

Автоматические переключатели – основа гарантированного электроснабжения

“ДП Энергосистемы-Луджер”

Автоматическое включение резерва (АВР) является фундаментом систем гарантированного электроснабжения, основная задача которых - переключение нагрузки между альтернативными источниками электроэнергии.

В настоящее время устройства автоматического включения резерва (АВР) широко применяются в системах электроснабжения городов и промышленных предприятий на подстанциях распределительных сетей, имеющих два и более источников питания, но работающих по схеме одностороннего питания.

Одним из важнейших компонентов технической инфраструктуры любого сооружения является система электроснабжения. Исчезновение электропитания, даже относительно кратковременное, в условиях современной жизни в большинстве случаев является очень нежелательным явлением, а порой и недопустимым. Не так уж легко сейчас найти потребителей, для которых отключение электроснабжения воспринималось бы как нечто несущественное и не влекущее за собой никаких отрицательных последствий. Для устранения подобных явлений служат системы гарантированного электроснабжения.

Гарантированное электроснабжение (система гарантированного электроснабжения, СГЭ) - совокупность организационно-технических мероприятий, позволяющих в случаях отключения основных источников внешнего энергоснабжения осуществлять электроснабжение на-

грузки за счет работы аварийных (резервных) источников внешнего электроснабжения или генераторов на неопределенно долгое время, ограничивающееся только запасами топлива.

Конечно, надежность любой системы - величина комплексная, означающая, прежде всего, возможность продолжения работы системы в целом даже при возникновении неисправностей (отказов) ее элементов. Достижение требуемых показателей надежности обеспечивается применением соответствующих технических средств, организационными мероприятиями и оперативными действиями обслуживающего персонала. Самый эффективный способ повышения надежности – резервирование, когда основной источник электропитания дублируется резервным. Однако безопасное резервирование такого важного компонента, как устройства АВР, с точки зрения

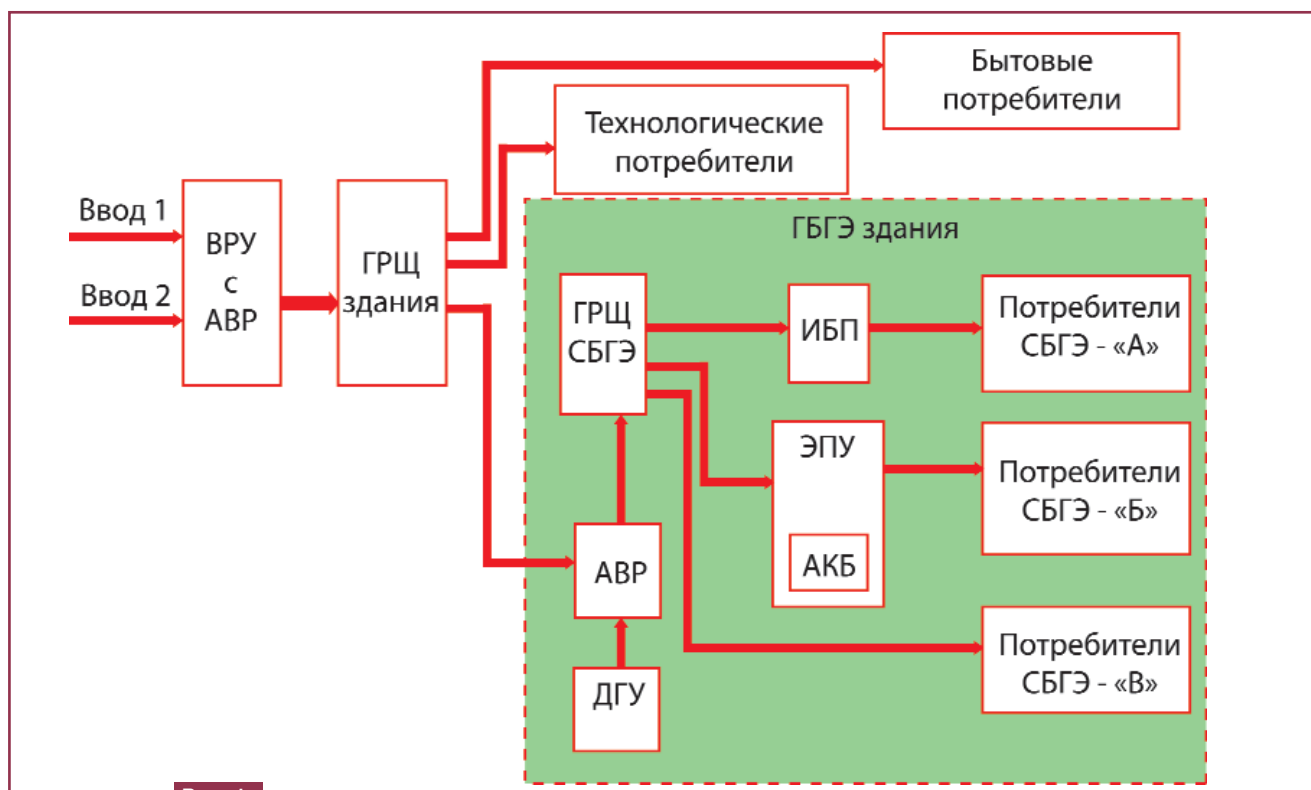


Рис. 1

реальной эксплуатации весьма затруднительно, так как их рекомендуется применять там, где возможно упрощение релейной защиты, снижение токов КЗ и удешевление аппаратуры за счет замены кольцевых сетей радиально-секционированными и т. п. На рис. 1 представлена обобщенная функциональная схема системы гарантированного электроснабжения, включающая систему бесперебойного гарантированного электроснабжения (СБГЭ).

Так, например, отказ устройства АВР СБГЭ приводит к тому, что при исчезновении основной питающей электросети даже удачно и вовремя запущенная электростанция помочь уже ничем не может. Для особо критичных нагрузок ситуацию исправят источники бесперебойного питания (ИБП), но обычно на весьма непродолжительное время, и даже самые ответственные потребители в итоге окажутся обесточенными. А происходят такие ситуации чаще всего, почему-то, в самый неподходящий момент, когда их никто не ждет... Иными словами, ничем не примечательное, на первый взгляд, устройство АВР является очень важным звеном системы гарантированного электроснабжения и требует к себе самого серьезно отношения.

При проектировании систем гарантированного электроснабжения, предназначенных для обеспечения бесперебойной работы первой категории электроприемников и особой группы электроприемников первой категории надежности возникает задача выбора типа устройства автоматического включения резерва.

Рассмотрим *основные требования, предъявляемые к устройствам АВР* при построении СБГЭ.

1. Как известно, согласно гл. 1.2 ПУЭ, *электроприемники первой категории надежности* должны обеспечиваться электроэнергией от *двух независимых взаимно резервирующих источников питания*, а для электроснабжения *особой группы электроприемников первой категории* должно предусматриваться дополнительное питание от *третьего независимого источника*.

В обоих случаях в качестве одного из резервирующих источников питания может использоваться автоматизированная *дизель-электростанция (ДЭС)*, что необходимо учитывать при выборе конкретной схемы АВР. При использовании в качестве резервного источника *дизель-электростанции* схема АВР должна содержать необходимые элементы для управления ее работой (автоматический пуск и останов ДЭС, возможность регулировки различных временных параметров, в том числе задержки обратного переключения на сеть, времени работы ДЭС на холостом ходу для охлаждения и т. п.).

2. При использовании АВР должны быть приняты меры, исключающие возможность замыкания между собой двух независимых источников питания друг на друга, причем в дополнение к требованиям ПУЭ службы энергонадзора требуют, как правило, наличия не только электрической, но и *механической блокировки коммутирующих элементов*.

3. *Максимальное время переключения резерва* зависит от характеристик потребителей электроэнергии, но при на-

личии в системе источников бесперебойного питания (ИБП) оно не имеет определяющего значения. Для исключения ложных срабатываний при переключениях АВР на стороне высокого напряжения должна быть предусмотрена возможность регулировки задержки переключения при неисправностях одной из сетей.

4. Важное значение имеет наличие *регулировки порогов срабатывания АВР* в диапазоне контролируемого напряжения для каждого ввода. Так, например, в случае подключения ИБП к выходу АВР согласование между собой диапазонов входных напряжений обоих устройств позволяет обеспечить своевременное переключение на резервную сеть при отклонении напряжений основной питающей сети от установленных в блоке управления АВР значений и тем самым исключить длительную работу ИБП от аккумуляторов при исправной резервной сети.

5. Согласно п.п. 3.3.31 ПУЭ, устройство АВР, как правило, должно обеспечивать возможность его работы при исчезновении напряжения на шинах питаемого элемента, вызванного любой причиной, в том числе коротким замыканием (КЗ) на этих шинах. *Данный пункт определяет перегрузочную способность силовой переключающей части АВР, то есть переключения даже в условиях КЗ в нагрузке не должны приводить к повреждениям АВР.*

6. Желательно наличие *индикации* состояния источников питания и подключения нагрузки, а также возможности ручного управления АВР.

7. В зависимости от типа нагрузок, подключенных к АВР, в ряде случаев предъявляются *требования по синхронизации работы источников* в момент переключения (лифты, кондиционеры, синхронные двигатели и т. д.). Имеется в виду не только контроль правильности чередования фаз, но и *контроль синфазности*, то есть нахождение фазового сдвига между одноименными фазами основного и резервного источников в пределах заданного допуска в момент переключения нагрузки. Использование синфазного переключения позволяет существенно снизить броски тока в момент переключения, обеспечить бесперебойность функционирования технологических процессов. На рис. 3 показан принцип синфазного переключения. Команда на переключение подается в момент синхронизации (вхождении в зону синхронизма), угол которой задается контроллером. Данная функция востребована при использовании в качестве резервного автономного источника, чаще всего ДЭС.

Из вышесказанного можно сделать вывод о том, что полноценное выполнение указанных требований, а главное – обеспечение высокой степени надежности АВР, требует очень серьезной проработки каждого компонента АВР. Надежность устройства в целом определяется надежностью его отдельных составляющих, а также их взаимодействием при различных условиях эксплуатации. Оптимальным решением в данной ситуации стало бы создание законченного устройства под конкретные задачи, оптимизированного именно под них и выполняющего их максимально стабильно, эффективно и функционально.

Наиболее массовым и востребованным является при-

ОБОРУДОВАНИЕ И АППАРАТУРА

менение АВР для сетей напряжением 230/400 В. Естественно, спрос рождает предложение, и количество всевозможных схемных решений для обеспечения функций автоматического включения резерва сосчитать невозможно. В подавляющем большинстве они очень далеки от совершенства и собираются из компонентов, каждый из которых имеет иное предназначение. Причина этого кроется в отсутствии в действующих ПУЭ такого понятия, как *автоматический переключатель*.

Автоматический переключатель – это законченное изделие, включающее в себя все компоненты АВР: механическую коммутационную часть, многофункциональный блок управления, а также модуль индикации и управления. Основным назначением автоматических переключателей является коммутирование нагрузки между основным и резервным источниками питания в соответствии с заданными условиями переключения (в отечественной электротехнике такие функции определяются как «автоматическое включение резерва», то есть АВР).

Именно автоматический переключатель и является недостающим компонентом, долгое время отсутствовавшим в нашей энергетике, который отвечает всем требованиям, предъявляемым к АВР, и появился он не вче-

ра. Еще в 1920 г. развивающаяся промышленность настойчиво требовала появления подобных устройств, и американская компания ASCO (Automatic Switch Company) изобрела и запатентовала электромеханический автомат включения резерва (АВР) «коромысельного» типа с односоленоидным устройством управления и механическим удержанием замкнутых контактов. Именно это изобретение сегодня служит основой для производства самых совершенных автоматических переключателей. На рис. 2 показана упрощенная конструкция такого переключающего механизма. Принципы, заложенные в эту конструкцию, оказались столь удачными, что практически без изменений дошли до наших дней и используются разными компаниями для изготовления АВР и подобных им устройств.

Отметим также, что еще относительно недавно (до 1996 г.) существовал запрет на поставку автоматических переключателей в союстраны. Очевидно, важность этого оборудования, его стратегическое назначение оценивались очень высоко. Сегодня запрет на передачу этих технологий снят, и каждый желающий может воспользоваться теми возможностями, которые предоставляют высокотехнологичные устройства АВР.

Высокая ответственность устройств АВР не вызывает сомнений, а значит, и автоматические переключатели, разработанные для выполнения функций автоматического включения резерва, должны отвечать самым жестким требованиям как к силовой коммутационной (переключающей) части, так и к управляющей электронике.

Максимально надежным может быть только то устройство, которое специально разрабатывается для выполнения заданных функций, всесторонне тестируется и сертифицируется по установленным для данного типа устройств критериям.

Автоматические переключатели представляют собой *единый электромеханический аппарат*, сертифицированный Международным электротехническим комитетом (МЭК) как *переключа-*

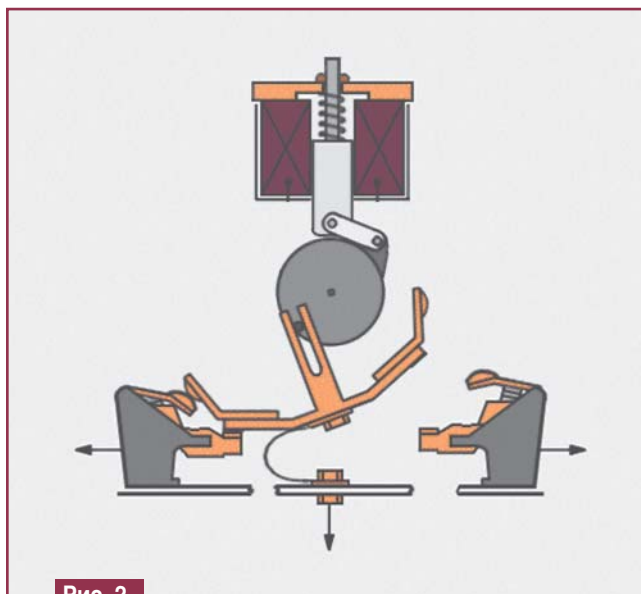


Рис. 2

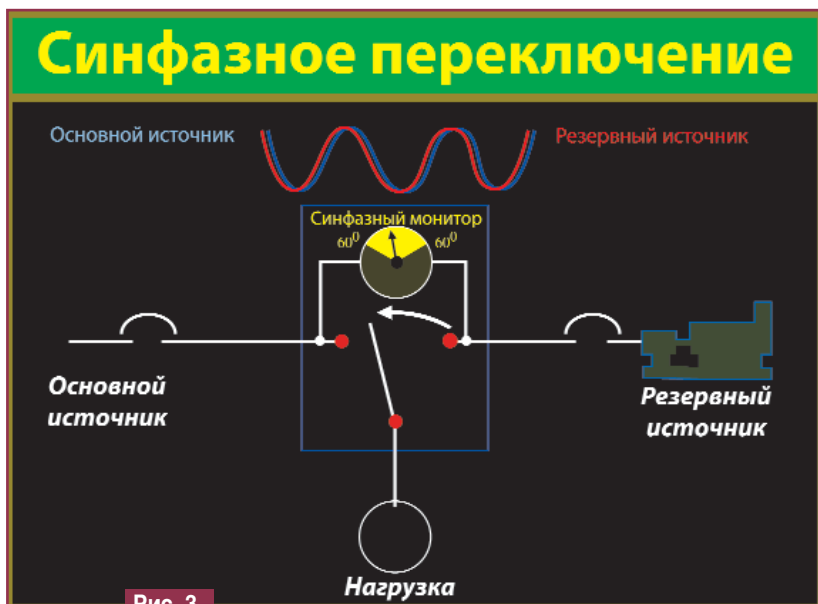


Рис. 3

ющее устройство (IEC 60947-6-1). К автоматическим переключателям стандартом UL 1008 предъявляются наиболее жесткие требования.

Underwriters Laboratories (UL) - Лаборатория стандартов безопасности, независимая некоммерческая организация, занимающаяся испытанием изделий на безопасность и сертификацией выпускаемой продукции. Уже более 100 лет, начиная с 1894 г., UL занимается тестированием изделий и материалов. На сегодняшний момент UL оказывает свои услуги предприятиям, работающим в различных отраслях промышленности, будь то электроэнергетика, информационные технологии или область менеджмента качества. Ежегодно лаборатория UL проверяет более чем 18 000 типов изделий на соответствие требованиям безопасности. UL имеет развитую инфраструктуру с большим штатом сотрудников и представительствами в различных странах.

Для обеспечения должного уровня надежности АВР должны быть сертифицированы и включены в перечень оборудования, соответствующего требованиям стандартов UL 1008, IEC 60947-6-1, как «переключающее оборудование». И только в таком случае можно говорить о том, что фундамент системы гарантированного электроснабжения, действительно сделан добротно и способен обеспечить должную поддержку всех «надстроек».

Автоматические переключатели проходят также проверку на соответствие следующим стандартам:

- ✓ **EEE472(ANSI C37/90A):** стойкость к воздействию кольцевых волн;
- ✓ **NEMA ICS1-109.21:** испытания на старение при импульсных выбросах тока;
- ✓ **ENC55011-1991-класс А:** защита от наводок и излучений;
- ✓ **IEC801-2-1991(EN61000-4-2):** устойчивость к электростатическому разряду, прямой контакт и разряд в воздухе;
- ✓ **EC801-3-1984(ENV50140):** устойчивость к электромагнитным полям,
- ✓ **IEC-801-4-1988(EN61000-4-4):** устойчивость к переходным процессам,
- ✓ **ENV50142(EN61000-4-5):** устойчивость к выбросам,
- ✓ **ENV50141 HF:** устойчивость к наведенным помехам,
- ✓ **EN61000-4-11:** устойчивость к провалам напряжения и перебоям в питании,
- ✓ **Mil Std.461 , класс 3С, Группа 1, Тест UM05:** наведенные и излученные электромагнитные помехи.

Расчетный срок службы автоматических переключателей, соответ-

ствующих данным стандартам, – 40 лет.

По своим характеристикам современные автоматические переключатели в полной мере удовлетворяют сегодняшним требованиям к АВР и во многом превосходят несколько устаревшие требования ПУЭ.

Функциональные возможности, заложенные в микропроцессорные блоки управления автоматических переключателей, весьма обширны и позволяют использовать их для самых разнообразных целей. Разумеется, одинаково хорошо поддерживается работа автоматических переключателей в таких конфигурациях, как «сеть – сеть», «сеть – ДЭС». При работе с ДЭС обеспечивается автоматический пуск и останов, возможность задания различных временных параметров, в том числе задержки обратного переключения на сеть, времени работы ДЭС на холостом ходу для охлаждения и т. п.

Рассмотрим некоторые преимущества автоматических переключателей, являющихся комплектными устройствами АВР:

1. **Надежность**, - как уже говорилось, это комплексная величина, и ниже рассматриваются лишь некоторые ее составляющие:

- **Конструкция перекидного типа** в любых ситуациях исключает механическую возможность подключения двух источников электропитания для параллельной работы. Имеется только два устойчивых положения, в каждом из которых нагрузка подключена к основному или резервному источникам. Это важный момент, так как он гарантирует, что нагрузка не окажется обесточенной в случае возникновения аварийной ситуации, например при отказе привода, блока управления, ложного срабатывания и т. п. Третье положение АВР, когда нагрузка может находиться в отключенном состоянии при наличии питания на источниках, является существенным недостатком, снижающим надежность столь ответственного компонента СГЭ. Если при этом требуется обесточить нагрузку, то должны применяться предназначенные для этого электрические аппараты, но уж никак не АВР. Реальная практика эксплуатации различных схем АВР многократно подтвердила эту аксиому.

- **Нагрузка не может быть подключена к неработающему источнику.** Пита-

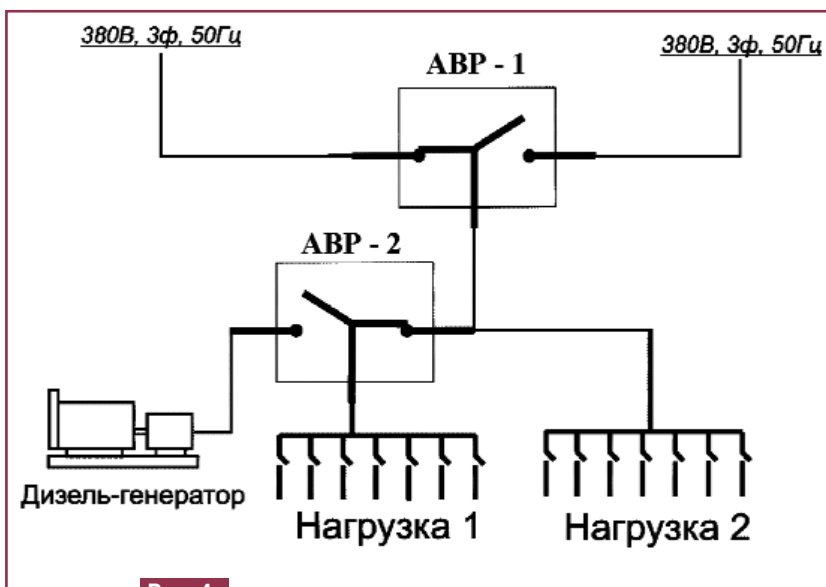


Рис. 4

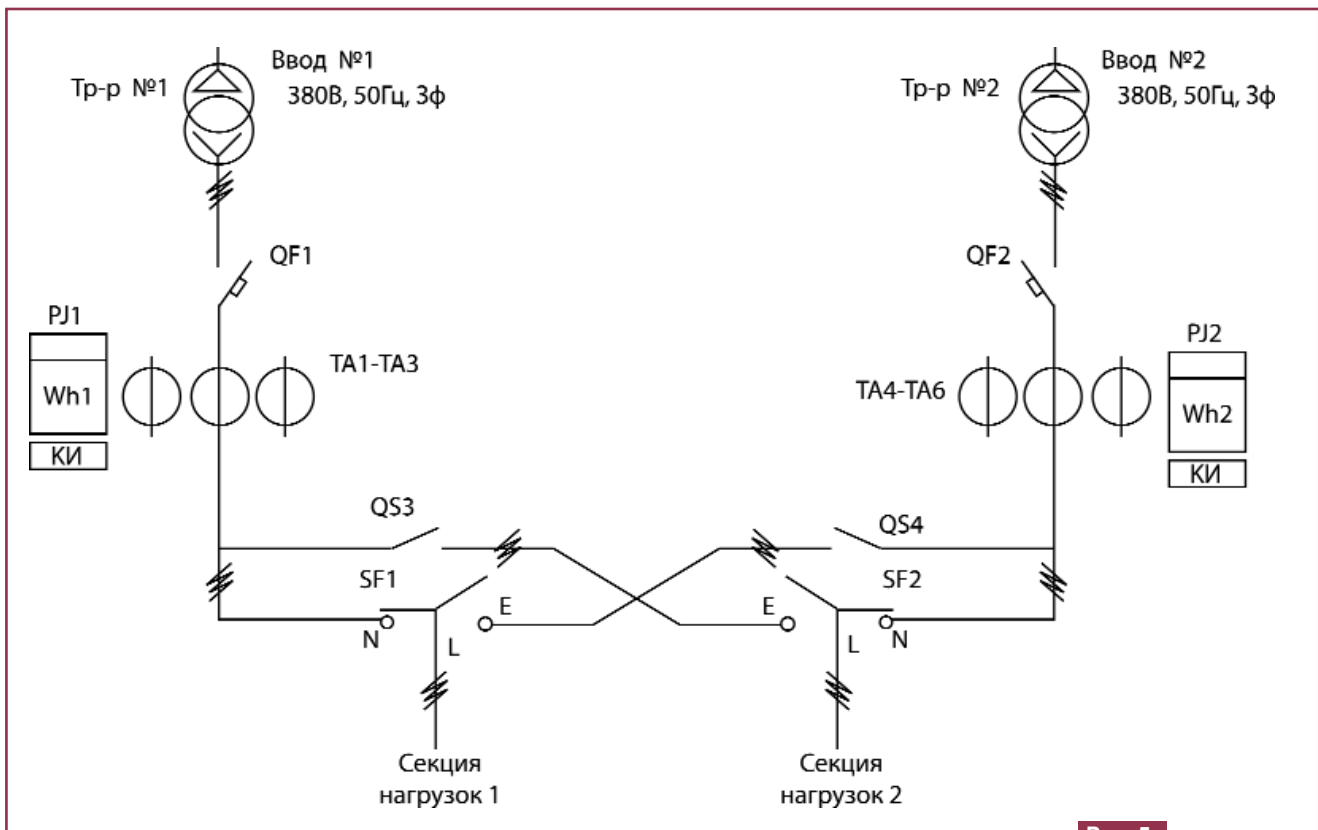


Рис. 5

ние на управляющий соленоид подается только от работающего источника, на который производится переключение.

- **Отсутствие перегрева силовых контактов** за счет их сегментирования, низкого электрического сопротивления контактной пары (сплав платины, золота, серебра), дополнительного сжатия контактов в случае нагрева при увеличении протекающего тока.

- **Защита главных контактов.** Электрическая дуга выносится за пределы главных силовых контактов на дугогасительные контакты, что обеспечивает их защиту от повреждения электрической дугой, повышает надежность работы и эксплуатационный ресурс.

- **Подавление электрической дуги:** применяется специальный конструктив для гашения дуги на основе маг-

нитного поля, образованного самой дугой.

- **Самоочищающиеся контакты.** Траектория движения силовой контактной группы такова, что в момент их соприкосновения происходит поступательное движение, притирающее контактную пару друг к другу.

- **Высокая электродинамическая стойкость** к перегрузкам и токам КЗ. Ток динамической устойчивости для автоматических переключателей с номинальным током выше 70 А, сертифицированных по UL 1008, составляет 200 кА, то есть протекание тока такого номинала в течение времени, достаточного для срабатывания защиты (плавкой вставки), не приведет к потере работоспособности переключателя. Даже если произойдет локальное сваривание контактных пар, то конструктивное исполнение переключателя таково, что в первоначальный мо-

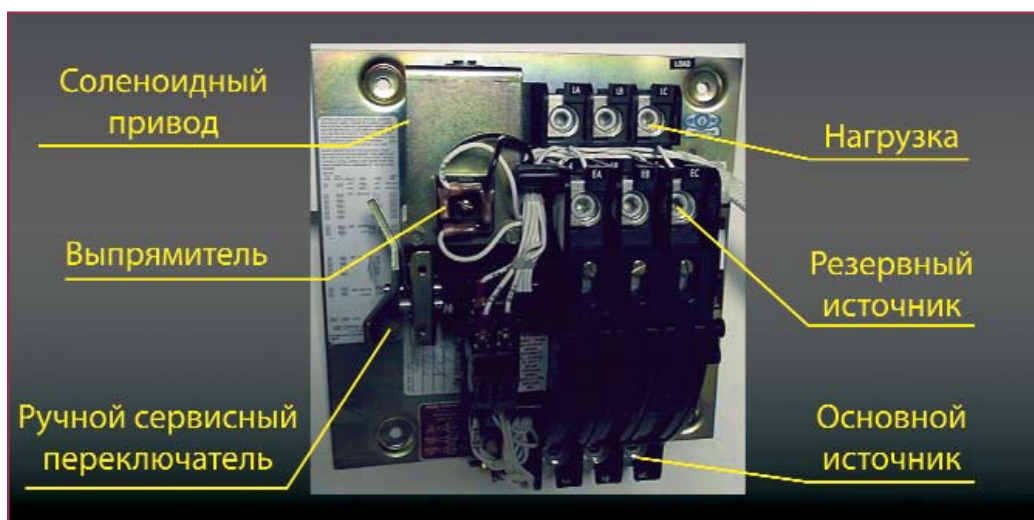


Рис. 6

мент размыкания прилагаемое усилие способно разорвать такое соединение. Достигается такое усилие особой траекторией движения контактных пар в момент замыкания и размыкания, где используется известный принцип рычага Архимеда, который реализуется за счет специального плавающего крепления неподвижных групп силовых контактов.

- *Устойчивость к перенапряжениям, провалам напряжений, броскам токов в сети.* Перечисленные факторы не приводят к ухудшению замыкания силовых контактов, то есть обеспечивается устойчивое механическое удержание их в замкнутом состоянии.

- *Возможность переключения нагрузки в момент фазовой синхронизации основного и аварийного источников питания.* Данная функция предназначена для мягкого переключения нагрузки при работе переключателя с источниками (ДЭС-сеть).

2. *Энергосбережение.* Переключатели используют энергосберегающую технологию: односоленоидный управляющий механизм работает импульсно (0,02 с), в статическом режиме катушка соленоида обесточена.

3. *Доступность для техобслуживания:*

- модульная конструкция, простота и гибкость монтажа;
- простой, свободный доступ для инспекции состояния контактов;

- возможность ручной коммутации нагрузки с помощью рычага при обслуживании и регулировках.

4. *Удобство в управлении:*

- Наличие встроенного микропроцессора позволяет программно устанавливать диапазон контроля напряжения и частоты, временные задержки переключения и подключать модем для управления автоматическим переключателем с компьютера.

- Световая индикация состояния переключателя на передней панели.

5. *Преимущества при эксплуатации:* во время работы отсутствует вибрация магнитопровода, перегрев и старение обмотки соленоида.

6. *Монтаж.* Автоматический переключатель укомплектован зажимами, изготовленными из специального сплава серебра, позволяющими использовать для подключения как алюминиевые, так и медные силовые кабели.

Удачно разработанный конструктив автоматических переключателей, жесткие требования к ним в совокупности с современными технологиями позволили максимально приблизить данный тип оборудования к тому идеалу АВР, о котором мечтало не одно поколение энергетиков. Автоматические переключатели выпускаются на токи от 30 до 4000 А. На рис. 4 показан упрощенный вариант схемы СГЭ на базе автоматических переключате-

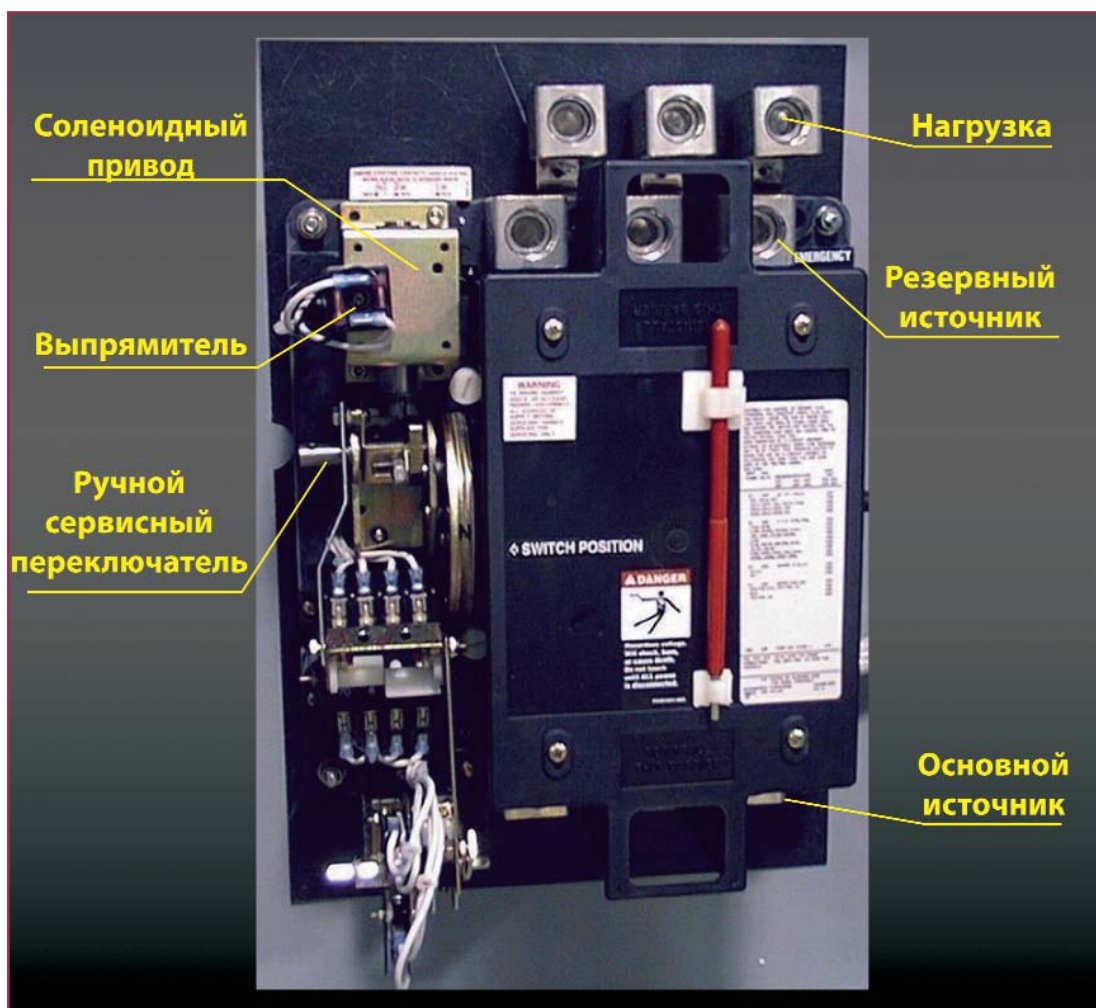


Рис. 7

МОНТАЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

лей, на *рис. 5* - пример типового схемного решения с использованием автоматических переключателей для двухсекционной нагрузки. Данная схема также широко применяется при реконструкции устаревших схем автоматического включения резерва на вводных автоматах с межсекционным выключателем. Как видно из *рис. 5*, для каждой секции нагрузок устанавливается свой автоматический



Рис. 8

переключатель (SF1, SF2). Номинальный ток автоматического переключателя определяется только током подключенной к нему секции нагрузок, и он обычно вдвое меньше тока установки защиты вводных автоматических выключателей (QF1, QF2). В нормальном режиме работы каждая секция нагрузок подключена к разным вводам, что позволяет снизить нагрузку на источники, повысив общий КПД. Нарушение электропитания на одном из вводов приведет к переключению того АВР, для которого этот ввод является основным, при этом обе секции нагрузок будут подключены к оставшемуся источнику.

В настоящее время на многих объектах требуется замена или реконструкция схемы АВР с межсекционным выключателем. Применение автоматических переключателей в большинстве таких случаев позволяет без глобальных реконструкций, с минимальными затратами произвести модернизацию ныне действующей схемы АВР, разместив переключатели в существующих шкафах на месте удаленных компонентов старой схемы АВР (межсекционный выключатель, автоматика управления). На *рис. 6* и *рис. 7* показана конструкция силовой (коммутационной) части автоматических переключателей наиболее часто используемых номиналов. На *рис. 8* – внешний вид автоматического переключателя на 1600 А.

Таким образом, использование автоматических переключателей в системах гарантированного электроснабжения позволяет поднять надежность работы АВР на качественно новый уровень, соответствующий реалиям современной жизни.



Енергосистеми-Суджер

- Автоматичні перемикачі ASCO
- Швидкодіючий АВР
- ВРП на базі обладнання ASCO
- Джерела безперебійного живлення
- Дизель-генератори
- Прецизійні кондиціонери
- Системи моніторингу та управління
- Подавлювачі викидів напруги Pulsar

Проектування, виробництво,
поставка, монтаж, гарантія, сервіс



**ЯКІСТЬ
МАЄ
ЗНАЧЕННЯ**



Україна, 04112 м. Київ,
вул. Дорогожицька 11/8,
тел. (044) 453 2704, 205 4916, 205 4917
факс (044) 440 2094
E-mail: Office@esl.kiev.ua

Web site: <http://www.esl.kiev.ua>