

# Аппаратура управления и защиты



## Электрические аппараты: определение

**Электрические аппараты (ЭА)** – это электротехнические устройства, предназначенные для **включения/отключения** и **защиты** электрических цепей



# Электрические аппараты (ЭА): назначение и классификация

## Классификация ЭА

1. По величине рабочего напряжения

- **низковольтные** (до 1000В)
- **высоковольтные** (более 1000В)

2. По величине протекающего через ЭА тока

- **слаботочные** (до 5А)
- **сильноточные** (более 5А)

3. По назначению

**ЭА управления** - для управления электроприводом (пуск, реверсирование, торможение, регулирование скорости вращения ЭД), и другими потребителями электроэнергии в системах электроснабжения

**командоаппараты:**

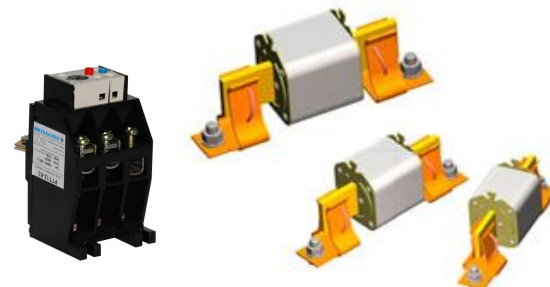
- кнопки управления
- контакторы
- магнитные пускатели
- реле
- путевые выключатели

**ЭА ручного управления:**

- кнопочные выключатели и переключатели
- рубильники
- пакетные выключатели

**ЭА защиты** - для защиты электрооборудования и электрических сетей от сверхтоков, т. е. токов перегрузки, пиковых токов, токов короткого замыкания:

- автоматические выключатели
- реле защиты (тепловые, максимального тока)
- предохранители



**Автоматическое управления** осуществляется с помощью электрических аппаратов. Соединение элементов и требуемая последовательность коммутационных операций отражены на электрических схемах. Особенности схем:

- **каждая схема имеет две электрические цепи: силовую**, которая обычно выделяется жирными линиями, и **цепь управления**, изображаемая более тонкими линиями;
- **все элементы электрических аппаратов обозначаются в соответствии с ГОСТ;**
- **аппараты в соответствии с их функциями обозначаются буквами согласно СТ**, например: *K* – главный контактор, *KT* – реле времени, *KA* – токовое реле, *KK* – реле тепловое, *KV* – реле напряжения, *SB*– кнопка и т. д.
- **разные элементы одного устройства, включаются в различные электрические цепи в соответствии с их функциональным назначением**, например: обмотка контактора включена в цепь управления, главные контакты контактора – в силовую цепь, а вспомогательные контакты – в цепь управления;
- **принадлежность элементов к одному аппарату устанавливаются по единому для всех элементов буквенному и цифровому обозначению;**
- **на схеме все элементы (контакты, кнопки и т. п.) показаны при отсутствии токов в обмотках и не нажатых кнопках.**

# Аппаратура управления

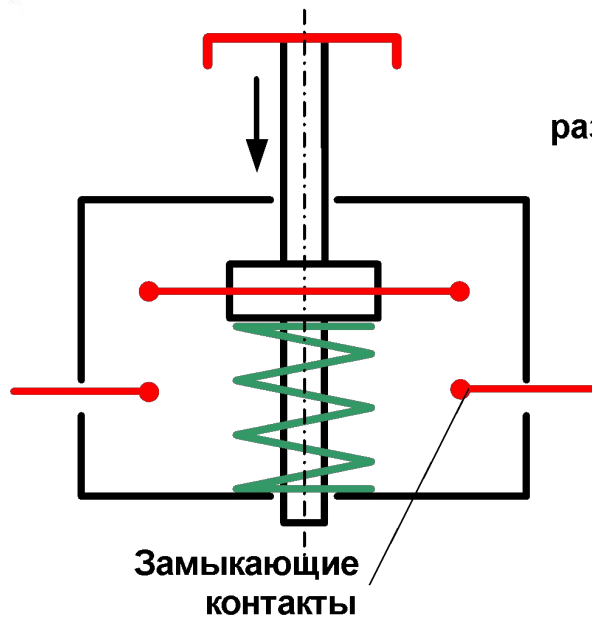
**Кнопки управления (КУ) – слаботочные низковольтные ЭА с самовозвратом,**  
предназначенные для коммутации в цепях управления других ЭА

Внешний вид КУ



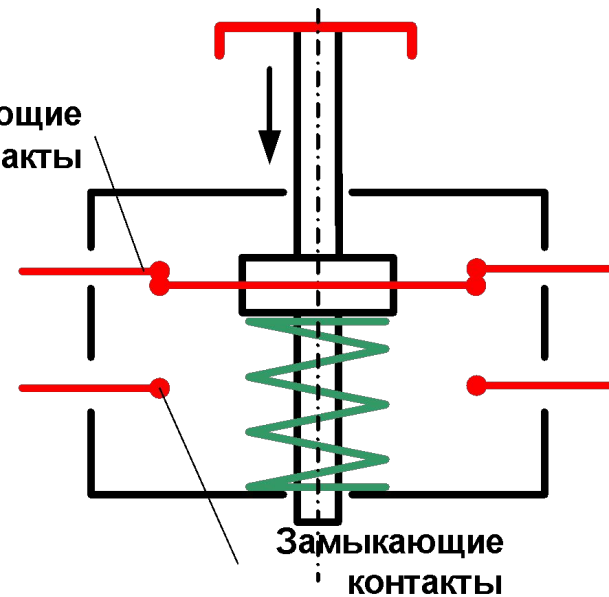
Устройство КУ

Замыкающая КУ

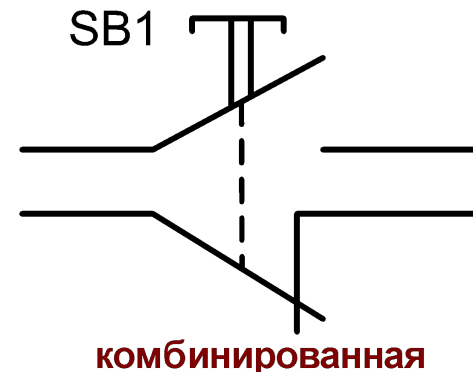
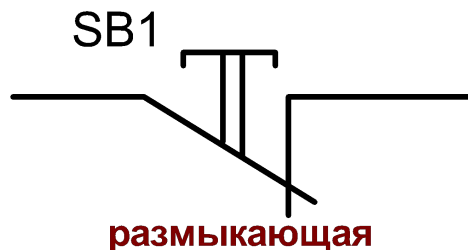


Комбинированная КУ

размыкающие  
контакты



Изображение и обозначение КУ на схемах





## **Кнопочные посты** – объединенные в одном корпусе несколько КУ

Внешний вид  
кнопочных постов



Кнопочные посты управления  
взрывозащищенные ПКВ



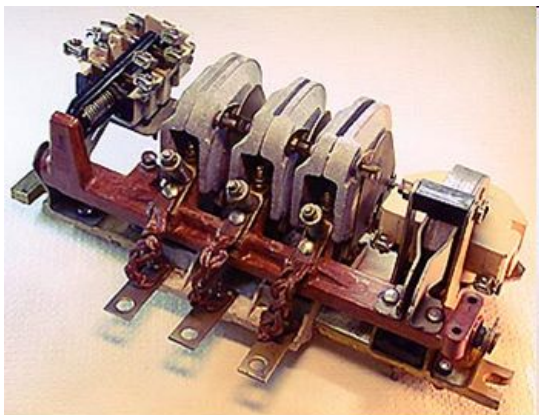
Кнопочный пост  
управления ПKE



Пост управления  
кнопочный ПKE (10А, IP 54)

# Контакторы – **сильноточные** низковольтные ЭА с **самовозвратом**, предназначенные для многократного дистанционного включения и отключения в силовых электрических цепях

Внешний вид контактора КТ 6000



Контактор электромагнитный серии КТ 6000

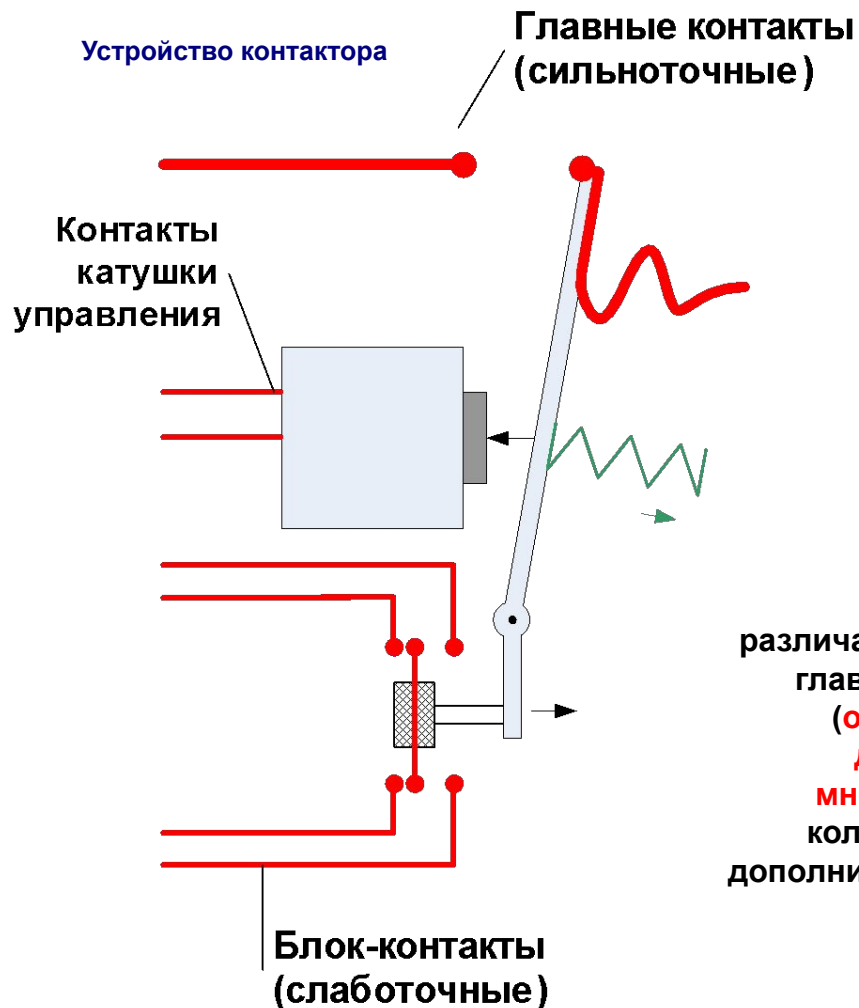


Контактор К3-74А00



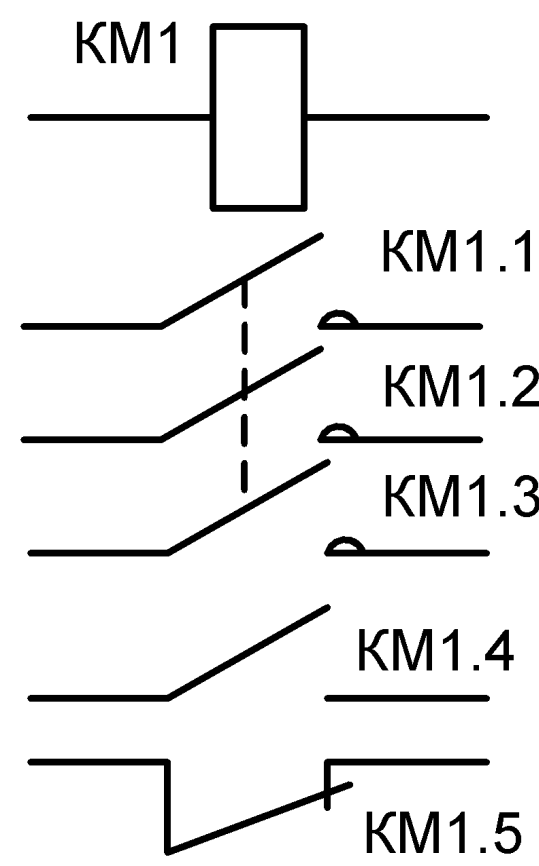
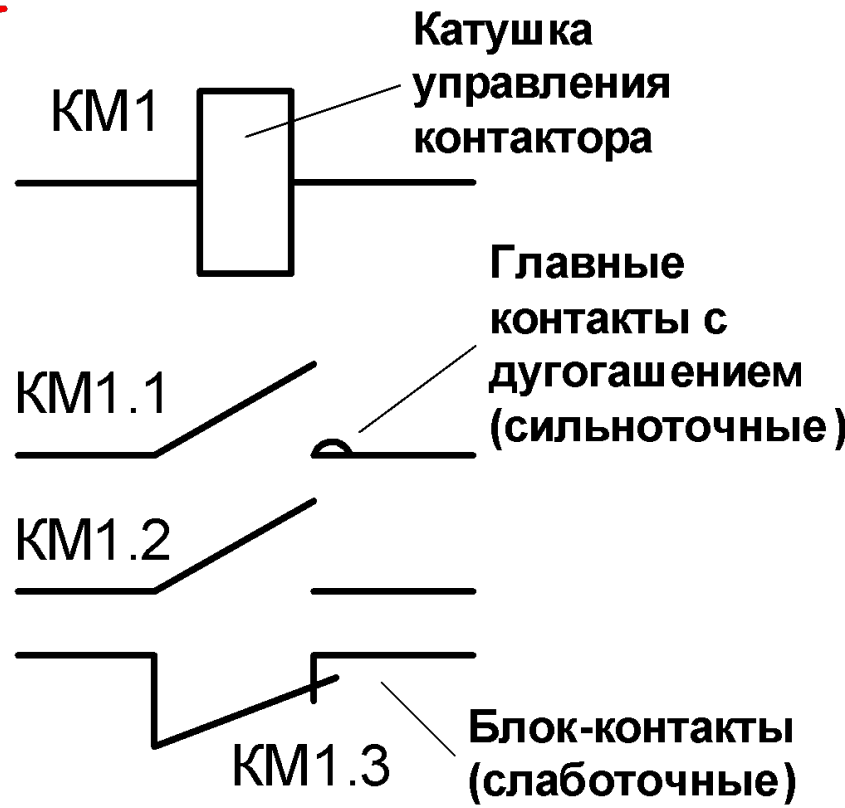
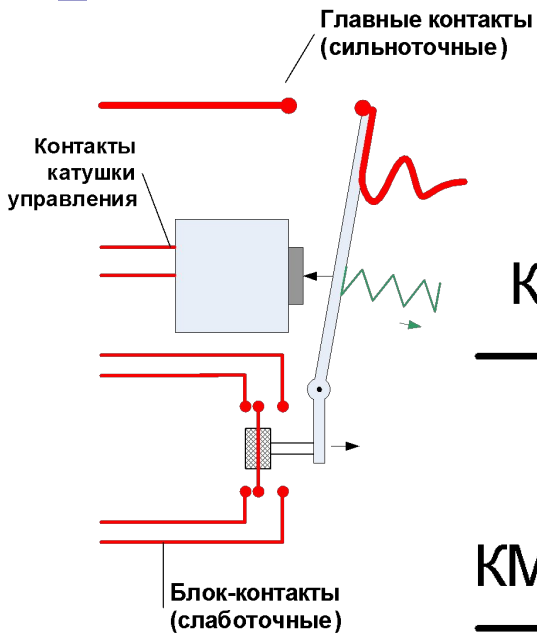
Контакторы Siemens Sirius 3R

Устройство контактора



**Контакторы** различаются по числу главных контактов (**однополюсные, двухполюсные, многополюсные**), количеству и типу дополнительных блок-контактов

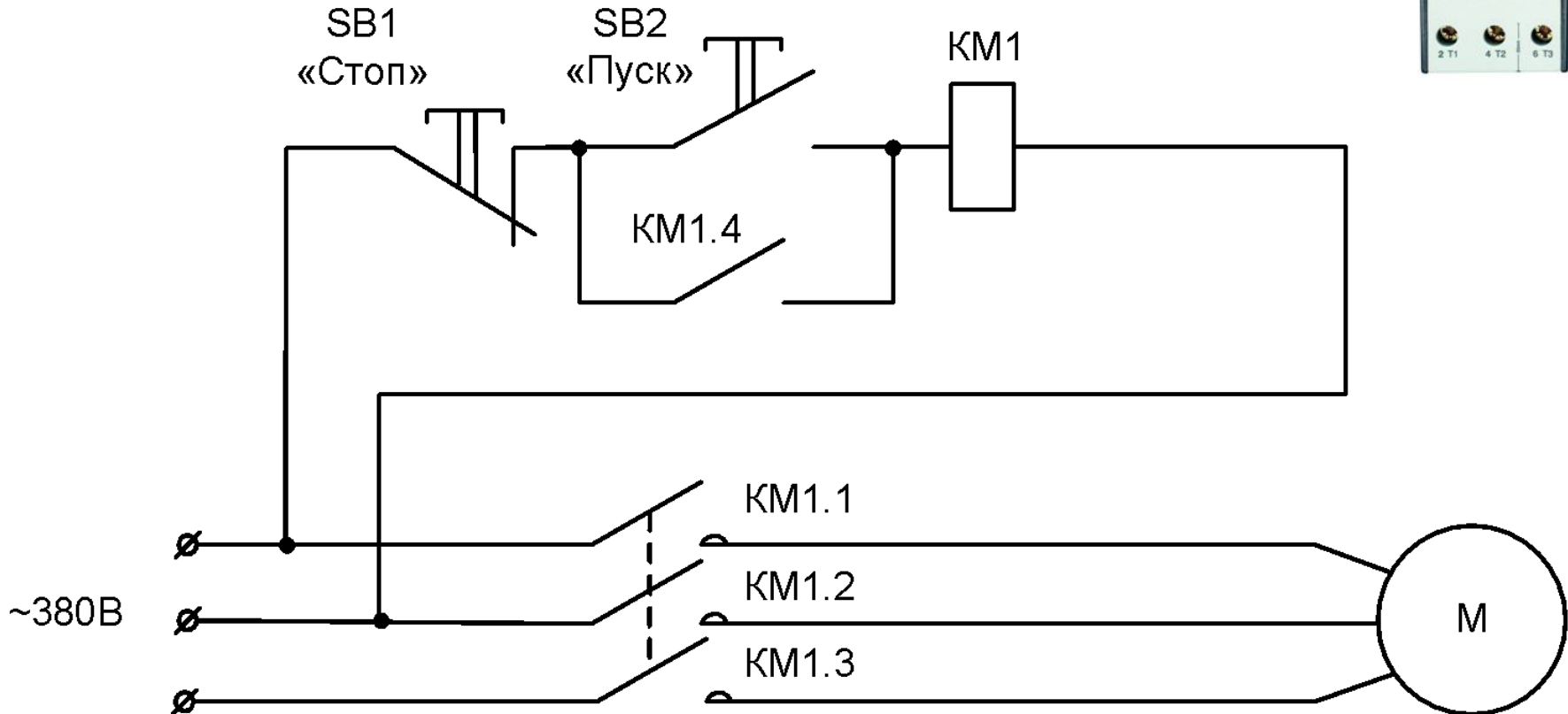
Изображение и обозначение контакторов на схемах



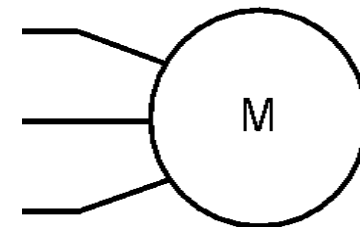
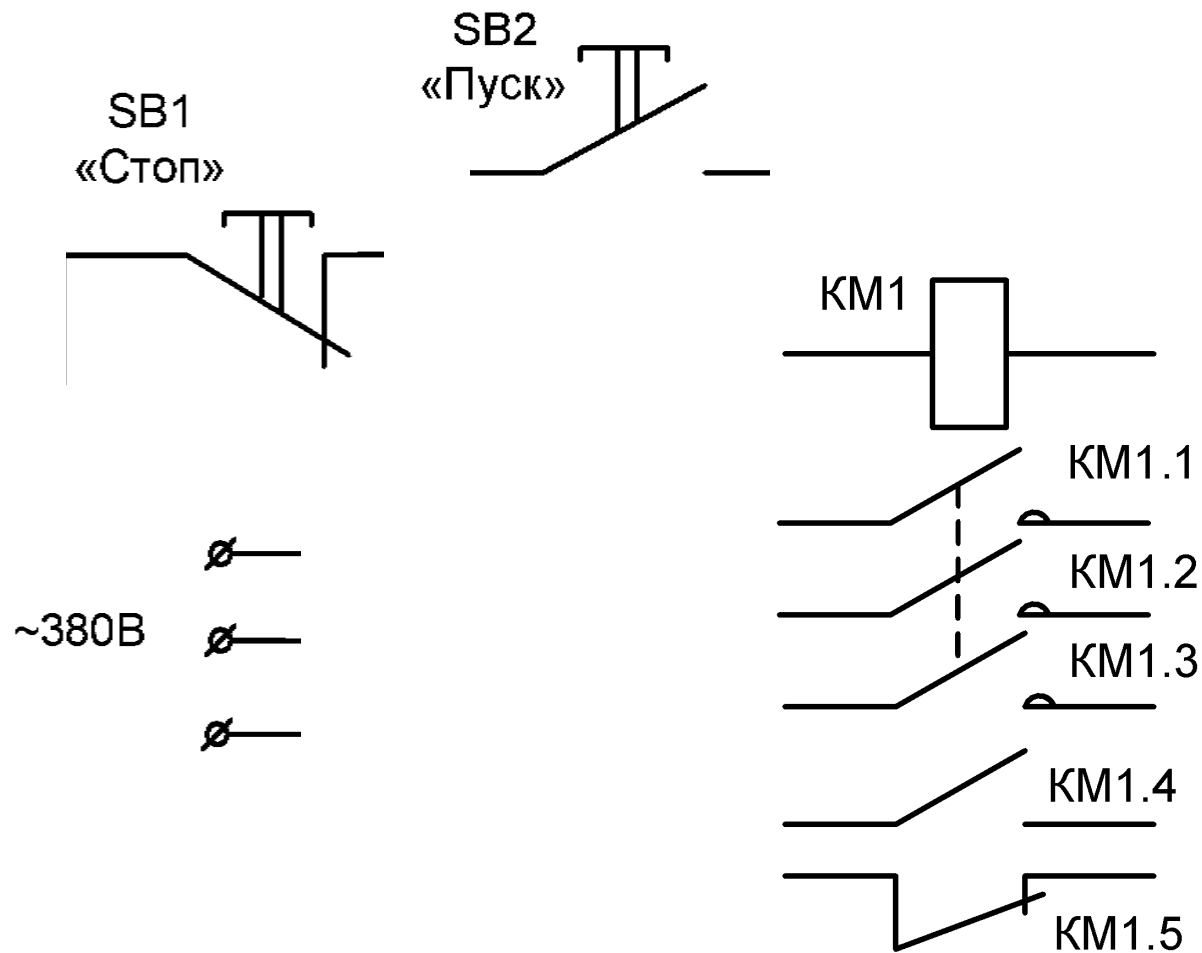


# Управление АД при помощи контактора

Схема управления (включения и выключения) трехфазного АД при помощи контактора и двух кнопок управления



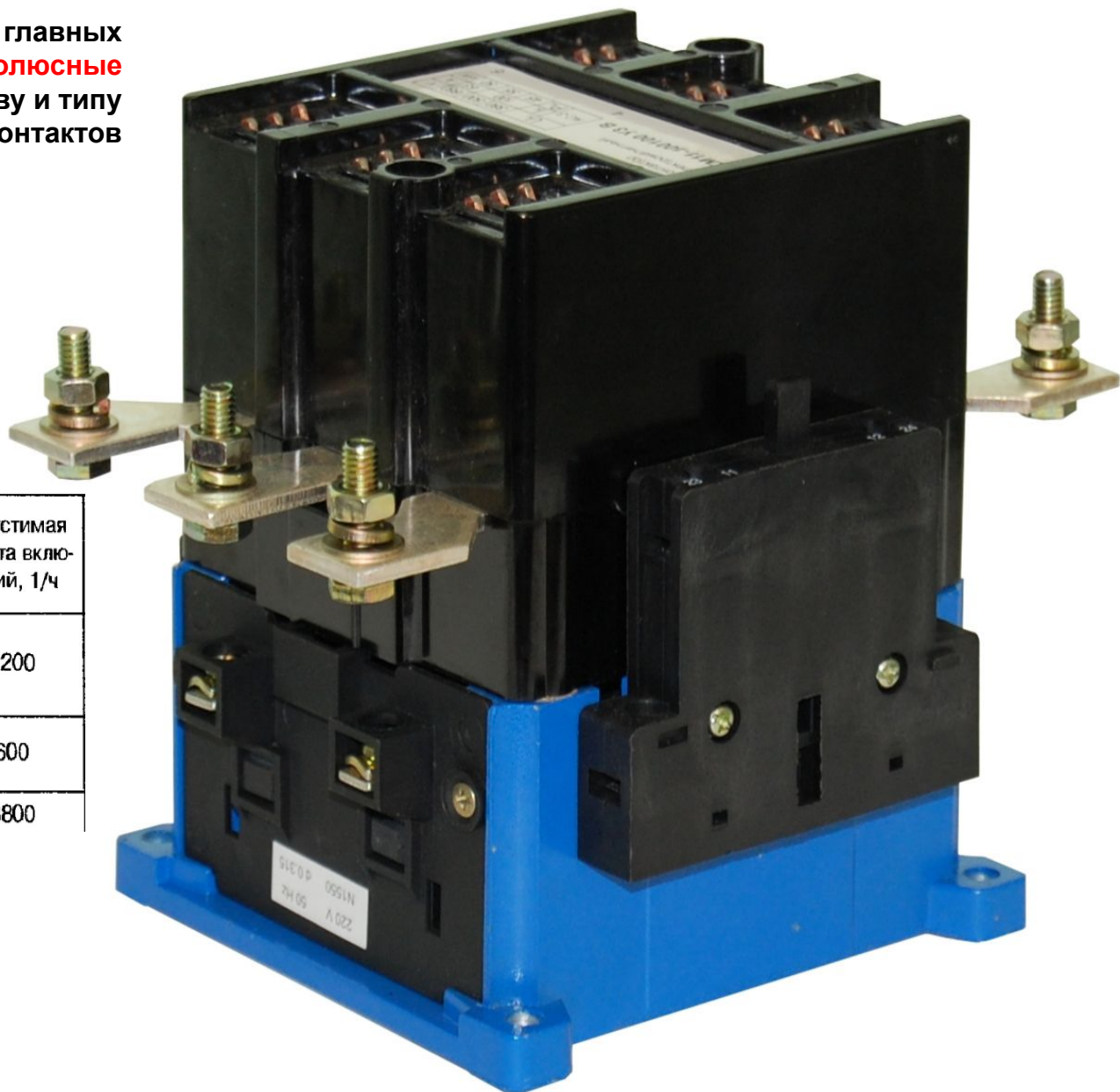
Помогите электрику дяде Васе сделать управление трехфазным АД компрессорной установки при помощи контактора и двух кнопок правильно соединив провода



**Контакторы** различаются по числу главных контактов (**однополюсные, двухполюсные многополюсные**) и количеству и типу дополнительных блок-контактов

Тип	Номинальные		Число полюсов	Допустимая частота включений, 1/ч
	напряжение, В	ток, А		
КТ6000	380 и 660	100; 160; 250; 400; 630; 1000	2; 3; 4 и 5	1200
КТ700	380 и 660	100, 160	2; 3; 4 и 5	600
КВДК630	660	630	3	3800

**Контактор  
КМ11,  
трехполюсный,  
100А, 660В,**



# Магнитные пускатели – контакторы предназначенные для многократного дистанционного управления трехфазными асинхронными электродвигателями

Основным элементом магнитного пускателя является контактор. Дополнительно в состав пускателя может входить тепловое реле защиты, кнопки управления и дополнительные (слаботочные) контакты.

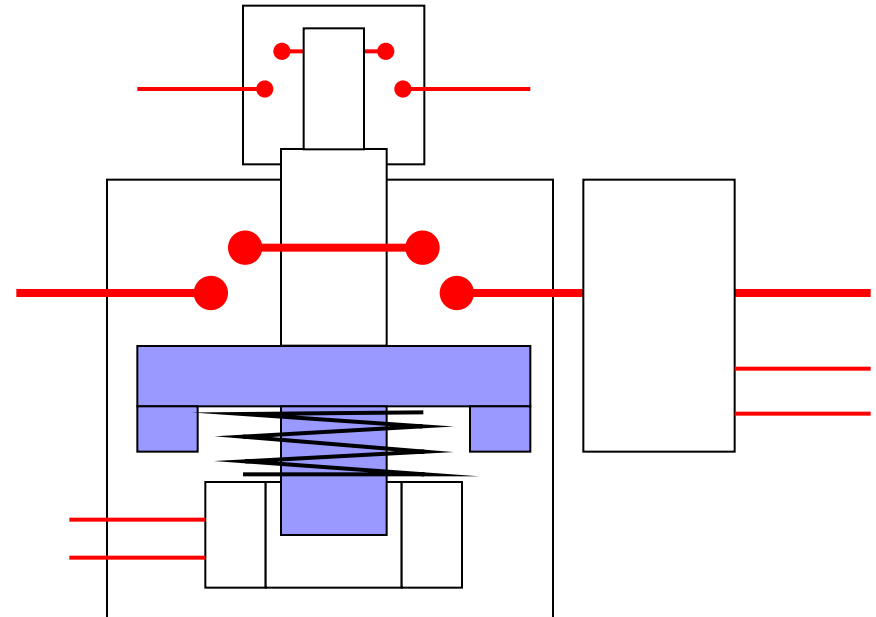
Внешний вид магнитных пускателей



Пускатели с тепловым реле



Устройство пускателя с тепловым реле и блоком дополнительных контактов



## Технические характеристики:

1. Номинальный ток и напряжение
2. Количество полюсов
3. Наличие реверса
4. Наличие дополнительных контактов
5. Наличие теплового реле для защиты АД
6. Наличие кнопок управления (Пуск, Стоп...)

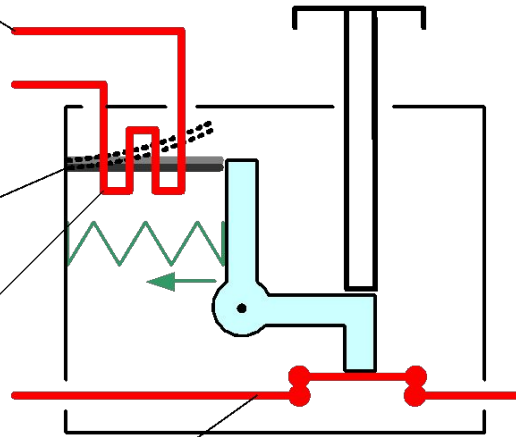
# Аппаратура защиты

## Тепловое реле

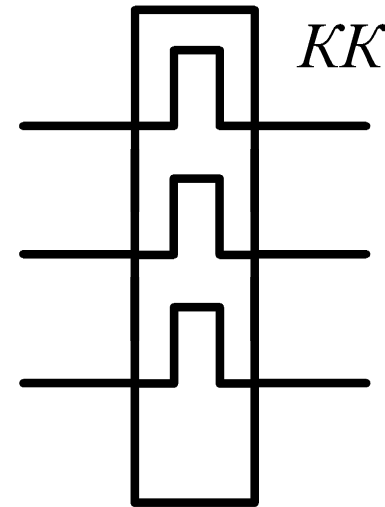
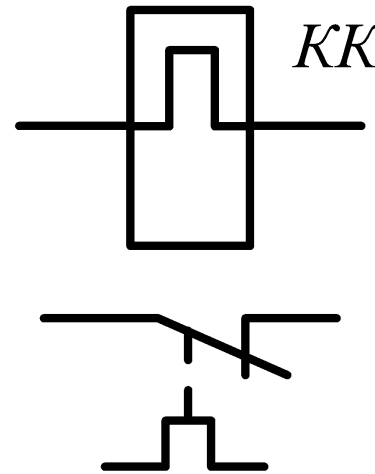
Устройство теплового реле

Главные контакты для подключения защищаемой цепи

Биметаллическая пластина  
Нагревательный элемент с очень малым сопротивлением



Изображение тепловых реле на схемах



Вспомогательные контакты (размыкающие)

Внешний вид тепловых реле



Тепловое реле для контакторов серии U3/32



Реле тепловое РТЛ 1006



**Реле защиты** – ЭА для защиты электрической сети и электрооборудования от скачка тока недопустимой величины (заклинивание ЭД, короткое замыкание в электропроводке и т.д.)

### Аварийная ситуация №1



### Аварийная ситуация №2



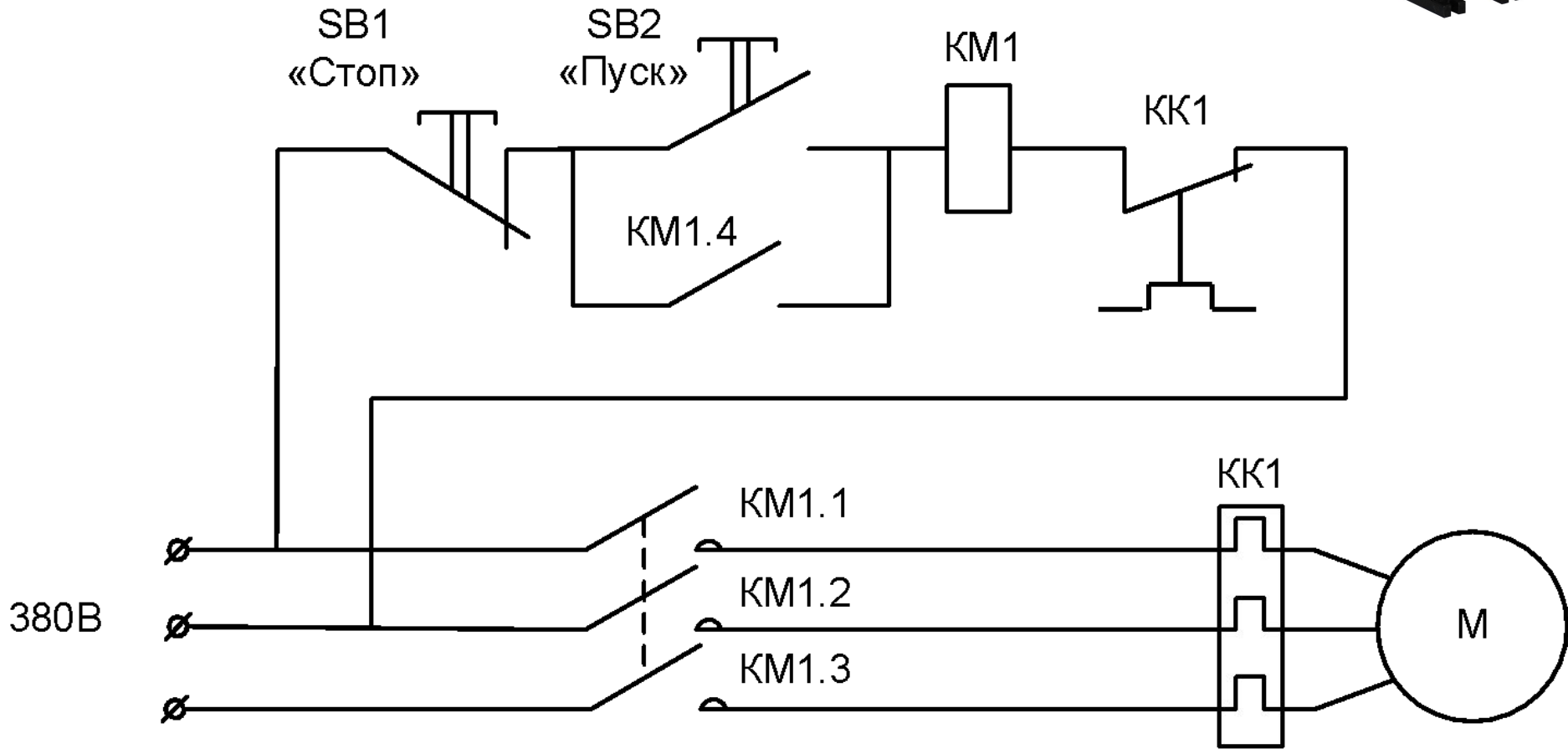
**Тепловое реле** – реле защиты **замедленного действия** (1-12 сек) от скачка тока **недопустимой продолжительности**

**Реле максимального тока** – реле защиты **мгновенного действия** (менее 1 сек) для защиты от скачка тока

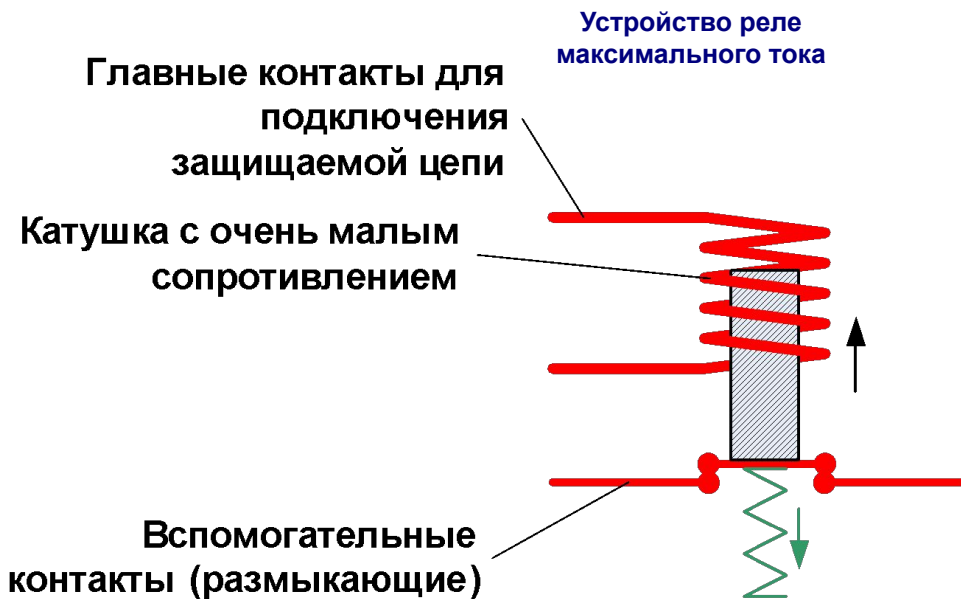


# Защита АД при помощи теплового реле

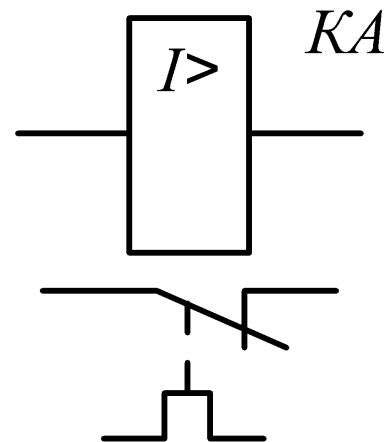
Схема включения теплового реле для защиты АД



## Реле максимального тока



Изображение реле максимального тока на схемах



Внешний вид реле максимального тока



Максимальное токовое реле типа РЭО-401



Токовые реле марки РТ-40



Токовые реле LR97D и LT47 на токи до 60А

## Паспортные данные реле защиты

1. Реле имеют регулировку тока срабатывания



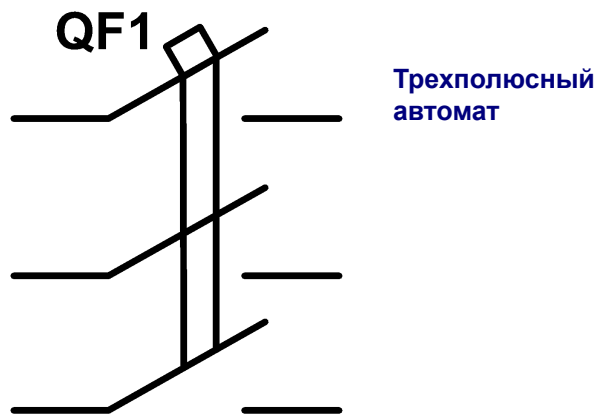
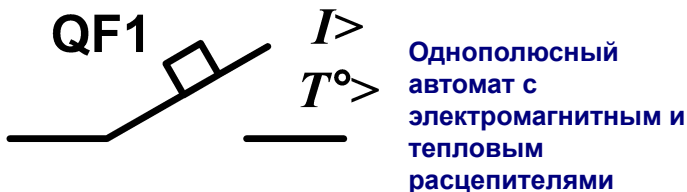
Реле тепловое РТЛ  
1006

2. Реле различаются количеством полюсов (однополюсные, двухполюсные, многополюсные)

**Автоматические выключатели** – ЭА для нечастой коммутации (6-30 вкл/сут) и защиты эл. цепей от тока перегрузки недопустимой продолжительности и тока короткого замыкания

**Автоматические выключатели** объединяют в себе функции **теплового реле** (тепловой расцепитель) и **реле максимального тока** (электромагнитный расцепитель). При срабатывании одного из расцепителей цепь размыкается.

Изображение автоматических выключателей на схемах



**Технические характеристики:**

1. Номинальный ток и напряжение
2. Ток срабатывания расцепителей (некоторые автоматы имеют регулировку токов срабатывания)
3. Количество полюсов

**Выбор автомата для защиты электрической цепи:**

1.  $I_{т.р.} \geq 1.25I$
2.  $I_{э.р.} \geq 1.2I_{max}$

Внешний вид автоматических выключателей



## Внешний вид автоматических выключателей

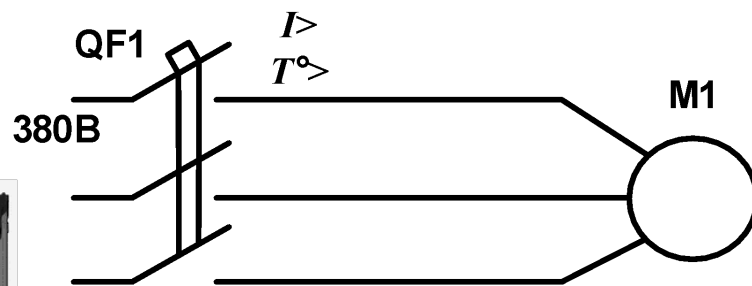


# Задание. Помогите электрику дяде Васе подобрать наиболее подходящий автоматический выключатель для защиты асинхронного электродвигателя насосной установки

Данные АД:

$P_{\text{потр}}=4\text{кВт}$ , кратность пускового тока 5,  
 $\cos\phi=0.8$

$P_{\text{потр}}=8\text{кВт}$ , кратность пускового тока 6,  
 $\cos\phi=0.8$



1. Рассчитать **номинальный** и **пусковой** ток ЭД
2. Рассчитать **мин. ток уставки теплового расцепителя**
3. Рассчитать **мин. ток уставки электромагнитного расцепителя**
4. **Выбрать** из таблицы наиболее подходящий автоматический выключатель для защиты электродвигателя



Номинальный ток, А	Диапазон регулировки уставки тока теплового расцепителя, А	Ток срабатывания электромагнитного расцепителя, А	Марка автоматического выключателя
2,5	1,6 - 2,5	32,5	M4-32T-2,5
4	2,5 - 4	52	M4-32T-4
6	4 - 6	78	M4-32T-6
8	5 - 8	104	M4-32T-8
10	6 - 10	130	M4-32T-10
13	9 - 13	169	M4-32T-13
17	11 - 17	221	M4-32T-17
22	14 - 22	286	M4-32T-22
26	18 - 26	338	M4-32T-26

**А Б В Г Д Е Ё Ж З И К Л М Н О П Р С Т У Ф Х Ц Ч Ш Щ Э Ю Я**



## Предохранители

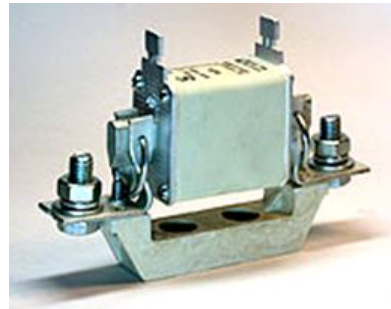
**Предохранители** – ЭА защиты эл. цепей от тока короткого замыкания

**Предохранители** состоят из **контакт-основания** и **плавкой вставки**. При превышении тока на который рассчитана плавкая вставка цепь размыкается благодаря быстрому ее перегоранию.

Внешний вид  
плавкой вставки



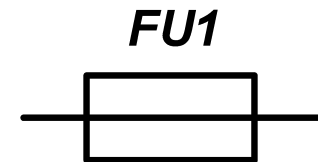
Внешний вид  
предохранителя ППН с  
контакт-основанием



Внешний вид  
предохранителя ПН2 с  
контакт-основанием



Предохранители на схемах



**Технические характеристики:**

1. Номинальный ток и напряжение

**Выбор предохранителя для защиты  
электрической цепи:**

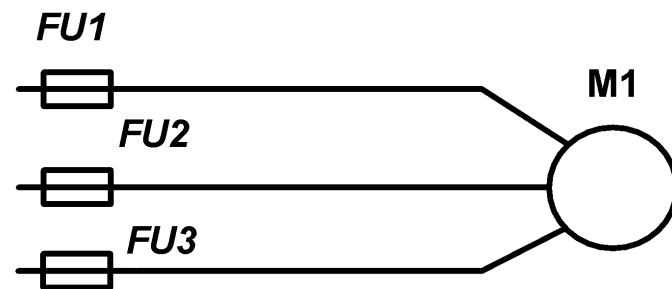
1.  $I_{\text{пл.вст.}} \geq I_{\text{max}} / \text{KK} = 1.6 \dots 2.5$

# Задание. Помогите электрику дяде Васе подобрать наиболее подходящие предохранители для защиты асинхронного электродвигателя насосной установки

Данные АД:

$P_{\text{потр}} = 4 \text{ кВт}$ , кратность пускового тока 5,  
 $\cos\phi = 0.8$

$P_{\text{потр}} = 8 \text{ кВт}$ , кратность пускового тока 6,  
 $\cos\phi = 0.8$



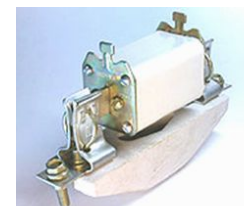
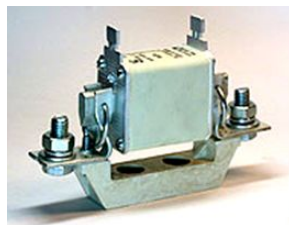
1. Рассчитать **номинальный** и **пусковой** ток ЭД
2. Рассчитать отключаемый **ток плавкой вставки**
3. **Выбрать** из таблиц наиболее подходящий предохранитель для защиты электродвигателя

Технические данные предохранителей ПР-2 на напряжение 380В

Технические данные предохранителей НПН и ПН на напряжение 380В

Тип предохранителя	Номинальный ток предохранителя, А	Номинальные токи плавких вставок, А
НПН2-60	63	8; 10; 16; 20; 25; 32; 40; 63
ПН2100	100	30; 40; 50; 60; 80; 100
ПН2250	250	80; 100; 120; 150; 200; 250
ПН2-400	400	200; 250; 300; 350; 400
ПН2-600	600	300; 400; 500; 600

Номинальный ток предохранителя, А	Номинальные токи плавких вставок, А
15	6, 10 и 15
60	15, 20, 25, 35, 45 и 60
100	60, 80 и 100
200	100, 125, 160 и 200
350	200, 225, 260, 300 и 350
600	350, 430, 500 и 600



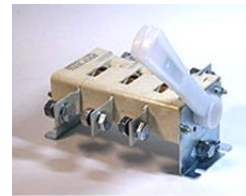
## Переключатели – ЭА ручного управления.

### Переключатели

**Тумблеры** –  
слаботочные ЭА

**Рубильники** – силовоточные ЭА  
для нечастой коммутации силовых  
электрических цепей

**Пакетные выключатели и переключатели** –  
многополюсные слаботочные ЭА для  
одновременной коммутации нескольких  
электрических цепей



Рубильник ВР-32  
трехполюсный



Рубильник  
серии QS5



Рубильник  
фирмы Hager



Пакетник ПВ



Пакетники серии ПП-53

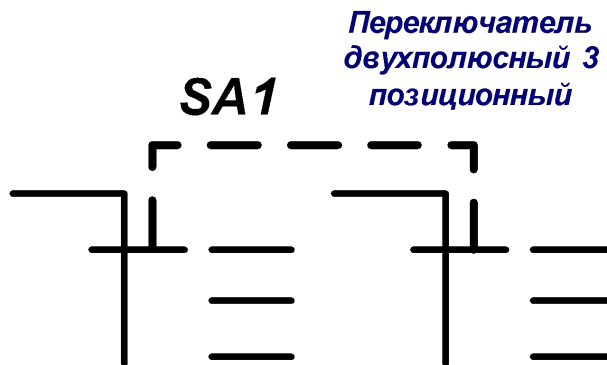
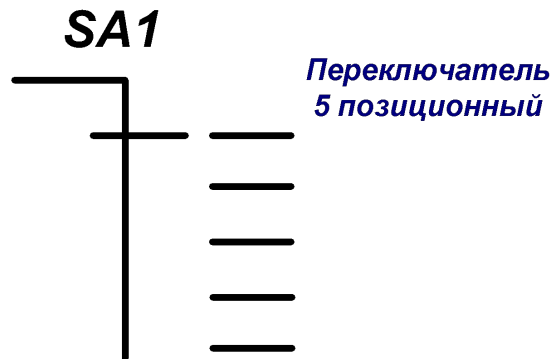


Пакетники серии  
ПВП-17

### Технические характеристики:

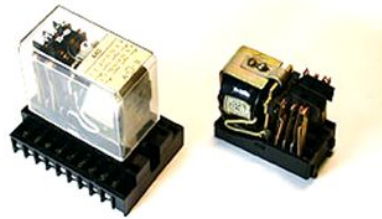
1. Номинальный ток и напряжение
2. Количество полюсов (1, 2, 3, 4... полюсные)
3. Количество позиций (1, 2, 3, 4... позиционные)

Изображение переключателей на схемах



# Реле – командоаппарат, предназначенный для дистанционной коммутации в слаботочных электрических цепях

Внешний реле

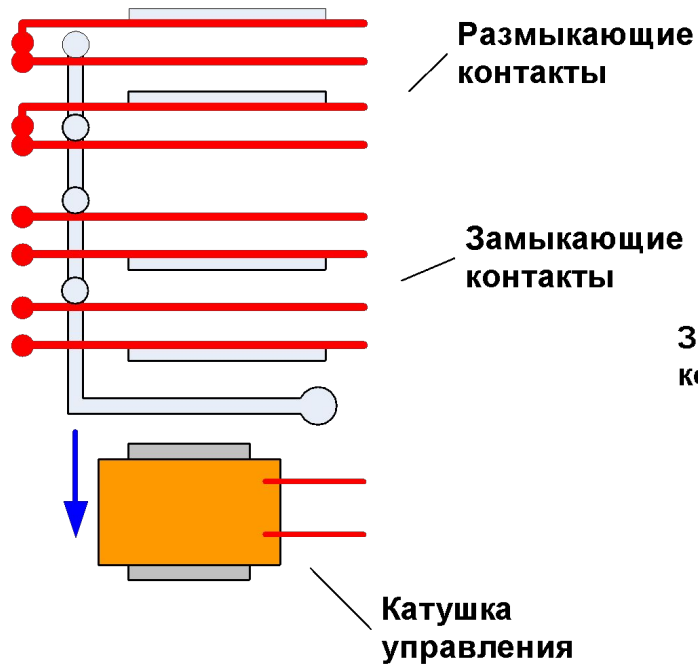


Реле промежуточное серии РПУ-2М

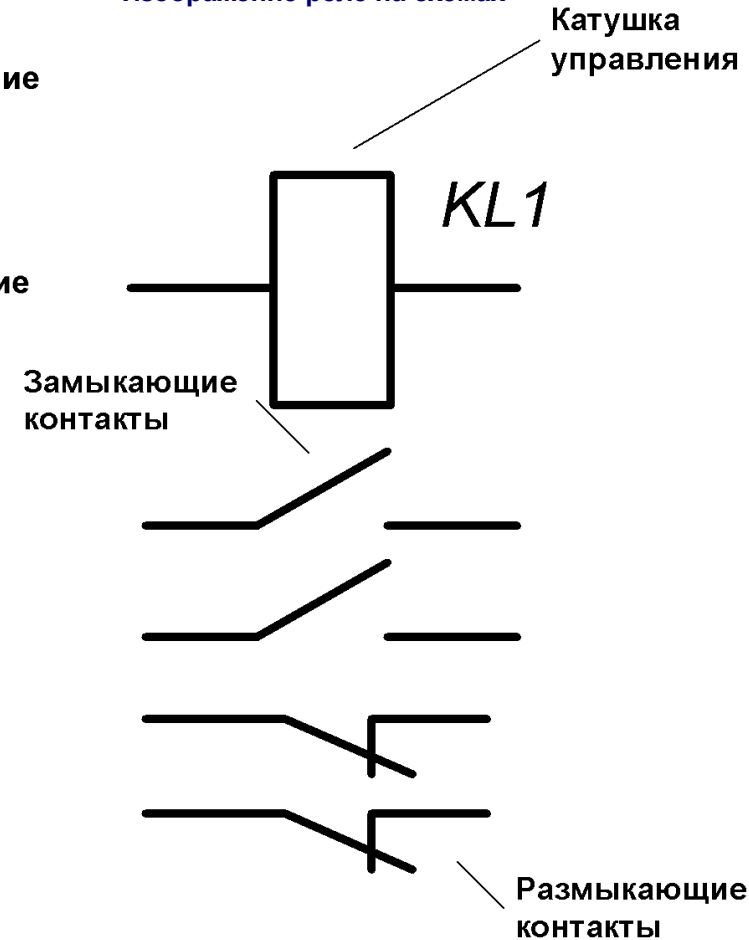


Реле промежуточное РПЛ

Устройство реле



Изображение реле на схемах



## Технические характеристики:

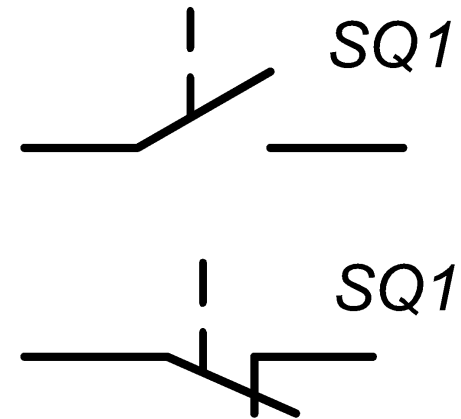
1. Номинальный ток и напряжение
2. Количество замыкающих и размыкающих контактов

# Путевые выключатели (путевики, концевики) – командоаппараты, предназначенные для коммутации электрических цепей перемещающимся механизмом

Внешний вид путевых переключателей



Путевые переключатели на схемах



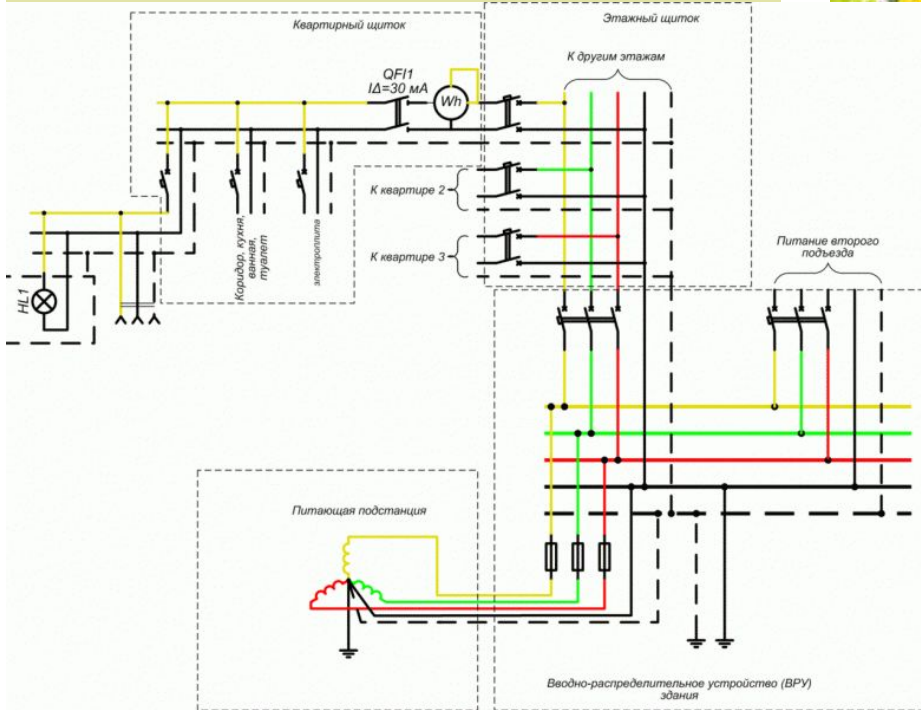
- Технические характеристики:**
1. Номинальный ток и напряжение
  2. Количество замыкающих и размыкающих контактов
  3. Исполнение воспринимающего элемента (рычаг и ролик, толкатель...)



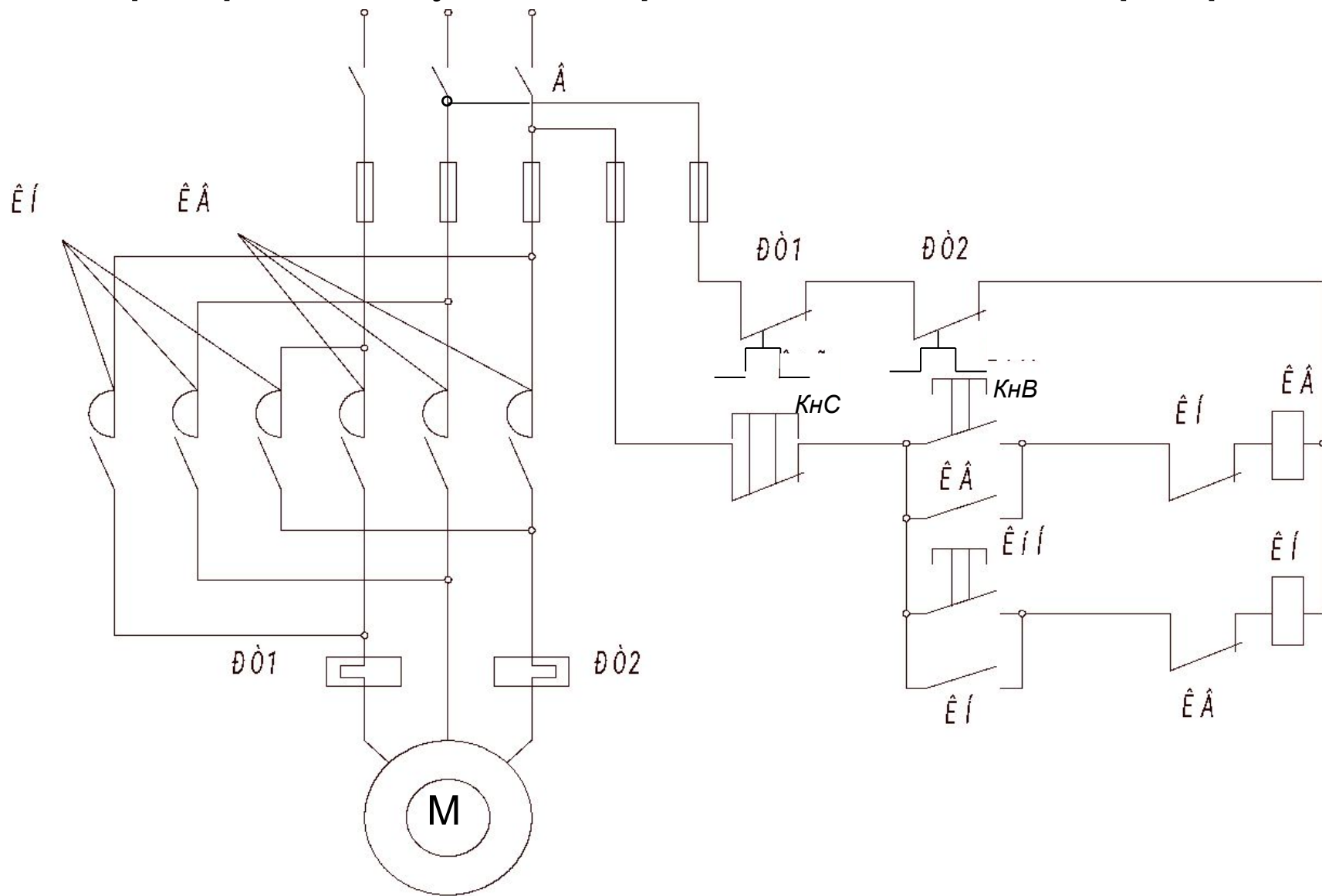
[http://www.paketnik.ru/production\\_elektroteh/vk200300/index.p](http://www.paketnik.ru/production_elektroteh/vk200300/index.p)

hp

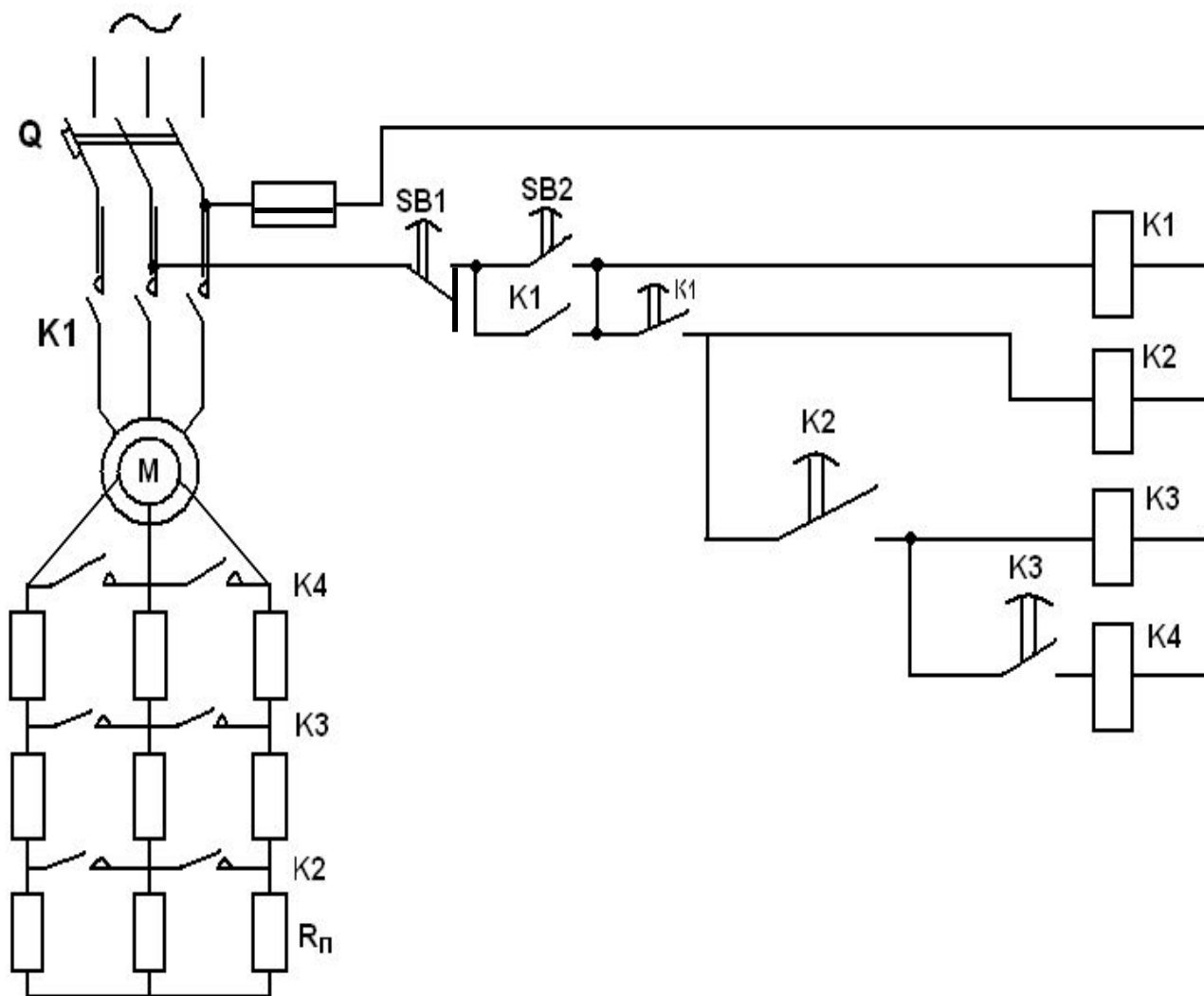




# Схема реверсивного пуска асинхронного двигателя с к.з. ротором



# Схема пуска асинхронного двигателя с фазным ротором





# Схема динамического торможения асинхронного двигателя

