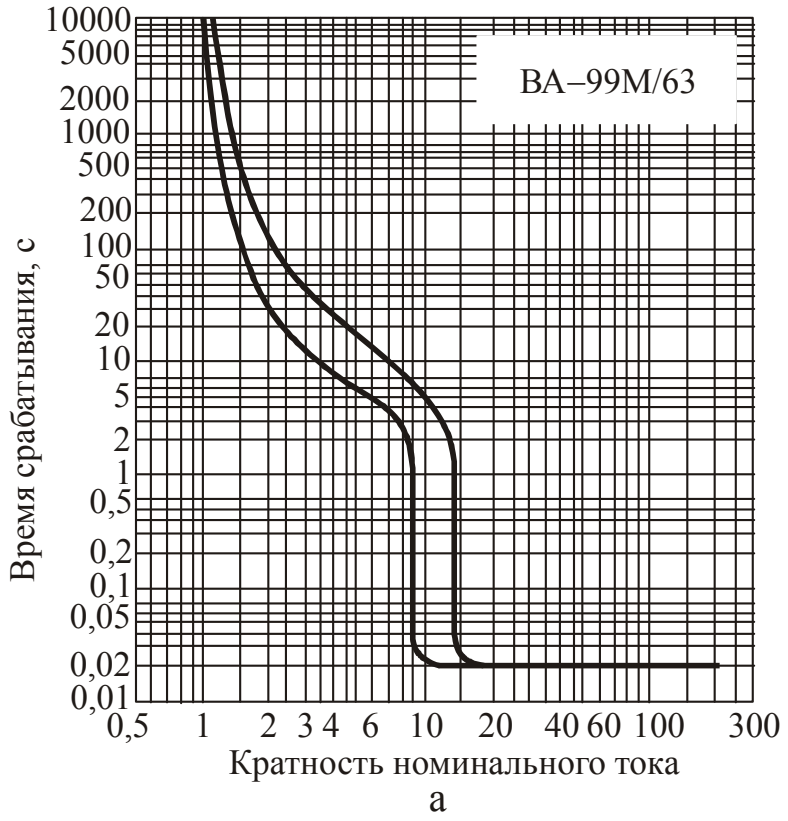


Рис. 2.151. Времятоковые характеристики отключения выключателей ВА–99/800

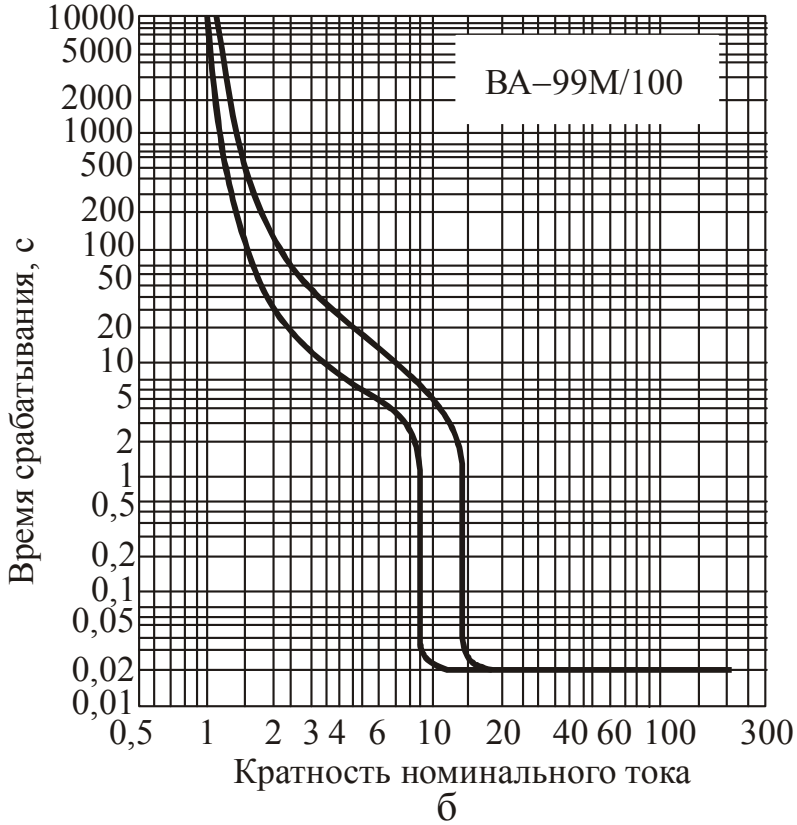
расцепитель отключит автоматический выключатель. Рабочее напряжение расцепителя $U_{\text{e}} = (180 - 240)$ В переменного тока, диапазон напряжений включения расцепителя $(0{,}85 - 1{,}1) \cdot U_{\text{e}}$, диапазон удержания $(0{,}7 - 1{,}1) \cdot U_{\text{e}}$, напряжение отключения $0{,}7 \cdot U_{\text{e}}$ и менее.

Дополнительные контакты (рабочий ток 3–6 А) предназначены для сигнализации о положении силовых контактов выключателя (включено – отключено), а аварийные (рабочий ток 2 А) – для сигнализации о срабатывании выключателя от сверхтока (перегрузки или короткого замыкания), независимого расцепителя, расцепитля минимального напряжения, кнопки «ТЕСТ». При возвращении выключателя в исходное состояние сигнализация отключается.

Автоматические выключатели ВА–99М (табл. 2.74) являются более экономичной модификацией выключателей серии ВА–99. Они оснащены нерегулируемыми термоэлектромагнитными расцепителями. Время срабатывания выключателя определяется по его времятоковой характеристике (рис. 2.152–2.154). При этом значение уставки защиты от пере-



а



б

Рис. 2.152. Времятоковые характеристики отключения выключателей ВА–99М/63(а) и ВА–99М/100(б)

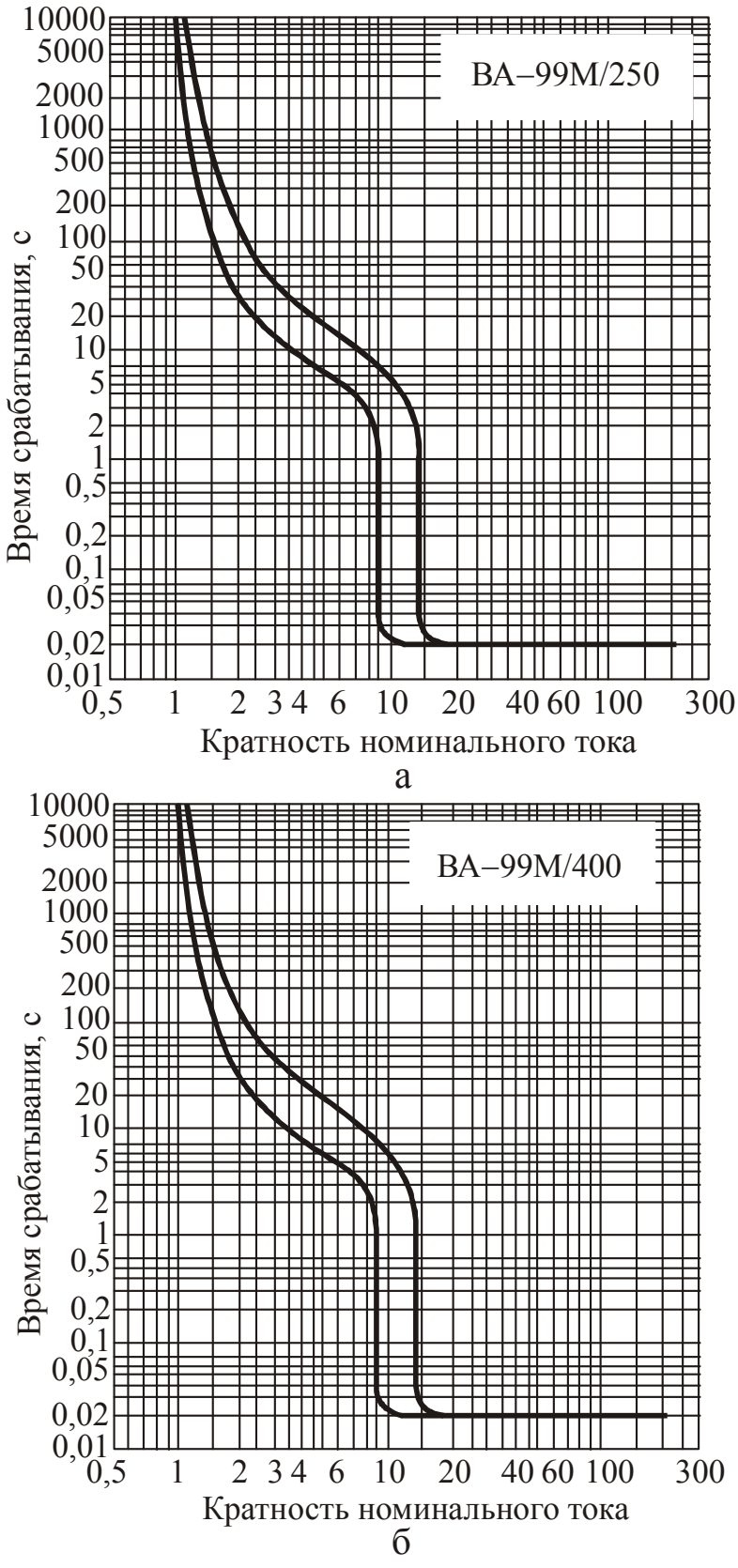


Рис. 2.153. Времятоковые характеристики отключения выключателей ВА–99М/250(а) и ВА–99М/400(б)

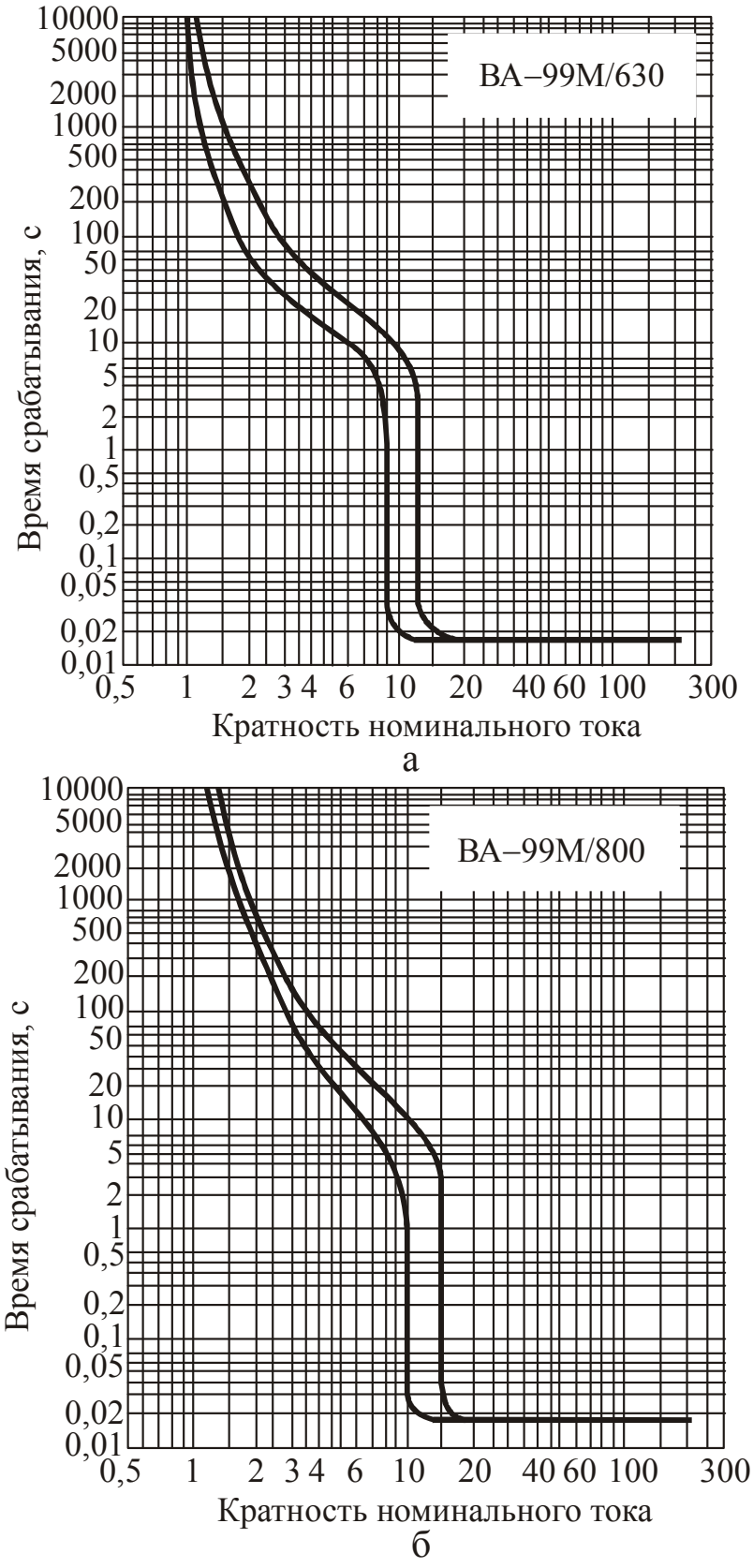


Рис. 2.154. Времятоковые характеристики отключения выключателей ВА–99М/630(а) и ВА–99М/800(б)

грузок необходимо скорректировать на температуру окружающей среды в соответствии с приведенными на рис. 2.155 графиками.

Автоматические выключатели ВА–99С (табл. 2.74) обеспечивают защиту от перегрузок и токов короткого замыкания. Панель для настройки термоэлектромагнитного расцепителя приведена на рис. 2.156. Регулировка по току перегрузки (1) осуществляется в пределах $I_r = (0{,}8 - 1{,}0) \cdot I_n$. Правое положение регулятора (min) соответствует уставке $0{,}8 \cdot I_n$, среднее положение – $0{,}9 \cdot I_n$, левое положение (max) – $1{,}0 \cdot I_n$. Уставка электромагнитного расцепителя по току регулируется в пределах $I_{\text{m}} = (5 - 10) \cdot I_r$ (позиция (2) на рис. 2.156). Правое положение регулятора соответствует уставке $5 \cdot I_r$, левое положение – $10 \cdot I_r$. Уставка электромагнитных расцепителей автоматов ВА–99/100 настроена на ток 800 А. Времятоковые характеристики отключения автоматов серии ВА–99С с термоэлектромагнитными расцепителями приведены на рис. 2.157–2.160.

Из дополнительных устройств в выключатели ВА–99С могут встраиваться:

- независимый расцепитель;
- расцепитель минимального напряжения;
- дополнительные и аварийные контакты.

Рабочее напряжение независимого расцепителя $U_{\text{e}} = (380–415)$ В переменного тока, диапазон срабатывания $(0{,}7–1{,}1) \cdot U_{\text{e}}$, время срабатывания не более 50 мс. Команда на отключение может быть импульсной (20 мс) или непрерывной.

Рабочее напряжение расцепителя минимального напряжения $U_{\text{e}} = (380 - 415)$ В переменного тока, диапазон напряжений включения $(0{,}85 - 1{,}1) \cdot U_{\text{e}}$, диапазон удержания $(0{,}7 - 1{,}1) \cdot U_{\text{e}}$, напряжение отключения $(0{,}35 - 0{,}7) \cdot U_{\text{e}}$.

Вспомогательные контакты – переключающие контакты с общей точкой, позволяют передавать сигналы о работе выключателя, используются для сигнализации, электрической блокировки, релейной защиты. Функции:

- OF (включено/отключено) – сигнализация о положении силовых контактов аппарата;
- SD (аварийное отключение) – сигнализация об отключении вследствие:
  - перегрузки;
  - короткого замыкания;
  - срабатывания расцепителя напряжения;
  - нажатия на кнопку тестирования аппарата;

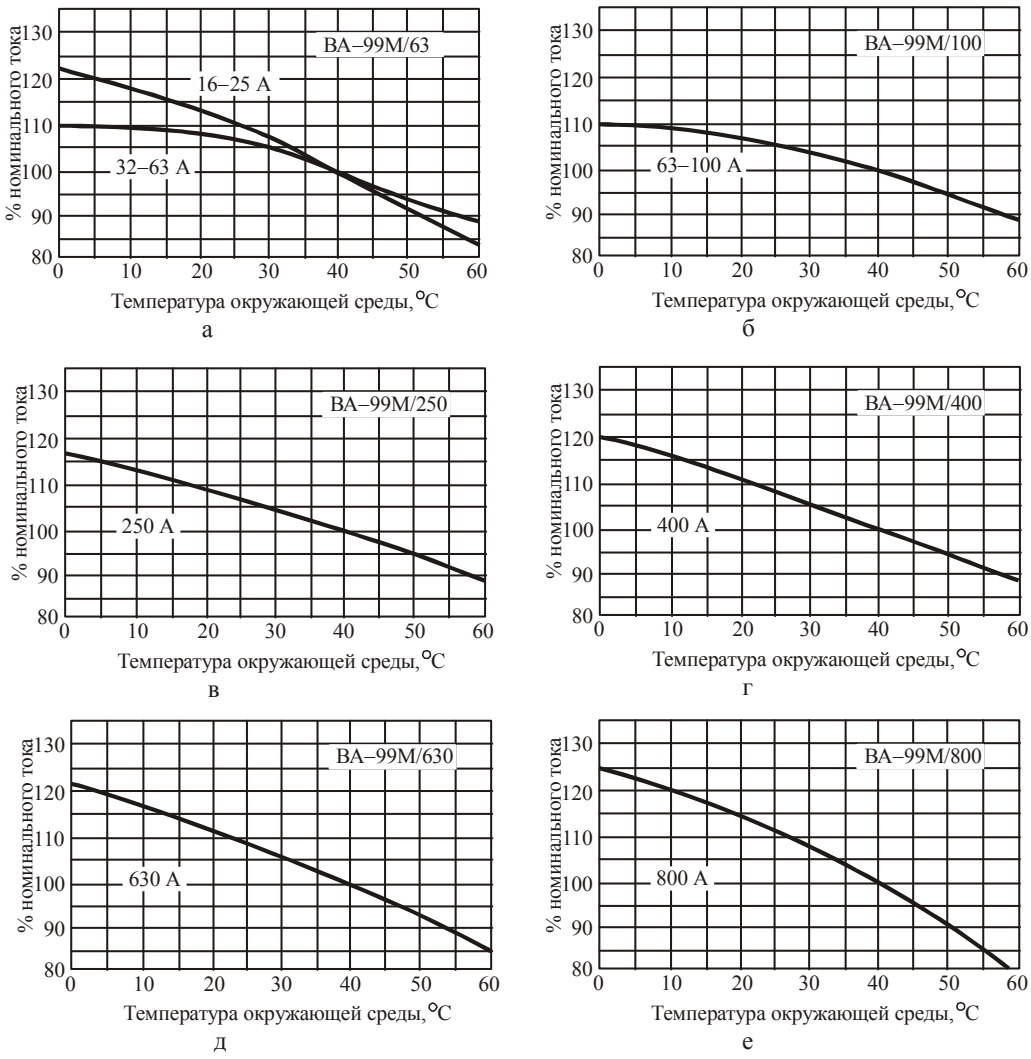


Рис. 2.155. Влияние температуры окружающей среды на номинальный ток тепловых расцепителей выключателей: а – ВА–99М/63; б – ВА–99М/100; в – ВА–99М/250; г – ВА–99М/400; д – ВА–99М/630; е – ВА–99М/800

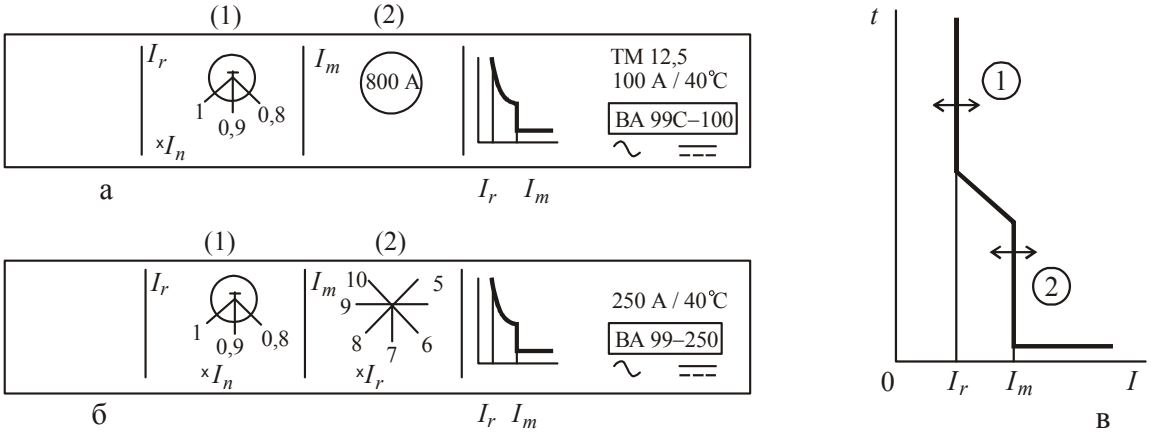
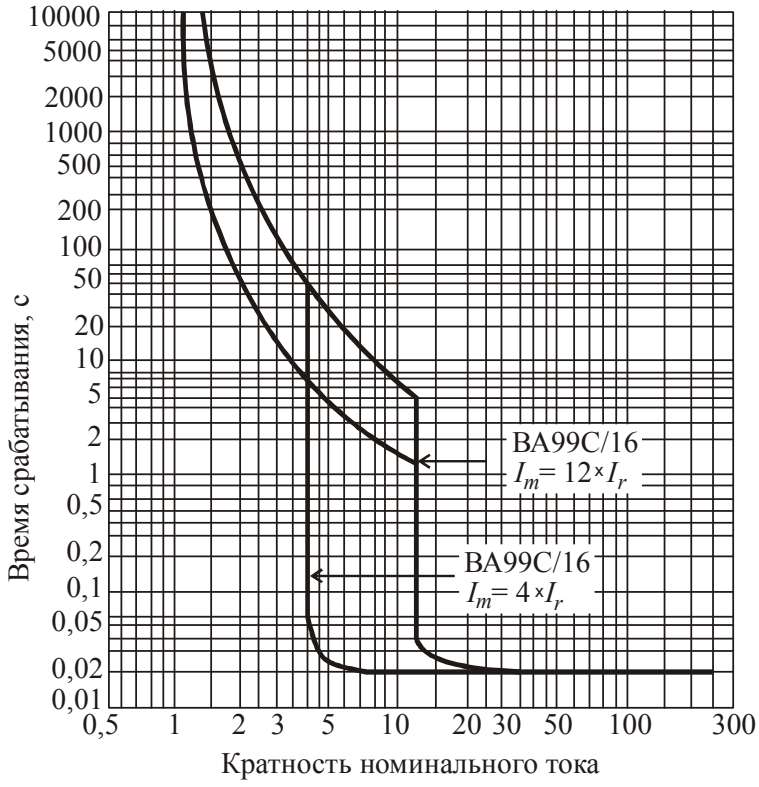
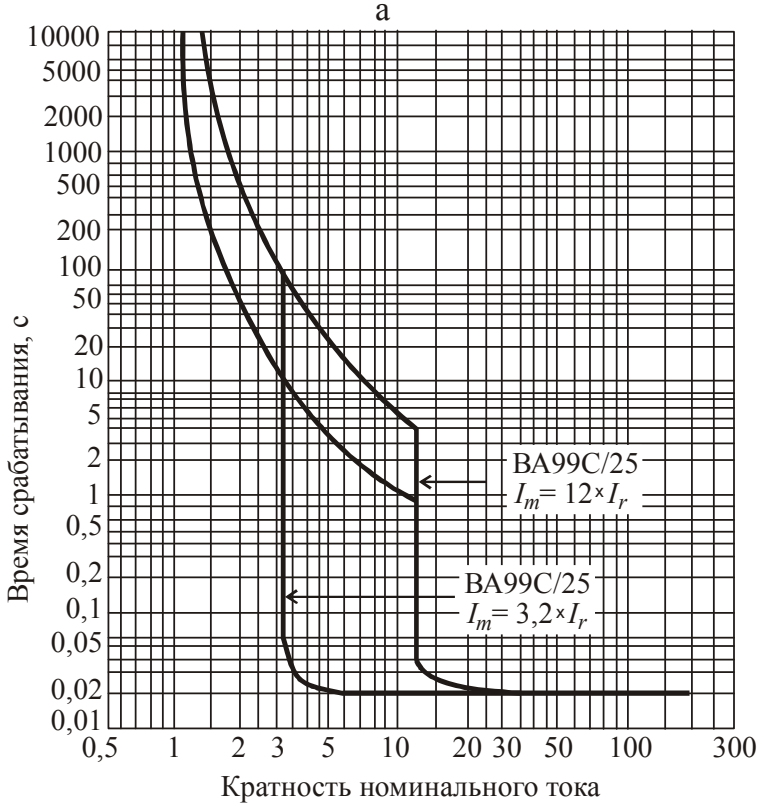


Рис. 2.156. Панель настройки термоэлектромагнитных расцепителей выключателей ВА–99С/100 (а) и ВА–99С/160/250 (б), схема защитных характеристик выключателей серии ВА–99С (в)

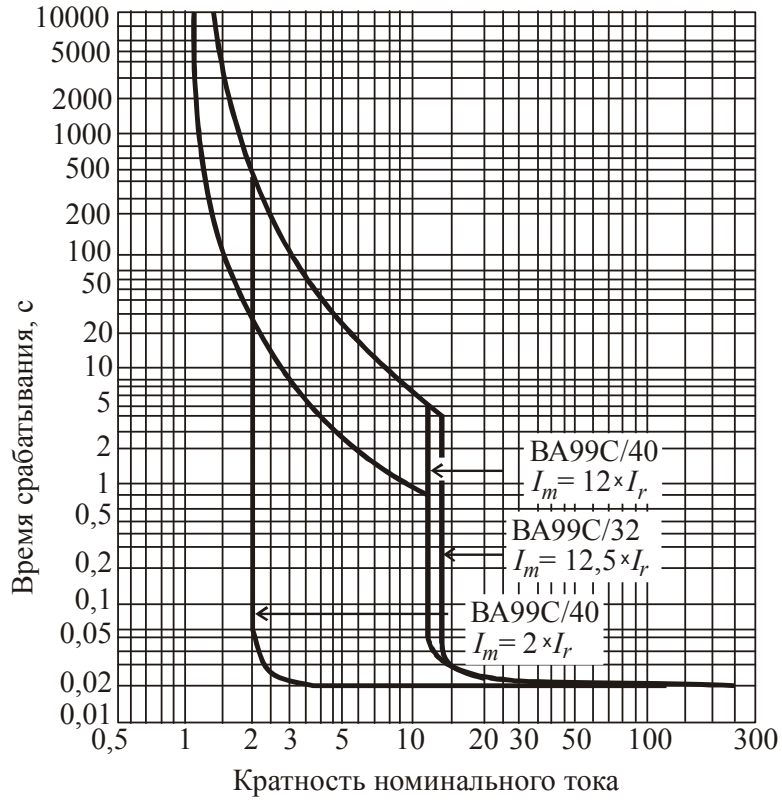


а

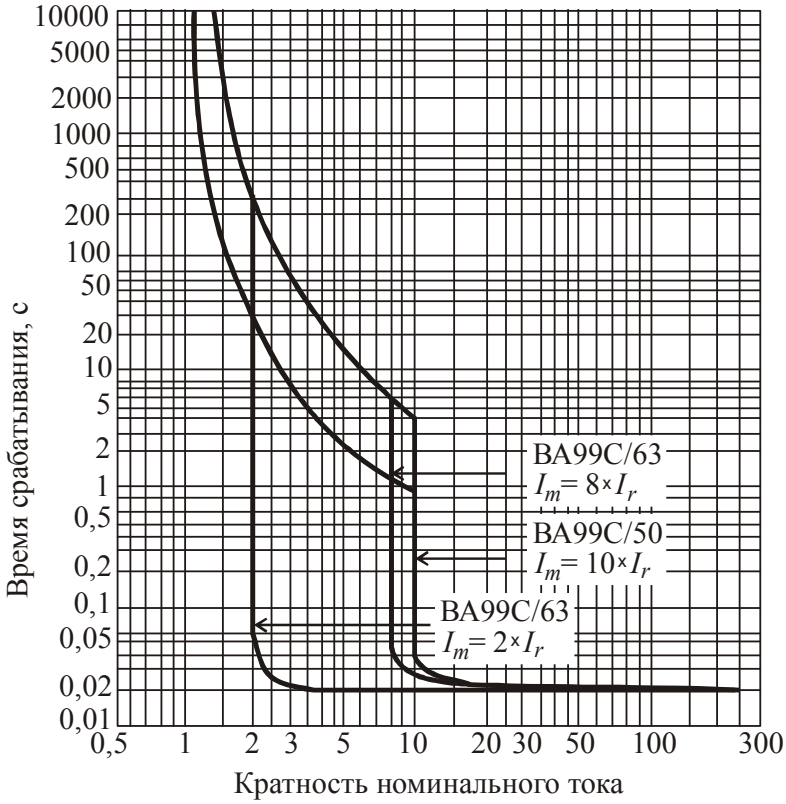


б

Рис. 2.157. Времятоковые характеристики автоматических включателей ВА–99С/16 (а) и ВА–99С/25 (б)

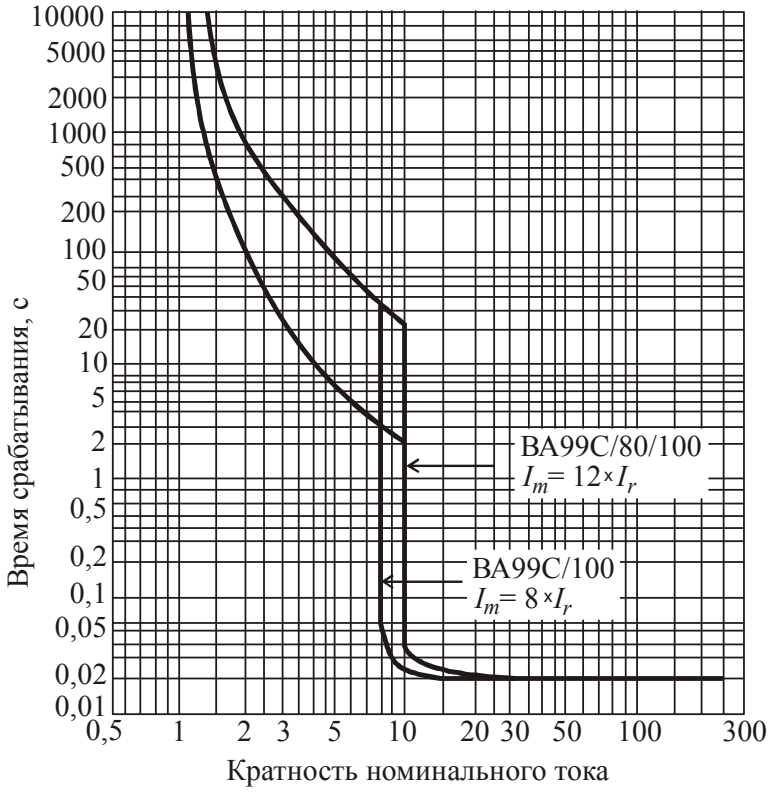


а

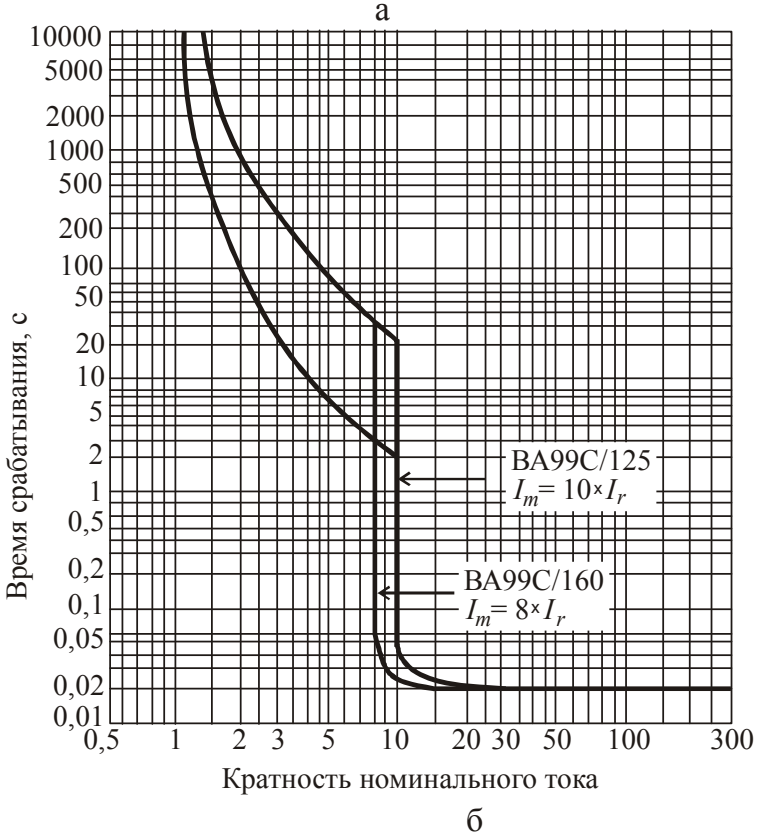


б

Рис. 2.158. Времятоковые характеристики автоматических включателей ВА–99С/40 (а) и ВА–99С/63 (б)



а



б

Рис. 2.159. Времятоковые характеристики автоматических включателей ВА–99С/100 (а) и ВА–99С/160 (б)

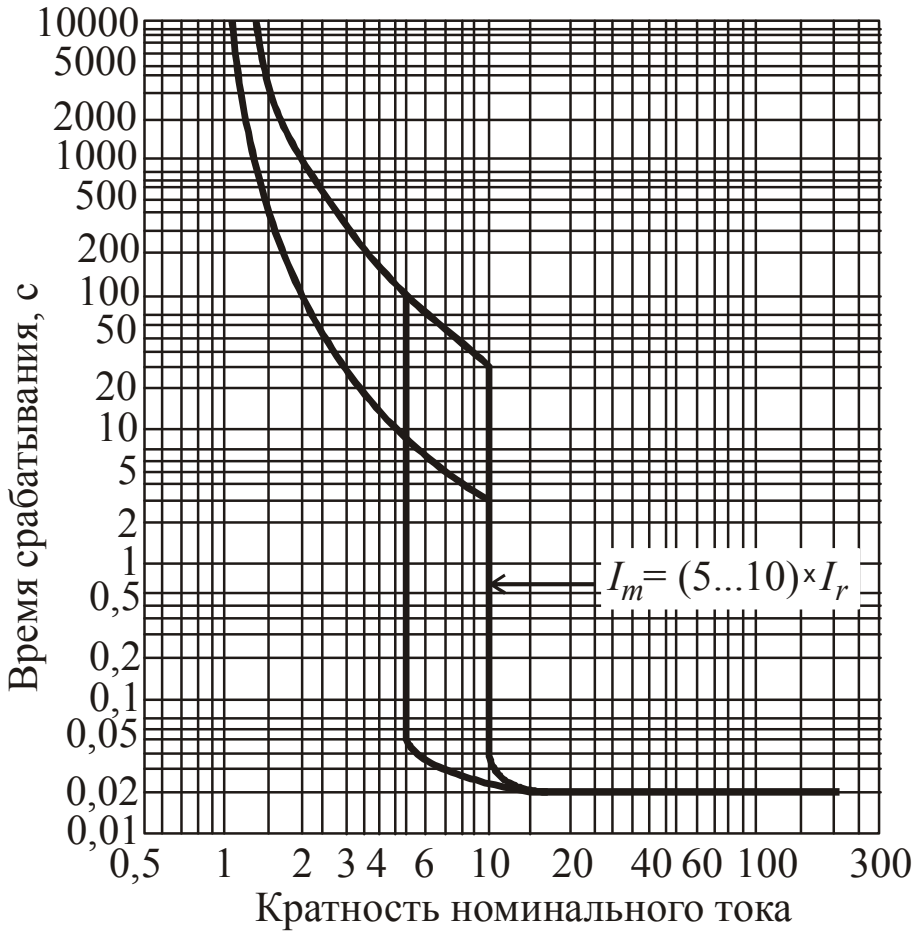


Рис. 2.160. Времятоковые характеристики автоматических включателей ВА–99С/250

– SDE (электрическое повреждение) – сигнализация об отключении аппарата в результате:
  – перегрузки;
  – короткого замыкания.

Вспомогательные контакты переходят в свое начальное состояние при возврате автоматического выключателя в исходное положение.

Установка:

- функции OF, SD, SDE реализует единая модель вспомогательного контакта в зависимости от расположения в аппарате, крепятся защелкиванием под лицевой панелью выключателя;
- функция SDE в аппарате с термоэлектромагнитным расцепителем требует установки исполнительного механизма SDE.

Технические характеристики вспомогательных контактов приведены в таблице 2.75, а принципиальная схема выключателей с дополнительными устройствами – на рис. 2.161.

Таблица 2.75

Технические характеристики вспомогательных контактов автоматических выключателей ВА–99С

Контакты	Стандартное исполнение				Слаботочное исполнение			
Условный тепловой ток (А)	6				5			
Минимальная нагрузка	100 мА при 24 В				1 мА при 4 В постоянного тока			
Категория применения (МЭК 60947–5–11)	АС–12	АС–15	DC–12	DC–14	АС–12	АС–15	DC–12	DC–14
Рабочий ток (А) 24 В	6	6	6	1	5	3	5	1
48 В	6	6	2,5	0,2	5	2	2,5	0,2
110 В	6	5	0,6	0,05	5	2,5	0,6	0,05
220/240 В	6	4	—	—	5	2	—	—
250 В	—	—	0,3	0,03	5	—	0,3	0,03
380/440 В	6	2	—	—	5	1,5	—	—
480 В	6	1,5	—	—	5	1	—	—
660/690 В	6	0,1	—	—	—	—	—	—

Автоматические выключатели серии ВА–101, ВА–102, ВА–103, ВА–201 (табл. 2.76) предназначены для применения в электрических цепях переменного тока, их защиты при перегрузках и токах короткого замыкания, могут использоваться для нечастых оперативных включений и отключений указанных цепей. Выключатели имеют два типа защиты: тепловую и электромагнитную. Все узлы автоматов заключены в корпус, изготовленный из не поддерживающей горение пластмассы. Расшифровка их условного обозначения дана на рис. 2.162.

Параметры, приведенные в таблице 2.76, относятся к выключателям, работающим при температуре (30+5)°С. При изменении температуры на каждые 10°С номинальный ток аппаратов изменяется в обратной пропорции на 5%.

Защитные характеристики выключателей приведены на рис. 2.163–2.168 и в таблицах 2.77 и 2.78.

Автоматы серии ВА–103 отличаются от выключателей ВА–101 и ВА–102 конструкцией и значением предельной коммутационной способности (табл. 2.76). Это обеспечено комплексом технических решений:

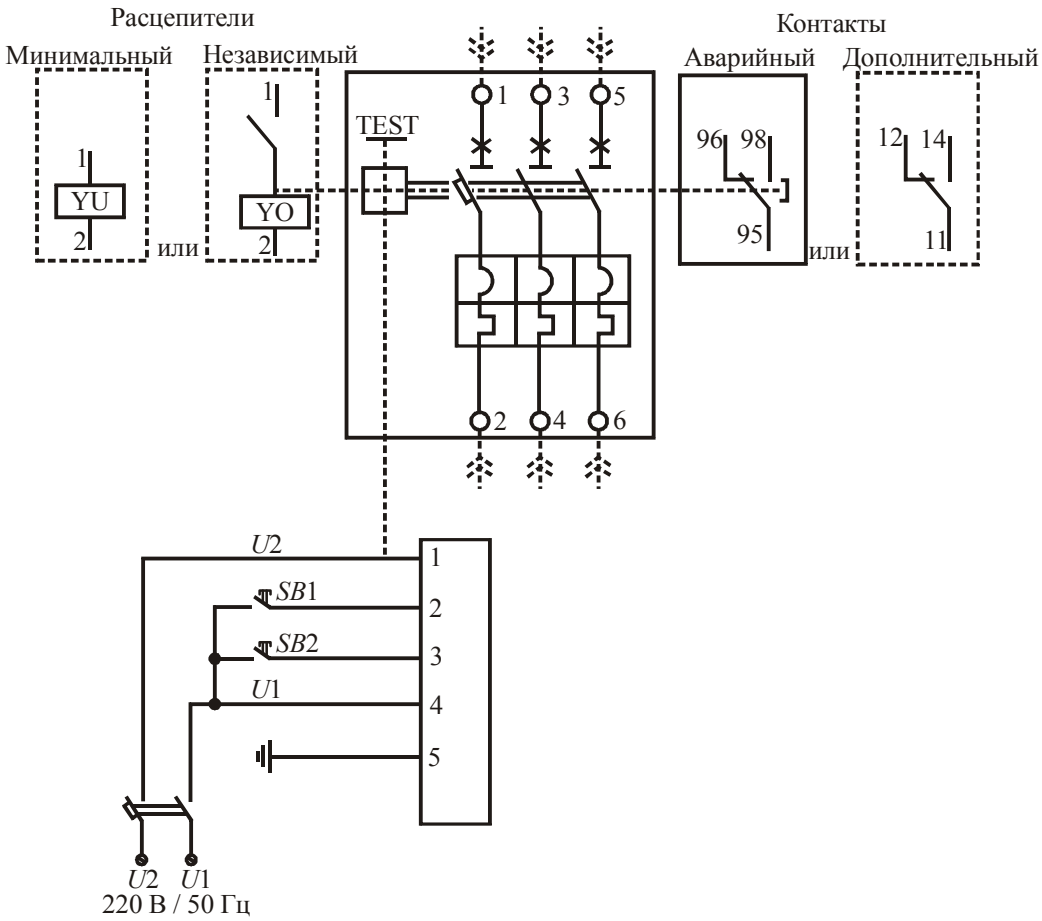


Рис. 2.161. Схема электрическая принципиальная автоматических выключателей ВА–99, ВА–99С с термоэлектромагнитными расцепителями и дополнительными устройствами: SB1, SB2 – кнопка с пружинным возвратом; U1 – фаза; U2 – нуль; кнопка SB1 служит для приведения рукоятки автомата в положение ON; кнопка SB2 служит для приведения рукоятки автомата в положение OFF

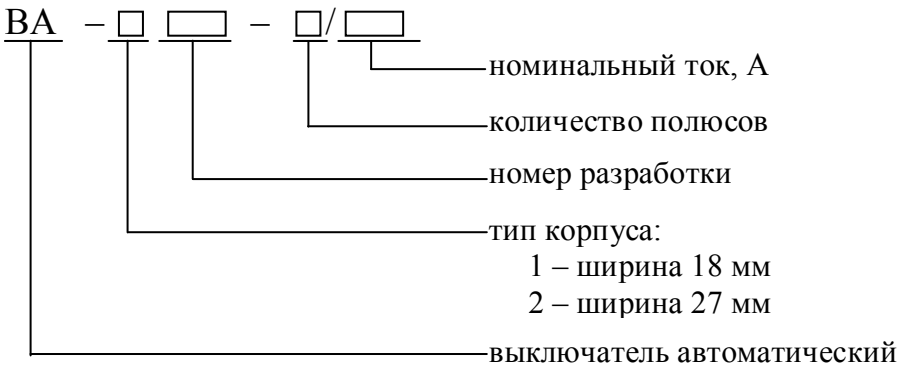


Рис. 2.162. Структура условного обозначения автоматических выключателей ВА-101, ВА-102, ВА-103, ВА-201

Таблица 2.76

Технические характеристики выключателей
ВА–101, ВА–102, ВА–103, ВА–201

Наименование параметра	ВА–101	ВА–102	ВА–103	ВА–201
Род тока	Переменный, частота 50 (60) Гц			
Номинальное напряжение, В	для однополюсных – 230 для двух-, трех-, четырехполюсных – 400			400
Номинальный ток выключателя (расцепителя), А	1; 2; 3; 4; 5; 6; 10; 16; 20; 25; 32; 40; 50; 63			25; 32; 40; 50; 63; 80; 100
Тип защитной характеристики	B, C, D			C, D
Число полюсов	1; 2; 3; 4			
Предельная коммутационная способность, А	3000		6000	
Коммутационная износостойкость	не менее 4000 циклов		не менее 10000 циклов	не менее 4000 циклов
Степень защиты	IP20			
Номинальные поперечные сечения подключаемых проводников, мм^2	1–25	1–16	1–25	2,5–50

- конструкция механизма взведения–расцепления исключает «дребезг» контактов (характерный щелчок при включении – это момент «быстрого включения»);
- за счет формы контактов – контактная пара обеспечивает большую площадь соединения;
- дугогасительная камера имеет 12 пластин (против 9 в моделях ВА–101 и ВА–102);
- металлическая пластина на боковой стенке в районе размыкающихся контактов предохраняет корпус от прогорания;
- контактные зажимы, глубоко погруженные внутрь корпуса, обеспечивают высокую степень безопасности при случайном прикосновении к корпусу прибора;
- биметаллическая пластина соединена с механизмом свободного расцепления без люфта, что улучшает чувствительность прибора на ее изгиб;
- на заводе производится точная настройка не только теплового, но и электромагнитного расцепителя, для этой цели с правой стороны выключателя имеется подстрочный винт.

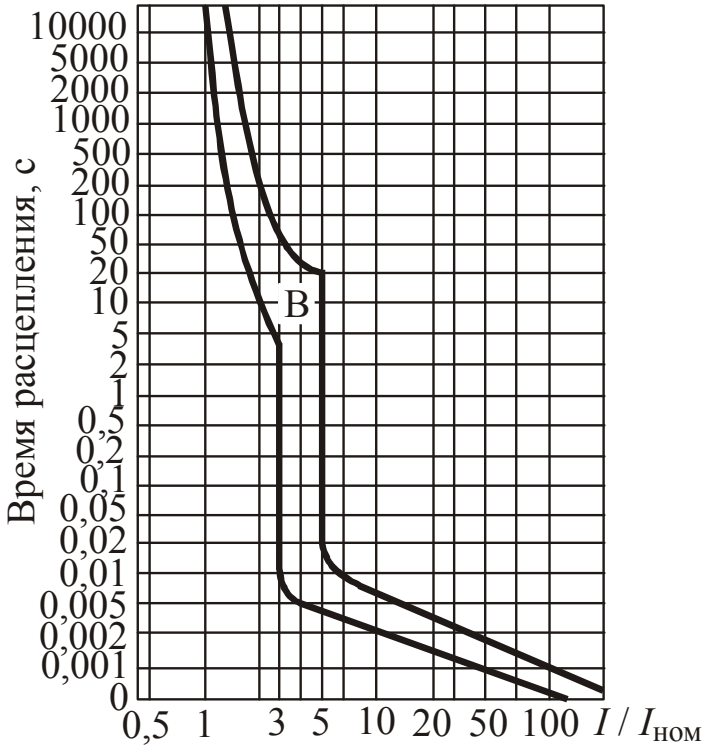


Рис. 2.163. Защитная характеристика автоматических выключателей ВА–101, ВА–102 и ВА–201 с В-типом электромагнитных расцепителей

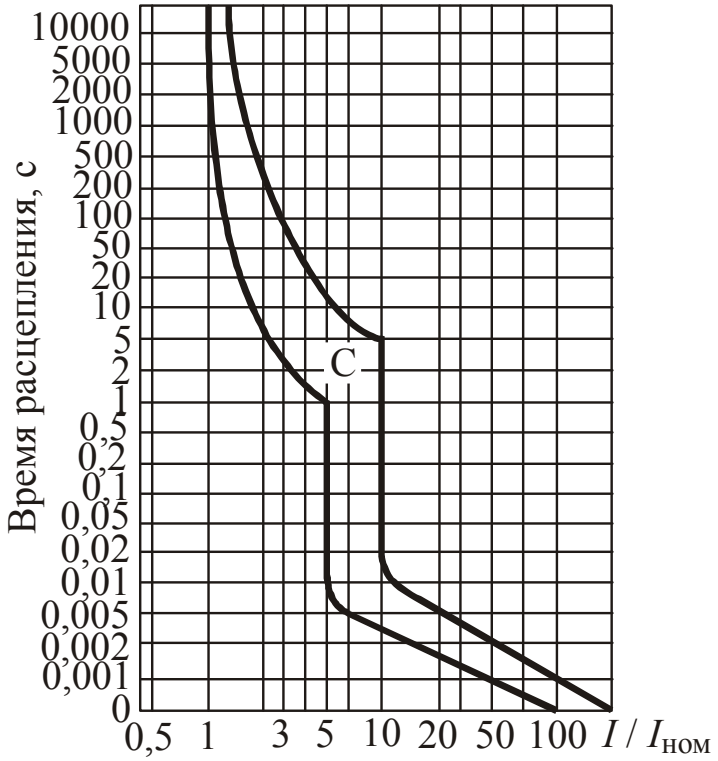


Рис. 2.164. Защитная характеристика автоматических выключателей ВА–101, ВА–102 и ВА–201 с С-типом электромагнитных расцепителей

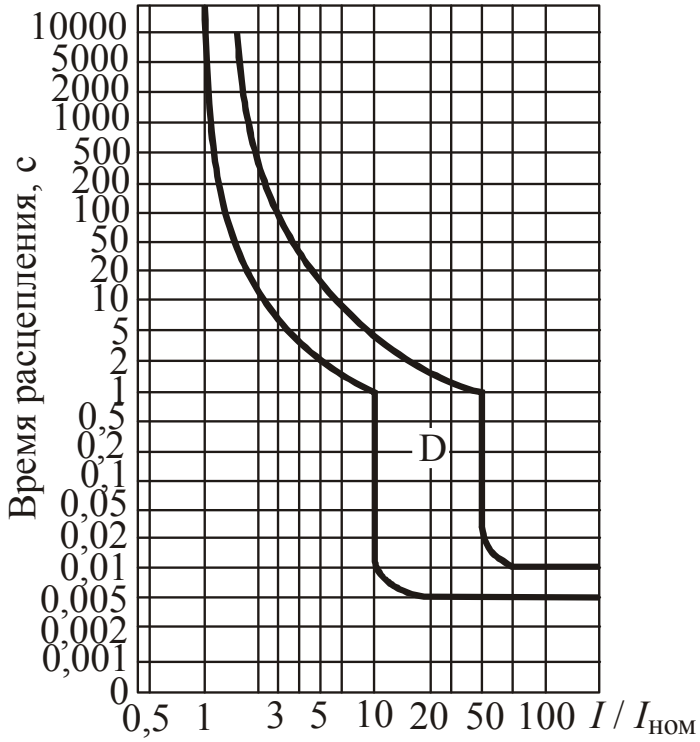


Рис. 2.165. Защитная характеристика автоматических выключателей ВА–101, ВА–102 и ВА–201 с D-типом электромагнитных расцепителей

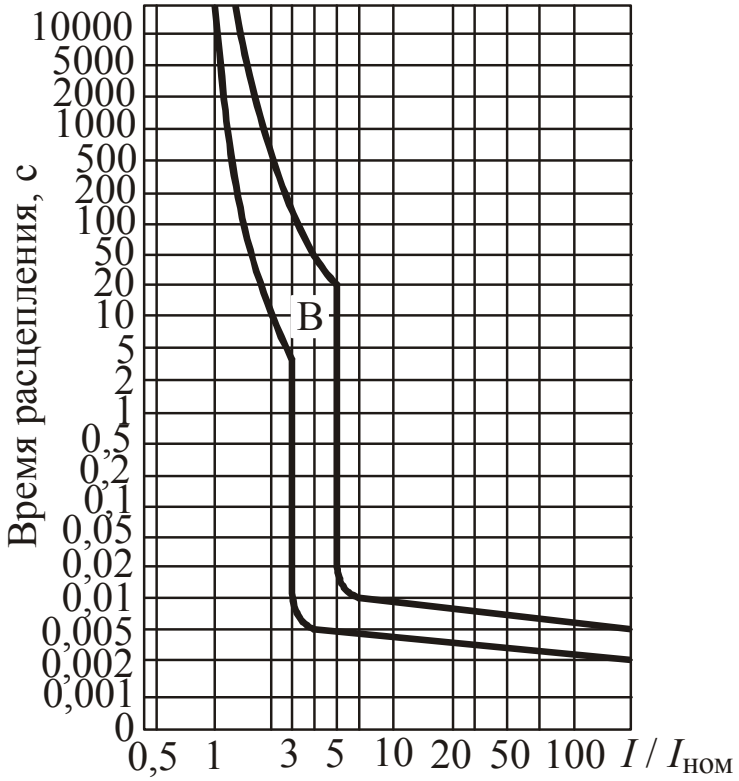


Рис. 2.166. Защитная характеристика автоматических выключателей ВА–103 с B-типом электромагнитных расцепителей

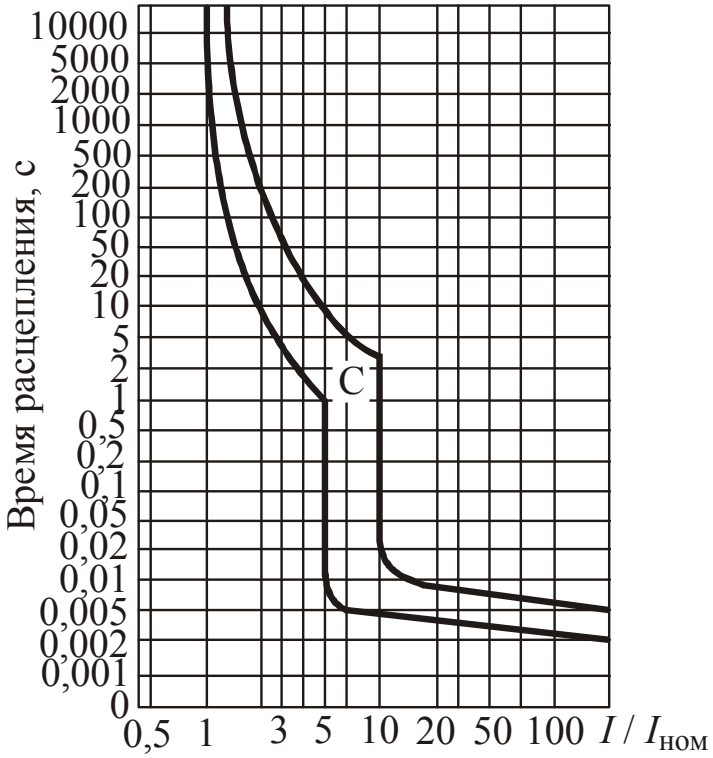


Рис. 2.167. Защитная характеристика автоматических выключателей ВА–103 с С-типом электромагнитных расцепителей

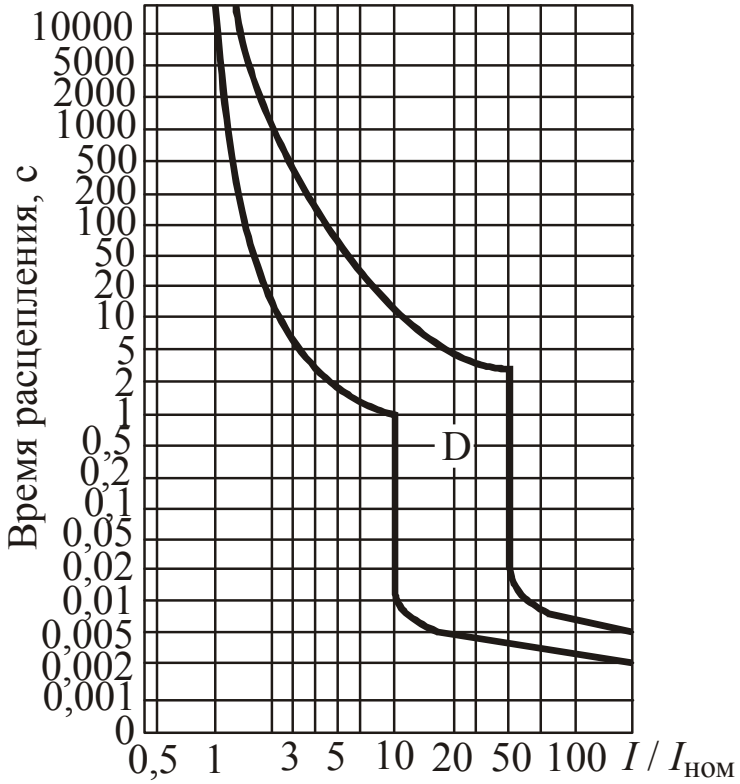


Рис. 2.168. Защитная характеристика автоматических выключателей ВА–103 с D-типом электромагнитных расцепителей

Таблица 2.77

Времятоковые рабочие характеристики автоматических выключателей ВА–101, ВА–102 и ВА–201

Номер испытания	Тип мгновенного расцепителя	Начальное состояние	Тестовый ток	Результаты испытаний
1	B, C, D	холодное*	$1{,}13 \cdot I_{ном}$	без расцепления в течение 1 часа ($I_{ном} \le 63$ А)
				без расцепления в течение 2 часов ($I_{ном} > 63$ А)
2	B, C, D	сразу после испытания №1 (непрерывное нарастание тока в течение 5 сек)	$1{,}451 \cdot I_{ном}$	расцепление в течение 1 часа ($I_{ном} \le 63$ А)
				расцепление в течение 2 часов ($I_{ном} > 63$ А)
3	B, C, D	холодное	$2{,}55 \cdot I_{ном}$	расцепление за время 1 с < t < 60 с ($I_{ном} \le 32$ А)
				расцепление за время 1 с < t < 120 с ($I_{ном} > 32$ А)
4	B	холодное	$3 \cdot I_{ном}$	расцепление за время: 0,1 с ≤ t < 45 с ($I_{ном} \le 32$ А) 0,1 с ≤ t < 90 с ($I_{ном} > 32$ А)
	C		$5 \cdot I_{ном}$	расцепление за время: 0,1 с ≤ t < 15 с ($I_{ном} \le 32$ А) 0,1 с ≤ t < 30 с ($I_{ном} > 32$ А)
	D		$10 \cdot I_{ном}$	расцепление за время: 0,1 с ≤ t < 4 с ($I_{ном} \le 32$ А) 0,1 с ≤ t < 8 с ($I_{ном} > 32$ А)
5	B	холодное	$5 \cdot I_{ном}$	расцепление за время t < 0,1 с
	C		$10 \cdot I_{ном}$	
	D		$20 \cdot I_{ном}$	

* Испытания при «холодном» начальном состоянии автоматического выключателя означает выполнение испытаний при температуре (+30+5)°С без предварительного пропускания электрического тока через его главную цепь.

Таблица 2.78

Времятоковые рабочие характеристики автоматических выключателей ВА–103

Номер испытания	Начальное состояние	Тестовый ток	Пределы времени расцепления или нерасцепления	Результаты испытаний	Примечание
1	холодный	$1{,}13 \cdot I_{ном}$	$t \geq 1$ часа	без расцепления	
2	сразу после предыдущего теста	$1{,}45 \cdot I_{ном}$	$t < 1$ часа	расцепление	непрерывное нарастание тока в течение 5с
3	холодный	$2{,}55 \cdot I_{ном}$	1 с $\leq t <$ 60 с (при $I_{ном} \leq 32$ А) 1 с $\leq t <$ 120 с (при $I_{ном} > 32$ А)	расцепление	
4	холодный	$3 \cdot I_{ном}$	$t \geq 0{,}1$ с	без расцепления	B-тип
		$5 \cdot I_{ном}$	$t < 0{,}1$ с	расцепление	
		$5 \cdot I_{ном}$	$t \geq 0{,}1$ с	без расцепления	C-тип
		$10 \cdot I_{ном}$	$t < 0{,}1$ с	расцепление	
		$10 \cdot I_{ном}$	$t \geq 0{,}1$ с	без расцепления	D-тип
		$50 \cdot I_{ном}$	$t < 0{,}1$ с	расцепление	

Автоматические выключатели ВА–СЭЩ–TD/TS рассчитаны для эксплуатации в электроустановках на номинальное напряжение до 690 В переменного тока частотой 50/60 Гц, на номинальное напряжение до 500 В постоянного тока и на номинальные токи от 16 до 800 А. Возможные номинальные токи и типы устанавливаемых расцепителей максимального тока приведены в таблице 2.79. Автоматы изготавливаются нормальной (*N*), высокой (*H*) и повышенной (*L*) коммутационной способности. Их технические характеристики приведены в табл. 2.80–2.82.

Для защиты электродвигателей кроме автоматов (табл. 2.81) могут применяться выключатели–разъединители (табл. 2.82). От автоматических выключателей они отличаются отсутствием расцепителей. При этом габаритные размеры, выводы для присоединения проводников и принадлежности такие же, как и у автоматических выключателей.

Таблица 2.79

Номинальные токи и типы устанавливаемых расцепителей максимального тока автоматических выключателей ВА–СЭЩ–TD/TS

Типоразмер корпуса	Вид расцепителя	Номинальный ток $I_{ном}$, А						
		Теплоэлектромагнитный расцепитель				Электронный расцепитель		DSU
		FTU	FMU	ATU	MTU	ETS	ETM	
TD100	Встроенный	16;20;25;32; 40; 50; 63; 80; 100	16;20;25;32; 40; 50; 63; 80; 100	—	—	—	—	—
TD160		100; 125; 160	100; 125; 160	—	—	—	—	160
TS100	Взаимозаменяемый	40; 50; 63; 80; 100	40; 50; 63; 80; 100	—	1,6;3,2;6,3;12; 20;32;50;63;100	40; 80	—	100
TS160		100; 125; 160	100; 125; 160	100; 125; 160	32; 50; 63; 100; 160	40; 80; 160	—	160
TS250		125;160;200;250	125;160;200;250	125;160;200;250	100; 160; 220	40; 80; 160; 250	—	250
TS400		300; 400	300; 400	300; 400	320	160; 250; 400	160; 250; 400	400
TS630		500; 630	500; 630	500; 630	500	160;250;400;630	160;250;400;630	630
TS800		700; 800	800	800	630	630; 800	630; 800	800

Типы расцепителей	
FTU	• С нерегулируемыми уставками теплового и электромагнитного расцепителей
FMU	• С регулируемой уставкой теплового и нерегулируемой уставкой электромагнитного расцепителя
ATU	• С регулируемыми уставками теплового и электромагнитного расцепителей
MTU	• Только с электромагнитным расцепителем
ETS	• Электронный (LSI)
ETM	• Электронный (LSIG, амперметр, интерфейс связи, логическая селективность)
DSU	• Выключатель-разъединитель

Примечание: характеристики выключателей с электронным расцепителем приведены в разделе 2.1.

Таблица 2.80

Технические характеристики автоматических выключателей TD, TS

Наименование технических данных		Ед. изм.	Тип выключателя							
			TD100	TD160	TS100	TS160	TS250	TS400	TS630	TS800
Типоразмер корпуса [AF]			100	160	100	160	250	400	630	800
Номинальный ток, I_n		A	16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100	100, 125, 160	40, 50, 63, 80, 100	100, 125, 160	125, 160, 200, 250	300, 400	500, 630	700, 800
Число полюсов			2*, 3, 4							
Номинальное рабочее напряжение U_e	Переменный ток	В	690							
	Постоянный ток	В	500							
Номинальное напряжение изоляции главной цепи U_i		В	750							
Номинальное импульсное выдерживаемое напряжение главной цепи U_{imp}		кВ	8							
Категория применения			A							
Номинальная предельная наибольшая отключающая способность I_{CU},										
до AC220 /240 В для коммутационной способности	N	кА	85		100			100		100
	H	кА	100		120			120		120
	L	кА	200		200			200		200
до AC380 /415 В для коммутационной способности	N	кА	50		50			65		65
	H	кА	85		85			85		100
	L	кА	150		150			150		150
до AC660 /690 В для коммутационной способности	N	кА	5		10			10		10
	H	кА	8		15			20		20
	L	кА	10		20			35		35
Номинальная рабочая наибольшая отключающая способность, I_{CS}		I_{CU}	100%							

Окончание таблицы 2.80

Наименование технических данных		Ед. изм.	Тип выключателя							
			TD100	TD160	TS100	TS160	TS250	TS400	TS630	TS800
Номинальная рабочая наибольшая включающая способность I_{cm}										
до АС220 /240 В для коммутационной способности	N	кА	187		220			220		220
	H	кА	220		264			264		264
	L	кА	440		440			440		440
до АС380 /415 В для коммутационной способности	N	кА	105		105			143		143
	H	кА	187		187			187		220
	L	кА	330		330			330		330
до АС660 /690 В для коммутационной способности	N	кА	8		17			17		17
	H	кА	14		30			40		40
	L	кА	17		40			74		74
Сигнальные и аварийные блок-контакты			√							
Минимальный расцепитель напряжения			√							
Теплоэлектромагнитный расцепитель			√	√	√	√	√	√	√	√
Электронный расцепиетль			—	—	√					
Независимый расцепитель напряжения			√							

* - двухполюсный выключатель в корпусе трехполюсного аппарата.

Стандарты для электрораспределительных систем требуют наличия расположенного выше (по питанию) аппарата защиты. Аппараты TD160…TS800 оснащены электромагнитным расцепителем DSU и поэтому одновременно являются аппаратами защиты.

При температуре окружающей среды более 40°С номинальный ток автоматических выключателей ВА–СЭЩ–TD/TS с теплоэлектромагнитными расцепителями уменьшается. Параметры изменения характеристик выключателей приведены в таблице 2.83.

Передняя панель теплоэлектромагнитных расцепителей автоматов TD/TS, их характеристики и примеры настройки защитных характеристик показаны на рис. 2.169.

Электромагнитный расцепитель MTU (табл. 2.84) применяется для защиты электродвигателей. Автоматический выключатель с таким расцепителем осуществляет защиту от коротких замыканий с регулируемой уставкой (табл. 2.85) и выполняет функции разъединения.

Таблица 2.81

Технические характеристики автоматических выключателей TD, TS для защиты электродвигателей

Наименование технических данных		Ед. изм.	Тип выключателя					
			TS100	TS160	TS250	TS400	TS630	TS800
Типоразмер корпуса [AF]			100	160	250	400	630	800
Номинальный ток, I_n		A	1,6;3,2; 6,3; 12; 20; 32; 50; 63; 100	32; 50; 63; 80; 100; 160	100; 160; 220	320	500	630
Число полюсов			3					
Номинальное рабочее напряжение U_e	Переменный ток	В	690					
	Постоянный ток	В	500					
Номинальное напряжение изоляции главной цепи U_i		В	750					
Номинальное импульсное выдерживаемое напряжение главной цепи U_{imp}		кВ	8					
Категория применения			A					
Номинальная предельная наибольшая отключающая способность I_{CU},								
до AC220/240 В для коммутационной способности	N	кА	100			100		100
	H	кА	120			120		120
	L	кА	200			200		200
до AC380/415 В для коммутационной способности	N	кА	50			65		65
	H	кА	85			85		100
	L	кА	150			150		150
до AC660/690 В для коммутационной способности	N	кА	10			10		10
	H	кА	15			20		20
	L	кА	12			35		35
Номинальная рабочая наибольшая отключающая способность, I_{CS}		I_{CU}	100%					
Номинальная рабочая наибольшая включающая способность I_{CM},								
до AC220/240 В для коммутационной способности	N	кА	220			220		220
	H	кА	264			264		264
	L	кА	440			440		440
до AC380/415 В для коммутационной способности	N	кА	105			143		143
	H	кА	187			187		220
	L	кА	330			330		330
до AC660/690 В для коммутационной способности	N	кА	17			17		17
	H	кА	30			40		40
	L	кА	40			74		74

Таблица 2.82

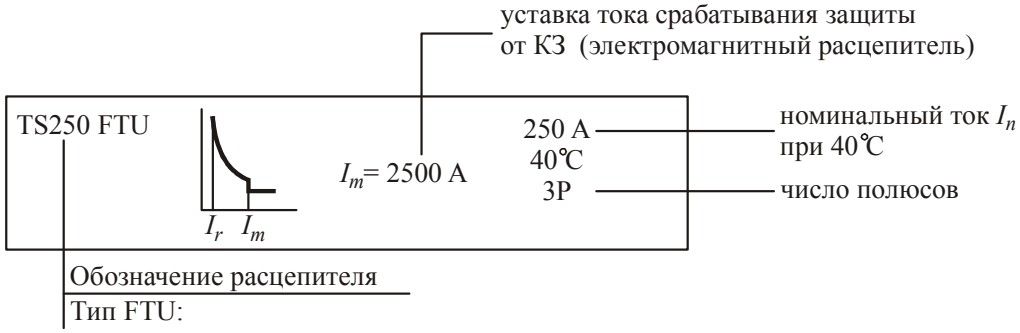
Технические характеристики выключателей-разъединителей TD, TS для защиты электродвигателей

Наименование технических данных		Ед. изм.	Тип выключателя						
			TD160NA	TS100NA	TS160NA	TS250NA	TS400NA	TS630NA	TS800NA
Типоразмер корпуса [AF]			160	100	160	250	400	630	800
Условный тепловой ток, I_{th}		A	160	100	160	250	400	630	800
Номинальный рабочий ток, I_e		A	160	100	160	250	400	630	800
Число полюсов			2, 3, 4						
Номинальное рабочее напряжение U_e	переменный ток	В	690						
	постоянный ток		500						
Номинальное напряжение изоляции главной цепи U_i		В	750						
Номинальное импульсное выдерживаемое напряжение главной цепи U_{imp}		кВ	8						
Номинальная наибольшая отключающая способность I_{CU}		кА пик.	3,1	2,8	3,6	4,9	7,1	8,5	12
Номинально кратковременно выдерживаемый ток, I_{CW}	1 с	А, действ.	2200	2000	2500	3500	5000	6300	8000
	3 с		2200	2000	2500	3500	5000	6300	8000
	20 с		960	690	960	1350	1930	2320	2560

Таблица 2.83

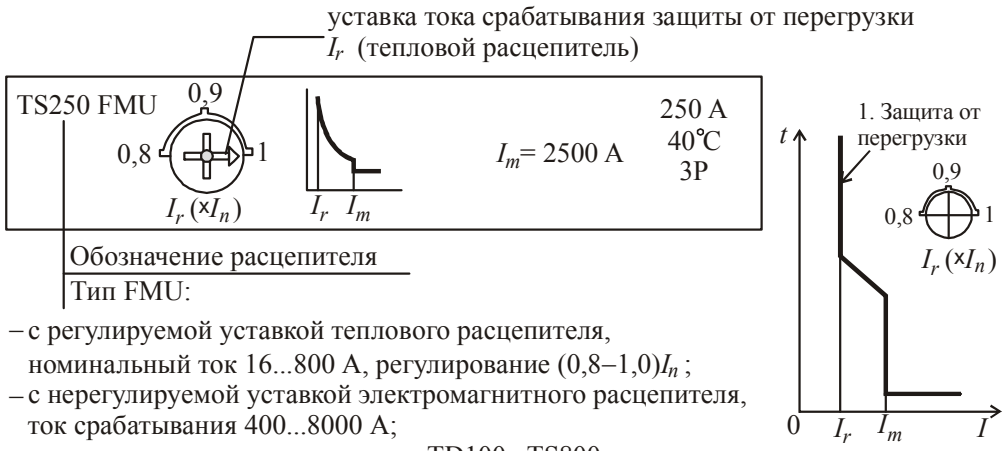
Влияние температуры окружающей среды на параметры автоматических выключателей ВА–СЭЩ–TD/TS

Типоразмер корпуса	Номинальный ток, А	Стационарный автоматический выключатель с теплоэлектромагнитным расцепителем							
		10°C	20°C	30°C	40°C	45°C	50°C	60°C	70°C
TD100 TD160	16	16	16	16	16	16	15	14	13
	20	20	20	20	20	19	19	18	16
	25	25	25	25	25	24	23	22	21
	32	32	32	32	32	31	30	28	26
	40	40	40	40	40	39	38	35	33
	50	50	50	50	50	48	47	44	41
	63	63	63	63	63	61	59	56	52
	80	80	80	80	80	78	75	71	66
	100	100	100	100	100	97	94	88	82
	125	125	125	125	125	121	117	110	103
	160	160	160	160	160	155	150	141	131
TS100 TS160	40	40	40	40	40	39	38	35	33
	50	50	50	50	50	48	47	44	41
	63	63	63	63	63	61	59	56	52
	80	80	80	80	80	78	75	71	66
	100	100	100	100	100	97	94	88	82
	125	125	125	125	125	121	117	110	103
	160	160	160	160	160	155	150	141	131
TS250	200	200	200	200	200	194	188	176	164
	250	250	250	250	250	242	234	220	205
TS400	300	300	300	300	300	291	281	264	246
	400	400	400	400	400	388	375	353	328
TS630	500	500	500	500	500	484	469	441	410
	630	630	630	630	630	610	591	555	517
TS800	800	800	800	800	800	775	750	705	656



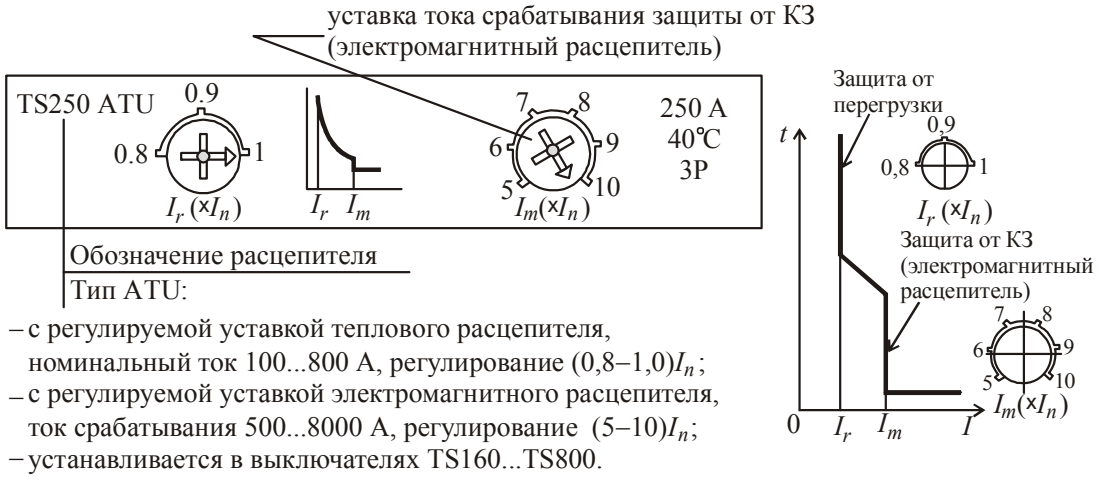
– с нерегулируемой уставкой теплового расцепителя, номинальный ток 16...800 А;
– с нерегулируемой уставкой электромагнитного расцепителя, ток срабатывания 400...8000 А;
– устанавливается в выключателях TD100...TS800.

а



– с регулируемой уставкой теплового расцепителя, номинальный ток 16...800 А, регулирование (0,8–1,0)I_n ;
– с нерегулируемой уставкой электромагнитного расцепителя, ток срабатывания 400...8000 А;
– устанавливается в выключателях TD100...TS800.

б



– с регулируемой уставкой теплового расцепителя, номинальный ток 100...800 А, регулирование (0,8–1,0)I_n;
– с регулируемой уставкой электромагнитного расцепителя, ток срабатывания 500...8000 А, регулирование (5–10)I_n;
– устанавливается в выключателях TS160...TS800.

в

Рис. 2.169. Вид фасада теплоэлектромагнитных расцепителей выключателей ВА–СЭЩ–TD/TS и примеры настройки их времятоковых характеристик: а – расцепитель с нерегулируемыми уставками; б – с регулируемой уставкой теплового расцепителя и нерегулируемой уставкой электромагнитного расцепителя; в – с регулируемыми уставками теплового и электромагнитного расцепителей

Таблица 2.84

Характеристики электромагнитных расцепителей *MTU*

Номинальный ток I_n (А)		TS100…TS800													
		1,6	3,2	6,3	12	20	32	50	63	100	160	220	320	500	630
N/H/L	TS100	•	•	•	•	•	•	•	•	•	—	—	—	—	—
	TS160	—	—	—	—	—	•	•	•	•	•	—	—	—	—
	TS250	—	—	—	—	—	—	—	—	•	•	•	—	—	—
	TS400	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	•	—	—
	TS630	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	•	—
	TS800	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	•

Таблица 2.85

Уставки электромагнитных расцепителей *MTU*

MTU I_n	$6\times I_n$	…	…	…	…	$12\times I_n$
1,6	10	12	14	16	18	20
3,2	20	24	28	32	36	40
6,3	40	48	56	64	72	80
12	70	84	98	112	126	140
20	120	144	168	192	216	240
32	190	228	266	304	342	380
50	300	360	420	480	540	600
63	400	480	560	640	720	800
100	600	720	840	960	1080	1200
160	960	1152	1344	1536	1728	1920
220	1320	1584	1848	2112	2376	2640
320	1920	2304	2688	3072	3456	3840
500	3000	3600	4200	4800	5400	6000
630	3780	4536	5292	6048	6804	7560

Времятоковые характеристики срабатывания автоматических выключателей ВА–СЭЩ–TD/TS с комбинированными и электромагнитными расцепителями приведены на рис. 2.170–2.187.

Дополнительная общая информация о выключателях серии ВА–СЭЩ, а также информация об аппаратах, оснащенных электронными расцепителями, дана в разделе 2.1.

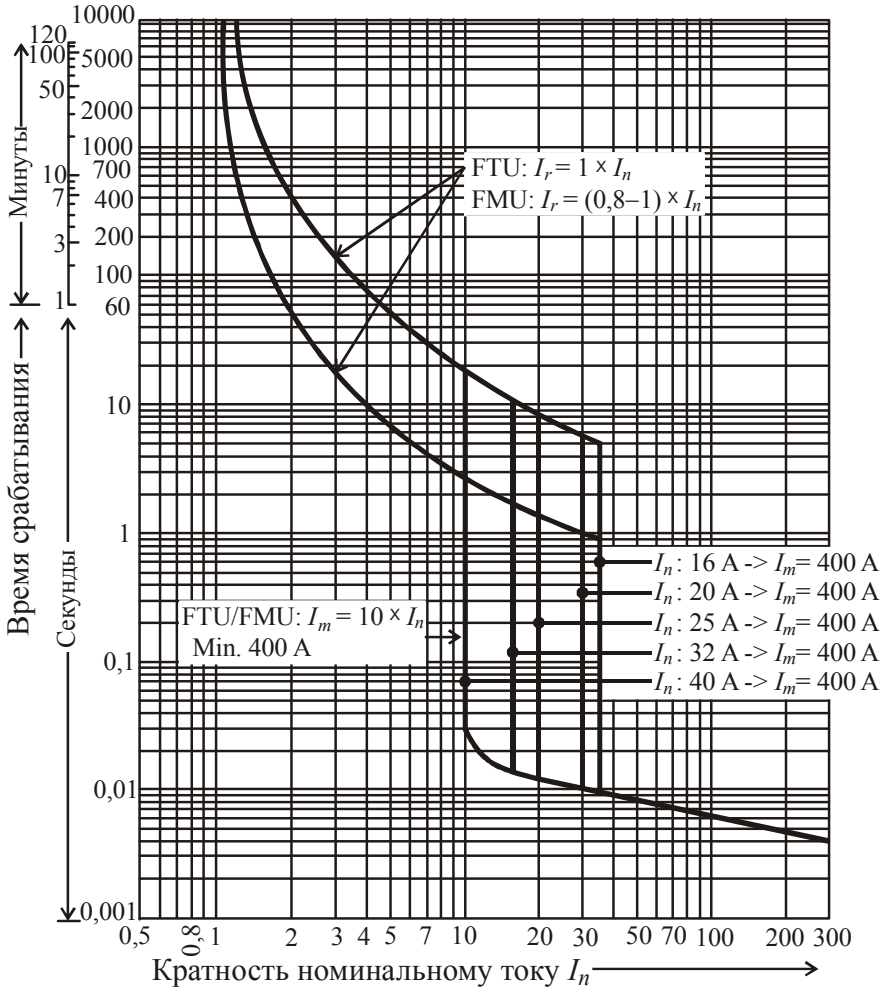


Рис. 2.170. Времятоковые характеристики автоматических выключателей TD100 с расцепителями FTU, FMU на токи 16–100 А

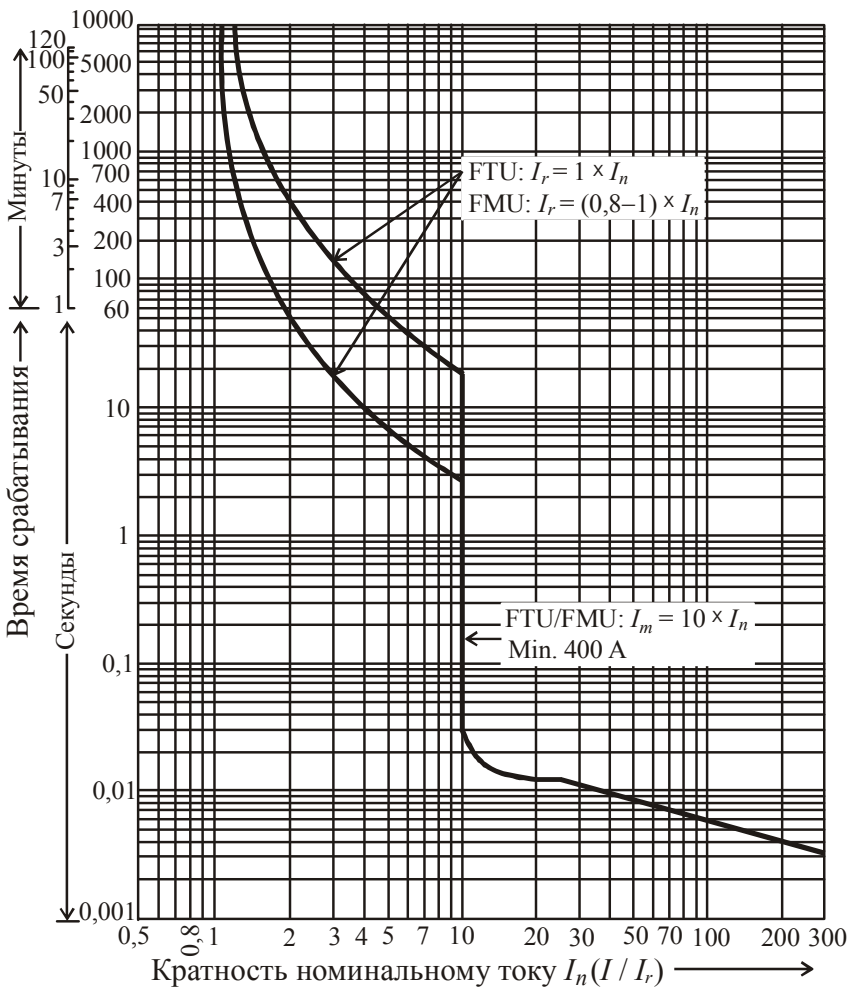


Рис. 2.171. Времятоковые характеристики автоматических выключателей TD160 с расцепителями FTU, FMU на токи 100–160 А

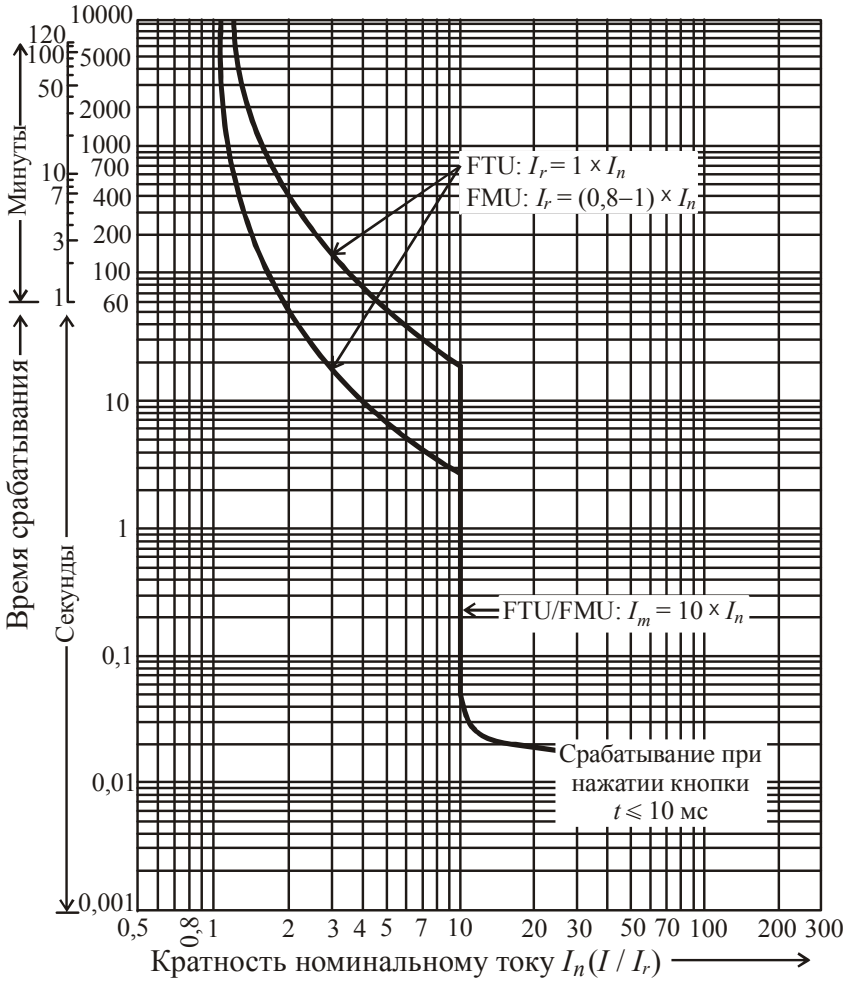


Рис. 2.172. Времятоковые характеристики автоматических выключателей TS100 с расцепителями FTU, FMU на токи 40–100 А

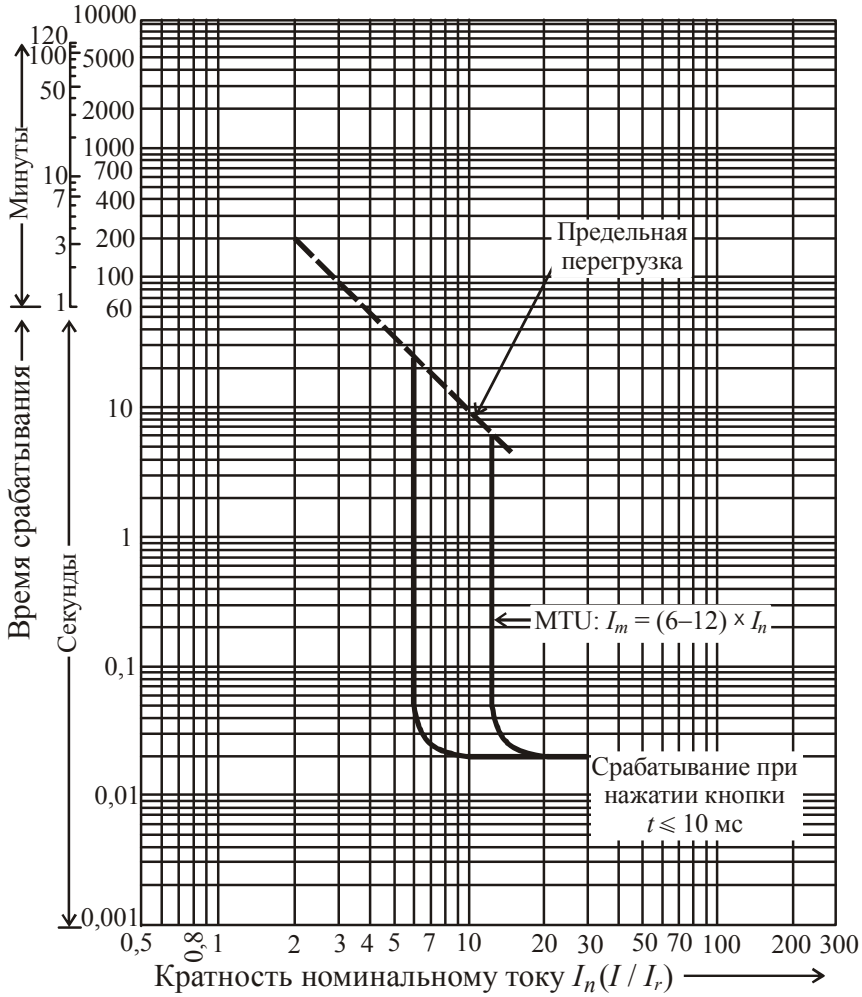


Рис. 2.173. Времятоковые характеристики автоматических выключателей TS100, TS160 с расцепителями MTU на токи 1,6–160 А (см. таблицы 2.84, 2.85)

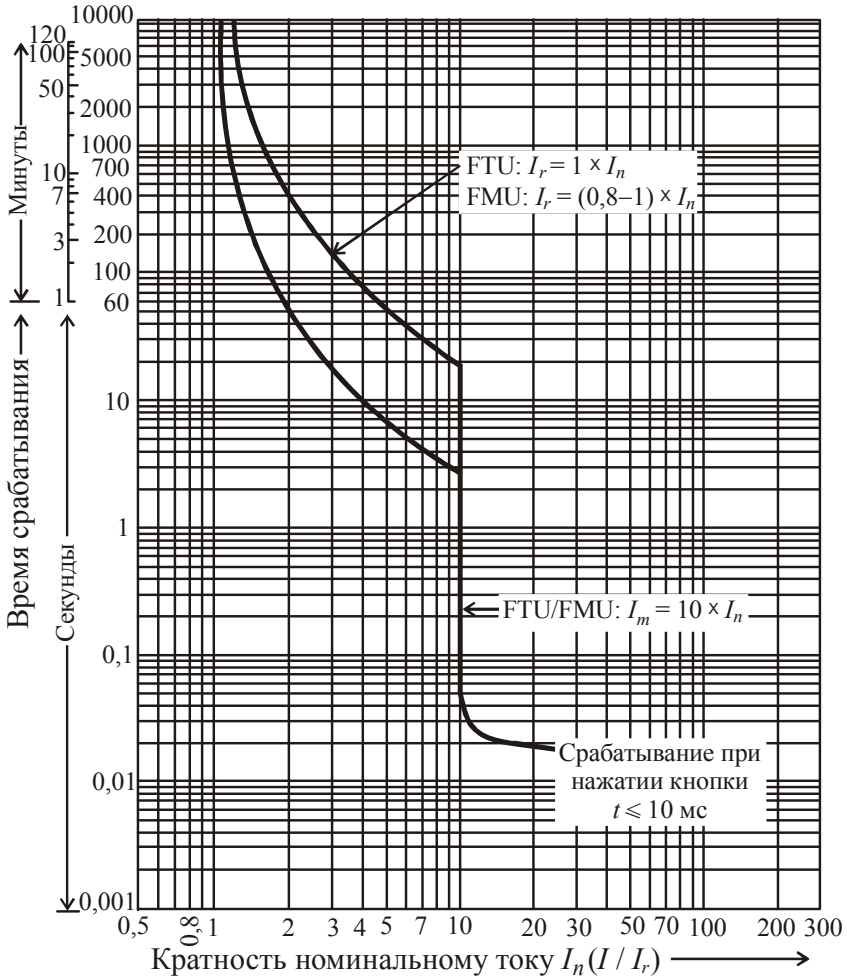


Рис. 2.174. Времятоковые характеристики автоматических выключателей TS160 с расцепителями FTU, FMU на токи 100–160 А

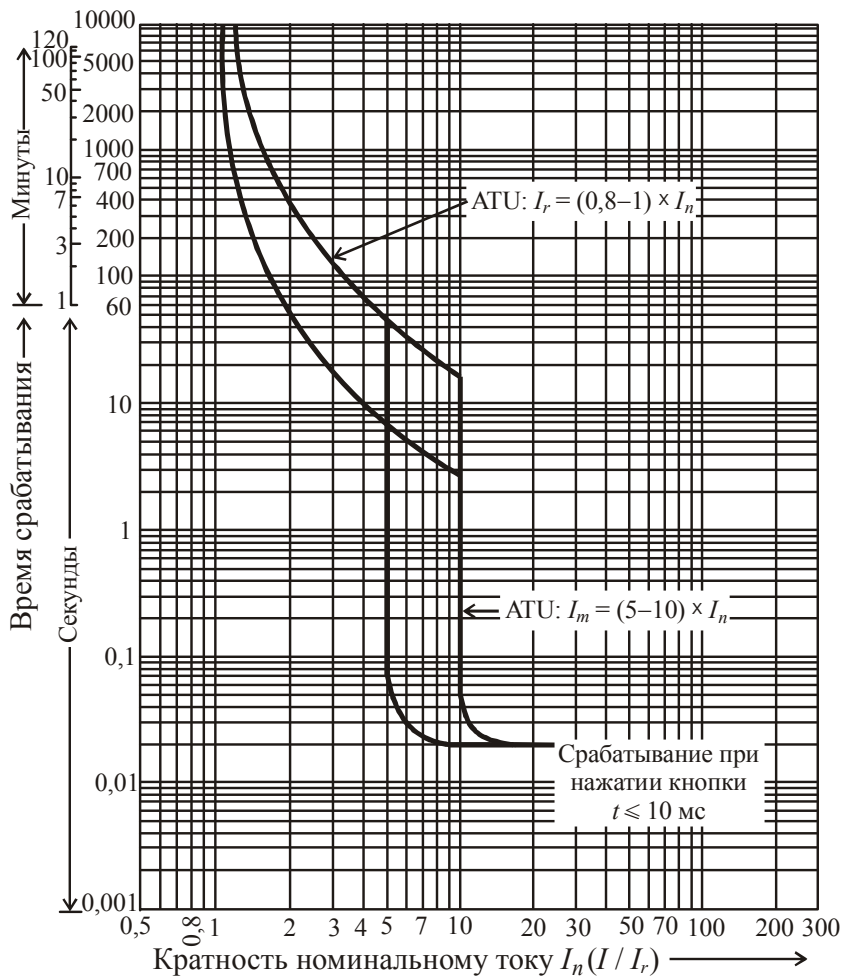


Рис. 2.175. Времятоковые характеристики автоматических выключателей TS160 с расцепителями ATU на токи 100–160 А

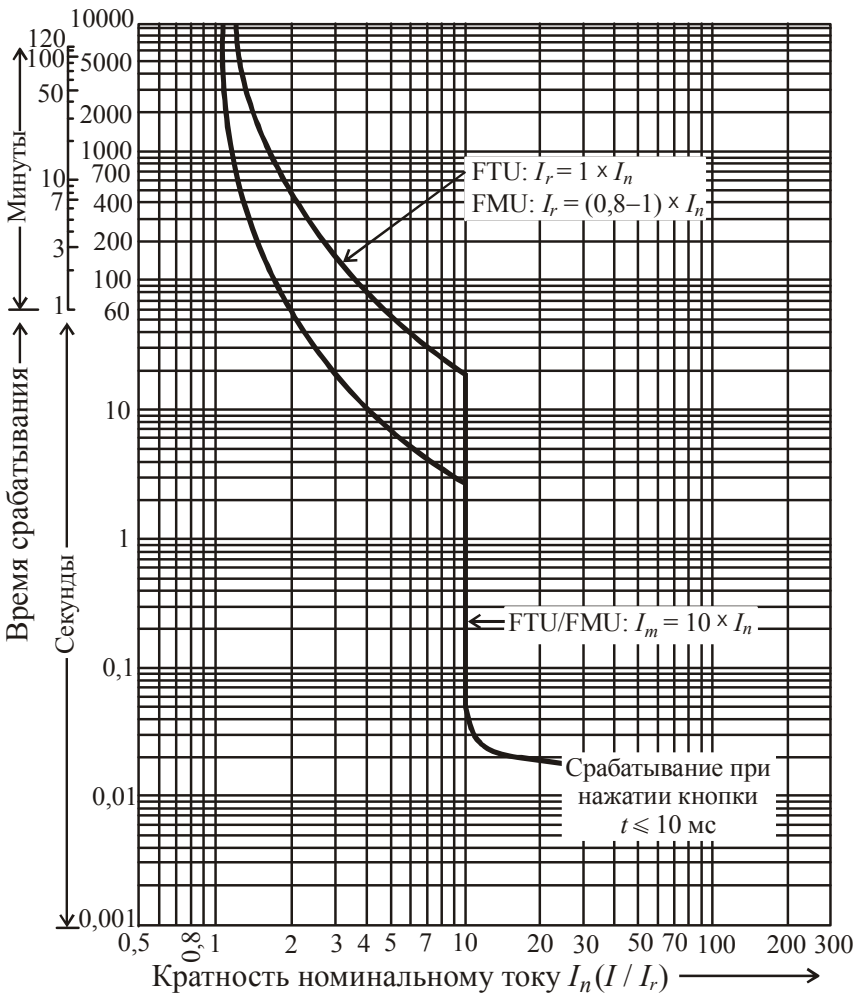


Рис. 2.176. Времятоковые характеристики автоматических выключателей TS250 с расцепителями FTU, FMU на токи 125–250 А

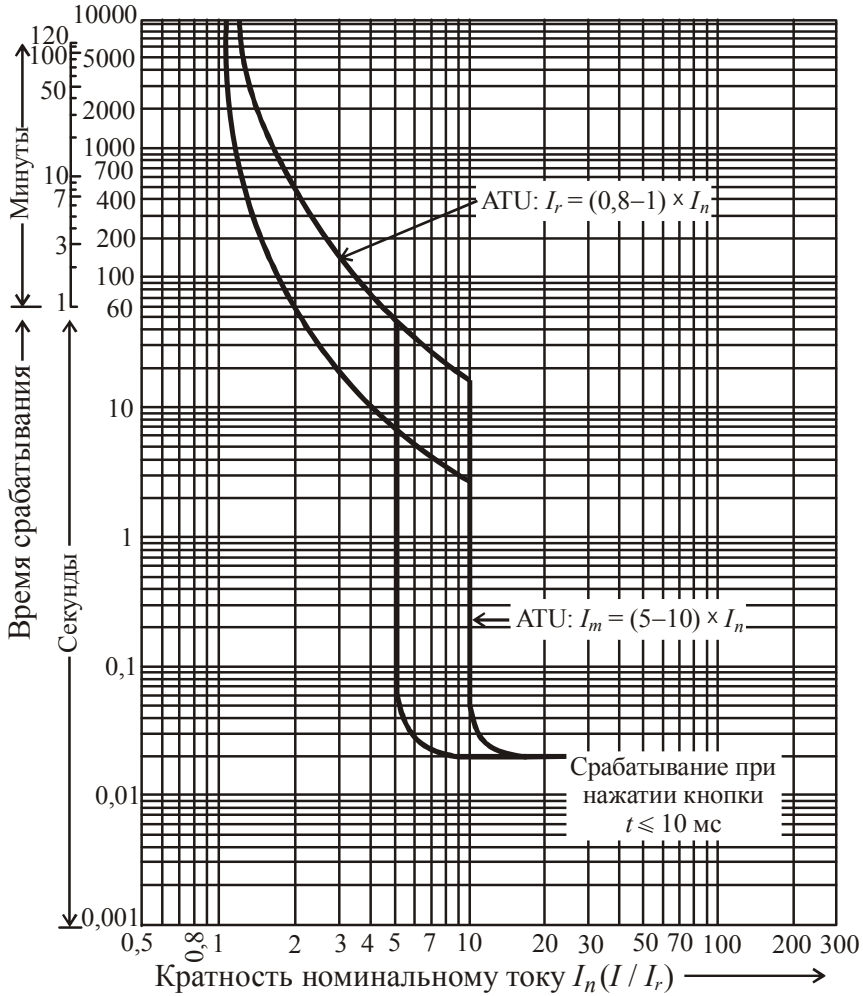


Рис. 2.177. Времятоковые характеристики автоматических выключателей TS250 с расцепителями ATU на токи 125–250 А

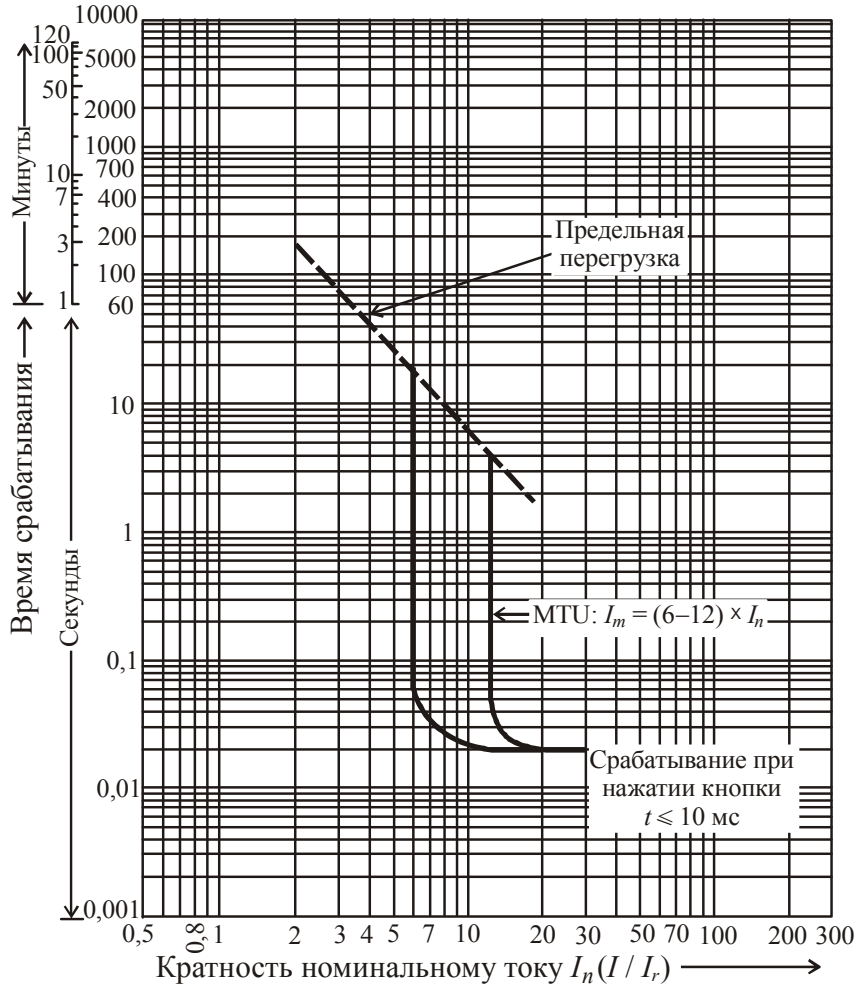


Рис. 2.178. Времятоковые характеристики автоматических выключателей TS250 с расцепителями MTU на токи 100, 160 и 220 А(см. таблицы 2.84, 2.85)

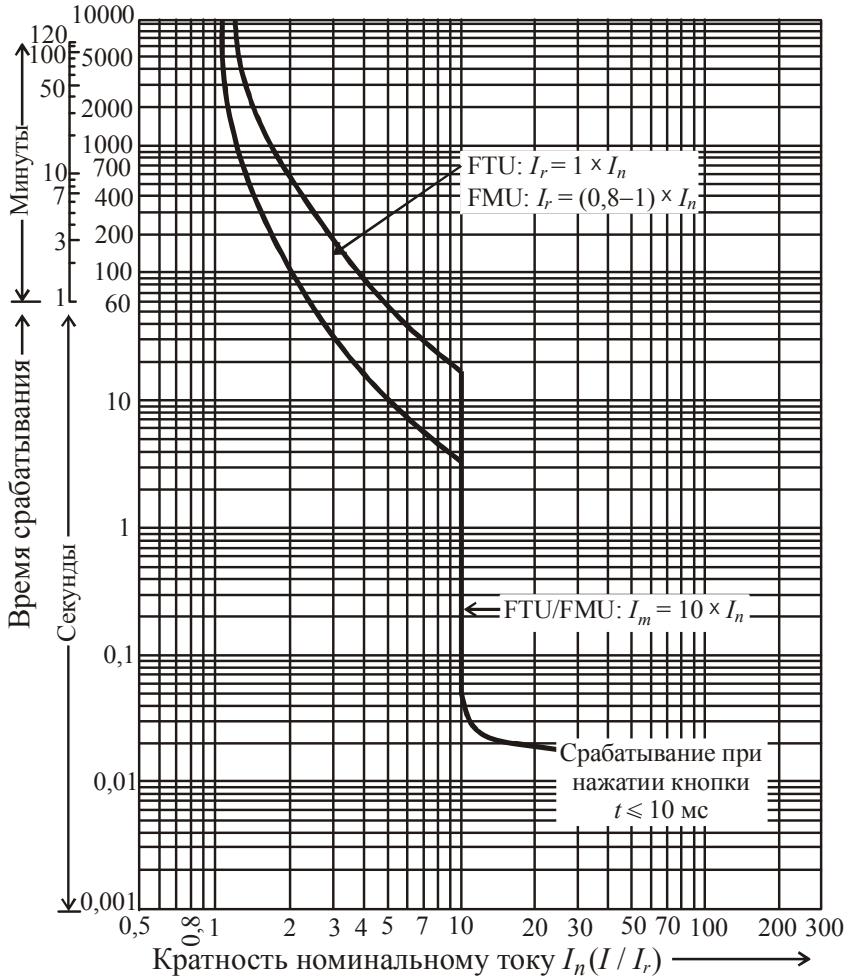


Рис. 2.179. Времятоковые характеристики автоматических выключателей TS400 с расцепителями FTU, MTU на токи 300 и 400 А

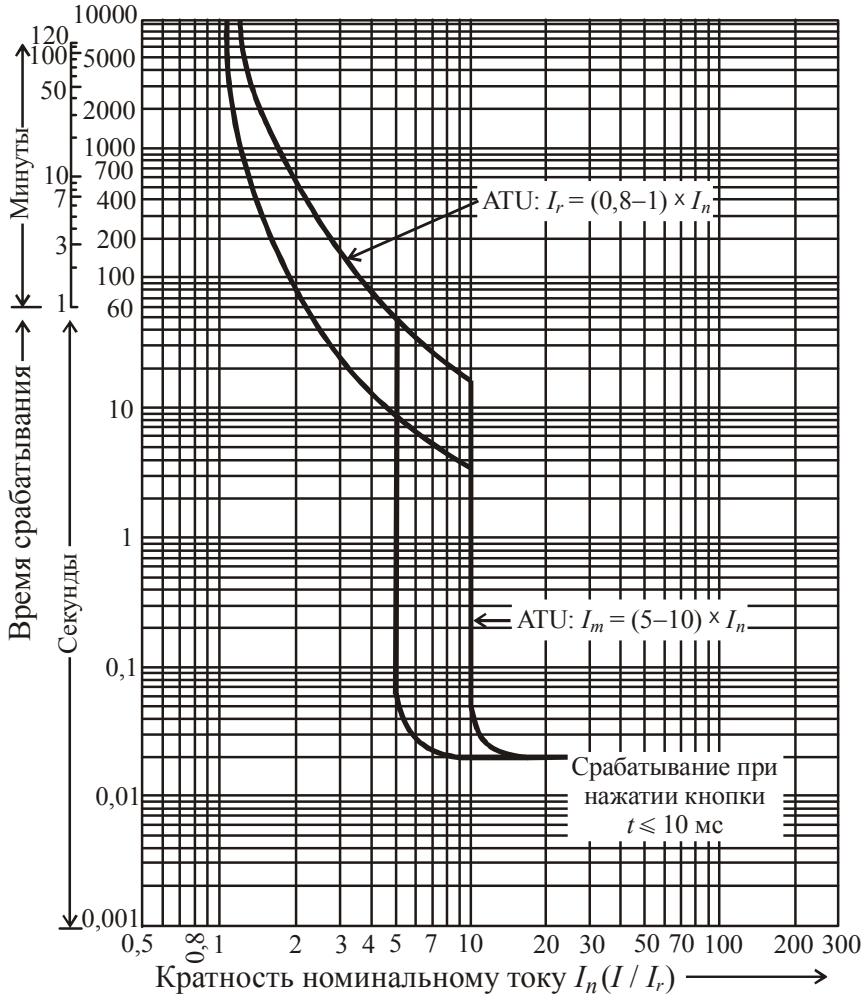


Рис. 2.180. Времятоковые характеристики автоматических выключателей TS400 с расцепителями ATU на токи 300 и 400 А

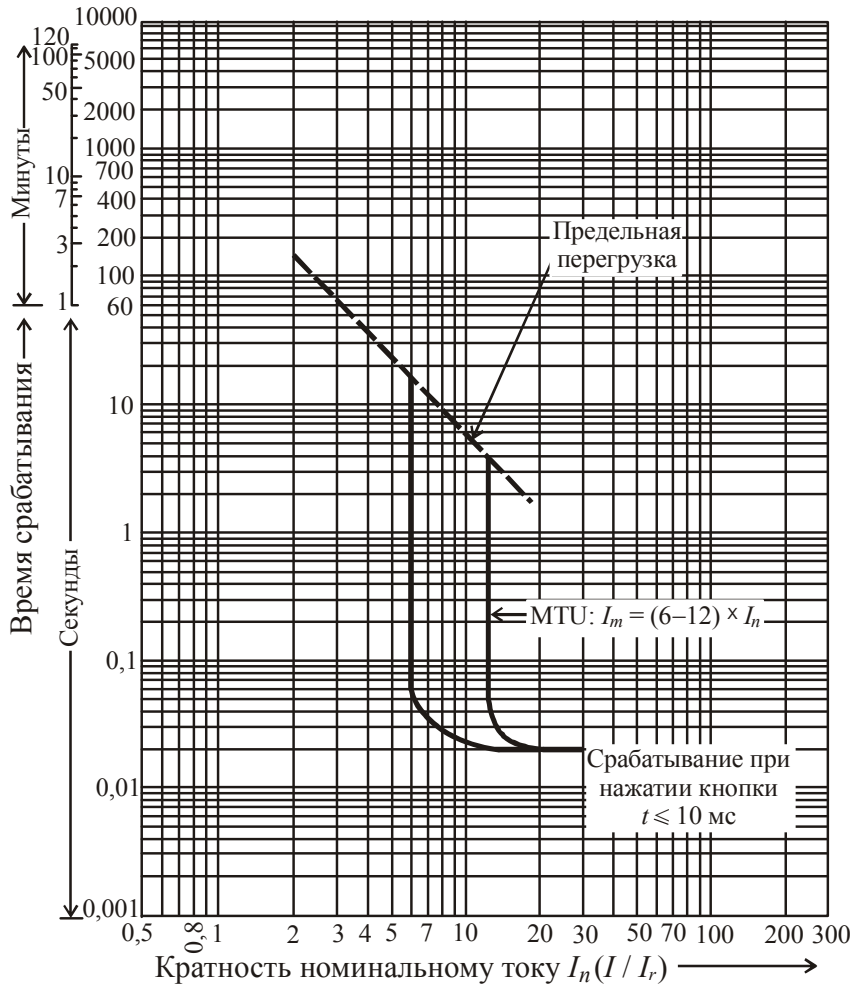


Рис. 2.181. Времятоковые характеристики автоматических выключателей TS400 с расцепителями MTU на ток 320 А (см. таблицы 2.84, 2.85)

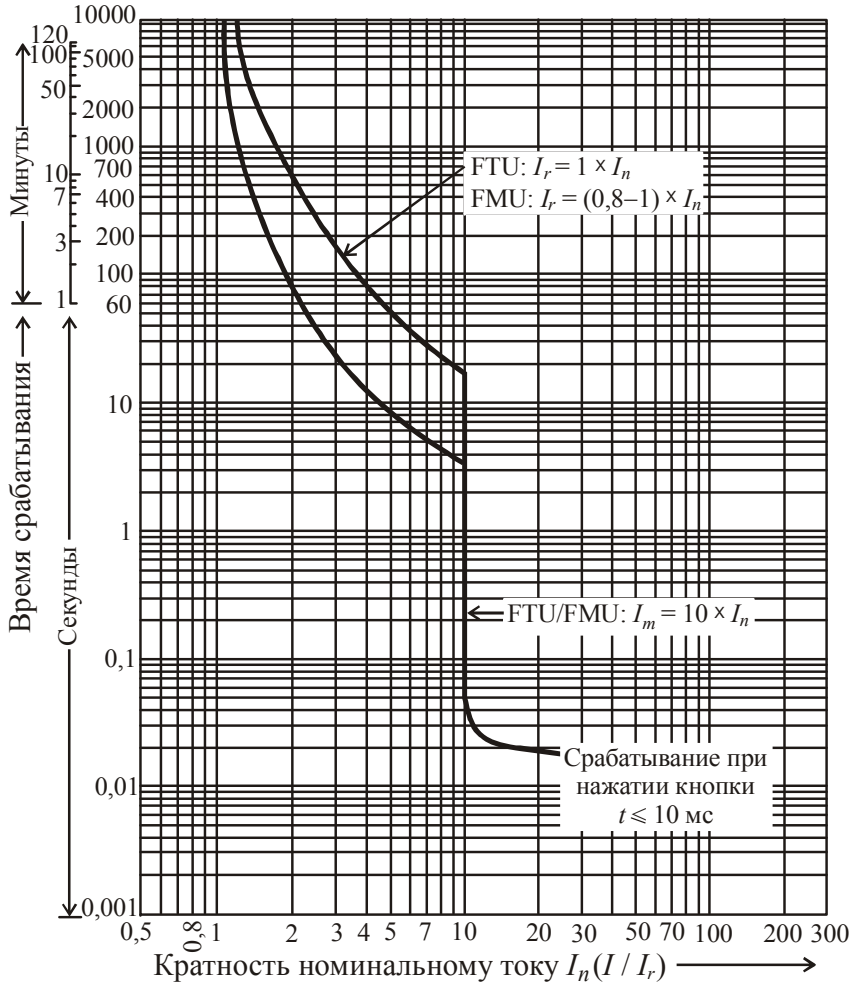


Рис. 2.182. Времятоковые характеристики автоматических выключателей TS630 с расцепителями FTU, FMU на токи 500 и 630 А

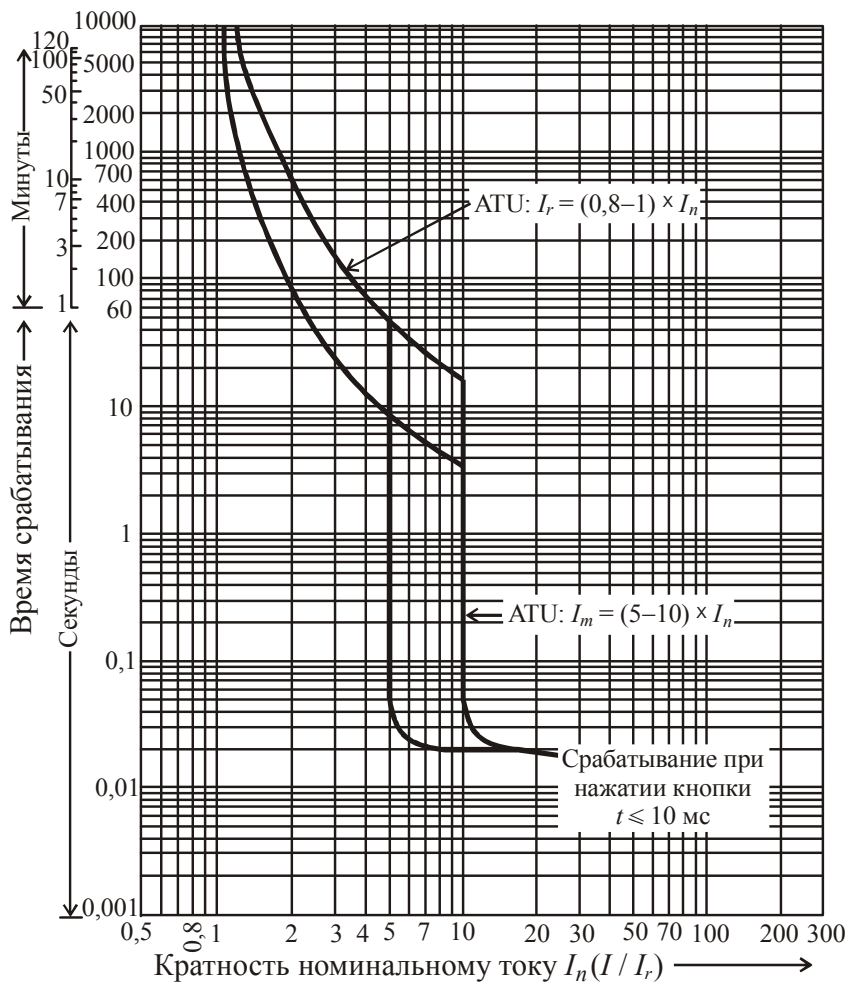


Рис. 2.183. Времятоковые характеристики автоматических выключателей TS630 с расцепителями ATU на токи 500 и 630 А

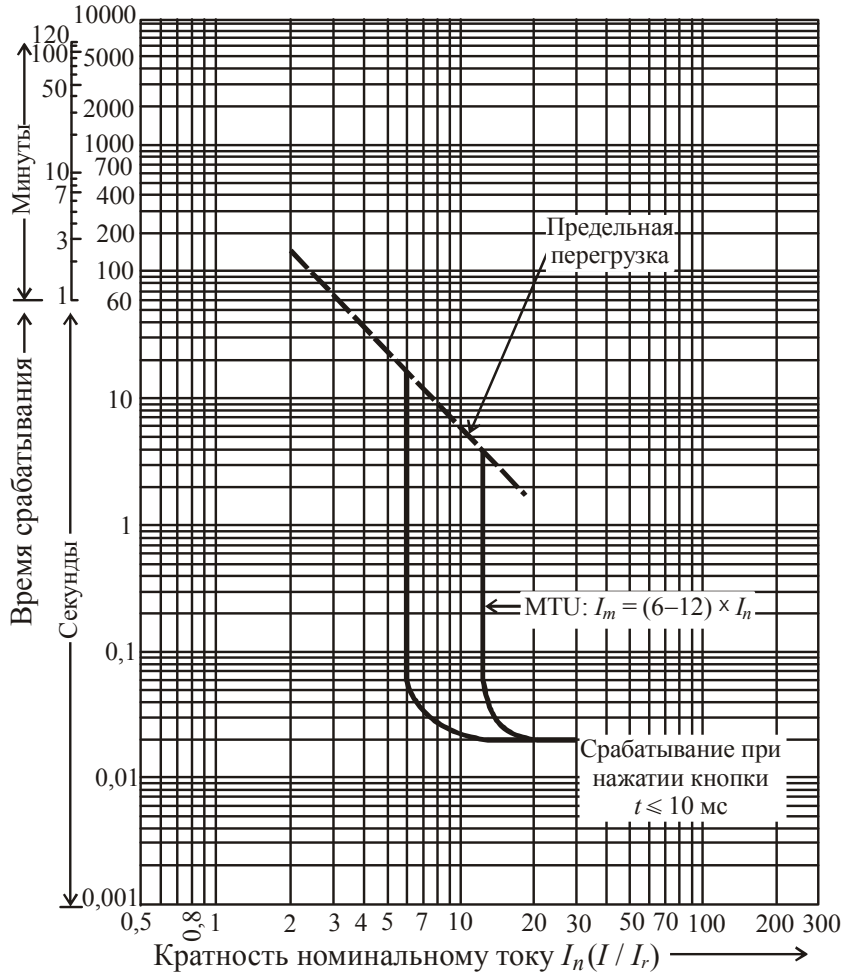


Рис. 2.184. Времятоковые характеристики автоматических выключателей TS630 с расцепителями MTU на ток 500 А (см. таблицы 2.84, 2.85)

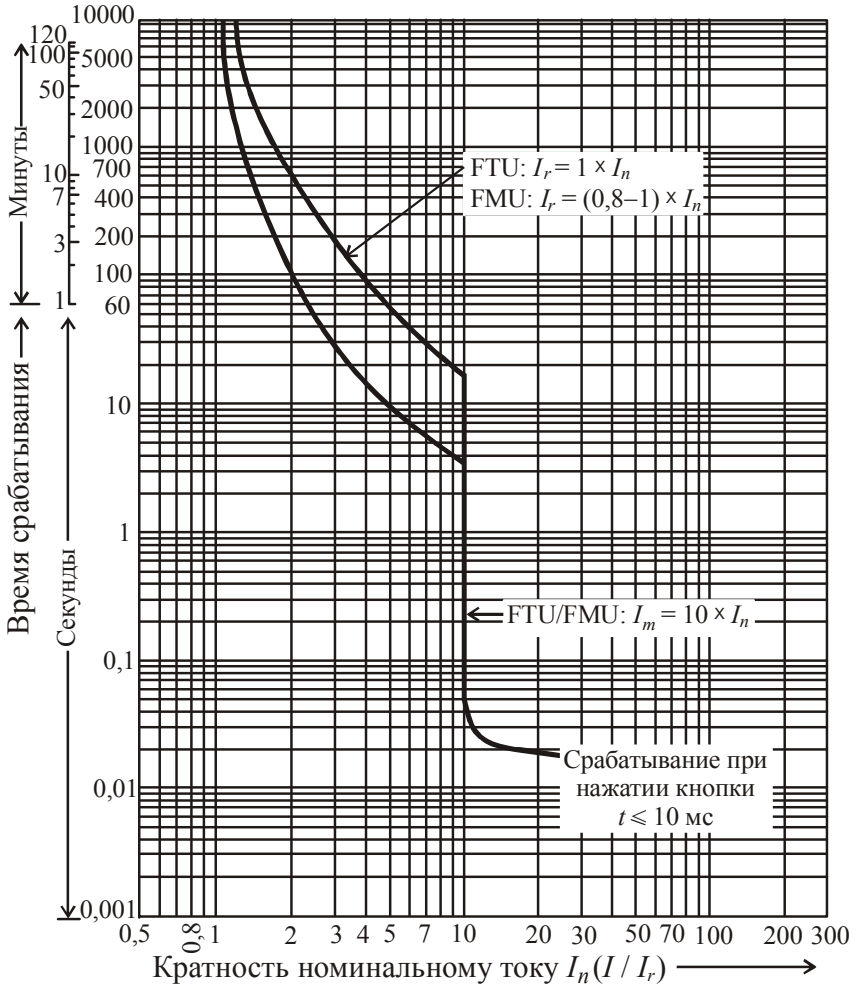


Рис. 2.185. Времятоковые характеристики автоматических выключателей TS800 с расцепителями FTU на токи 700 и 800 А и расцепителями FMU на ток 800 А

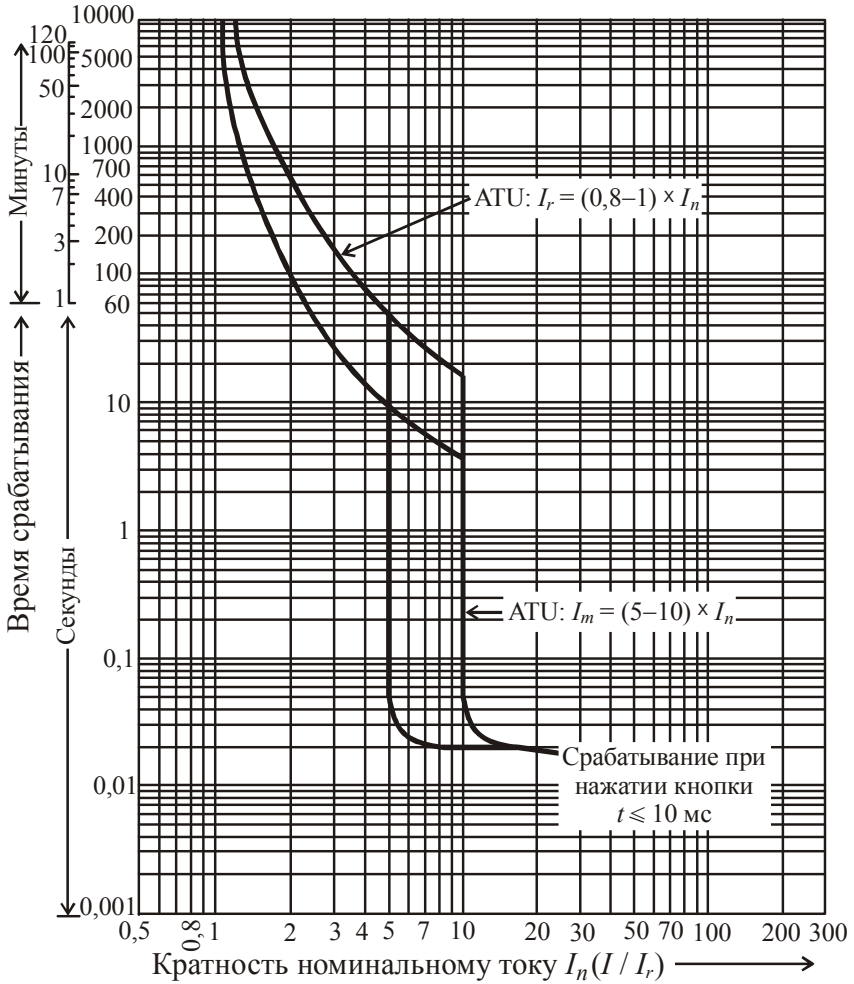


Рис. 2.186. Времятоковые характеристики автоматических выключателей TS800 с расцепителями ATU на ток 800 А

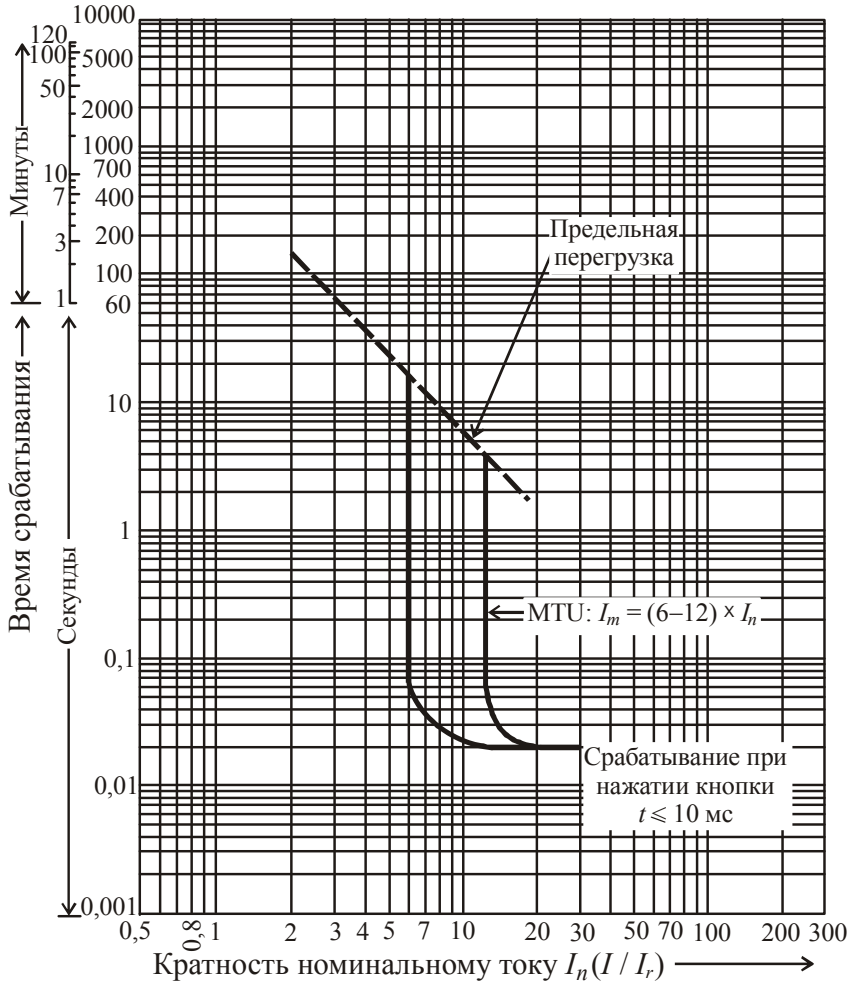


Рис. 2.187. Времятоковые характеристики автоматических выключателей TS800 с расцепителями MTU на ток 630 А (см. таблицы 2.84, 2.85)

2.3. Характеристики токоограничения автоматических выключателей серии ВА

Токоограничивающие включатели обеспечивают существенное снижение пикового значения тока по отношению к расчетному значению, а также значительное ограничение удельной рассеиваемой энергии, что позволяет достичь снижения электродинамических ударов, тепловых перегрузок, уменьшить сечение кабелей и шин.

Характеристики ограничения тока выключателей серии ВА приведены на рис. 2.188–2.194.

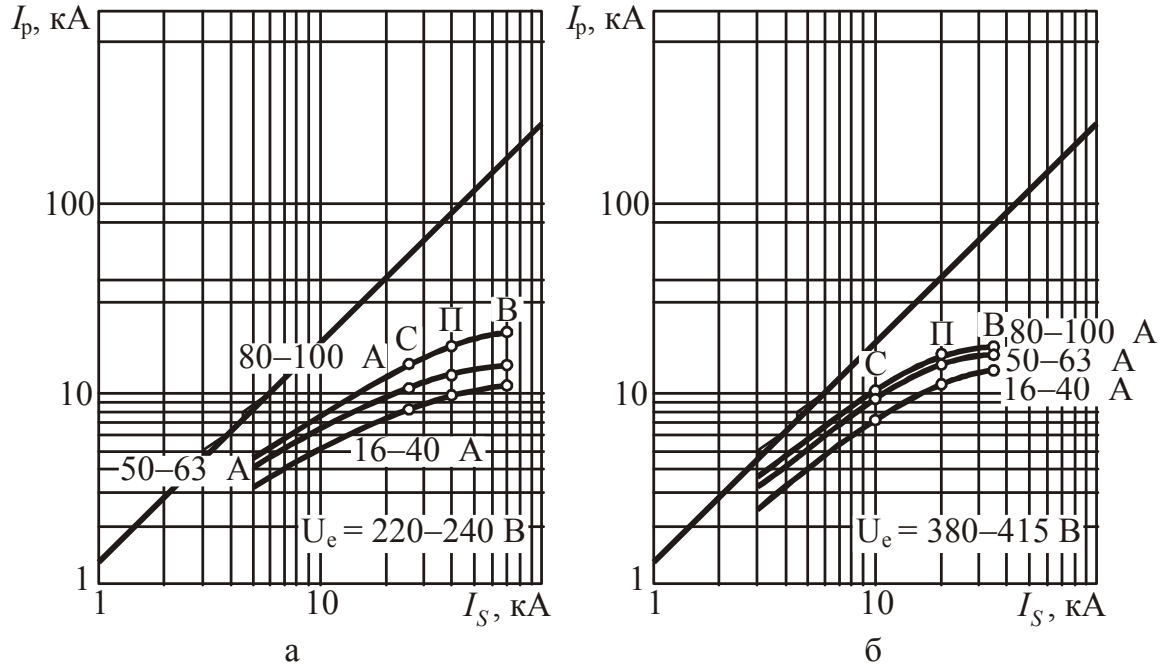


Рис. 2.188. Характеристики токоограничения выключателей ВА04 31Про при напряжении 220/240 В (а) и 380/415 В (б): $I_р$ – фактический ток при отключении (мгновенное значение); I_S – ожидаемый ток короткого замыкания (действующее значение)

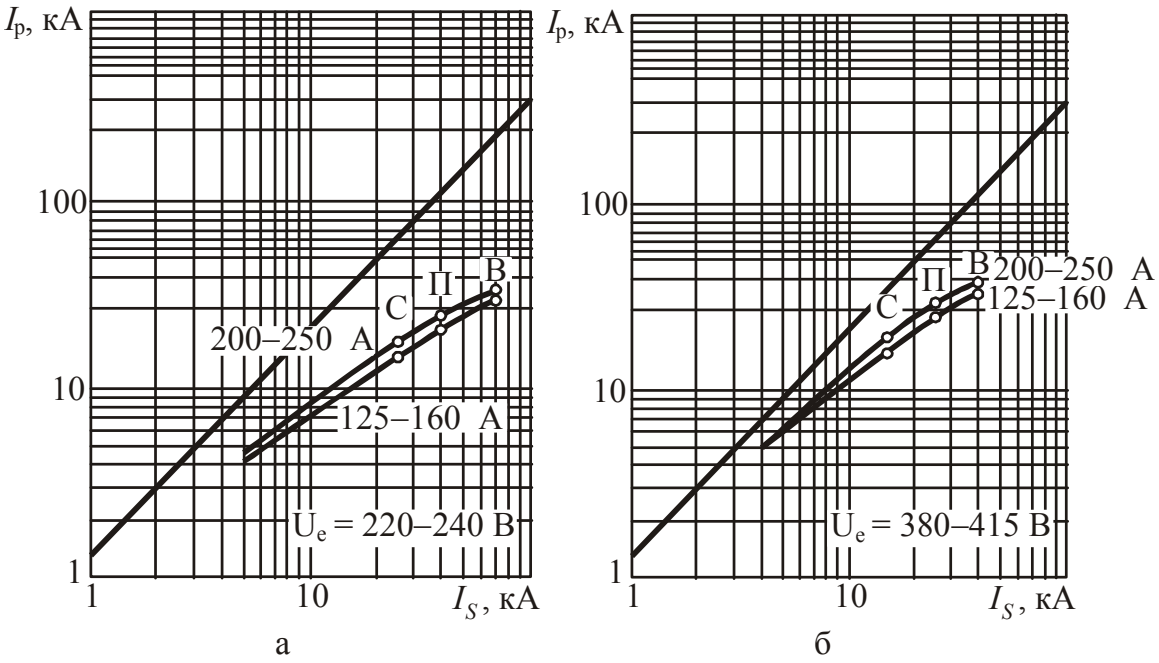


Рис. 2.189. Характеристики токоограничения выключателей ВА04 35Про при напряжении 220/240 В (а) и 380/415 В (б): I_p – фактический ток при отключении (мгновенное значение); I_S – ожидаемый ток короткого замыкания (действующее значение)

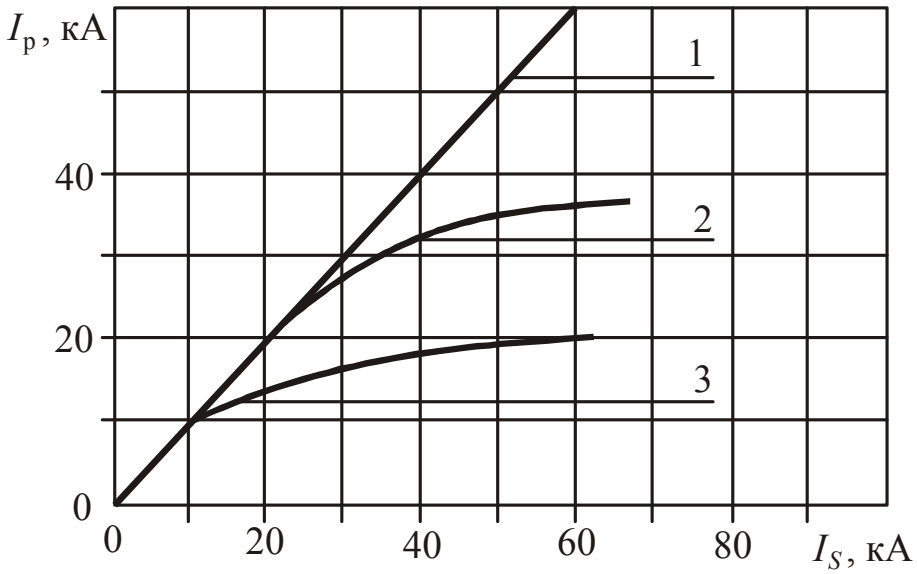


Рис. 2.190. Характеристики токоограничения выключателей ВА57 при напряжении 380 В: 1 – характеристика без ограничения тока; 2 – характеристика с ограничением тока для ВА57–35, ВА57–39; 3 – характеристика с ограничением тока для ВА57–31; I_S – ожидаемый ток короткого замыкания (действующее значение); I_p – фактический ток при отключении (мгновенное значение)

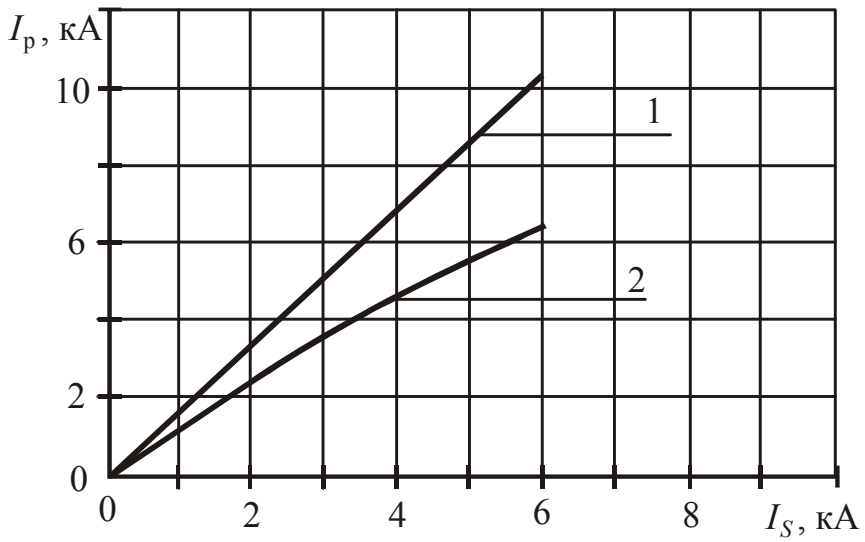


Рис. 2.191. Характеристики токоограничения выключателей ВА61–29: 1 – характеристика без ограничения тока; 2 – характеристика с ограничением тока; $I_р$ – фактический ток при отключении (мгновенное значение); I_S – ожидаемый ток короткого замыкания (действующее значение)

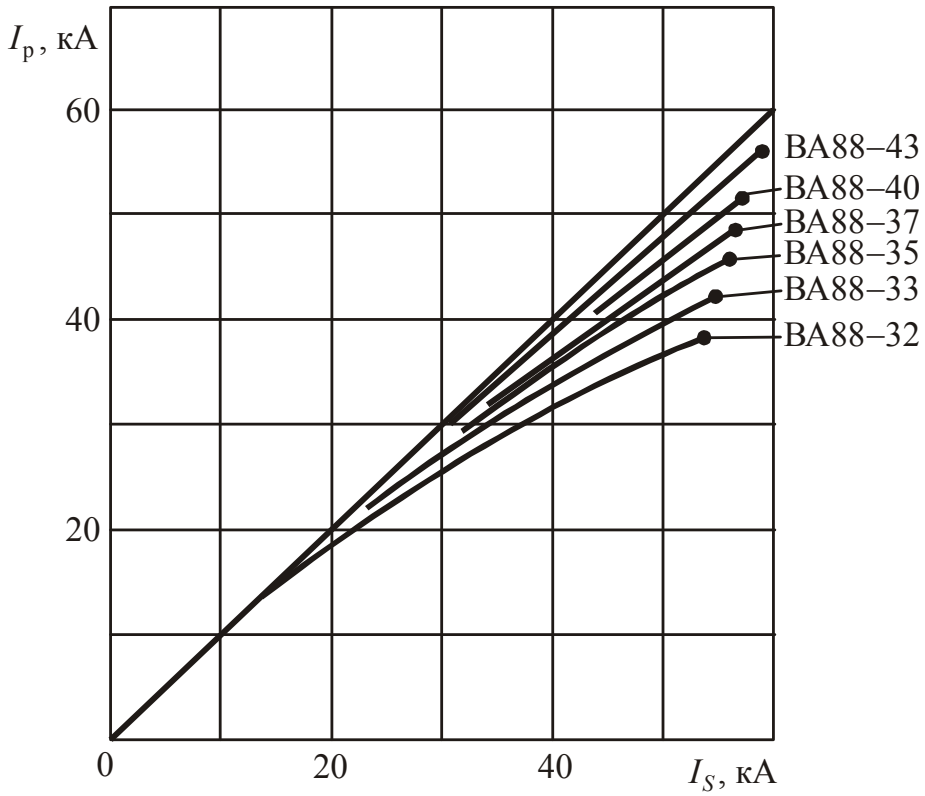


Рис. 2.192. Характеристики токоограничения выключателей ВА88 при напряжение 400 В: $I_р$ – фактический ток при отключении (мгновенное значение); I_S – ожидаемый ток короткого замыкания (действующее значение)

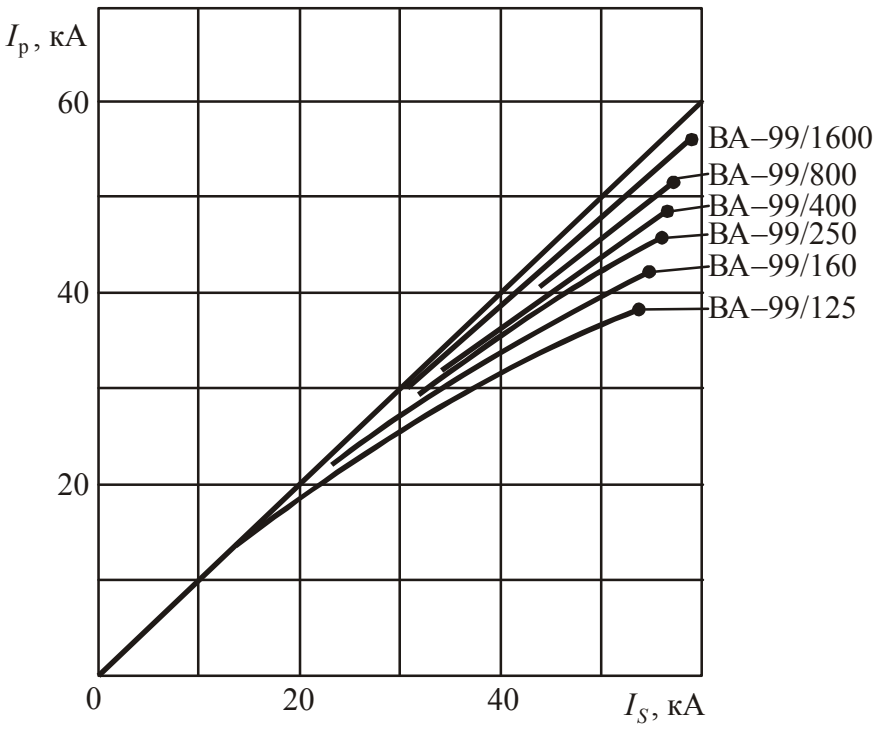


Рис. 2.193. Характеристики токоограничения автоматических выключателей ВА–99/ при напряжение 400 В: I_p – фактический ток при отключении (мгновенное значение); I_S – ожидаемый ток короткого замыкания (действующее значение)

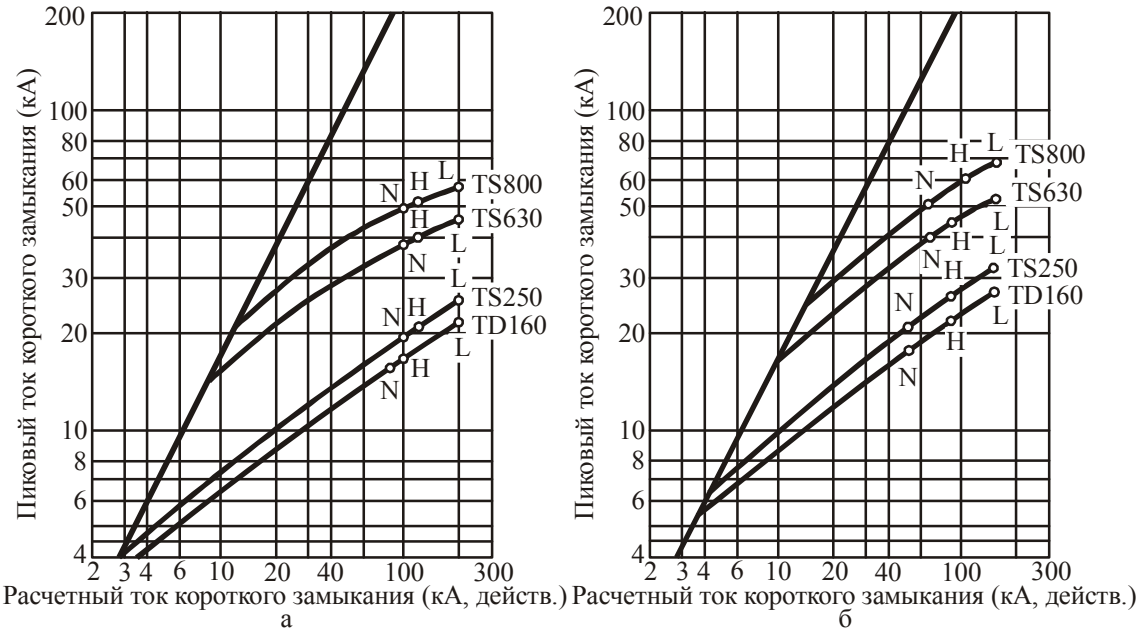


Рис. 2.194. Характеристики токоограничения автоматических выключателей ВА–СЭЩ–TD/TS при напряжении 220/240 В (а) и 380/415 В (б)

3. ВЫКЛЮЧАТЕЛИ АВТОМАТИЧЕСКИЕ СЕРИИ «ЭЛЕКТРОН»

Выключатели предназначены для установки в цепях с номинальным напряжением постоянного тока до 440 В и переменного тока до 660 В частотой 50 и 60 Гц. Они предназначены для проведения тока в нормальном режиме и отключений тока при коротких замыканиях и перегрузках, а также для нечастых (до 10 раз в сутки) оперативных включений и отключений электрических цепей, причем выключатели с номинальным током до 1600 А допускают включения асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором.

Расшифровка условного обозначения автоматов дана на рис. 3.1.

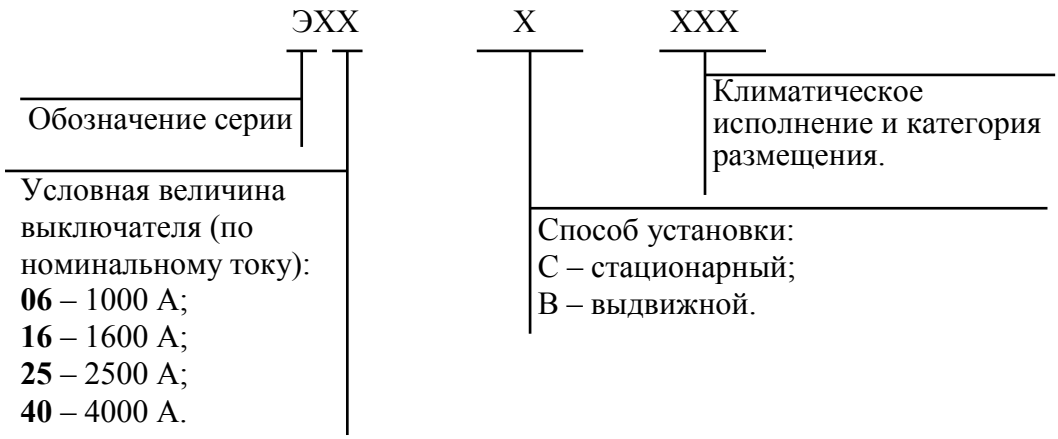


Рис. 3.1. Структура условного обозначение автоматических выключателей серии «Электрон»

Основные технические данные выключателей с максимальным расцепителем тока МРТ приведены в таблицах 3.1 и 3.2, а защитные характеристики – на рис. 3.2 и 3.3.

Выключатели имеют следующие исполнения:

- **по роду тока** главной цепи:
  – постоянного тока в двухполюсном исполнении;
  – переменного тока в трехполюсном исполнении;
- **по виду привода:**
  – с электродвигательным приводом – все типы выключателей;
  – с ручным приводом – только выключатели Э06;
- **по способу установки** и способу присоединения внешних проводников:
  – стационарные с задним присоединением;
  – выдвижные с задним присоединением;

Таблица 3.1

Номинальные токи выключателей и уставки максимального расцепителя тока

Тип выключателя	Типоисполнение	Обозначение	Номинальный ток выключателя ($I_н$, А)	Уставки МРТ									Защита от короткого замыкания мгновенного действия (для переменного тока)
				Номинальный ток расцепителя ($I_р$), кратный номинальному току выключателя ($I_р = k \times I_н$)		по току			по времени, с				
						При перегрузке, кратный $I_р$	При коротком замыкании ($I_к$), кратный $I_р$ или $0{,}4I_к$[*2]		При перегрузке ($t_п$)		При коротком замыкании ($t_к$)		
				перем.	пост.		перем.	пост.	$6I_р$ перем.	$5I_р$ пост.	перем.	пост.	
Э06	стационарный	Э06С-УХЛ3	250 400 630 800	0,8; 0,85; 0,95; 1,0; 1,05; 1,1; 1,2; 1,25	0,8; 1,0; 1,25	1,25	3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10	2; 4; 6	4; 8; 12; 16	4; 8; 16	мгн.; 0,25; 0,3; 0,4; 0,45; 0,5; 0,55; 0,65; 0,7	мгн.; 0,25; 0,45; 0,7	$I_м \geq 2{,}6 \cdot I_к$
			1000	*4	0,8; 1,0		3; 4; 5; 6; 7						
		Э06С-О4	250 400 630	*3	0,8; 1,0; 1,25		3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10						
			800	*4	0,8; 1,0								
	выдвижной	Э06В-УХЛ3	250 400 630 800	*3	0,8; 1,0; 1,25								
			1000[*1]	*4	0,8; 1,0								
		Э06В-О4	250 400 630	*3	0,8; 1,0; 1,25		3; 4; 5; 6; 7						
			800[*1]	*4	0,8; 1,0		3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10						
Э16	выдвижной	Э16В-УХЛ3	630 1000	*3	0,8; 1,0; 1,25		3; 4; 5; 6; 7						
			1600[*1]	*4	0,8; 1,0								
		Э16В-О4	1000	0,8; 0,85; 0,95; 1,0; 1,05; 1,1; 1,2; 1,25	0,8; 1,0; 1,25								

Окончание таблицы 3.1

Тип выключателя	Типоисполнение	Обозначение	Номинальный ток выключателя ($I_н$, А)	Уставки МРТ									Защита от короткого замыкания мгновенного действия (для переменного тока)
				Номинальный ток расцепителя ($I_р$), кратный номинальному току выключателя ($I_р = k \times I_н$)		по току			по времени, с				
						При перегрузке, кратный $I_р$	При коротком замыкании ($I_к$), кратный $I_р$ или $0{,}4I_к$[*2]		При перегрузке ($t_п$)		При коротком замыкании ($t_к$)		
				перем.	пост.		перем.	пост.	$6I_р$ перем.	$5I_р$ пост.	перем.	пост.	
Э25	стационарный	Э25С-УХЛ3	1000 1600 2500[*4]	0,8; 0,85; 0,95; 1,0; 1,05; 1,1; 1,2; 1,25	0,8; 1,0; 1,25	1,25	3; 4; 5; 6; 7	2; 4; 6	4; 8; 12; 16	4; 8; 16	мгн.; 0,25; 0,3; 0,4; 0,45; 0,5; 0,55; 0,65; 0,7	мгн.; 0,25; 0,45; 0,7	$I_м \geq 2{,}6 \cdot I_к$
			4000	*4	0,8; 1,0		3; 4; 5						
		Э25С-О4	1000 1600 2500[*4]	0,8; 0,85; 0,95; 1,0; 1,05; 1,1; 1,2; 1,25	0,8; 1,0; 1,25		3; 4; 5; 6; 7						
	выдвижной	Э25В-УХЛ3	1600										
			2500[*1]	*4	0,8; 1,0								
		Э25В-О4	1600	*3	0,8; 1,0; 1,25								
Э40	стационарный	Э40С-УХЛ3	4000	*3			3; 4; 5	2; 4					
			6300	*4	0,8; 1,0		3	2					
		Э40С-О4	4000	*3	0,8; 1,0; 1,25		3; 4; 5	2; 4					
	выдвижной	Э40В-УХЛ3	2500	*3			3; 4; 5; 6; 7	2; 4; 6					
			4000	*3			3; 4; 5	2; 4					
		Э40В-О4	2500	*3			3; 4; 5; 6; 7	2; 4; 6					
			4000[*1]	*4	0,8; 1,0		3; 4; 5	2; 4					

Примечание: [*1] При уставке 1,25 выключатели допускают нагрузку током $1{,}3 \cdot I_н$ в течение 2 часов, если предварительно выключатели находились под длительной нагрузкой током не более $0{,}7 \cdot I_н$.

[*2] Уставка $0{,}4 \cdot I_к$ применяется только для переменного тока.

[*3] 0,8; 0,85; 0,95; 1,0; 1,05; 1,1; 1,2; 1,25.

[*4] 0,8; 0,85; 0,95; 1,0; 1,05.

Таблица 3.2

Предельная коммутационная способность

Типоисполнение выключателей	Цепь переменного тока			Цепь постоянного тока		
	380 В	660 В	коэффициент мощности	220 В	440 В	постоянная времени, мс
	действующее значение тока отключения, кА			ток отключения, кА		
Э06С	40	20	0,25	35	25	10
Э25С	65	55	0,20	60	50	15
Э40С	115	85	0,20	65	55	15
Э06В	40	20	0,25	35	25	10
Э16В	45	30	0,25	55	45	15
Э25В	50	35	0,20	55	45	15
Э40В	70	50	0,20	65	55	15

- **по виду расцепителей:**

– с максимальным расцепителем тока и минимальным расцепителем напряжения;

– с максимальным расцепителем тока и независимым расцепителем;

– без МРТ с независимым расцепителем.

Максимальная токовая защита состоит: из датчиков тока, электронного блока МРТ, исполнительного элемента и блока гасящих резисторов (для выключателей постоянного тока).

Датчики тока служат для восприятия изменений тока в защищаемой сети и передачи сигнала на блок МРТ. Датчиками МРТ постоянного тока служат установленные на нижних выводах выключателя магнитные усилители, датчиками МРТ переменного тока – трансформаторы тока, установленные там же, где и магнитные усилители.

Трансформаторы тока одновременно являются источниками питания МРТ у выключателей переменного тока. Питание МРТ постоянного тока должно осуществляться от независимого источника постоянного тока напряжением 110, 220 или 440 В. Коэффициент пульсаций источника не более 0,15.

Общий вид лицевых панелей блока МРТ5 (выключателей переменного тока) и блока МРТ9 (выключателей постоянного тока), а также назначение переключателей и ручек управления приведены на рис. 3.4 и 3.5.

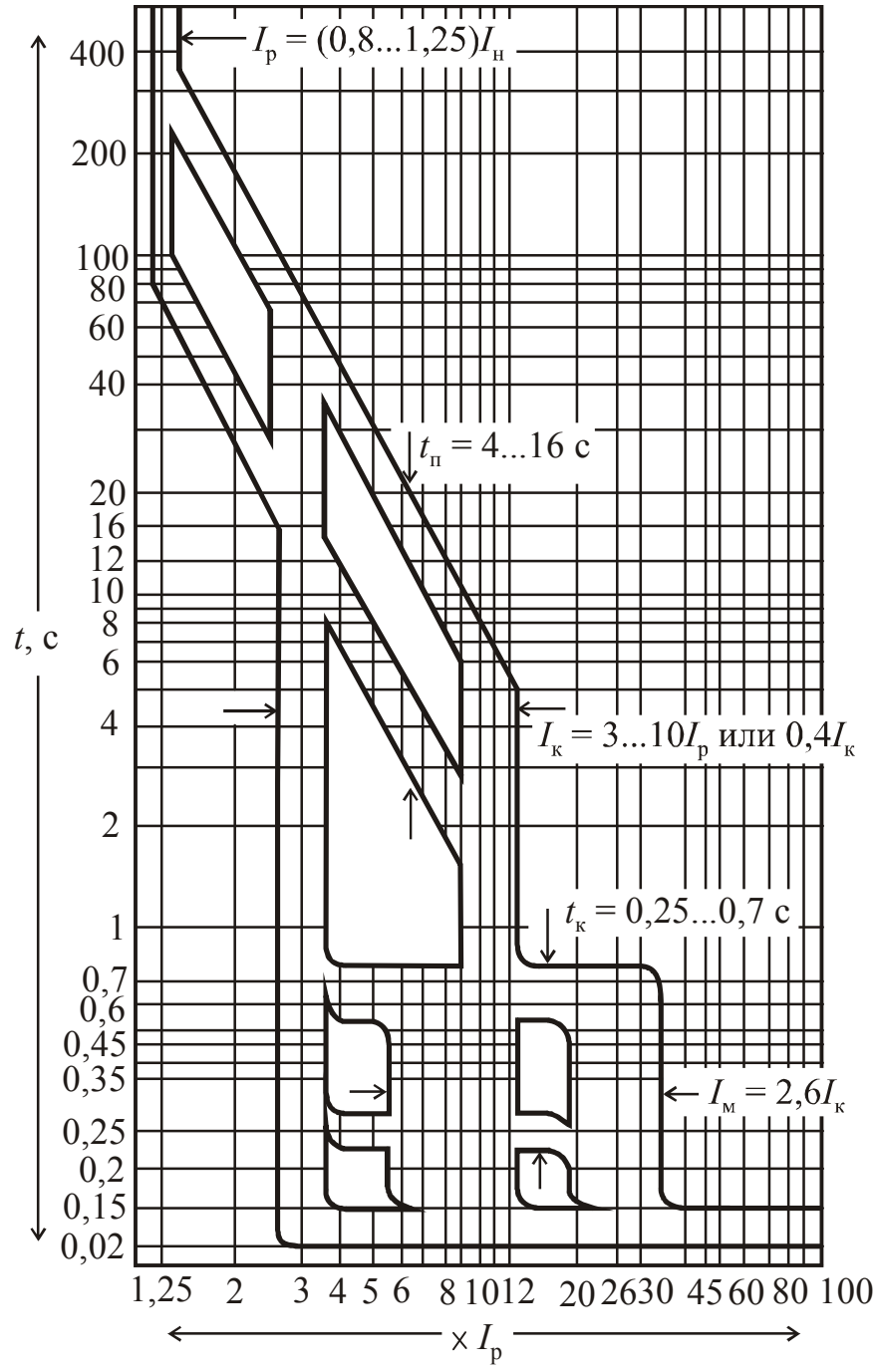


Рис. 3.2. Времятоковая характеристика выключателей переменного тока серии «Электрон» с обратнозависимой от величины тока выдержкой времени в зоне токов перегрузки

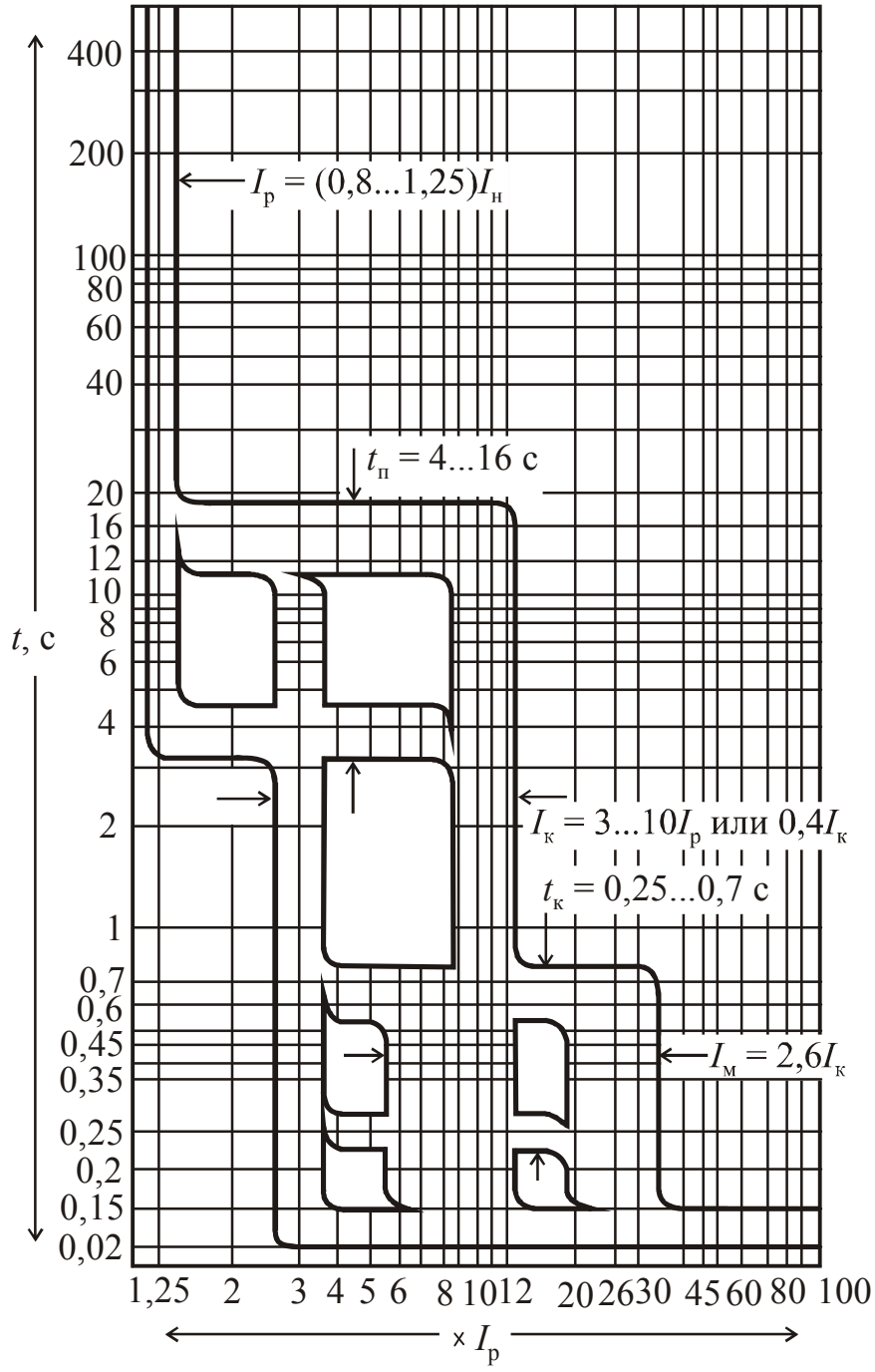


Рис. 3.3. Времятоковая характеристика выключателей переменного тока серии «Электрон» с независимой от величины тока выдержкой времени в зоне токов перегрузки

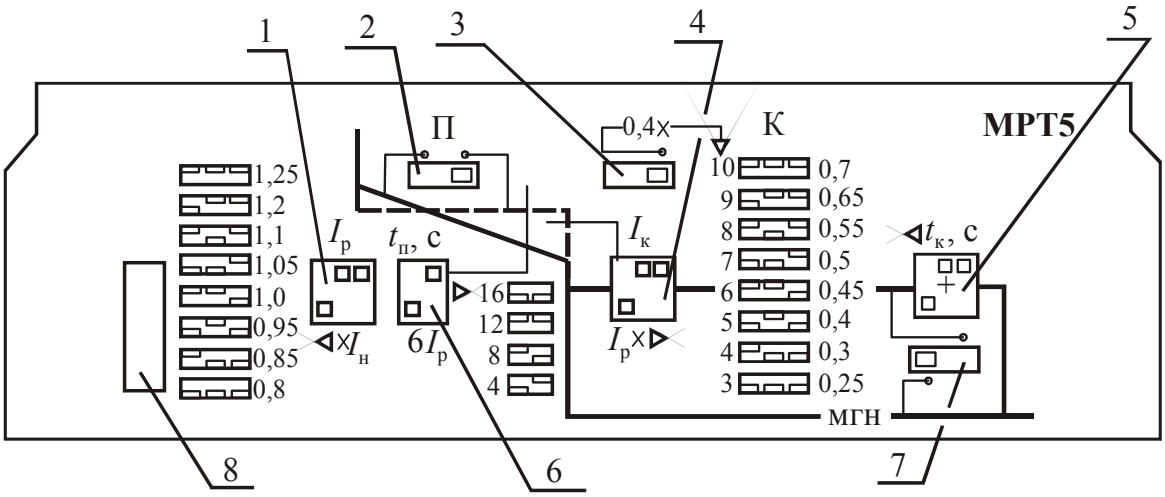


Рис. 3.4. Лицевая панель блока МРТ5 выключателей «Электрон» переменного тока: 1 – уставки номинального рабочего тока; 2 – переключение режимов работы защиты от перегрузки с зависимой и независимой от тока выдержкой времени (выступающая часть перемычки переключателя вправо – независимая, влево - зависимая); 3 – выступающая часть перемычки переключателя вправо – значения уставок тока срабатывания защиты от короткого замыкания умножаются на коэффициент 0,4; 4 – уставки тока срабатывания защиты от короткого замыкания; 5 – уставки выдержки времени защиты от короткого замыкания; 6 – уставки выдержки времени защиты от перегрузки; 7 – включение выдержки времени защиты от короткого замыкания (выступающая часть перемычки переключателя вправо – включена, влево – выключена); 8 – разъем «ТЕСТ»

Примечание. Прямоугольники обозначают положение выступающей части перемычки переключателей; на реальных блоках общий фон лицевой панели имеет черный или серый цвет, а выступающей части перемычки соответствуют белые прямоугольники.

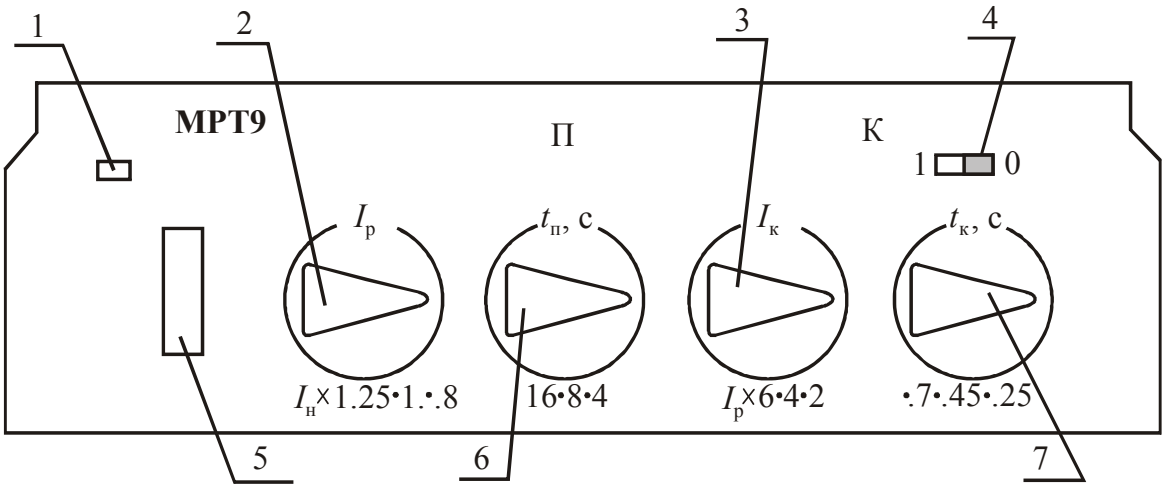


Рис. 3.5. Лицевая панель блока МРТ9 выключателей «Электрон» постоянного тока: 1 – индикатор наличия электропитания; 2 – ручка уставок номинального тока $I_р$; 3 – ручка уставок токов короткого замыкания; 4 – включение режима мгновенного срабатывания при коротком замыкании (выступающая часть перемычки переключателя влево – включен, вправо – выключен); 5 – разъем «ТЕСТ»; 6 – ручка уставок вре-

мени срабатывания в зоне токов перегрузки; 7 – ручка уставок времени срабатывания в зоне токов короткого замыкания

Переключение уставок и режимов работы блока МРТ5 осуществляется установкой переключателей согласно информации, изображенной на лицевой панели. Максимальная токовая защита выключателей постоянного тока откалибрована на заводе-изготовителе на уставки по току и по времени, указанные в таблице 3.1. На шкалах лицевой панели МРТ9 нанесены цифры и метки, соответствующие откалиброванным уставкам.

Уставки максимальных расцепителей тока и их предельные отклонения приведены в таблице 3.3.

Таблица 3.3

Уставки максимальных расцепителей тока

Параметры	Переменный ток (МРТ5)		Постоянный ток (МРТ9)	
	Значение уставок	Отклонения уставок	Значение уставок	Отклонения уставок
Уставки номинального тока $I_р$, кратные $I_н$	0,8; 0,85; 0,95; 1,0; 1,05; 1,1; 1,2; 1,25		0,8; 1,0; 1,25	
Уставка по току срабатывания защиты при перегрузке, $I_п / I_р$	1,25	1,06 1,44	1,25	1,06 1,44
Уставки по току срабатывания защиты при коротком замыкании, $I_к / I_р$	3 4 5 6 7 8 9 10	2,55 3,45 3,4 4,6 4,25 5,75 5,1 6,9 5,95 8,05 6,8 9,2 7,65 10,35 8,5 11,5	2 4 6	1,7 2,3 3,4 4,6 5,1 6,9
Уставка по току срабатывания защиты мгновенного действия при коротком замыкании, $I_м / I_к$	2,6	2,1 3,1		
Уставки по времени срабатывания защиты при перегрузке, $t_п$, с	4 8 12 16	3,2 4,8 6,4 9,6 9,6 14,4 12,8 19,2	4 8 16	3,2 4,8 6,4 9,6 12,8 19,2
Уставки по времени срабатывания защиты при коротком замыкании, $t_к$, с	0,25 0,3 0,4 0,45 0,5 0,55 0,65 0,7	0,2 0,3 0,24 0,36 0,32 0,48 0,36 0,54 0,4 0,6 0,44 0,66 0,52 0,78 0,56 0,84	0,25 0,45 0,7	0,2 0,3 0,36 0,54 0,56 0,84
Уставка по времени срабатывания защиты мгновенного дей-	мгн.	0,02 0,1	мгн.	0,02 0,1

ствия при коротком замыкании, $t_к$ (мгн.), с				

Выключатели переменного тока выпускаются с 8 свободными контактами вспомогательной цепи (4 размыкающими и 4 замыкающими), постоянного тока – с семью (4 размыкающими и 3 замыкающими). Технические данные свободных контактов приведены в таблице 3.4.

Таблица 3.4

Технические данные свободных контактов вспомогательной цепи выключателей «Электрон»

Параметры	Количество одновременно размыкаемых цепей		
	1	2	более 2
Допустимая нагрузка в продолжительном режиме, А	6	6	6
Предельная включающая способность, А	30	30	30
Предельная отключающая способность на переменном токе при коэффициенте мощности 0,5, А:			
220 В	15	10	6
380 В	10	6	4,5
Предельная отключающая способность на постоянном токе с постоянной времени 0,05 с, А:			
110 В	3	2,4	1,8
220 В	1,5	0,9	0,5

Минимальная защита при снижении напряжения осуществляется минимальным расцепителем напряжения, если выключатель им оснащен. Минимальный расцепитель обеспечивает отключение выключателя при напряжении в пределах 70–35% от номинального, не производит отключение включенного выключателя при напряжении выше 70% от номинального и не препятствует включению выключателя при напряжении 85% от номинального и выше.

Дистанционное отключение автомата осуществляется независимым расцепителем.

В эксплуатации имеется большое количество выключателей серии «Электрон» с полупроводниковым реле максимального тока типа РМТ (табл. 3.5). Реле допускает плавную регулировку номинального тока мак-

симальной токовой защиты (защиты от перегрузки) $I_{\text{н. МТЗ}}$ относительно базового номинального тока $I_{\text{н.б}}$, времени срабатывания защиты от

Таблица 3.5

Выключатели «Электрон» с полупроводниковым реле РМТ на напряжение до 660 В

Тип	Исполнение*	Номинальный ток выключателя $I_{н.в}$, А	Номинальный базовый ток МТЗ $I_{н.б}$, А	Уставки полупроводникового реле РМТ					ПКС** в цепи 380 В, действующее значение, кА
				регулируемые на шкалах РМТ значения					
				$\frac{I_{н.МТЗ}}{I_{н.б}}$	$\frac{I_{с.о}}{I_{н.МТЗ}}$	$t_{с.о}$, с	$t_{с.п}$, с, при токе $6I_{н.раб}$	$\frac{I_{с.п}}{I_{н.МТЗ}}$	
Э06	Стационарное и выдвижное, кроме Т	1000	630; 800 1000	0,8; 1,0; 1,25	3; 5; 7; 10 3; 5; 7	0,25; 0,45; 0,7	4; 8; 16	1,25	40
	Стационарное и выдвижное Т	800	630; 800	0,8; 1,0; 1,25	3; 5; 7; 10				
Э16	Выдвижное, кроме Т	1600	630 1000; 1600	0,8; 1,0; 1,25	3; 5; 7; 10 3; 5; 7				45
	Выдвижное Т	1250	1000	0,8; 1,0; 1,25	3; 5; 7				
Э25	Стационарное, кроме Т	4000	1000; 1600; 2500 4000	0,8; 1,0; 1,25 0,8; 1,0	3; 5; 7 3; 5				65
	Стационарное Т	3200	1000; 1600; 2500	0,8; 1,0; 1,25	3; 5; 7				

Окончание таблицы 3.5

Тип	Исполнение*	Номинальный ток выключателя $I_{н.в}$, А	Номинальный базовый ток МТЗ $I_{н.б}$, А	Уставки полупроводникового реле РМТ					ПКС** в цепи 380 В, действующее значение, кА
				регулируемые на шкалах РМТ значения					
				$\frac{I_{н.МТЗ}}{I_{н.б}}$	$\frac{I_{с.о}}{I_{н.МТЗ}}$	$t_{с.о}$, с	$t_{с.п}$, с, при токе $6I_{н.раб}$	$\frac{I_{с.п}}{I_{н.МТЗ}}$	
Э25	Выдвижное, кроме Т	2500	1600; 2500	0,8; 1,0; 1,25	3; 5; 7	0,25; 0,45; 0,7	4; 8; 16	1,25	50
	Выдвижное Т	2000	1600	0,8; 1,0; 1,25	3; 5; 7				
Э40	Стационарное, кроме Т	6300	4000 6300	0,8; 1,0; 1,25 0,8; 1,0	3; 5 3				115
	Стационарное Т	5000	4000	0,8; 1,0; 1,25	3; 5				
	Выдвижное, кроме Т	5000	2500 4000	0,8; 1,0; 1,25	3; 5; 7 3; 5				70
	Выдвижное Т	4000	2500 4000	0,8; 1,0; 1,25	3; 5; 7 3; 5				

* Т – тропическое исполнение.

** Значение ОПКС составляет 110% указанного в таблице значения ПКС.

перегрузки $t_{с.п}$ при токе $6 \cdot I_{н.\,МТЗ}$, тока $I_{с.о}$ и времени $t_{с.о}$ срабатывания отсечки. Реле имеет два переключателя S1 и S2 выбора защитной характеристики (рис. 3.6), с помощью которых можно получить независимую, ограниченно зависимую и трехступенчатую характеристику (рис. 3.7).

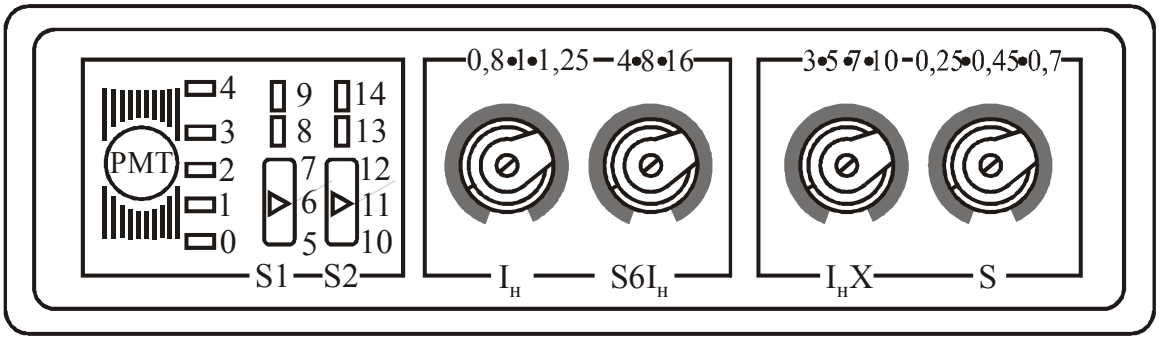


Рис. 3.6. Блок РМТ автомата серии «Электрон»:

$I_н$ – ручка регулировки номинального тока МТЗ;
$S6I_н$ – регулировка уставки по времени при шестикратном токе;
$I_нX$ – регулировка уставки по току КЗ;
S – регулировка уставки по времени КЗ;
S1 и S2 – выбор характеристики защиты.

При установке переключателя *S1* в обозначенное на лицевой панели реле положение *6* выключатель имеет селективную отсечку с регулируемыми уставками по току (точки *Б*, *В*, *Г*, *Д*) и времени (точки *К*, *Л*, *М*), причем для выключателей переменного тока при токе более $(2{,}2 – 3{,}0) \cdot I_{с.о}$ отсечка срабатывает без выдержки времени. В положении *7* выключатель имеет неселективную отсечку (короткие штрихи) с регулировкой по току (точки *Б*, *В*, *Г*, *Д*). В положении *8* выключатель срабатывает неселективно при токе, превышающем ток срабатывания перегрузки независимо от положения переключателя *S2* (характеристика на рисунке не показана). При уставке переключателя *S2* в положение *11* выключатель имеет зависимую от тока характеристику защиты от перегрузки с регулируемой при токе $6 \cdot I_{н.\,МТЗ}$ выдержкой времени (точки *Е*, *Ж*, *И*). В положении *12* выключатель имеет независимую от тока характеристику защиты от перегрузки (показана штриховой линией). Точка *А* на рис. 3.7 соответствует току срабатывания защиты от перегрузки при принятом номинальном токе реле РМТ.

Времятоковые характеристики выключателей «Электрон» с реле РМТ при другом сочетании переключателей *S1* и *S2* показаны на рис. 3.8–3.15.

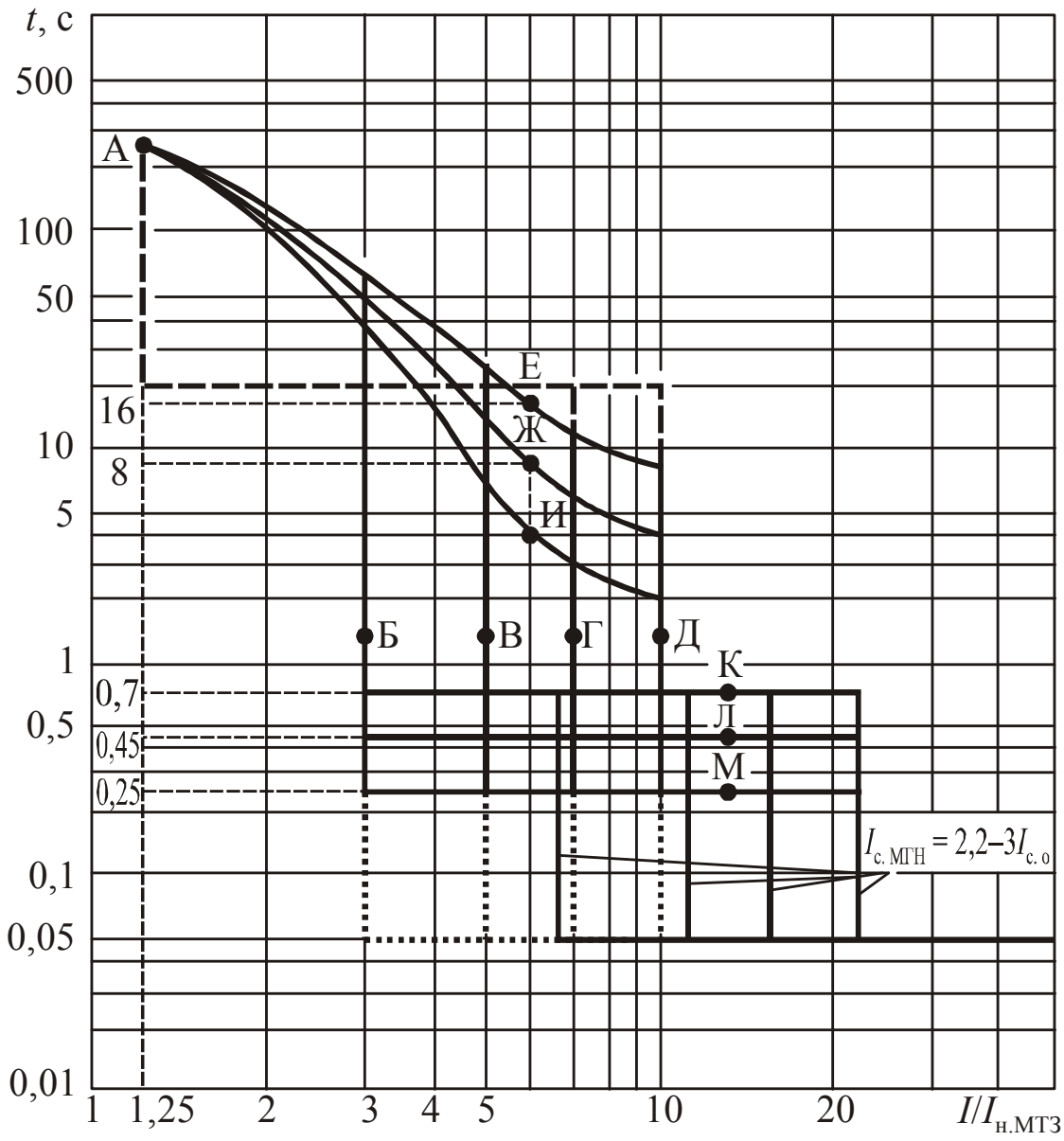


Рис. 3.7. Защитные характеристики выключателя «Электрон» с полупроводниковым реле серии РМТ
Наличие регулировки в точках Г и Д зависит от номинального тока выключателя

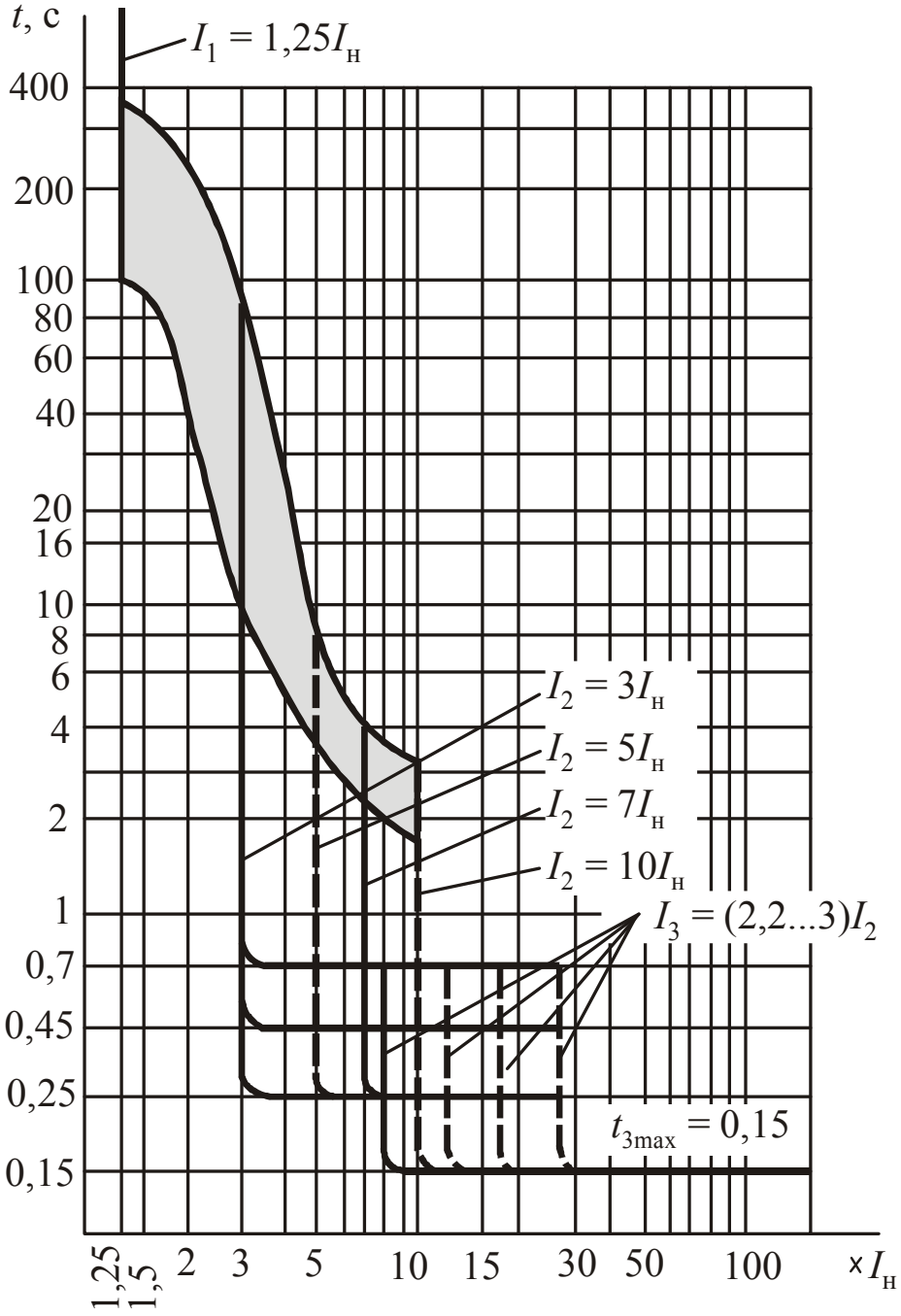


Рис. 3.8. Времятоковая характеристика выключателей с уставкой времени при $6I_н$ равной 4 с и положении переключателей S1 – в положении 6, S2 – в положении 11

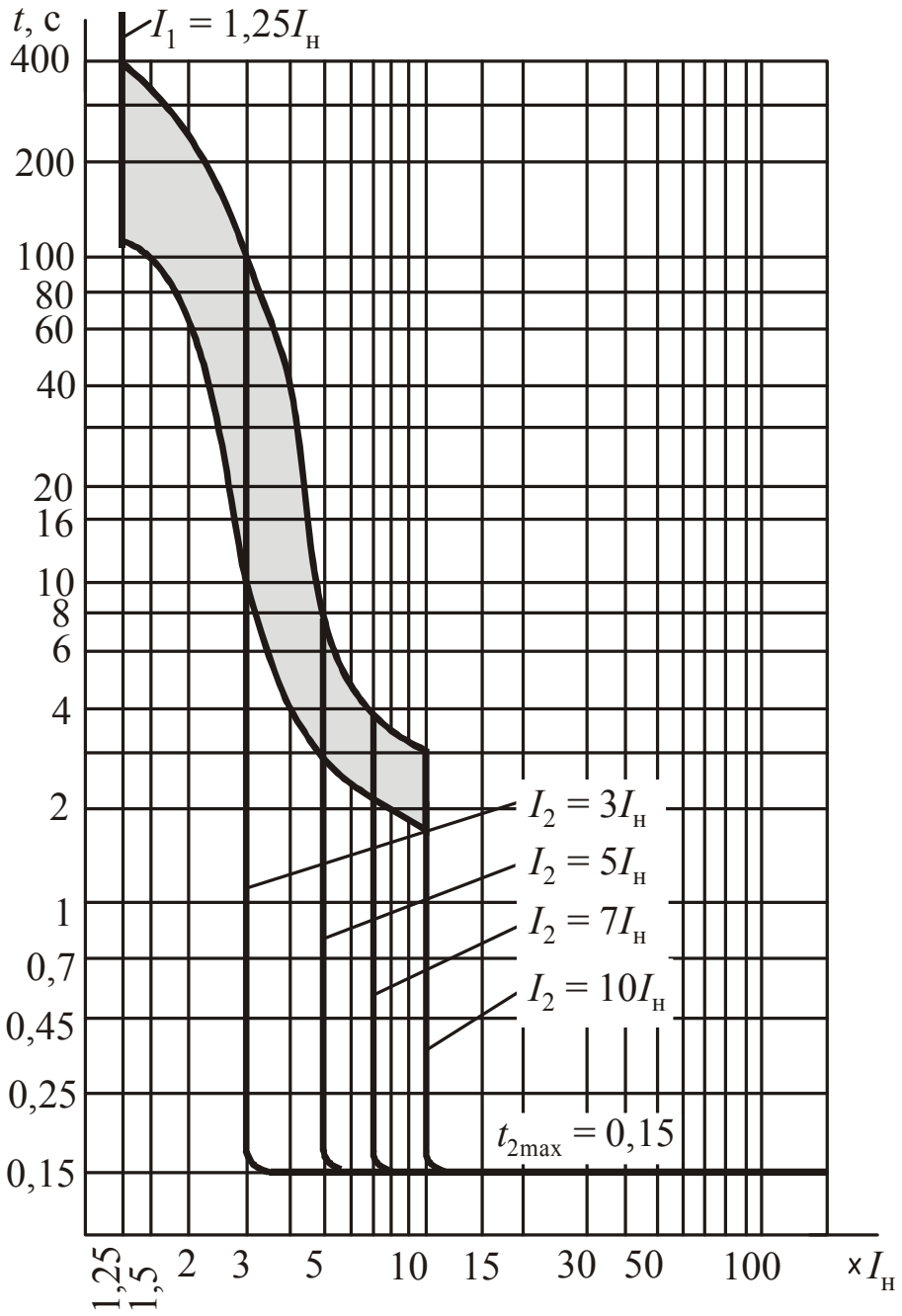


Рис. 3.9. Времятоковая характеристика выключателей с уставкой времени при $6I_н$ равной 8 с и положении переключателей S1 – в положении 6, S2 – в положении 11

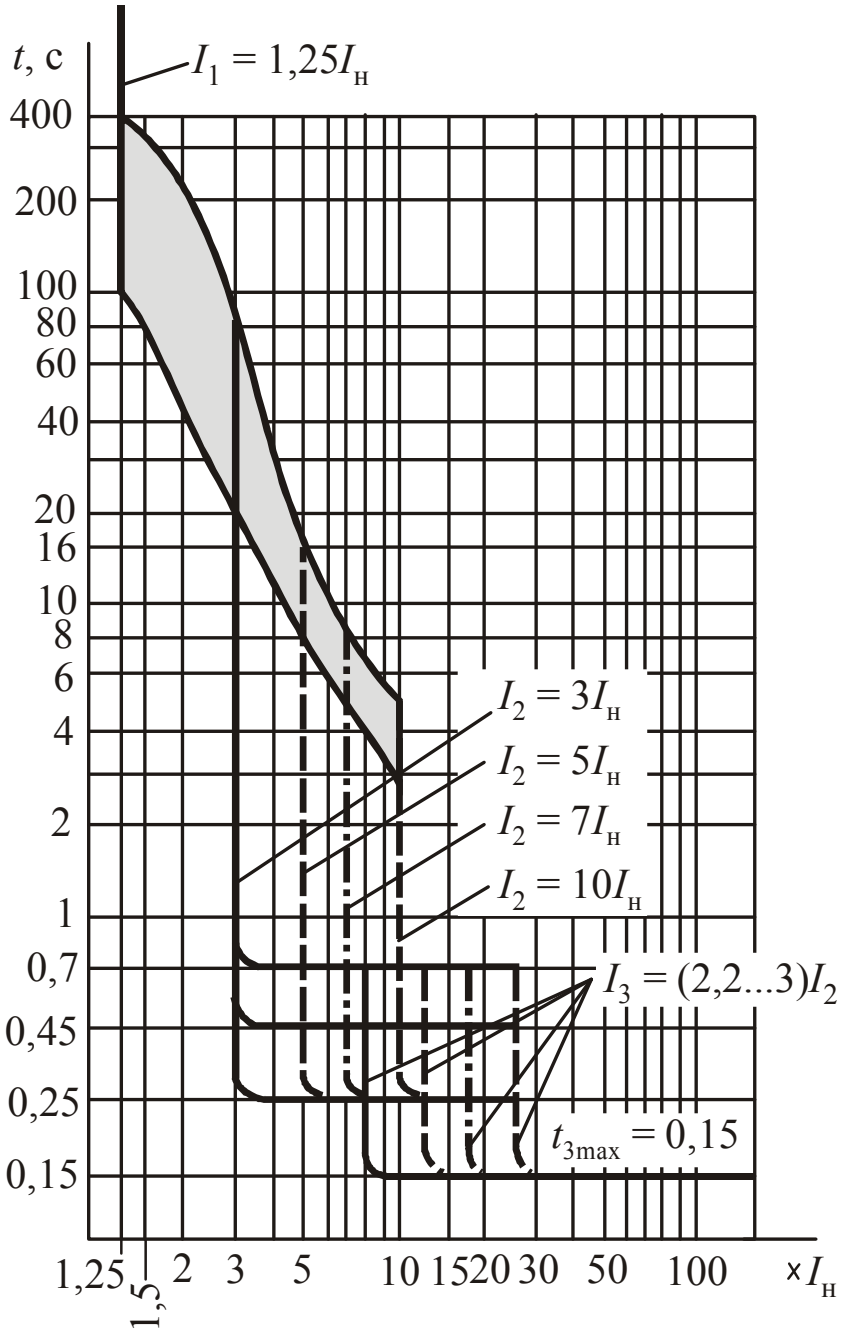


Рис. 3.10. Времятоковая характеристика выключателей с уставкой времени при $6I_н$ равной 16 с и положении переключателей S1 – в положении 6, S2 – в положении 11

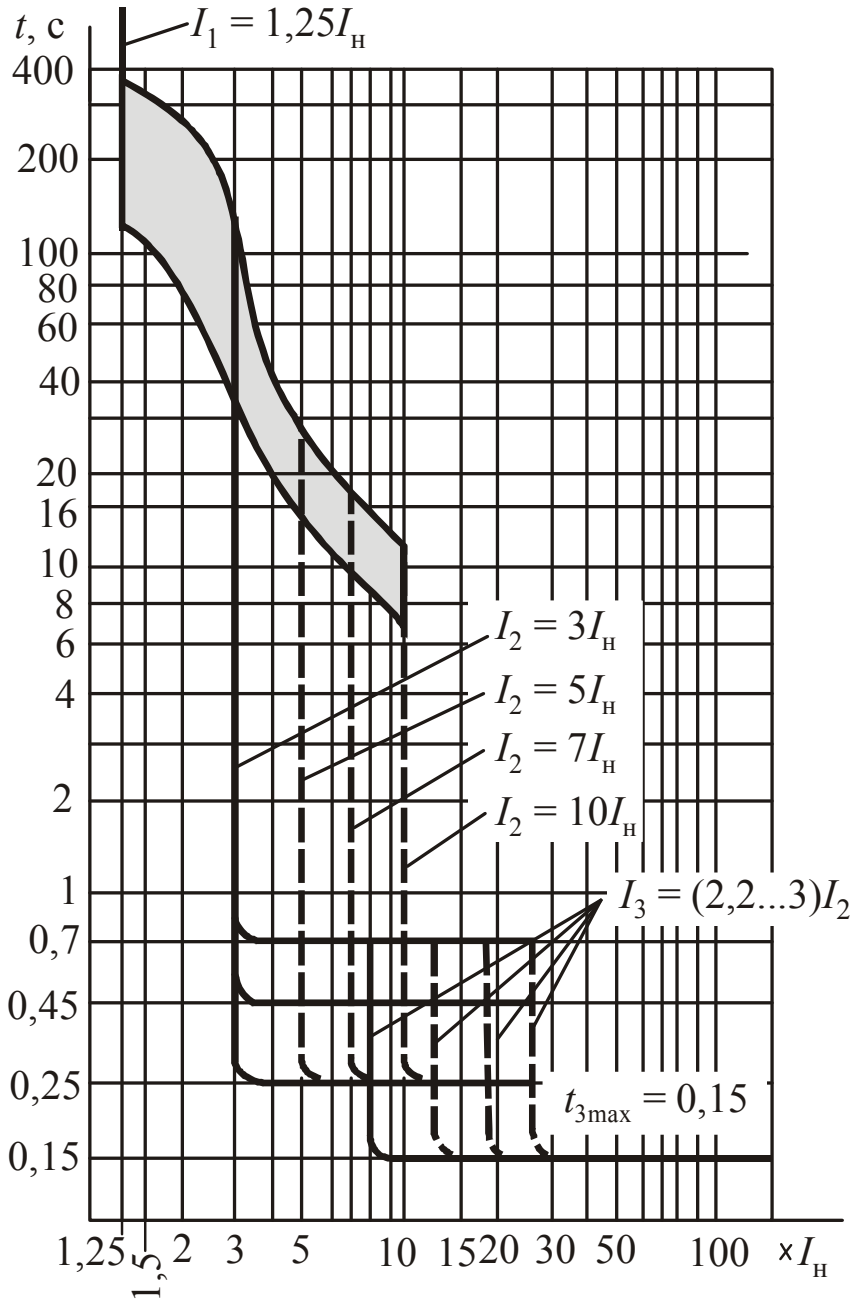


Рис. 3.11. Времятоковая характеристика выключателей с уставкой времени при 6$I_н$ равной 4 с и положении переключателей S1 – в положении 7, S2 – в положении 11

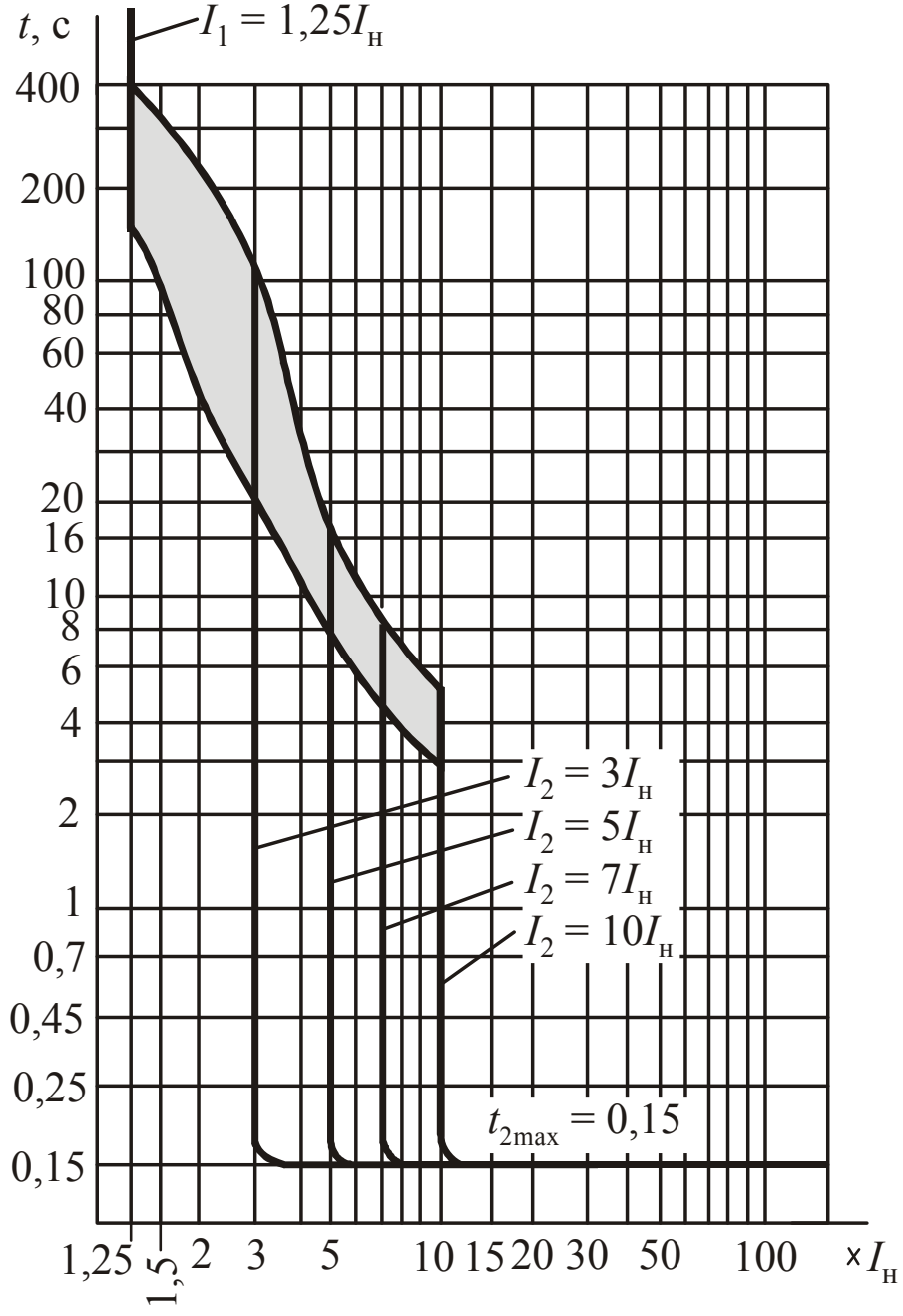


Рис. 3.12. Времятоковая характеристика выключателей с уставкой времени при $6I_н$ равной 8 с и положении переключателей S1 – в положении 7, S2 – в положении 11

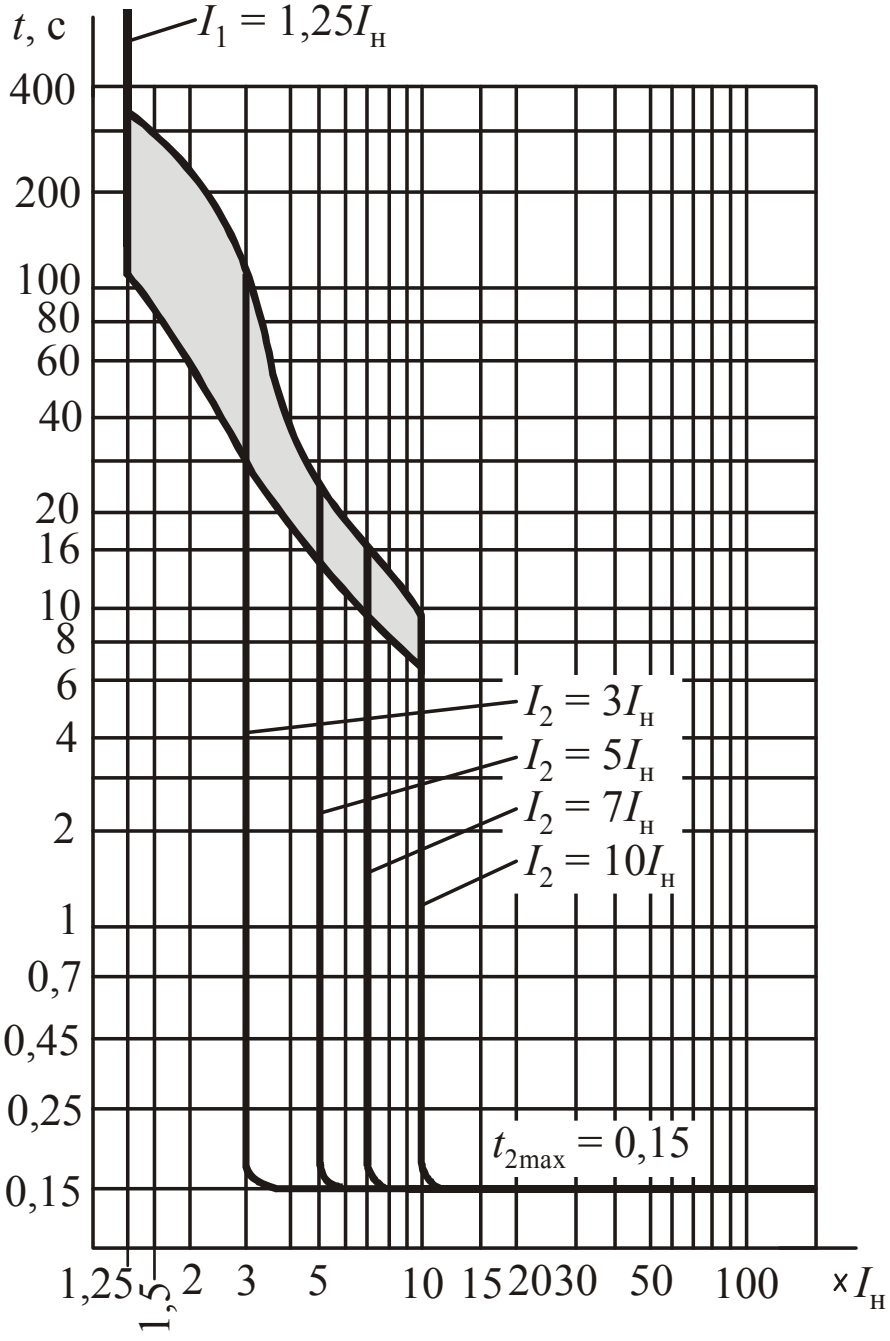


Рис. 3.13. Времятоковая характеристика выключателей с уставкой времени при $6I_н$ равной 16 с и положении переключателей S1 – в положении 7, S2 – в положении 11

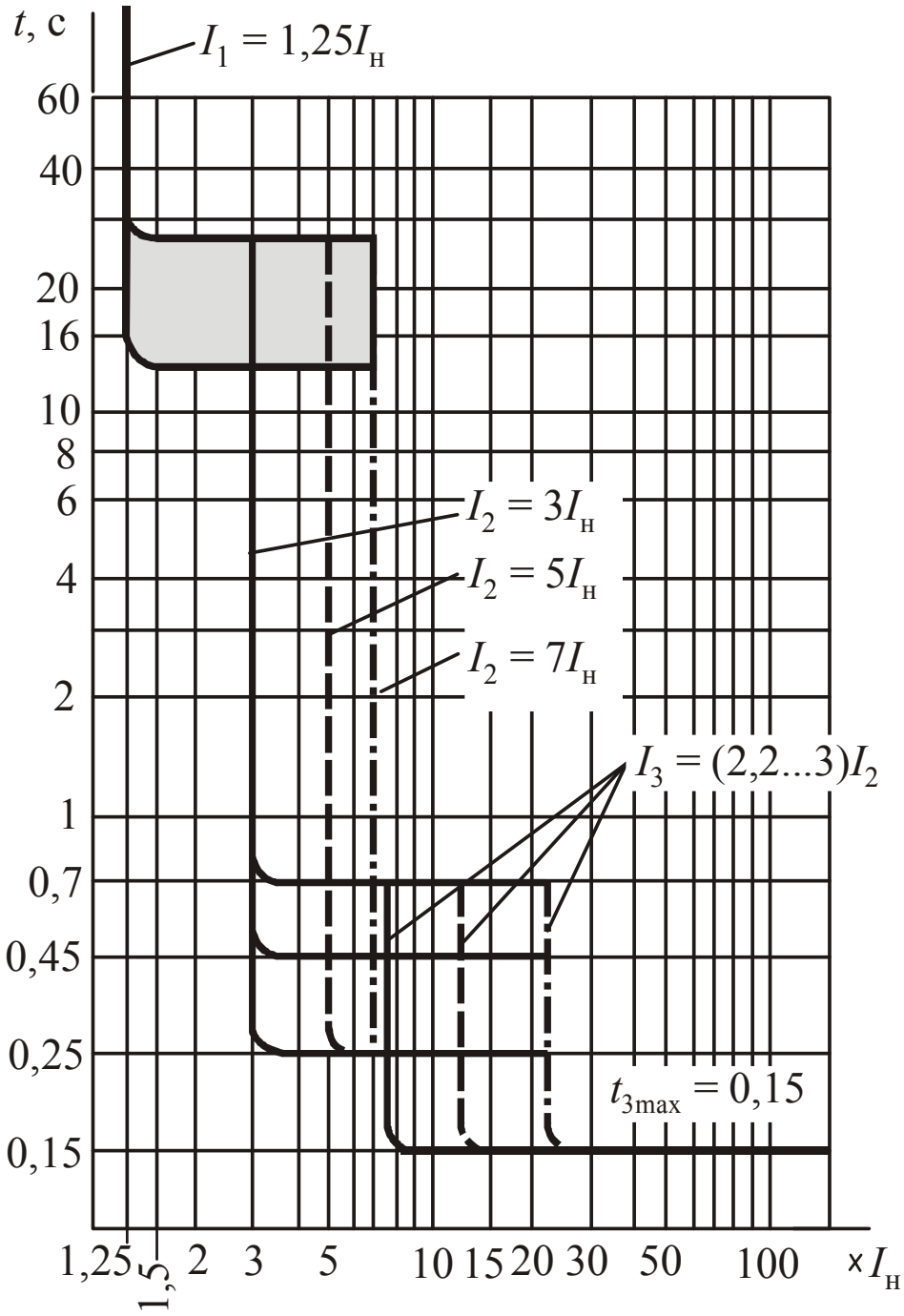


Рис. 3.14. Времятоковая характеристика выключателей при установке переключателей S1 – в положении 6, S2 – в положении 12

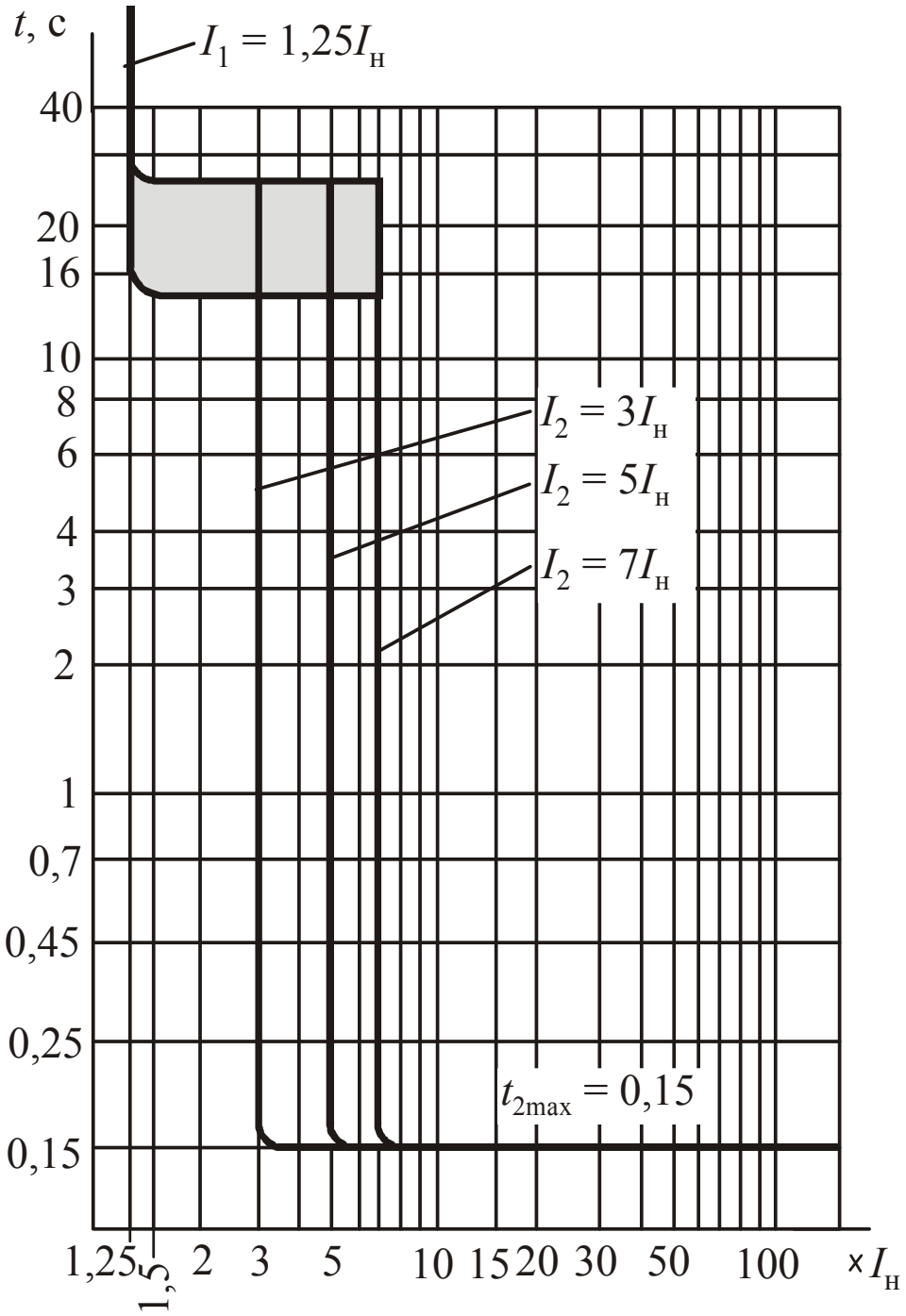


Рис. 3.15. Времятоковая характеристика выключателей при установке переключателей S1 – в положении 7, S2 – в положении 12

Реле РМТ не реагирует на апериодическую составляющую пусковых токов электродвигателей в течение одного периода. Коэффициент возврата реле 0,75. Источником оперативного тока, обеспечивающим отключение выключателя при КЗ и перегрузках, являются встроенные трансформаторы тока.

Технические характеристики выключателей «Электрон» с полупроводниковым реле типа МТЗ приведены в таблице 3.6. Реле МТЗ допускает плавкую регулировку тока срабатывания защиты от перегрузки $I_{с.п}$, времени срабатывания перегрузки $t_{с.п}$ при однократном и шестикратном номинальном токе максимальной токовой защиты $I_{н.\,МТЗ}$, тока $I_{с.о}$ и времени $t_{с.о}$ срабатывания отсечки. Реле имеет переключатель выбора защитной характеристики, с помощью которого можно получить независимую, ограниченно зависимую и трехступенчатую характеристику (рис. 3.16).

При установке переключателя в положение *Н* (нижнее) реле имеет зависимую от тока характеристику защиты от перегрузки с регулируемыми уставками тока срабатывания (точки *А*, *Б*, *В*), времени срабатывания при токе $I_{н.\,МТЗ}$ (точки *Г*, *Д*, *Е*) и токе $6 \cdot I_{н.\,МТЗ}$ (точки *Ж*, *И*, *К*); селективную отсечку с регулируемыми уставками тока срабатывания (точки *Л*, *М*, *Н*, *П*) и времени срабатывания (точки *Р*, *С*, *Т*), причем для выключателей переменного тока при токе более $(2{,}2–3{,}0) \cdot I_{с.о}$ отсечка срабатывает без выдержки времени. Регулировкой можно получить любую в пределах указанных точек характеристику (например, *АГКНТ*).

При установке переключателя в положение *С* (среднее) выключатель имеет аналогичную характеристику, но без выдержки времени при срабатывании отсечки (показано штрихпунктирном).

При установке переключателя в положение *В* (верхнее) выключатель имеет независимую от тока характеристику срабатывания без выдержки времени при токе, равном току срабатывания защиты от перегрузки (на рисунке не показано).

Реле МТЗ реагирует на апериодическую составляющую пусковых токов электродвигателей и тока КЗ. Коэффициент возврата реле 0,75.

Разбросы тока срабатывания реле РМТ и МТЗ зависят от температуры окружающей среды, вида КЗ или перегрузки, уставки номинального тока по шкале, не превышают ±35% от уставки по шкале.

Собственное время отключения выключателя Э06 не превышает 20–35 мс, для остальных типов – 45–60 мс. Полное время отключения не более 100–150 мс.

Таблица 3.6

Выключатели «Электрон» с полупроводниковым реле МТЗ на напряжение до 660 В

Тип	Исполнение	Номинальный ток выключателя $I_{н.в}$, А	Номинальный ток МТЗ $I_{н.\,МТЗ}$, А	Регулируемые уставки полупроводникового реле МТЗ				ПКС* в цепи 380 В, кА
				$\frac{I_{с.п.}}{I_{н.\,МТЗ}}$	$\frac{I_{с.о.}}{I_{н.\,МТЗ}}$	$t_{с.п}$, с, при токе		$t_{с.о}$, с	
						$I_{н.\,МТЗ}$	$6I_{н.\,МТЗ}$		
Э06	Стационарное, кроме Т	800	250; 400; 630; 800	0,8; 1,25; 2	3; 5; 7; 10	100; 150; 200	4; 8; 16	0,25; 0,45; 0,7	$\frac{60}{28}$
	Стационарное Т и выдвижное	630	250; 400; 630						
Э16	Выдвижное, кроме Т	1600	630 1000; 1250; 1600		3; 5; 7; 10 3; 5; 7				$\frac{84}{40}$
	Выдвижное Т	1250	630 1000; 1250		3; 5; 7; 10 3; 5; 7				
Э25	Стационарное, кроме Т	3200	800		3; 5; 7; 10				$\frac{120}{55}$
			1000; 1250; 1600; 2000; 2500		3; 5; 7				
			3200		3; 5				
	Стационарное Т	2500	630; 800		3; 5; 7; 10				$\frac{120}{55}$
			1000; 1250; 1600; 2000; 2500		3; 5; 7				
	Выдвижное, кроме Т	2500	1600; 2000; 2500		3; 5; 7				$\frac{100}{45}$
	Выдвижное Т	2000	1250; 1600; 2000		3; 5; 7				
Э40	Стационарное, кроме Т	6300	3200; 4000 6300		3; 5 3				$\frac{230}{105}$
	Стационарное Т	5000	2500; 3200; 4000; 5000		3; 5 3				
	Выдвижное, кроме Т	5000	2500 3200; 4000; 5000		3; 5; 7 3; 5				$\frac{160}{65}$
	Выдвижное Т	4000	2000; 2500 3200; 4000		3; 5; 7 3; 5				

* Значение ПКС указано дробью, в числителе – наибольшая включающая способность (ударный ток), в знаменателе – наибольшая отключающая способность (действующее значение).

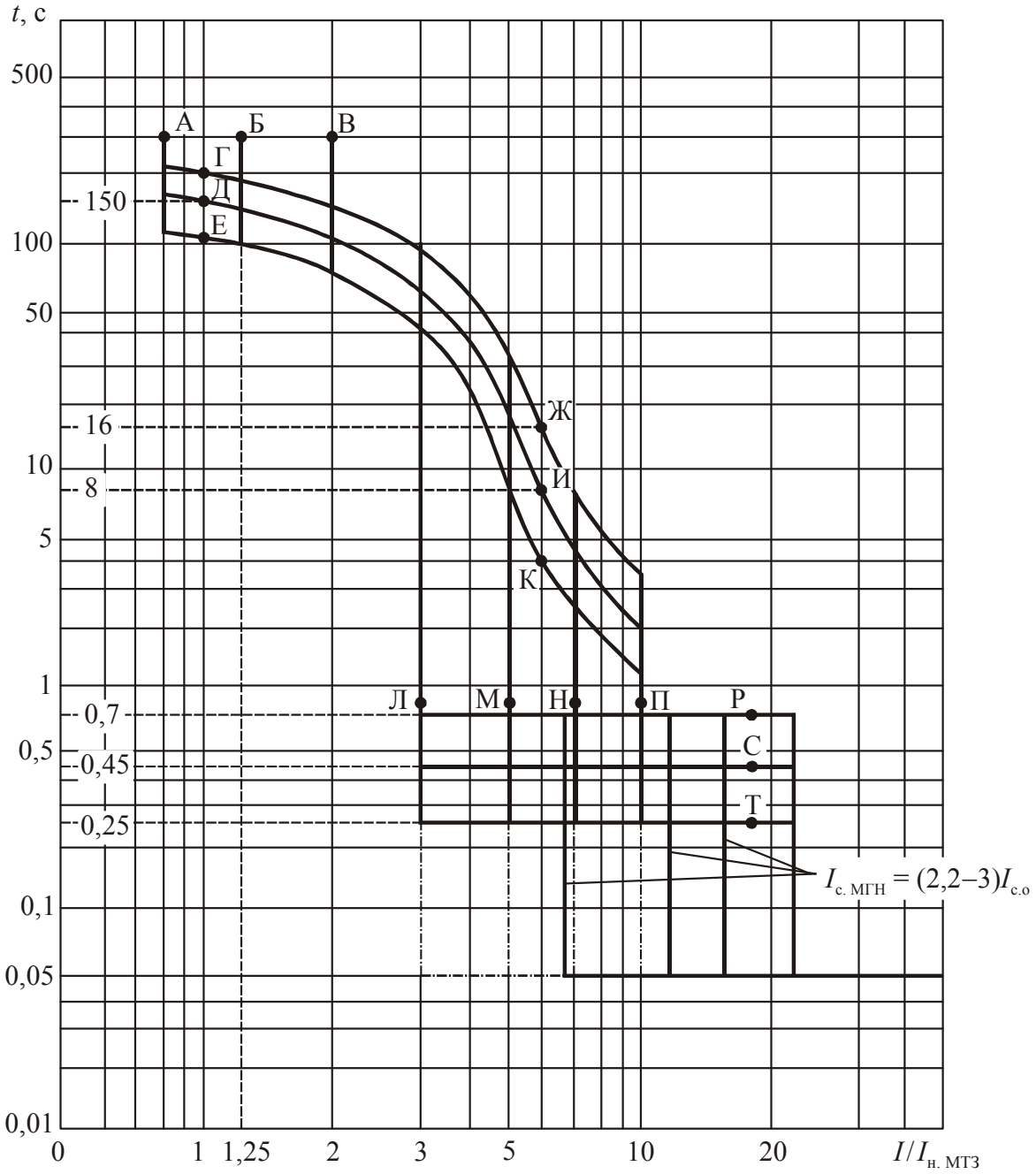


Рис. 3.16. Защитные характеристики выключателя «Электрон» с полупроводниковым реле серии МТЗ.
Наличие регулировки в точках Н и П зависит от номинального тока выключателя.

4. АВТОМАТИЧЕСКИЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ СЕРИИ АВ2М

Выключатели предназначены для работы в электрических цепях с номинальным напряжением постоянного тока до 440 В, переменного тока до 500 В частотой 50, 60 Гц, для проведения тока в нормальном режиме и отключения при коротких замыканиях и перегрузках, а также для нечастных (до 10 раз в сутки) оперативных коммутаций этих цепей.

Выключатели допускают включение асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором, если их пусковые характеристики соответствуют защитным характеристикам выключателя.

Основные параметры автоматов приведены в таблицах 4.1–4.4. Выключатели допускают немедленное повторное включение после оперативного отключения при нагрузке номинальным током.

Полупроводниковый максимальный расцепитель тока в условиях эксплуатации допускает ступенчатую (у выключателей переменного тока) или плавную (у выключателей постоянного тока) регулировку следующих параметров (рис. 4.1):

- номинального тока расцепителя;
- уставки по току срабатывания в зоне токов короткого замыкания;
- уставки по времени срабатывания в зоне токов перегрузки;
- уставки по времени срабатывания в зоне токов короткого замыкания выключателей, предназначенных для селективной работы.

Защитные характеристики выключателей приведены на рис. 4.2 и 4.3. Отклонения уставок по току и времени срабатывания полупроводниковых максимальных расцепителей тока при температуре окружающей среды (25±10)°С даны в таблице 4.3.

Выключатели изготавливают со следующими сборочными единицами:

- по видам расцепителей:
  – с независимым расцепителем;
  – с нулевым расцепителем напряжения;
  – без расцепителей;
- по виду привода:
  – с электромагнитным приводом;
  – с ручным приводом (АВ2М4 и АВ2М10);
  – с рычажным приводом, только выключатели стационарного исполнения;
- со свободными контактами.

Сочетания дополнительных сборных единиц приведены в таблицах 4.5 и 4.6.

Таблица 4.1

Выключатели типа АВ2М переменного тока селективного и неселективного исполнения

Тип выключателя, способ уставки и климатическое исполнение	Номинальный ток выключателя, А ($I_н$)	Номинальный ток максимального расцепителя, $I_р$, А, кратный $I_н$, А	Уставки полупроводникового максимального расцепителя тока				Уставка по току срабатывания электромагнитного расцепителя тока, А	Предельный ток селективности, кА (действующее значение)
			при перегрузке		при коротком замыкании			
			по току срабатывания, $I_п$, кратные $I_р$	по времени срабатывания при $6I_р$, $t_п$, с	по току срабатывания, $I_к$, кратные $I_р$	по времени срабатывания при $t_к$, с		
АВ2М4Н-53-41-УХЛ3 АВ2М4Н-53-41-04	250 400	0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1,0; 1,1*	1,25	4,0; 8,0; 12,0; 16,0	2; 3; 4; 5; 6; 8; 9; 11; 12**	мгн.; 0,20; 0,25; 0,35; 0,40; 0,45; 0,55; 0,60	4000 6300	—
АВ2М4С-55-41-УХЛ3 АВ2М4С-55-41-04	250 400						—	20+2
АВ2М4НВ-53-41-УХЛ3 АВ2М4НВ-53-41-04	250 400						4000 6300	—
АВ2М4СВ-55-41-УХЛ3 АВ2М4СВ-55-41-04	250 400						—	20+2
АВ2М10Н-53-41-УХЛ3	800; 1000*						10000	—
АВ2М10Н-53-41-04	800						10000	
АВ2М10С-55-41-УХЛ3	800; 1000*						—	20+2
АВ2М10С-55-41-04	800							
АВ2М10НВ-53-41-УХЛ3 АВ2М10НВ-53-41-04	800* 800*						10000	—
АВ2М10СВ-55-41-УХЛ3 АВ2М10СВ-55-41-04	800* 800*						—	20+2
АВ2М15Н-53-43А-УХЛ3	1200 1500*						12500	—
АВ2М15Н-53-43А-04	1200*							
АВ2М15С-55-43А-УХЛ3	1200 1500*						—	30+4
АВ2М15С-55-43А-04	1200							
АВ2М15НВ-53-43А-УХЛ3	1200						12500	—
АВ2М15НВ-53-43А-04	1000							
АВ2М15СВ-55-43А-УХЛ3	1200						—	30+4
АВ2М15СВ-55-43А-04	1000							
АВ2М20Н-53-43А-УХЛ3	1500 2000*						12500	—

Окончание таблицы 4.1

Тип выключателя, способ уставки и климатическое исполнение	Номинальный ток выключателя, А ($I_н$)	Номинальный ток максимального расцепителя, $I_р$, А, кратный $I_н$, А	Уставки полупроводникового максимального расцепителя тока				Уставка по току срабатывания электромагнитного расцепителя тока, А	Предельный ток селективности, кА (действующее значение)
			при перегрузке		при коротком замыкании			
			по току срабатывания, $I_п$, кратные $I_р$	по времени срабатывания при $6I_р$, $t_п$, с	по току срабатывания, $I_к$, кратные $I_р$	по времени срабатывания при $t_к$, с		
АВ2М20Н-53-43А-04	1500	0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1,0; 1,1*	1,25	4,0; 8,0; 12,0; 16,0	2; 3; 4; 5; 6; 8; 9; 11; 12**	мгн.; 0,20; 0,25; 0,35; 0,40; 0,45; 0,55; 0,60	12500	—
АВ2М20С-55-43А-УХЛ3	1500 2000*						—	30+4
АВ2М20С-55-43А-04	1500							
АВ2М20НВ-53-43А-УХЛ3	1500						12500	—
АВ2М20НВ-53-43А-04	1200							
АВ2М20СВ-55-43А-УХЛ3	1500						—	30+4
АВ2М20СВ-55-43А-04	1200							

* Уставка 1,1 отсутствует.

** Уставки по току срабатывания полупроводникового расцепителя тока при коротком замыкании у выключателей неселективного исполнения не должны превышать уставку по току срабатывания электромагнитного расцепителя тока при коротком замыкании.

Таблица 4.2

Выключатели типа АВ2М без защиты

Тип выключателя и способ его установки	Номинальный ток, А
АВ2М4-56-41-УХЛ3	400
АВ2М4-56-41-04	400
АВ2М4В-56-41-УХЛ3	400
АВ2М4В-56-41-04	400
АВ2М10-56-41-УХЛ3	1000
АВ2М10-56-41-04	800
АВ2М10В-56-41-УХЛ3	800
АВ2М10В-56-41-04	800
АВ2М15-56-43А-УХЛ3	1500
АВ2М15-56-43А-04	1200
АВ2М15В-56-43А-УХЛ3	1200
АВ2М15В-56-43А-04	1000
АВ2М20-56-43А-УХЛ3	2000
АВ2М20-56-43А-04	1800
АВ2М20В-56-43А-УХЛ3	1500
АВ2М20В-56-43А-04	1200

Таблица 4.3

Отклонения уставок

Наименование параметров		Значение уставки	Пределы уставки
Уставки по току срабатывания, кратные $I_р$ в зоне токов	перегрузки	1,25	1,15…1,35
	короткого замыкания	2 3 4 5 6 8 9 11 12	1,6…2,4 2,4…3,6 3,2…4,8 4,0…6,0 4,8…7,2 6,4…9,6 7,2…10,8 8,8…13,2 9,6…14,4
Уставки по времени срабатывания, с, в зоне токов	перегрузки	4 8 12 16	3,2…4,8 6,4…9,6 9,6…14,4 12,8..19,2
	короткого замыкания (если до возникновения КЗ ток в главной цепи был не ниже $0,7I_{ном}$)	мгн. 0,20 0,25 0,35 0,40 0,45 0,55 0,60	0,02…0,04 0,18…0,22 0,225…0,275 0,315…0,385 0,36…0,44 0,40…0,50 0,49…0,60 0,54…0,66

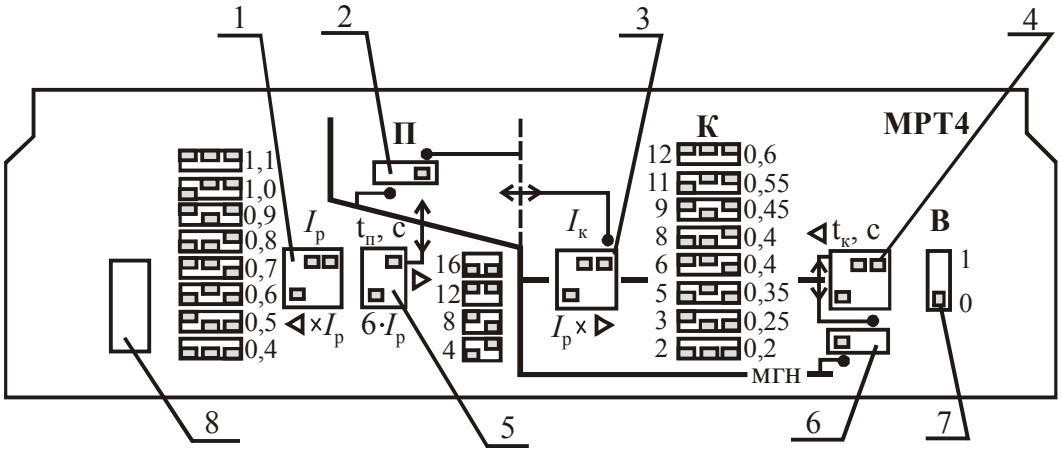


Рис. 4.1. Лицевая панель блока МРТ4 выключателей переменного тока: 1 – уставки номинального рабочего тока; 2 – включение защиты от перегрузки (выступающая часть перемычки переключателя влево – включена, вправо – выключена); 3 – уставки тока срабатывания защиты от короткого замыкания; 4 – уставки выдержки времени защиты от короткого замыкания; 5 – уставки выдержки времени защиты от перегрузки; 6 – включение выдержки времени защиты от короткого замыкания (выступающая часть перемычки переключателя вправо – включена, влево – выключена); 7 – защита от тока включения (выступающая часть перемычки переключателя вверх –включена, вниз – выключена). 8 – Разъем «ТЕСТ».
***Примечание**: черные прямоугольники на рис. 4.1 обозначают положение выступающей части перемычки переключателей. На реальных блоках общий фон лицевой панели имеет черный или серый цвет, а выступающей части перемычек соответствуют белые прямоугольники.*

Таблица 4.4

Предельная отключающая способность, термическая и электродинамическая стойкость выключателей АВ2М

Тип выключателя	Исполнение выключателя по способу защиты	Термическая стойкость, 10^6 $А^2 \cdot с$	Цепь переменного тока				Цепь постоянного тока				
			Электродинамическая стойкость, кА, ампл.	Верхняя граница зоны селективности, кА (действующее значение)	380 В	500 В	Электродинамическая стойкость, кА	Верхняя граница зоны селективности, кА	220 В	440 В	Постоянная времени, мс
					Действующее значение тока отключения, кА, при $\cos\varphi = 0{,}3$				Ток отключения, кА		
АВ2М4С-55-41	селективные	см.примечание	см.примечание	20+2	23	23		20+2	40	30	10
АВ2М10С-55-41				20+2	23	23		20+2	40	30	10
АВ2М4Н-53-41	неселективные	—	—	—	23	10		—	40	30	10
АВ2М10Н-53-41		—	—	—	23	10		—	40	30	10
АВ2М4-56-41	без максимальных расцепителей	450	42	—	23	10	30	—	40	30	10
АВ2М10-56-41		450	42	—	23	10	30	—	40	30	10
АВ2М15С-55-43	селективные	см.примечание	см.примечание	30+4	35	20		45+4	45	30	10
АВ2М20С-55-43				30+4	35	20		45+4	45	30	10
АВ2М15Н-55-43	неселективные	—	—	—	35	20		—	45	30	10
АВ2М20Н-55-43		—	—	—	35	20		—	45	30	10
АВ2М15-56-43	без максимальных расцепителей	900	65	—	35	20	57	—	45	30	10
АВ2М20-56-43		900	65	—	35	20	57	—	45	30	10

Примечание: селективные выключатели термически и динамически устойчивы во всем диапазоне токов вплоть до токов верхней границы зоны селективности в течение времени, указанного в таблице 4.1

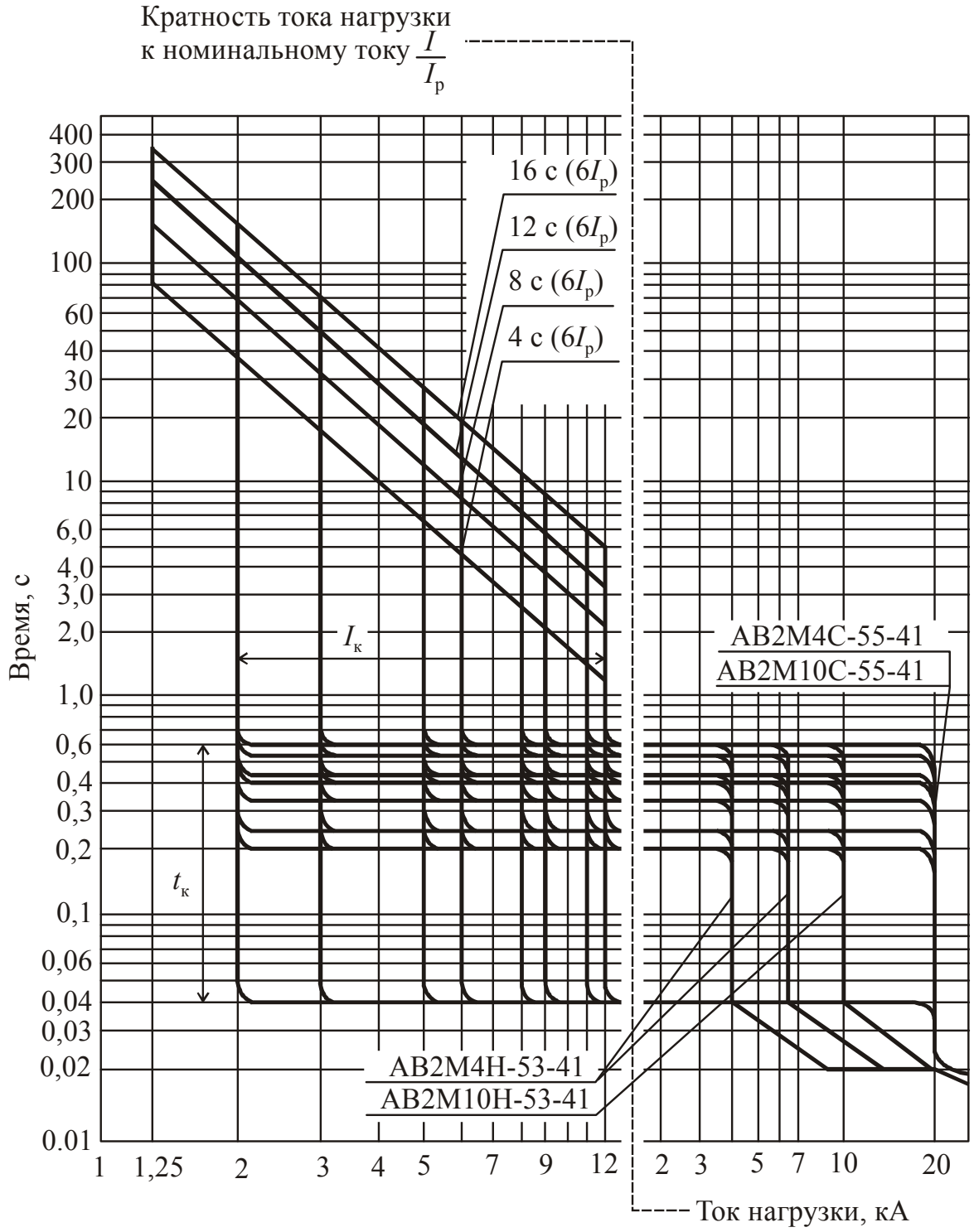


Рис. 4.2. Времятоковые характеристики выключателей переменного тока AB2M4 и AB2M10

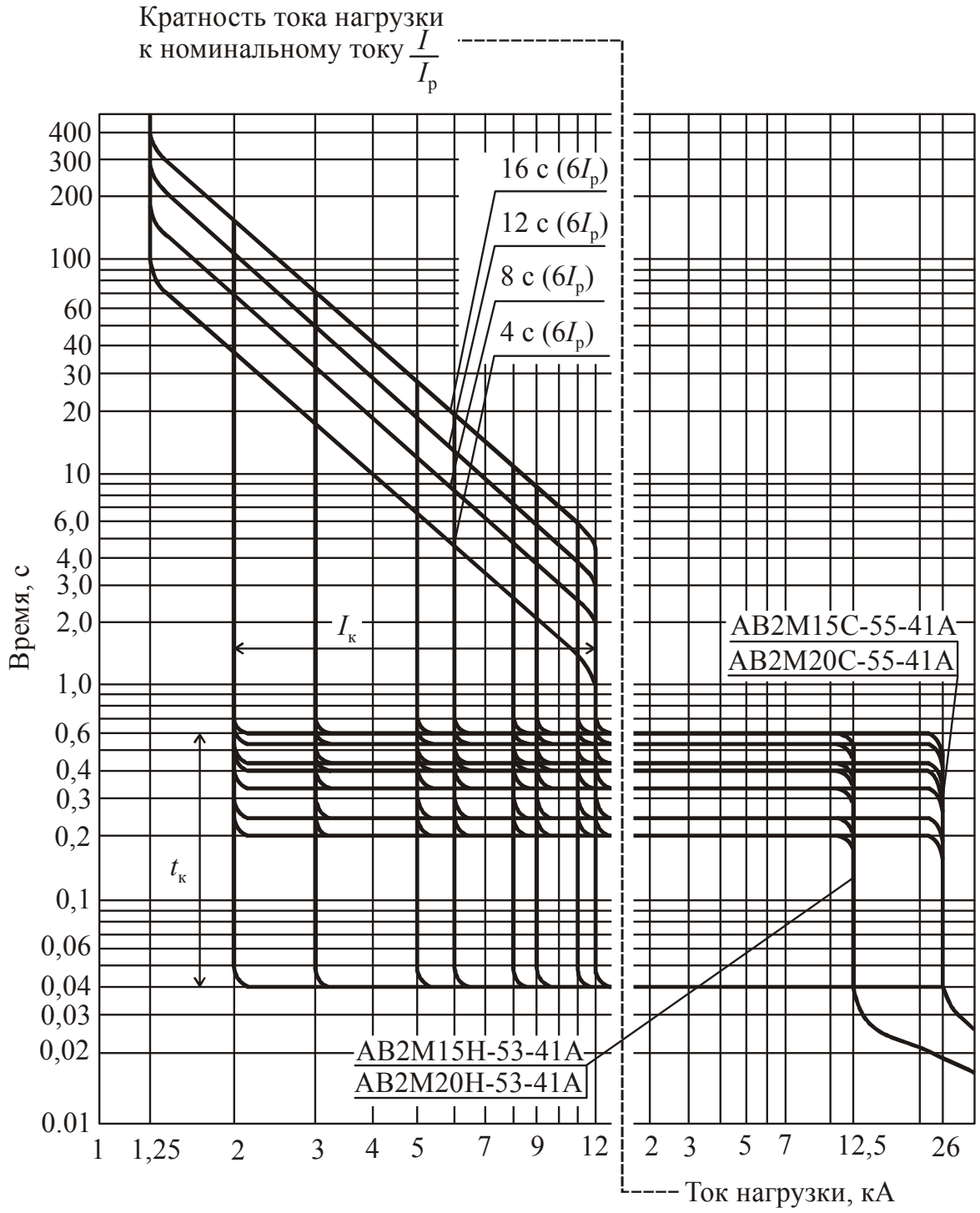


Рис. 4.3. Времятоковые характеристики выключателей переменного тока AB2M15 и AB2M20

Таблица 4.5

Сочетания дополнительных сборочных единиц для выключателей АВ2М4 и АВ2М10

Способ установки	Привод		Расцепитель			Количество свободных контактов	
	ручной или рычажный	электромагнитный	независимый	нулевой		размыкающих	замыкающих
				переменного тока	постоянного тока		
стационарный	+	—	+	—	—	2	1
			—	+	—	2	1
			—	—	+	2	1
	—	+	+	—	—	2	2
			—	+	—	2	2
			—	—	+	2	2
выдвижной	+	—	+	—	—	2	2
			—	+	—	2	2
			—	—	+	2	2
	—	+	+	—	—	2	2
			—	+	—	2	2
			—	—	+	2	2
			—	—	—	2	2

Таблица 4.6

Сочетания дополнительных сборочных единиц для выключателей АВ2М15 и АВ2М20

Количество свободных контактов			Расцепитель	
размыкающих	замыкающих для выключателей		независимый	нулевой
	с рычажным приводом	с электромагнитным приводом		
2	1	—	1	—
2	—	2	1	—
2	1	—	—	1
2	—	2	—	1

Независимый расцепитель обеспечивает отключение выключателя при подаче на выводы его катушки напряжения постоянного или однофазного переменного тока частотой 50 и 60 Гц.

Независимый расцепитель рассчитан для работы при номинальных напряжениях:

- 110; 127; 220; 230; 240; 380; 400; 415; 440; 500 В переменного тока частотой 50 Гц;
- 24; 48; 110; 220 В постоянного тока.

Допустимые колебания рабочего напряжения от 0,7 до 1,2 от номинального, режим работы – кратковременный.

Нулевой расцепитель работает в продолжительном режиме и рассчитан на номинальные напряжения:

- 110; 127; 220; 230; 240; 380; 400; 415; 440; 500 В однофазного переменного тока частотой 50 Гц;
- 110; 220; 440 В постоянного тока.

Нулевой расцепитель напряжения:

– обеспечивает отключение выключателя без выдержки времени при напряжении на выводах его катушки ниже $0{,}3 \cdot U_{ном}$ при переменном токе и ниже $0{,}2 \cdot U_{ном}$ при постоянном;

– не производит отключение выключателя при напряжении на выводах его катушки $0{,}55 \cdot U_{ном}$ и выше;

– не препятствуют включению выключателя при напряжении на выводах его катушки $0{,}85 \cdot U_{ном}$ и выше;

– препятствуют включению выключателя при напряжении на выводах его катушки $0{,}3 \cdot U_{ном}$ и ниже при переменном токе и $0{,}2 \cdot U_{ном}$ и ниже при постоянном.

Свободные контакты вспомогательных цепей рассчитаны на номинальное напряжение:

- 24…440 В постоянного тока;
- до 500 В переменного тока.

Допускают работу при напряжении от 0,7 до 1,2 от номинального, рассчитаны в продолжительном режиме на нагрузку током 6 А.

5 АВТОМАТИЧЕСКИЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ СЕРИИ А37

Выключатели предназначены для максимальной токовой защиты электрических установок при перегрузках и коротких замыканиях в цепях постоянного и переменного тока, для нечастных оперативных коммутаций этих цепей, а также для защиты электрических цепей при снижении напряжения до недопустимой величины. Допускают нечастые пуски асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором. В зависимости от исполнения эксплуатируются в районах с умеренным, тропическим и холодным климатом.

Автоматические выключатели А3790 производства Ульяновского завода низковольтной аппаратуры «Контактор». Выпускаются на номинальные токи до 630 А. Расшифровка их условного обозначения дана на рис. 5.1.

Технические параметры выключателей приведены в таблице 5.1, а их защитные характеристики – на рис. 5.4.

Двух- и трехполюсные выключатели выполняются в одном габарите. Оснащаются дополнительными сборочными единицами:

- независимым расцепителем;
- нулевым расцепителем напряжения;
- ручным приводом;
- ручным дистанционным приводом;
- электромагнитным приводом;
- свободными контактами.

Сочетания дополнительных сборочных единиц указаны в таблице 5.2.

Таблица 5.2

Дополнительные сборочные единицы выключателей А3790

Количество свободных контактов					Независимый расцепитель		Типоисполнение выключателя
замыкающих	размыкающих для выключателей		количество дополнительных свободных контактов				
	с ручным приводом	с электромагнитным приводом	замыкающих	размыкающих	К1	К2	
1 1	2 2	1 1	2	2	+ +		Все типоисполнения
1 1	2 2	1 1	2	2	+ +	+ +	А3791Б, А3792Б, А3793Б, А3794Б

А37	условное обозначение серии.
9	до 630 А.
ХХ	**Условное обозначение исполнения выключателя по числу полюсов, по виду установки максимальных расцепителей тока и максимальной токовой защите:** **1Б** двухполюсные, категории применения А (токоограничивающие) с электромагнитными расцепителями; **2Б** трехполюсные, категрии применения А (токоограничивающие) с электромагнитными расцепителями; **3Б** двухполюсные, категории применения А (токоограничивающие) с электромагнитными и полупроводниковыми расцепителями; **4Б** трехполюсные, категрии применения А (токоограничивающие) с электромагнитными и полупроводниковыми расцепителями; **3С** двухполюсные, категории применения В (селективные выключатели) с полупроводниковыми расцепителями; **4С** трехполюсные, категрии применения В (селективные выключатели) с полупроводниковыми расцепителями; **7С** двухполюсные, без максимальных расцепителей тока (на базе селективных выключателей); **8С** трехполюсные, без максимальных расцепителей тока (на базе селективных выключателей).
Х3	Климатическое исполнение (У, Т, ХЛ) и категория размещения по ГОСТ 15150.

Рис. 5.1. Структура условного обозначения автоматических выключателей А3790

Таблица 5.1

Технические характеристики автоматических выключателей А3790

Тип выключателя	Типоисполнение выключателея	Род тока	Номинальное напряжение выключателя, В	Число полюсов	Номинальный ток выключателя $I_н$, А	Номинальный ток расцепителя $I_р$, кратный $I_н$**	Регулируемые уставки полупроводникового расцепителя (рис. 5.2 и 5.3) при				Уставка по току срабатывания электромагнитного расцепителя при коротком замыкании, А	Предельная коммутационная способность, кА (на переменном токе действующее значение)
							перегрузке		коротком замыкании			
							по току, кратные $I_р$; $I_п$	по времени, с; $Т_п$*	по току, кратные $I_р$; $I_к$	по времени, с; $Т_к$***		
А3793Б А3794Б	токоограничивающие	переменный	660 380	2; 3	250; 400	0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1,0; 1,1	1,25	4; 8; 12; 16	2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10	мгн.; 0,1; 0,15; 0,2; 0,25; 0,3; 0,35; 0,4	4000	28,6
					630						6300	50,5
А3793Б		постоянный	440	2	250; 400	0,63; 0,8; 1,0		4; 8; 16	2; 4; 6	мгн.; 0,1; 0,2; 0,3	2400	110
					630						3800	
А3793С А3794С	селективные	переменный	660 380	2; 3	250; 400; 630	0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1,0; 1,1	1,25	4; 8; 12; 16	2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10	мгн.; 0,1; 0,15; 0,2; 0,25; 0,3; 0,35; 0,4	—	28,6
												50,5
А3793С		постоянный	440	2	250; 400; 630	0,63; 0,8; 1,0		4; 8; 16	2; 4; 6	мгн.; 0,1; 0,2; 0,3		110
А3797С А3798С	—	переменный	660 380	2; 3	630	—	—	—	—	—	—	28,6
												50,5
А3797С		постоянный	440	2								110
А3791Б А3792Б	токоограничивающие	переменный	660 380	2; 3	630	—	—	—	—	—	2500; 3200; 4000; 5000; 6300	28,6
												50,5
А3791Б		постоянный	440	2							2400; 3800	110

Окончание таблицы 5.1

Тип выключателя	Типоисполнение выключателя	Род тока	Номинальное напряжение выключателя, В	Число полюсов	Номинальный ток выключателя $I_н$, А	Номинальный ток расцепителя $I_р$, кратный $I_н$**	Регулируемые уставки полупроводникового расцепителя (рис. 5.2 и 5.3) при				Уставка по току срабатывания электромагнитного расцепителя при коротком замыкании, А	Предельная коммутационная способность, кА (на переменном токе действующее значение)
							перегрузке		коротком замыкании			
							по току, кратные $I_р$; $I_п$	по времени, с; $Т_п$*	по току, кратные $I_р$; $I_к$	по времени, с; $Т_к$***		
А3791У		постоянный	440	2	630	—	—	—	—	—	2400; 3800	50
А3792У		переменный	660 1140	3							2500; 4000	42 (ударный ток) 25 (ударный ток)

* Уставки по времени срабатывания при перегрузки указаны при $6I_р$ переменного и $5I_р$ постоянного тока.

** При $I_р = I_н = 630$ А уставку 1,1 не применять.

*** По заказу с уставками $Т_к$: мгн: 0,2; 0,4; 0,6 с при постоянном токе.

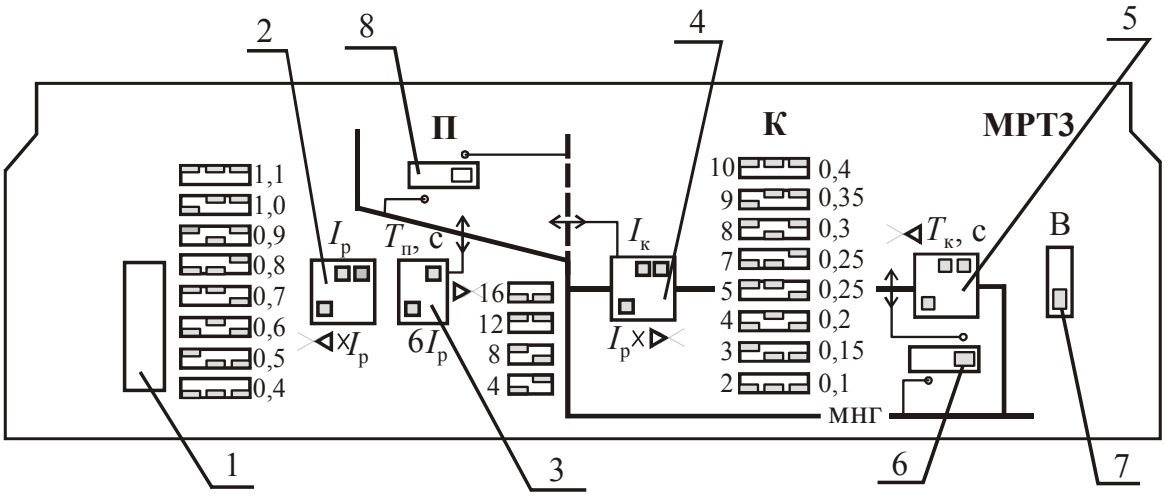


Рис. 5.2. Лицевая панель блока управления полупроводникового расцепителя переменного тока МРТ3: 1 – заглушка гнезда «Тест»; 2 – переключатели выбора уставок $I_р$; 3 – переключатели выбора уставок $T_п$; 4 – переключатели выбора уставок $I_к$; 5 – переключатели выбора уставок $T_к$; 6 – выключатель выдержки времени защиты от короткого замыкания (выступ вправо – включено); 7 – выключатель защиты от тока включения (выступ вверх – включено); 8 – выключатель защиты от перегрузки (выступ влево – включено)

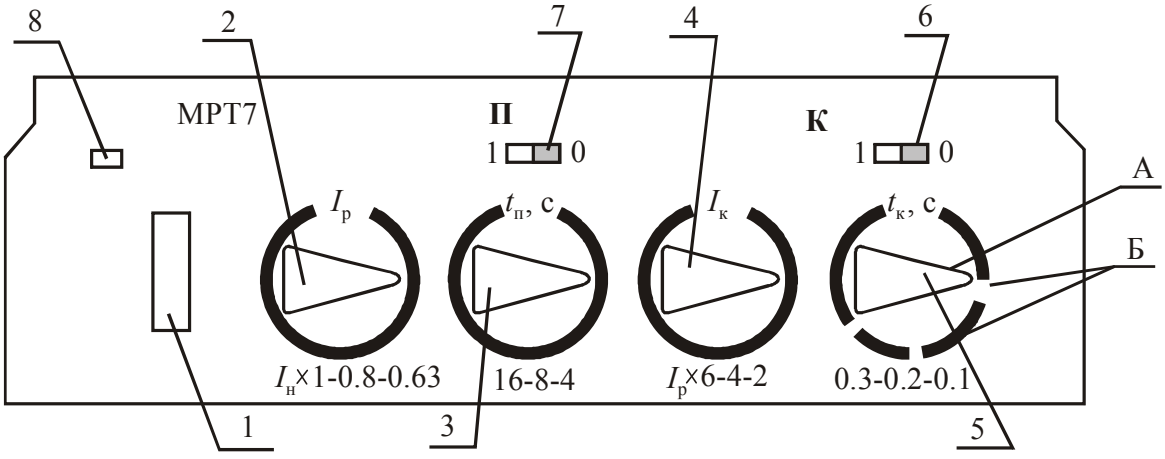


Рис. 5.3. Лицевая панель блока управления полупроводникового расцепителя постоянного тока МРТ7: 1 – заглушка гнезда «Тест»; 2 – ручка выбора уставки $I_р$; 3 – ручка выбора уставки $T_п$; 4 – ручка выбора уставки $I_к$; 5 – ручка выбора уставки $T_к$; 6 – выключатель выдержки времени защиты от короткого замыкания; 7 – выключатель защиты от перегрузки; 8 – индикатор наличия питания (МРТ7.1 отличается от МРТ7 уставками времени срабатывания в зоне токов короткого замыкания поз. 5: 0,6; 0,4; 0,2 с)

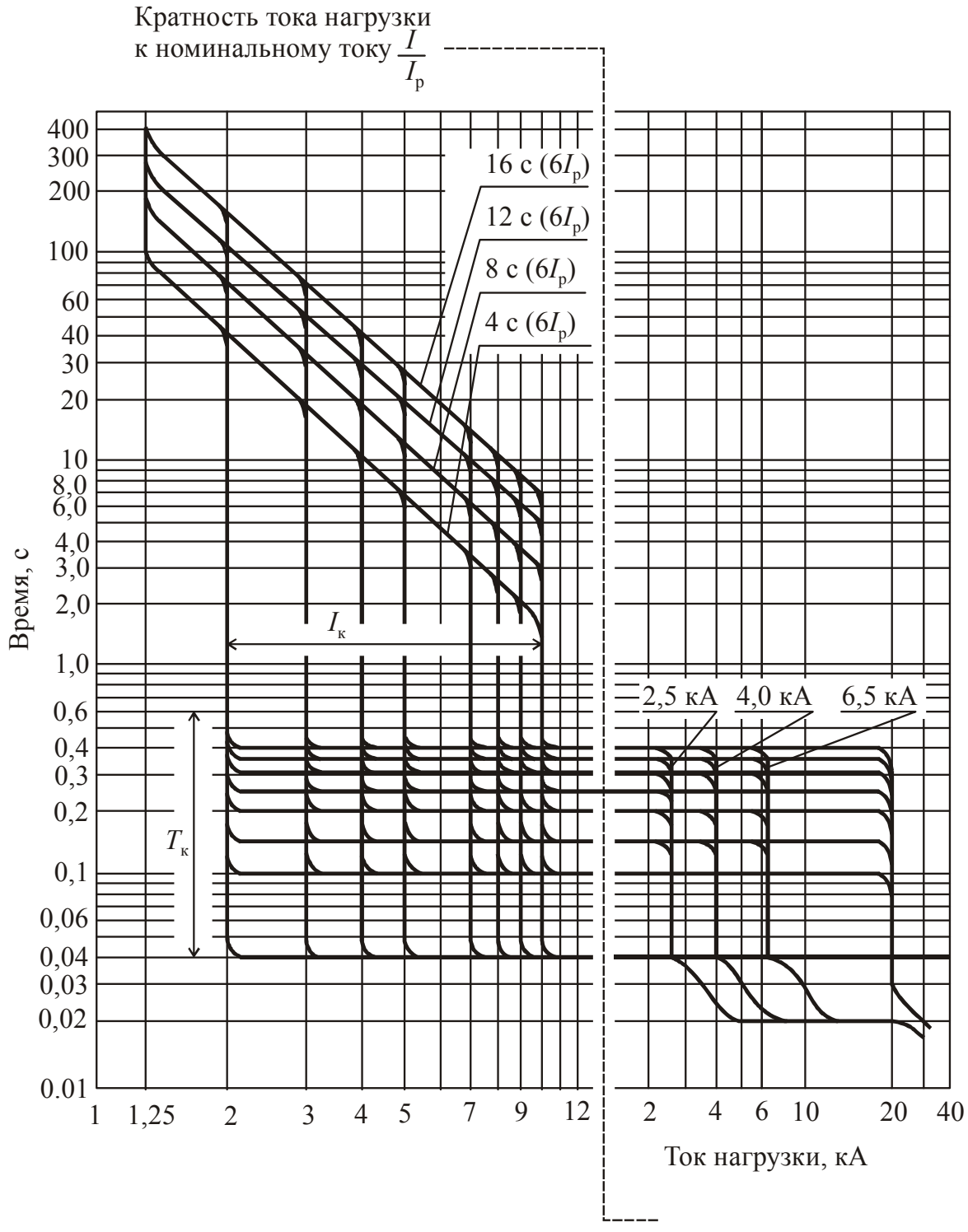


Рис. 5.4. Времятоковая характеристика выключателей переменного тока А3793Б и А3793С, А3794Б и А3794С (пределы отклонений уставок см. в таблице 5.3)

Таблица 5.3

Отклонения уставок по току и времени срабатывания полупроводниковых расцепителей выключателей А3790 при температуре окружающей среды (25±10)°С

Наименование параметра		Значения уставок	Пределы допустимого отклонения
Уставки по току срабатывания, кратные $I_р$, при	перегрузке	1,25	1,15…1,35
	коротком замыкании	2 3 4 5 6 7 8 9 10	1,6…2,4 2,4…3,6 3,2…4,8 4,0…6,0 4,8…7,2 5,6…8,4 6,4…9,6 7,2…10,8 8,0…12
Уставки по времени срабатывания, с, при	перегрузке	4 8 12 16	3,2…4,8 6,4…9,6 9,6…14,4 12,8…19,2
	коротком замыкании	мгн. 0,10 0,15 0,20 0,25 0,30 0,35 0,40 0,60	0,02…0,04* 0,08…0,12* 0,12…0,18* 0,18…0,22* 0,225…0,275* 0,27…0,33* 0,315…0,385* 0,36…0,44* 0,54…0,66*

* если до возникновения КЗ ток в главной цепи был не ниже 0,7 номинального.

Контакты вспомогательной цепи в продолжительном режиме допускают нагрузку 4А при номинальном напряжении 440 В постоянного тока и 660 В переменного тока, могут работать при напряжении от 0,7 до 1,2 от номинального.

Независимый расцепитель изготавливается в двух исполнениях:

- исполнение К1 обеспечивает отключение выключателя при подаче на него напряжения постоянного или однофазного переменного тока и при подаче сигнала (напряжения) от блока управления полупроводникового расцепителя при его срабатывании;

- исполнение К2 обеспечивает отключение выключателя при подаче на него напряжения от емкости 100 мкФ, заряженной напряжением 220–350 В.

Максимальная величина тока в цепи катушки независимого расцепителя за время срабатывания не должна превышать значений, указанных в таблице 5.4.

Таблица 5.4

Ток катушки независимого расцепителя*

Тип выключателя	Напряжение, В, и род тока						
	110	220	380	440	110	220	24
	Переменный ток, А				Постоянный ток, А		
А3790	0,50	1,0	1,75	2,0	1,5	0,2	2,5

* Для выключателей с полупроводниковыми расцепителями – не более 0,9 А.

Расцепитель нулевого напряжения обеспечивает отключение выключателя при напряжении на выводах его катушки ниже 0,3 от номинального при переменном токе и ниже 0,2 от номинального при постоянном токе.

Автоматические выключатели серии А3700. Сокращенное условие обозначение А37ХХХ. Расшифровка (рис. 5.5) в порядке написания: А – автоматический выключатель; 37 – номер разработки; Х – модификация и величина выключателя: 1 – первая, 2 – вторая, 3 – третья, 4 – четвертая, 9 – модифицированные 3 и 4 величины; Х – исполнение по виду защиты и числу полюсов: 1 или 2 – с электромагнитными расцепителями; 3 или 4 – с электромагнитными и полупроводниковыми расцепителями (для селективных выключателей – только с полупроводниковыми); 5 или 6 – с электромагнитными и тепловыми расцепителями; 7 или 8 – без максимальных расцепителей (нечетные цифры – двухполюсные выключатели, четные – трехполюсные); Х – климатическое исполнение и категория размещения; Б – токоограничивающие или выполненные на их базе; Ф – нетокоограничивающие неселективные в фенопластовом корпусе; Н – неселективные нетокоограничивающие модернизированные.

Двухполюсные выключатели переменного тока имеют такие же характеристики, как трехполюсные.

В таблице 5.5 приведены технические данные выключателей с полупроводниковым расцепителем серии РП. Номинальный ток этих расцепителей соответствует наибольшему откалиброванному по шкале значению номинального рабочего тока $I_{\text{н. раб}}$. Характеристика защиты ограниченно зависимая, а для выключателей А3790С – трехступенчатая

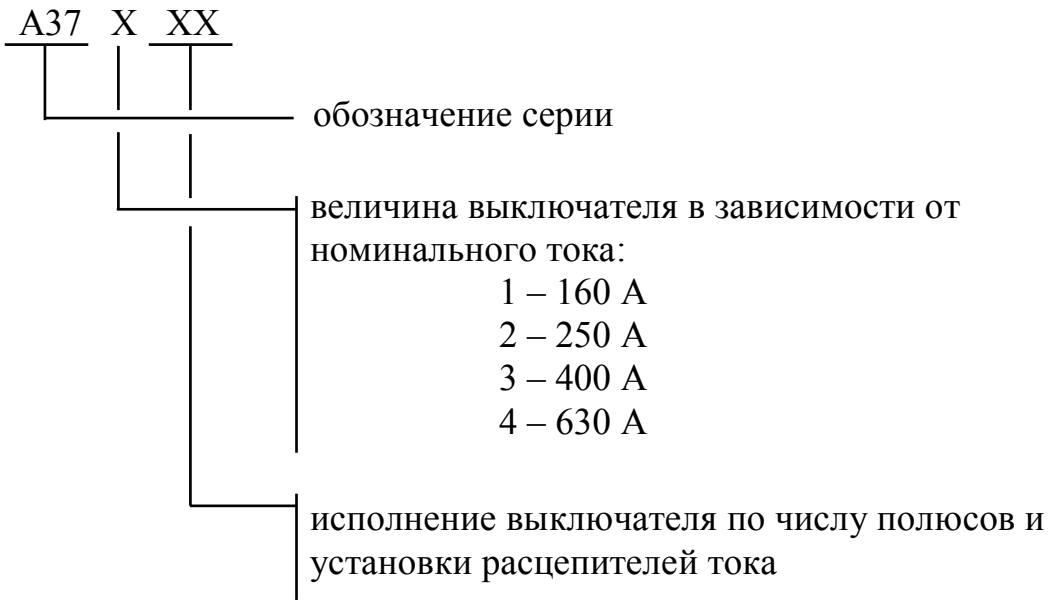


Рис. 5.5. Структура условного обозначения автоматического выключателя серии А3700

(рис. 5.6). Полупроводниковое реле допускает плавную регулировку номинального рабочего тока расцепителя $I_{\text{н. раб}}$ (точка *А* на рис. 5.6 соответствует току срабатывания перегрузки при принятом значении $I_{\text{н. раб}}$); тока срабатывания отсечки $I_{\text{с. о}}$ (точки *Б*, *В*, *Г*, *Д*, *Е*); времени срабатывания защиты от перегрузки $t_{\text{с. п}}$ при токе $6 \cdot I_{\text{н. раб}}$ (точки *Ж*, *И*, *К*); времени срабатывания отсечки $t_{\text{с. о}}$ (точки *Л*, *М*, *Н*) для селективных выключателей. Пунктирными линиями обозначена характеристика неселективных выключателей в зоне токов КЗ. Выключатели могут поставляться без защиты в зоне перегрузки.

Для выключателей переменного тока с полупроводниковым расцепителем серии РП допускается увеличение времени срабатывания отсечки, если до возникновения КЗ ток в главной цепи был менее $0{,}7 \cdot I_{\text{н. раб}}$. Для неселективного токоограничивающего выключателя увеличение времени возможно в зоне значений токов КЗ от $I_{\text{с. о}}$ полупроводникового расцепителя до уставки срабатывания электромагнитного расцепителя. При этом время отключения определяется кривыми 1, 2, 3 (рис. 5.6), соответствующими протеканию тока КЗ по одному, двум или трем полюсам выключателя. Для определения времени срабатывания селективного выключателя нужно время, определенное по кривым 1, 2, 3, сравнить со значением $t_{\text{с. о}}$ по шкале и принять большее из них.

Полупроводниковый расцепитель РП не реагирует на апериодическую составляющую пускового тока электродвигателей в течение одного периода. Коэффициент возврата реле составляет 0,97–0,98. Разброс

Таблица 5.5

Трехполюсные автоматические выключатели А3700 с полупроводниковым расцепителем на напряжение до 660 В

Тип	Номинальный ток выключателя $I_{н.в}$, А	Базовый номинальный ток $I_{н.б}$, А	Уставки полупроводникового расцепителя РП					Ток срабатывания электромагнитного расцепителя, А	ПКС** в цепи 380 В, кА	ОПКС** в цепи 380 В, кА
			Регулируемые на шкалах РП значения							
			$I_{н.раб}$, А	$\frac{I_{с.о}}{I_{н.раб}}$	$t^*_{с.о}$, с	$t_{с.п}$, с, при токе $6I_{н.раб}$	$\frac{I_{с.п}}{I_{н.раб}}$			
А3734С	250 400	200 320	160; 200; 250; 250; 320;400	2; 3; 5; 7; 10	0,1; 0,25; 0,4	4; 8; 16	1,25	—	50	—
А3744С	400 630	320 500	250; 320;400 400; 500; 630	2; 3; 5; 7; 10	0,1; 0,25; 0,4	4; 8; 16	1,25	—	60	—
А3794С	250 400 630	200 320 500	160; 200; 250; 250; 320;400 400; 500; 630	2; 3; 5; 7; 10	0,1; 0,25; 0,4	4; 8; 16	1,25	—	$\frac{111,1}{50,5}$	$\frac{125}{57}$
А3714Б	160	32 63 125	20; 25; 32; 40 40; 50; 63; 80 80; 100; 125; 160	2; 3; 5; 7; 10	—	4; 8; 16	1,25	1600	18 36 75	— — 125
А3724Б	250	200	160; 200; 250	2; 3; 5; 7; 10	—	4; 8; 16	1,25	2500	80	150
А3734Б	250 400	200 320	160; 200; 250; 250; 320;400	2; 3; 5; 7; 10	—	4; 8; 16	1,25	4000	100	150
А3744Б	400 630	320 500	250; 320;400 400; 500; 630	2; 3; 5; 7; 10	—	4; 8; 16	1,25	6300	100	150
А3794Б	250 400 630	200 320 500	160; 200; 250; 250; 320;400 400; 500; 630	2; 3; 5; 7; 10	—	4; 8; 16	1,25	4000 4000 6300	$\frac{111,1}{50,5}$	$\frac{150}{68}$

* Выключатели А3790С при токе более 20 кА (действующее значение) отключаются без выдержки времени.

** ПКС и ОПКС выражены для всех выключателей (кроме А3790) мгновенным значением ударного тока, а для А3790 указаны дробью, в числителе которой – наибольшая включающая способность (ударный ток), в знаменателе – наибольшая отключающая способность (действующее значение).

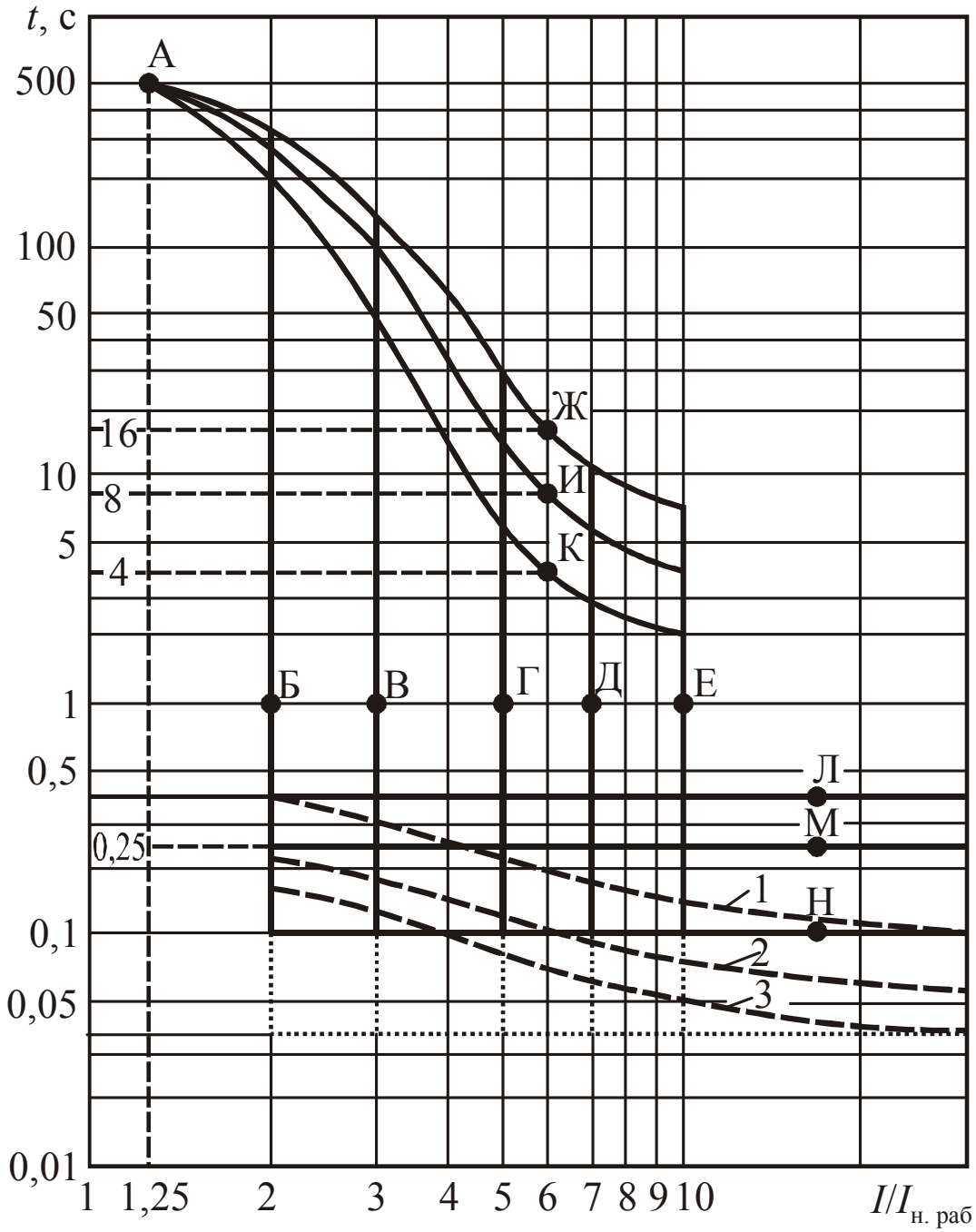


Рис. 5.6. Защитные характеристики автоматических выключателей А3700 переменного тока с полупроводниковым расцепителем.
Селективные выключатели А3794С при токе более 20 кА (действующее значение) отключаются без выдержки времени

по току срабатывания зависит от температуры окружающей среды, уставки по шкале, вида КЗ или перегрузки (одно-, двух-, трехполюсное), но не превышает ±30% для $I_{с.\,о}$ и ±20% для $I_{с.\,п}$. Разброс по времени срабатывания при КЗ для селективных выключателей составляет ±0,02 с. Длительность протекания тока КЗ, при которой еще не срабатывает селективная отсечка, составляет при уставках по шкале 0,1; 0,25 и 0,4 с соответственно 0,05; 0,17 и 0,32 с.

Технические характеристики выключателей только с электромагнитными расцепителями приведены в таблице 5.6, а с электромагнитными и тепловыми расцепителями – в таблице 5.7.

Таблица 5.6

Трехполюсные автоматические выключатели А3700 переменного тока с электромагнитными расцепителями

Тип выключателя	$I_{н.\,в}$, А	$I_{н.\,расц}$, А	$I_{с.\,о}$, А	ПКС в цепи 380 В	ОПКС в цепи 380 В
				Ударный ток, кА	
Выключатели на напряжение до 660 В					
А3712Б	160	80 160	400 630; 1000; 1600	36 75	— 125
А3722Б	250	250	1600; 2000; 2500	80	150
А3732Б	400	400	2500; 3200; 4000	100	150
А3742Б	630	630	4000; 5000; 6300	100	150
А3792Б	630	630	2500; 3200; 4000; 5000; 6300	111,1	150
Выключатели на напряжение до 380 В					
А3712Ф	160	80 160	400 630; 1000; 1600	25	28
А3722Ф	250	250	1600; 2000; 2500	35	38
А3732Ф	630	400 630	2500; 3200; 4000 4000; 5000; 6300	50	53

Характеристика защиты автоматов с комбинированным расцепителем – ограниченно зависимая (рис. 5.7). Эти расцепители имеют нерегулируемые уставки срабатывания. Тепловые расцепители откалиброваны при температуре окружающей среды 40°С и одновременном протекании тока по всем трем полюсам. Они не вызывают срабатывания выключателя при номинальном токе расцепителя; могут вызывать срабатывание при токе $1{,}05 \cdot I_{н.\,расц}$ не менее чем за 2 часа при начале отсчета от холодного состояния выключателя; вызывают срабатывание при токе $1{,}25 \cdot I_{н.\,расц}$

Таблица 5.7

Трехполюсные автоматические выключатели А3700 переменного тока с электромагнитными и тепловыми расцепителями

Тип выключателя	$I_{н.\,в}$, А	Номинальный ток теплового расцепителя $I_{н.\,расц}$, А	$\frac{I_{с.\,п}}{I_{н.\,расц}}$	$I_{с.\,о}$, А	ПКС в цепи 380 В	ОПКС в цепи 380 В
					Ударный ток, кА	
Выключатели на напряжение до 660 В						
А3716Б	160	16 20 25	1,15	630	5,5 10 15	—
		32; 40 50; 63 80 100; 125		630; 1600	20 30 45 60	—
		160			75	125
А3726Б	250	160 200; 250	1,15	2500	65 75	150
А3736Б	400	250 320 400	1,15	2500 3200 4000	65 100 100	150
А3796Н	630	250 320 400 500 630	1,15	2500 3200 4000 5000 6300	65 70 70 70 70	150
Выключатели на напряжение до 380 В						
А3716Ф	160	16 20 25	1,15	630	5,5 10 15	—
		32; 40 50; 63; 80 100; 125; 160		630; 1600	20 25	—
					25	28
А3726Ф	250	160; 200; 250	1,15	2500	35	38
А3736Ф	630	250 320 400 500 630	1,15	2500 3200 4000 5000 6300	50	53

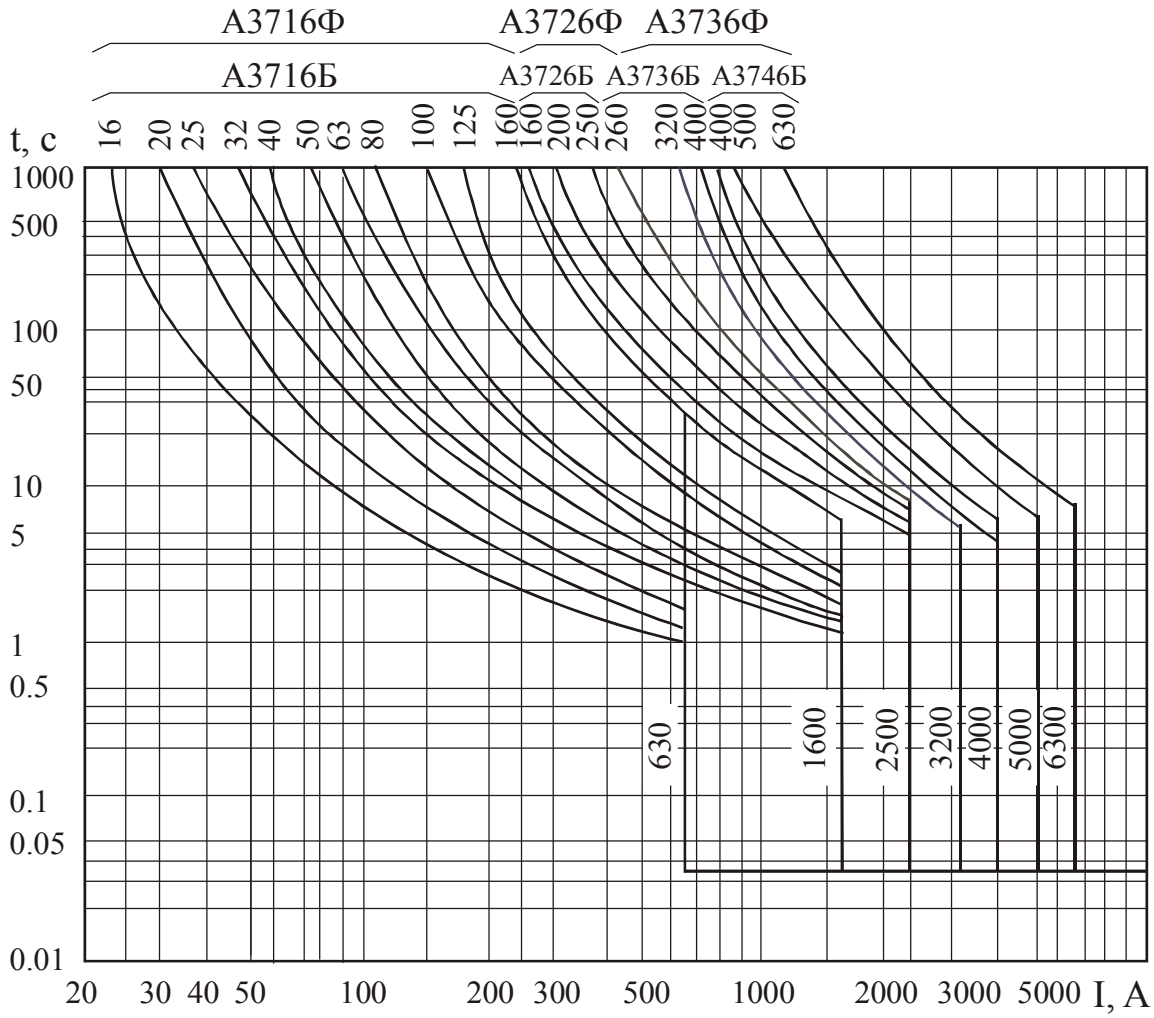


Рис. 5.7. Семейство защитных характеристик выключателей А3700 с комбинированными (термобиметаллическими и электромагнитными) расцепителями в исполнениях токоограничивающем – А3700Б и нетокоограничивающем – А3700Ф

Примечания: *1. На кривых указаны номинальные токи расцепителей и уставки тока срабатывания их электромагнитных элементов.*

2. Расцепители с номинальными токами 32–160 А включительно для выключателей 1-й величины по заказу поставляют с уставками тока мгновенного срабатывания 630 или 1600 А.

3. Кривые пригодны как для трехполюсных, так и для однополюсных выключателей переменного и постоянного токов при температуре окружающей среды 40 °С и прохождении тока по всем фазам (полюсам) выключателя.

менее чем за 2 часа при отсчете от нагретого состояния. Разброс по току срабатывания электромагнитных расцепителей составляет для новых выключателей ±15%, а для бывших в эксплуатации ±30%.

Собственное время отключения выключателя электромагнитным расцепителем зависит от значения тока КЗ и величины выключателя. При токах, близких к предельным, оно менее 10 мс. Полное время отключения токоограничивающих выключателей при отключении предельных токов составляет около 10 мс, в начале характеристики токоограничения – около 15 мс. Для нетокоограничивающих выключателей при токе, бличком $I_{с.\,о}$, полное время отключения не превышает 40 мс, при увеличении тока оно уменьшается.

Характеристики токоограничения автоматических выключателей А3700Б даны в таблице 5.8, а неавтоматических выключателей – в таблице 5.9.

Таблица 5.8

Ориентировочные характеристики токоограничения автоматических выключателей А3700Б в цепи 380 В

Тип выключателя	Ограниченный ток КЗ (амплитуда), кА, при ожидаемом токе КЗ (амплитуда), кА, равном										
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
А3730Б А3740Б А3790Б	10	20	27	32	36	40	44	48	52	55	60
А3720Б	10	15	22	27	30	31	32	—	—	—	—
А3710Б	8	12	17	20	23	25	26	—	—	—	—

Таблица 5.9

Трехполюсные неавтоматические выключатели А3700 переменного тока (без максимальных расцепителей)

Тип	$I_{н.\,в}$, А	Термическая стойкость, кА^2·с	Электродинамическая стойкость (амплитуда)*, кА
А3718Б; А3718Ф	160	6	2,5
А3728Б; А3728Ф	250	15	3
А3738С	400	250	50
А3748С	630	360	60
А3798С	630	130	40

* Для всех выключателей, кроме А3798С, указанно значение тока электродинамического отброса (дребезга) контактов, при превышении которого может возникнуть их приваривание (механизм выключателя остается включенным). Для А3798С указано значение тока электродинамического расцепителя (выключатель отключается).

6. МОДУЛЬНЫЕ АВТОМАТИЧЕСКИЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ *ВМ*

Предназначены для защиты электрических цепей и потребителей электрической энергии от токов короткого замыкания и токов перегрузки, проведения тока в нормальном режиме, а также для нечастных (до 30 раз в сутки) оперативных включений и отключений электрических цепей и рассчитаны для эксплуатации в электроустановка бытового и промышленного назначения с напряжением до 400 В переменного тока частоты 50 Гц.

Выключатели выпускаются в модульном исполнении с шириной модуля 18 мм и устанавливаются на стандартную 35 мм DIN–рейку в комплектно-распределительных устройствах.

Особенности:

- Подвижный контакт изготовлен из специального тугоплавкого сплава и покрыт серебром. На неподвижном контакте установлена накладка из специально подобранной серебросодержащей металлокерамической композиции, что позволяет обеспечить контактной паре надежность контактирования и эффективность дугогашения.
- Тепловой расцепитель представляет собой биметаллическую пластину, изготовленную из высококачественного материала и прошедшую полный технологический цикл термообработки. Используются материалы, гарантирующие высокую стабильность защитных характеристик.
- Широкий выбор исполнений по номинальным токам и типам защитных характеристик: B, C, D – для автоматов ВМ63; B, C, G, L – для ВМ40; без максимальных расцепителей тока – ВМ40Р.

Тип В – применяется для защиты распределительных и групповых цепей административных и жилых зданий только при активных нагрузках, таких как электронагреватели, кипятильники, электроплиты.

Тип С – применяется для защиты распределительных и групповых цепей административных и жилых зданий с нагрузками, такими как освещение, розетки.

Тип D – применяется для нагрузок с большими пусковыми токами, например, для защиты, пуска и отключения электродвигателей, трансформаторов.

Тип L – применяется для защиты измерительных цепей, цепей управления и других сетей с высоким сопротивлением.

Тип G – применяется для защиты промышленных электрических цепей, ламп, трансформаторов.

- Широкий диапазон рабочих температур: от минус 60°С до плюс 40°С.

- Безопасные зажимы обеспечивают: быстрое подключение, возможность одновременного подключения шины и гибкого проводника, степень защиты IP20.

Структура условного обозначения выключателей типа ВМ приведена на рис. 6.1.

ВМ ХХ	— Х	Х	Х	ХХ	— ХХ	+ ХХ	— УХЛ3
Тип выключателя: 40,63	Число полюсов: 1, 2, 3,4	Х – при наличии защиты во всех полюсах; N – при наличии незащищенного полюса	Тип защитной характеристики: B, C, D, L, G	Номинальный ток	Конструктивное исполнение Н1, Н2, Н5 (при наличии независимого расцепителя)	Условное обозначение количества переключающих контактов модуля свободных и сигнальных контактов: 2П	Климатическое исполнение

Рис. 6.1. Условное обозначение выключателей типа ВМ

Пример записи обозначения четырехполюсного автоматического выключателя ВМ63 с защитной характеристикой типа С, тремя защищенными полюсами на номинальный ток 40 А: выключатель **ВМ63–4NC40–УХЛ3.**

Автоматические выключатели ВМ40. Основные технические данные выключателей приведены в таблице 6.1, а их защитные характеристики – на рис. 6.2.

В выключателях с защитной характеристикой В:

- электромагнитный расцепитель срабатывает в диапазоне $(3–5)\cdot I_{ном}$;
- тепловой расцепитель не срабатывает в течение часа при токе $1{,}13\cdot I_{ном}$ и срабатывает в течение часа при токе $1{,}45\cdot I_{ном}$.

В выключателях с защитной характеристикой С:

- электромагнитный расцепитель срабатывает в диапазоне $(5–10)\cdot I_{ном}$;
- тепловой расцепитель не срабатывает в течение часа при токе $1{,}13\cdot I_{ном}$ и срабатывает в течение часа при токе $1{,}45\cdot I_{ном}$.

В выключателях с защитной характеристикой L:

- электромагнитный расцепитель срабатывает в диапазоне $(3{,}2–4{,}8)\cdot I_{ном}$;

Таблица 6.1

Технические характеристики выключателей ВМ40

Наименование параметра	ВМ40							ВМ40Р		
Тип защитной характеристики	B, C				L, G			—		
Число полюсов	1	2	3	4	1	2	3	1	2	3
Номинальное напряжение, В, в цепи переменного тока частоты 50 Гц	$230/400$	230	400		230		400	230		400
Номинальные токи, А	2, 3, 4, 5, 6, 8, 13, 16, 20, 25, 32, 40				2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 13, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63			40, 63		
Номинальная предельная наибольшая отключающая способность, I_{CU}, А	4500 ($I_{ном} \le 32$ А) 3000 ($I_{ном} > 32$ А)				6000 ($I_{ном} \le 32$ А) 4000 ($I_{ном} > 32$ А)			—		
Номинальная рабочая наибольшая отключающая способность, I_{CS}, А	100% I_{CU}				75% I_{CU}			—		
Номинальный кратковременно выдерживаемый (сквозной) ток при длительности прохождения 1 с, А	—				—			1500		
Номинальная включающая способность в условиях короткого замыкания при коэффициенте мощности 0,90±0,05, А	—				—			800		
Дополнительные устройства: – независимый расцепитель, – вспомогательные контакты	— —	+ —	— —	— —	— +	— +	— +	— —	— —	— —

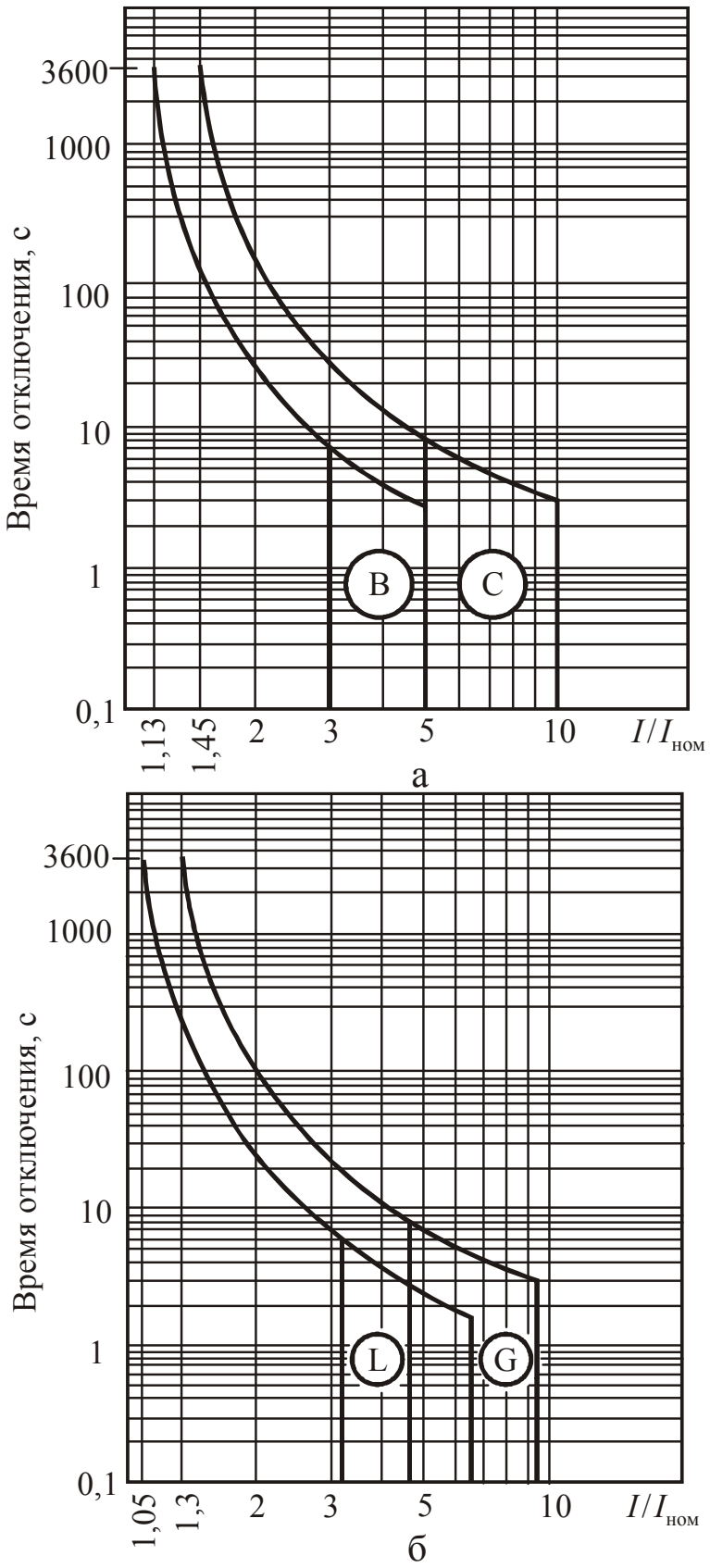


Рис.6.2. Времятоковые характеристики автоматических выключателей ВМ40: а – с защитной характеристикой B и C; б – с защитной характеристикой L и G

- тепловой расцепитель не срабатывает в течение часа при токе $1{,}05 \cdot I_{ном}$ и срабатывает в течение часа при токе $1{,}3 \cdot I_{ном}$.

В выключателях с защитной характеристикой G:

- электромагнитный расцепитель срабатывает в диапазоне $(6{,}4–9{,}6) \cdot I_{ном}$;
- тепловой расцепитель не срабатывает в течение часа при токе $1{,}05 \cdot I_{ном}$ и срабатывает в течение часа при токе $1{,}3 \cdot I_{ном}$.

Некоторые из выключателей оснащаются независимым расцепителем и модулем вспомогательных контактов (табл. 6.1).

Независимый расцепитель предназначен для дистанционного отключения выключателя при подаче напряжения на его обмотку. Представляет собой электромагнит с многовитковой катушкой напряжения. Технические характеристики приведены в таблице 6.2.

Независимый расцепитель встраивается в незащищенный полюс выключателя (рис. 6.3).

Таблица 6.2

Технические характеристики независимого расцепителя

Наименование параметра	Численное значение
Номинальное рабочее напряжение в цепи переменного тока частоты 50 Гц, В	230
Минимальное напряжение срабатывания, В:	
– исполнение H1	35
– исполнение H2 и H5	100
Длина выводов катушки независимого расцепителя, мм	
– для исполнения H1 и H2	80±10
– для исполнения H5	190±10
Время отключения выключателей под воздействием независимого расцепителя, не более, с	0,02

Номинальные токи максимальных расцепителей автоматов с независимым расцепителем: 10, 16, 20, 25, 32, 40 А.

Модуль вспомогательных контактов (табл. 6.3) служит для указания состояния главных контактов автоматического выключателя (замкнуты или разомкнуты) и предназначен для коммутации вспомогательных цепей управления и сигнализации при изменении коммутационного состояния выключателя. Электрические схемы выключателей с модулем вспомогательных контактов приведены на рис. 6.4.

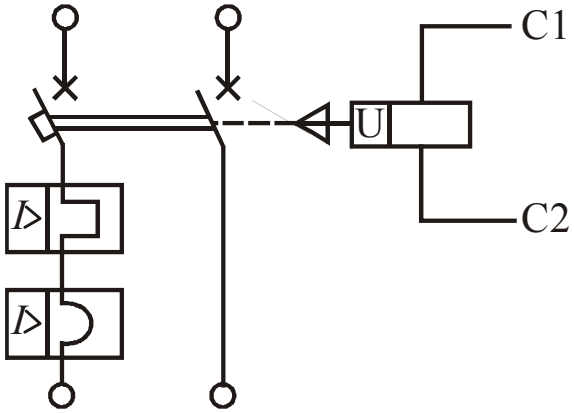


Рис. 6.3. Электрическая схема двухполюсного выключателя с одним защищенным полюсом и встроенным в незащищенный полюс независимым расцепителем напряжения

Таблица 6.3

Технические характеристики модуля вспомогательных контактов

Наименование параметра	Численное значение
Номинальное рабочее напряжение в цепи переменного тока частоты 50 Гц, В	230
Номинальный рабочий ток, А	3
Номинальное напряжение по изоляции, В	300
Номинальный условный ток короткого замыкания, А	1000
Сечение подключаемых проводников, мм^2	0,5…1,5

Очертания профиля модуля вспомогательных контактов повторяют очертания автомата. Ширина модуля – 9 мм, степень защиты – IP20.

Автоматические выключатели ВМ63. Их технические данные приведены в таблице 6.4, а защитные характеристики – на рис. 6.5. Диапазоны срабатывания электромагнитных расцепителей указаны на рис. 6.5. Тепловые расцепители всех выключателей не срабатывают в течение часа при токе $1{,}13 \cdot I_{ном}$ и срабатывают в течение часа при токе $1{,}45 \cdot I_{ном}$.

Независимым расцепителем оснащаются автоматы с номинальным током максимальных расцепителей 10, 16, 20, 25, 32 и 40 А. Их технические данные аналогичны данным выключателей ВМ40 (табл. 6.2). Электрическая схема выключателя с независимым расцепителем приведена на рис. 6.3.

Модуль свободных и сигнальных контактов предназначен для применения во вспомогательных цепях управления переменного и постоянного тока (табл. 6.5).

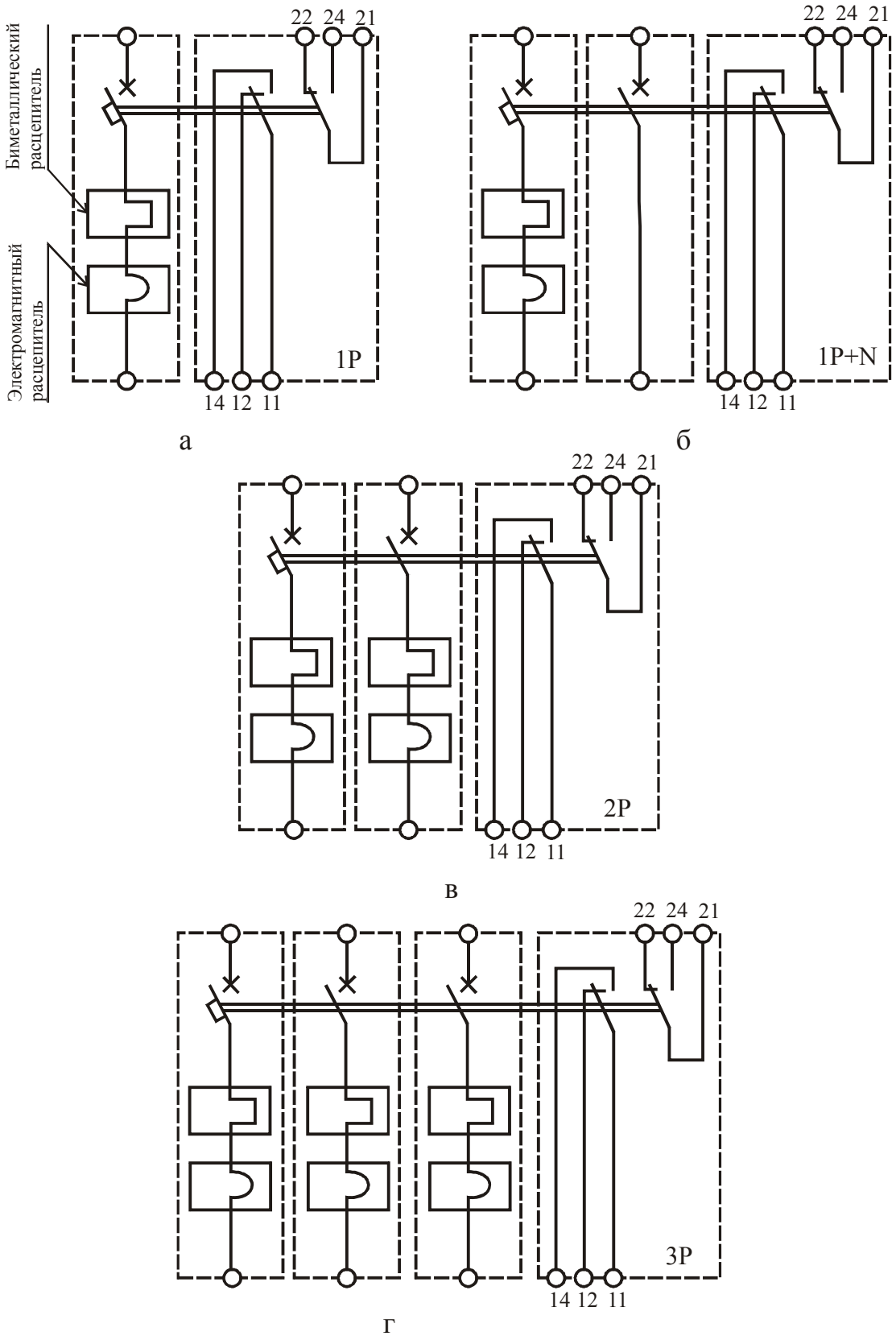


Рис. 6.4. Электрические схемы одно- (а, б), двух- (в) и трехполюсных (г) автоматических выключателей ВМ40 с модулем вспомогательных контактов

Таблица 6.4

Технические характеристики автоматических выключателей ВМ63

Наименование параметра	Значение параметра			
Тип защитной характеристики	B, C, D			
Число полюсов	1	2	3	4
Номинальное напряжение, В, в цепи переменного тока частоты 50 Гц	$230/400$	230	400	
Номинальные токи, А	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 13, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63			
Номинальная предельная наибольшая отключающая способность, I_{CU}, А	6000			
Номинальная рабочая наибольшая отключающая способность, I_{CS}, А	100% I_{CU}			
Дополнительные устройства: – независимый расцепитель, – вспомогательные контакты	— +	+ +	— +	— +

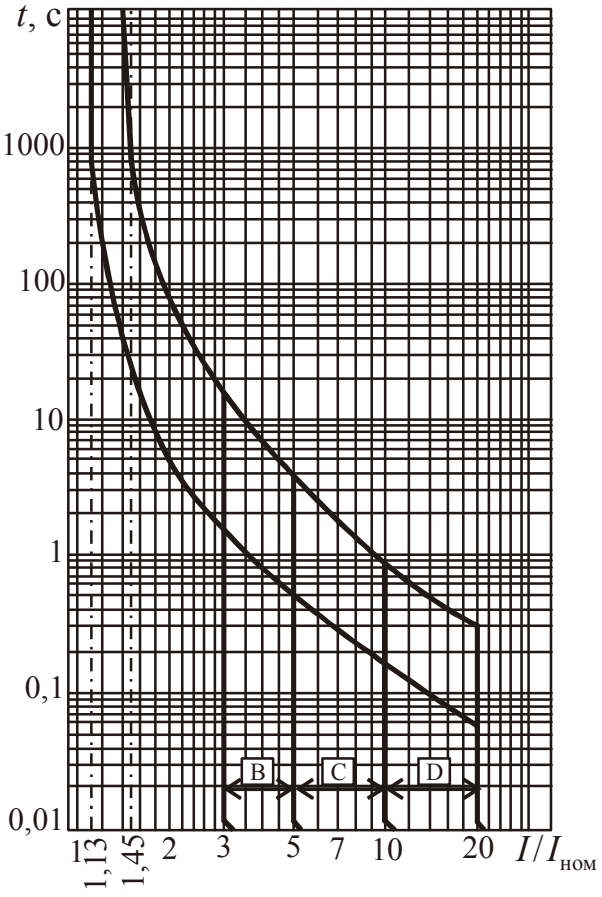


Рис. 6.5. Времятоковые характеристики автоматических выключателей ВМ63

Свободные контакты могут использоваться в системах автоматики для сигнализации о положении главных контактов автоматического выключателя при включении (выключении) вручную, а также после автоматического размыкания, вызванного перегрузкой или коротким замыканием.

Сигнальные контакты могут использоваться в системах автоматики для сигнализации срабатывания автоматического выключателя только после автоматического размыкания (рис. 6.6). Функцию сигнального переключающего контакта можно изменить при помощи управляющего элемента (поворотом отверткой) на функцию свободного переключающего контакта.

Очертания профиля модуля свободных и сигнальных контактов повторяют очертания профиля автомата. Ширина модуля 9 мм, степень защиты – IP20, крепится с левой стороны аппарата самонарезными винтами.

Таблица 6.5

Технические характеристики модуля свободных и сигнальных контактов

Наименование параметров	Категория применения	Численное значение параметра
Номинальный рабочий ток, А	AC–13 AC–15 DC–12	3 2 0,5
Номинальное рабочее напряжение, В	AC DC	230 110
Частота, Гц		50
Количество контактов		2П (два переключающихся)
Номинальное напряжение изоляции, В		230
Номинальное выдерживаемое импульсное напряжение, В		2500
Номинальный условный ток короткого замыкания, А		1000
Сечение присоединяемых проводников, мм^2		0,5…2,5

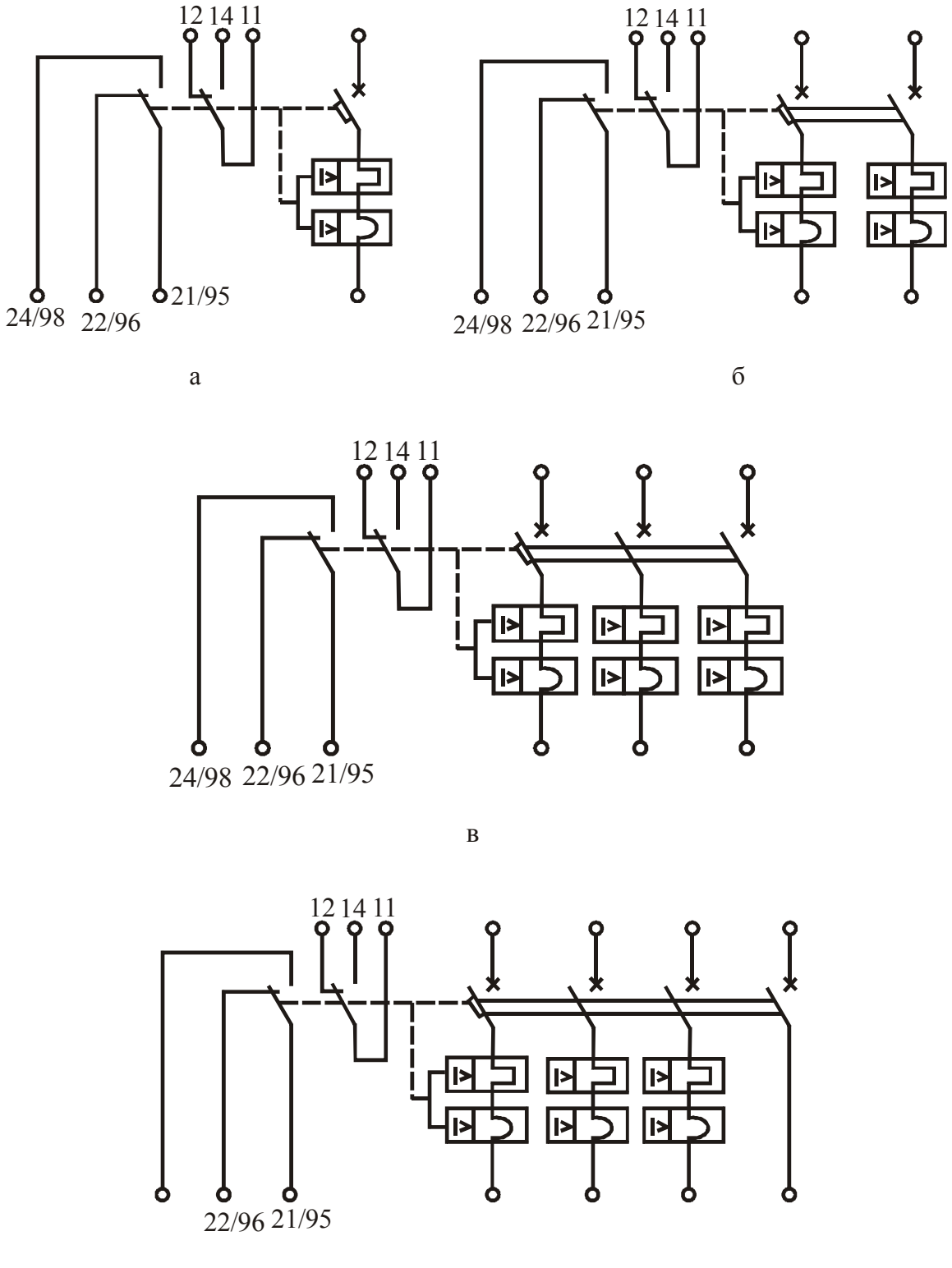


Рис. 6.6. Электрические схемы одно- (а), двух- (б), трех- (в) и четырехполюсных (г) автоматических выключателей ВМ63 с модулем свободных и сигнальных контактов

7. АВТОМАТИЧЕСКИЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ СЕРИИ *АК50Б*

Автоматические выключатели серии АК50Б выпускаются в двух- и трехполюсном исполнении и предназначены для применения в цепях постоянного и переменного тока частоты 50 и 400 Гц. Основное назначение – защита электроустановок.

Особенности:

- наличие электромагнитного расцепителя с гидравлическим замедлением срабатывания в зоне токов перегрузки, который сочетает функции двух классических расцепителей максимального тока:

– для защиты от перегрузки (функции тепловых);

– для защиты от коротких замыканий (функции электромагнитных);

- высокая вибро-, ударо- и сейсмостойкость;
- малая зависимость времятоковых характеристик от температуры окружающей среды: начальный ток расцепления неизменен в диапазоне от –40°С до +60°С;
- высокая термостойкость при токах короткого замыкания: предельная отключающая способность едина для всех выключателей серии (табл. 7.1);
- контактная система «мостикового» типа обеспечивает двойной разрыв электрической цепи в каждом полюсе.

Структура условного обозначения выключателей приведена на рис. 7.1.



Рис. 7.1. Структура условного обозначение выключателей серии АК50Б

Основные технические данные автоматических выключателей АК50Б приведены в таблице 7.1, а их защитные характеристики – на рис. 7.2.

Таблица 7.1

Технические характеристики автоматических выключателей серии АК50Б

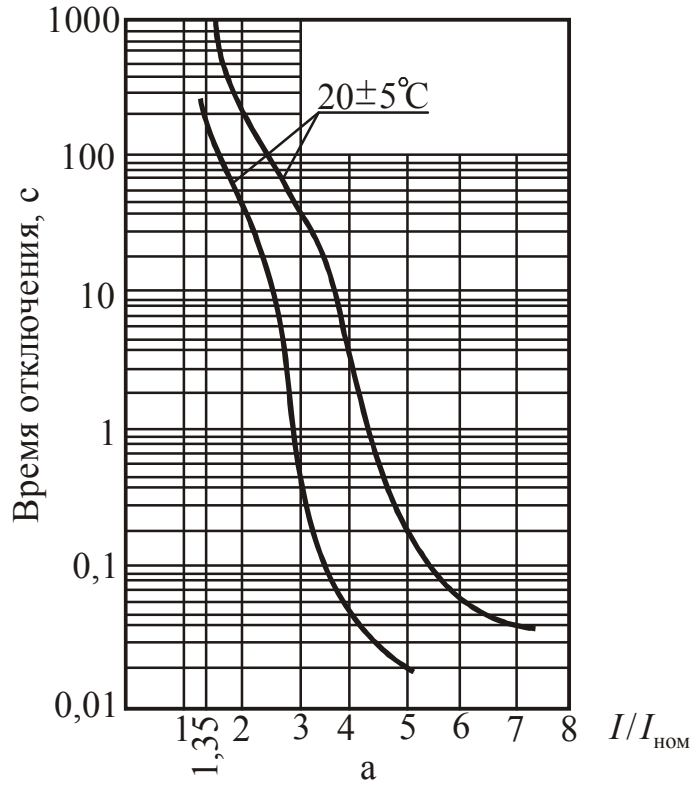
Наименование параметра	АК50Б – 2М	АК50Б – 3М	АК50Б – 2МГ	АК50Б – 3МГ
Номинальные токи расцепителей, А	1,0; 2,0; 4,0; 5,0; 6,3; 8,0; 10; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50			
Номинальное напряжение, В: – переменного тока частоты 50 Гц – постоянного тока	 380 320	 380 —	 380 320	 380 —
Уставка тока срабатывания $I/I_{ном}$: – на переменном токе	6; 12 (на токи 31,5; 40; 50 А)		6; 12	
– на постоянном токе	6	—	6; 12	—
Предельная коммутационная способность, кА: – в цепи переменного тока частоты 50 Гц, выключатели с расцепителями 1,0…2,0 А 4,0…6,3 А 8,0…25 А 31,5…50 А	 55 17 11 6			
– в цепи постоянного тока, выключатели с расцепителями 1,0…2,0 А 4,0…6,3 А 8,0…25 А 31,5…50 А	 30 20 10 5	 — — — —	 30 20 10 5	 — — — —

Выключатели с электромагнитными расцепителями не отключаются, когда ток меньше или равен 0,8 тока уставки, и надежно отключаются, когда ток равен или больше 1,2 тока уставки.

Выключатели переменного тока с электромагнитным расцепителем с гидравлическим замедлением срабатывания при одновременной нагрузке всех полюсов при температуре окружающей среды 20±5°С не отключаются в течение одного часа при токе $1{,}1 \cdot I_{ном}$ и отключаются:

- при токе $1{,}35 \cdot I_{ном}$ за время менее 30 мин для выключателей с уставкой по току срабатывания $12 \cdot I_{ном}$ и $6 \cdot I_{ном}$;
- при токе $3 \cdot I_{ном}$ за время более 3 с для выключателей с уставкой по току срабатывания $6 \cdot I_{ном}$;
- при токе $6 \cdot I_{ном}$ за время от 3 до 20 с для выключателей с уставкой по току срабатывания $12 \cdot I_{ном}$.

При нагрузке каждого полюса в отдельности автоматы должны отключаться: при токе $1{,}2 \cdot I_{уст}$ по току срабатывания за время не более 0,1 с.



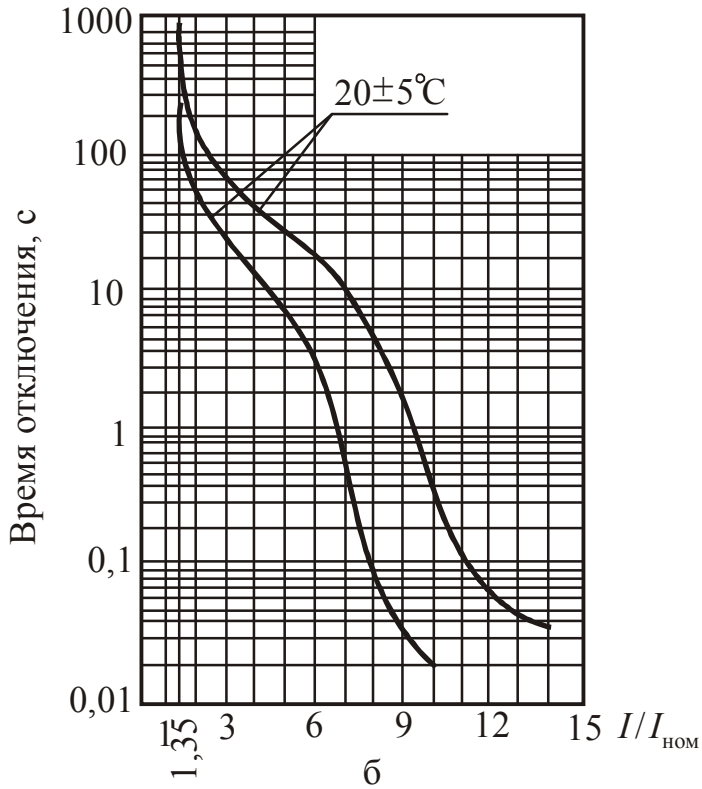


Рис. 7.2. Времятоковые характеристики выключателей АК50Б переменного тока частоты 50 Гц с максимальными расцепителями тока исполнения МГ при нагрузке всех полюсов: а – с уставкой по току 6·$I_{ном}$; б – с уставкой по току 12·$I_{ном}$

8. АВТОМАТИЧЕСКИЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ СЕРИИ *АП50Б*

Автоматические выключатели широкого применения. Используются для защиты потребителей в составе аппаратуры распределения электроэнергии в жилых, общественных зданиях и в НКУ промышленного применения. Основное назначение – защита кабелей, проводов, электродвигателей.

Особенности:

- наличие на корпусе кнопок «включено – выключено»;
- повышенная степень защиты контактов;
- возможность подключения проводников без использования кабельных наконечников;
- наличие дополнительных устройств и типоисполнений;
- наличие у выключателей уставки $3{,}5 \cdot I_{ном}$ рекомендует их к применению для защиты цепей с низким уровнем токов короткого замыкания (цепи управления, сигнализации, токоприемники малой мощности, удаленные от источника питания).

Структура условного обозначения приведена на рис. 8.1.

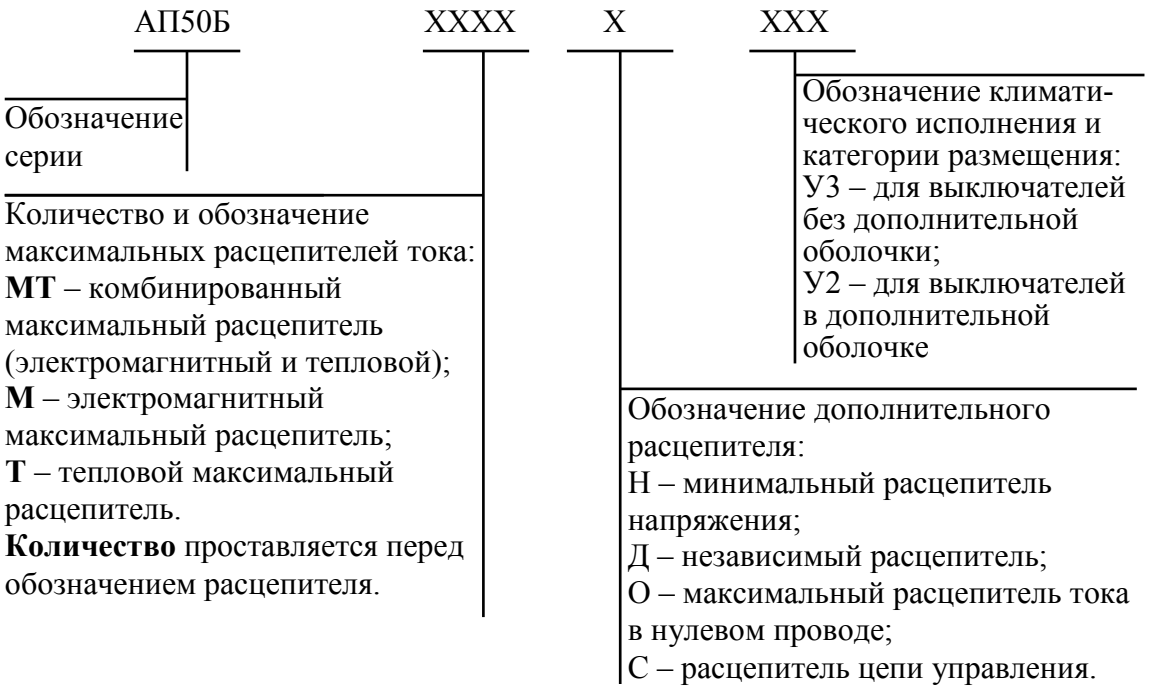


Рис. 8.1. Структура условного обозначения выключателей АП50Б

Номинальные напряжения дополнительных расцепителей:

- минимальный расцепитель напряжения – 110, 127, 220, 380, 400, 415 В переменного тока частоты 50 Гц;
- независимый расцепитель – 110, 127, 220 В переменного тока частоты 50 Гц; 220 В постоянного тока.

Технические данные выключателей серии АП50Б приведены в таблицах 8.1 и 8.2, а их принципиальные электрические схемы и защитные характеристики – на рис. 8.2–8.8.

Таблица 8.1

Предельная коммутационная способность, кА, выключателей АП50Б

Цепь	Номинальный ток максимальных расцепителей, А									
	1,6	2,5	4	6,3	10	16	25	40	50	63
переменного тока 380 В	0,3	0,4	0,6	0,8	2,0	3,0	3,0	5,0	5,0	5,0
переменного тока 500 В	0,3	0,4	0,6	0,8	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5	2,5
постоянного тока 220 В	0,5	0,7	1,0	1,4	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5

Характеристика тепловых максимальных расцепителей:

- не срабатывают при токе $1{,}05 \cdot I_{ном}$ в течение одного часа;
- срабатывают за время не более 30 мин при токе $1{,}35 \cdot I_{ном}$.

Характеристика электромагнитных максимальных расцепителей:

- не срабатывают при токе 0,8 уставки;
- гарантированно срабатывают при токе 1,2 тока уставки.

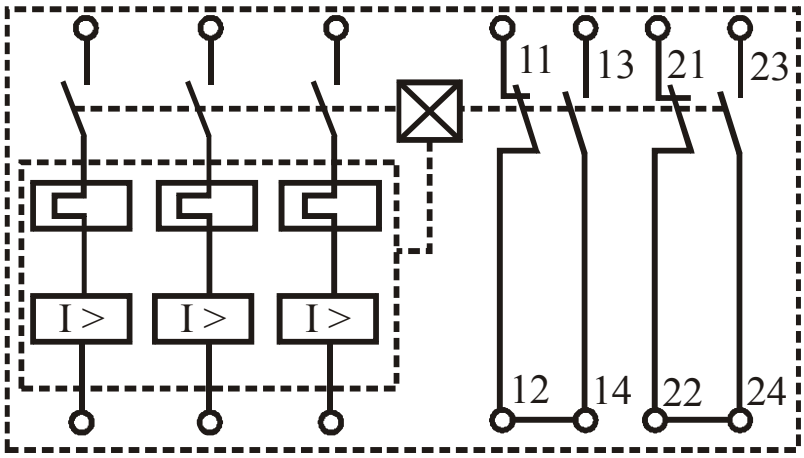


Рис. 8.2. Принципиальная электрическая схема автоматических выключателей серии АП50Б с двумя переключающими контактами

Таблица 8.2

Технические характеристики автоматических выключателей АП50Б

Наименование параметров	АП50Б 2Т	АП50Б 2М	АП50Б 2МТ	АП50Б 1М2ТД	АП50Б 3Т	АП50Б 3М	АП50Б 3МТ	АП50Б 2М3ТН	АП50Б 2МН	АП50Б 2М3ТД	АП50Б 2М3ТО	АП50Б 3М3ТС
	Двухполюсные				Трехполюсные							
Номинальный ток, А	1,6; 2,5; 4,0; 6,3; 10; 16; 25; 40; 50; 63										16–63	2,5–63
Номинальное напряжение, В: – переменное – постоянное	до 500 до 220				до 500 —							
Уставка по току мгновенного срабатывания	—	3,5 и 10			—	3,5 и 10						10
Тип расцепителя:												
• электромагнитный	—	•(2)	•(2)	•(1)	—	•(3)	•(3)	•(2)	•(2)	•(2)	•(2)	•(3)
• тепловой	•(2)	—	•(2)	•(2)	•(3)	—	•(3)	•(3)	—	•(3)	•(3)	•(3)
• минимальный расцепитель напряжения	—	—	—	—	—	—	—	•	•	—	—	—
• независимый	—	—	—	•	—	—	—	—	—	•	—	—
• максимальный расцепитель тока в нулевом проводе	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	•	—
• расцепитель цепи управления	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		•
Свободные контакты	2П(1П)	2П(1П)	2П(1П)	1П	2П(1П)	2П(1П)	2П(1П)	2П(1П)	2П(1П)	1П	2П(1П)	2П(1П)
Дополнительная оболочка (степень защиты IP54)	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

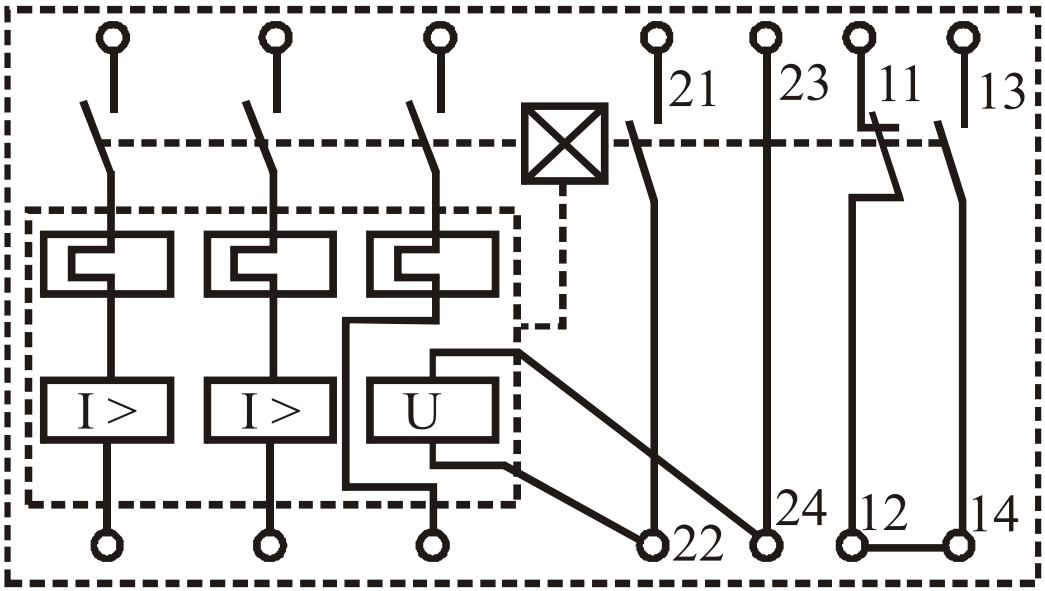


Рис. 8.3 Принципиальная электрическая схема автоматических выключателей серии АП50Б с независимым расцепителем и переключающим контактом

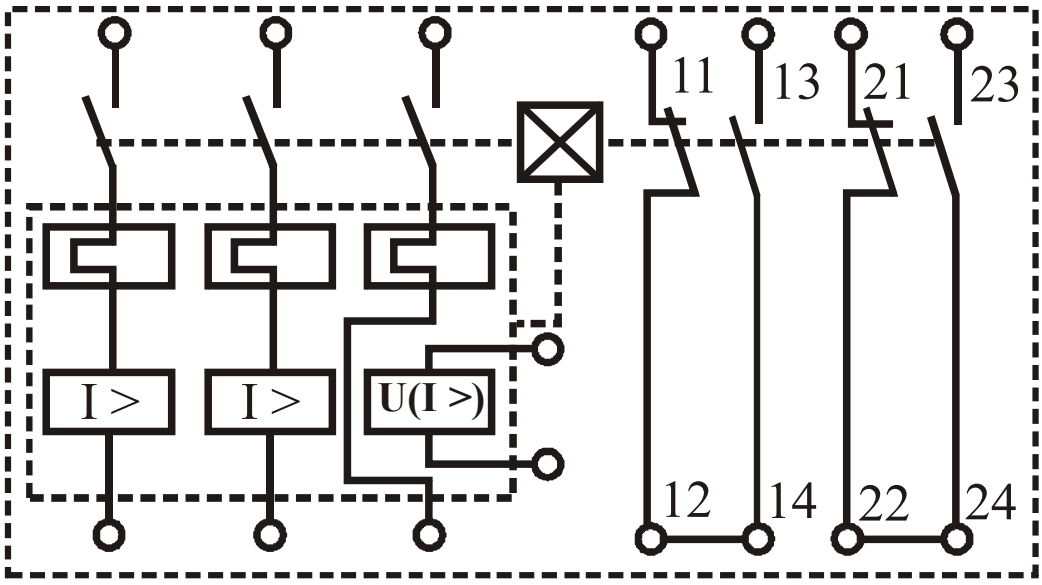


Рис. 8.4. Принципиальная электрическая схема автоматических выключателей серии АП50Б с минимальным расцепителем напряжения или максимальным расцепителем в нулевом проводе

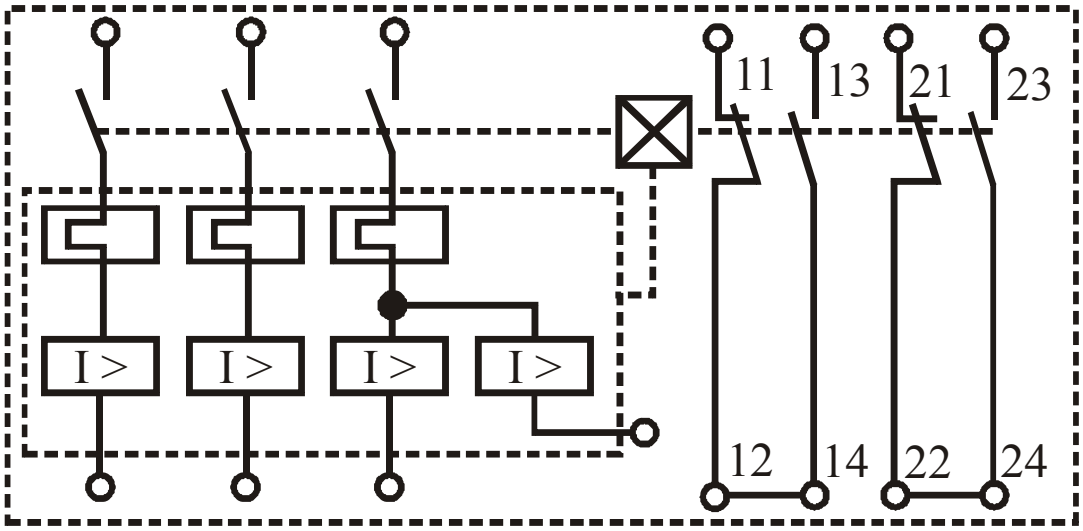


Рис. 8.5. Принципиальная электрическая схема автоматических выключателей серии АП50Б с максимальным расцепителем цепи управления

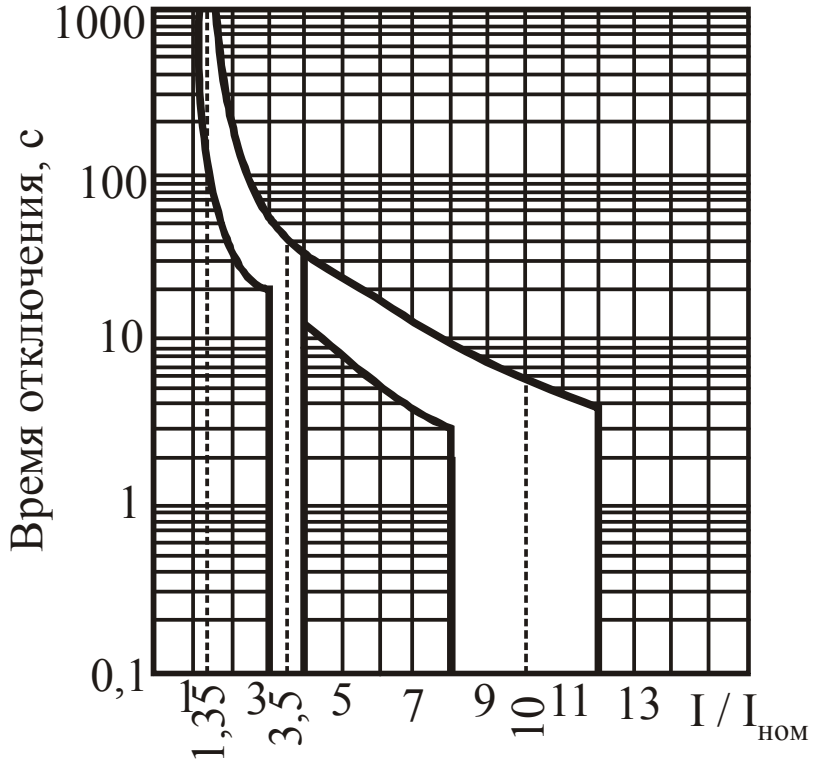


Рис. 8.6. Времятоковые характеристики выключателей АП50Б с номинальными токами расцепителей 1,6…4,0 А при температуре окружающей среды 20±5 ℃, в холодном состоянии

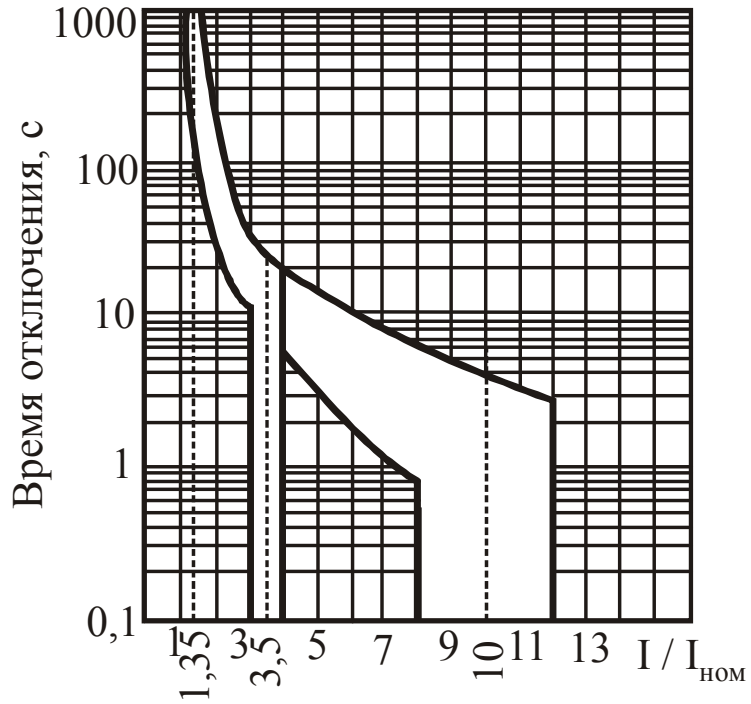


Рис. 8.7. Времятоковые характеристики выключателей АП50Б с номинальными токами расцепителей 6,3…50 А при температуре окружающей среды 20±5 ℃, в холодном состоянии

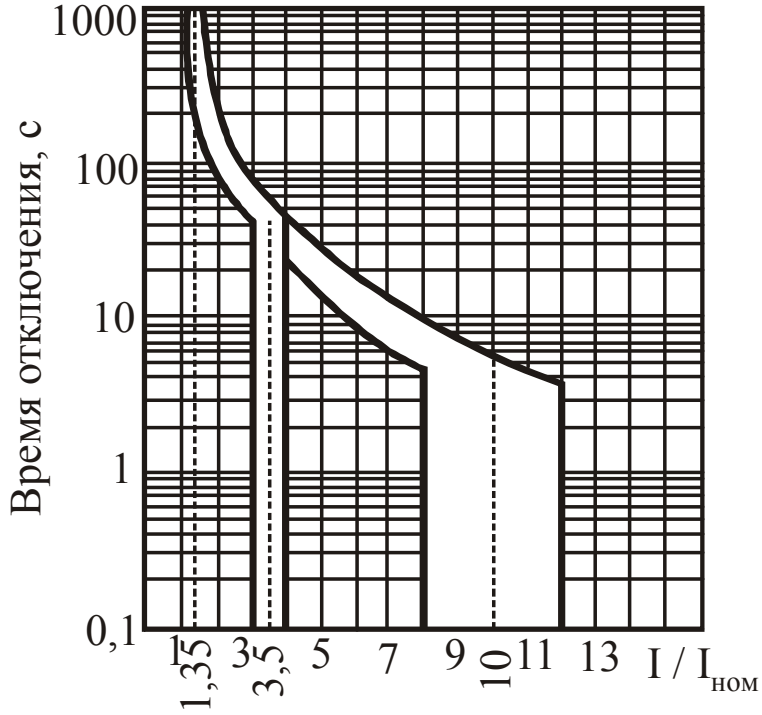


Рис. 8.8. Времятоковые характеристики выключателей АП50Б с номинальным током расцепителей 63 А при температуре окружающей среды 20±5 ℃, в холодном состоянии

9. ТРЕХПОЛЮСНЫЕ АВТОМАТИЧЕСКИЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ СЕРИИ *AE20*

Выключатели общепромышленного применения AE2040M, AE2040, AE2050M, AE2060M1 выпускаются в трехполюсном исполнении и предназначены для применения в электричеких цепях переменного тока частоты 50, 60 Гц. Основное назначение – защита кабелей, проводов и асинхронных двигателей.

Особенности:

- могут комплектоваться независимым расцепителем и вспомогательными контактами;
- имеются исполнения с регулировкой и температурной компенсацией теплового расцепителя, а также исполнения без расцепителей (AE205PM, $I_{ном}$ = 100 А).
- возможность подключения проводников без использования кабельных наконечников;

Структура условного обозначения приведена на рис. 9.1.

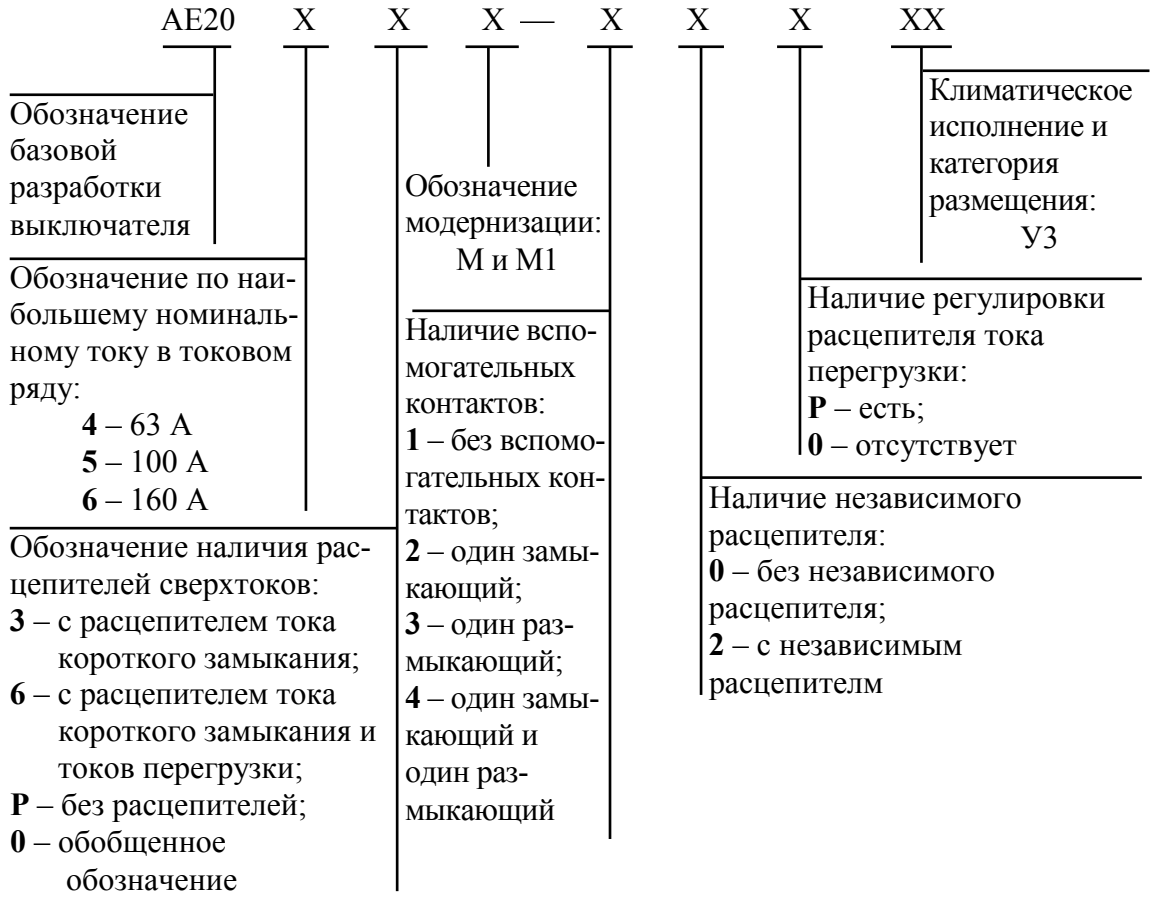


Рис. 9.1. Структура условного обозначения выключателей AE20

Основные технические данные автоматических выключателей AE20 приведены в таблицах 9.1–9.3, а их защитные характеристики на рис. 9.2–9.5. Выключатели с регулировкой расцепителей тока перегрузки и температурной компенсацией могут регулироваться в пределах:

- (0,9–1,15)·$I_{ном}$ для номинальных токов 10÷50 А;
- (0,9–1,0)·$I_{ном}$ для номинальных токов 63÷100 А.

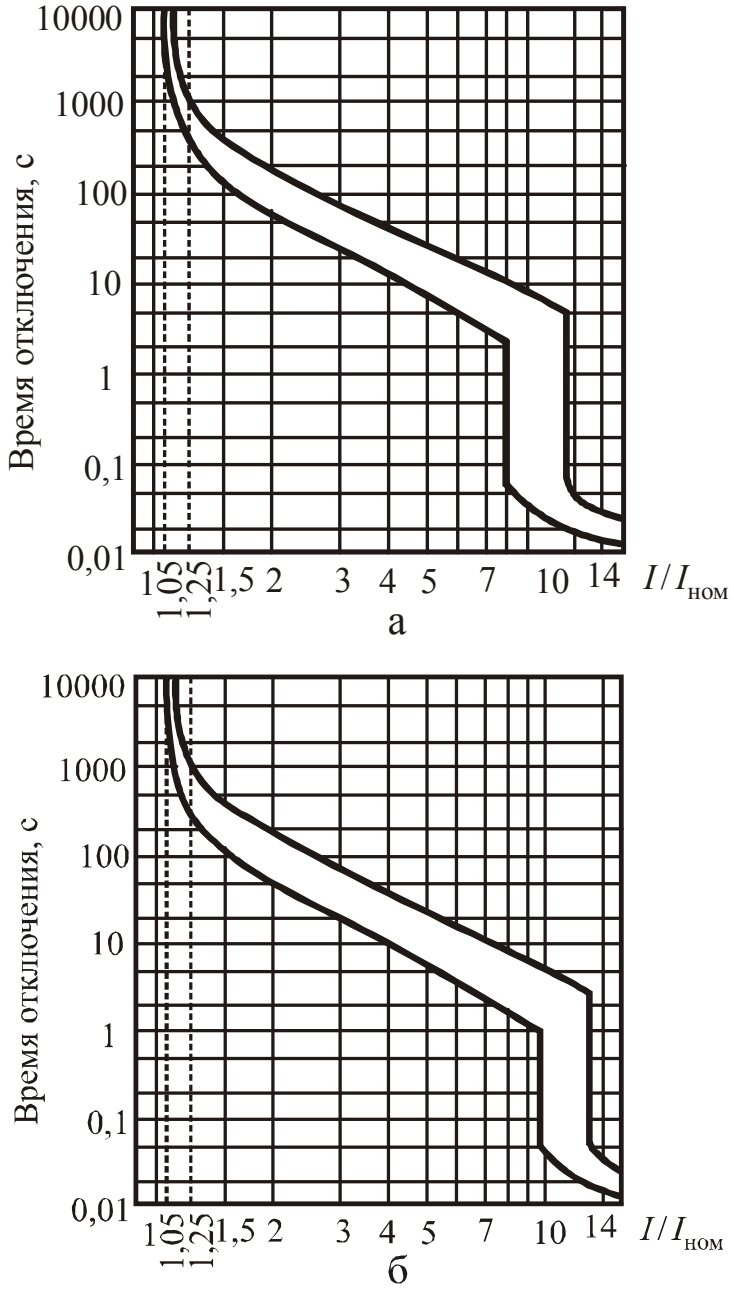


Рис.9.2. Времятоковые характеристики выключателей AE2040, AE2050M с расцепителями тока перегрузки с регулировкой и температурной компенсацией и расцепителями тока КЗ: а – с уставкой 10·$I_{ном}$; б – с уставкой 12·$I_{ном}$

Таблица 9.1

Характеристики автоматических выключателей AE204

Наименование параметров	AE2046M – 100	AE2046M – 400	AE2046M – 320	AE2043M – 100	AE2043M – 400	AE2043M – 320	AE2046 – 10P	AE2046 – 20P	AE2046 – 30P	AE2046 – 40P	AE2046 – 12P	AE2046 – 32P	AE2046 – 100	AE2046 – 200	AE2046 – 300	AE2046 – 400	AE2046 – 120	AE2046 – 320	AE2043 – 100	AE2043 – 200	AE2043 – 300	AE2043 – 400	AE2043 – 120	AE2043 – 320
Номинальные токи, А	0,6; 1,0; 1,25; 1,6; 2,0; 2,5; 3,15; 4; 5; 6,3; 8; 10; 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63						10; 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63																	
Номинальное напряжение, В	до 400						до 660																	
Уставка по току срабатывания, $I / I_{ном}$	12																		12 (5 для 63 А)					
Предельная коммутационная способность, кА	**4,5** – (0,6; 31,5; 40; 50; 63 А) **1** – (1; 1,25; 6,3; 8 А)			**4,5** – (31,5; 40; 50; 63 А) **1** – (0,6; 1; 1,25; 6,3; 8 А)			**2** – (10; 12,5 А) **3** – (16; 20; 25 А) **6** – (31,5; 40; 50; 63 А), 380 В **4** – (31,5; 40; 50; 63 А), 660 В																	
	0,3 – (1,6; 2 А); **0,4** – (2,5; 3,15 А); **0,6** – (4; 5 А); **1,5** – (10; 12,5 А); **2,5** – (16 А); **3** – (20; 25 А)																							
Наличие регулировки расцепителей тока перегрузки	—	—	—	—	—	—	•	•	•	•	•	•	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Тип расцепителя:																								
– электромагнитный;	•(3)	•(3)	•(2)	•(3)	•(3)	•(3)	•(3)	•(3)	•(3)	•(3)	•(2)	•(2)	•(3)	•(3)	•(3)	•(3)	•(2)	•(2)	•(3)	•(3)	•(3)	•(3)	•(3)	•(3)
– тепловой;	•(3)	•(3)	•(3)	—	—	—	•(3)	•(3)	•(3)	•(3)	•(3)	•(3)	•(3)	•(3)	•(3)	•(3)	•(3)	•(3)	—	—	—	—	—	—
– независимый	—	—	•	—	—	•	—	—	—	—	•	•	—	—	—	—	•	•	—	—	—	—	•	•
Вспомогательные контакты:																								
– замыкающие;	—	•(1)	—	—	•(1)	—	—	•(1)	—	•(1)	—	—	—	•(1)	—	•(1)	—	—	—	•(1)	—	•(1)	—	—
– размыкающие	—	•(1)	•(1)	—	•(1)	•(1)	—	—	•(1)	•(1)	—	•(1)	—	—	•(1)	•(1)	—	•(1)	—	—	•(1)	•(1)	—	•(1)

Таблица 9.2

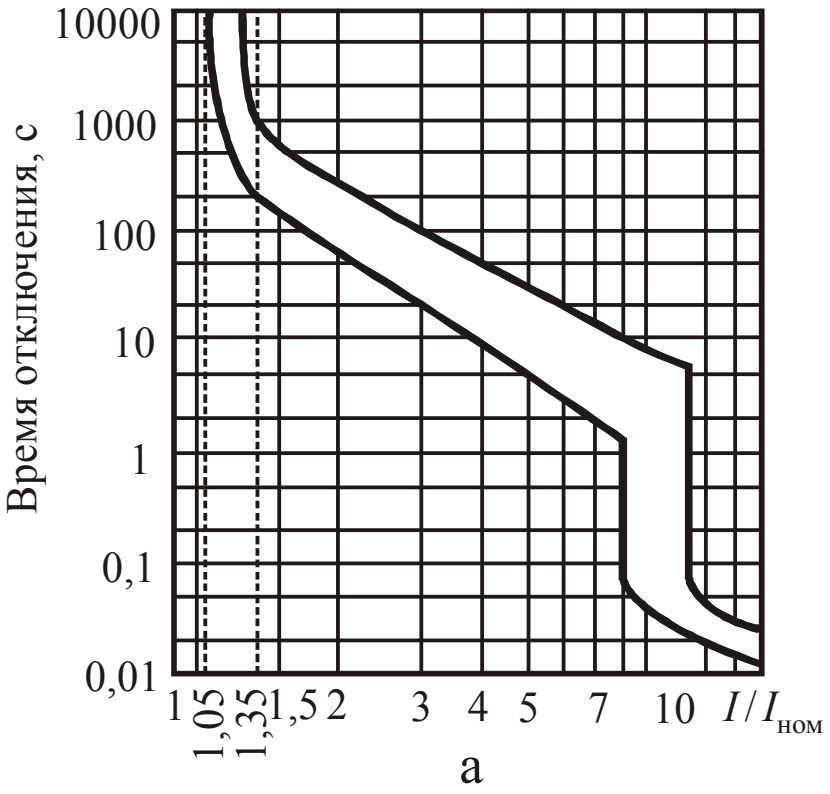
Характеристики автоматических выключателей АЕ205

Наименование параметров	АЕ2056М – 10Р	АЕ2056М – 20Р	АЕ2056М – 30Р	АЕ2056М – 40Р	АЕ2056М – 12Р	АЕ2056М – 32Р	АЕ2056М – 100	АЕ2056М – 200	АЕ2056М – 300	АЕ2056М – 400	АЕ2056М – 120	АЕ2056М – 320	АЕ2053М – 100	АЕ2053М – 200	АЕ2053М – 300	АЕ2053М – 400	АЕ2053М – 120	АЕ2053М – 320
Номинальные токи, А	80; 100						80; 100; 125											
Номинальное напряжение, В	до 380																	
Уставка по току срабатывания, $I / I_{ном}$	10												5; 10					
Предельная коммутационная способность, кА	6																	
Наличие регулировки расцепителей тока перегрузки	•	•	•	•	•	•	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Тип расцепителя:																		
– электромагнитный;	•(3)	•(3)	•(3)	•(3)	•(2)	•(2)	•(3)	•(3)	•(3)	•(3)	•(2)	•(2)	•(3)	•(3)	•(3)	•(3)	•(3)	•(3)
– тепловой;	•(3)	•(3)	•(3)	•(3)	•(3)	•(3)	•(3)	•(3)	•(3)	•(3)	•(3)	•(3)	—	—	—	—	—	—
– независимый	—	—	—	—	•	•	—	—	—	—	•	•	—	—	—	—	•	•
Вспомогательные контакты:																		
– замыкающие;	—	•(1)	—	•(1)	—	—	—	•(1)	—	•(1)	—	—	—	•(1)	—	•(1)	—	—
– размыкающие	—	—	•(1)	•(1)	—	•(1)	—	—	•(1)	•(1)	—	•(1)	—	—	•(1)	•(1)	—	•(1)

Электромагнитные расцепители автоматов АЕ2040 и АЕ2050М при 0,8 токовой уставки не вызывают размыкание выключателя в течение 0,1 с, а при 1,2 токовой уставки обеспечивают размыкание в течение 0,1 с. Их тепловые расцепители при температуре 20°С не вызывают размыкание выключателя в течение одного часа при токе $1{,}05 \cdot I_{ном}$, а при токах $1{,}25 \cdot I_{ном}$ (выключатели с регулировкой) и $1{,}35 \cdot I_{ном}$ (выключатели без регулировки) обеспечивают размыкание выключателя в течение 20 минут и одного часа соответственно.

Характеристики расцепителей автоматов АЕ2040М:

- электромагнитные расцепители при 0,8 токовой уставки не вызывают размыкание выключателя в течение 0,2 с, а при 1,2 токовой уставки обеспечивают размыкание выключателя в течение 0,2 с;
- тепловые расцепители при температуре 30°С не вызывают размыкание выключателя в течение одного часа при токе $1{,}05 \cdot I_{ном}$, и обеспечивают его размыкание в течение этого же времени при токе $1{,}3 \cdot I_{ном}$.



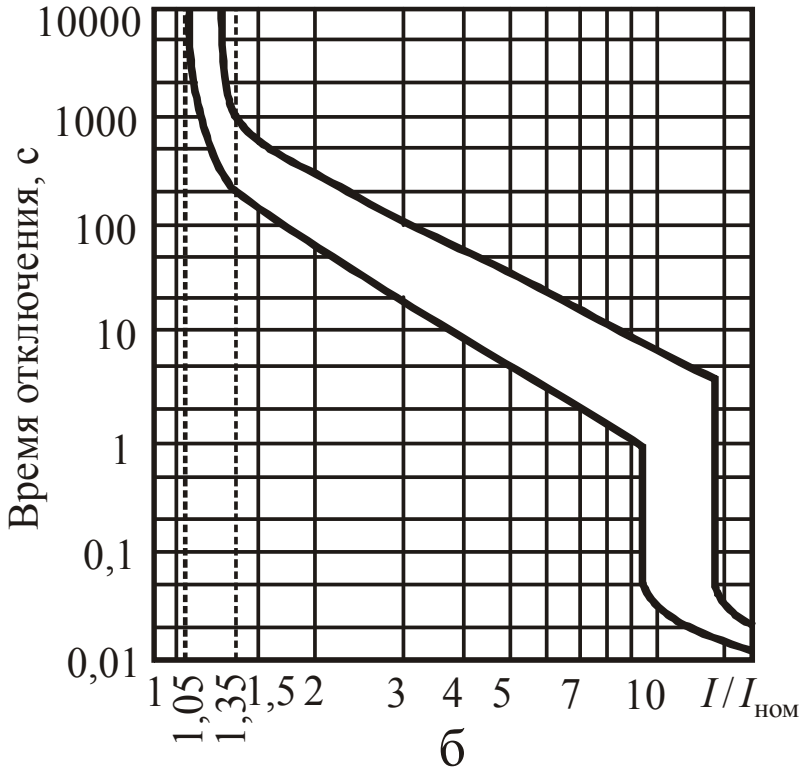


Рис. 9.3. Времятоковые характеристики выключателей AE2040, AE2050M с расцепителями тока перегрузки без регулировки и температурной компенсации и расцепителями тока КЗ: а – с уставкой 10·$I_{ном}$; б – с уставкой 12·$I_{ном}$

Таблица 9.3

Характеристики автоматических выключателей АЕ206

Наименование параметров	АЕ2066М1 – 100	АЕ2066М1 – 200	АЕ2066М1 – 300	АЕ2066М1 – 400	АЕ2066М1 – 120	АЕ2066М1 – 320	АЕ2063М1 – 100	АЕ2063М1 – 200	АЕ2063М1 – 300	АЕ2063М1 – 400	АЕ2063М1 – 120	АЕ2063М1 – 320
Номинальные токи, А	125; 160											
Номинальное напряжение, В	до 400											
Уставка по току срабатывания, $I / I_{ном}$	5; 10											
Предельная коммутационная способность, кА	12											
Тип расцепителя:												
– электромагнитный;	•(3)	•(3)	•(3)	•(3)	•(2)	•(2)	•(3)	•(3)	•(3)	•(3)	•(3)	•(3)
– тепловой;	•(3)	•(3)	•(3)	•(3)	•(3)	•(3)	—	—	—	—	—	—
– независимый	—	—	—	—	•	•	—	—	—	—	•	•
Вспомогательные контакты:												
– замыкающие;	—	•(1)	—	•(1)	—	—	—	•(1)	—	•(1)	—	—
– размыкающие	—	—	•(1)	•(1)	—	•(1)	—	—	•(1)	•(1)	—	•(1)

Характеристики расцепителей автоматов АЕ2066М1:

- электромагнитные расцепители при нагрузке любых двух полюсов при 0,8 токовой уставки не вызывают размыкание выключателя в течение 0,2 с, а при 1,2 токовой уставки обеспечивают размыкание в течение 0,2 с; при нагрузке каждого полюса током 1,4 токовой уставки обеспечивают размыкание выключателя в течение 0,2 с;
- тепловые расцепители при температуре 30°С и нагрузке всех полюсов в течение двух часов при условном токе нерасцепления $1{,}05 \cdot I_{ном}$ не вызывают размыкание выключателя, а при условном токе расцепления $1{,}35 \cdot I_{ном}$ обеспечивают его размыкание.

Катушка электромагнита независимого расцепителя запитывается постоянным или переменным напряжением (табл. 9.4). Пример электрической схемы автомата АЕ20 с независимым расцепителем и вспомогательными контактами приведен на рис. 9.7.

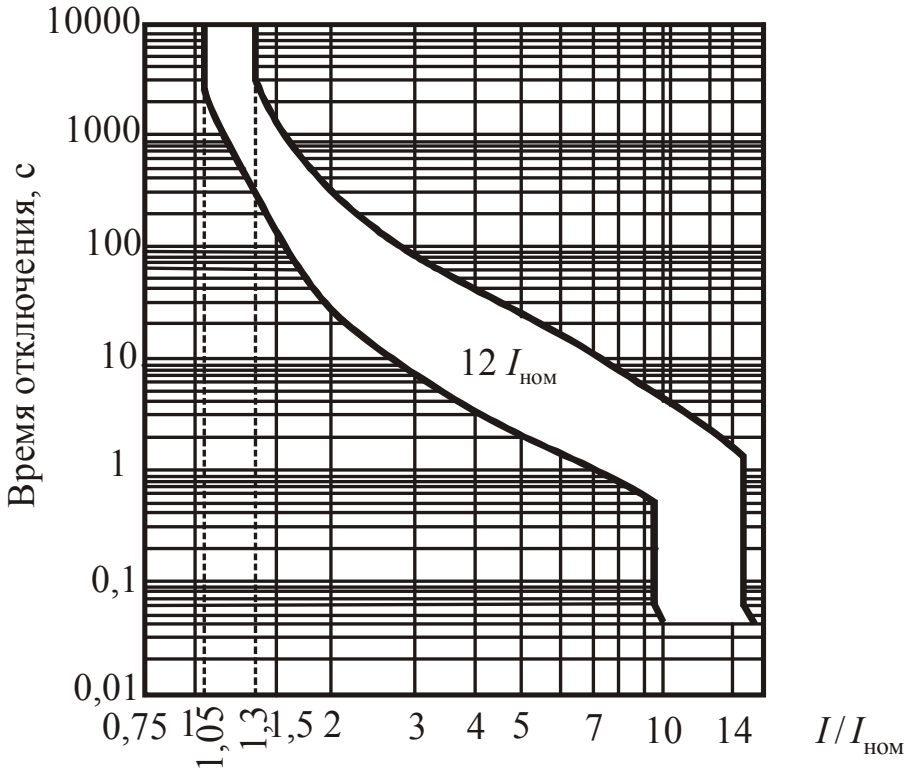


Рис. 9.4. Времятоковые характеристики выключателей серии AE2040M

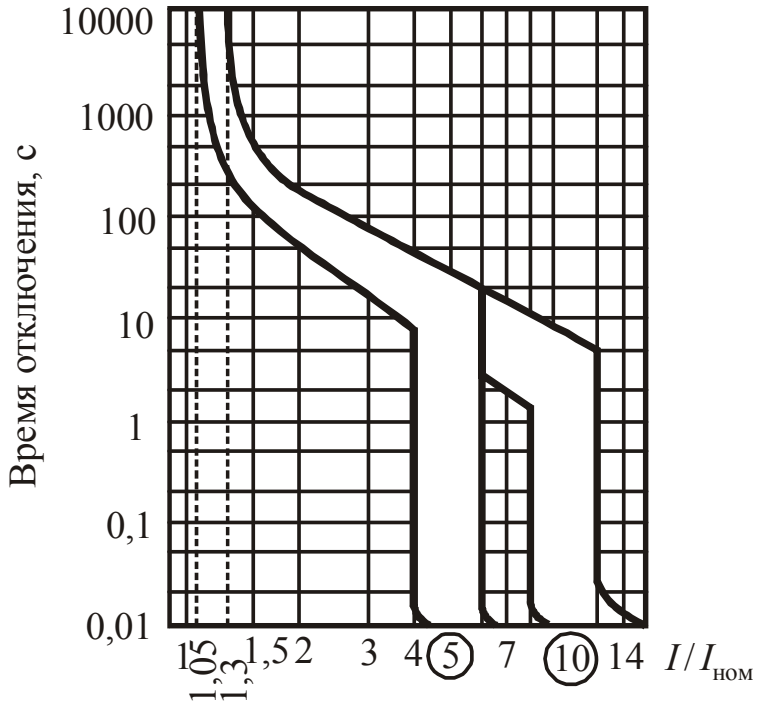


Рис. 9.5. Времятоковые характеристики выключателей AE2066M1 при температуре 30±2 °C (влияние температуры окружающей среды приведено на рис. 9.6)

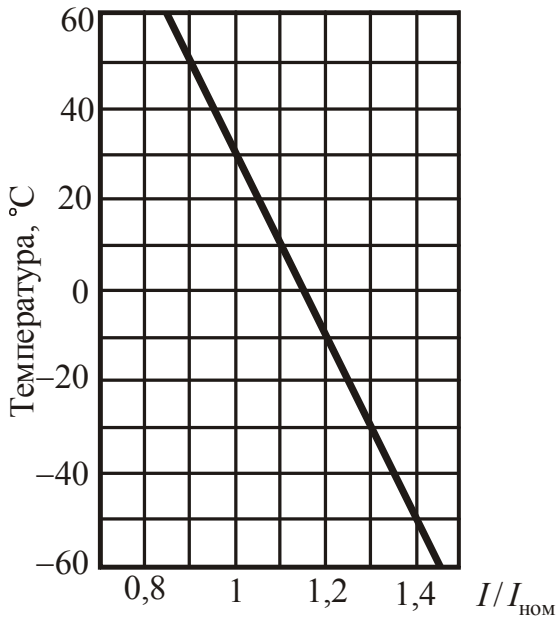


Рис.9.6. Зависимость номинального рабочего тока выключателей AE2066M1 от температуры окружающей среды

Таблица 9.4

Параметры работы независимого расцепителя

Наименование параметра	Численное значение параметра
Номинальное напряжение, В:	
– постоянный ток	12; 24; 48; 110; 220
– переменный ток	12; 24; 36; 110; 220; 380
Обеспечивает расцепление в % от номинального напряжения	от 70 до 110%
Собственное время отключения выключателя с независимым расцепителем, с, не более	0,1

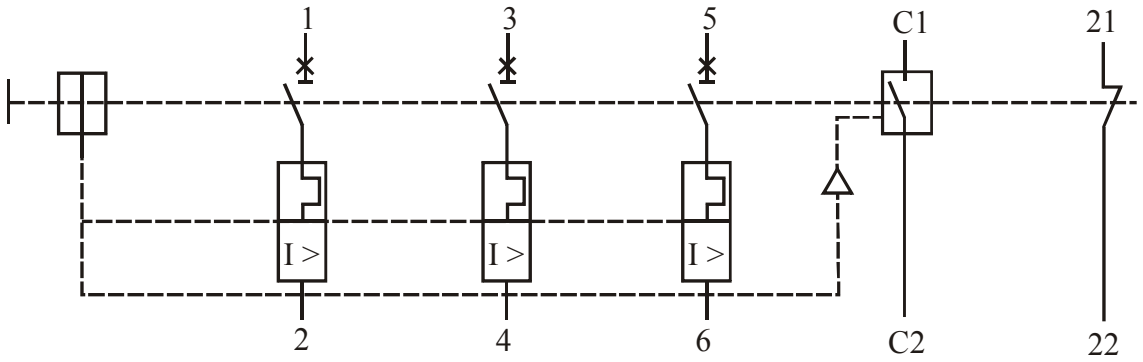


Рис. 9.7. Электрическая схема одного из автоматов AE20 с независимым расцепителем и вспомогательным контактом

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Правила устройства электроустановок. ПУЭ–6 и ПУЭ–7. Седьмой выпуск. – Новосибирск: Изд-во Сиб.унив., – 2007. – 607с.
2. Дзержбицки С., Вальчук Е. Токоограничивающие выключатели переменного тока. – Л.: Энергоиздат, 1982. – 116с.
3. Аппараты распредустройств низкого напряжения: справочник / Ч.1. Вып. 1 и 2. Автоматические выключатели до и свыше 630 А. – М.: Патент, 1992. – 308 с.
4. Кабышев А.В. Электроснабжение объектов. Ч.3. Защиты в электроустановках до 1000 В. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 215 с.
5. Кабышев А.В. Электроснабжение объектов. Ч.2. Расчет токов короткого замыкания в электроустановках до 1000 В. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 168 с.
6. Кабышев А.В., Обухов С.Г. Расчет и проектирование систем электроснабжения объектов и установок. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2006. – 248 с.
7. Автоматические выключатели. Номенклатурный каталог / ОАО «Дивногорский завод низковольтной аппаратуры» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.dznva.ru
8. Автоматические выключатели. Номенклатурный каталог / ОАО «Контактор» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.kontaktor.ru
9. Автоматические выключатели. Номенклатурный каталог / ОАО «Электроаппарат» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.keaz.ru
10. Автоматические выключатели. Номенклатурный каталог / ЗАО «Электрощит» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.electroshield.ru
11. Автоматические выключатели. Номенклатурный каталог / ООО «Интерэлектрокомплект» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.iqelectro.ru

Учебное издание

КАБЫШЕВ Александр Васильевич
ТАРАСОВ Евгений Владимирович

НИЗКОВОЛЬТНЫЕ АВТОМАТИЧЕСКИЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ

Учебное пособие

Издано в авторской редакции

Научный редактор доктор физико-математических наук,
профессор *А.В. Кабышев*
Компьютерная верстка *М.С. Зайцева*
Дизайн обложки

Отпечатано в Издательстве ТПУ в полном соответствии с качеством предоставленного оригинал-макета

Подписано к печати 20.03.2011. Формат 60x84/16. Бумага «Снегурочка».
Печать XEROX. Усл.печ.л. . Уч.-изд.л. .
Заказ . Тираж 40 экз.

Томский политехнический университет
Система менеджмента качества
Томского политехнического университета сертифицирована
NATIONAL QUALITY ASSURANCE по стандарту ISO 9001:2008

ИЗДАТЕЛЬСТВО ТПУ. 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30.
Тел./факс: 8(3822)56-35-35, www.tpu.ru

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Таблица П1.1

Основные технические данные автоматических выключателей

Тип	$U_{ном}$, В	$I_{ном}$, А	Число полюсов	Вид расцепителя максимального тока		Номинальные токи расцепителя, А	Уставка срабатывания расцепителя		Время срабатывания, с			Предельная отключающая способность, кА	Вид привода
				в зоне перегрузки	в зоне КЗ		в зоне перегрузки	в зоне КЗ	при токе 1,05 $I_{ном}$	при токе 6 $I_{ном}$	в зоне КЗ		
Э06	=220	800; 1000	—	Полупроводниковый	Полупроводниковый	630; 800; 630; 800; 1000	1,25	3; 5; 7; 10	—	4; 8; 16	0,25; 0,45; 0,7	35	Ручной, электромагнитный
	=440											25	
	~380											40	
	~660												
Э16	=440	1250; 1600				630; 1000 1600		3; 5; 7				45	
	~660											30	
Э25	=440	2000; 2500; 3200; 4000				1000; 1600 2500; 4000						50	
	~660											55	
Э40	=440	4000; 5000; 6300				2500; 4000 6300							
	~660											85	
АК50	=220	50	2	Электромагнитный с гидравлическим замедлением срабатывания	Электромагнитный без замедлителя	0,6; 0,8; 1; 1,2; 1,5; 2; 2,5; 4; 5; 6; 8; 10; 12,5; 15; 20; 25; 32; 40; 45; 50	—	5	—	3-20	—	4,5	Ручной
	~380		2; 3				1,35	5; 10	не срабатывает	—	0,2-0,4	5	
АК63	=220	63	1	Комбинированный	Электромагнитный	0,6;0,8; 1; 1,25; 1,6; 2; 2,5; 3,15; 4; 5; 6,3; 8; 10; 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63	—	1,5; 5	—	3-20	—	3-5	Ручной
	=440		2									3	
	~500		2; 3				1,3	1,5; 3; 12				2,3; 9	
АП50Б *	=220	50	2			1,6; 2,5; 4; 6,4; 10	1,25	3; 5; 10	—	1,5-10	—	0,5-4	
	~500		3									0,3-3,5	
	~660											0,24-1	

Продолжение таблицы П1.1

Тип	$U_{ном}$, В	$I_{ном}$, А	Число полюсов	Вид расцепителя максимального тока		Номинальные токи расцепителя, А	Уставка срабатывания расцепителя		Время срабатывания, с			Предельная отключающая способность, кА	Вид привода
				в зоне перегрузки	в зоне КЗ		в зоне перегрузки	в зоне КЗ	при токе 1,05 $I_{ном}$	при токе 6 $I_{ном}$	в зоне КЗ		
AE1000 **	~380	25	1	Тепловой	Электромагнитный	6; 10; 16; 20; 25	1,25; 1,5	12-18	Не срабатывает	—	—	1,2; 1,8	Ручной
AE2020	~380	16	3			0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,8; 1; 1,25; 1,6; 2; 2,5; 3,15; 4; 5; 6,3; 8; 10; 12,5; 16	0,9-1,15	12				0,7-4	
	~660											0,7-1,6	
AE2040 AE2040M	~220	63	1			0,6; 0,8; 1; 1,25; 1,6; 2; 2,5; 3,15; 4; 5; 6,3; 8; 10; 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63	0,9-1,15	12		—	—	2-6	
	~380		1; 3									0,8-6	
	~440		1									2-4,5	
	~660		3									0,7-4	
AE2050M	~380	100				10; 12,5; 16; 20; 25; 32; 40; 50; 63; 80; 100			Не срабатывает в течение 2ч.	5-20	—	2,4-6	
	~660											2,1-4	
AE2060	~380	160				16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160	0,9-1,15	12	—	—	—	3,5–11,5	
	~660											3–6	
AE2530	=220	25	1; 2			0,6; 0,84; 1; 1,25; 1,6; 2; 2,5; 3,25; 4; 5; 6,3; 8; 10; 12,5; 16; 20; 25		1,3-10	—	—	—	2-5	—
	~380							2-10				0,8–5	
AE2540	=220	63				25; 31,5; 40; 50; 63	—	2,5; 5; 10	—	—	—	5-10	—
	~380							5-10				3-6	
AE2550	=220	100				50; 60; 80; 100						20	—

Продолжение таблицы П1.1

Тип	$U_{ном}$, В	$I_{ном}$, А	Число полюсов	Вид расцепителя максимального тока		Номинальные токи расцепителя, А	Уставка срабатывания расцепителя		Время срабатывания, с			Предельная отключающая способность, кА	Вид привода
				в зоне перегрузки	в зоне КЗ		в зоне перегрузки	в зоне КЗ	при токе 1,05 $I_{ном}$	при токе 6 $I_{ном}$	в зоне КЗ		
ВА13-25	~1140	25	3	Электромагнитный с гидравлическим замедлением срабатывания	Электромагнитный	3,15; 5; 16; 25	—	7	—	—	—	1,5	—
ВА13-29	~660	63	2; 3			0,6; 0,8; 1; 1,25; 1,6; 2; 2,5; 3,15; 4; 5; 6,3; 8; 10; 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63	6; 12	3; 6; 12	—	—	—	6	—
	=440											10	
ВА16	~380	6,3-31,5	1	Тепловой		—	—	95-440	—	—	—	1	—
ВА19 (ВА19-29)	~380	0,6-63	1; 2			0,6-63	—	2-10	—	—	—	1,2-6	—
	=220							1,3-10				2-10	
ВА22-27	~380	40	3; 2			6,3; 10; 16; 20; 25; 31,5; 40	—	—	—	—	—	1	Электродвигательный
	=220											1,7-3	
ВА51-25 ВА51Г-25	~380	0,3-25	3			0,3-4 (ВА51-25) 5-25 (ВА51Г25)	1,2; 1,35	7; 10; 14	—	—	—	1,5-3,8	Ручной
	~660											1,2-3	
ВА51–31/33	=220	100; 160	1; 2; 3			для 100А 6,3-100 для 160 А 80-160	1,2; 1,25; 1,35	3; 6; 7	—	—	—	2-28	
	~660							3; 7; 10				1,5-12	
ВА51-35	=220	250	2; 3			80; 100; 125; 200; 250	—	6; 8; 10				25-35	Ручной, электромагнитный
	~660							12				10-12	
ВА51 ВА52	=440	400				250; 300; 400		6	—	—	—	35-85	
	~500							20				12-20	
ВА57-35 ВА57-37	=440	250	3			16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250	—	6; 8; 10	—	—	—	5-110	
	~660							12				3,5-20	

Продолжение таблицы П1.1

Тип	$U_{ном}$, В	$I_{ном}$, А	Число полюсов	Вид расцепителя максимального тока		Номинальные токи расцепителя, А	Уставка срабатывания расцепителя		Время срабатывания, с			Предельная отключающая способность, кА	Вид привода
				в зоне перегрузки	в зоне КЗ		в зоне перегрузки	в зоне КЗ	при токе 1,05 $I_{ном}$	при токе 6 $I_{ном}$	в зоне КЗ		
ВА51-39	=220	630	2; 3	Тепловой	Электромагнитный	400; 500; 630	6	2500; 3200; 4000	—	—	—	35	Ручной, электромагнитный
	~380											20	
	~660						10	2500; 3200; 4000; 5000; 6300				50	
ВА52-39	=440					250; 320; 400; 500; 630	6	2500; 3200; 4000	—	—	—	85	
	~380						10	2500; 3200; 4000; 5000; 6300	—	—	—	40	
	~660											20	
ВА53-41	~380	1000		Полупроводниковый		Для полупроводникового 630; 800; 1000 Для электромагнитного 250; 400; 630; 1000	1,25	2; 3; 5; 7	4; 8; 16	—	0,04	135	
	~660											33,5	
	=440							2; 4; 6				110	
ВА55-41	~380							2; 3; 5; 7		0,1; 0,2; 0,3		135	
	~660											33,5	
	=440							2; 4; 6		0,1; 0,2		100	
ВА56-41***	~380							—		—		55	
	~660											33,5	
	=440											100	
ВА53-43	=440	1600				1000; 1280; 1600		2; 4; 6		—	—	160	
	~660							2; 3; 5; 7				47,5	
ВА55-43	=440							2; 4; 6		0,1; 0,2	—	100	
	~660							2; 3; 5; 7		0,1; 0,2; 0,3		47,5	
ВА56-43***	=440					1600		—		—	—	100	
	~660											47,5	
ВА75-45		2500				1575; 2000; 2500		2; 4; 6				50	
								2; 3; 5; 7				40	
ВА75-47		4000				2520; 3200; 4000		2; 4; 6				60	
								2; 3; 5; 7				45	

Окончание таблицы П1.1

Тип	$U_{ном}$, В	$I_{ном}$, А	Число полюсов	Вид расцепителя максимального тока		Номинальные токи расцепителя, А	Уставка срабатывания расцепителя		Время срабатывания, с			Предельная отключающая способность, кА	Вид привода
				в зоне перегрузки	в зоне КЗ		в зоне перегрузки	в зоне КЗ	при токе 1,05 $I_{ном}$	при токе 6 $I_{ном}$	в зоне КЗ		
ВА81-41	=440 ~660	1000		Полупроводниковый	Электромагнитный	250; 400; 630; 1000	1,25	2; 4; 6	4; 8; 16			100	Ручной, электромагнитный
								2; 3; 5; 7				45	
ВА83-41								2; 4; 6				100	
								2; 3; 5; 7				45	
ВА85-41								2; 4; 6		0,1; 0,2		100	
								2; 3; 5; 7		0,1; 0,2; 0,3		45	

* – см. [6, табл. 4.11]

** – см. [6, табл. 4.12]

*** – выключатели без максимальных расцепителей тока

Таблица П1.2

Технические данные автоматических выключателей серии ВА

Тип	Номинальный ток, А		Кратность уставки		$I_{откл.}$, кА
	$I_{н.А}$	$I_{н.р}$	Ку (ТР)	Ку (ЭМР)	
ВА 51Г–25	25	0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,8; 1,0; 1,25; 1,6	1,2	14	3
		2,0; 2,5; 3,15; 4; 5			1,5
ВА 51–25		6,3; 8	1,35	7, 10	2
		10; 12,5			2,5
		16; 20; 25			3,8
ВА 51–31–1 ВА 51Г–31	100	6,3; 8; 10; 12		3, 7, 10	2
		10			2,5
		20; 25			3,5
		31,5; 40; 50; 63; 80			5
		100			7
ВА 51–31 ВА 51Г–31		6,3; 8			2
		10; 12,5			2,5
		16; 20; 25			3,8
		31,5; 40; 50; 63			6
		80; 100	1,25		7
ВА 51–33 ВА 51Г–33	160	80; 100; 125; 160		10	12,5

Окончание таблицы П1.2

Тип	Номинальный ток, А		Кратность уставки		$I_{откл.}$, кА
	$I_{н.А}$	$I_{н.р}$	Ку (ТР)	Ку (ЭМР)	
ВА 51–35	250	80; 100; 125; 160 200; 250	1,25	12	15
ВА 51–37	400	250; 320; 400		10	25
ВА 51–39	630	400; 500; 630			35
ВА 52–31 ВА 52Г–31	100	16; 20; 25	1,35	3, 7, 10	12
		31,5; 40			15
		50; 63			18
		80; 100	1,25		25
ВА 52–33 ВА 52Г–33	160	80; 100			28
		125; 160			35
ВА 52–35	250	80; 100; 125; 160; 200; 250		12	30
ВА 52–37	400	250; 320; 400		10	
ВА 52–39	630	250; 320; 400; 500; 630			40
ВА 53–37 ВА 55–37	160 250 400	Регулируется ступенями 0,63–0,8–1,0 от $I_{нв}$	1,25	2; 3; 5; 7; 10	20
ВА 53–39 ВА 55–39	160 250 400 630				25
ВА 53–41 ВА 55–41	1000			2; 3; 5; 7	
ВА 53–43 ВА 55–43	1600				31
ВА 53–45 ВА 55–45 ВА 75–45	2500			2; 3; 5	36
				2; 3; 5; 7	
ВА 75–47	4000			2; 3; 5	45

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Автоматические выключатели с делением по номинальному току

Таблица П2.1

Технические данные автоматических выключателей серии ВА на токи до 250 А

Данные выключателей			Параметры выключателей		
Тип	Номинальный ток, А	Число полюсов	Номинальный ток расцепителей с обратнозависимой характеристикой, А	Уставки по току срабатывания электромагнитного расцепителя, $I/I_{ном}$	
				электромагнитного	с гидравлическим замедлителем
ВА13–25	25	3	3,15; 5,0; 16; 25	7	—
ВА13–29	63	2; 3	0,6; 0,8; 1,0; 1,25; 1,6; 2,0; 2,5; 3,15; 4; 5; 6,3; 8; 10; 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63	3; 6; 12	6; 12
ВА14–26	32	1; 2; 3	16; 20; 25; 32	10	—
ВА16–26	31,5	1	6,3; 10; 16; 20; 25; 31,5	14	—
ВА51–26	32	2; 3	6,3; 8; 10; 12,5; 16; 20; 15; 32	7; 10	—
ВА51Г–26	32	2; 3	0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,8; 1,0; 1,25; 1,6; 2,0; 2,5; 3,15; 4,0; 5,0; 6,3; 8,0; 10,0; 12,5; 16; 20; 25; 32	7; 10; 14	—
ВА51–25	25	3			
ВА51Г–25	25	3			
ВА51–31	100	1; 2; 3	6,3; 8; 10; 12,5; 16; 20; 25; 31; 63; 80; 100	3; 7,5; 10	—
ВА51Г–31	100	3	16; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100	14	—
ВА51–33	160	2; 3	80; 100; 125; 160	10	—
ВА57–35	250	2; 3	16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250	2,5; 4,0; 5,0; 6,0; 8,0; 10,0	—

Таблица П2.2

Технические данные автоматических выключателей серии ВА на токи выше 250 А

Данные выключателей			Параметры выключателей		
Тип	Номинальный ток, А	Число полюсов	Номинальный ток расцепителей с обратнозависимой характеристикой, А	Уставки по току срабатывания электромагнитного расцепителя, $I/I_{ном}$	Уставки по времени срабатывания в зоне КЗ, с
ВА74–40	800	3	130; 190; 260; 275; 500; 625; 760; 800	2; 2,5; 3; 4; 4,5; 5; 5,5; 6; 6,5; 7; 7,5; 8	0,18; 0,38; 0,63; 1,0
ВА74–43	1600	3	1250; 1600		
ВА74–45	3000	3	2000; 2500; 3000		
ВА74–48	5500	3	4000; 5500		
ВА81–41	1000	2; 3	250; 400; 630; 1000	2; 3; 5; 7	—
ВА83–41	1000	2; 3	250; 400; 630; 100	2; 3; 4; 5; 6; 7	—
ВА51–39	630	2; 3	400; 500; 630	4; 5; 6; 8; 10	—
ВА52–39	630	2; 3	250; 320; 400; 630; 100	10	—
ВА53–43	1600	2; 3	1000; 1280; 1600	2; 3; 5; 7	—
ВА55–43	1600	2; 3	1000; 1280; 1600	2; 3; 5; 7	0,1; 0,2; 0,3
ВА85–41	1000	2; 3	250; 400; 630; 1000	2; 4; 6 2; 3; 5; 7	0,1; 0,2 0,1; 0,2; 0,3