

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Грачева Елена Ивановна

д-р техн. наук, доцент, профессор

Наумов Олег Витальевич

канд. техн. наук, доцент

ФГБОУ ВПО «Казанский государственный энергетический университет»

г. Казань, Республика Татарстан

ИССЛЕДОВАНИЯ СИЛОВЫХ ЦЕПЕЙ КОНТАКТНЫХ СИСТЕМ НИЗКОВОЛЬТНЫХ КОММУТАЦИОННЫХ АППАРАТОВ

***Аннотация:** в данной статье авторами на основании исследований конструктивных и технических особенностей низковольтных коммутационных аппаратов предложена методика их классификации. Полученные данные могут быть полезны при оценке надежности и технических параметров коммутационных аппаратов и цеховых низковольтных сетей в целом, позволяют прогнозировать изменения технического состояния электрооборудования электрических сетей, а также при составлении графиков планово-предупредительных ремонтов, осмотров и программ замены соответствующего электрооборудования.*

***Ключевые слова:** электрические аппараты, электроснабжение, модель, алгоритм, электросеть, напряжение, низковольтные аппараты.*

Ни одно производство, ни один завод, ни одно предприятие не могут работать без использования коммутационной аппаратуры. От качественной и надежной работы электрических аппаратов зависят и безопасность производства, эффективность функционирования систем внутрицехового электроснабжения, бесперебойность технологических процессов, качество производства, и работоспособность установок и механизмов. Применение

производственных систем без коммутационной аппаратуры в данном случае оказывается нецелесообразным, они становятся ненадежными.

Распределение электроэнергии в цеховых сетях между приемниками и управление работой источников энергии, линий электропередачи и приемников осуществляется посредством электрических аппаратов. Хотя электрические аппараты и не выполняют непосредственно рабочих функций агрегата, но, тем не менее, являются чрезвычайно важными и неотъемлемыми частями данного устройства, от которых в большой степени зависит правильная, точная и надежная работа исполнительской части устройства. Поэтому отделять электрический аппарат от всего устройства, представлять его как самостоятельную единицу можно только условно.

Многообразие аппаратов и выполняемых ими функций, совмещение в одном аппарате нескольких функций не позволяет строго классифицировать их по одному какому-то признаку. Классификация может быть проведена по целому ряду признаков: назначению, области применения, принципу действия, используемому в аппарате, роду тока, исполнению защиты от воздействия окружающей среды, конструктивным особенностям и др.

Исходя из назначений электрического аппарата, к нему предъявляются следующие основные требования:

- надежность, точность, стабильность и четкость в работе;
- достаточная термическая и электродинамическая стойкость;
- достаточный уровень изоляции частей, находящихся под напряжением;
- наименьшие габариты и масса, наименьшие расход энергии для своей работы и стоимость.

По своему назначению электрические аппараты можно подразделить на коммутационные, токоограничивающие, регулирующие и пускорегулирующие, измерительные, контролирующие и защиты.

По расположению в электрической схеме конкретной установки электрические аппараты делятся на аппараты: главной (силовой) цепи, цепи управления, вспомогательной цепи, сигнальной цепи.

Детали и узлы электрического аппарата, в свою очередь, в соответствии с их назначением можно подразделить на:

– активные, несущие, помимо механической, еще электрические или магнитные нагрузки, подразделяться на токоведущие (шины, провода, обмотки), в том числе контактные и токоведущие крепежные, магнитные, изоляционные, дугогасительные устройства, электрические сопротивления;

– конструктивные, несущие только механическую нагрузку (к ним относятся и крепежные детали), подразделяться на корпусные (основания, рамы, каркасы, оболочки и др.), детали механизмов, пружины, крепеж.

Приведенная классификация частей электрического аппарата является в какой-то степени условной, так как нередко одна и та же деталь выполняет несколько функций и может относиться одновременно как к нескольким подгруппам, так и к обеим группам.

По принципу действия различают электрические аппараты контактные и бесконтактные. Контактные аппараты имеют подвижные коммутирующие контакты и воздействуют на управляемую цепь замыканием или размыканием этих контактов. Бесконтактные аппараты не имеют коммутирующих контактов и воздействуют на управляемую цепь изменением электрических параметров (индуктивности, емкости, сопротивления).

Контактные аппараты могут быть автоматические (действуют от заданного режима работы цепи или машины) и неавтоматические – с помощью оператора дистанционно или непосредственно.

По результатам экспериментальных исследований предлагаются следующие электрические схемы и схемы замещения силовых цепей низковольтных коммутационных аппаратов (рис. 1–7).

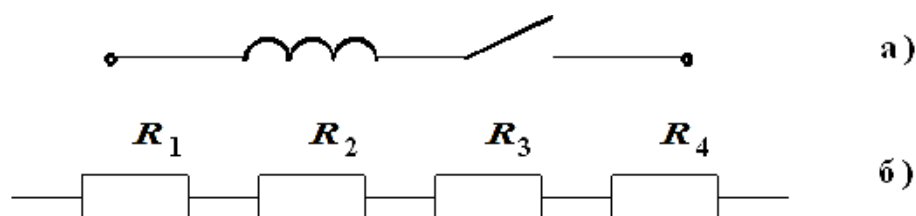


Рис. 1. Электрическая схема (а) и схема замещения (б) силовой цепи контактора с одним контактом и дугогашением:

$R_1=R_4$ – сопротивление болтовых присоединений контактора;

R_2 – сопротивление дугогасящей катушки; R_3 – сопротивление силовых контактов в замкнутом состоянии

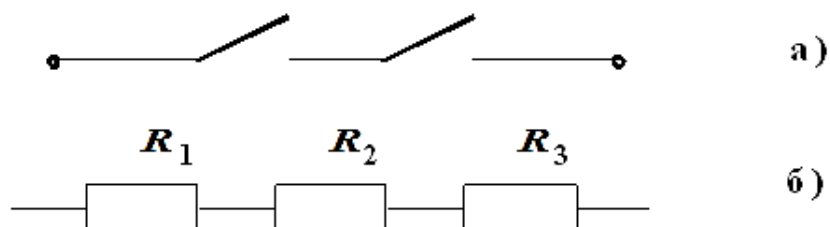


Рис. 2. Электрическая схема (а) и схема замещения (б) силовой цепи контактора с мостиковыми контактами:

$R_1=R_3$ – сопротивление болтовых присоединений; R_2 – сопротивление мостикового контакта в замкнутом состоянии

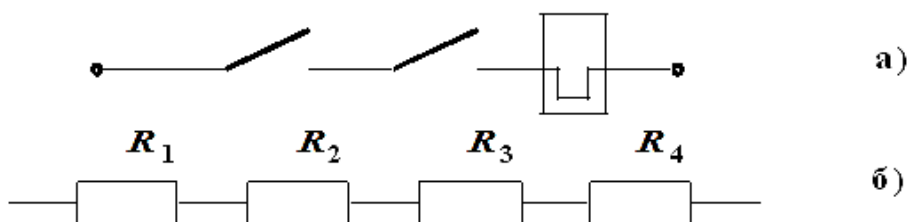


Рис. 3. Электрическая схема (а) и схема замещения (б) силовой цепи магнитного пускателя: $R_1=R_4$ – сопротивление болтовых присоединений; R_2 – сопротивление мостикового контакта в замкнутом состоянии; R_3 – сопротивление элемента теплового реле

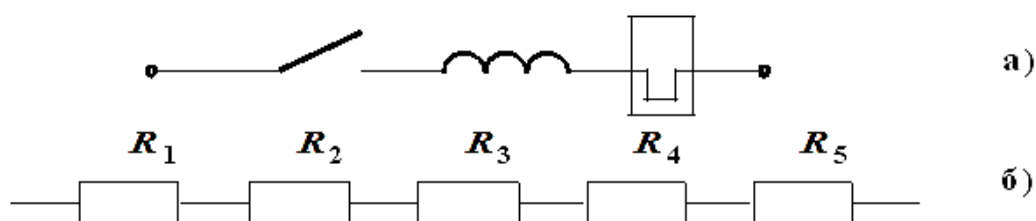


Рис. 4. Электрическая схема (а) и схема замещения (б) силовой цепи автоматического выключателя:

$R_1=R_5$ – сопротивление болтовых присоединений; R_2 – сопротивление силового контакта в замкнутом состоянии; R_3 – сопротивление отключающей катушки; R_4 – сопротивление элемента теплового реле

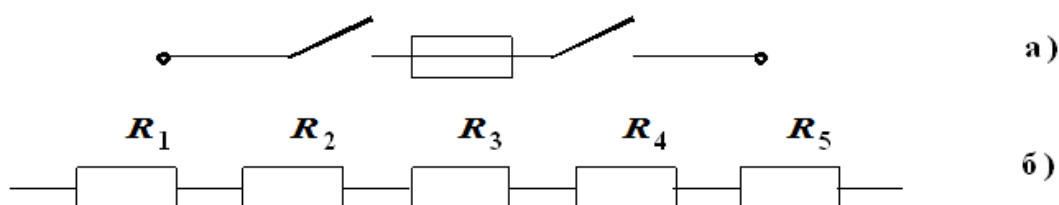


Рис. 5. Электрическая схема (а) и схема замещения (б) силовой цепи плавкого предохранителя: $R_1=R_5$ – сопротивление болтовых присоединений; $R_2=R_4$ – сопротивление между губками и ножами предохранителя; R_3 – сопротивление плавкой вставки с ее подсоединениями к ножам

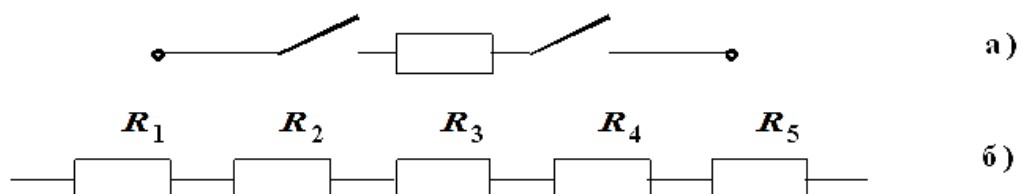


Рис. 6. Электрическая схема (а) и схема замещения (б) силовой цепи рубильника: $R_1=R_5$ – сопротивление болтовых присоединений; $R_2=R_4$ – сопротивление переходов между губками и ножом рубильника; R_3 – сопротивление ножа рубильника

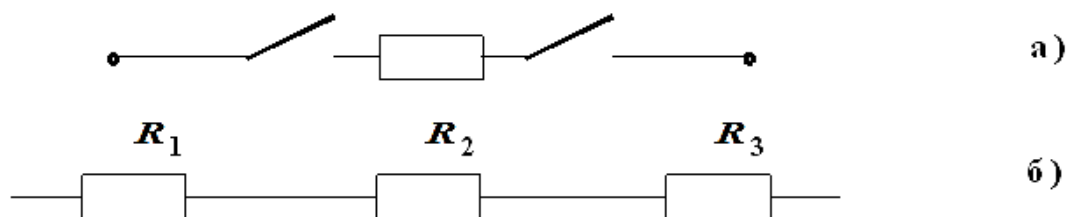


Рис. 7. Электрическая схема (а) и схема замещения (б) силовой цепи пакетного выключателя: $R_1=R_3$ – сопротивление болтовых присоединений; R_2 – сопротивление двух контактов и среднего ножа; R_3 – сопротивление ножа рубильника

Таким образом, исследования конструктивных и эксплуатационных особенностей низковольтных коммутационных аппаратов, применяемых в цеховых сетях промышленного электроснабжения, показали следующее:

1. По конструктивным особенностям аппараты можно разделить на три группы:

- аппараты, имеющие кроме силовых контактов в силовой цепи добавочные элементы (датчики тепловых реле, катушки максимальных реле) – такие, как автоматические выключатели, магнитные пускатели, контакторы;
- аппараты, имеющие относительно большое сопротивление силовой цепи – такие, как предохранители;
- аппараты, имеющие только переходное сопротивление контактов – рубильники, пакетные выключатели.

2. Сопротивления различных групп элементов силовой цепи аппаратов подчиняются общим для каждой группы закономерностям изменения, так, например, сопротивление болтовых присоединений подключения аппарата кабелем составляет незначительную долю в общем сопротивлении аппарата (от 2 до 12%); основное сопротивление аппарата составляют сопротивления следующих элементов:

- контактной группы;
- датчики теплового реле;
- катушки максимального реле.

Полученные данные могут быть полезны при оценке надежности и технических параметров коммутационных аппаратов и цеховых низковольтных сетей в целом, для совершенствования технологических принципов проектирования, производства и эксплуатации оборудования цеховых электрических сетей, позволяют прогнозировать изменения технического состояния электрооборудования электрических сетей, а также при составлении графиков планово-предупредительных ремонтов, осмотров и программ замены соответствующего электрооборудования.

Список литературы

1. Розанов Ю.К. Электрические и электронные аппараты: учебник для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1998. – 752 с.
2. Шевченко В.В., Грачева Е.И. Определение сопротивления контактных соединений низковольтных коммутационных аппаратов // Промышленная энергетика. – 2002. – №1. – С. 42–43.