

"Я электрик!"

ЭЛЕКТРОННЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ



Редактор журнала: Повный Андрей

Сайт журнала «Я электрик!»: www.electrolibrary.info

e-mail: electroby@mail.ru

Выпуск №8

Ноябрь-декабрь 2007 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|--|----|
| Аккумуляторы | 3 |
| Защита от перенапряжений | 7 |
| Модульная система заземления. Система заземления Galmar | 10 |
| Защита от аварийных режимов, связанных с обрывом «нуля» (нулевых питающих проводов) в 3-фазной распределенной сети 220/380 В | 14 |
| Действующие значения напряжения и тока. Возможно ли их измерить методами аналоговой техники? | 15 |
| Понятие «Автоматический выключатель» | 20 |
| Освещение взрывоопасных и пожароопасных помещений | 25 |
| Энергосбережение в освещении | 34 |
| Состояние и перспективы развития асинхронных электродвигателей | 42 |
| Перевод полиграфического оборудования на асинхронный привод | 44 |
| Почему дешевые частотные преобразователи иногда обходятся так дорого | 47 |
| Электрикам об электрике: первая научная картина мира | 50 |
| Пускатели электромагнитные. Общий обзор | 64 |

ПРИМЕЧАНИЕ:

1. Вы имеете право распространять электронный журнал «Я электрик!» совершенно бесплатно!
2. Вы не имеете права продавать выпуски бесплатного электронного журнала «Я электрик!»
3. Вы не имеете право вносить никаких изменений или дополнений в бесплатный электронный журнал «Я электрик!»

Аккумуляторы

Предисловие: эта статья продолжает серию материалов, имеющих целью дать подробное описание элементной базы современных систем электроснабжения.

Аккумулятор является электрохимической системой, в которой реализуются функции накопителя электрической энергии. Они применяются в тех случаях, когда согласно условиям работы оборудования необходимо обеспечение автономного режима работы.

В процессе зарядки электрическая энергия преобразуется в химическую, и система находится столь долго в равновесии, пока между электродами протекает пренебрежимо малый ток. При подключении контактов к потребителю электрической энергии (элементу с конечным электрическим сопротивлением) происходит обратный процесс: химическая энергия преобразуется в электрическую - при этом часть этой энергии превращается в тепло.

Мерой заряда, который аккумулятор может накопить в процессе зарядки, является емкость (это понятие следует отличать от электрической емкости конденсаторов), которая измеряется в ампер-часах. Полезный, отдаваемый аккумулятором заряд зависит от тока разрядки и первоначальной степени заряда. Различают следующие режимы разрядки:

- при постоянном токе
- при постоянной мощности
- на постоянном сопротивлении

В зависимости от типа разрядки аккумулятор проявляет различную емкость. Для всех разновидностей можно выделить закономерность уменьшения емкости с увеличением тока разрядки. Причиной тому является повышение потерь на внутреннем сопротивлении с одной стороны и с другой - тот факт, что химические реакции внутри аккумулятора протекают с ограниченной скоростью.

Отношение суммарной электрической энергии, выделившейся при разрядке аккумулятора, к затраченной на зарядку однозначно характеризует его коэффициент полезного действия. В зависимости от вида аккумулятора применяются различные способы зарядки.

При этом выделяют следующие способы зарядки:

- зарядка при постоянном токе. Чтобы избежать перезарядки, должен быть предусмотрен соответствующий способ отключения: в простейшем случае используется таймер с фиксированной уставкой времени. Ток зарядки устанавливается на уровне $C/10$. При этом значение времени определяется произведением отношения емкости аккумулятора к току зарядки и поправочного коэффициента K . Этот способ зарядки, характеризующийся простотой реализации, но отличающийся относительно большой длительностью, долгое время применялся как основной, но сегодня уже не так распространен.
- дельта- U : современные регуляторы процесса зарядки в качестве фактической контролируемой величины используют напряжение на аккумуляторе. Ток при этом должен оставаться постоянным. В процессе пополнения заряда растет дифференциальное сопротивление; при достижении полного уровня энергия более не может накапливаться - вследствие этого дифференциальное сопротивление начинает уменьшаться. Напряжение зарядки при этом достигает максимума и начинает уменьшаться. Наиболее выражен пик описываемой кривой в никель-кадмиевых аккумуляторах. В никель-металл-гидридных аккумуляторах максимум напряжения наблюдается только при достаточно высоких токах зарядки. При этом возможными критериями для окончания зарядки могут быть следующие:
 - уменьшение напряжения зарядки после достижения его максимума;

- достижение максимума напряжения зарядки. Регулятор при этом рассчитывает первую производную кривой напряжения;
- изменение знака второй производной напряжения.

Первые два способа характеризуются незначительным перезарядом, а поэтому могут применяться только в никель-кадмиевых аккумуляторах, поскольку они менее чувствительно реагируют на перезаряд в сравнении с никель-металл-гидридными. Подобный метод позволяет реализовать достаточно быструю зарядку - она благотворно влияет на длительность жизни никель-кадмиевых и никель-металл-гидридных аккумуляторов;

- импульсный способ. Этот способ можно считать частным случаем зарядки при постоянном токе - так как процесс происходит посредством импульсов постоянного тока. При этом можно выделить следующие преимущества:
 - напряжение зарядки может быть измерено в безтоковую паузу, посредством чего можно избежать ошибки результатов измерения;
 - изменением периода и скважности импульсов (соотношение длительности импульса и безтоковой паузы) можно реализовать различные фазы зарядки, при этом не изменяя абсолютного значения тока.
- Зарядка при постоянном напряжении: при этом способе напряжение зарядки сохраняется на постоянном уровне. Значение тока уменьшается с уменьшением разности между напряжением зарядного устройства и аккумулятора. В идеале этот ток должен уменьшиться до нуля, но на практике протекает остаточный ток, компенсирующий саморазрядку. Эта методика применяется в свинцовых и литий-ионных аккумуляторах.
- IU способ зарядки: этот способ объединяет методы зарядки при постоянном токе и напряжении. На первой стадии зарядка проходит постоянным, регулируемым зарядным устройством током. При этом в отличие от метода зарядки на постоянном напряжении удастся избежать значительного начального тока. При достижении определенной величины напряжения на аккумуляторе система управления переключает заряжаемый объект на регулятор напряжения и дальнейшая зарядка протекает с постоянным напряжением. Ток при этом уменьшается самостоятельно. Применяется в свинцовых аккумуляторах и литий-ионных.

Теперь рассмотрим особенности конструктивного исполнения различных видов аккумуляторов.

Свинцовые аккумуляторы: положительный полюс выполнен из оксида свинца, а отрицательный - из губчатого свинца. В качестве электролита выступает 20-40%-ная серная кислота. Этот вид аккумуляторов характеризуется большими значениями допустимого кратковременного тока. В разряженном состоянии оба полюса состоят из сульфата свинца. Номинальное напряжение единичной ячейки такого вида равно 2 вольта - но колеблется в зависимости степени зарядки от 1,75 до 2,4 вольта.



Подобного рода аккумуляторы нельзя разряжать до полной степени - поскольку это может привести к непоправимым негативным последствиям. Для зарядки следует применять регулятор, обеспечивающий надежное предупреждение перезарядки (и дальнейшее выделение газа). Свинцовые аккумуляторы имеют сравнительно длительный срок службы. Они могут производиться в закрытом исполнении: ячейки сварены между собой - имеется только предохранительный клапан для соединения, а электролит находится не в текучем состоянии (достигается либо добавлением кремниевой кислоты - при этом электролит превращается в гель, отсюда и название - "гелевый"; либо стеклоткани, которая впитывает электролит - аккумулятор на основе волокнистой ткани). Применение: автомобили, резервное энергоснабжение, аккумуляторы солнечных батарей.

Никель-кадмиевые аккумуляторы имеют напряжение ячейки 1,2 вольта, что ниже остальных разновидностей батарей (1,5 вольта). Тем не менее это не представляет проблемы, поскольку большинство бытовых потребителей учитывают возможность работы от батарей с низким уровнем (1 вольт). Электроды состоят из: положительный полюс - кадмий, отрицательный - Ni(OH)₂. В качестве электролита выступает гидроксид калия (30%). Рассматриваемые батареи содержат кадмий, и поэтому должны должным образом быть изолированы (в 2004 году европейская комиссия приняла соответствующий закон, ограничивающий возможности технического использование ряда тяжелых металлов, в том числе и кадмия.).

Недостатком рассматриваемой разновидности является эффект памяти, который выражается в гораздо более раннем падении напряжения на выводах аккумулятора по сравнению с номинальными характеристиками (что автоматически означает падение емкости). Этот эффект проявляется при нескольких циклах зарядки батареи со значительным остаточным зарядом - такой режим эксплуатации стимулирует образование кристаллов кадмия внутри ячейки; последние реагируют вследствие меньшей суммарной площади по сравнению с маленькими кристаллами значительно хуже - именно это вызывает преждевременный спад напряжения.

Нужно добавить, что процесс образования кристаллов нельзя обратить путем полной разрядки. Особенно часто этот эффект проявлялся до недавнего времени в беспроводных телефонах - которые устанавливались на зарядку после короткого разговора. Применение: электрические инструменты, дистанционные пульты.

Никель-металл-гидридные аккумуляторы имеют явные преимущества в сравнении с рассмотренными выше никель-кадмиевыми батареями. В сравнении с последними они характеризуются двойной энергоотдачей и при этом имеют одинаковое напряжение. Срок жизни составляет примерно 500 циклов перезарядки. - немного меньше чем у никель-кадмиевых - но при однократном заряде в неделю - выходит жизненный цикл около 10 лет!

Анод состоит из сплава, который может обратимо сохранять водород (в качестве такового чаще всего выступает La_{0.8}-Nd_{0.2}-Ni_{2.5}-Co_{2.4}-Si_{0.1}). Электролит представляет 20% раствор едкого калия с pH 14. Гидроксид никеля образует катод. Плотность энергии в никель-металл-гидридной ячейке составляет 80 ватт-часов/на килограмм - почти столько же, сколько в щелочной марганцевой батарее и в два раза больше чем в упомянутой выше никель-кадмиевой.

Диапазон емкости на момент написания статьи составляет от 1300 до 2500 мАч в формфакторе AA. Для величины AAA - 800мАч. Никель-металл-гидридные батареи применяются там, где необходим продолжительный постоянный ток: дрели, видеокамеры, игрушки. Например телескоп Хаббл Hubble - применял этот вид батарей для энергоснабжения и сохранения тока солнца.

Литий-ионные аккумуляторы отличаются прежде всего продолжительным сроком службы, выгодными массо-габаритными и мощностными параметрами; при этом у них полностью отсутствует эффект памяти. Литий-ионная ячейка имеет обычно номинальное напряжение 3,6 вольт и напряжение зарядки - 4 вольта.

Подобный вид батарей очень чувствителен к перезаряду (они могут терять свои свойства или даже взрываться), поэтому их нельзя заряжать обычными видами зарядных устройств, применяемых для никель-металл-гидридных или никель-кадмиевых аккумуляторов. При разрядке ниже 2,6 вольт они также становятся неэксплуатируемыми, поэтому для предотвращения выхода из строя из-за саморазряда эти батареи рекомендуется хранить при начальной степени заряда 40% и температуре 15 градусов; при этом должна быть предусмотрена периодическая "дозарядка" до установленного уровня примерно один раз в полгода. Применяются в видеокамерах и ноутбуках.

Литий-полимерные аккумуляторы являются сравнительно новыми перезаряжаемыми накопителями энергии. Анодом в таких батареях служит фольга лития (металлический литий имеет наименьший потенциал -3,05, который обеспечивает наибольшую разность потенциалов среди всех разновидностей аккумуляторов).

Катод состоит из оксида металла. Фактическое номинальное напряжение на клеммах батареи зависит от активной составляющей катода и может составлять от 1 до 4 вольт. Рассматриваемый вид батарей имеет выгодные массо-габаритные показатели, предопределяющие их использование в ноутбуках, мобильных телефонах, где весомым фактором выбора накопителя энергии является экономия места. Применяемый поначалу твердый электролит отдавал максимальную мощность только при температуре в 60 градусов - в современных батареях применяется гель, который обеспечивают максимальную энергоотдачу при комнатной температуре.

Из за химических особенностей литий-полимерные аккумуляторы проявляют большую плотность энергии по сравнению с литий-ионными. Технические данные: плотность мощности - 300Ватт/кг. Из за все еще значительных затрат на производство подобные аккумуляторы не получили еще широкого распространения, тем не менее из за впечатляющего соотношения масса/мощность применяются все чаще. Хранится должны при уровне заряда 50% - 70% состоянии.

Критериями выбора аккумулятора являются:

- плотность энергии, количественно характеризующая энергию, которую может отдать батарея в расчете на 1 кг ее мощности (у свинцовых - 60Wh/kg, литий-ионных - 120-200 Wh/kg)
- максимальный ток разряда (важен в случаях, когда необходим непродолжительный большой ток)
- массо-габаритные показатели

Материал опубликован с разрешения администрации технического ресурса ITPuls.com - <http://www.itpuls.com/>. Ограниченная републикация возможна лишь в случае указания ссылки на ПЕРВОИСТОЧНИК.

«Книги для электриков по почте»

Витрина с самыми лучшими новыми книгами (учебниками, справочниками, монографиями) по различным разделам электротехники.

Я отбираю самые лучшие новые книги для публикации информации о них на этом сайте, для того, что бы Вы могли познакомиться с ними, а в случае необходимости, заказать их с доставкой по почте.

<http://electrolibrary.info/bestbooks/>

Защита от перенапряжений

3. Общие сведения

Устройства защиты от перенапряжений в нашей стране, к сожалению, совершенно новое направление в проектировании различных систем. Как показывает мировая практика и наш собственный опыт, материальные средства вложенные в системы защиты от перенапряжений в процессе эксплуатации систем окупаются с торжеством. Ни для кого не секрет, что атмосферные явления в виде грозных разрядов и ударов молний создают в атмосфере мощные электромагнитные поля. Эти поля пересекая кабельные коммуникации наводят в них высокие значения ЭДС, которые в виде потенциалов прикладываются к окончанию оборудованию выводя его из строя. Для снижения наведенных ЭДС в кабельных коммуникациях до допустимых значений и используются системы защиты от перенапряжений.

Внешняя грозозащита предназначена для защиты зданий и других объектов при прямых ударах молнии. Эта защита представляет собой один или несколько низкоомных и малоиндуктивных путей тока молнии на землю (молниеотвод, состоящий из токоприемника, токоотвода и заземлителя). Внешняя грозозащита является классической и выполняется в соответствии с действующими нормами.

Внутренняя грозозащита защищает электрические установки и электронные приборы внутри зданий от частичных токов молнии, от коммутационных, грозных перенапряжений и повышения потенциала в системе заземления. Кроме того, внутренняя грозозащита обеспечивает защиту от воздействий, вызванных ударами молний, электромагнитных полей. Для внутренней грозозащиты основным условием является наличие эффективной системы заземления. Внутренняя грозозащита приобрела значение лишь в последние годы в связи с широким распространением микроэлектроники.

Перенапряжение - временный избыток энергии электромагнитного поля на участке сети. Защита электросети сводится к тому, чтобы путём аккумуляции или рассеяния избыточной энергии обезопасить потребителей электроэнергии и изоляционные конструкции от электрического пробоя. Атмосферные перенапряжения характеризуются сравнительно небольшой энергией порядка млн. дж, малой длительностью действия (от долей до нескольких десятков мксек) и большой амплитудой (млн. в). Внутренние перенапряжения длятся от сотых долей сек до нескольких сек и более. Их амплитуда может значительно превышать амплитуду рабочего напряжения, а энергия достигать десятков млн. дж (в электроустановках 500 кв). Амплитуда внутренних перенапряжений зависит от схемы электрической сети, параметров её элементов и питающих электростанций. В ряде случаев для защиты от внутренних перенапряжений могут быть использованы переключающие операции, изменяющие параметры сети.

Одной из серьезных проблем в процессе организации защиты оборудования от грозных перенапряжений является то, что нормативная база в этой области до настоящего времени разработана недостаточно. Существующие нормативные документы либо содержат в себе устаревшие, не соответствующие современным условиям требования, либо рассматривают их частично.

В настоящее время существуют следующие нормативные документы, которые в той или иной мере рассматривают вопросы защиты электропитающих установок от импульсных перенапряжений:

- Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений (РД 34.21.122-87).
- Временные указания по применению УЗО в электроустановках зданий (Письмо Госэнергонадзора России от 29.04.97 № 42-6/9-ЭТ разд.6, п. 6.3).
- ПУЭ (7-е изд., п. 7.1.22)
- ГОСТ Р 50571.18-2000, ГОСТ Р 50571.19-2000, ГОСТ Р 50571.20-2000.

Для обеспечения максимальной степени защиты от перенапряжений применяют комбинированные системы с несколькими степенями защиты условно обозначаемые А, В, С, и D.

Ниже приведем краткое описание всех ступеней защиты от перенапряжения.

2. Ступени защиты от перенапряжений.

Первая ступень защиты - А.

Первая ступень защиты предназначена для ограничения уровня пульсаций напряжения в электропитающей сети в момент разряда до максимально допустимыми последующими ступенями защиты В, С, D.

Ограничитель напряжения категории А устанавливается непосредственно на опоре воздушной линии электропередачи. Отличительные характеристики ограничителей категории А - это возможность выдержать максимальный ток разряда до 70 кА, ограничивая при этом максимальный уровень напряжения в питающей сети до 1,5 кВ.

Вторая ступень защиты - В.

Вторая ступень защиты предназначена для сглаживания пульсаций в линии электропередачи до уровня, приемлемого большинству оборудования, не критичного к пульсациям в питающей сети (светотехническое оборудование, бытовые приборы).

Ограничитель напряжения категории В устанавливается в главный распределительный щит после ограничителя напряжения категории А и может являться первой ступенью защиты в случае запитывания объекта от подземных линий электропередачи. Данная категория ограничителей напряжения обеспечивает защиту от перенапряжения с токами разряда от 35 кА до 70 кА.

Третья ступень защиты - С.

Третья ступень защиты предназначена для полного сглаживания пульсаций в электропитающей сети до уровня, приемлемого для запитывания оборудования, критичного к питающему напряжению.

Ограничитель напряжения категории С устанавливается во вторичные распределительные щиты после ограничителя напряжения категории В и зачастую является последней ступенью в комплексе защиты от перенапряжения.

Данная категория обеспечивает защиту оборудования от остаточных явлений перенапряжения вследствие грозových разрядов или коммутационных переходных процессов.

Четвертая ступень защиты - D.

Четвертая ступень защиты формируется с применением ограничителя напряжения категории D и используется только в случае (несмотря на применение в системе ограничителей напряжения категории А, В и С), если запитываемая линия имеет значительную длину (десятки метров) и защищаемое оборудование нуждается в стабилизированном питании.

Данная категория ограничителей обеспечивает защиту от токов разряда до 3 кА и гарантирует поддержание напряжения в сети не более 275 В.

3. Установка ограничителей перенапряжения на объектах.

Защитные устройства класса В устанавливаются на вводе в здание (во вводном щите или же специальном боксе). Защитные устройства класса С - на других подраспределительных щитах.. Защита класса D устанавливается непосредственно возле потребителя. Обычно бывает достаточно установить ограничители перенапряжения класса С и класса D (устройства класса D рекомендуется устанавливать всегда). Защитные устройства класса В должны применяться в обязательном порядке на объектах подверженных грозovým воздействиям (прежде всего, имеющим высокие антенно-мачтовые сооружения). Схема подключения защитных устройств для сети типа TN-C-S приведена на рисунке 1.

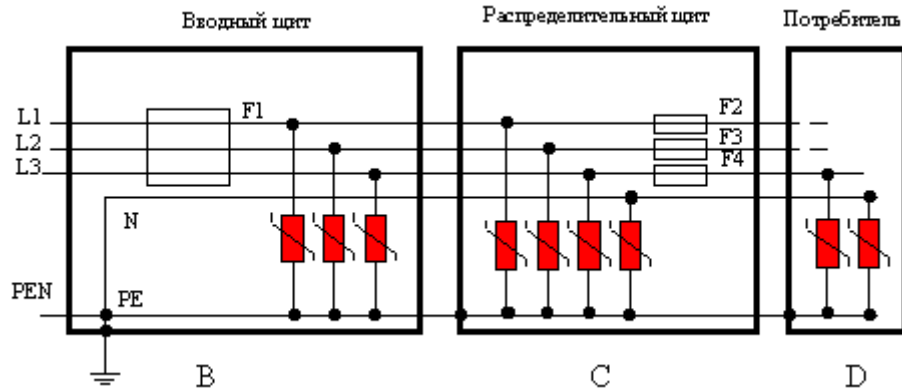


Рис.1 Установка защитных устройств в TN-C-S сети 220/380 В

Особенностью данной схемы является то, что в первой ступени защиты между нулевым рабочим (N) и нулевым защитным (PE) проводниками не устанавливается ограничитель перенапряжения, так как защитные устройства расположены непосредственно возле точки разделения PEN проводника на N и PE проводники. Во второй ступени защиты между N и PE проводниками уже должен устанавливаться ограничитель перенапряжения, так как при удалении от точки разделения PEN проводника и увеличении длины электрических кабелей индуктивность и, соответственно, индуктивное сопротивление жил кабелей току разряда молнии резко возрастает. В результате этого возможно возникновение разности потенциалов между элементами оборудования, подключенного к N и PE проводникам.

Так же при установке защитных устройств очень важно, чтобы расстояние между соседними ступенями защиты было не менее 7-10 метров по кабелю электропитания. Выполнение этого требования необходимо для правильной работы защитных устройств.

В момент возникновения в силовом кабеле импульсного грозового перенапряжения, за счет увеличения индуктивного сопротивления металлических жил кабеля обеспечивается необходимая временная задержка в росте импульса перенапряжения на следующей ступени защиты, что позволяет обеспечить поочерёдное срабатывание ограничителей перенапряжения от более мощных к менее мощным.

В случае необходимости размещения защитных устройств на более близком расстоянии или рядом (в одном щитке) необходимо использовать искусственную линию задержки в виде дросселя с индуктивностью не менее 12 мкГн. В качестве примера можно привести устройство PRONET (ISKRA ZASCITE), дроссель ДРМ (НПО "Инженеры электросвязи") или им подобные устройства других фирм производителей. При установке дросселей необходимо учитывать, что рабочие токи нагрузки по фазам не должны превышать предельно допустимые значения, указанные в техническом паспорте на данные устройства. Схема включения дросселей приведена на рисунке 2.

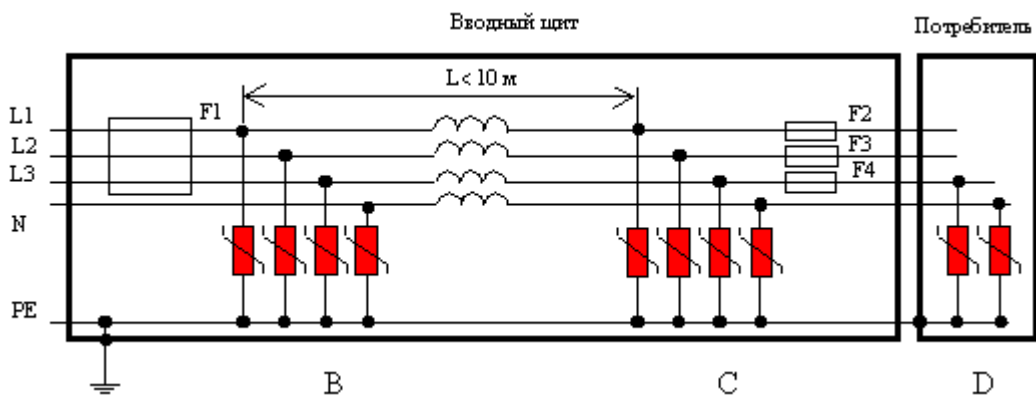


Рис.2 Установка защитных устройств с использованием дросселей в TN-S сеть 220/380 В

В случае применения устройств УЗО, ограничители перенапряжений классов В и С необходимо размещать на линейной стороне УЗО, чтобы токи разряда и токи утечки, протекающие через них на РЕ проводник, не вызвали срабатывания УЗО. К тому же в случае установки ограничителей перенапряжения классов В и С на сторону нагрузки УЗО, последнее может быть выведено из строя током разряда молнии, что недопустимо с точки зрения обеспечения электробезопасности.

Ограничители перенапряжений класса D можно устанавливать после УЗО на стороне нагрузки для защиты оборудования от дифференциальных перенапряжений между фазным проводником L и нейтралью N. В этом случае импульсные токи разряда будут протекать между L и N проводниками, не отходясь на защитный РЕ проводник. В ряде случаев возможно использование схемы, приведенной на рисунке 3.

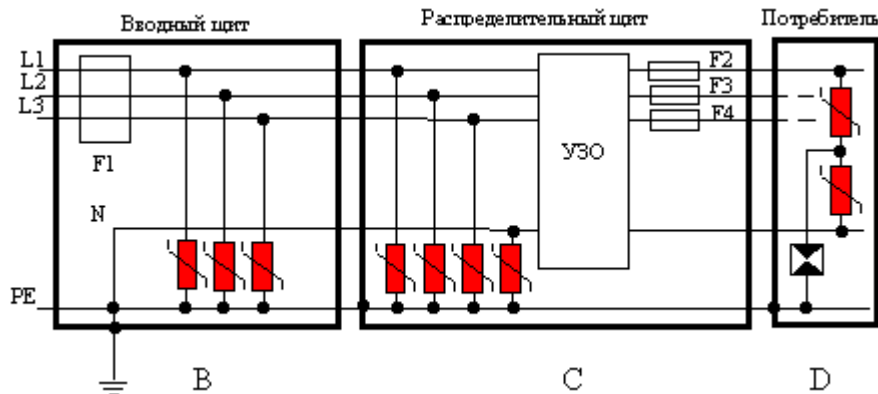


Рис.3 Вариант установки защитных устройств в TN-C-S сети 220/380 В с применением УЗО.

Здесь средняя точка двух варисторов подключается к РЕ проводнику через разрядник, который не позволит токам утечки варисторов вызвать ложное срабатывание УЗО. В данной схеме необходимо применение УЗО типа S с временной задержкой срабатывания. Однако следует отметить, что вопрос применения УЗО на объектах, где необходимо обеспечение электропитания по первой категории, на данный момент времени остается не решенным. ПУЭ издание 7-е 1999 года предусматривает применение УЗО в электроустановках жилых, общественных, административных и бытовых зданий. Документы, определяющие область применения УЗО в электрических сетях промышленных предприятий, в настоящее время отсутствуют.

Литература:

1. ЗОРИЧЕВ А.Л., Применение ограничителей перенапряжения для защиты электропитающих установок.
2. НМЦ ПУЭ МЭИ, Рекомендации по проектированию, монтажу и эксплуатации зданий при применении устройств защитного отключения.

Источник: <http://www.aha.ru/>

Модульная система заземления. Система заземления Galmar

Цифровые системы связи предъявляют более высокие требования к характеристикам заземляющих устройств, чем аналоговое оборудование. Высокая чувствительность к импульсным помехам является особенностью современной цифровой аппаратуры — воздействие электростатических потенциалов на аппаратуру часто приводит к сбоям в ее работе и даже выходу из строя.

Еще большую опасность для аппаратуры представляют импульсные помехи при разрядах молний и коммутациях в питающей сети и интерфейсных цепях. А без надежного заземления не работают встроенные и внешние элементы защиты от перенапряжений.

Поэтому при монтаже новых телекоммуникационных узлов или модернизации существующих необходимо обязательно решить вопросы, связанные с устройством заземления, отвечающего современным требованиям. Еще недавно монтаж заземляющего устройства (заземлителя и заземляющих проводников) в городских условиях, когда существенно ограничена доступная для монтажа площадь поверхности и почти везде имеется твердое покрытие, мог оказаться весьма трудоемким.

Теперь высокоэффективное и экономичное решение стало доступно благодаря модульно-штыревой системе заземления **GALMAR**, предназначенной для организации одноточечного или многоточечного контуров заземления на телекоммуникационных и энергетических объектах операторов мобильной и стационарной связи, ведомственных сетей, промышленных предприятий.



Система GALMAR содержит все необходимые для монтажа заземляющего устройства компоненты, легко сопрягаемые друг с другом. Основу системы составляют стальные штыри небольшой длины с медным покрытием, соединительные муфты и вспомогательные элементы.

Модульно-штыревая конструкция системы GALMAR обеспечивает максимальное удобство и технологичность монтажа:

- любая конфигурация контура заземления;
- не требуются заготовительные операции (вся работа выполняется на месте, без использования тяжелого инструмента);
- все детали просто сопрягаются (без сварки или с экзотермической сваркой).

Благодаря промышленному изготовлению элементов системы GALMAR обеспечены:

- высокая устойчивость медного покрытия штырей к изгибу и отслоению при монтаже;
- надежная защита смонтированных заземлителей от коррозии — гарантия 30 лет;
- минимальные эксплуатационные затраты.

Монтаж заземлителей

Вертикальные элементы заземлителей монтируются из штырей модульной системы GALMAR, заглубляемых в землю с помощью обычного перфоратора. Для получения нужной длины штыри соединяются между собой резьбовыми муфтами.

Монтируемый контур заземления может иметь удобную для конкретного случая конфигурацию с любым числом вертикальных элементов, а сами вертикальные элементы могут быть смонтированы на любую глубину:

- традиционный монтаж (2 — 6 м);
- глубинный монтаж (6 — 40 м).

Способ монтажа выбирается в зависимости от доступной площади и типа грунта. Глубинный монтаж является наиболее технологичным:

- минимальная площадь контура заземления;
- сопротивление заземлителей не зависит от погоды;

- минимум земляных работ;
- возможность монтажа внутри периметра зданий (в подвалах).

Технологии GALMAR против традиций

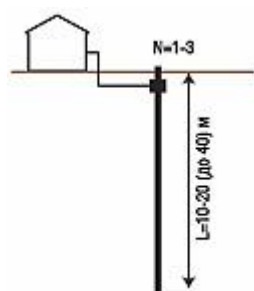
Низкие эксплуатационные затраты

| Характеристика | Модульно-штыревая система | Традиционная система заземления |
|---|--|---|
| Механическая прочность элементов | Высокая, гарантированная | Зависит от используемых материалов и качества сварки стыков |
| Покрытие вертикального элемента заземлителя | Медь, не менее 250 мкм, высокая адгезия и пластичность | Нет |
| Стойкость к коррозии | Высокая, срок службы минимум 30 лет | Низкая (за 10 лет разрушается около 60%) |

Удобство и технологичность монтажа

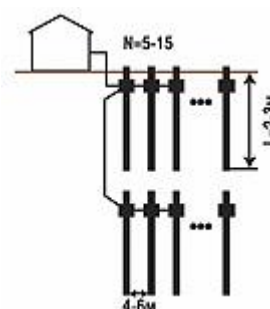
| Характеристика | Модульно-штыревая система | Традиционная система заземления |
|--|---|---|
| Глубина установки вертикальных элементов | Любая (постепенное наращивание при заглублении) | Ограничена (длиной забиваемого уголка — обычно 3м) |
| «Тяжелые» операции | Нет | Есть (погрузка, доставка погонажа, резка, сварка) |
| Технологичность монтажа | Высокая (универсальность, модульность, меньше вертикальных элементов, экзотермическая сварка) | Низкая (заготовительные операции, больше вертикальных элементов и соединений, обычная сварка) |

Глубинный монтаж
(комплекты GL-00015 и GL-00030)



Небольшое количество вертикальных элементов заземлителя, установленных на большую глубину.

Традиционный монтаж
(комплект GL-00045)



Большое количество вертикальных элементов заземлителя, установленных на небольшую глубину.

Поставка системы заземления GALMAR

Поставка комплектующих модульно-штыревой системы GALMAR производится монтажными комплектами. Выбор комплекта осуществляется исходя из конкретной ситуации (необходимой длины заземляющих элементов и их количества).

| Обозначение монтажного комплекта | Назначение монтажного комплекта | Суммарная длина вертикальных элементов | Возможные варианты монтажа | |
|----------------------------------|---------------------------------|--|----------------------------|----------|
| | | | N | L |
| GL-00015 | Глубинный монтаж | 15 м | 1 3 | 15 5 |
| GL-00030 | Глубинный монтаж | 30 м | 1 3 | 30 10 |
| GL-00045 | Традиционный монтаж | 45 м | 15 | 3 |

| Состав монтажного комплекта | GL-00015 | GL-00030 | GL-00045 |
|---|--------------|--------------|----------|
| Штырь заземлителя | 10 | 20 | 30 |
| Соединительная муфта, шт | 10 | 20 | 16 |
| Стартовый наконечник, шт | 3 | 3 | 15 |
| Направляющая головка для вибромолота, шт | 2 | 3 | 5 |
| Зажимы для подключения, шт | 3 | 5 | 15 |
| Антикоррозионная токопроводящая паста, шт | 1 на 3 комп. | 1 на 3 комп. | 1 |
| Изоляционная лента DENSO, шт | 1 на 3 комп. | 1 на 3 комп. | 1 |
| Насадка на вибромолот, шт | 1 на 3 комп. | 1 на 3 комп. | 1 |

Сборник статей
«Монтаж электропроводки,
выключателей, розеток.
Секреты электрика»

Сборник статей с большим количеством всяческих секретов профессиональных электриков. Мимо этого сборника пройти никак нельзя :) Его обязательно нужно иметь у себя на компьютере!

Скачать сборник можно перейдя по ссылке:

<http://electrolibrary.info/montag.htm>

Защита от аварийных режимов, связанных с обрывом «нуля» (нулевых питающих проводов) в 3-фазной распределенной сети 220/380 В.

Обрыв нуля, т. е. отключение нулевого проводника на вводном щите в дом от глухозаземленной нейтрали трансформаторной подстанции, может произойти: в случае его отгорания при сильной перегрузке по фазам, при коротких замыканиях, при плохом контакте в месте подключения проводника; при его обрыве в результате действия стихии (ветер, упавшее дерево), при краже нулевого проводника, при старой электропроводке, из-за ошибки обслуживающего персонала или злого умысла, пр.

Если такое произойдет в симметричной 3-фазной сети, то на нагрузке это никак не отразится. Примером этого может служить асинхронный трехфазный электродвигатель, для работы которого, ноль, в общем случае, не требуется. Это объясняется тем, что обмотка трехфазного двигателя симметричная и каждая фаза нагружена одинаково.

Но в однофазных распределенных сетях нагрузки по фазам практически никогда не совпадают. Разные нагрузки по фазам, приводят к перекосу фазных напряжений. Причем, чем больше отличаются нагрузки по фазам, тем больше перекос. Для выравнивания фазных напряжений, необходимо заземлять нулевой провод. В этом случае возникает уравнивающий ток, который приводит к принудительному выравниванию фазных потенциалов относительно нуля.

В таких сетях, в случае обрыва нуля, в общей точке 3-фазной сети формируется суммарный потенциал, определяемый сопротивлением нагрузки каждой из фаз. Имеет место сильный перекос фаз, вызванный «смещением нуля». В этом случае, к одним потребителям, запитанным, например, от фазы С, будет приложено фазное напряжение значительно меньшее чем 220 В, а к другим, запитанным от фазы А и В – значительно большее чем 220 В. Линейное же напряжение, при этом, останется неизменным.

Самая критическая ситуация может наступить тогда, когда одна из фаз может оказаться не нагруженной вовсе (не включен ни один потребитель). Тогда на этой фазе может формироваться напряжение близкое по своему значению к линейному, т. е. 380 В, а на самой нагруженной фазе, напряжение будет близким к нулю. Если, в случае приложенного высокого напряжения, в одной из фаз случится короткое замыкание, ко всем потребителям других фаз может быть приложено линейное напряжение 380 В.

Для защиты от последствий обрыва нуля, рекомендуем использовать микропроцессорные релейные устройства компании Новатек-Электро. Для 1-фазной сети можно использовать реле напряжения РН-101, РН-111: они сработают по уставкам минимального или максимального напряжения. В 3-фазной сети можно использовать реле напряжения РНПП-311, РНПП-301, которые сработают по уставкам перекоса фаз.

Источник информации: <http://www.novatek-electro.com/>

Новые технические решения в электрооборудовании –
<http://electrolibrary.info/ntr/>

Информация обо всех наиболее значимых электротехнических новинках!

Действующие значения напряжения и тока. Возможно ли их измерить методами аналоговой техники?

Авторы: Трофимов Александр, Соркин Михаил ООО «Новатек-Электро» г. СПб

В статьях ведущего научного сотрудника ОАО «ВНИИР» г. Чебоксары В. Сушко «Полноценная защита стоит дорого. Готов ли платить потребитель?» («Новости Электротехники» №5(29) 2004) и «Реле серии ЕЛ. Врожденные пороки вряд ли излечимы» («Новости Электротехники» №6(30) 2004) автор ставит под сомнение во-первых, саму целесообразность использования микропроцессорной техники на стороне низкого напряжения, а, во-вторых, возможность этой техники в определении действующего значения напряжения и тока. Он считает, что методами аналоговой техники, такая задача решается и проще и дешевле.

С ним не согласны специалисты компании «Новатек-Электро», которые считают, что такую задачу методами аналоговой техники решить практически невозможно и раскрывают алгоритмы обработки информации своих устройств.

Принцип измерения действующего значения. По определению, квадрат действующего значения сигнала X^2 равен среднему значению квадрата сигнала

$$X^2 = \langle x(t)^2 \rangle, \quad (1)$$

где $\langle \rangle$ означает усреднение.

Для периодического сигнала $x(t+T)=x(t)$ среднее значение квадрата определяется интегрированием за период сигнала T .

$$\langle x(t)^2 \rangle = (1/T) \int_0^T x(t)^2 dt \quad (2)$$

Задача реле напряжения: определить действующее значение напряжения и в зависимости от его величины принять определенное решение. Определение действующего значения и принятие решений можно производить или аналоговыми или цифровыми методами.

Аналоговые методы

а) получить из входного сигнала с помощью различных аналоговых модулей требуемый выходной сигнал.

б) по величине выходного сигнала принять решение

Цифровые методы

а) ввести массив величин значений сигнала (отсчетов).

б) провести математическую обработку отсчетов.

в) сформировать числовую величину и принять по ней решение.

Методами аналоговой схемотехники можно легко производить интегрирование аналоговых сигналов. Имея входной сигнал $y(t)$ можно сравнительно просто на операционном усилителе реализовать интегратор, выполняющий преобразование сигнала по закону

$$\langle y(t) \rangle = \int y(t) dt \quad (3)$$

Такой интегратор можно запускать и сбрасывать в нужные моменты времени. Однако методами аналоговой схемотехники практически невозможно осуществить:

а) операцию возведения сигнала в квадрат, т.е реализовать такой узел, в котором бы осуществлялось преобразование

$$x(t) \rightarrow y(t) = x^2(t)$$

б) операцию извлечения квадратного корня

$$x(t) \rightarrow y(t) = \sqrt{x(t)}$$

Реализация таких операций требует применения сложных и дорогих узлов, выполненных на специализированных аналоговых микросхемах. Такие аналоговые преобразователи сигналов выполняются на нелинейных элементах, отличаются низкой температурной стабильностью, уходом параметров и нуждаются в периодической подстройке характеристик.

Можно утверждать, что ни в одном из аналоговых реле по настоящему не определяется действующее значение напряжения. Как правило, сигнал выпрямляется и усредняется

$$\langle x(t) \rangle = \int |x(t)| dt \quad (4)$$

и полученная таким образом величина используется вместо действующего значения для принятия решений в аналоговых реле.

С помощью современных микроконтроллеров, имеющих встроенные АЦП (аналогово-цифровые преобразователи) можно определять действующее значение сигнала с высокой точностью.

Определение действующего значения напряжения.

Для дискретных сигналов или при дискретном вводе непрерывного сигнала вместо $x(t)$ известны значения x_i сигнал заменяется отсчетами $x(t) \rightarrow x_i$,

$$\int_0^T x(t)^2 dt \rightarrow \sum_{i=1}^N x_i^2 \quad (5)$$

интеграл заменяется суммой

Входное сетевое напряжение через резистивный делитель подается на аналоговый вход микроконтроллера. Микроконтроллер вводит с частотой 10 кН z мгновенные отсчеты напряжения U_i .

По мгновенным отсчетам производится

- слежение за периодом сигнала (напряжения).
- определение действующего значения.

Для определения действующего значения сигнала производится накопление за период суммы квадратов мгновенных отсчетов $\sum U_i^2$. Величины отсчетов возводятся в квадрат и суммируются. Накопленная за период сумма нормируется на количество взятых отсчетов $\sum U_i^2 / n$, из полученной величины извлекается квадратный корень

$$U = \sqrt{\sum U_i^2 / n} \quad (6)$$

Вычисленная величина U линейно пропорциональна действующему значению сетевого напряжения. Коэффициент пропорциональности определяется

- а) делителем входного напряжения
- б) разрядностью внутреннего АЦП.
- в) опорным напряжением АЦП.

Для каждого прибора автоматически подбирается и записывается в память переводной множитель X , такой чтобы величина $V = U * X$ соответствовала величине действующего значения напряжения в вольтах.

Таким образом только применение микроконтроллеров позволяет создавать массовые, дешевые устройства, с высокой точностью измеряющие действующие значения напряжений.

Особенностью измерения действующего значения напряжений сети является

а) большая величина входного сигнала. Сигнал ослабляется входным делителем, в нем отсутствуют шумы электроники.

б) малый диапазон изменения сигнала. Для принятия решений по сети ~ 220 V достаточно измерять с высокой точностью напряжение в диапазоне 150-300 Вольт, т.е диапазон изменений входного сигнала всего 2 раза.

Для напряжения метод цифрового накопления суммы квадратов отсчетов позволяет с высокой точностью производить измерение действующего значения.

Определение действующего значения тока.

Особенностью измерения действующего значения токов является

а) Малая величина входного сигнала.

Сигнал снимается с различных датчиков (Холла, трансформаторов тока, шунтов), как правило удаленных от прибора и требует предварительного усиления. В сигнале присутствуют шумы электроники и постоянные смещения;

б) большой диапазон изменения сигнала. Измеряемые величины тока зависят от включенной нагрузки и могут различаться в 100 – 1000 раз.

Для таких сигналов метод цифрового накопления суммы квадратов отсчетов не обеспечивает требуемую точность. Для задач измерения действующего значения токов применяется метод определения действующего значения по измерению отдельных гармоник сигнала тока.

Принципом измерения является свертка входной последовательности отсчетов тока с соответствующей опорной гармоникой, построенной по периоду сетевого напряжения, т.е. строится функция синуса, период которой совпадает с периодом входного напряжения. Это связано с тем, что ток может или вообще отсутствовать или не иметь четко выраженной периодичности, а сетевое напряжение всегда имеет четко выраженную периодичность.

Отсчеты входного сигнала x_i сворачиваются с синусом первой гармоники $\sin(t_i)$

$$S_1 = \sum \sin(t_i) * x_i \quad (7)$$

Аналогично сигнал сворачивается с косинусом первой гармоники

$$C_1 = \sum \cos(t_i) * x_i \quad (8)$$

Смысл различия синуса и косинуса заключается в том, что это две взаимно ортогональные функции

$$\sum \sin(t_i) * \cos(t_i) \equiv 0 \quad (9)$$

Соотношение величин S_1 и C_1 определяется сдвигом фаз между измеряемым током и напряжением, что позволяет измерять сдвиги фаз между токами и напряжениями, а также и сдвиги фаз между токами (в трехфазной нагрузке).

$$\text{Величина } A_1 = \sqrt{S_1^2 + C_1^2} \quad (10)$$

линейно пропорциональна действующему значению первой гармоники тока.

Аналогично проводится свертка с кратными опорными гармониками и определяются действующие значения 3-й, 5-й, 7-й гармоник входного сигнала.

$$\text{Величина } U = \sqrt{S_1^2 + C_1^2 + S_3^2 + C_3^2 + S_5^2 + C_5^2 + S_7^2 + C_7^2} \quad (11)$$

линейно пропорциональна действующему значению тока.

В прибор автоматически подбирается и записывается в память переводной множитель X , такой чтобы величина $V = U \cdot X$ соответствовала величине действующего значения тока в амперах. Количество гармоник включаемых в анализ зависит от возможностей микроконтроллера по скорости ввода информации и проведению вычислений. Для дешевых приборов достаточно ограничиться 7-й гармоникой, так как опыт показывает, что в реальных токовых сигналах суммарная мощность гармоник выше 7 не превышает долей процента и их исключение не влияет на точность определения действующего значения и принятия решений.

Применение универсальных микроконтроллеров с аналоговыми входами позволяет создавать дешевые и надежные устройства контроля, с высокой точностью измеряющие действующие значения входных величин.

Реле напряжения и тока на микроконтроллерах отличаются высокой стабильностью, долгим сроком службы и не требуют подстройки параметров в течение всего срока эксплуатации.

Schneider Electric нашей электрике не указчик.

Во второй из вышеуказанных статей В. Сушко прозвучала не только критика в адрес отечественных микропроцессорных устройств, но и утверждения о том, что западные производители, особенно Schneider Electric, пошли в плане надежности и точности измерений значительно дальше. Действительность же показывает совершенно обратную картину и позволяет нам утверждать, что у указанного производителя в измерительной цепи используются аналоговые (пороговые) элементы, не способные в принципе произвести надежные измерения, особенно в проблемных сетях.

Испытательным Центром Железнодорожной Автоматики и Телемеханики (ИЦ ЖАТ ПГУПС) при Петербургском Государственном Университете Путей Сообщения производился выбор поставщика реле напряжения на современной элементной базе для замены дискретных устройств сертифицированных еще в 60-х годах прошлого века. Их выбор остановился на трех производителях реле: Меандр, Schneider Electric, Новатек-Электро. Испытания проводились по ГОСТ Р 50656-2001, предусматривающем более жесткие параметры испытаний, чем испытания для устройств общепромышленного назначения.

Согласно этому ГОСТу указанные устройства относятся к техническим средствам, непосредственно не влияющим на безопасность движения поездов и предполагаемое место их эксплуатации характеризуется жесткой электромагнитной обстановкой **третьего класса ТС ЖАТ** и должно функционировать **критерием качества В** при воздействии помех со степенями жесткости, предусмотренными для данного класса.

Для ТС ЖАТ третьего класса предусмотрены следующие максимальные параметры испытательных воздействий:

Электростатические разряды по ГОСТ Р 51317.4.2-99

Амплитуда напряжения импульса контактного разряда + 6 кВ

Амплитуда напряжения импульса воздушного разряда + 8 кВ

Наносекундные импульсные помехи по ГОСТ Р 51317.4.4-99

Амплитуда напряжения импульса помехи в цепях питания и заземления + 2 кВ

Амплитуда напряжения импульса помехи в цепях ввода/вывода + 1 кВ

Микросекундные импульсные помехи большой энергии по ГОСТ Р 51317.4.5-99

Амплитуда напряжения импульса «провод – земля» + 2 кВ

Амплитуда напряжения импульса «провод – провод» + 1 кВ

Амплитуда напряжения импульса на порты ввода-вывода + 1 кВ

Динамические изменения напряжения электропитания по ГОСТ Р 51317.4.11-99

Испытательное напряжение и длительность воздействия при:

провале напряжения питания 0,7 $U_{ном}$ в течение 1 с;

прерывание напряжения питания с критерием В 0 $U_{ном}$ в течение 1,3 с;

выбросе напряжения питания 1,2 Уном в течение 1 с.

Магнитное поле промышленной частоты по ГОСТ Р 50648-94

Длительное магнитное поле 30 А/м

Кратковременное магнитное поле 300 А/м

Радиочастотное электромагнитное поле по ГОСТ Р 51317.4.3-99

Напряженность поля в полосе частот 80 - 1000 МГц 10 В/м

Напряженность поля в полосе частот 800 - 960 МГц и 1,4 - 2 ГГц 30 В/м

Кондуктивные помехи, наведенные радиочастотными электромагнитными

полями по ГОСТ Р 51317.4.6-99

Испытательное напряжение в полосе частот 0,15 - 80 МГц 10 В

Кондуктивные помехи в полосе частот от 0 до 150 кГц по ГОСТ Р 51317.4.16-2000

Длительное напряжение помехи на частоте 50 Гц 30 В

Кратковременное напряжение помехи на частоте 50 Гц 100 В

Длительное напряжение помехи в полосе частот 15-150 Гц 100-10 1) В

Длительное напряжение помехи в полосе частот 150-1500 Гц 10 В

Длительное напряжение помехи в полосе частот 1,5-15 кГц 10-100 2) В

Длительное напряжение помехи в полосе частот 15-150 кГц 100 В

Примечания: 1) испытательное напряжение уменьшается на 20 дБ/декада,

2) испытательное напряжение возрастает на 20 дБ/декада.

Испытания дали следующие результаты: реле напряжения производства Меандр, сгорели (в прямом смысле) после первого же испытания, реле производства Schneider Electric не дали ни одного надежного срабатывания ни по одному параметру, реле Новатек-Электро прошли все испытания. В результате заказчик остановился именно на них и сейчас эти реле сертифицированы в составе комплектного устройства автоматики для железной дороги.

Источник информации: <http://www.novatek-electro.com/>

«Электронная электротехническая библиотека»

Большой архив различного рода публикаций и материалов электротехнической тематики для электриков и всех, кому просто интересна электротехника и все что с ней связано: статьи, электронные книги, журналы, обучающие уроки.

Проект «Электронная электротехническая библиотека» постоянно пополняется новыми интересными материалами.

<http://electrolibrary.info>

Понятие «Автоматический выключатель»

Авторы: В. Н. Харечко, Ю. В. Харечко

В данной статье, посвящённой автоматическим выключателям бытового назначения, рассматриваются понятие «автоматический выключатель» и основные функции, которые он предназначен выполнять в электроустановках зданий.

В ГОСТ Р 50345 [1] автоматическому выключателю бытового назначения присвоено официальное наименование «автоматический выключатель (механический)» и дано следующее определение: «механический коммутационный аппарат, способный включать, проводить и отключать токи при нормальном состоянии цепи, а также включать, проводить в течение заданного времени и автоматически отключать токи в указанном аномальном состоянии цепи, таких как токи короткого замыкания».

В первоисточнике – стандарте МЭК 60898 1995 г. [2] и в действующем стандарте МЭК 60898-1 2003 г. [3] рассматриваемые автоматические выключатели названы аналогично – «circuit-breaker (mechanical)^{1[1]}». Определение автоматического выключателя (табл. 1) выполнено в этих стандартах на основе определения термина «автоматический выключатель» («circuit-breaker»), которое приведено в стандарте МЭК 60050-441 [4, 5], входящем в состав Международного электротехнического словаря (МЭС). Аналогичное определение этому термину дано в другой части МЭС – в стандарте МЭК 60050-442 [6].

Определение автоматического выключателя, приведённое в стандарте МЭК 60898-1, незначительно отличается от его определения в МЭС. В определении стандарта МЭК 60898-1 сделано одно уточнение о том, что автоматический выключатель способен автоматически отключать токи в аномальных условиях цепи.

| | |
|--|--|
| МЭК 60050-441, МЭК 60050-442, МЭК 60947-1, МЭК 60947-2 | «автоматический выключатель» механическое коммутационное устройство, способное к включению, проведению и отключению токов при нормальных условиях цепи, а также к включению, проведению в течение установленного времени и отключению токов при установленных аномальных условиях цепи таких, как короткое замыкание |
| МЭК 60898, МЭК 60898-1 | «автоматический выключатель (механический)» механическое коммутационное устройство, способное к включению, проведению и отключению токов при нормальных условиях цепи, а также к включению, проведению в течение установленного времени и автоматическому отключению токов при установленных аномальных условиях цепи таких, как короткое замыкание |

Процитированное определение термина «автоматический выключатель» из МЭС (стандарта МЭК 60050-441) применяется в действующих стандартах МЭК 60947-1 2004 г. [7] и МЭК 60947-2 2006 г. [8], а также было использовано в предыдущих редакциях этих стандартов – в стандартах МЭК 60947-1 1999 г. и МЭК 60947-2 1998 г.

В ГОСТ Р 50030.1 [9] (разработан на основе стандарта МЭК 60947-1 1999 г.) и в ГОСТ Р 50030.2 [10] (разработан на основе стандарта МЭК 60947-2 1998 г.), переводы определения термина

«автоматический выключатель» из первоисточников – стандартов МЭК выполнены не очень удачно (табл. 2):

| | |
|----------------|---|
| ГОСТ Р 50030.1 | «Контактный коммутационный аппарат, способный включать, проводить и отключать токи при нормальных условиях в цепи, а также включать, проводить в течение установленного нормированного времени и отключать токи при указанных ненормальных условиях в цепи, таких как короткое замыкание» |
| ГОСТ Р 50030.2 | «Механический коммутационный аппарат, способный включать, проводить и отключать токи при нормальных условиях в цепи, включать и проводить токи в течение определённого промежутка времени и прерывать их при определённых ненормальных условиях цепи, например при коротких замыканиях» |

Как видно, в национальных нормативных документах имеются различия в определениях автоматического выключателя. В ГОСТ Р 50030.2 и в ГОСТ Р 50345 автоматический выключатель определён как механический коммутационный аппарат, а в ГОСТ Р 50030.1, который устанавливает общую терминологию для низковольтной коммутационной аппаратуры и аппаратуры управления, – как контактный коммутационный аппарат. Причём в трёх указанных стандартах в качестве основы использовано представленное выше определение термина «автоматический выключатель» из МЭС, в котором автоматический выключатель рассматривают в качестве механического коммутационного устройства. Естественно возникает вопрос, каким коммутационным устройством более правильно считать автоматический выключатель – механическим или контактным?

Термины «механический коммутационный аппарат» в п. 3.1.2 ГОСТ Р 50345 и «контактный коммутационный аппарат» в п. 2.2.2 ГОСТ Р 50030.1 имеют следующие практически одинаковые определения (табл. 3).

| | |
|----------------|---|
| ГОСТ Р 50030.1 | <i>«контактный коммутационный аппарат»</i> |
| | «Коммутационный аппарат, предназначенный для замыкания и размыкания одной или нескольких электрических цепей с помощью размыкаемых контактов» |
| ГОСТ Р 50345 | <i>«механический коммутационный аппарат»</i> |
| | «Коммутационный аппарат, предназначенный для замыкания и размыкания одной или более электрических цепей с помощью разъединяемых контактов» |

Эти определения представляют собой перевод определения термина «механическое коммутационное устройство» («mechanical switching device»), которое дано в п. 441-14-02 стандарта МЭК 60050-441: коммутационное устройство, разработанное для замыкания и размыкания одной или более электрических цепей посредством разделяемых контактов. Термин «коммутационное устройство» («switching device») определён в стандарте следующим образом: устройство, разработанное для включения или отключения тока в одной или более электрических цепях.

Помимо механического коммутационного устройства в МЭС определено ещё одно коммутационное устройство – полупроводниковое. Термин «полупроводниковое коммутационное устройство» («semiconductor switching device») определён и в стандарте МЭК 60050-441, и в стандарте МЭК 60050-442 (табл. 4). В стандарте МЭК 60947-1 2004 г. определение рассматриваемого термина выполнено на основе определения из стандарта МЭК 60050-441 и дополнено примечанием, в котором

разъяснено, что это определение отличается от МЭС 441-14-03^{2[2]}, так как полупроводниковое коммутационное устройство, разработано также для отключения тока.

| | |
|---------------|--|
| МЭК 60050-441 | коммутационное устройство, разработанное включать ток в электрической цепи посредством управляемой проводимости полупроводника |
| МЭК 60050-442 | коммутационное устройство, разработанное включать или отключать ток в электрической цепи посредством управляемой проводимости полупроводника в этой цепи |
| МЭК 60947-1 | коммутационное устройство, разработанное включать и (или) отключать ток в электрической цепи посредством управляемой проводимости полупроводника |

Основное различие между механическим и полупроводниковым коммутационным устройством заключается в том, что включение и отключение электрического тока первое коммутационное устройство выполняет с помощью своих замыкаемых и размыкаемых контактов, а второе коммутационное устройство – путём изменения своего сопротивления. То есть у первого коммутационного устройства есть контакты, а у второго их нет.

ГОСТ 17703 [11] определил следующие два вида электрических коммутационных аппаратов:

- «контактный коммутационный аппарат» – «коммутационный электрический аппарат, осуществляющий коммутационную операцию путём перемещения его контакт-деталей^{3[3]} относительно друг друга»;
- «бесконтактный коммутационный аппарат» – «коммутационный электрический аппарат, осуществляющий коммутационную операцию без перемещения и разрушения его деталей».

Примечание к определению последнего термина уточняет, что «в зависимости от принципа действия различают бесконтактные аппараты на основе полупроводниковых или газоразрядных приборов, магнитных усилителей и т. п.».

Поскольку автоматический выключатель замыкает и размыкает электрические цепи при помощи собственных контактов, было бы логично называть его контактными коммутационным устройством, а не механическим. Для национальной нормативной документации можно рекомендовать следующее его определение:

Автоматический выключатель – контактное коммутационное устройство, способное к включению, проведению и отключению электрических токов при нормальных условиях электрической цепи, а также способное к включению, проведению в течение установленного времени и автоматическому отключению электрических токов при установленных аномальных условиях электрической цепи, например, при коротком замыкании.

Таким образом, автоматический выключатель предназначен, во-первых, включать, проводить и отключать электрические токи при нормальных условиях электрической цепи. Во-вторых, он предназначен включать, проводить в течение установленного времени и автоматически отключать сверхтоки. Следовательно, автоматический выключатель, с одной стороны, представляет собой коммутационное устройство, а, с другой стороны, – устройство защиты от сверхтока. То есть такое устройство, которое обеспечивает отключение электрической цепи в случае, когда электрический ток в её проводниках превышает определённое значение в течение установленного времени.

Автоматический выключатель замыкает или размыкает одну или более подключённых к нему электрических цепей с помощью своих главных контактов. Под замыканием в нормативной документации понимают такое оперирование^{4[4]}, в результате которого автоматический выключатель переводится из разомкнутого положения в замкнутое; под размыканием – из замкнутого положения в разомкнутое.

Замкнутое положение автоматического выключателя обеспечивает predeterminedенную непрерывность его главной цепи, разомкнутое положение – predeterminedенный зазор между разомкнутыми контактами его главной цепи. В замкнутом положении автоматический выключатель проводит электрический ток и выполняет защиту от сверхтока подключённых к нему проводников внешних электрических цепей.

В разомкнутом положении автоматический выключатель выполняет разъединение – действие, которое направлено на отключение питания всей электроустановки (или её части) путём отделения электроустановки (или её части) от любого источника электрической энергии, выполняемое по соображениям электробезопасности.

Замыкание и размыкание, выполняемые без протекания электрического тока в главной цепи автоматического выключателя, относят к его механическому оперированию. Включение и отключение, осуществляемые автоматическим выключателем при протекании электрического тока в его главной цепи, относят к электрическому оперированию (называемому также коммутацией). Автоматическое оперирование^{5[5]} автоматического выключателя происходит при появлении в его главной цепи тока перегрузки или тока короткого замыкания. Время, в течение которого автоматический выключатель проводит сверхток перед его отключением, зависит от индивидуальной время-токовой характеристики^{6[6]} автоматического выключателя.

Основным предназначением автоматических выключателей является защита электрических цепей в электроустановках зданий и в других низковольтных электроустановках от перегрузок и коротких замыканий, выполняемая в соответствии с требованиями ГОСТ Р 50571.5 [12] и ГОСТ Р 50571.9 [13] (подробно – см. статью [14]). В системах TN-C, TN-S и TN-C-S автоматические выключатели в качестве защитного устройства могут быть также использованы для защиты от косвенного прикосновения в составе автоматического отключения питания (см. требования ГОСТ Р 50571.3 [15] и главы 1.7 ПУЭ [16]).

Список литературы

1. ГОСТ Р 50345–99 (МЭК 60898–95). Аппаратура малогабаритная электрическая. Автоматические выключатели для защиты от сверхтоков бытового и аналогичного назначения. М.: ИПК Изд-во стандартов, 2000.
2. International standard IEC 60898. Electrical accessories. Circuit-breakers for overcurrent protection for household and similar installations. Second edition. Geneva: IEC, 1995-02.
3. International standard IEC 60898-1. Electrical accessories. Circuit-breakers for overcurrent protection for household and similar installations. Part 1: Circuit-breakers for a. c. operation. Edition 1.2. Geneva: IEC, 2003-07.
4. International standard IEC 60050-441. International Electrotechnical Vocabulary. Part 441: Switchgear, controlgear and fuses. Second edition. Geneva: IEC, 1984-01.
5. International standard IEC 60050-441-am1. International Electrotechnical Vocabulary. Part 441: Switchgear, controlgear and fuses. Second edition. Amendment 1. Geneva: IEC, 2000-07.
6. International standard IEC 60050-442. International Electrotechnical Vocabulary. Part 442: Electrical accessories. First edition. Geneva: IEC, 1998-11.
7. International standard IEC 60947-1. Low-voltage switchgear and controlgear. Part 1: General rules. Fourth edition. Geneva: IEC, 2004-03.
8. International standard IEC 60947-2. Low-voltage switchgear and controlgear. Part 2: Circuit-breakers.

Fourth edition. Geneva: IEC, 2006-05.

9. ГОСТ Р 50030.1–2000 (МЭК 60947-1–99). Аппаратура распределения и управления низковольтная. Ч. 1. Общие требования и методы испытаний. М.: ИПК Изд-во стандартов, 2001.

10. ГОСТ Р 50030.2–99 (МЭК 60947-2–98). Аппаратура распределения и управления низковольтная. Ч. 2. Автоматические выключатели. М.: ИПК Изд-во стандартов, 2000.

11. ГОСТ 17703–72. Аппараты электрические коммутационные. Основные понятия. Термины и определения. М.: Изд-во стандартов, 1972.

12. ГОСТ Р 50571.5–94 (МЭК 364-4-43–77). Электроустановки зданий. Ч. 4. Требования по обеспечению безопасности. Защита от сверхтока. М.: Изд-во стандартов, 1994.

13. ГОСТ Р 50571.9–94 (МЭК 364-4-473–77). Электроустановки зданий. Ч. 4. Требования по обеспечению безопасности. Применение мер защиты от сверхтоков. М.: Изд-во стандартов, 1995.

14. Харечко В. Н., Харечко Ю. В. Защита проводников от сверхтока в электроустановках зданий // Электрика. 2006. № 7.

15. ГОСТ Р 50571.3–94 (МЭК 364-4-41–92). Электроустановки зданий. Ч. 4. Требования по обеспечению безопасности. Защита от поражения электрическим током. М.: Изд-во стандартов, 1995.

16. Правила устройства электроустановок. Раздел 1. Общие правила. Гл. 1.1: Общая часть; гл. 1.2: Электроснабжение и электрические сети; гл. 1.7: Заземление и защитные меры электробезопасности; гл. 1.9: Изоляция электроустановок. Раздел 6. Электрическое освещение. Раздел 7. Электрооборудование специальных установок. Гл. 7.1: Электроустановки жилых, общественных, административных и бытовых зданий; гл. 7.2: Электроустановки зрелищных предприятий, клубных учреждений и спортивных сооружений; гл. 7.5: Электротермические установки; гл. 7.6: Электросварочные установки; гл. 7.10: Электролизные установки и установки гальванических покрытий. 7-е изд. – М.: ЗАО «Энергосервис», 2002.

^{7[1]} Здесь и далее перевод наименований терминов и их определений с английского языка на русский язык выполнен авторами статьи.

^{8[2]} Здесь указан номер пункта стандарта МЭК 60050-441, в котором приведено определение термина «полупроводниковое коммутационное устройство».

^{9[3]} В стандарте МЭК 60050-441 термин «контакт (деталь)» («contact (piece)») определен так: одна из проводящих частей, образующих контакт.

Источник: <http://www.kudrinbi.ru/>

**Новые технические решения в электрооборудовании –
<http://electrolibrary.info/ntr/>**

Информация обо всех наиболее значимых электротехнических новинках!

Освещение взрывоопасных и пожароопасных помещений

Авторы: Пилипчук Р. В. кафедра светотехники. Тернопольский государственный технический университет им. И. Пулюя

Хорунжий П. М. Испытательный сертификационный центр взрывозащищенного электрооборудования г. Донецк

Щиренко В. В. ОАО «Ватра» г. Тернополь

Эффективность производства требует неуклонного повышения производственного и научного потенциалов, являющихся основой экономического развития нашего государства. Проектировщики, строители и эксплуатационники, работающие во всех отраслях народного хозяйства, выполняют ответственные задания по обеспечению роста производительности труда, улучшению качества продукции, всемерной экономии материальных и трудовых ресурсов. Одним из важнейших участков в этом большом и сложном деле является высокоэффективное, безаварийное и долговечное электротехническое хозяйство предприятий, зданий и сооружений. Здесь, в частности, серьезное внимание должно постоянно уделяться повышению технического уровня и экономичности осветительных установок, обслуживающих взрывоопасные и пожароопасные зоны внутри и вне помещений.

Как и на предприятиях химической, нефтяной, газовой и других специальных отраслей промышленности, на современных машиностроительных, электротехнических, деревообрабатывающих, текстильных и многих других производствах разного технологического профиля и назначения широко используются, перерабатываются и хранятся всевозможные твердые, жидкие и газообразные горючие вещества.

Нарушения технологических процессов, неисправности производственного, санитарно-технического и прочего оборудования и коммуникаций могут в этих условиях являться источниками образования взрывоопасной и пожароопасной среды. Возникновение в таких средах электрических дуг или нагрев окружающих предметов до критических температур в определенных случаях приводят к разрушительным взрывам или пожарам.

Значительную опасность подобных ситуаций представляют не соответствующие современным требованиям конструкции светильников, электропроводок, аппаратов и других элементов осветительных установок, как правило, размещаемых в труднодоступных местах, усложняющих их эксплуатацию и постоянное наблюдение.

Устройство электрического освещения, устойчивого и безопасного при эксплуатации во взрыво- или пожароопасных зонах, требует значительных материальных затрат, расхода дефицитных электрических аппаратов и материалов, существенного усложнения электромонтажных работ. Поэтому технически грамотные и экономные решения по осуществлению осветительных установок в этих условиях должны быть основаны на строгом учете специфики технологических процессов, физико-химических свойств используемых горючих веществ и опыта эксплуатации освещения. Недооценка опасности окружающей среды, а также излишняя перестраховка приводят либо к понижению надежности и безопасности осветительных установок, либо к неоправданному увеличению расходов на их устройство и эксплуатацию.

Основные определения и характеристики горючих веществ

Особенности взрывоопасной среды

Взрывоопасность среды предопределяется возможностью образования в ней газопаропылевоздушных смесей, которые приобретают при определенных условиях способности

взрываться от прикосновения со посторонними источниками зажигания.

Взрыв характеризуется мгновенным изменением химического состояния вещества, которое сопровождается выделением большого количества энергии, резким повышением температуры и давления, возникновением мощных ударных волн.

Свойства взрывоопасности приобретают следующие смеси с воздухом:

- любых горючих газов и паров, горючих легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ) при соответствующих концентрациях, которые измеряются в объемных частицах или граммах на 1 м³ свободного объема помещения;
- горючей пыли или волокон в зависшем состоянии с нижней границей взрывчатости до 65 г/м³.

К легковоспламеняющимся относятся горючие жидкости, температура вспышки паров которых равняется 61°С и ниже, а давление паров при температуре 20°С меньше 100кПа.

В зависимости от физико-химических свойств взрывоопасность газопаровоздушных смесей находится в промежутках между значениями их наименьших и наибольших концентраций. При концентрациях выше- или ниже указанных предельных значений, которые называют соответственно нижней или верхней концентрационной границей взрывчатости, взрывы не происходят.

Характерными показателями взрыво- и пожароопасности паровоздушных смесей горючих жидкостей есть:

- температура вспышки паров или наиболее низкая температура жидкости, при которой внесение постороннего источника зажигания вызовет вспышку ее паров без загорания самой жидкости;
- температура самовозгорания или наиболее низкая температура, к которой должна быть нагретая смесь, чтобы она занялась без внесения постороннего источника зажигания.

Важное значение для правильной оценки взрывоопасности среды, в особенности при обустройстве электроосвещения, имеет плотность горючих газов и паров ЛВЖ, которые выделяются в помещении, по отношению к плотности воздуха. Относительная плотность указанных веществ, которые используются в разных производствах, колеблется от частиц единиц до нескольких единиц.

При нарушении технологических процессов или работы вентиляции это определяет способность распространения горючих газов и паров соответственно в верхних или нижних зонах помещений. Например, в красильных цехах, где плотности паров, растворителей значительно превышают плотность воздуха, опасной есть нижняя зона помещений, а в зарядных помещениях аккумуляторов, где при зарядке выделяется водород, особо опасная верхняя зона, где размещаются светильники и проводки.

Плотность горючих газов характеризуется следующими признаками:

- тяжелый газ - газ с плотностью по отношению к воздуху большее 0,8;
- легкий газ - газ с плотностью по отношению к воздуху, равняется или меньшая 0,8;
- сжиженный газ - вещество, которое при температуре 20°С и давления 100 кПа газообразное, а при понижении температуры или повышении давления превращается в жидкость.

Оценивая взрывоопасность среды помещений, следует учитывать такой важный фактор, как значение предельно допустимой санитарными нормами концентрации газов или паров ЛЗР по условиям токсичности.

Так, в помещениях с постоянным пребыванием обслуживающего персонала повышенная токсичность газопаровоздушных смесей (в результате нарушения технологического процесса или аварийных ситуаций) есть своего рода индикатором, который предупреждает о возможности возникновения взрывоопасных концентраций. Эти концентрации для большинства смесей значительно (иногда в сотни раз) превышают нормированные по условиям токсичности концентрации.

В таких случаях причина, которая вызвала существенное повышение концентрации горючих газов или

паров ЛВЖ, может быть устранена задолго к приближению ее к опасному значению. В то же время соразмерность значений токсичной и взрывоопасной концентраций некоторых горючих смесей требует обеспечение надежного неотложного восстановления нормальных условий в помещениях.

Особенности пожароопасности среды

Пожароопасность среды предопределяется сохранением или использованием в ней определенных горючих веществ, которые находятся там при нормальном технологическом процессе или при его возможных нарушениях.

К указанным веществам относятся: горючие вещества с температурой вспышки паров больше 61 °С; горючая пыль или волокна с нижней границей взрывчатости больше 65 г/м³ при нахождении их в воздухе в зависшем состоянии; горючая пыль или волокна, содержащее которых в воздухе по производственным условиям не достигает взрывоопасных концентраций; твердые вещества, которые сгорают (дерево, ткани, пластмассы и др.).

Процесс горения этих веществ при достижении соответствующей температуры в сравнении с взрывом происходит значительно медленнее, без существующего повышения давления газов в помещении.

Классификация взрывоопасных смесей

Основным критерием, определяющим допустимость применения тех или иных светильников, групповых щитков, аппаратов, электроустановочных устройств и электромонтажных изделий во взрывоопасных зонах, является соответствие их конструкций свойствам взрывоопасных смесей. Классификация разделяет взрывоопасные смеси газов и паров ЛВЖ с воздухом на категории и группы. Категории указанных смесей отличаются обозначениями и размерами безопасных экспериментальных зазоров (БЭМЗ) (таблица 1).

БЭМЗ – максимальное расстояние между фланцами оболочки, сквозь которое не передается взрыв с оболочки в окружающую среду при любой концентрации горючих газов в воздухе. Установлена также расширенная шкала групп взрывоопасных смесей, соответствующих температурам их самовоспламенения (таблица 2). В приведенных таблицах и категории и группы взрывоопасных смесей применимы для объектов всех отраслей промышленности, за исключением подземных выработок, шахт и рудников, опасных по газу или пыли.

Таблица 1

| Категории смесей промышленных газов и паров | Значение БЭМЗ, мм |
|---|--------------------------------------|
| II | Более 0,9 От 0,5 до 0,9 До 0,5 |
| IIA | |
| IIB | |
| IIC | |

Таблица 2

| Группы взрывоопасных смесей | Температура самовоспламенения смеси, °С |
|-----------------------------|---|
| T1 | Выше 450 |
| T2 | От 300 до 450 |
| T3 | От 200 до 300 |
| T4 | От 135 до 200 |
| T5 | От 100 до 135 |
| T6 | От 85 до 100 |

Классификация взрывоопасных помещений

Правильное и экономически выполненное электрическое освещение в помещениях производств, связанных с использованием горючих веществ, зависит главным образом от объективной и обоснованной оценки взрыво- и пожароопасности окружающей среды. Здесь основная задача состоит в том, чтобы

надежность и безопасность электроосвещения объединялась с минимальной затратой средств на его осуществление, экономией дефицитных материалов и оснащения, изъятием лишнего при монтаже.

Степень взрывоопасности и пожарной опасности ДНАОПО.00-1.32-01 среды в помещениях регламентируется двумя нормативными документами "Правила устройства электроустановок" (раздел 4 "Электроустановки в взрывоопасных зонах", раздел 5 "Электроустановки в пожароопасных зонах" и СНиП (Строительные нормы и правила) II-90-81 "Производственные здания промышленных предприятий. Нормы проектирования".

Классификацией "Правилами устройства электроустановок" установлено шесть классов взрывоопасных зон, в соответствии с которыми выполняется выбор и размещение электроустановок, в зависимости от частоты и продолжительности присутствующей взрывоопасной среды.

Газо-паровоздушные взрывоопасные среды образуют взрывоопасные зоны классов 0, 1, 2, а пылевоздушные - взрывоопасные зоны классов 20, 21, 22.

1) Взрывоопасная зона класса 0 - пространство, в котором взрывоопасная среда присутствует постоянно или на протяжении продолжительного времени.

2) Взрывоопасная зона класса 1 - пространство, в котором взрывоопасная среда может образоваться во время нормальной работы, если установка работает в соответствии со своими расчетными параметрами.

3) Взрывоопасная зона класса 2 - пространство, в котором взрывоопасная среда при нормальных условиях эксплуатации отсутствует, а если возникает, то редко и продолжается недолго. В этих случаях возможные аварии катастрофических размеров.

4) Взрывоопасная зона класса 20 - пространство, в котором при нормальной эксплуатации взрывоопасная пыль в виде облака присутствует постоянно или часто в количестве, достаточном для образования опасной концентрации смеси с воздухом. Обычно это имеет место внутри оборудования, где пыль может формировать взрывоопасные смеси часто и на продолжительный срок.

5) Взрывоопасная зона класса 21 - пространство, в котором при нормальной эксплуатации возможно появление пыли в виде облака в количестве, достаточном для образования смеси с воздухом взрывоопасной концентрации.

6) Взрывоопасная зона класса 22 - пространство, в котором взрывоопасная пыль в зависшем состоянии может появиться не часто и существовать недолго или в котором слои взрывоопасной пыли могут существовать и образовывать взрывоопасные смеси в случае аварии.

Допустимый уровень взрывозащиты и степень защиты светильников в зависимости от класса взрывоопасной зоны приведен в таблице 3.

Классификацией ПУЭ «Правила устройства электроустановок» изд. 6 установлено пять классов помещений, которые определяют выбор электрооборудования, светильников и электропроводок в взрывоопасных помещениях:

1) помещение класса В-I, в которых горючие газы или пары ЛЗР, которые выделяются, могут образовывать с воздухом взрывоопасные смеси при нормальных непродолжительных режимах работы (например, при загрузке или разгрузке технологических аппаратов, сохранении или переливании ЛЗР, которые находятся в открытых сосудах, и т.д.);

Таблица 3

| "Правила устройства электроустановок" ДНАОП 0.00-1.32-01 | | “Правила устройства электроустановок”, ПУЭ изд. 6 | |
|---|--|--|---|
| Класс взрывоопасной зоны | Уровень взрывозащиты и степень защиты | Класс взрывоопасной зоны | Уровень взрывозащиты и степень защиты |
| 0 | Особо взрывобезопасное электрооборудование | B-I | Особо взрывобезопасное |
| 1 | Взрывобезопасное электрооборудование | B-I | Взрывобезопасное |
| 2 | Повышенной надежности против взрыва с видом защиты "II" | B-Ia; B-Ir; B-Iб | Повышенной надежности против взрыва. Без средств взрывозащиты. Степень защиты IP53 |
| 20 | Особо взрывобезопасное и взрывобезопасное электрооборудование | B-II | Взрывобезопасное (при соблюдении требований п. 7.3.63 ПУЭ) |
| 21 | Электрооборудование повышенной надежности против взрыва | B-IIa | Повышенной надежности против взрыва (при соблюдении требований п.7.3.63 ПУЭ) |
| 22 | Без средств взрывозащиты (при условии соблюдения требований п. 4.6.9) оболочки с степенью защиты IP54. | B-IIa | Без средств взрывозащиты (при соблюдении требований п.7.3.63). Степень защиты IP53* |

2) помещение класса B-Ia, в которых при нормальной эксплуатации взрывоопасные смеси с воздухом горючих газов или паров ЛЗР не имеют места, а возможные лишь в результате аварий или неисправностей;

3) помещение класса B-Iб, те же помещения, что и класса B-Ia, но отличаются одной из следующих особенностей: горючие газы в этих помещениях имеют высокую нижнюю границу взрывчатости (15% и больше) и резкий запах при предельно допустимых за санитарными нормами концентрациях; образование в аварийных случаях в помещениях общих взрывоопасных концентраций по условиям технологического процесса исключено, а возможные лишь местные взрывоопасные концентрации легко воспламеняющиеся жидкости или горючие газы являются в помещениях в небольших количествах, недостаточных для создания в них взрывоопасных концентраций, и работа с ними проводится без использования открытого огня;

4) помещение класса B-II, в которых выделяется горючая пыль и волокна, которые переходят в зависшее состояние и способные образовывать с воздухом взрывоопасные смеси при нормальных непродолжительных режимах работы (например, при загрузке и разгрузке технологических аппаратов).

Классификация взрывозащищенного электрооборудования

Взрывозащищенное электрооборудование подразделяется по уровню и виду взрывозащиты, группам, и температурным классам.

Определены следующие уровни взрывозащиты электрооборудования:

- электрооборудование (электротехническое устройство) повышенной надежности против взрыва – взрывозащищенное электрооборудование, в котором взрывозащита обеспечивается только в определенном режиме его работы. Знак уровня – 2.

- взрывозащищенное электрооборудование (электротехническое устройство) – взрывозащищенное электрооборудование, в котором взрывозащита обеспечивается как при нормальном режиме работы, так и при определенных вероятных повреждениях, определяемых условиями эксплуатации, кроме повреждений способов взрывозащиты. Знак уровня – 1.
- особо взрывозащищенное электрооборудование (электротехническое устройство) – взрывозащищенное электрооборудование, в котором по отношению к взрывозащищенному электрооборудованию (электротехническому устройству) приняты дополнительные меры взрывозащиты, предусмотренные стандартами на виды взрывозащиты. Знак уровня – 0.

Взрывозащищенное электрооборудование имеет следующие условные обозначения видов взрывозащиты:

- взрывонепроницаемая оболочка d
- заполнение или продувка оболочки защитным газом избыточным давлением p
- искробезопасная электрическая цепь i
- кварцевое заполнение оболочки q
- масляное заполнение оболочки o
- защита вида «е» e
- специальный вид взрывозащиты s
- защита вида «m» m
- защита вида «n» n

Электрооборудование группы II, имеющее взрывозащиту «взрывонепроницаемая оболочка» и (или) «искробезопасная электрическая цепь», подразделяются на три подгруппы, которые отвечают взрывоопасным смесям в соответствии с таблицей 4.

Таблица 4

| Группа электрооборудования | Подгруппа электрооборудования | Категория взрывоопасной смеси, для которой электрооборудование является взрывозащищенным |
|----------------------------|-------------------------------|--|
| II | - | IIA, IIB и IIC |
| | IIA | IIA |
| | IIB | IIA и IIB |
| | IIC | IIA, IIB и IIC |

Электрооборудование группы II в зависимости от значения предельной температуры подразделяется на шесть температурных классов, указанных в таблице 5.

Таблица 5

| Температурный класс электрооборудования | Предельная температура, °С | Категория взрывоопасной смеси, для которой электрооборудование является взрывозащищенным |
|---|----------------------------|--|
| T1 | 450 | T1 |
| T2 | 300 | T1, T2 |
| T3 | 200 | T1-T3 |
| T4 | 135 | T1-T4 |
| T5 | 100 | T1-T5 |
| T6 | 85 | T1-T6 |

Маркировка взрывозащищенного электрооборудования

В маркировку взрывозащиты электрооборудования в указанной ниже последовательности входят:

- знак уровня взрывозащиты электрооборудования (2, 1, 0);

- знак Ex, указывающий на соответствие электрооборудования стандартам на взрывозащищенное электрооборудование;
- знак вида взрывозащиты (d, p, i, q, o, e, s, m, n);
- знак группы или подгруппы электрооборудования (II, IIA, IIB и IIC);
- знак температурного класса электрооборудования (T1, T2, T3, T4, T5, T6).

В маркировке взрывозащиты могут иметь место дополнительные знаки и надписи, соответствующие стандартам на электрооборудование с отдельными видами взрывозащиты.

Примеры маркировки взрывозащищенного электрооборудования приведены в таблице 6.

Таблица 6

| Уровень взрывозащиты | Вид взрывозащиты | Группа (подгруппа) | Температурный класс | Маркировка взрывозащиты |
|---|---|--------------------|---------------------|-------------------------|
| Электрооборудование повышенной надежности против взрыва | Защита вида «е» | II | T6 | 2ExeIIT6 |
| | Защита вида «е» и взрывонепроницаемая оболочка | IIB | T3 | 2ExedIIBT3 |
| Взрывобезопасное электрооборудование | Взрывонепроницаемая оболочка | IIA | T3 | 1ExdIIAT3 |
| | Защита вида «е» | II | T6 | 1ExeIIT6 |
| Особо взрывобезопасное электрооборудование | Искробезопасная цепь и взрывонепроницаемая оболочка | IIA | T4 | OExiadIIAT4 |
| | Специальный | II | T4 | OExsIIT4 |

Классификация пожароопасных зон

Пожароопасная зона – пространство в помещении или за его пределами, в котором постоянно или периодически находятся (сохраняются, используются или выделяются во время технологического процесса) горючие вещества как при нормальном технологическом процессе, так и при его нарушении в таком количестве, что требуются специальные меры в конструкции электрооборудования при его монтаже и эксплуатации.

Класс пожароопасных зон согласно классификации и их границы определяются технологами совместно с электриками проектной или эксплуатирующей организации.

Класс пожароопасных зон характерных производств должен отображаться в нормах технологического проектирования или в отраслевых перечнях производств по пожаровзрывоопасности.

1) Пожароопасная зона класса П-I – пространство в помещении, в котором находится горючая жидкость, имеющая температуру воспламенения более +61°C.

2) Пожароопасная зона класса П-II – пространство в помещении, в котором могут накапливаться и выделяться горючая пыль или волокна.

3) Пожароопасная зона класса П-IIa – пространство в помещении, в котором находятся твердые горючие вещества и материалы.

4) Пожароопасная зона класса П-III – пространство вне помещения, в котором находится горючая жидкость с температурой воспламенения более +61°C или твердые горючие вещества.

Зоны в помещениях или за их пределами до 5 м по горизонтали и вертикали от аппарата, в котором

находятся горючие вещества, но технологический процесс ведется с применением открытого огня, раскаленных частей или технологические аппараты имеют поверхности, нагретые до температуры самовоспламенения горючих паров, пыли или волокон, не относятся в части их электрооборудования к пожароопасным зонам.

Класс среды за границами указанной 5-метровой зоны следует определять в зависимости от технологических процессов, применяемых в этой среде.

Зоны в помещениях и за их пределами, в которых твердые и газообразные горючие вещества сжигаются как топливо или утилизируются путем сжигания, не относятся в части их электрооборудования к пожароопасным зонам.

Особенности электротехнического освещения

Широкая номенклатура и разный характер помещений и наружных установок с взрыво- и пожароопасными зонами, распространенных во всех отраслях промышленности, а также в общественных зданиях массового строительства, ограничивают возможность обобщения и выводов, относящихся к светотехнической части осветительных установок указанных объектов. Вместе с тем некоторые особенности, присущие многим таким помещениям, могут служить основанием для ряда общих рекомендаций, направленных на повышение качества и эффективности электрического освещения.

С точки зрения светотехнических требований основная масса помещений и установок промышленных и вспомогательных зданий и участков открытых территорий с взрыво- и пожароопасными зонами по основным производственным признакам может быть условно разделена на несколько групп.

К первой группе можно отнести помещения и установки предприятий химической, нефтяной, газовой и других отраслей промышленности, где технология производства основана на широком использовании жидких, газообразных и пылевидных легко воспламеняющихся и горючих веществ при высоком уровне механизации и автоматизации производственных процессов.

К второй группе относится широкая номенклатура цехов: окрасочных, сушильно-пропиточных, промывочно-пропарочных, консервации, антисептирования изделий и других, в которых широко используются всевозможные лакокрасочные материалы, пропиточные массы, легко воспламеняющиеся растворители, разбавители и масла.

К третьей группе относятся помещения, в которых производится обработка первичного сырья (хлопок, лен, шерсть, макулатура, отходы древесины и др.) и изготовление всевозможных тканей, бумаги, картона и другой продукции на волокнистой основе.

К четвертой группе относятся помещения, технологические процессы которых связаны с применением и обработкой твердых горючих веществ, например цехи деревообрабатывающих, электротехнических, пластмассовых изделий и других предприятий.

К пятой группе относятся отдельные помещения, размещаемые в общественных и гражданских зданиях, где хранятся и обращаются разные горючие материалы. Это, например, помещения архивов, книгохранилищ, светокопии, предприятий бытового обслуживания, упаковочных, различных мастерских, складов и др.

К шестой группе могут быть отнесены взрывоопасные и пожароопасные зоны на открытых территориях. Это установки хранения ЛВЖ, и горючих жидкостей в резервуарах и баках с запорной арматурой, эстакады для налива и разлива ЛВЖ и горючих жидкостей, открытые склады угля, торфа, леса и др.

Номенклатура и количество светильников для освещения взрыво- и пожароопасных зон, выпускаемых светотехнической промышленностью, непрерывно возрастают. Модернизируются и осваиваются новые типы взрывозащищенных светильников для взрывоопасных зон классов В-I, В-Ia, В-Iг и В-II и светильников для тяжелых условий среды, конструкции которых допускают применение их во взрывоопасных зонах

классов В-I и В-IIa и пожароопасных зонах классов П-I, П-II и П-III. Увеличиваются также номенклатура и выпуск светильников, предназначенных для освещения производственных помещений с нормальными условиями среды, пригодных и для освещения некоторых пожароопасных зон классов П-II и П-IIa при определенных условиях.

Классы взрыво- и пожароопасных зон и характер окружающей среды обуславливают применение светильников разных конструкций и исполнений, правильный выбор которых является основным фактором, определяющим надежность, энергетическую экономичность и оптимальную стоимость осветительных установок.

Следует учитывать, что сложность конструкции и защитная оснастка (стекла, решетки, сетки и др.) светильников отрицательно влияют на их светотехнические характеристики и КПД, поэтому выбор светильников для рассматриваемых условий требует всесторонней оценки факторов, определяющих качество и эффективность электроосвещения.

В таблице 7 помещены данные о минимально допустимых уровнях взрывозащиты и степени защиты оболочек светильников в зависимости от классов взрывоопасных зон.

Таблица 7

| Класс взрывоопасной зоны | Уровень взрывозащиты |
|--|--|
| В-I В-Ia, В-Iг В-Iб В-II В-IIa | Стационарные светильники Взрывобезопасное Повышенной надежности против взрыва Без средств взрывозащиты. Степень защиты IP5X Повышенной надежности против взрыва Без средств взрывозащиты. Степень защиты 1P5X |
| В-I, В-Ia В-Iб, В-Iг В-II В-IIa | Переносные светильники Взрывобезопасное Повышенной надежности против взрыва Взрывобезопасное Повышенной надежности против взрыва |

Во взрывоопасных зонах классов В-II и В-IIa рекомендуется применение светильников, предназначенных для взрывоопасных зон со смесями горючих пылей или волокон с воздухом. При отсутствии таких светильников допускается в зонах класса В-II применение светильников во взрывозащищенном исполнении для работы в средах со взрывоопасными смесями газов и паров с воздухом, а в зонах класса В-IIa – светильников общего назначения (без взрывозащиты), но имеющих соответствующую защиту оболочки от проникновения пыли.

Переносные светильники в пожароопасных зонах любого класса должны иметь степень защиты не менее IP54; стеклянные колпаки должны быть защищены металлической сеткой.

Конструкция светильников с газоразрядными лампами в этих зонах должна исключать выпадение из них ламп. Светильники с лампами накаливания должны иметь сплошное силикатное стекло, защищающее лампу. Они не должны иметь отражателей и рассеивателей из сгораемых материалов. В пожароопасных зонах любого класса складских помещений светильники с газоразрядными лампами не должны иметь отражателей и рассеивателей из горючих материалов.

Освещение взрывоопасных объектов различных отраслей промышленности.

Основные отрасли промышленности, где применяются взрывобезопасное светотехническое оборудование, это:

1. Нефтехимическая и нефтеперерабатывающая промышленность.
2. Нефтегазовая промышленность.
3. Химическая промышленность.
4. Угольная промышленность.
5. Metallургическая промышленность.
6. Отдельные объекты (электротехнической, деревообрабатывающей, пищевой промышленности , склады химических и легковоспламеняющихся жидкостей, сливно-наливные эстакады, АЗС и т. д.).

Выбор и установка осветительных приборов для взрывоопасных объектов и зон производится в соответствии с требованиями ПУЭ на основании классификации взрывоопасных зон и взрывоопасных смесей.

Производства, в которых возможно возникновение взрывоопасных смесей, газов, паров, пыли или волокон с воздухом, подразделяются на взрывоопасные зоны по классам.

Зоны класса В-I, В-Ia, В-Iб, В-Iг, В-II и В-IIa.

Взрывозащищённое электрооборудование подразделяется по группам, уровням и видам взрывозащиты, а также по категориям взрывоопасных смесей и температурным классам.

- Группа I - рудничные СП
- Группа II - промышленные СП

ОАО «Ватра» выпускает световые взрывозащищённые приборы I и II групп. К группе I относятся взрывозащищённые СП для шахт с уровнем взрывозащиты РВ - знак уровня взрывозащиты, 1ВА - знак вида взрывозащиты, то есть взрывонепроницаемая оболочка и автоматическое отключение. К светильникам этого класса относятся СП типа ЛСП-01-20 и ЛСП-01-40 с л.л. мощностью 20 и 40W. Эти светильники предназначены для освещения подземных выработок угольных шахт, опасных по газу (метану) и пыли и рассчитаны для эксплуатации в районах с умеренным климатом (при t(окр. от 0 до 35(С). Светильники типа ЛСП-01-20 рассчитаны на напряжение питания 127V, а ЛСП-01-40 на 220V.

К группе II относятся промышленные взрывобезопасные СП работающие в взрывоопасных смесях газов и паров с воздухом.

Установлены два уровня взрывозащиты.

1-й уровень взрывозащиты: „взрывонепроницаемая оболочка“, в котором взрывозащита обеспечивается как при нормальных режимах, так и при признанных вероятных повреждениях, кроме повреждения средств взрывозащиты - 1Ex.

2- й уровень взрывозащиты: „электрооборудование повышенной надёжности против взрыва“, в котором взрывозащита обеспечивается только в признанном нормальном режиме работы - 2Ex; Ex- знак указывающий , что оборудование взрывозащищённое.

Взрывозащищённое электрооборудование (светильники) классифицируются по категориям взрывоопасных смесей, газов и паров с воздухом (категория смесей IIA, IIB, IIC) для которых оборудование является взрывозащищённым.

Взрывозащищённое электрооборудование подразделяется ещё по температуре самовоспламенения взрывоопасных смесей, газов и паров. T1, T2, T3, T4 - знак температурной группы.

Сегодня ОАО «Ватра» серийно выпускает взрывозащищённые светильники с уровнем взрывозащиты повышенная надёжность против взрыва;

- это светильники типа НСП-23-200 с л.н., мощностью 200W с уровнем взрывозащиты 2Ex (НСП-23-200 - 2ExedIICT2);
- с л.л. мощностью 65 и 80W

Н4Т4-1Х65 }
 Н4Т4-2Х65 } 2ExedIICT5 (новое название ЛСП-03ВEx)
 Н4Т5-1Х80 }
 Н4Т5-2Х80 } 2ExedIICT4

- для АЗС с ГЛВД, мощностью 125 или 250W типа РВП-14ВEx-125/250 с ДРЛ; ГВП-14ВEx-250 с ДРИ с уровнем взрывозащиты 2ExedIIBT2

ОАО «Ватра» серийно выпускает взрывобезопасный светильник с уровнем взрывозащиты - взрывонепроницаемая оболочка - знак 1Ex.

Это светильник - с ртутными лампами типа ДРЛ мощностью 125 и 250W.

РСР-11ВExdeIICT5/Т4-125/250

- с натриевыми лампами типа ДНаТ, мощностью 100 и 150W.

ЖСП-11ВExdeIICT6/Т4-100/150

- с металлогалогенными лампами типа ДРИ, мощностью 175W

ГСП-11ВExdeIICT4

Все взрывозащищённые светильники имеют сертификат по взрывозащите.

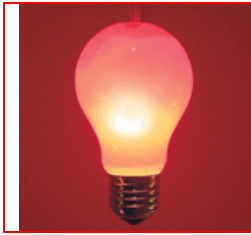
Сейчас закончены работы по освоению маломощного взрывозащищённого светильника с уровнем взрывозащиты 1Ex- взрывонепроницаемая оболочка с лампами ДРЛ-80/125, ДНАТ-70/100 и Л.Н.-60...200W с температурным классом Т4, Т5, Т6 в развитие и в замен светильников типа ВЗГ-200, это серия РСР-18ВEx-80/125, ЖСП-18ВEx-70/100 и НСП-18ВEx-60...200.

Все эти СП закрывают, в основном, потребности химической промышленности, нефтегазовых комплексов и другие отрасли промышленности. Более развёрнутое подробное применение взрывозащищённых световых приборов, в различных отраслях промышленности изложено в рекомендациях по применению СП выпускаемых ОАО «Ватра».

Можно сгруппировать в таблицу зависимости от исполнения светильников от класса взрывоопасной зоны.

| Класс взрывоопасной зоны | Исполнения светильников |
|--------------------------|---|
| В-I | Взрывобезопасное - 1Ex или особо взрывобезопасное - 0Ex. |
| В-Ia, В-Ir | Повышенная надёжность против взрыва - 2Ex |
| В-Iб, В-IIa | Без средств взрывозащиты. Оболочка со степенью защиты IP54. |
| В-II | Любой взрывозащищённый светильник |

Источник информации: <http://www.vatra.te.ua>



Вся современная светотехника на

LIGHTING BLOG –

<http://electrolibrary.info/blog/>

Энергосбережение в освещении

**Авторы: Щиренко В. В. ОАО «Ватра» г. Тернополь
Пилипчук Р. В. кафедра светотехники. Тернопольский технический
государственный университет им. И. Пулюя**

Из-за низкой эффективности источников света и световых приборов удельный вес расходов электроэнергии на изготовление световой энергии в 1,5 раза выше, чем в западных странах.

Основными причинами такого положения являются:

1. Использование малоэффективных светильников, оснащенных высокорасходными лампами накаливания;
2. Эксплуатация физически изношенных приборов, в которых отражатели и рассеиватели понизили свои оптические характеристики.

Нерациональность использования электроэнергии связана в первую очередь с тем, что большая группа светильников для промышленного освещения имеет низкий коэффициент полезного действия и малоэффективное распределение силы света. Для решения энергетических и экологических проблем, связанных с электрическим освещением, необходимо значительно повысить эффективность использования электроэнергии в осветительных установках.

Решение этих проблем, по нашему мнению, сводится к решению четырех основных задач.

1. Усовершенствование средств освещения за счет использования прогрессивных световых приборов.
2. Усовершенствование способов освещения за счет внедрения новых принципов проектирования и нормирования освещения.
3. Улучшение эксплуатации осветительных установок.
4. Стимулирование потребителей электроэнергии за использование энергоэкономных источников света.

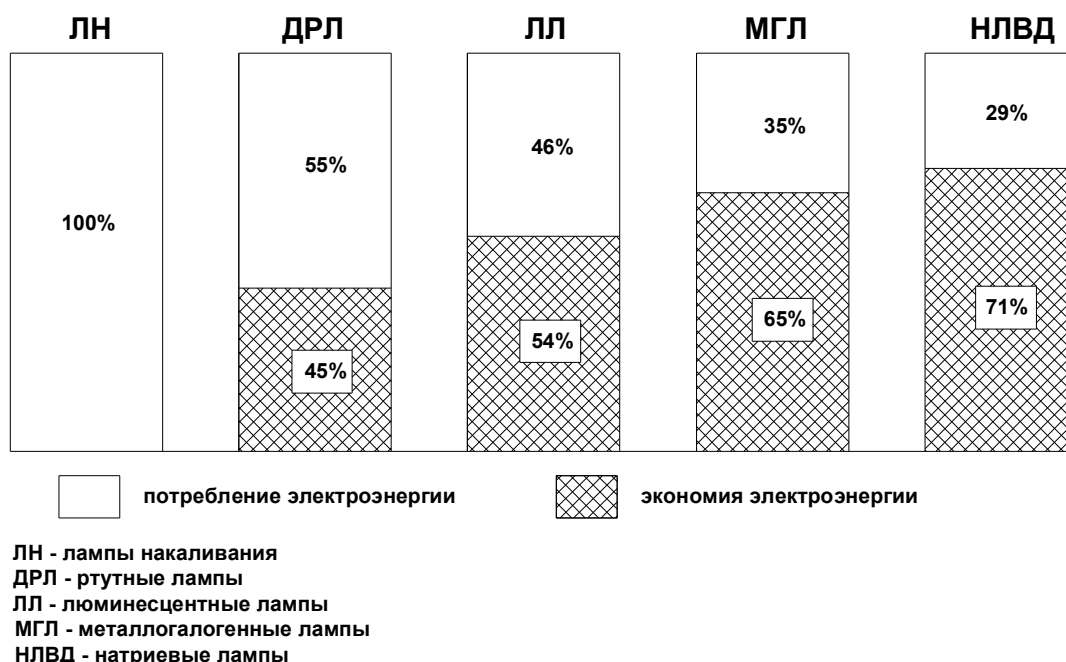
С приведенных выше проблем по экономии электроэнергии первая есть самая важная, которая создает базу для решения всех остальных. Решать эту задачу необходимо в два этапа.

Первый этап — замена в осветительных установках светильников с лампами накаливания (ЛН) на светильники с газоразрядными лампами, в первую очередь на люминесцентные (ЛЛ) и газоразрядные лампы высокого давления (ГЛВД) — ДРЛ, ДРИ, ДНаТ. При этом возможная экономия электроэнергии приведена на рис. 1.

Поэтому при проектировании новых ОУ, или реконструкции действующих, выбор источников света должен проводиться, как правило, на основе технико-экономического сравнения вариантов освещения конкретного объекта с учетом всех капитальных и эксплуатационных затрат.

Однако, учитывая устойчивую тенденцию опережающего повышения цены на электроэнергию в сравнении с ростом цен на светотехнические изделия, можно смело сказать, что экономия электроэнергии будет решающим фактором в определении эффективности ОУ. Поскольку светоотдача газоразрядных ламп в 3-6 раз выше чем в ЛН, а срок службы в 8-10 раз, то проектным организациям необходимо расширять и внедрять новые зоны использования газоразрядных ламп высокого давления. Замена светильников с ЛН на светильники с ЛЛ и ГЛВД при наших условиях окупит себя на протяжении года, при этом значительно увеличит освещенность рабочих мест.

Рисунок 1 – Экономия электроэнергии за счет перехода на более эффективные источники света



Второй этап — это разработка, освоение и использование в осветительных устройствах новых световых приборов с высокоинтенсивными энергоэкономичными лампами, эффективным светораспределением, ПРА с пониженными потерями и с электронными ВЧ ПРА.

Энергетическая эффективность и срок службы различных типов ИС, как известно, резко отличаются. За период своей работы разрядные лампы (РЛ) вырабатывают в 50 - 100 раз больше световой энергии на 1 условный Ватт потребляемой мощности по сравнению с лампами накаливания.

Основные характеристики различных ИС приведены в таблице 1.

Возможная экономия ЭЭ, которая может быть получена в ОУ (при сохранении нормируемых уровней освещенности) приведена в таблице 2.

Таблица 1
Основные характеристики источников света

| Тип источника света | Средний срок службы, ч | Индекс цветопередачи, R_a | Световая отдача, лм/Вт | Световая энергия, вырабатываемая за срок службы (на 1 усл. Вт) | |
|--|------------------------|-----------------------------|------------------------|--|----------|
| | | | | Млм·ч | отн. ед. |
| Лампы накаливания общего назначения (ЛН) | 1000 | 100 | 8 — 17 | 0,013 | 1 |
| Люминесцентные лампы (ЛЛ) | 10000 — 12000 | 92 — 57 | 48 — 80 | 0,911 | 69 |
| Компактные люминесцентные лампы (КЛЛ) | 5500 — 8000 | 85 | 65 — 80 | 0,460 | 35 |
| Дуговые ртутные лампы (ДРЛ) | 12000 — 20000 | 40 | 50 — 54 | 0,632 | 48 |
| Натриевые лампы высокого давления (НЛВД) | 10000 — 12000 | 25 | 85 — 120 | 0,960 | 94 |
| Металлогалогенные лампы (МГЛ) | 3000 — 10000 | 65 | 66 — 90 | 0,780 | 60 |

Таблица 2. Возможная экономия ЭЭ за счет перехода на более эффективные ИС

| При замене ИС | Средняя экономия ЭЭ, % |
|---------------|------------------------|
|---------------|------------------------|

| | |
|-------------|---------|
| ЛН на КЛЛ | 60 — 80 |
| ЛН* на ЛЛ | 40 — 54 |
| ЛН* на ДРЛ | 41 — 47 |
| ЛН* на МГЛ | 54 — 65 |
| ЛН* на НЛВД | 57 — 71 |
| ЛЛ на МГЛ | 20 — 23 |
| ДРЛ на МГЛ | 30 — 40 |
| ДРЛ на НЛВД | 38 — 50 |

*При снижении нормированной освещенности для ЛН на одну ступень в соответствии с действующими нормами освещения.

Светильники классифицируются по светотехническим параметрам и конструктивным характеристикам. Выбирая изделие, необходимо учитывать его конструктивное исполнение, светораспределение, яркость и экономичность. От правильного выбора светильника и его размещения зависит качество освещения в помещении: его равномерность, распределение яркости по внутренним поверхностям, степень прямого и отраженного блеска и затенение рабочего места, оптимальное тенеобразование.

Правильный выбор осветительных приборов по светораспределению дает минимальные затраты электроэнергии. Возможна ее экономия вследствие использования светильников с эффективным для заданных условий энергораспределением составляет 15 -20 процентов при небольших высотах помещения и 20 - 40 процентов — при высоких. Так, при замене диффузных люминесцентных светильников на зеркальные, можно сэкономить до 30 % электроэнергии.

Выбор типа осветительного прибора (ОП) должен производиться по типовым конструктивно-светотехническим схемам и эксплуатационным группам.

Примеры возможной экономии ЭЭ при использовании ОП с различными КСС, вместо диффузных ОП (тип КСС — Д) приведены в таблице 3.

Таблица 3 Экономия ЭЭ при использовании ОП с эффективными КСС

| Высота помещения, м | Замена ОП с КСС ДЗ на ОП со следующими КСС | Экономия ЭЭ, % |
|---------------------|--|----------------|
| 5,0 | Г2 | 14 |
| | Г3 | 15 |
| | К1 | 18 |
| 10,0 | Г2 | 22 |
| | Г3 | 25 |
| | К1 | 28 |
| | К2 | 31 |
| 15,0 | Г2 | 26 |
| | Г3 | 28 |
| | К1 | 32 |
| | К2 | 34 |
| 20,0 | Г2 | 28 |
| | Г3 | 32 |
| | К1 | 34 |
| | К2 | 40 |
| | К3 | |

При использовании эффективных средств освещения затраты электроэнергии можно снизить почти вдвое. Основные направления решения этого важного задания будут состоять в усовершенствовании средств и методов освещения и улучшении эксплуатации осветительных приборов.

Усовершенствование средств освещения включает прежде всего работу над такими важными проблемами, как:

1. Повышение коэффициента полезного действия;
2. Стабилизация светового потока источников света в процессе службы;
3. Разработка, производство и использование упоминаемых приборов с эффективным светораспределением;
4. Стабилизация характеристик осветительных приборов во время эксплуатации.

Типы кривых силы света светильников

| Обозначения типов КСС | Наименование типов КСС в верхней и нижней полусферах | Зона возможных направлений максимальной силы света I_{max} | Значения коэффициентов формы КСС |
|-----------------------|--|--|--|
| К | Концентрированная | 0—15° | $K_{\phi} \geq 3$ |
| Г | Глубокая | 0—30; 180—150 | $2 < K_{\phi} < 3$ |
| Д | Косинусная | 0—35; 180—145 | $1,3 < K_{\phi} < 2$ |
| Л | Полуширокая | 35—55; 145—125 | $1,3 < K_{\phi}$ |
| Ш | Широкая | 55—85; 125—95 | $1,3 < K_{\phi}$ |
| М | Равномерная | 0—90; 180—90 | $K_{\phi} \leq 1,3$, при этом $I_{min} > 0,7 I_{max}$ |
| С | Синусная | 70—90; 110—90 | $K_{\phi} < 1,3$, при этом $I_0 < 0,7 I_{max}$ |

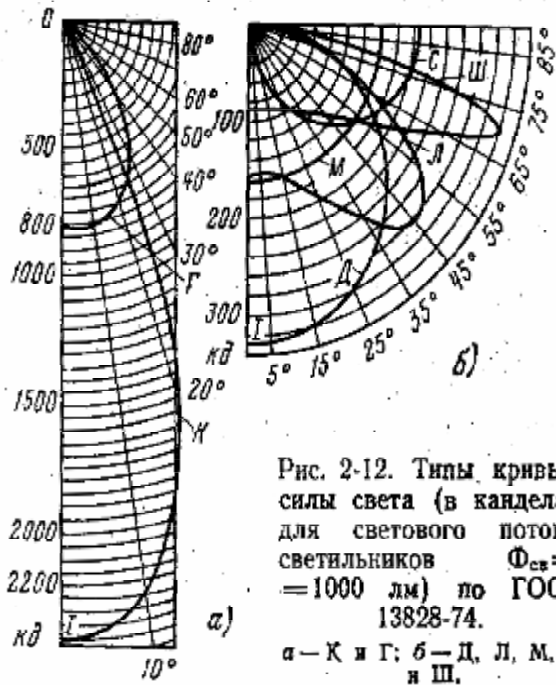


Рис. 2-12. Типы кривых силы света (в канделах для светового потока светильников $\Phi_{св} = 1000$ лм) по ГОСТ 13828-74.
а — К и Г; б — Д, Л, М, С и Ш.

Возможная экономия электроэнергии на освещение в различных отраслях народного хозяйства от использования современных энергоэкономичных систем освещения приведена на рис. 5.

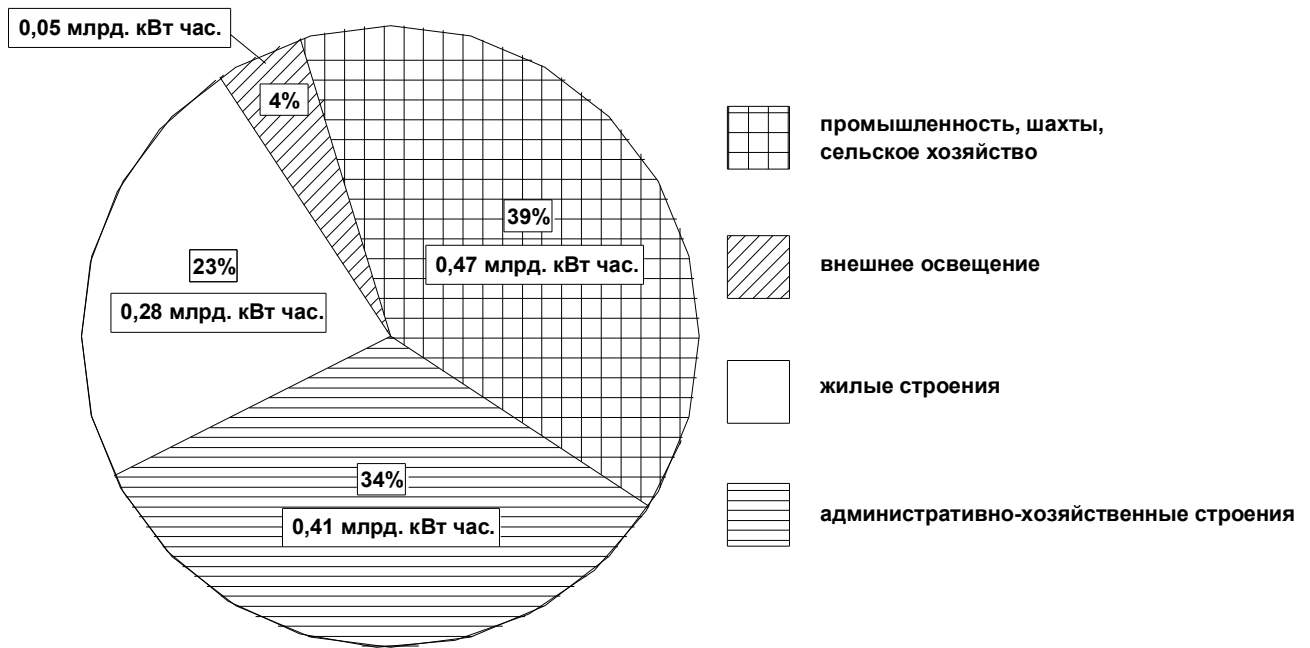


Рисунок 5 – Экономия электроэнергии на освещение в различных отраслях народного хозяйства от использования современных энергоэкономичных систем освещения

Следует заметить, что коэффициент полезного действия светильников с отражателями и экранирующими элементами зависит от их коэффициента отражения и защитных углов (рис. 6, 7).

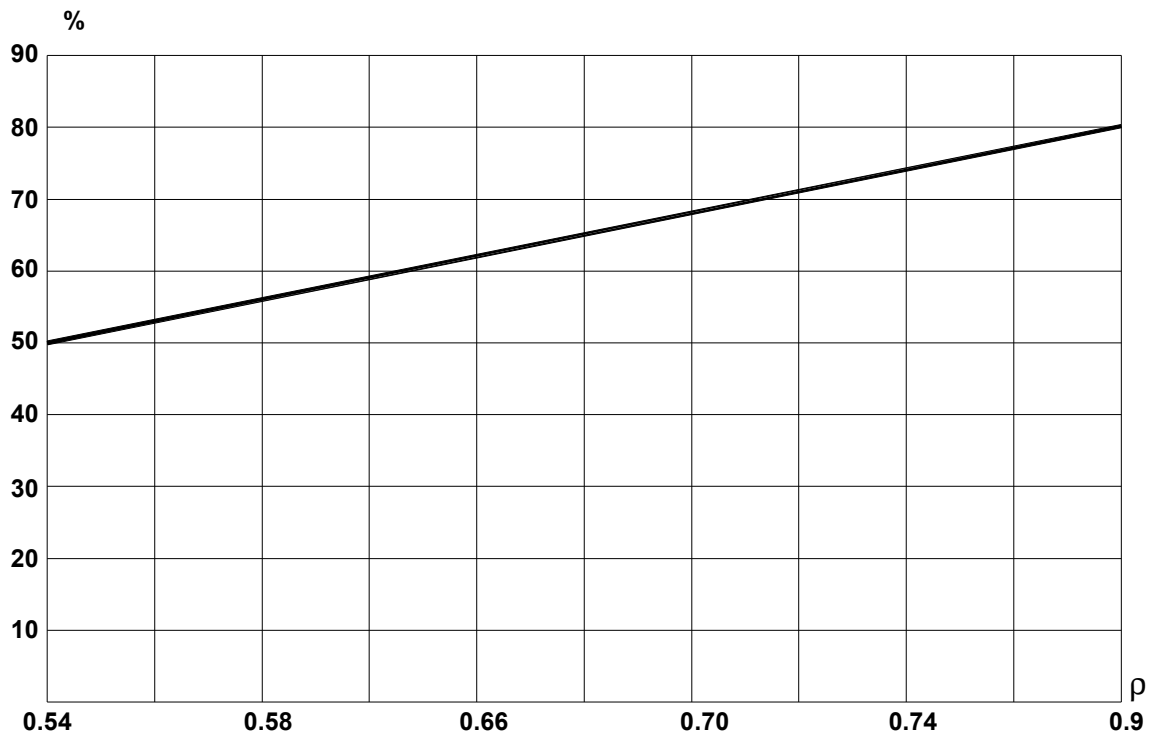


Рисунок 6 – Зависимость коэффициента полезного действия от коэффициента отражения отражателя

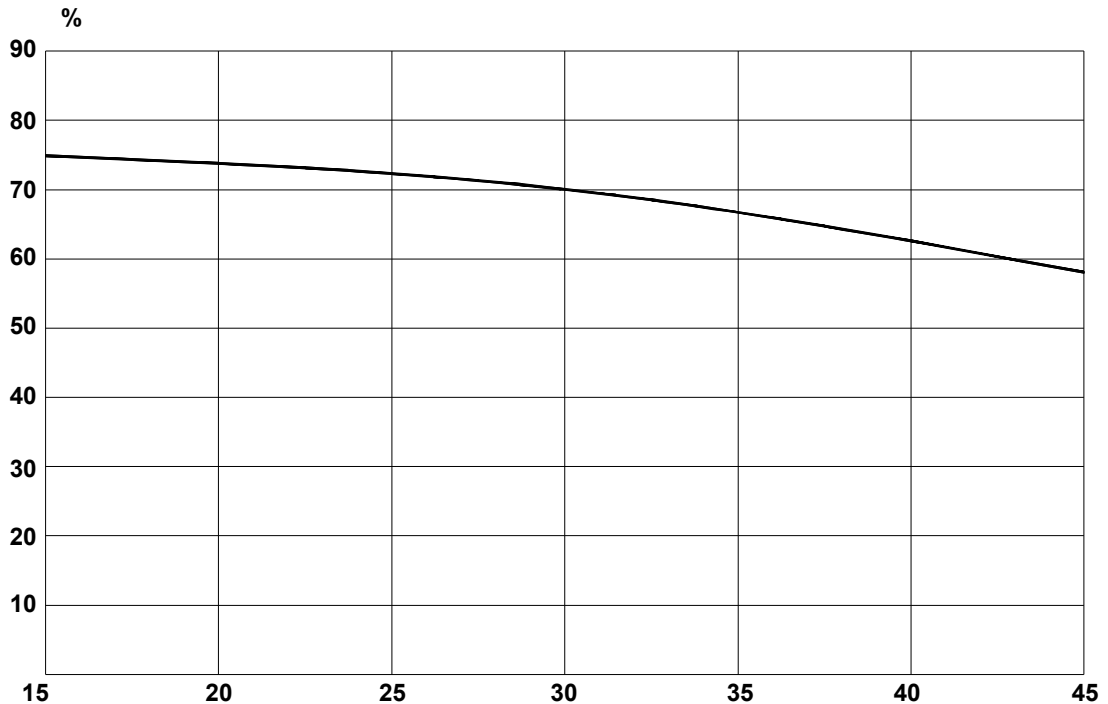


Рисунок 7 – Зависимость коэффициента полезного действия светильника от защитных углов

Использование рассеивателей приводит к значительному снижению коэффициента полезного действия светильников.

Светильники с опаловыми рассеивателями имеют коэффициент полезного действия около 50 %. Замена опаловых рассеивателей на призматические позволяет увеличить коэффициент полезного действия люминесцентных светильников до 65 - 70 %. Переход от рассеивателей к экранирующим решеткам повышает коэффициент полезного действия люминесцентных светильников до 75 %. Высокой эффективностью обладают светильники с открытыми люминесцентными лампами. Отсутствие экранирующих и рассеивающих элементов позволяет достичь КПД светильника больше 85 %.

В существующей практике освещения в Украине светильники с открытыми люминесцентными лампами используются очень мало. Это обусловлено требованиями нормативных документов (ГОСТ 8607-82), где нормируются показатели комфортности — защитный угол и габаритная яркость. Требования этого документа не позволяют использовать для освещения административных помещений световые приборы без рассеивателей, которые играют защитную роль, обеспечивают эстетическое восприятие, комфортность освещения. При этом коэффициент полезного действия осветительных приборов с рассеивателями низкий (0,5 - 0,6).

В условиях энергетического кризиса, при выборе световых приборов для освещения административно-общественных помещений, вопрос экономичности должен быть решающим. Поэтому с целью использования эффективных светильников с дизайном высокого класса и оптимальными характеристиками, а также учитывая экономическое состояние Украины, имея ввиду экономию электроэнергии, необходимо на правительственном уровне решить вопрос введения своих национальных норм качества освещения, учитывая рекомендации МКО и опыт передовых зарубежных стран, а также задание законодательного закрепления требований к экономии энергии в светотехнических изделиях в стандартах, нормах и правилах, которые бы исключали использование энергозатратной осветительной техники в народном хозяйстве.

Источник информации: <http://www.vatra.te.ua>

Состояние и перспективы развития асинхронных электродвигателей

Авторы: Лазаревский Н.А., Мартынов С.А. - ЦНИИ СЭТ

Простота конструкции, надежность, высокое значение коэффициента полезного действия асинхронных двигателей (АД) мощностью от 0,025 до 350 кВт объясняют широкое применение в электроприводах. Известно, в частности, что приводы с использованием АД потребляют около 60% мирового производства электроэнергии.

В начале 1990-х годов, с распадом СССР, для российского потребителя стало проблемой приобретение асинхронных двигателей в Российской Федерации отсутствовало производство АД с высотами оси вращения 63, 71, 80, 90, 200, 225, 250 мм. Электродвигатели таких габаритов выпускали только заводы производственных объединений “Укрэлектромаш” и “Южэлектромаш” (Украина), завод “Электродвигатель” (Беларусь), “Армэлектрозавод” и “Ереванский ЭТЗ” (Армения), “Азерэлектро-маш” (Азербайджан). В целом порядка 80% мощностей производства электродвигателей единых серий 4АМ и АИР располагались уже за пределами нашей страны.

С учетом сложившейся ситуации, специалистами ОАО “НИПТИЭМ”, ведущего российского института, работающего в области электромашиностроения, была разработана новая общепромышленная серия АД-5А на высоты оси вращения от 71 до 355 мм (этот ряд объединял четырнадцать габаритов).

В основу разработки были положены идеи повышения КПД и ресурса, снижения уровней шума и рабочей температуры, улучшения пусковых и массогабаритных характеристик электродвигателей. По техническому заданию ФГУП “ЦНИИ СЭТ” на базе этой серии был разработан рабочий проект АД, отвечающий требованиям Российского Морского Регистра Судоходства (РС), на высоты оси вращения от 63 до 250 мм с числом пар полюсов $2p = 2, 4, 6$. Два габарита из этой серии (5А80 и 5А100) прошли испытания (МВИ) и поставляются теперь Владимирским электромашиностроительным заводом (ВЭМЗ). Их предназначение - комплектование приводов; их можно эксплуатировать на судах и в рыбоцехах.

Одной из задач ближайшей перспективы является изготовление опытных образцов оставшихся габаритов серии, проведение МВИ и выпуск технических условий (ТУ) на судовые электродвигатели, отвечающие требованиям РС Параллельно с разработкой серии 5А специалисты НИПТИЭМ занимались совершенствованием встроенной температурной защиты двигателей. Были разработаны устройства встроенной тепловой защиты, исполнительный блок которой размещается непосредственно на корпусе АД. Был разработан вариант с дистанционным управлением.

На каждом из этапов разработки были реализованы свои подходы к выбору оптимальных конструктивных решений. Во внимание принимались как новейшие достижения в области электротехнологии, так и неблагоприятные особенности актуального экономического состояния страны. К примеру, если раньше, в условиях планового хозяйства, стоимость трудо-вых, материальных и энергетических ресурсов нередко не соответствовала их потребительским свойствам, то в условиях рыночной экономики ситуация стала иной. К апрелю 1999 г. стоимость 1 т медных обмоточных проводов увеличилась с 1,5 до 75,0 тыс. рублей - в девяносто раз. Стоимость 1 т электротехнической стали возросла с 380 рублей до 5,7 тыс. рублей - в пятнадцать раз, 1 кВт-ч электроэнергии подорожал с 1,36 до 41 копейки - в тридцать раз.

Относительно низкая стоимость обмоточной меди, характерная для прошлых лет, позволяла делать “медными” АД всех разрабатывавшихся ранее серий - с относительно низкой магнитной индукцией в воздушном зазоре (0,65.. 0,75 Тл) и относительно большим воздушным зазором. Можно полагать, что в настоящее время, с учетом действия известных экономических факторов, оптимальными должны быть АД, на изготовление которых уходит меньше меди, так называемые “стальные” машины.

Исходя из этих обстоятельств, на Ярославском электромашиностроительном заводе (ОАО “ELDIN”) было освоено производство асинхронных двигателей новой серии RA. При ее разработке были выбраны следующие

ориентиры: получение высоких энергетических показателей при снижении массы двигателя и достижении большей его компактности; увеличение пусковых моментов при снижении кратности пускового тока; улучшение виброакустических характеристик двигателей путем снижения магнитного, механического и вентиляционного шумов; обеспечение простоты и безопасности обслуживания таких двигателей; повышение конкурентоспособности новых АД. Сравнительные показатели трехфазных ($2p = 2$) АД с короткозамкнутым ротором для высоты оси вращения 90 мм единых серий АО, А02, Д, 4А, АИР, а также новой серии RA приведены в табл. 1 [2].

Таблица 1. Сравнительные показатели трехфазных АД с короткозамкнутым ротором (высота оси вращения 90 мм)

| Серия | Год разработки | Мощность, кВт | Удельная масса, кг/кВт | КПД, % |
|-------|----------------|---------------|------------------------|--------|
| АО | 1949 | 0,4 | 22,5 | 70,0 |
| А02 | 1962 | 0,8 | 15,0 | 73,5 |
| Д | 1965 | 1,5 | 14,0 | 80,0 |
| 4А | 1971 | 2,2 | 10,0 | 80,5 |
| АИР | 1981 | 2,2 | 7,0 | 82,0 |
| RA | 1992 | 2,2 | 6,8 | 84,0 |

Асинхронные двигатели серии RA отвечают требованиям международных стандартов. Они успешно экспонировались на международных выставках в Ганновере (1995-1999 гг.). Их поставляют в промышленно развитые страны: в Германию, Италию, Францию и др. В ближайших планах - испытания их на соответствие требованиям РС, расширение области их применения (на морских и речных судах).

Показатели АД классической конструкции к настоящему времени доведены до уровней, практически обеспечивающих достижение предельных значений электромагнитных нагрузок при приемлемом расходе активных материалов. Дальнейшее развитие АД проводится по пути конструктивного сращивания электроприводов с техническими объектами, в которых они установлены. Возникают и специфические требования, предъявляемые к АД. Так, в настоящее время развитие получил тяговый электропривод на базе АД с короткозамкнутым ротором, применяемый в наземном электрифицированном транспорте (трамвай, троллейбус), в метро, электропоездах.

Для управления тяговым электроприводом применяют преобразователи частоты (ПЧ) со звеном постоянного тока, формирование выходных сигналов которых осуществляется на основе ШИМ. На выходе преобразователя формируется серия прямоугольных импульсов постоянной амплитуды, но меняющейся длительности. Полезная составляющая имеет форму синусоиды заданной частоты и амплитуды.

В настоящее время как правило в качестве ключевого элемента применяют биполярные транзисторы с изолированным затвором (IGBT), имеющие длительность фронта импульсов в диапазоне 0,1-1,0 мкс. В результате, на обмотку АД поступают импульсы прямоугольной формы с высоким пиковым значением, следствием чего становятся значительные перенапряжения в обмотках. Величина амплитуды перенапряжений растет при увеличении несущей частоты ШИМ (с целью улучшения энергетических показателей и приближения полезной составляющей выходного напряжения ПЧ к синусоиде.)

Такие перенапряжения провоцируют быстрое старение изоляции, что в конечном итоге ведет к снижению надежности и срока службы АД [3]. Очевидно, что как при выдаче технического задания, так и при разработке АД необходимо учитывать требования по повышению прочности изоляции.

Важным специфическим требованием, применяемым к тяговому электроприводу, является требование обеспечения работы АД без перегрева в диапазоне частот до 150 Гц. Как правило, разгон АД в тяговом электроприводе транспорта осуществляется изменением частоты в диапазоне 0-50 Гц, выход на скорость до 70 км/час - в диапазоне 50-150 Гц. При проектировании специализированных АД для тягового электропривода необходимо предусматривать расширение диапазона рабочих частот до 150 Гц.

Заключение

1. Отечественной промышленностью разработаны и в настоящее время серийно поставляются АД серий 5А и RA в общепромышленном исполнении.
2. Для определения возможности работы АД серий 5А и RA на судах и в рыбоцехах необходимо провести

испытания на соответствие их требованиям РС

3. При выдаче технических заданий, а также при проектировании специализированных АД, предназначенных к применению в тяговом электроприводе, необходимо предусматривать следующее: повышение их функциональных возможностей путем расширения диапазона рабочей частоты до 150 Гц; повышение требований к прочности изоляции (с учетом возможных перенапряжений, которые на отдельных участках обмотки АД, работающей от ПЧ при частотном управлении от ШИМ, иногда достигают значений, более чем в полтора раза превышающих амплитуду исходного воздействия).

Литература

1. Новиков В.К. Исследование, раз-работка и производство низковольтных электродвигателей//Электротехника, 1999, №9.
- 2.Ахунов Т.А, Макаров Л.Н., Попов В.И. Особенности построения новой серии RA асинхронных машин//Элект-ротехника, 1999, №9.
3. Беспалов В.Я. Импульсные перенапряжения в обмотках асинхронных двигателей при питании от ШИМ-преоб-разователя//Электротехника, 1999, №9.

Перевод полиграфического оборудования на асинхронный электропривод

Автор: Генеральный директор ООО "Ореком"
Киреев В.В

Кто из нас не сталкивался с машинами и механизмами, приводимыми в действие двигателями постоянного тока? При всей кажущейся простоте в названии поражают как размеры электронной части электропривода, так и габариты самого двигателя. А когда эта связка привод-двигатель начинает сбоить, то вникание в схемотехнику, поиск неисправности и комплектующих, а затем ремонт привода выражается в сутках, а то и неделях вынужденного простоя оборудования. А если в цеху один станок работает на сырье, производимым другим, то простаивает зачастую вся цепочка. Именно такая ситуация сложилась на одном из полиграфических производств, руководство которого и обратилось в нашу организацию.

Самый распространенный вариант поломок в нашем случае - выход из строя ключевых элементов электропривода и, как следствие, нарушение токового режима ротора двигателя. В лучшем случае, если вовремя заметят и остановят машину, это грозит заменой щёток и их держателей, а в худшем - прогорает коллектор или одна из обмоток ротора. К сожалению, последний вариант встречается чаще.

А когда встает вопрос о замене электродвигателя, то начинают поражать не только его габариты, но и стоимость. В зависимости от мощности приобретение электродвигателя постоянного тока сейчас выливается в сумму от 25 тыс. рублей и выше. Добавьте сюда стоимость мощных тиристорных сборок (не совсем надёжных), стоимость демонтажа, ремонта и монтажа - и сразу хочется спросить: неужели нет другого решения? Раньше, может быть, и не было, но теперь все функции, выполняемые старым приводом, вполне может взять на себя частотный преобразователь.

Анализируя прайс-листы фирм, продающих в России частотные преобразователи, понимаешь, что оборудование это не дешёвое. Насколько же целесообразна замена привода? Начинаем считать с руководством предприятия на примере полиграфической печатной машины МДС-280 со следующими исходными данными: мощность старого двигателя 4 Квт при 1500 об/мин. Выбираем асинхронный двигатель с небольшим запасом по мощности 5,5 Квт и соответствующий частотный преобразователь (в данном случае - LG Is5 5,5 Квт). Двигатель обойдётся в сумму около 2,5 тыс. рублей, преобразователь - около 24 тыс. рублей. Итого получается 26,5 тыс рублей. Электродвигатель постоянного тока на 4 Квт стоит около 32 тыс. рублей. Разница в 5-6 тыс. рублей уже ощутима. Кроме того, надёжность привода и асинхронного двигателя позволит избежать почти ежегодных ремонтов с простоями. Итак, решение принято в пользу "частотника".

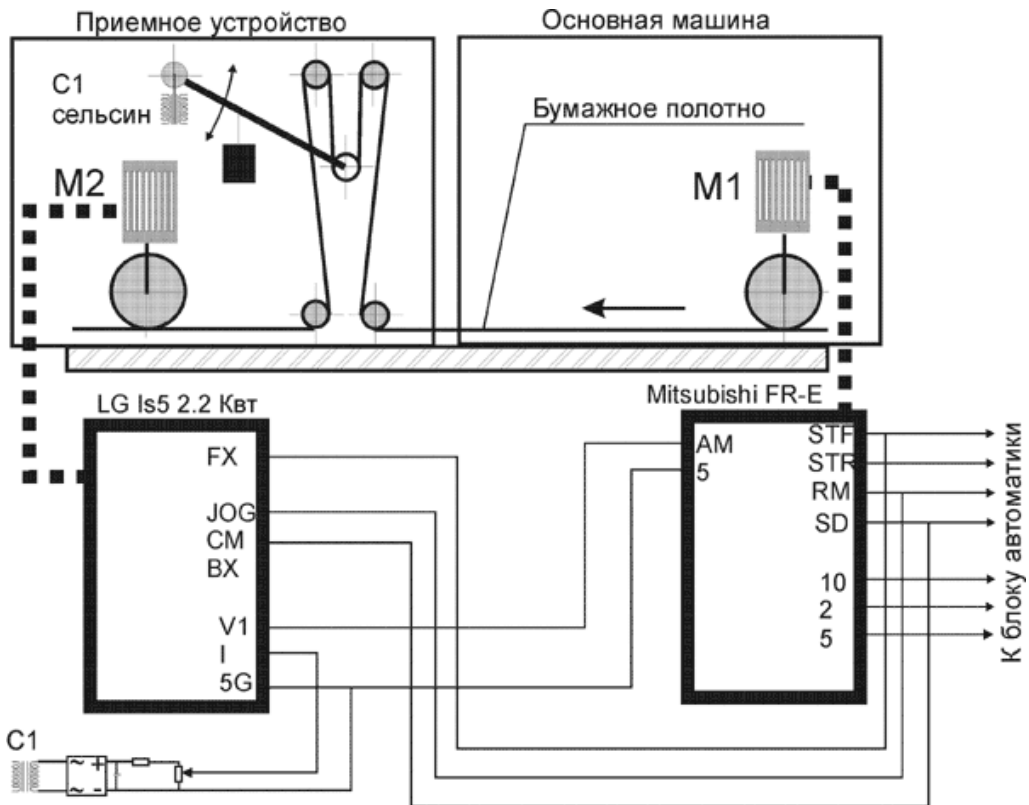


Схема сопряжения приводов на печатной машине МДН-370

Как правило, электропривод постоянного тока выполнен в виде отдельного блока в шкафу управления. При наличии документации и схем на машину процесс перевода привода на асинхронный двигатель не занимает много времени. Важно правильно определить управляющие цепи в блоке автоматики и выполнить сопряжение с частотным преобразователем. После этого программируется "частотник" и осуществляется пробный запуск. Для подстраховки в этот момент двигатель не должен быть сопряжен с машиной. Если все режимы функционируют, тогда можно пробовать станок в работе.

Подобным образом нашей организацией были модернизированы четыре станка. Операторы этих машин и механики отметили повышение плавности движений, качества печати и намотки рулонов. Снизился потребляемый станком ток, что позволило экономить до 30% электроэнергии (фото 2).



Некоторые применённые решения были более сложны. Например, на одной из машин приём готовой продукции - бумажной ленты - осуществляется барабаном с отдельным приводом. Скорость подмотки должна зависеть от скорости основной части машины и положения качающегося рычага, который связан с датчиком типа сельсин.

В ранее установленном приводе постоянного тока сигнал скорости вырабатывался путем анализа специальным блоком выпрямленного напряжения с тахогенератора, установленного на основной машине, и с сельсина. Тахогенератор располагался в корпусе блока шестерёнчатых передач и постоянно забрызгивался смазкой. Поэтому целью модернизации был не только уход от постоянного привода, но и отказ от тахогенератора.

Задача была решена следующим образом: частотный преобразователь двигателя приёмной части становился как бы ведомым. Логические сигналы запуска были взяты с основного привода, а задание скорости стало осуществляться по входу напряжения и тока одновременно. При этом, задающее напряжение на вход 0...10 В берётся с аналогового выхода (запрограммированного на выдачу частоты) главного привода, а ток на вход 4...20 мА, нормализованный по граничным значениям, - с выхода выпрямителя сигнала сельсина. Основной трудностью был подбор значений входных величин и соответствующих им скоростей, но это было успешно выполнено.

На другом станке при достижении определённой скорости вращения привод отключался и выдавал ошибку "перенапряжения в цепях постоянного тока". Анализ кинематики станка выявил наличие кривошипного механизма, связанного с печатной плитой и не имеющего достаточно большого маховика. Поэтому в ходе работы, для поддержания стабильной скорости, приводу приходилось то разгонять основной вал, то тормозить его, гася инерцию механизма. При достижении станком около 1300-1400 оборотов в минуту энергия становилась слишком велика для встроенного тормозного элемента, и привод чётко отслеживал этот момент. Выходом создавшегося из положения стала установка и подключение внешнего тормозного резистора.

В процессе сотрудничества руководство предприятия убедилось в надёжности новой техники и качестве выполненных нами работ. При заказе новых машин было принято решение не оснащать их приводом и автоматикой на заводе-изготовителе, а поручить эту работу нашей организации, что с успехом и было сделано (фото 3).



При этом также были применены частотные регуляторы и асинхронные двигатели. В ходе модернизации и оснащения станочного парка предприятия были использованы частотные преобразователи фирм LG, Mitsubishi, Control Techniques, Danfoss. При сравнении этих производителей, несомненно, выделяются изделия фирмы LG. Во-первых, это единственный продукт с русифицированным программным обеспечением; во-вторых - удобство и наглядность программирования на информативном ЖК-дисплее, а в-третьих - разнообразные и гибкие параметры привода, хорошо описаны в руководстве. Все приводы фирмы LG были приобретены в НТЦ "Приводная техника". Хочется поблагодарить коллектив этой организации, особенно менеджера Корзинёва Евгения, за чуткий подход к клиенту и своевременное решение проблем с поставками.

Источник информации: <http://www.privod-news.ru/>

Почему дешевые частотные преобразователи иногда обходятся так дорого

Автор: В.Л. Полосин, главный инженер, отдел промышленной автоматики. С автором можно вступить в дискуссию: polosin@efo.spb.su

В данной статье автор хотел бы повести сравнение функциональных возможностей частотных преобразователей для асинхронных трехфазных электродвигателей на примере двух серий производства Matsushita: «экономичной» серии VF0 и «полноценной» серии VFCE Compact. Данное сравнение может быть применимо и для частотных преобразователей других производителей, присутствующих на российском рынке. Использование в качестве примера частотных преобразователей Matsushita обусловлено имеющимся опытом их применения в реально разработанных системах управления станками и механизмами. За рамками остаются вопросы их эксплуатации и надежности.

Ряд мощностей для частотных преобразователей обеих серий соответствует диапазону 0,22...4,0 кВт. При выборе преобразователя для привода рабочего вала станка или позиционера при разработке системы управления мы вынуждены, учитывая неизменное желание заказчика сэкономить на стоимости комплектующих по каждой позиции, выбирать между дешевой серией VF0 и более дорогой VFCE Compact. Как правило, при выборе более дешевой серии в результате оказывается, что стоимость «накладных расходов» на интегрирование частотных преобразователей в систему управления на базе программируемого логического контроллера «съедает» или даже превышает разницу в стоимости между частотными преобразователями обеих серий.

Ниже приводятся сравнения отдельных параметров двух серий преобразователей, влияющих на «накладные расходы».

| Серия VF0 | Диапазон и шаг установки выходной частоты | Серия VFCE Compact |
|---|---|-------------------------------|
| 0,5...250 Гц, шаг 0,1 Гц | Серия VFCE Compact предоставляет возможность работы с двигателями номинальной частотой 400 Гц, что иногда встречается даже в оборудовании «гражданского» назначения. Высокое разрешение по выходной частоте позволяет точно синхронизировать моторы при управлении конвейерами. В случае использования VF0 неизбежна замена двигателя номинальной частотой 400 Гц на 50 Гц, даже если он вполне работоспособен. | 0,02...480 Гц, шаг 0,02 Гц |
| Серия VF0 | Тактовая частота преобразователя | Серия VFCE Compact |
| 0,8...1,1...1,6...2,5...5,0 ...7,5...10,0...12,5...15,0 кГц | Работа на низких тактовых частотах преобразователя повышает момент мотора на низких оборотах и улучшает процесс трогания при плавном старте, работа на высоких тактовых частотах необходима при высоких выходных частотах для улучшения формы выходного напряжения. В данном случае разработчики VF0 предоставляют пользователю более гибко подстраивать ЧП под режимы работы двигателя (в отсутствие векторного режима). В серии VFCE Compact предусмотрено автоматическое снижение тактовой частоты при перегреве мотора по сигналу термодатчика, VF0 о здоровье мотора не заботится. | 2,0...4,0...8,0...16,0 кГц |

| Серия VF0 | Характеристика V/F | Серия VFCE Compact |
|--|---|---|
| Линейная, квадратичная | Линейная характеристика V/F обычно используется в приводах с постоянными нагрузками, в группах приводов и иногда в быстрых позиционерах; квадратичная — для управления насосами и вентиляторами. Поскольку момент мотора падает квадратично с частотой вращения, используется компенсация по выходному напряжению на низких частотах (в преобразователях обеих серий). Векторный режим более изощренный и основан на автоматическом определении параметров конкретного присоединенного мотора, он применяется при нагрузках, изменяющихся в широком диапазоне (например позиционер, подающий заготовки разного веса), или при тяжелых условиях старта под нагрузкой. В серии VFCE Compact также есть коррекция компенсации скольжения ротора для устойчивой работы мотора. При применении серии VFCE Compact в векторном режиме удается использовать моторы меньшей мощности и габарита и сохранять высокий момент на малых частотах. | Линейная, квадратичная, векторный режим, режим управления по моменту с ограничением частоты |
| Серия VF0 | Сигналы задания уставки | Серия VFCE Compact |
| 0...5 В, 0...10 В, 4...20 мА | Сравнение вариантов использования входных аналоговых сигналов уставки явно в пользу серии VFCE Compact, что позволяет гибко стыковать ее с различными датчиками или PLC. Особенно следует отметить обнаружение обрыва токовой петли с выдачей дискретного сигнала об обрыве. Не является важным преимуществом для простых «бытовых» применений, но существенно для больших сложных систем управления. | 0...5 В, 0...10 В, –10...+10 В, 0...20 мА, 4...20 мА с обнаружением обрыва |
| Серия VF0 | Дискретные сигналы задания уставки | Серия VFCE Compact |
| ШИМ, частота 1... 1000 Гц, разрешение по скважности 1% | Дискретные сигналы задания уставки необходимы для экономичного подключения программируемых логических контроллеров (без использования аналоговых выходов, критично для небольших систем управления), так как обычно имеются ШИМ или ЧИМ дискретные выходы. В данном случае серия VFCE Compact допускает больше вариаций по диапазону и разрешению управляющего сигнала, в серии VF0 разрешение падает с увеличением частоты ШИМ-сигнала. В серии VFCE Compact реализована математическая обработка уставки (множитель и смещение), в серии VF0 масштабирование отсутствует. Поскольку используемые нами малые PLC Matsushita серии FP0 штатно имеют на борту 2 импульсных канала, двухкоординатное управление реализуется вообще без аналоговых выходов в системе. | ЧИМ, 0...3 кГц с разрешением 0,5%, 0...10 кГц с разрешением 0,1 и 0,01% |
| Серия VF0 | Встроенные регуляторы | Серия VFCE Compact |
| отсутствует | Встроенный ПИД-регулятор позволяет для простых процессов обходиться вообще без внешнего аппаратного или программного (в PLC) регулятора, а подключать датчик напрямую к частотному преобразователю. Уставка может быть задана с пульта преобразователя или дискретными сигналами. | PID-регулятор |

| Серия VF0 | Поддержка промышленных сетей и внешних коммуникаций | Серия VFCE Compact |
|-------------|--|--|
| отсутствует | Набор сменных коммуникационных модулей обеспечивает как возможность подключения к промышленным сетям, так и к программируемым логическим контроллерам через RS232 (точка–точка) или RS485 (до 16 частотных преобразователей на один порт, протокол LECOM A/B). Был забавный прецедент, когда частотный преобразователь серии VFCE Compact был добавлен в систему управления с подключением по RS232 и модификацией программы PLC, когда никаких свободных входов/выходов на PLC уже не осталось, был только свободный COM-порт. | Модули Profibus-DP, CAN, Interbus-S, порты RS232/RS485 |
| Серия VF0 | Сервисные функции | Серия VFCE Compact |
| отсутствуют | Основным отличием серии VFCE Compact является обширный набор сервисных функций, облегчающих обслуживание и тиражирование в составе систем управления. Среди них возможность хранения 4-х конфигураций частотного преобразователя и их переключения с пульта или внешним сигналом, возможность копирования наборов параметров с помощью штатного съемного пульта (необходимо при замене ЧП или при перенастройке). Через последовательный порт можно подключить PC и в реальном времени настроить параметры частотного преобразователя, сохранив их в файл для документирования и тиражирования. Журнал ошибок позволяет отследить причины сбоев или отказов оборудования. «Экономичная» серия VF0 требует каждый раз потратить время, чтобы сконфигурировать частотный преобразователь со встроенного пульта (и наделать ошибок, дальше их найти и исправить и т.д.) | Хранение 10 кодов последних тревог и ошибок, параметров мотора, 4 конфигураций, данных наработки |

Надеюсь, что приведенный неполный перечень различий в функциональных возможностях даст повод читателю внимательнее подходить к выбору частотных преобразователей для нестандартных задач, и учитывать, как небольшое увеличение цены преобразователя может снизить общую стоимость разработки системы управления.

Источник информации: <http://www.privod-news.ru/>

«Интернет для электрика»

С чего начать свое путешествие по просторам Интернета специалисту-электрику?

Где и как максимально быстро и эффективно искать нужную, очень часто узкоспециализированную информацию?

В этом разделе сайта Вы можете прочитать несколько моих статей и заметок с обзорами наиболее любимых мной электротехнических сайтов.

Фактически - это тематический каталог полезных и наиболее мной посещаемых информационных электротехнических сайтов и сервисов.

<http://electrolibrary.info/web.htm>

Электрикам об электрике: первая научная картина мира

Автор: Ю.В. Матюнина

Действительно, я думаю, мы все согласны с Ньютоном: самый глубокий фундамент науки – это уверенность в том, что в природе одинаковые явления наступают при одинаковых условиях.
Н.Бор

Говоря о глобализации, информатизации и других широко обсуждаемых проблемах, от которых зависит не только эффективность отраслей экономики, но и результаты вхождения России в постиндустриальное общество, нельзя не сосредоточить внимание на сегодняшней техногенной картине мира. На протяжении всей человеческой истории каждая из цивилизаций по-своему представляла окружающее, пытаясь ответить на вопрос, что оно из себя представляет, существуют ли общие свойства и закономерности материального мира, и в какой степени можно воздействовать на этот мир? Мы же говорим о научных картинах мира, каждая из которых выполняет эвристическую роль в процессе построения фундаментальных научных теорий и одновременно обладает объяснительными и предсказательными функциями.

Длительное время идея формирования единой научной картины мира существовала как идеал и была реализована в механическом классическом виде. Но в последней трети XX века возникла реальная необходимость объединить представления о пяти основных сферах бытия: неживой и живой природе, техногенном мире, информационной реальности, социальной жизни, синтезировав представления о научных картинах мира в нечто единое, которое развивается, опираясь на базисные принципы, имеющие общенаучный статус. В основу стремления построить общенаучную картину мира должны быть, конечно, положены существенные особенности каждой из пяти сфер-реальностей, соединенные с общими принципами универсального эволюционизма, с единым понятийным и математическим аппаратом.

Первую научную картину мира связывают с именами Ньютона и Максвелла. Именно на неё опиралась и опирается в большой степени и сейчас вся подготовка специалистов в технических вузах, практика проектирования и построения, обеспечения функционирования и развития любого цеха, производства, предприятия в целом и отдельных его хозяйств.

Но современный технический (технетический) мир, включая электротехнику, электроэнергетику, электронику, уже не может создаваться и особенно управляться, опираясь только на знания, определяемые первой картиной. Недостаточны и вероятностные представления (вторая картина). Необходимо новое миропонимание, адекватное происшедшим изменениям и происходящему информационному переустройству. Решая проблему, будем опираться на размышления Эйнштейна [1] и используем общие представления Фейнмана [2], Пригожина [3], Стёпина [4], Кудрина [5, 6] для описания классической, вероятностно-статистической и ценологической научных картин мира, конкретизированных применительно к электричеству [7-13]. Ставится цель показать особенности каждой из картин, области их действия (табл. 1 – см. файл *Картины мира*) и те практические результаты, которые каждый специалист-электрик получит, зная специфику и возможности адекватного картине математического аппарата, индивидуализируя его применительно к поставленным задачам и исходным данным. Статья ориентирована на квалифицированных менеджеров, на научных и вузовских сотрудников, которые стремятся повысить свою квалификацию.

Начнем с простых примеров. Открытые физико-химические свойства чистой меди постоянны, не менялись и не изменятся, пока существует наша Вселенная (это и есть классические представления). Природная медь состоит из смеси двух стабильных изотопов с массовыми числами 65 (30,96%) и 63 (69,04%), что определяет атомный вес 63,54, плотность 8,96 (20°C), электрическое сопротивление $1,68 \cdot 10^{-6}$ Ом·см (20°C), температурный коэффициент электрического сопротивления $4,3 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$ (0-100°C).

В действительности множество факторов при выплавке меди, изготовлении провода, окислении его при эксплуатации и др. делает различающимися физико-химические свойства медного проводника (например, налёт уменьшает электропроводность на 1-3%). Это может сделать отличающимися, но незначительно (во втором знаке) величины активного сопротивления и вес цветного металла, приводимые в таблицах и справочниках, изданных разными авторами или одним, но в разное время. Например, удельное сопротивление меди по справочнику Hütte [14] (в 1932 г. вышло уже 26-е изд.; первое – 1857 г) 0,0166 Ом·мм²/м (при 15°C); удельный вес 8,9; по справочнику Фёдорова А.А. [15] 0,0157 Ом·мм²/м (при 20°C); по [16] 0,0175-0,018 Ом·мм²/м (при 20°C).

Сделаем выводы:

- 1) существуют «истинные» физико-химические свойства, не зависящие от конкретного исследователя и его методики, не меняющиеся со временем (первая научная картина мира);
- 2) фактически нельзя обеспечить одинаковость техники, используемой для изготовления провода, и принятой технологии, однородность сырья, поэтому конечный продукт и отходы различны (вторая вероятностно-статистическая картина). Но эти различия незначительно расходятся с некоторыми среднесправочными, так что на практике пренебрегают ошибкой в величине допустимого тока, расчётных потерь, веса при монтаже.

Технические данные медных кабелей, приведенные в справочных материалах 1937 г. (табл. 2), не изменились и в наши дни. Действительно, допустимый длительный ток для этих кабелей сечением одной жилы 16 мм² составляет 120 А, и эта величина не изменилась с начала индустриализации и соответствует ПУЭ 1999 г. Этот пример, и множество ему подобных, наглядно демонстрирует классические представления электротехники. Попутно заметим, что в 30-х годах выпускались кабели сечением 1,5; 2,5 и 4 мм², отсутствующие сейчас в ПУЭ, как и трёхжильный кабель 300 мм². Эти кабели не прошли испытания информационным отбором и не применяются в настоящее время: малые сечения из-за недостаточной механической прочности, больше – из-за трудностей монтажа: такой кабель попросту не согнуть.

2. Технические данные и стоимость прокладки медных кабелей (1937 г.)

| Показатель | Значение показателя при сечении одной жилы, мм ² | | | |
|---|---|---------|---------|-------|
| | 1,5 | 16 | 95 | 300 |
| Полная стоимость кабельной прокладки на 100 м трассы, руб. при одном кабеле при трёх кабелях при шести кабелях | 195 | 344 | 1000 | 2570 |
| | 1677 | 1704 | 3479 | 7762 |
| | 3194 | 4724 | 9940 | 22789 |
| Вес цветного металла, кг/км | 40 | 415 | 2488 | 7855 |
| Активное сопротивление при 80°С, Ом/км | 14,7 | 1,38 | 0,233 | 0,074 |
| Номинальная сила тока силовых кабелей | 30/- | 120/120 | 340/340 | 650/- |

для кабеля СБС-6000 (для незаземлённой нейтрали) при прокладке в земляных траншеях, включая все строительные работы

** для кабеля СБ-1000 и СБС-1000 по ОСТ 6260 (Информация Электропрома, 1936).

Примечание. В скобках – допустимый длительный ток для кабелей с медными жилами с бумажной пропитанной маслоканифольной и нестекающими массами изоляцией в свинцовой оболочке, прокладываемых в земле по ПУЭ (1999 г.).

Обратимся к стоимости кабельных прокладок, определённой по методикам и ценам 1937 г. Очевидно, что эта величина (и ей подобные) не имеет смысла, если не зафиксирована во времени. Она никаким образом не определяет сегодняшнюю (и вообще любую – другого времени) стоимость, которая даже в пределах одного региона или отрасли может различаться в 2,3, 10 и более раз. Но главное не то, что величина стоимости менялась со временем. Главное – на все виды работ существовали в высокой степени детализированные единые для всей страны расценки – нормы (районные коэффициенты и различные поправки не меняют принципиально этот вопрос, как и введение ведомственных норм). Подчеркнем – единые и одинаковые нормы для работ одинакового наименования.

Пока использовалась лишь мышечная сила и простейшие орудия труда, например, лопата, возможно было устанавливать норму, соответствовавшую действительности. Г.Свифт, создавший индустрию мяса в США, и Г.Форд – автомобильную, довели дело до того, что рабочий, выполняя лишь одну технологическую операцию в течение всей смены и являясь малой частью единого технологического процесса, делал одно-два движения, отлаженных как швейцарские часы, что всегда считалось эталоном механической картины мира. Эти движения, которым неквалифицированный работник обучался в течение одного дня, легко обобщались, нормировались, контролировались.

Сравните изложенное со сценой званого обеда из Кагарлицкого Ю.И. (1974):

«...Стали разносить еду.

- Пить суп! – командовал голос. – Глоток! Два глотка! Три глотка! Стоп.

Все оставили суповые ложки.

- Глоток вина!.. Съесть ломтик хлеба! Пить! Глоток! Еще глоток! Стоп! Музыка!

После музыки ели хлеб.

- Укус! Два укуса! Три укуса!.. Проглотить! Есть луковицу!..

- Три минуты отдыха...». Очевидно, что здесь доведены до абсурдного совершенства представления классической научной картины мира.

Ф.Тейлор, создавая новую систему организации менеджмента, разложил на простейшие действия каждую трудовую операцию, взял время исполнения её лучшими работниками, нашёл наиболее экономичный способ выполнения каждого действия и всей операции в рамках единого технологического процесса. В качестве примера приводят 5-месячную разработку Тейлором лучшего способа работы лопатой. Сконструировав 15 видов лопат, каждая из которых предназначалась для определённого вещества, Тейлор подготовил инструкторов, которые обучали рабочих технологии обращения с лопатой, стремясь довести до «высокой техники обращения» с нею каждого работающего. В результате менее чем через 4 года 140 человек справлялись с работой, которую прежде выполняли 600 человек, получая зарплату на 60 % выше прежней.

Все описанное основано на механической картине, предполагавшей возможность всё измерить, а получив однозначные исходные данные, всё рассчитать. Причём и сама методика опыта и замеров (наблюдений)

строга, не допускает двойного толкования, и расчётные формулы (законы) дают однозначные результаты, объективно не зависящие от вычисляющего субъекта (студента, профессора, компьютера) – они пригодны на все времена: есть «истинное» значение стоимости прокладки кабеля, трудозатрат на ремонт электродвигателя, времени между двумя капитальными ремонтами, величины расчётной мощности, расхода электроэнергии. Предполагается, что отличия малы и аналогичны различию в величине удельного электрического сопротивления меди. Следовательно, в практике проектирования и менеджмента ими можно пренебречь.

В действительности использование средних норм в таких расчетах не отражает истинного положения вещей. Различие (разнообразие) является фундаментальным свойством, общим для всех реальностей, и технической в том числе. Это положение может быть проиллюстрировано на примере удельных расходов электроэнергии на производство основных видов продукции черной металлургии (табл. 3), составленной на основе информационного банка «Черметэлектро» [19]. Различие максимальных, минимальных и среднеотраслевых значений не может быть объяснено случайностью или вероятностными отклонениями от среднего. Теоретические это означает отсутствие математического ожидания и бесконечность дисперсии. Поэтому приводимые во всех справочниках и учебниках таблицы по удельным расходам электроэнергии на единицу продукции для отраслей экономики [5, 15, 16, 20] могут использоваться лишь как иллюстративный материал или как материал для учебных целей

Ставя вопрос о мировоззрении, мы хотим, чтобы менеджер-электрик, принимающий решения, направленные на повышение эффективности электрического хозяйства в целом и отдельных его систем, задумался бы над тем, как часто он принимает решение:

- опираясь на жёсткие расчёты, определяемые законами теоретических основ электротехники;
- вероятно определяя некоторую величину-показатель, соответствующую (пусть и с небольшой ошибкой) чему-то ему известному ранее;
- опираясь на интуицию и не руководствуясь средним.

Для науки характерна непоколебимая уверенность, что любое досконально изученное явление может быть описано определенным образом, опираясь на некоторые фундаментальные принципы и основания. Эта убежденность ведет нас к истокам науки – в античность, в средние века. Платон и Аристотель, а затем и средневековые мыслители, верившие в гармонию Сущего, в совершенство Природы, в наличие Закона для всего созданного и Разума, подготовили почву, на которой расцвело Возрождение и, начиная с Галилея и Ньютона, создалась современная наука. Джоуль говорил о существовании порядка во Вселенной, где ничто не растрачивается и не утрачивается, а «весь механизм при всей своей сложности работает слаженно и гармонично» (как часы, принято обычно добавлять). Здесь следует напомнить антропный принцип, согласно которому любое изменение открытых физикой констант (величина заряда электрона, масса протона, гравитационная постоянная) даже на десятые и тысячные доли процента не дало бы возможности появиться человеку. И хотя именно классическая физика назвала все эти константы, сейчас общепризнано, что ее взглядов недостаточно для описания мира Природы, а тем более социально-технического мира

3. Удельные расходы электроэнергии в черной металлургии

| Значение отрасли | по | Значения в разные годы, кВтч/т | | | |
|---------------------------|----|--------------------------------|-------|------|------|
| | | 1975 | 1980 | 1985 | 1990 |
| Агломерат | | | | | |
| Среднее | | 33,5 | 35,8 | 37,7 | 39,1 |
| Максимальное | | 92,7 | 203,1 | 76,7 | 77,0 |
| Минимальное | | 14,8 | 14,5 | 18,2 | 16,3 |
| Чугун | | | | | |
| Среднее | | 10,8 | 13,1 | 12,9 | 15,2 |
| Максимальное | | 23,1 | 43,2 | 41,5 | 43,3 |
| Минимальное | | 3,0 | 3,2 | 3,6 | 3,5 |
| Мартеновская сталь | | | | | |
| Среднее | | 12,5 | 13,8 | 14,5 | 14,9 |
| Максимальное | | 30,7 | 35,7 | 36,5 | 43,6 |

| | | | | |
|--------------------|-------|-------|-------|-------|
| Минимальное | 4,3 | 4,5 | 4,6 | 5,3 |
| Конвертерная сталь | | | | |
| Среднее | 26Б2 | 29,0 | 32,3 | 33,0 |
| Максимальное | 38,1 | 50,0 | 54,0 | 49,7 |
| Минимальное | 17,7 | 12,7 | 13,7 | 13,1 |
| Электросталь | | | | |
| Среднее | 683,3 | 691,6 | 727,2 | 723,0 |
| Максимальное | 1394 | 1385 | 1341 | 1310 |
| Минимальное | 544,1 | 524,0 | 522,1 | 483,7 |
| Прокат | | | | |
| Среднее | 197,5 | 112,4 | 115,5 | 126,0 |
| Максимальное | 1882 | 2969 | 2222 | 3033 |
| Минимальное | 38,4 | 37,3 | 36,5 | 40,4 |
| Кокс | | | | |
| Среднее | 30,9 | 33,0 | 36,6 | 42,0 |
| Максимальное | 67,3 | 90,5 | 67,5 | 70,7 |
| Минимальное | 17,4 | 16,9 | 14,6 | 20,9 |
| Метизы | | | | |
| Среднее | 295,2 | 320,9 | 340,9 | 259,2 |
| Максимальное | 1088 | 992 | 4036 | 2994 |
| Минимальное | 42,2 | 44,6 | 40,8 | 35,9 |

Обсуждая идеализацию, полезно вспомнить идеализм Платона и то, что абсолютное большинство математиков находилось на идеалистических позициях, т.е. они строили некоторые модели, выводили теоремы и создавали целые системы, нисколько не интересуясь, есть ли в реальном мире такой объект. Потом не всегда, но получалось, что идеальное математическое построение оказывается востребованным, а иногда и определяющим цивилизацию. Например, весь компьютерный мир основан на двоичной алгебре Буля (1847, 1854), который и представить не мог, что созданная им алгебра получит такое широкое распространение. Эйнштейн как-то заметил, что физики строят множество моделей, просто некоторые из них лучше объясняют тот или иной эксперимент. Следует обратить внимание, что взгляды Демокрита, если бы они победили идеалистические представления Платона, затормозили бы математику, метафизику (так назывался основной труд Аристотеля), да и науку вообще, так как ставили, в частности, теоретически неразрешимые проблемы. В частности, если представить любую линию как реально существующую, тогда прямую, состоящую из трёх атомов (вообще из нечётного их количества) нельзя разделить пополам. Кстати, теоретически это означает, что ни один из электротехнических материалов строго пополам не делится. В пределе всегда в одной из половин по крайней мере на один атом больше. Идеальная точка и линия, по Платону, позволяли над ними любые мыслимые действия. На идеальных точках, идеальном движении, идеальных траекториях и основана физика Ньютона (в термодинамике – идеальный газ).

Говоря о происхождении первичных теоретических моделей классической науки, Стёпин утверждает: «Построение теоретической схемы на стадии гипотезы в классической науке начиналось с картины мира, которая полагала поставить задачу исследования и указать средства её решения». И далее: «После того, как возникла первая теоретически оформленная область научного знания – физика, а механическая картина мира приобрела статус универсальной научной онтологии, начался особый этап истории науки. В большинстве из них предпринимались попытки применить для объяснения фактов принципы и идеи механической картины мира. Механическая картина мира ... функционировала и как естественнонаучная, и как общенаучная картина мира. Обоснованная философскими установками механистического материализма, она задавала ориентиры не только для физиков, но и для учёных, работающих в других областях научного познания. Неудивительно, что стратегии исследований в этих областях формировались под непосредственным воздействием идей механической картины мира».

Критически исследуя познавательные способности и впервые чётко обозначив проблему границ и условий человеческого познания, Кант полагал, что априорные условия опыта являются одновременно и условием существования объектов опыта. По Канту, наука не вступает в диалог с природой, она навязывает природе свой собственный язык. Трансцендентальная философия узаконивает притязания физиков на открытие окончательной формы всякого положительного знания. Пригожин полагает: «В соответствии с мифом классической науки Кант стоит за единственный язык, дешифруемый наукой в природе, единственную совокупность априорных принципов, заложенных в основу физики и подлежащих отождествлению категориями человеческого познания». Кирхгоф (1865) в докладе о цели естественных наук провозгласил, что «высшая цель естествознания состоит в сведении любого явления к движению, в свою очередь движение подлежит описанию средствами теоретической механики». Гельмгольц утверждал, что «явления природы необходимо свести к движению материальных частиц, обладающих неизменными движущими силами, которые зависят лишь от условий пространства» (для него закон сохранения энергии был лишь воплощением физики общего априорного требования, на котором зиждется вся наука, а именно постулата о фундаментальной инвариантности, которая кроется за всеми трансформациями, происходящими в природе).

Ньютоновская наука была вершиной, завершающим синтезом, увенчавшим столетия экспериментирования и теоретических исследований, происходивших в различных направлениях, но метивших в одну точку. Ньютоновская наука заслуженно претендует на создание картины мира, которая была бы универсальной, детерминистической и объективной, поскольку не содержала ссылки на наблюдателя и полной, поскольку достигнутый уровень описания позволял избежать оков времени (Эйнштейна серьёзно беспокоила проблема «теперь». Он пояснил, что ощущение настоящего, «теперь» означает для человека нечто существенно отличное от прошлого и будущего, но это важное отличие не возникает и не может возникнуть в физике).

И классическая, и квантовая механика основаны на производительных начальных условиях и детерминистических законах (для траекторий или волновых функций). В некотором смысле законы делает явным то, что уже присутствует в начальных условиях. В динамике «всё задано», «ничего нового не может ни «случиться», ни «произойти».

Установление физических основ первой научной картины мира принадлежит Галилею и Ньютону, которые показали, что в физике действует чрезвычайно общий принцип, называемый принципом наименьшего действия. Он утверждает, что действительные движения выделяются из всех мыслимых условием, что для них действие (функционал – интеграл функции Лагранжа, характеризующий все обобщённые координаты, обобщённые скорости и, вообще говоря, время) принимает экстремальное значение.

Таким образом, фундаментальные законы могут быть выражены в виде принципа наименьшего действия, который записывается как функция, зависящая только от скоростей и положения частиц. Эту функцию, называемую лагранжианом L , интегрируют по времени, чтобы получить действие S :

$$S = \int_{t^1}^{t^2} L(x_i, v_i) dt,$$

где x_i и v_i - все компоненты координаты скоростей.

Дифференциальные законы должны существовать, если имеется принцип наименьшего действия. Пригожин поясняет: «Одна функция (гамильтониан) $H(p, q)$ полностью описывает динамику системы. Вид функции H несёт в себе всё наше эмпирическое знание системы. Зная гамильтониан, мы можем (по крайней мере в принципе) решить все возможные задачи... Гамильтонова формулировка динамики – одно из величайших достижений в истории науки. Уравнения, задающие временные изменения координат и импульсов через производные гамильтониана, называются каноническими уравнениями... канонические уравнения обратимы: обращение времени математически эквивалентно обращению скорости. Канонические уравнения консервативны: гамильтониан, выражающий полную энергию системы в канонических переменных (координатах и импульсах), сохраняется при изменениях координат и импульсов во времени». С классической точки зрения, существует единственное объективное описание. Оно является полным описанием системы такой, как она есть, независимым от выбора способа наблюдения.

Мы можем определить координату с абсолютной точностью, но в тот момент, когда это происходит, импульс принимает совершенно произвольное значение, положительное или отрицательное. Это

означает, что объект, положение которого нам удалось измерить абсолютно точно, тотчас же перемещается сколь угодно далеко. Квантовая механика вводит вероятность, но не необратимость. Энтропия у Больцмана возрастает, потому что возрастает вероятность. Второе начало становится принципом отбора начальных условий. Оно допускает лишь такие начальные условия, при которых система эволюционирует к равновесному состоянию в будущем.

Вариационные принципы классической механики, из которых вытекают все положения и законы механики, подразделяются по форме на дифференциальные и интегральные. Эти принципы широко известны и изучаются технарями любой специальности, они канонизированы в словарях. К дифференциальным, характеризующим свойства движения для любого данного момента времени, относят принцип возможных перемещений, восходящий к Галилею и И.Бернулли и развитый Лагранжем, общее уравнение динамики (принцип Д’Аламбера-Лагранжа), принцип наименьшего принуждения (принцип Гаусса), условия и теорема Н.Г.Четаева, принцип максимума работы (принцип Четаева), принцип прямейшего пути (принцип Герца), принцип Журдена. В интегральных, для конечных промежутков времени производящих сравнение действительно кинематически возможных движений, наиболее общий принцип установлен Гамильтоном. Для других условий предложены различные принципы стационарного действия (принцип Гамильтона-Остроградского, принцип Лагранжа, принцип Якоби – аналог принципа Ферма в оптике). При выполнении достаточных условий минимума интегралы (действия по Гамильтону, Лагранжу, Якоби) в действительных движениях принимают минимальные значения, что и привело к названию – принцип наименьшего действия. Вариационные принципы важны в теории поля, с ними связаны законы сохранения, они распространены на теорию относительности, квантовую и волновую механику. Законы сохранения энергии, импульса и углового момента связаны, соответственно, с однородностью времени, с однородностью пространства и изотропностью пространства. Доказательство невозможности имеет фундаментальное значение. Каждый из законов открывает какую-то неожиданную внутреннюю структуру реальности.

Говоря о принципе наименьшего действия, нельзя не упомянуть Э.Маха. В нашей стране его имя связывали с осуждённым в работе «Материализм и эмпириокритицизм» [21] принципом «экономии мышления» и работой Авенариуса «Философия как мышление о мире согласно принципу наименьшей траты сил» (1876). Однако принцип оказался живучим: несомненна преемственность Ципфа (1949), утверждавшего свой закон во многих областях человеческой деятельности из посылки, что человек желает минимизировать свои усилия при объяснении и при восприятии информации, т.е. формы человеческого поведения подчиняются «принципу наименьшего усилия».

Шаг, равный ньютоновскому, сделан Максвеллом, который совершил одно из величайших обобщений физики, объединив экспериментальные работы Фарадея, Эрстеда и Ампера с извечно существовавшим понятием *свет*. Уравнения Максвелла подтверждены бессчётными экспериментами. Но следует уяснить важнейшее, что качественные законы Кулона (1785), Эрстеда (1820), Ампера (1820), Био и Савара (1820), Фарадея (1821, 1831), Ома (1827), Ленца (1833, 1838, 1844), Джоуля (1845), Фуко (1855) - словом, все законы, изучаемые в теоретических основах электротехники, являются решениями уравнений Максвелла (1864). Собрав воедино все законы электричества и магнетизма, он создал, как отмечается в Фейнмановских лекциях по физике [2], «прекрасное здание, которое держится само по себе». В лекциях все уравнения Максвелла записаны как словесно, так и в математических символах - это математическое представление первой научной картины мира. В [2] имеется интерпретация действия S . Оно равно разности кинетической и потенциальной энергии, проинтегрированной по времени. Второй же закон Ньютона можно записать не в виде $F=ma$, а так: разность средней кинетической и средней потенциальной энергии достигает своего самого наименьшего значения на той траектории, по которой предмет движется в действительности от одного места к другому. Из двух равноправных электродинамик (Ампера-Вебера и Максвелла) на практическом уровне, не выходящем за пределы элементарных понятий и действий, связанных с управлением (упрощённо говоря, на стороне 0,4 кВ), первой достаточной, но при решении фундаментальных проблем электротехники и электроэнергетики нельзя обойтись без уравнений Максвелла.

Отметим, что законы физики не дают ответа на вопрос, что случится, если заряд внезапно возникнет в этой точке, какие будут при этом электромагнитные эффекты. Ответ дать нельзя, потому что уравнения Максвелла утверждают что такого не происходит. Если бы это случилось, нам понадобились бы новые законы. Но мы не можем сказать, какими они были бы. Нам не приходится наблюдать, как ведёт себя мир без сохранения заряда. Согласно уравнениям, если мы внезапно поместим заряд в некоторой точке, мы должны принести его туда откуда-то ещё. Лишь в таком случае мы можем говорить о том, что произошло. Уравнение сохранения заряда выражает самый фундаментальный закон. Сохранение электрического заряда предполагает, что любой поток заряда должен поступать из какого-то запаса.

Обратим внимание на даты открытия законов электричества и дату создания уравнений Максвелла, математические решения которых «переоткрывают» не только все указанные законы, но и все другие законы электротехники, на основе которых сейчас существуют и будут существовать различные научные направления и науки, подотрасли электротехнической промышленности, десятки вузовских специальностей, сотни профессий. Однако это «существование» не означает остановку и исчерпание науки об электричестве, не означает отсутствие роста теоретического знания.

Классическая физика рассматривала фундаментальные процессы, оперируя масштабами от элементарных и элементарнейших частиц – до космических объектов и представлений о Вселенной в целом. Для классической физики, как и для квантовой, мир описывается в терминах детерминизма (причина с неизбежностью порождает следствие, и это порождение объективно закономерно). Классический мир обратим и статичен. В нём нет места эволюции ни к порядку, ни к хаосу. Мир описывается расстояниями от 10^{-15} см до измеряемых световыми годами; временами от 10^{-22} с до 10^{10} лет (возраст Вселенной). В классической науке основной акцент делается на законах, не зависящих от времени. Предполагалось, что как только произвольно выбранное мгновенное состояние системы будет точно измерено, обратимые законы науки позволят предсказать будущее системы (лапласовский детерминизм) и полностью восстановить её прошлое. Существовало убеждение, разделяемое инженерами и сейчас, что природа отвечает на вопросы экспериментатора. Предполагалось соответствие систематического взаимодействия между теоретическими понятиями и наблюдениями. Наука отождествлялась с понятиями *причинности, детерминизма, рациональности и редукционизма*.

Причинность предполагает, что между явлениями есть генетическая связь, так что одно явление своим действием порождает другое. При точно обозначенных условиях осуществляется закон причинности: равная причина вызывает равное следствие (для Эйнштейна «Принципиальный отказ от причинности допустим только в чрезвычайно критических обстоятельствах»). Детерминизм обобщает, утверждая универсальность причинности, жёсткую (каузальную) взаимосвязь и взаимообусловленность явлений объективной действительности. По Лапласу, описание объективно в той мере, в какой из него исключён наблюдатель, а само описание произведено из точки, лежащей де-юре вне мира. Любая задача динамики Ньютона представима в этом случае в виде системы дифференциальных уравнений. Интегрирование даёт решение этой задачи. В идеальном мире динамическая система, которой является машина, лишь передаёт целиком без остатка всё сообщаемое ей движение. В физике Ньютона нет случайности. Для нас же вопрос о причинности и случайности достаточно интересен. Например, Ч. Гудьир (1839) уронил каучук и серу на плиту, открыв резину. Таких случайностей описано множество: они становятся закономерными, когда создаются условия, и нет запрета природы. В технике сейчас для создания чего-либо нового обязателен немалый запас знаний. Дж. Максвелл доказал существование электромагнитных волн (1864), Г. Герц экспериментально получил их (1886). Можно ли считать после этого случайным появление сотовой связи?

Рационализм признаёт приоритет разума человека как в познании, так и в деятельности. Чувства способны обманывать человека, поэтому достоверное начало скрыто в мышлении. Редукционизм сводит сложное к простому, целое – к свойствам частей (Демокрит); частей – к специфике целого (Платон). Редукционизм опирается на единство природы, на универсальность лежащих в основе этого единства механических законов и принципов.

Применительно к электрическому хозяйству сама постановка вопроса о лапласовском детерминизме не корректна. Зная сколь угодно исчерпывающе, например, сегодня работающий автоматизированный электропривод, ничего нельзя сказать о его сравнительно недавнем прошлом – о ртутных преобразователях или управлении асинхронным двигателем с фазным ротором при помощи солевого раствора в 30-40-х годах.

Трудно установить родство с давно вымершим. Но вот несомненное: А. Вольта, уточнив опыты Л. Гальвани, построил аппарат для получения электричества (1800); М. Фарадей опытно открыл электромагнитную индукцию (1830); Т. Эдисон построил первую электростанцию (1882); в Экибастузе запускали блоки крупнейшей электростанции 8х500 МВт (1980); на Ростовской АЭС пущен «миллионник» (2001). Палеотехник (гипотетический) едва ли установит родство между цинковыми и оловянными пластинами Вольта и этим турбогенератором, да даже и между несомненными родственниками: вольтовым столбом и современной батареей.

Нельзя, опираясь на лапласовский детерминизм, дать и прогноз будущего конкретного электрического хозяйства в целом, его отдельных служб (центральная электротехническая лаборатория, цех сетей и подстанций, электроремонтный цех), электротехнических комплексов (частотный управляемый электропривод, дуговая электропечь), элементов (трансформатор, электроаппарат, двигатель).

Очевидно, что мы всё время касаемся мировоззренческих вопросов, пытаюсь показать, что прежде, чем приступить к вычислениям и опираться на соответствующий математический аппарат, надо уяснить, а ещё лучше сформулировать своё видение проблемы, выделить стадию принятия решения, иерархический уровень электроменеджмента. Простая истина состоит в том, что ни измерения, ни эксперименты, ни наблюдения невозможны без соответствующей теоретической схемы.

Сказанное можно соотнести с автобиографическими заметками Эйнштейна, который, говоря о позитивистской философской установке Оствальда и Маха, обобщил: «Предрассудок, который сохранился и до сих пор, заключается в убеждении, будто факты сами по себе, без свободного теоретического построения, могут и должны привести к научному познанию. Такой самообман возможен только потому, что нелегко осознать, что и те понятия, которые благодаря проверке и длительному употреблению кажутся непосредственно связанными с эмпирическим материалом, на самом деле свободно выбраны». Покажем на трёх примерах важность мировоззрения вообще.

Аристотель считал, что идеальным движением, не требующим никаких сил вообще, является круговое движение тел. Шар, круг – отражение божественного совершенства. Подтверждением этому для всех служила солнечная модель Птолемея, который создал геоцентрическую картину мира. И лишь гений Ньютона смог сформулировать утверждение, что без воздействия внешних сил осуществляется лишь равномерное и прямолинейное движение. Законы Ньютона долгое время отрицались в континентальной Европе. И только язвительные статьи Вольтера, направленные против опирающихся на аристотелевские представления взглядов Декарта, помогли утвердить новые законы механики. Вольтер утверждал: всё управляется незыблемыми законами, всё заранее предустановлено, всё необходимое обусловлено.

Второй пример связан с теорией относительности. Дело в том, что Лоренц и Пуанкаре незадолго до Эйнштейна провели соответствующие преобразования и написали соответствующие формулы. Так что французы, отстаивая приоритет Пуанкаре, в общем, правы, указывая на этот факт. Что же сделал Эйнштейн? Он высказал утверждение, что скорость света есть величина предельная, ни одно тело, имеющее инерционную массу – массу покоя, в том числе и электрон (это не относится, в частности, фотона) не только не может превзойти эту скорость, но даже приблизиться к ней. Из этого концептуального (!) утверждения (неоднократно оспариваемого) появилась самая, быть может, главная формула теоретического знания: $E=mc^2$.

Третий пример – самый показательный. Речь идёт о Копернике. Предварительно подчеркнём: 1) распространённость убеждения, что теория создаётся, опираясь на факты, и 2) если все математические положения и формулы не подтверждаются наблюдениями и вычислениями, то и теория ошибочна. Любичев [11] писал о Копернике: «Широко распространено мнение, что всякий крупный шаг вперёд связан с увеличением числа фактов и с их уточнением. Во многих случаях это действительно так, но в случае Коперника широко распространённое мнение, что он обосновал свою систему на многочисленных наблюдениях, более точных, чем у его предшественников, совершенно ошибочно. В его книге упоминается лишь о 27 выполненных им наблюдениях, и, быть может около 20 наблюдений им было заимствовано от его предшественников. Он не гнался и за большой точностью наблюдений, использованные им положения звёзд содержат ошибки до 4 минут, за что его с полным основанием мог бы упрекнуть знаменитый древний астроном Гиппарх, наблюдавший во много раз точнее за полторы тысячи лет до Коперника».

Коперник предложил ряд физико-математических предпосылок, которыми он хотел подтвердить свою гелиоцентрическую точку зрения и которые все, обратим внимание – все, оказались ошибочными: 1) Солнце не является центром Вселенной, как думал Коперник; 2) в пределах Солнечной системы оно не является точным её центром, так как находится в одном из фокусов эллипса; 3) планеты вращаются не вокруг Солнца, а вокруг общего центра масс, не совпадающего (абсолютно) с центром тяжести Солнца; 4) планеты вращаются не равномерно и не по круговым орбитам; 5) Коперник ввёл третье, ненужное движение – годовое вращение земной оси на 360° ; 6) Коперник признавал неподвижной восьмью сферу – сферу неподвижных звёзд (поэтому он мыслил вечный каталог звёзд и отсчитывал долготу от определённой звезды); его вычисления – шаг назад от Птолемея, который дал первый каталог 1022 звёзд, относя положения звёзд по долготе к равноденствию его эпохи; 7) Коперник не принимал прямолинейное движение как естественное (следуя Аристотелю и не предполагая появления первого закона Ньютона). Так за что мы ценим Коперника, если все его математические построения ошибочны? Мы ценим его за идею, заключающуюся в том, что Земля не центр Вселенной, а рядовая планета. Этим кардинально менялись представления человечества, повлекшие за собой кардинальные изменения в обществе.

Рассматривая значение мировоззрения, интересно прояснить, почему инженеры в массе своей «не заметили» перехода к вероятностно-статистическим представлениям второй научной картины мира, к революционным следствиям в технике и технологии, связанным с этим переходом. Становление

вероятностной картины в целом связывают с открытием радиоактивного распада, с созданием квантовой теории, с письмом Эйнштейна о квантовой механике Борну: «Из этой теории удаётся извлечь довольно много, но она вряд ли подводит нас к разгадке секретов Всевышнего. Я, во всяком случае, полностью убежден, что Он не играет в кости».

Инженеры знакомы с предельными теоремами теории вероятностей, которые указывают условия возникновения некоторых (статистических) закономерностей в результате действия большого числа случайных факторов. Теоремы устанавливали, как писала Е.С.Вентцель, факт и условия сходимости по вероятности тех или иных случайных величин к постоянным неслучайным величинам. «Все формы центральной предельной теоремы посвящены установлению условий, при которых возникает нормальный закон распределения. Так как эти условия на практике весьма часто выполняются, нормальный закон является самым распространённым из законов распределения, наиболее часто встречающихся в случайных явлениях». Инженеру не надо было что-либо менять в своей практической деятельности из-за неразличимости «истинной» величины, рассчитанной согласно классической физике, и величины математического ожидания, полученной экспериментально-статистически. Оказалось возможным вообще пренебречь мировоззрением и философским осмыслением.

Взглянем по-другому на проблему сравнимости и одинаковости. Открывая паспорт на двигатель или трансформатор, мы вправе ожидать, что все они, приобретенные на одном заводе-изготовителе и одного вида, не различаются между собой. Здесь можно было бы сказать, что они не различаются, так же как не различают одинакового сечения активное сопротивление одного медного провода от другого сейчас, 100 лет назад и не смогут различить еще через 100 лет. Однако, это не так. Двигатели приобретают некоторое индивидуальное различие, характеризующее изделие как некоторую особь-штуку, в связи с этим характеризующую присвоением изделию номера. Именно это индивидуальное, хотя и небольшое отличие особи-двигателя от другой особи того же самого вида (типоразмера) затрудняет возможность создания обменного фонда. Например, конкретный двигатель АО2–31-4 мощностью 2,2 кВт, снятый с одного станка, не может заменить двигатель этого же вида на другом станке из-за незначительного различия, например, диаметра вала, затрудняющего насадку полумуфты. Это приводит к тому, что каждый электрик хочет получить из ремонта «свой» двигатель. В этом случае для него отпадает проблема, связанная с габаритно-установочными размерами. И это проявление может быть объяснено только в рамках третьей научной картины мира.

Изложенные теоретические построения проиллюстрируем на примерах, связанных с расчётом параметров электропотребления и определением численности электротехнического персонала. Для начала прокомментируем два примера.

Пример 1. Выбрать кабель к одиночному трансформатору мощностью 1000 кВА напряжением 10/0,4 кВ.. Выбор кабеля осуществляется по нагреву. Принимаем кабель марки ААШв, проложенный в траншее. Определяется номинальный ток трансформатора:

$$I_{\text{ном}} = S_{\text{ном}} / (\sqrt{3} U_{\text{ном}}) = 1000 / (\sqrt{3} \cdot 10) = 57,8 \text{ A.} \quad (1)$$

Проверку по нагреву проводим в соответствии с условием:

$$I_p \leq I_{\text{д факт}}, \quad (2)$$

где I_p - расчетный ток, принимаемый в данном случае равным номинальному току трансформатора, $I_{\text{д факт}}$ - фактическая допустимая токовая нагрузка, принимаемая по ПУЭ, с учетом поправочных коэффициентов, учитывающих число проложенных в траншее кабелей, фактическую температуру окружающей среды и систематическую перегрузку.

Принимаем к прокладке кабель ААШв сечением 16 мм².

Пример 2. Выбрать кабель к низковольтному асинхронному двигателю 4А200L2У3 мощностью $P_{\text{ном}} = 45$ кВт. Паспортные данные: $U_{\text{ном}} = 0,38$ кВ, $\cos \varphi_{\text{ном}} = 0,9$; $\eta = 0,91$.

Выбираем кабель с медными жилами марки ВВГ, прокладываемый открыто по конструкциям. Сечение выбирается по нагреву номинальным током двигателя

$$I_{\text{ном}} = P_{\text{ном}} / (\sqrt{3} U_{\text{ном}} \cos \varphi \eta) = 45 / (\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,9 \cdot 0,91) = 83,6 \text{ A.} \quad (3)$$

Принимаем кабель сечением 16 мм².

Очевидно, что эти расчёты в полной мере соответствуют классическим представлениям (первой картине), т.е. для одних и тех же исходных данных результат неизменен. Ограничение (2) тоже тяготеет к первой картине, но не столь однозначно.

Однако при выборе кабеля, т.е. при переходе от расчётной к фактической нагрузке, и пользовании только ПУЭ, что и делают в своей массе проектировщики и эксплуатационники, возникает ряд замалчиваемых недоговорённостей (которые собственно и отражают не столько вероятностно-статистические, сколько ценологические представления):

Длительный режим работы есть режим при длительности включения более 4 мин. Хотя в ПУЭ не сказано, что это положение относится к электроприёмникам, но очевидно, что он не может относиться к другим уровням системы электроснабжения: шкафам 0,4 кВ, трансформаторным подстанциям 10 (6)/0,4 кВ, распределительным устройствам 6-10 кВ или подстанциям с высшим напряжением 35, 110, 154, 220, 330 кВ. Здесь необходим переход к понятию «потребитель», для которого менеджер электрического хозяйства при решении вопросов электроснабжения имеет дело с длительными режимами работы (это безусловно касается прокладки кабелей в траншее). Следовательно, должен быть решён вопрос о расчётной нагрузке группы электроприёмников.

Выбор кабеля к одиночному трансформатору всегда должен производиться по его номинальной мощности (аварийный и послеаварийный режимы здесь мы не рассматриваем), т.е., в отличие от классических взглядов, всегда учитывается вероятная возможность загрузки трансформатора с течением времени. Поэтому неправильно выбирать кабель к трансформатору для данной (на момент проекта) расчётной загрузки. Такой неклассический вероятностный подход применим к трансформаторам всех уровней и может быть рекомендован для вводов 2УР и 4УР, хотя здесь чаще прокладывают кабель всё-таки под расчётную нагрузку.

ПУЭ оговаривают поправочные коэффициенты для количества кабелей, проложенных в одной траншее. Нагрузка, в частности, значительно зависит от расстояния в свету между кабелями, причём это расстояние жёстко оговаривается – 100, 200, 300 мм. Видели ли вы хоть раз соблюдение этого расстояния, учитывая, в частности, рекомендации по прокладке кабеля «змейкой»? Означает ли это, что должен быть введён коэффициент, учитывающий неравномерность расстояния или даже сближения до величин меньше 100 мм? Или проблема снижения нагрузки на уже проложенные и подключённые кабели при докладке траншеи (для расстояния 100 мм это снижение составляет от 10 до 25 %).

Допустимые длительные токи приняты для температур: жил +65, окружающего воздуха +25 и земли +15°C. Есть поправочные коэффициенты, на 48% увеличивающие и на 64% снижающие эти допустимые длительные токи для кабелей, неизолированных и изолированных проводов и шин в зависимости от температуры земли и воздуха. Причём ПУЭ не оговаривают, что значит расчётная и условная температура среды, кто и каким документом должен определять эту температуру для любого потребителя, расположенного в любой точке России. В ПУЭ говорится, что на период ликвидации послеаварийного режима допускается, при определённых условиях, перегрузка кабелей до 10 или 15%, на время максимумов нагрузки продолжительностью не более 6 час в сутки в течение 5 суток. Означает ли это, что, если солнце греет более получаса, и температура земли на глубине 0,7 м по этой причине превысила указанную в ПУЭ, следует пользоваться как поправочными коэффициентами, так и п. 1.3.6?

Интересно, что на практике перестали при определении расчётного тока учитывать КПД [см. уравнение (3)], который есть отношение мощности на валу к мощности на зажимах электроприёмника. Сама величина КПД и $\cos\phi$ зависят от нагрузки и значительно снижается при нагрузке до 0,2-0,5 от номинальной ($\cos\phi$ начинает ухудшаться ранее и плавнее, чем КПД). Следовательно, расчётная величина мощности отдельного электроприёмника, зависящая не только от КПД и $\cos\phi$, но и от технологии, и других факторов, не может быть точно определена по классическим представлениям. Для практики, выбирая кабель с запасом по номинальным величинам, это несущественно, но проявляется, когда возникает вопрос о суммировании нагрузок 150-300 электродвигателей, подключаемых к ЗУР.

Общее во всех рассмотренных примерах - отсутствие возможности получить однозначное решение, стремление регламентировать нерегламентируемое. В этом случае мы и говорим о ценологических свойствах, которые следует учитывать наряду с жёсткими формулами ТОЭ и статистически полученными коэффициентами ПУЭ.

Теперь подведём некоторые итоги. Если от РП 0,4 кВ питается три электроприёмника, то расчётный ток определяется по результатам суммирования без какого-либо понижающего коэффициента. Но если число электроприёмников – десятки и сотни и нужно определить их суммарную нагрузку, то расходы электроэнергии за любой интервал времени теоретически суммируемы и практически проверяемы по счётчику. Если же обратиться к мощности P , то суммируемы лишь мгновенные её значения p_i . Введение

времени $P\Delta t$ делает несуммируемыми расходы электроэнергии за любой интервал Δt , в том числе и за 30-минутный, из-за $P = f(t)$. Вводимые коэффициенты спроса, использования, загрузки, максимума и др. не имеют в общем случае среднего значения для любой произвольной группы электроприёмников. Следовательно, нельзя правильно рассчитать расход электрической энергии, полагая в частности, что коэффициент максимума должен снижаться при увеличении числа электроприёмников. Статистика не подтверждает этого. Изложенное актуально потому, что Методика формирования лимитов потребления энергии организациями, финансируемыми из бюджета (1998) по-прежнему основана на коэффициенте одновременности использования мощности энергоёмких токоприёмников и времени их работы, числе токоприёмников одинаковой мощности и числе групп одинаковых токоприёмников. Другими словами, Методика по-прежнему основана на среднем и суммируемости, а потому – ошибочна. Ошибочно и использование отраслевых ведомственных нормативов для определения лимитов электропотребления (см. табл. 3). С точки зрения вероятностно-статистических и ценологических представлений не выдерживает критики и лимитирование, основанное на среднеарифметическом значении годового потребления энергии за последние 3 года.

Еще один характерный пример – расчёт численности электротехнического персонала и самой организации системы планово-предупредительного ремонта электрооборудования, которая возникла как техническое направление после приказа С.Орджоникидзе (1935) и внедрялась во все отрасли.

Применительно к электрическому хозяйству, например, в металлургии, были выделены группы режимов работы электрооборудования для электрических машин по категориям: 1-я – от 0,25 до 100 кВт; 2-я – от 100,1 до 1000 кВт; 3-я – свыше 1000 кВт. В зависимости от условий работы, степени загрузки, состояния окружающей среды, исполнения, а также значения в технологическом процессе электрические машины подразделялись на 4 группы: лёгкий, средний, тяжёлый, весьма тяжёлый режимы работы. Аналогичный подход был к силовым трансформаторам, силовым кабелям, грузоподъёмным электромагнитам, контакторным панелям. Была проведена детализация электрооборудования (магнитные пускатели и контакторы, командоконтроллеры и командоаппараты, конечные выключатели, автоматические выключатели, контакторные защитные панели, силовые распределительные шкафы, светильники, электросварочное оборудование, высокочастотные установки, электропечи сопротивления, дуговые печи, аккумуляторные установки и др.), в соответствии с которой для соответствующей группы режима работы были разработаны продолжительность ремонтных циклов и межремонтных периодов (пример приведен в табл. 4), структура ремонтных циклов (табл. 5) и нормативы трудоёмкости ремонтов (табл. 6), нормы неснижаемых запасов узлов, запасных частей и резерва электрооборудования, нормативы расхода покупных запасных частей на ремонт оборудования. В соответствии с этим составлялся годовой график ремонта электрооборудования по цехам и заводу в целом.

4. Продолжительность ремонтных циклов и межремонтных периодов электрических машин переменного и постоянного тока мощностью 0,25-100 кВт

| Группа режима работы | Продолжительность периода | | |
|----------------------|---|--------------------------------|------------------------|
| | Между текущим и очередным ремонтами, месяцы | Между средними ремонтами, годы | Ремонтного цикла, годы |
| I | 12 | 7 | 14 |
| II | 6 | 4 | 12 |
| III | 3 | 3 | 6 |
| IV | 2 | 2 | 4 |

5. Структура ремонтных циклов электрических машин переменного и постоянного тока мощностью 0,25-100 кВт

| Группа режима работы | Чередование видов ремонта* | Количество ремонтов в цикле | |
|----------------------|----------------------------|-----------------------------|---------|
| | | текущий | средний |
| I | К-6Т-С-6Т-К | 12 | 1 |
| II | К-7Т-С-7Т-С-7Т-К | 21 | 2 |
| III | К-11Т-С-11Т-К | 22 | 1 |
| IV | К-11Т-С-11Т-К | 22 | 1 |

* К – капитальный, Т – текущий, С – средний

6. Нормативы трудоёмкости ремонтов электродвигателей асинхронных с короткозамкнутым ротором напряжением до 500 В

| Мощность электродвигателя, кВт | Трудоёмкость ремонта, чел•ч | | |
|--------------------------------|-----------------------------|----------|--------------|
| | текущего | среднего | капитального |
| До 1,0 | 1,1 | 5,0 | 12,5 |
| 1,1-3,0 | 1,4 | 6,8 | 15,0 |
| 3,1-5,0 | 1,8 | 8,0 | 17,0 |
| 5,1-10,0 | 2,4 | 10,0 | 22,0 |
| 10,1-15,0 | 2,7 | 12,0 | 26,0 |
| 15,1-20,0 | 3,2 | 14,0 | 31,0 |
| 20,1-30,0 | 3,7 | 16,0 | 37,0 |
| 30,1-40,0 | 4,4 | 19,0 | 45,0 |
| 40,1-55,0 | 5,1 | 21,0 | 50,0 |
| 55,1-75,0 | 6,1 | 25,0 | 61,0 |
| 75,1-100,0 | 7,2 | 30,0 | 78,0 |

Полагали, что, опираясь на данные этих таблиц и нормативы по каждому конкретному виду электродвигателя, можно было просуммировать трудоёмкости и рассчитать необходимую численность персонала. Действительно, как будто бы так и надо было делать: замерили трудоёмкость ремонта одного двигателя, другого, третьего..., а потом просуммировали. Но неумолимая статистика по сотням предприятий и цехов показала несуммируемость (не аддитивность): ни на одном из заводов никогда не было численности электротехнического персонала, соответствующей требованиям системы ППР (хотя численность электриков на любом предприятии, имеющем в своём составе 4УР и 5 УР, для рыночных условий достаточно велика и составляет 7-11% от общей). Существует нелинейная связь численности электротехнического персонала при увеличении количества установленного оборудования. И если

подходить вероятностно-статистически, то она для общей численности пропорциональна $\sqrt[3]{n^2}$, где n – количество установленных двигателей.

Таким образом, приступая к созданию индустриального общества во всём мире, полагали строить предприятия и организовать менеджмент, как того требовала первая механическая картина мира. Мыслилось создание комбинатов, которые будут являться «не простейшим» «сложением» машин, а органической их системой, некоторым единым организмом, работающим как часы. Не получилось. Госплану СССР не удалось увязать ежегодный выпуск 24 млн. видов продукции, согласовав с заводами-изготовителями, смежниками, потребителями.

Промышленные предприятия и их электрическое хозяйство функционируют на основе иных представлений, являются хозяйством, структурно самоорганизующимся и диктующим поведение обслуживающему персоналу. И для менеджмента таких систем требуется осознание и применение второй и третьей научных картин мира, о которых будет идти речь в следующих публикациях.

Список литературы

1. Эйнштейн А. Собрание научных трудов: В 4-х т. М.: Наука, 1965-1967.
2. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. Вып.1-9. – М.: Мир, 1977-1978.
3. Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса. Новый диалог человека с природой. – М.: Эдиториал УРСС, 2000. 312 с.
4. Стёпин В.С. Теоретическое знание. – М.: Прогресс-Традиция, 2000. – 744 с.
5. Кудрин Б.И. Введение в технетику. 2-е изд. – Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1993. – 552 с.
6. Кудрин Б.И. Античность. Символизм. Технетика. – М.: Электрика, 1995. – 120 с.
7. Математическое описание ценозов и закономерности технетики. Философия и становление технетики. Вып. 1 и вып. 2 «Ценологические исследования». – Абакан: Центр системных исследований, 1996. – 452 с.
8. Гнатюк В.И. Оптимальное построение техноценозов. Теория и практика. – М.: Центр системных исследований, 1999. – 272 с.

9. Фуфаев В.В. Ценологическое определение параметров электропотребления, надёжности, монтажа и ремонта электрооборудования предприятий региона. – М. Центр системных исследований, 2000. – 320 с.
10. Кудрин Б.И. Ещё раз о третьей научной картине мира. – Томск: Изд-во Томск. ун-та, 2001. – 76 с.
11. Любищев А.А. Линии Демокрита и Платона в истории культуры. – М.: Электрика, 1997. – 408 с.
12. Феллер В. Введение в теорию вероятностей и её приложения. В 2-х т. – М.: Мир, 1984, т.1 - 528 с., т.2 – 752 с.
13. Круг К.А. Основы электротехники. – М.-Л.: ОНТИ, 1936. – 888 с.
14. Hütte. Справочник: Пер. с нем. Т. 2. М. – Л.: ОНТИ НКТП СССР, 1932. 1468 с.
15. Федоров А.А. Справочник электрика промышленных предприятий. М. – Л.: Госэнергоиздат, 1954. 1040 с.
16. Рекомендации по определению непроизводительных расходов электроэнергии // Справочник для экспертов по энергосбережению. Красноярск: Красноярскэнергонадзор, 2000. С. 37-78.
17. Электрические и электронные аппараты / Под ред. Ю.К. Розанова. М.: Информэлектро, 2001. 420 с.
18. Правила устройства электроустановок. :-е изд. М.: Главгосэнергонадзор России, 1998. 607 с.
19. Авдеев В.А., Кудрин Б.И., Якимов А.Е. Информационный банк «Черметэлектро». М.: Электрика, 1995. 400 с.
20. Варнавский Б.П., Колесников А.И., Федоров М.Н. Энергоаудит промышленных и коммунальных предприятий. М.: АСЭМ, 1999. 214 с.
21. Ленин В.И. Полное собрание сочинений. Т. 18. М.: Политиздат, 1973. 525 с.

Самые востребованные электротехнические книги...

Инжиниринг электроприводов и систем автоматизации. Гриф УМО МО РФ Цена: 409.00 руб

Библия электрика: ПУЭ (шестое и седьмое издания, все действующие разделы), МПОТ, ПТЭ Цена: 428.00 руб

Браун М. Диагностика и поиск неисправностей электрооборудования и цепей управления Цена: 292.00 руб

Правила устройства электроустановок Цена: 264.00 руб

Бодин А.П. Электроустановки потребителей: справочник Цена: 580.00 руб

Филиппова А.С. Ремонт и монтаж кабельных линий. Практическое пособие в 2-х частях. Часть 1 Цена: 528.00 руб.,

Бодин А.П. Приемно-сдаточные работы в электроустановках Цена: 348.00 руб.,

Арутюнян А.А. Основы энергосбережения Цена: 580.00 руб.,

Осика Л.К. Коммерческий и технический учет электрической энергии на оптовом и розничном рынках: теория и практические рекомендации Цена: 374.00

Красник В.В. Прорыв в электросеть. Как подключиться к электросети и заключить договор энергоснабжения Цена: 221.00 руб.

Вся информация об этих, а также большом количестве других новых книг находится здесь: <http://electrolibrary.info/bestbooks/>



Пускатели электромагнитные. Общий обзор

Пускатель электромагнитный общепромышленного назначения – коммутационный электрический аппарат, предназначенный для пуска, остановки и защиты трехфазных асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором непосредственным подключением обмоток статора к сети и разрывом тока в них без предварительного ввода в цепь дополнительных сопротивлений.

С учетом используемых на практике схем на электромагнитные пускатели возлагают дополнительные функции:

- реверсирование направления вращения двигателя путем изменения последовательности подключения фаз сети к обмоткам;
- изменение схемы включения обмоток двигателя Y/D;
- защита двигателя от перегрузок и перегрева, снижения сопротивления изоляции и т.п.

Учитывая требования к пускателю, как элементу схемы автоматического управления, на него часто возлагают ряд вспомогательных функций:

- электрическое и механическое блокирование возможности одновременного включения контакторов в реверсивных схемах;
- создания цепей для местного и дистанционного управления пускателем;
- защита от нежелательных режимов работы;
- контроль и сигнализация о состоянии силовых цепей цепей управления.

Выпускаемые промышленностью магнитные пускатели рассчитаны на применение в разных климатических поясах, размещение в разных условиях.

В соответствии с ГОСТ 2491-82 электромагнитные пускатели предназначаются для работы в категории применения AC-3 (прямой пуск электродвигателей с короткозамкнутым ротором, отключение вращающихся электродвигателей) и должны допускать работу в категории применения AC-4 (пуск, отключение и торможение противовключением электродвигателей с короткозамкнутым ротором).

Коммутационная износостойкость аппаратов в этих категориях проверяется в условиях, моделирующих включение и отключение асинхронного двигателя, соответствующего по параметрам номинальным данным пускателя, в режимах, определенных категорией применения пускателя.



Как к элементу систем автоматического управления к электромагнитным пускателям предъявляются высокие требования по износостойкости. Пускатели выпускаются в трех классах коммутационной износостойкости (А, Б и В).

Пускатели главным образом предназначены для применения в стационарных установках дистанционного пуска непосредственным подключением к сети, остановки и реверсирования трехфазных асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором при напряжении до 380 и 660В переменного тока частотой 50Гц.

При наличии тепловых реле пускатели осуществляют защиту управляемых электродвигателей от перегрузки недопустимой продолжительности. Пускатели с ограничителями перенапряжений пригодны для работы в системах управления с применением полупроводниковой техники.

Классификация:

Пускатели классифицируются по:

- виду схемы включения нагрузки (как правило электродвигателя) нереверсивный или реверсивный
- по номинальному напряжению главной цепи
- по категории размещения
 - ...степень защиты IP00 (открытые): для установки в отапливаемых помещениях на панелях, в закрытых шкафах и других местах, защищенных от попадания воды, пыли и посторонних предметов
 - ...степень защиты IP40 (в оболочке): для установки внутри не отапливаемых помещений, в которых окружающая среда не содержит значительного количества пыли и исключено попадание воды на оболочку пускателя
 - ...степень защиты IP54 (в оболочке), для внутренних и наружных установок в местах, защищенных от непосредственного воздействия солнечного излучения и атмосферных осадков
- по наличию кнопочного поста на корпусе пускателя - кнопок «пуск» и «стоп» (п+с) на нереверсивных пускателях, или кнопок «пуск вперед», «пуск назад» и «стоп» (ппс) на реверсивных пускателях. Некоторые модификации пускателей предусматривают наличие на корпусе сигнальной лампы «включено»
- по наличию дополнительных (сигнальных, блокировочных) контактов, могут быть замыкающими (з) или размыкающими (р) в разных комбинациях по числу дополнительные контакты могут быть встроены в пускатель или изготовлены в виде отдельной приставки.

Часть дополнительных контактов может быть использована в схеме пускателя, например, в реверсивном пускателе - для осуществления - по роду тока и по напряжению втягивающей катушки - переменного тока на различные напряжения из стандартного ряда - по наличию теплового реле.

Тепловые реле характеризуются номинальным током несрабатывания на средней установке и, как правило, допускают регулировку тока несрабатывания в пределах $\pm 15\%$ от номинального значения.

Пускатели могут комплектоваться ограничителями перенапряжений, различными установочными изделиями и т.д.

Нормируемые технические характеристики

К важнейшим характеристикам пускателя относятся:

- Максимально допустимый ток главной цепи в амперах. Нормируется для режима работы пускателя АС-1, АС-3 или АС-4 отдельно для каждого из значений напряжения главной цепи, т.е. рабочего напряжения пускателя;
- Максимально допустимое напряжение главной цепи (В);
- Напряжение питания втягивающей катушки (В). Может быть выбрано из ряда 24, 36, 42, 110, 220, 380В переменного тока. Некоторые типы пускателей изготавливаются с магнитной системой с

питанием катушки управления постоянным током, при этом их включают в цепь переменного тока через выпрямитель.

- Коммутационная износостойкость. Исчисляется в миллионах циклов включения-выключения. Для определения коммутационной износостойкости необходимо задать режим работы пускателя, напряжение главной цепи, ток главной цепи (или мощность управляемого двигателя) и, по соответствующей номограмме, приведенной в техническом описании пускателя, определить гарантированное число включений-отключений. При этом необходимо учесть, что режим работы пускателя учитывает частоту его включений-отключений в час.
- Максимально допустимый ток вспомогательных контактов. Исчисляется в амперах при заданном напряжении на контактах.
- Мощность, потребляемая втягивающей катушкой (указывается в ваттах)

Таким образом, надежная работа пускателя определяется целым рядом факторов, которые необходимо правильно оценить на этапе его выбора.

При выборе пускателя широко применяется термин «величина пускателя».

Термин этот условный и характеризует допустимый ток контактов главной цепи пускателя.

При этом подразумевается, что напряжение главной цепи составляет 380В и пускатель работает в режиме АС-3.

Максимальный ток главной цепи составляет:

| | |
|------------------------|------|
| для нулевой величины | 6,3А |
| для первой величины | 10А |
| для второй величины | 25А |
| для третьей величины | 40А |
| для четвертой величины | 63А |
| для пятой величины | 100А |
| для шестой величины | 160А |

Допустимый ток контактов главной цепи отличается от приведенных выше в зависимости:

От категории применения - АС-1, АС-3 или АС-4: АС-1 - нагрузка пускателя чисто активная или мало индуктивная;

АС-3 - режим прямого пуска двигателя с короткозамкнутым ротором, отключение вращающихся электродвигателей;

АС-4 - пуск электродвигателя с короткозамкнутым ротором, отключение неподвижных или медленно вращающихся электродвигателей, торможение противотоком.

С увеличением номера категории применения допустимый ток контактов главной цепи, при равных параметрах по коммутационной износостойкости, уменьшается;

От напряжения на контактах главной цепи. При увеличении напряжения допустимый ток контактов падает.

Для некоторых типов пускателей величина пускателя указывается при напряжении главных контактов, отличном от 380В.

Магнитные пускатели серии ПМ12

Электромагнитные пускатели предназначены для применения в стационарных установках для дистанционного пуска, непосредственным подключением к сети, остановки и реверсирования трехфазных асинхронных двигателем с короткозамкнутым ротором переменного напряжения до 660В частоты 50Гц.

При наличии тепловых реле пускатели осуществляют защиту управляемых электродвигателей от перегрузок недопустимой продолжительности и от токов, возникающих при обрыве одной из фаз.

Пускатели пригодны для работы в системах управления с применением микропроцессорной техники при шунтировании включающей катушки помехоподавляющим устройством или при тиристорном управлении.

Структура условного обозначения магнитных пускателей серии ПМ12

ПМ12 XXX X1 X2 X3

XXX - величина пускателя

- 1 - 010-10 ампер; 016-16 ампер;
- 2 - 025-25 ампер;
- 3 - 040-40 ампер;
- 4 - 063-63 ампер;
- 5 - 100-100 ампер;
- 7 - 250-250 ампер;

X1 - тип работы электродвигателя и наличие теплового реле

- 1 - без теплового реле нереверсивный
- 2 - с тепловым реле нереверсивный
- 5 - без теплового реле реверсивный
- 6 - с тепловым реле реверсивный

X2 - исполнение пускателей по степени защиты и наличие кнопок управления и сигнальной лампы

- 0 - IP00
- 1 - IP54 без кнопок
- 2 - IP54 с кнопками
- 3 - IP54 с кнопками и сигнальной лампой
- 4 - IP40 без кнопок
- 5 - IP20
- 6 - IP40 с кнопками
- 7 - IP40 с кнопками и сигнальной лампой

X3 - род тока и число контактов

Возможные обозначения магнитных пускателей серии ПМ12

Номинальный ток: 010 — 10А; 025 — 25А; 040 — 40А; 063 — 63А; 100 — 100А; 160 — 160А; 250 — 250А.

Исполнение пускателей по назначению и наличию теплового реле:

- 1 — нереверсивный пускатель без теплового реле;
- 2 — нереверсивный пускатель с тепловым реле;
- 5 — реверсивный пускатель без теплового реле, с мех. блокировкой и степенью защиты IP00;
- 6 — реверсивный пускатель с тепловым реле, с электрической и механической блокировками.

Исполнение пускателей по степени защиты и наличию кнопок:

- 0 — степень защиты IP00 без кнопок;
- 1 — степень защиты IP54 с кнопкой R;
- 2 — степень защиты IP54 с кнопками П+С;
- 3 — степень защиты IP54 с кнопками П+С+Л;
- 4 — степень защиты IP40 без кнопок;
- 5 — степень защиты IP20 без кнопок;
- 6 — степень защиты IP40 с кнопками П+С;

7 — степень защиты IP40 с кнопками П+С+Л.

Исполнение по износостойкости:

А — 0,32 млн. циклов; Б — 0,1 млн. циклов; В — 0,03 млн. циклов.

Основные технические параметры пускателей серии ПМ12

| Наименование | Напряжение управления, В | Доп. контакты | Кнопки | Исполнение | Тепловое реле, А |
|--------------|--------------------------|---------------|---------|------------|------------------|
| ПМ12-010100 | 220, 380 | 3з, 2р | Нет | IP00 | Нет |
| ПМ12-010200 | 220, 380 | 3з, 2р | Нет | IP00 | 7...10А |
| ПМ 12-010140 | 220, 380 | 3з, 2р | Нет | IP40 | Нет |
| ПМ 12-010240 | 220, 380 | 3з, 2р | Нет | IP40 | 7...10А |
| ПМ12-010160 | 220, 380 | 2з, 1р | п, с | IP40 | Нет |
| ПМ12-010270 | 220, 380 | 2з, 1р | п, с | IP40 | 7...10А |
| ПМ 12-010500 | 220, 380 | 4з, 2р | Нет | IP00 | Нет |
| ПМ12-010640 | 220, 380 | 4з, 2р | Нет | IP40 | 7...10А |
| ПМ 12-025100 | 220, 380 | 1з | Нет | IP00 | Нет |
| ПМ12-025110 | 220, 380 | 1з | Нет | IP54 | Нет |
| ПМ 12-025220 | 220, 380 | 1з | п, с | IP54 | 21,3...25А |
| ПМ12-025501 | 220, 380 | 2р | Нет | IP00 | Нет |
| ПМ12-063111 | 220 380 | 2з, 2р | Нет | IP54 | Нет |
| ПМ12-063151 | 220 380 | 2з, 2р | Нет | IP20 | Нет |
| ПМ 12-063221 | 220, 380 | 2з, 2р | п, с | IP54 | 53,5...63А |
| ПМ 12-063621 | 220, 380 | 2з, 2р | п, п, с | IP54 | 53,5...63А |
| ПМ12-100110 | 220, 380 | 2з, 2р | нет | IP54 | Нет |
| ПМ12-100140 | 220, 380 | 2з, 2р | Нет | IP40 | Нет |
| ПМ12-100150 | 220, 380 | 2з, 2р | Нет | IP20 | Нет |
| ПМ12-100210 | 220, 380 | 2з, 2р | Нет | IP54 | 85,0...115,0А |
| ПМ12-100220 | 220, 380 | 2з, 2р | п, с | IP54 | 85,0...115,0А |
| ПМ12-100240 | 220, 380 | 2з, 2р | Нет | IP40 | 85,0...115,0А |
| ПМ12-100250 | 220, 380 | 2з, 2р | Нет | IP20 | 85,0...115,0А |
| ПМ12-100260 | 220, 380 | 2з, 2р | п, с | IP40 | 85,0...115,0А |
| ПМ12-100500 | 220, 380 | 4з, 2р | Нет | IP00 | Нет |
| ПМ12-100640 | 220, 380 | 4з, 2р | Нет | IP40 | 85,0...115,0А |
| ПМ12-160110 | 220, 380 | 2з, 2р | нет | IP54 | Нет |
| ПМ12-160140 | 220, 380 | 2з, 2р | Нет | IP40 | Нет |
| ПМ12-160150 | 220, 380 | 2з, 2р | Нет | IP20 | Нет |
| ПМ12-160210 | 220, 380 | 2з, 2р | Нет | IP54 | 136...184А |
| ПМ12-160220 | 220, 380 | 2з, 2р | п, с | IP54 | 136...184А |
| ПМ12-160240 | 220, 380 | 2з, 2р | Нет | IP40 | 136...184А |
| ПМ12-160250 | 220, 380 | 2з, 2р | Нет | IP20 | 136...184А |
| ПМ12-160260 | 220, 380 | 2з, 2р | п, с | IP40 | 136...184А |
| ПМ12-160500 | 220, 380 | 4з, 2р | Нет | IP00 | Нет |
| ПМ12-160640 | 220, 380 | 4з, 2р | Нет | IP40 | 136...184А |
| ПМ12-250150 | 220, 380 | 2з, 2р | Нет | IP00 | Нет |
| ПМ12-250500 | 220, 380 | 2з, 2р | Нет | IP00 | Нет |

Габаритные размеры (мм)

| Наименование | Материал корпуса | H, мм | L, мм | B, мм |
|--------------|------------------|-------|-------|-------|
| ПМ12-010100 | нет | 39 | 56 | 104 |
| ПМ12-010200 | нет | 39 | 94 | 104 |
| ПМ12-010140 | сталь | 104 | 171 | 121 |
| ПМ12-010240 | сталь | 104 | 171 | 121 |
| ПМ12-010160 | сталь | 104 | 171 | 126 |
| ПМ12-010270 | сталь | 104 | 171 | 126 |
| ПМ12-010500 | нет | 83 | 73 | 110 |
| ПМ12-010640 | сталь | 137 | 181 | 122 |
| ПМ12-025100 | нет | 53 | 76 | 92 |
| ПМ12-025110 | сталь | 132 | 230 | 138 |
| ПМ12-025220 | сталь | 132 | 230 | 140 |
| ПМ 12-025501 | нет | 113 | 85 | 102 |
| ПМ12-063111 | сталь | 205 | 235 | 171 |
| ПМ12-063151 | нет | 87 | 112 | 115 |
| ПМ12-063221 | сталь | 205 | 300 | 173 |
| ПМ12-063621 | сталь | 221 | 300 | 173 |
| ПМ12-100110 | сталь | 243 | 386 | 215 |
| ПМ12-100140 | сталь | 243 | 348 | 201 |
| ПМ12-100150 | нет | 119 | 144 | 138 |
| ПМ12-100210 | сталь | 322 | 595 | 235 |
| ПМ12-100220 | сталь | 322 | 595 | 235 |
| ПМ12-100240 | сталь | 322 | 555 | 228 |
| ПМ12-100260 | сталь | 322 | 555 | 228 |
| ПМ12-100500 | нет | 293 | 151 | 146 |
| ПМ12-100640 | сталь | 450 | 555 | 233 |
| ПМ12-160110 | сталь | 230 | 480 | 322 |
| ПМ12-160140 | сталь | 223 | 440 | 322 |
| ПМ12-160150 | нет | 162 | 175 | 137 |
| ПМ12-160210 | сталь | 235 | 595 | 322 |
| ПМ12-160220 | сталь | 235 | 595 | 322 |
| ПМ12-160240 | сталь | 228 | 555 | 322 |
| ПМ12-160250 | нет | 264 | 264 | 140 |
| ПМ12-160260 | сталь | 228 | 555 | 322 |
| ПМ12-160500 | нет | 176 | 182 | 340 |
| ПМ12-160640 | сталь | 207 | 168 | 430 |
| ПМ12-250150 | нет | 162 | 200 | 145 |
| ПМ12-250500 | нет | 197,5 | 208 | 365 |

Магнитные пускатели серии ПМЕ

Пускатели электромагнитные предназначены для применения в стационарных установках для дистанционного пуска непосредственным подключением к сети, остановки и реверсирования трехфазных асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором переменного напряжения 660 В частоты 50 и 60 Гц.

При наличии трехполюсных тепловых реле серий РТТ и РТЛ пускатели осуществляют защиту управляемых электродвигателей от перегрузок недопустимой продолжительности и от токов, возникающих при обрыве одной из фаз. Пускатели пригодны для работы в системах управления с применением микропроцессорной техники при шунтировании включающей катушки помехоподавляющим устройством или при тиристорном управлении.

Предназначены для дистанционного пуска непосредственным подключением к сети и отключения трехфазных асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором. Дополнительные функции: реверсирование, при наличии тепловых реле — защита двигателей от перегрузок недопустимой продолжительности, в т. ч. возникающих при выпадении одной из фаз, изменение схемы включения обмоток Y/A.

Структура условного обозначения магнитных пускателей серии ПМЕ

ПМЕ X1 X2 X3

X1 - величина пускателя - 1, 2-я **X2** - исполнение пускателей по степени защиты и наличие кнопок управления и сигнальной лампы

- 1 - IP00
- 2 - IP30
- 2 - IP54

X3 - тип работы электродвигателя и наличие теплового реле

- 1 - без теплового реле нереверсивный
- 2 - с тепловым реле нереверсивный
- 3 - без теплового реле реверсивный
- 4 - с тепловым реле реверсивный

Возможные обозначения магнитных пускателей серии ПМЕ

Величина пускателей в зависимости от номинального тока:

- 1 — 10А; 2 — 25А.

Степень защиты:

- 1 — IP00;
- 2 — IP30;
- 3 — IP54.

Назначение и наличие теплового реле:

- 1 — нереверсивный без теплового реле;
- 2 — нереверсивный с тепловым реле;
- 3 — реверсивный без теплового реле;
- 4 — реверсивный с тепловым реле.

Основные технические параметры

| Наименование | Напряжение, В | Исполнение | Тепловое реле, А |
|--------------|---------------|------------|------------------|
| ПМЕ 211 | 220, 380 | IP00 | нет |
| ПМЕ 212 | 220, 380 | IP00 | 21..25 |
| ПМЕ 221 | 220, 380 | IP30 | нет |
| ПМЕ 222 | 220, 380 | IP30 | 21..25 |

Габаритные размеры

| Наименование | Материал корпуса | B, мм | L, мм | H, мм |
|--------------|------------------|-------|-------|-------|
| ПМЕ 211 | Нет | 88 | 92 | 116 |
| ПМЕ 212 | Нет | 88 | 136 | 116 |
| ПМЕ 221 | Сталь | 145 | 216 | 155 |
| ПМЕ 222 | Сталь | 145 | 216 | 155 |

Магнитные пускатели серии ПМА

Пускатели электромагнитные предназначены для применения в стационарных установках для дистанционного пуска непосредственным подключением к сети, остановки и реверсирования трехфазных асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором переменного напряжения 660 В частоты 50 и 60 Гц.

При наличии трехполюсных тепловых реле серий РТТ и РТЛ пускатели осуществляют защиту управляемых электродвигателей от перегрузок недопустимой продолжительности и от токов, возникающих при обрыве одной из фаз. Пускатели пригодны для работы в системах управления с применением микропроцессорной техники при шунтировании включающей катушки помехоподавляющим устройством или при тиристорном управлении.

Предназначены для дистанционного пуска непосредственным подключением к сети и отключения трехфазных асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором. Дополнительные функции: реверсирование, при наличии тепловых реле — защита двигателей от перегрузок недопустимой продолжительности, в т. ч. возникающих при выпадении одной из фаз, изменение схемы включения обмоток Y/A.

Структура условного обозначения магнитных пускателей серии ПМА

ПМА X1 X2 X3 X4

X1 - величина пускателя

X2 - тип работы электродвигателя и наличие теплового реле

1 - нереверсивный без ТР

2 - нереверсивный с ТР

3 - реверсивный без ТР

4 - реверсивный с ТР

5 - реверсивный без ТР

6 - реверсивный с ТР

X3 - исполнение пускателей по степени защиты и наличие кнопок управления и сигнальной лампы

0 - IP00

1 - IP40

2 - IP54

3 - IP40 с кнопками управления и сигнальной лампой

4 - IP54 с кнопками управления и сигнальной лампой

5 - IP40 с кнопками управления без сигнальной лампы

6 - IP54 с кнопками управления без сигнальной лампы

X4 - количество контактных групп и род тока

Для 0-ой величины

0 - 1з

1 - 1з+2р

2 - 1з+4р;

3 - 5з;

- 4 - 4з+2р;
- 5 - 2з;
- 6 - 3з;
- 7 - 2з+1р;
- 8 - 1з+2р

**Для 3,4,5,6 величин
Род тока главной цепи**

- 0 - 380В - постоянный
- 1 - 660В - постоянный
- 2 - 660В - переменный

Возможные обозначения магнитных пускателей серии ПМА

Величина пускателей в зависимости от номинального тока:

- 3 — 40А;
- 4 — 63А;
- 5 — 100А;
- 6 — 160А.

Назначение и наличие теплового реле:

- 1 — нереверсивный без теплового реле;
- 2 — нереверсивный с тепловым реле;
- 3 — реверсивные без теплового реле с электрической блокировкой;
- 4 — реверсивные с тепловым реле с электрической блокировкой;
- 5 — реверсивные без теплового реле с электрической и механической блокировками;
- 6 — реверсивные с тепловым реле с электрической и механической блокировками;
- 7 — нереверсивные с аппаратом позисторной защиты АЗП;
- 8 — реверсивные с АЗП и механической блокировкой;
- 9 — нереверсивные с аппаратом позисторной защиты УВТЗ-1М;
- 0 — реверсивные с УВТЗ-1М и с механической и электрической блокировками.

Степень защиты и наличие кнопок:

- 0 — IP00 без кнопок;
- 1 — IP40 без кнопок;
- 2 — IP54 без кнопок;
- 3 — IP40 с кнопками П+С;
- 4 — IP54 с кнопками П+С;
- 5 — IP40 с кнопками П+С+сигнальная лампа;
- 6 — IP54 с кнопками П+С+ сигнальная лампа.

Род тока цепи управления:

- 0 — переменный;
- 1 — постоянный.

Основные технические параметры

| Параметр | ПМА 3000 | ПМА 4000 | ПМА 5000 | ПМА 6000 |
|---|--------------------------------------|----------|----------|----------|
| номинальный ток (А) | 40 | 63 | 100 | 160 |
| номинальное напряжение катушек управления при постоянном токе | 24, 48, 60, 110, 220, 600 | | | |
| номинальное напряжение катушек управления при частоте цепи управления ~50Гц | 24, 36, 127, 220, 380, 440, 500, 600 | | | |
| номинальное напряжение катушек управления при частоте цепи управления ~60Гц | 24, 115, 220, 380, 400 | | | |

Выпускаются в следующих исполнениях:

- открытое без теплового реле;
- открытое с тепловым реле;

- закрытое без теплового реле;
- закрытое с тепловым реле.

Ток теплового реле пускателя соответствует номинальному току пускателя.

Напряжение главной цепи пускателей ПМА составляет 380-660 В.

Степень защиты соответствует IP00, IP40, IP54.

Габаритные размеры

| Серия | Степень защиты | B | B1 | L | L1 | H |
|----------|----------------|-----|-----|-----|-----|-------|
| ПМА 3000 | IP00 | 88 | 92 | 102 | 170 | 118 |
| ПМА 3000 | IP40 | 182 | 182 | 275 | 315 | 175 |
| ПМА 4000 | IP00 | 112 | 117 | 135 | 220 | 143,5 |
| ПМА 4000 | IP40 | 210 | 210 | 275 | 364 | 178 |
| ПМА 5000 | IP00 | 125 | 150 | 150 | 230 | 160 |
| ПМА 5000 | IP40 | 235 | 248 | 348 | 468 | 206 |
| ПМА 6000 | IP00 | 143 | 143 | 199 | 292 | 192 |
| ПМА 6000 | IP40 | 327 | 327 | 440 | 555 | 242 |

Установочные размеры

| Серия | Степень защиты | C | D |
|----------|----------------|------|-----|
| ПМА-3000 | IP00 | 75 | 75 |
| ПМА-3000 | IP40 | 100 | 180 |
| ПМА-4000 | IP00 | 100 | 100 |
| ПМА-4000 | IP40 | 130 | 178 |
| ПМА-5000 | IP00 | 94,5 | 100 |
| ПМА-5000 | IP40 | 150 | 250 |
| ПМА-6000 | IP00 | 111 | 100 |
| ПМА-6000 | IP40 | 222 | 342 |

Магнитные пускатели серии ПМЛ

Пускатели электромагнитные предназначены для применения в стационарных установках для дистанционного пуска непосредственным подключением к сети, остановки и реверсирования трехфазных асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором переменного напряжения 660 В частоты 50 и 60 Гц. При наличии трехполюсных тепловых реле серий РТТ и РТЛ пускатели осуществляют защиту управляемых электродвигателей от перегрузок недопустимой продолжительности и от токов, возникающих при обрыве одной из фаз. Пускатели пригодны для работы в системах управления с применением микропроцессорной техники при шунтировании включающей катушки помехоподавляющим устройством или при тиристорном управлении.

Предназначены для дистанционного пуска непосредственным подключением к сети и отключения трехфазных асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором. Дополнительные функции: реверсирование, при наличии тепловых реле — защита двигателей от перегрузок недопустимой продолжительности, в т. ч. возникающих при выпадении одной из фаз, изменение схемы включения обмоток Y/A.

Структура условного обозначения магнитных пускателей серии ПМЛ

ПМЛ X1 X2 X3 X4

X1 - величина пускателя

X2 - тип работы электродвигателя и наличие теплового реле

- 1 - без теплового реле нереверсивный
- 2 - с тепловым реле нереверсивный
- 3 - без теплового реле реверсивный
- 4 - с тепловым реле реверсивный

X3 - исполнение пускателей по степени защиты и наличие кнопок управления и сигнальной лампы

- 0 - IP00
- 1 - IP54 без кнопок
- 2 - IP54 с кнопками
- 3 - IP54 с кнопками и сигнальной лампой
- 4 - IP40 без кнопок
- 5 - IP40 с кнопками
- 6 - IP20

X₄ - кодирует количество контактных групп

0-1 замыкающий (на 10-25А), 1з+1р (на 40-63А); **0,1** - 1р (на 10-25А); **2** - 1з (на 10-25А и 40-63А); **5** - 1з (на 10-25А) - постоянный ток ; **6** - 1р (на 10-25А) - постоянный ток

X₅ - кодирует сейсмостойкость

X₆ - кодирует исполнение пускателей с креплением на стандартные рейки

X₇ и **X₈** - кодируют климатическое исполнение

X₉ - кодируют исполнение по износостойкости А, Б и В

Возможные обозначения магнитных пускателей серии ПМЛ

Величина пускателей в зависимости от номинального тока: 1 — 10А; 2 — 25А; 3 — 40А; 4 — 63А.

Назначение и наличие теплового реле:

- 1 — нереверсивный без теплового реле;
- 2 — нереверсивный с тепловым реле;
- 5 — реверсивный пускатель без теплового реле с электрической и механической блокировками;
- 6 — реверсивный пускатель с тепловым реле с электрической и механической блокировками;
- 7 — пускатель звезда-треугольник.

Степень защиты и наличие кнопок:

- 0 — IP00 без кнопок;
- 1 — IP54 без кнопок;
- 2 — IP54 с кнопками П+С;
- 3 — IP54 с кнопками П+С+сигнальная лампа.

Основные технические параметры

| Параметры пускателей | X100 | X110 | X210 | X220 | X230 |
|---------------------------------|-----------------------------|-----------------|---------------------------|--------------------------|---|
| величина номинального тока, А | 10-63 | | | | |
| исполнение и наличие термореле | нереверсивный без термореле | | нереверсивный с термореле | | |
| степень защиты и наличие кнопок | IP00 | IP54 без кнопок | IP54 без кнопок | IP54 с кн. [Пуск] [Стоп] | IP54 с кн. [Пуск] [Стоп] и сигн. лампой |

Габаритные размеры (мм)

| Наименование | В, мм | L, мм | H, мм |
|--------------------|-------|-------|-------|
| ПМЛ 1100, ПМЛ 1101 | 64 | 78 | 74* |
| ПМЛ 1110, ПМЛ 1111 | 103 | 180 | 125 |
| ПМЛ 1210, ПМЛ 1220 | 87 | 160 | 116 |
| ПМЛ 1501 | 103 | 78 | 78* |
| ПМЛ 1611, ПМЛ 1621 | 123 | 280 | 130 |
| ПМЛ 2100, ПМЛ 2101 | 76 | 88 | 89* |
| ПМЛ 2210, ПМЛ 2220 | 142 | 270 | 136 |
| ПМЛ 2230 | 101 | 185 | 142 |
| ПМЛ 2501 | 128 | 100 | 149* |
| ПМЛ 2611, ПМЛ 2621 | 123 | 280 | 143 |
| ПМЛ 3100 | 75 | 127 | 107* |
| ПМЛ 3110, ПМЛ 3120 | 164 | 280 | 166 |
| ПМЛ 3220, ПМЛ 3230 | 164 | 280 | 166 |
| ПМЛ 3500 | 165 | 127 | 137* |
| ПМЛ 3610, ПМЛ 3620 | 258 | 309 | 171 |
| ПМЛ 4100 | 75 | 127 | 107* |
| ПМЛ 4110, ПМЛ 4210 | 164 | 280 | 166 |
| ПМЛ 4220, ПМЛ 4230 | 164 | 280 | 166 |
| ПМЛ 4500 | 165 | 126 | 137* |
| ПМЛ 4610, ПМЛ 4620 | 258 | 309 | 171 |

* — размер без учета приставки ПКЛ.

Пускатель электромагнитный серии ПМС

Пускатель электромагнитный серии ПМС на номинальный ток от 10 до 160 А по ТУ 16-645.004-84, с вспомогательными контактами, с возможностью реверсивного подключения электродвигателя, с тепловым реле (или без него), с кнопками управления (или без них), с блокировкой против одновременного включения обоих пускателей (или без нее), преимущественно используется для дистанционного управления трехфазными асинхронными электродвигателями с короткозамкнутым ротором и другими приемниками энергии при переменном напряжении 24-380 В и частотой 50 Гц.

Типовая структура обозначения пускателей включает обозначение типоразмера изделия ПМС ХУЗТ, где Х – величина пускателя (1-6), У – исполнение по назначению и степени защиты (2,6,7,8,9,0), Z – исполнение по наличию встроенных элементов управления (0,2,3,5), Т – исполнение по количеству и сочетанию вспомогательных контактов вспомогательной цепи (0-3).

Величина пускателя серии ПМС зависит от номинального тока (для пускателя серии ПМС составляет 10-160 А) и приведена в таблице:

| Величина пускателя X | Номинальный ток пускателя, А | Номинальный рабочий ток пускателя, А, при степени защиты IP44, IP55 |
|----------------------|------------------------------|---|
| 1 | 10 | 10 |
| 2 | 25 | 20 |
| 3 | 40 | 36 |

| | | |
|---|-----|-----|
| 4 | 63 | 60 |
| 5 | 100 | 95 |
| 6 | 160 | 150 |

Исполнения по количеству и сочетанию вспомогательных контактов пускателей серии ПМС приведены в таблице:

| Индекс Т | Исполнение по назначению | Сочетание контактов |
|----------|--------------------------|----------------------------|
| 0 | нереверсивный | 2 замкнутых, 2 разомкнутых |
| | реверсивный | 4 замкнутых, 4 разомкнутых |
| 1 | нереверсивный | 5 замкнутых |
| 2 | | 4 замкнутых, 1 разомкнутый |
| 3 | реверсивный | 6 замкнутых, 4 разомкнутых |

Контакторы, используемые в пускателях серии ПМС, приведены в таблице:

| Величина пускателя (X) | Тип контактора | Обозначение нормативного документа | Климатическое исполнение |
|------------------------|----------------------|------------------------------------|--------------------------|
| 1, 2 | ПМЛ с приставкой ПКЛ | ТУ16-644.001-83 ТУ16-523.554-78 | О |
| 3-6 | ПМА | ТУ16-644.005-84 | Т |

Пускатели серии ПМС изготавливаются с возможностью реверсивного подключения электродвигателя. Исполнение по назначению и степени защиты, зависимость категории размещения от степени защиты приведена в таблице:

| У | Исполнение по назначению | Степень защиты | Категория размещения |
|---|--------------------------|----------------|----------------------|
| 2 | нереверсивный | IP 00 | 4 |
| 6 | реверсивный | | |
| 7 | нереверсивный | IP 44 | 3 |
| 8 | реверсивный | | |
| 9 | нереверсивный | IP 55 | 5 |
| 0 | реверсивный | | |

Исполнение пускателей серии ПМС по наличию элементов управления приведено в таблице:

| Величина пускателя (X) | Исполнение по наличию элементов управления (Z) | | Номинальное напряжение катушки, В | включ. |
|------------------------|--|----------------------------------|-----------------------------------|--------|
| 1-4 | 0 | без кнопок | 24, 127, 220, 380 | |
| | 5 | с кнопками и амперметром | | |
| 1-6 | 2 | без кнопок с трансформатором | 220/127, 380/127 | |
| | 3 | с кнопками и сигнальными лампами | | |
| 5,6 | 0 | без кнопок | 127, 220, 380 | |
| | 5 | с кнопками и амперметром | | |

Номинальное напряжение включающей катушки при частоте тока в цепи управления 50 и 60 Гц составляет 24-660 и 34-220 В для постоянного тока.

Потребляемая мощность включающей катушки пускателей серии ПМС приведена в таблице:

| Величина пускателя (X) | Потребляемая мощность включающей катушки при включении, Вт | Потребляемая мощность включающей катушки удержании, Вт | при | Время включения пускателя, мс |
|------------------------|--|--|-----|-------------------------------|
| 1 | 68 | 8 | | 17 |
| 2 | 87 | 8,6 | | 22 |
| 3 | 200 | 20 | | 25 |
| 4 | 280 | 40 | | 20 |
| 5 | 350 | 45 | | |
| 6 | 530 | 60 | | 25 |

Коммутационная износостойкость контактов главной цепи пускателей серии ПМС при категории основного применения АС-3 (прямой пуск электродвигателей с короткозамкнутым ротором, отключение вращающихся электродвигателей), по ГОСТ 2491 – 82, при номинальном рабочем напряжении 380 В переменного тока, в зависимости от класса износостойкости приведена в таблице:

| Величина пускателя (X) | Частота включений в час | Коммутационная износостойкость контактов главной цепи, млн. циклов | |
|------------------------|-------------------------|--|------|
| | | Класс износостойкости | |
| | | А | Б |
| 1 | 2400 | 2,0 | 1,5 |
| 2 | | 2,0 | 1,0 |
| 3,4 | 600 | 2,5 | 1,0 |
| 5 | | 2,5 | 1,0 |
| 6 | | 2,0 | 0,75 |

Коммутационная износостойкость контактов главной цепи при категории основного применения АС-4 (пуск, отключение и торможение противовключением электродвигателей с короткозамкнутым ротором), при номинальном рабочем напряжении главной цепи 380 В переменного тока, пускателей серии ПМС приведена в таблице:

| Величина пускателя (X) | Частота включений в час | Коммутационная износостойкость контактов главной цепи, млн. циклов | |
|------------------------|-------------------------|--|-------|
| | | Класс износостойкости | |
| | | А | Б |
| 1 | 2400 | 0,4 | 0,2 |
| 2 | 1200 | | |
| 3,4 | | 0,35 | 0,16 |
| 5 | 600 | 0,25 | 0,125 |
| 6 | | 0,2 | 0,1 |

Коммутационная износостойкость контактов вспомогательной цепи в режиме нормальных коммутаций пускателей серии ПМС, при категории основного применения АС-11 (управление электромагнитами переменного тока), при переменном напряжении 380В для 1-2-й величины составляет 3,0 млн циклов для класса износостойкости А; 1,6 млн циклов для класса Б, для пускателей 3-6-й величины - 1,6 и 0,8 млн циклов для классов А,Б соответственно.

Механическая износостойкость пускателей серии ПМС в зависимости от класса износостойкости приведена в таблице:

| Величина пускателя (X) | Исполнение по назначению | Частота включений в час | Механическая износостойкость контактов вспомогательной цепи, млн циклов | |
|------------------------|--------------------------|-------------------------|---|------------|
| | | | Класс износостойкости | |
| | | | А | Б |
| 1,2,3 | нереверсивный | 3600 | 6 | 16 |
| 4 | | | | 8 |
| 5,6 | | 2400 | 0 | 5 |
| 3,4 | Реверсивный | 3600 | не более 6 | не более 6 |
| 5,6 | | 2400 | | |

Типовые габариты пускателей серии ПМС составляют – ширина: 44-455 мм, высота по панели: 107-865 мм, высота над панелью: 106-300 мм. Масса пускателя серии ПМС не более 28 кг.

Гарантийный срок службы пускателей серии ПМС - 2 года со дня ввода пускателя в эксплуатацию, не более 2,5 года со дня получения пускателя потребителем от предприятия-изготовителя, не более 2,5 лет с момента их проследования через государственную границу.

<http://www.emna.ru/>



Редактор бесплатного электронного
журнала «Я электрик!»

Повный Андрей

Надеюсь 8-й номер журнала «Я электрик!»
Вам понравился, и Вы открыли что-то новое
для себя!

WWW: <http://electrolibrary.info>

Email: electroby@mail.ru

Гомель, Беларусь

Полезные ссылки:

- Электронная электротехническая библиотека - <http://electrolibrary.info>
- Светотехнический блог - <http://electrolibrary.info/blog/>
- Новые технические решения в электрооборудовании -
<http://electrolibrary.info/ntr/>
- Электронный журнал "Я электрик!" (все предыдущие номера журнала)
- <http://electrolibrary.info/electrik.htm>
- Сборник статей «Монтаж электропроводки. Секреты электрика» -
<http://electrolibrary.info>
- Электротехническая литература по почте -
<http://electrolibrary.info/bestbooks/>
- Почтовая рассылка «Электротехническая энциклопедия» -
<http://electrolibrary.info/subscribe/>

P.S. Мне очень интересно ваше мнение по поводу данного журнала и проекта «Электронная электротехническая библиотека» в целом. Пожалуйста, не стесняйтесь высказывать свои мысли. Буду рад любым письмам. Пишите на electroby@mail.ru