

**Раздел 2. Система эксплуатационного обслуживания
электротехнического оборудования электрических сетей 0,4-6-10 кВ на
современном этапе функционирования электроэнергетики**

Курск

Содержание

Тема 2.1 Организация работы распределительных электрических сетей в современных условиях	3
Тема 2.2 Составляющие системы ремонтно-эксплуатационного обслуживания в электроэнергетике	45
Тема 2.3. Схемотехника распределительных сетей.....	64

Тема 2.1 Организация работы распределительных электрических сетей в современных условиях

Основные задачи управления электрическими сетями:

- обеспечение технологической инфраструктурной функции электрической сети на условиях равных возможностей ее использования всеми участниками рынка электроэнергии;
- обеспечение стабильной и безопасной работы оборудования электрических сетей, надежного электроснабжения потребителей и качества электроэнергии, соответствующих требованиям, установленным нормативными актами, и принятие мер для обеспечения исполнения обязательств субъектов электроэнергетики по договорам, заключенным на рынке электроэнергии;
- обеспечение договорных условий поставок электроэнергии участникам(и) рынка электроэнергии;
- обеспечение недискриминационного доступа субъектов рынка электроэнергии к электрической сети при соблюдении ими Правил рынка, технологических правил и процедур при наличии технической возможности такого присоединения;
- минимизация сетевых технических ограничений в экономически обоснованных пределах;
- снижение затрат на передачу и распределение электроэнергии за счет внедрения передовых технологий эксплуатационного обслуживания и ремонта электросетевого оборудования, новой техники и энергосберегающих мероприятий.

Общая характеристика распределительных электрических сетей России

Сельские электрические сети

Общая протяженность электрических сетей напряжением 0,4–110 кВ сельских территорий России составляет около 2,3 млн км, в том числе линии напряжением:

0,4 кВ – 880 тыс. км

6–10 кВ – 1 150 тыс. км

35 кВ – 160 тыс. км

110 кВ – 110 тыс. км

В сетях установлено 513 тыс. трансформаторных подстанций 6–35/0,4 кВ общей мощностью около 90 млн кВА.

Городские электрические сети

Общая протяженность городских электрических сетей напряжением 0,4–10 кВ составляет 0,9 млн км, в том числе:

кабельные линии 0,4 кВ – 55 тыс. км

воздушные линии 0,4 кВ – 385 тыс. км

кабельные линии 10 кВ – 160 тыс. км

воздушные линии 10 кВ – 90 тыс. км

воздушные линии наружного освещения – 190 тыс. км

воздушные линии наружного освещения – 20 тыс. км

В сетях установлено около 290 тыс. трансформаторных подстанций 6–10 кВ мощностью 100–630 кВА.

Техническое состояние распределительных электрических сетей, средств и систем управления ими

Оборудование электрических сетей

Около 30–35 % воздушных линий и трансформаторных подстанций отработали свой нормативный срок. К 2020 году эта величина достигнет

40%, если темпы реконструкции и технического перевооружения электрических сетей останутся прежними.

В результате обостряются проблемы с надежностью электроснабжения.

Средняя продолжительность отключений потребителей составляет 70–100 ч в год. В промышленно развитых странах статистически определено как «хорошее» состояние электроснабжения, когда для сети среднего напряжения в течение года общая продолжительность перерывов находится в пределах 15–60 мин в год. В сетях низкого напряжения эти цифры несколько выше.

Среднее число повреждений, вызывающих отключение высоковольтных линий напряжением до 35 кВ, составляет 170–350 на 100 км линии в год, из них неустойчивых, переходящих в однофазные, – 72 %.

Релейная защита и автоматика

Из находящихся в эксплуатации в настоящее время в распределительных сетях России около 1 200 тыс. устройств релейной защиты и автоматики (РЗА) различных типов основную долю составляют электромеханические устройства, микроэлектронные или устройства с частичным использованием микроэлектроники.

При нормативном сроке службы устройств РЗА, равном 12 лет, около 50 % всех комплектов релейной защиты отработали свой нормативный срок службы.

Отставание уровня выпускаемой отечественной техники РЗА по сравнению с техникой РЗА ведущих зарубежных фирм производителей составляет 15–20 лет.

Как и прежде, свыше 40 % случаев неправильной работы устройств РЗА происходит из-за неудовлетворительного состояния устройств и ошибок персонала служб РЗА при их техническом обслуживании.

Следует отметить, что не все благополучно с надежностью работы релейной защиты не только в России, но и в некоторых промышленно развитых странах.

В частности, на сессии Международной конференции по распределительным сетям (CIGRE) в 2017 году отмечено, что в норвежских электрических сетях ежегодный ущерб от неправильных действий систем защиты и управления составляет около 4 млн долл. США. При этом 50 % ложных срабатываний защиты приходится на долю аппаратов защиты и управления. Из них более 50 % – при ошибках во время проверки и испытаний аппаратуры и только 40 % за счет ее повреждений.

В других скандинавских странах повреждаемость средств РЗА в 2–6 раз ниже.

Основное препятствие широкой автоматизации электросетевых объектов – неготовность к этому первичного электротехнического оборудования.

Система сбора и передачи информации, информационно-вычислительные комплексы

Более 95 % устройств телемеханики и комплектов датчиков находятся в работе более 10–20 лет. Средства и системы связи в основном являются аналоговыми, морально и физически устарели, не соответствуют необходимым требованиям по точности, достоверности, надежности и быстродействию.

В подавляющем большинстве диспетчерских пунктов районных электрических сетей (РЭС) и предприятий электрических сетей (ПЭС) технической основой автоматизированных систем управления являются персональные компьютеры, не соответствующие требованиям непрерывного технологического контроля и управления. Срок службы персональных компьютеров, работающих в непрерывном режиме, не превышает 5 лет, а срок их морального старения еще короче. Для автоматизированной системы

диспетчерского управления (АСДУ) электрических сетей необходимо применение специальных компьютеров, надежно работающих в непрерывном режиме в комплекте со средствами управления технологическими процессами.

Требует повсеместного лицензирования применяемое в электрических сетях системное программное обеспечение Microsoft, ORACLE и др.

Прикладное (технологическое) программное обеспечение (SCADA-DMS) во многих электрических сетях также явно устарело, не удовлетворяет современным требованиям как по функциям, так и по объемам обрабатываемой информации.

В частности, существующие АСУ ПЭС и РЭС обеспечивают в основном информационное обслуживание персонала и практически не решают задачи оперативного управления энергосистемами, оптимизации эксплуатационного и ремонтного обслуживания электрических сетей.

Система регулирования напряжения

Средства регулирования напряжения под нагрузкой в центрах питания распределительных сетей и средства переключения без возбуждения (с отключением трансформатора) на трансформаторных подстанциях 6–10 кВ практически не используются или используются эпизодически по мере жалоб потребителей на низкие уровни напряжения в часы максимальных нагрузок.

Результат – в отдельных электрически удаленных точках электрических сетей 0,38 кВ в сельской местности уровни напряжения составляют 150–160 В вместо 220 В.

В такой ситуации рынок электроэнергии может предъявить очень серьезные санкции к распределительным сетевым компаниям по надежности и качеству электроснабжения потребителей. Если не готовиться к этому заранее, в самое ближайшее время сетевые компании будут нести серьезные материальные убытки, что еще более усугубит ситуацию.

Система учета электроэнергии

На подавляющем большинстве центров питания распределителей (около 80 %) и около 90 % у бытовых потребителей установлены морально и физически устаревшие, часто с просроченными сроками поверки и службы индукционные или электронные счетчики первых поколений, обеспечивающие возможность только ручного съема показаний.

Результат – рост коммерческих потерь электроэнергии в электрических сетях. При общих потерях электроэнергии в электрических сетях России около 107 млрд кВт•ч в год, на распределительные сети 110 кВ и ниже приходится 85 млрд кВт•ч, из них коммерческие потери по минимальным оценкам составляют 30 млрд кВт•ч в год.

Если в конце 80-х годов XX века относительные потери электроэнергии в электрических сетях энергосистем не превышали 13–15 % от отпуска электроэнергии в сеть, то в настоящее время для отдельных энергосистем они достигли уровня 20–25 %, для отдельных ПЭС – 30–40 %, а для некоторых РЭС уже превышают 50 %.

В развитых европейских странах относительные потери электроэнергии в электрических сетях находятся на уровне 4–10 %: в США – около 9 %, Японии – 5 %.

В соответствии с Постановлением Правительства РФ о регулировании тарифов на электрическую энергию, Правилами оптового рынка и проектом Правил розничного рынка переходного периода нормативные потери электроэнергии в электрических сетях (а это не более 10–12 % от отпуска в сеть) могут включаться в стоимость услуг по передаче электрической энергии и будут оплачиваться субъектами рынка, а сверхнормативные потери электроэнергии должны будут покупаться сетевыми компаниями для их компенсации.

Для некоторых компаний, у которых потери составляют 20–25 %, это означает, что более половины отчетных потерь будут составлять прямые финансовые убытки в сотни миллионов рублей в год.

Все это требует качественно новых подходов к учету электроэнергии как в электрических сетях, так и у потребителей, в первую очередь, к автоматизации учета, к автоматизации расчетов и анализа балансов электроэнергии, избирательному отключению потребителей-неплательщиков и т. п.

Нормативная база для оптимизации развития распределительных электрических сетей и систем управления ими

Нормативная база практически не обновлялась с середины 1980–начала 1990 годов. Сегодня требуют пересмотра около 600 отраслевых нормативных документа.

Многие основополагающие документы, в первую очередь правила устройства электроустановок, правила технической эксплуатации не согласованы Минюстом РФ и по существу перестали быть обязательными для использования.

До сих пор с тем же Минюстом РФ не согласованы новые Правила пользования электроэнергией. В Уголовном кодексе РФ отсутствует понятие «кража электроэнергии», что наносит большой материальный ущерб электроэнергетике. Объем хищений электроэнергии растет и объективно будет расти при повышении тарифов на электроэнергию. Чтобы это остановить, нужны не только усилия энергетиков, но и правовая помощь государства. К сожалению, эта помощь не всегда адекватна. В частности, с вводом в действие Закона РФ «О техническом регулировании» резко понижается статус ГОСТов, что для такой страны, как Россия, может создать и уже создает значительные проблемы. Главная из них – отсутствие единой технической политики в области развития распределительных сетей и управления ими.

Финансирование этого развития и его научного обеспечения явно недостаточно и осуществляется по остаточному принципу. Более чем десятилетний кризис в электроэнергетике России значительно усугубил

ситуацию. Начавшиеся в последние годы реформы управления электроэнергетикой коснулись пока системообразующих сетей 220 кВ и выше, проблем в которых тоже много, но не столько, сколько их накопилось в распределительных сетях.

Надежды на активность отечественных и западных инвесторов и внедрение западных технологий в управление отечественными распределительными сетями скорее всего обречены в связи с тем, что российское законодательство, менталитет, климатические условия, особенности построения сетей (большая разветвленность и протяженность, другое сетевое оборудование, низкое качество электроэнергии, высокие уровни помех и т. д.), системы управления и программное обеспечение существенно отличаются от зарубежных. Правильнее ориентироваться на свои силы с учетом передового отечественного и зарубежного опыта. Для этого имеются все предпосылки, о чем свидетельствуют наметившиеся тенденции в мире и передовых отечественных энергосистемах и сетях.

В середине 1980–начале 1990-х годов в ОАО «ВНИИЭ» был разработан целый комплект документов по созданию и развитию АСУ ПЭС и РЭС. Конечно, эти документы на сегодня сильно устарели и требуют пересмотра.

Тенденции и перспективы развития

Цифровые и информационные технологии

Мировые тенденции развития систем управления неразрывно связаны с переходом к цифровым технологиям, обеспечивающим возможность создания интегрированных иерархических систем. При этом распределительные электрические сети в этих системах являются нижним иерархическим звеном, неразрывно связанным с верхними уровнями управления.

Основой перехода к цифровым технологиям является техническое перевооружение и модернизация системы связи и телекоммуникаций с

резким увеличением объема и скорости передачи информации. Поэтапный переход к цифровым интегрированным системам управления будет определяться этапами внедрения Единой цифровой системы связи в энергетике и займет не менее 10–15 лет.

В последние годы XX века ведущими специалистами мира в области телекоммуникаций был выдвинут тезис: «XX век – век энергетики, а XXI век – век информатики». Тогда же появился новый термин: «инфокоммуникации», объединяющий «информатизацию» и «телекоммуникацию». Думается, правильнее сказать, что XXI век будет веком и энергетики, и инфокоммуникаций, основанных на современных информационных и цифровых технологиях.

Важнейшими тенденциями развития инфокоммуникационных сетей являются:

- повышение надежности и срока службы телекоммуникационных сетей;
- разработка методов прогнозирования развития телекоммуникаций в регионах в зависимости от потребления электроэнергии;
- создание систем управления инфокоммуникационной средой;
- внедрение одновременно с развитием цифровых сетей современных телекоммуникационных технологий, в первую очередь, волоконно-оптической технологии;
- внедрение в ряде стран так называемых PLC-технологий использования электрических сетей 0,4–35 кВ для передачи любой информации с подстанций, энергопредприятий, промышленных предприятий до контроля и управления энергопотреблением в быту, в том числе решения задач АСКУЭ, информационного обеспечения деятельности абонентов электрической сети 0,4–35 кВ;
- использование средств связи для охраны энергообъектов, видеонаблюдений.

Базовые информационные технологии

Одним из главных признаков современных автоматизированных систем управления является интеграция (комплексирование) множества программных продуктов в единое информационное пространство.

В настоящее время очень быстрыми темпами развивается технология интеграции, основанная на Интернет-технологиях и на открытых стандартах, которые позволяют:

- создать техническую инфраструктуру для проектирования приложений и возможностей для развития системы в течение длительного времени;
- обеспечить возможность интеграции продуктов таких компаний, как Microsoft, ORACLE, IBM и др.;
- обеспечить возможность последовательной интеграции существующих продуктов без существенных их изменений и перепрограммирования;
- обеспечить масштабируемость и переносимость программного обеспечения с целью тиражирования ее на предприятиях компании.

Геоинформационные технологии

Стремительное развитие средств вычислительной техники и телекоммуникаций, систем спутниковой навигации, цифровой картографии, успехи микроэлектроники и другие технологические достижения, непрерывное совершенствование стандартного и прикладного программного и информационного обеспечения создают объективные предпосылки для все более широкого применения и развития качественно новой области знаний – геоинформатики. Она возникла на стыке географии, геодезии, топологии, обработки данных, информатики, инженерии, экологии, экономики, бизнеса, других дисциплин и областей человеческой деятельности. Наиболее значимыми практическими приложениями геоинформатики как науки

являются геоинформационные системы (ГИС) и созданные на их основе геоинформационные технологии (ГИС-технологии).

Аббревиатура ГИС существует уже более 20 лет и первоначально относилась к совокупности компьютерных методов создания и анализа цифровых карт и привязанной к ним тематической информации для управления муниципальными объектами.

Все большее внимание применению ГИС-технологий уделяется в электроэнергетике и, в первую очередь, в электрических сетях ОАО «ФСК ЕЭС», АО-энерго и городов.

Уже первые опыты использования ГИС в качестве информационно-справочных систем в отечественных электрических сетях показали безусловную полезность и эффективность такого использования для:

- паспортизации оборудования сетей с их привязкой к цифровой карте местности и различным электрическим схемам: нормальной, оперативной, поопорной, расчетной и т. п.;
- учета и анализа технического состояния электротехнического оборудования: линий, трансформаторов и т. п.;
- учета и анализа платежей за потребленную электроэнергию;
- позиционирования и отображения на цифровой карте места нахождения оперативно-выездных бригад и т. п.

Еще большие перспективы открываются в применении ГИС-технологий при решении задач: оптимального планирования развития и проектирования; ремонтного и эксплуатационного обслуживания электрических сетей с учетом особенностей рельефа местности; оперативного управления сетями и ликвидацией аварий с учетом пространственной, тематической и оперативной информации о состоянии сетевых объектов и режимах их работы. Для этого уже сегодня необходима информационная и функциональная увязка ГИС, технологических программных комплексов АСУ электрических сетей, экспертных систем и

баз знаний по решению перечисленных задач. В ОАО «ВНИИЭ» разработана система-советчик для анализа заявок на ремонты сетевого оборудования. Ведутся работы по привязке программ расчета потерь к ГИС.

В последние годы наметилась вполне определенная тенденция разработки интегрированных систем инженерных коммуникаций на единой топографической основе города, района, области, включающих в себя тепловые, электрические, газовые, водопроводные, телефонные и другие инженерные сети.

Структура автоматизированной системы оперативно-диспетчерского управления распределительных сетевых компаний (АС РСК)

Цель создания АС РСК – повышение экономичности и надежности распределения электрической энергии и мощности за счет обеспечения максимальной эффективности оперативно-технологической деятельности РСК путем комплексной автоматизации процессов сбора, обработки, передачи информации и принятия решений на основе современных информационных технологий.

АС РСК должна представлять собой распределенную иерархическую систему, на каждом уровне которой решается обязательный базовый состав задач, обеспечивающий выполнение основных функции оперативно-технологического управления.

Основные подсистемы АС РСК:

- автоматизированное оперативно-диспетчерское управление электрическими сетями, выполняющее функции:

- а) текущего управления;
- б) оперативного управления и планирования;
- в) контроля и управления электропотреблением;
- г) планирования и управления ремонтами;

- автоматизированное технологическое управление:

- а) релейной защитой и автоматикой;

б) напряжением и реактивной мощностью;

- автоматизированная система коммерческого и технического учета электроэнергии (АСКУЭ);

- система связи, сбора, передачи и отображения информации.

В силу ограничений по объему статей остановимся лишь на основных тенденциях и перспективах развития основных подсистем АС РСК.

Релейная защита и автоматика

Основные направления развития РЗА в распределительных электрических сетях:

- замена физически изношенной, выработавшей свой срок службы аппаратуры;

- модернизация устройств РЗА с ориентацией на использование нового поколения микропроцессорных устройств;

- интеграция микропроцессорных средств РЗА в состав единой АСУ ТП питающих подстанций;

- расширение функций РЗА на задачи измерений и контроля с учетом требований к надежности ее работы, в том числе с применением международных стандартов по интерфейсам связи.

Регулирование напряжения и реактивной мощности

Основные задачи по повышению эффективности регулирования напряжения:

- повышение надежности и качества эксплуатационного обслуживания средств регулирования напряжения, в первую очередь, регулирования напряжения под нагрузкой и автоматическое регулирование напряжения;

- контроль и анализ графиков нагрузки потребителей и напряжений в узлах электрических сетей, повышение достоверности и объемов измерений реактивной мощности в распределительных сетях;

- внедрение и систематическое использование программного обеспечения по оптимизации законов регулирования напряжения в распределительных сетях, практическая реализация этих законов;
- организация дистанционного и автоматического управления отпайками трансформаторов из диспетчерских центров;
- установка дополнительных дистанционно управляемых средств регулирования напряжения, например, вольтодобавочных трансформаторов на магистралях длинных распределительных линий среднего напряжения, на которых средствами централизованного регулирования невозможно обеспечить допустимые отклонения напряжения в узлах сети.

Автоматизация учета электроэнергии

Автоматизация учета электроэнергии – стратегическое направление снижения коммерческих потерь электроэнергии во всех без исключения странах, основа и обязательное условие функционирования оптового и розничного рынков электроэнергии.

Современные АСКУЭ должны создаваться на основе:

- стандартизации форматов и протоколов передачи данных;
- обеспечения дискретности учета, сбора и передачи данных коммерческого учета, необходимой для эффективного функционирования конкурентного розничного рынка электроэнергии;
- обеспечения расчета фактических и допустимых небалансов электроэнергии в электрических сетях, локализации небалансов и принятия мер по их снижению;
- взаимной увязки со средствами АСДУ, АСУ ТП и противоаварийной автоматики.

Для сбора информации прослеживается устойчивая тенденция по замене индукционных счетчиков на электронные не только из-за более высоких пределов точности, но и за счет меньшего потребления по цепям трансформатора тока и трансформатора напряжения.

Особое значение для розничного рынка электроэнергии и для снижения потерь электроэнергии в электрических сетях имеет исключение самообслуживания (самосписания показаний) счетчиков электроэнергии бытовыми потребителями. Для этого во всем мире ведутся разработки АСКУЭ бытовых потребителей с передачей данных от счетчиков электроэнергии по силовой сети 0,4 кВ или по радиоканалам в центры сбора данных. В частности, широкое применение находят уже упоминавшиеся выше PLC-технологии.

Применение современных средств секционирования распределительных электрических сетей и децентрализованной автоматизации

Во многих странах для повышения надежности работы распределительных сетей, сокращения времени поиска места повреждения и числа перерывов электроснабжения многие годы используют «магистральный принцип» построения таких сетей, основанный на оснащении сетей автоматическими пунктами секционирования столбового исполнения – реклоузерами, совмещающих в себе функции:

- определения места повреждения;
- локализации повреждения;
- восстановления питания.

1. Необходимые первоочередные задачи:

- разработка концепции и перспективной программы развития, модернизации, технического перевооружения и реконструкции распределительных электрических сетей 0,38–110 кВ, средств и систем управления их режимами, ремонтным и эксплуатационным обслуживанием;

- переход от остаточного к приоритетному принципу выделения финансовых и материальных ресурсов по поэтапной практической реализации этой концепции и программы с пониманием решающей важности опережающего развития распределительных сетей и систем их управления

для эффективного функционирования не только розничного, но и оптового рынков электроэнергии;

- разработка современной, ориентированной на рыночные условия хозяйствования и управления, нормативно-методической базы развития распределительных электрических сетей и систем управления ими;

- разработка экономически обоснованных требований к отечественной промышленности по производству современного оборудования электрических сетей и систем управления ими;

- организация системы сертификации и допуска в эксплуатацию отечественного и импортного оборудования для распределительных сетей и систем управления ими;

- реализация и анализ результатов внедрения пилотных проектов по отработке новых перспективных технологий и систем автоматизированного управления распределительными электрическими сетями.

2. Разработка и внедрение эффективных автоматизированных систем управления распределительными электрическими сетями – комплексная задача, требующая значительных капиталовложений.

Каждая распределительная компания и АО-энерго прежде чем начинать модернизацию и техническое перевооружение действующей системы управления электрическими сетями или создавать новую, должны ясно понимать набор решаемых задач, предполагаемый эффект от внедрения АСУ.

Необходимо разработать современные методики расчета экономической эффективности АСУ ПЭС и РЭС (распределительная сетевая компания), этапности их создания и развития.

3. Главный вопрос, который всегда возникает при разработке и внедрении новых технологий управления электрическими сетями – где взять деньги на все это?

Источников финансовых средств на самом деле может быть несколько:

- 1) централизованное финансирование пилотных проектов и нормативно-методических документов;
- 2) тарифы на электроэнергию;
- 3) консолидация определенной части финансовых средств будущих распределительных сетевых компаний и сегодняшних АО-энерго в официально созданном партнерстве – российской ассоциации предприятий;
- 4) заинтересованные инвесторы.

В российских условиях, как показала практика передовых энергосистем, должен работать принцип «Кто хочет решить задачу, ищет и находит способы ее решения, кто не хочет – ищет причины, почему решение невозможно, либо ждет, когда за него решат другие».

Таким образом, возможностей и путей для повышения эффективности управления распределительными сетями России достаточно. Необходимо понимание важности и активное желание практической реализации этих возможностей.

Устойчивое функционирование агропромышленного комплекса страны невозможно без надежной и качественной работы сельских распределительных электрических сетей (СРЭС), которые являются завершающим звеном в системе обеспечения потребителей электроэнергией и находятся в непосредственном взаимодействии с конкретным потребителем.

Поставленная задача может быть решена совокупностью технических, управленческих и организационных мероприятий на ближайшую и долгосрочную перспективу, направленных на повышение надежности и эффективности, технического уровня и безопасности СРЭС на основе новых, научно-обоснованных технических решений и технологий.

Обеспечение надежности электросетевого комплекса закладывается на этапах планирования в виде системных и схемных решений, формулирования технических требований к оборудованию, жестко выполняется при

эксплуатации в части оперативно-диспетчерского управления, ликвидации аварий, ремонтного обслуживания, профессиональной подготовки персонала и т.п.

Существует взаимосвязь обеспечения надежности и причин ее снижения для систем электропитания. К способам обеспечения надежности относятся: конструктивные особенности выполнения системы; надежность элементов (оборудования) системы; резервирование; средства управления системой; организация эксплуатацией.

К причинам снижения надежности можно отнести: отказы оборудования; ошибки эксплуатационного персонала; превышение ресурсных возможностей; отклонение реальных условий от расчетных.

Основными задачами управления электрическими сетями в рыночных условиях являются:

- обеспечение технологической инфраструктурной функции электрической сети на условиях равных возможностей ее использования всеми участниками рынка электроэнергии;
- обеспечение стабильной и безопасной работы оборудования электрических сетей, надежного электроснабжения потребителей и качества электроэнергии, соответствующих требованиям, установленным нормативными актами, и принятие мер для обеспечения исполнения обязательств субъектов электроэнергетики по договорам, заключенным на рынке электроэнергии;
- обеспечение договорных условий поставок электроэнергии участникам рынка электроэнергии;
- обеспечение недискриминационного доступа субъектов рынка электроэнергии к электрической сети при соблюдении ими Правил рынка, технологических правил и процедур при наличии технической возможности такого присоединения;

- минимизация сетевых технических ограничений в экономически обоснованных пределах;

- снижение затрат на передачу и распределение электроэнергии за счет внедрения передовых технологий эксплуатационного обслуживания и ремонта электросетевого оборудования, новой техники и энергосберегающих мероприятий.

В настоящее время во многих регионах страны: возобновился устойчивый рост электрических нагрузок; потребление электроэнергии в коммунально-бытовом секторе имеет устойчивую тенденцию роста (за 90-е годы оно возросло с 100 до 140 млрд. кВт·ч или -5% ежегодно); к 2025 году потребление электроэнергии в этом секторе удвоится, а электрические нагрузки увеличатся в 2-4 раза; в основных отраслях экономики наметилась устойчивая тенденция роста потребностей в электрической энергии и мощности.

В такой ситуации рынок электроэнергии может предъявить очень серьезные санкции к распределительным сетевым компаниям по надежности и качеству электроснабжения потребителей. Если не готовиться к этому заранее, в самое ближайшее время сетевые компании будут нести серьезные материальные убытки, что еще более усугубит ситуацию.

В электрических распределительных сетях всех классов напряжения за последние 10 лет потери электроэнергии увеличились с 10 до 13%. В отдельных сетевых компаниях фактические потери электроэнергии превышают 30%, при обоснованных технических потерях 5-12%. Для сравнения, потери электроэнергии в сетях промышленно развитых стран находятся в диапазоне 4-10%, нетехнические (коммерческие) потери - (0,15-2,0)%.

На подавляющем большинстве центров питания распределительных сетей (около 80 %) и около 90 % у бытовых потребителей установлены морально и физически устаревшие, часто с просроченными сроками поверки и службы

индукционные или электронные счетчики первых поколений, обеспечивающие возможность только ручного съема показаний.

В развитых европейских странах относительные потери электроэнергии в электрических сетях находятся на уровне 4–10 %: в США – около 9 %, Японии – 5 %.

В соответствии с Постановлением Правительства РФ о регулировании тарифов на электрическую энергию, Правилами оптового рынка нормативные потери электроэнергии в электрических сетях (а это не более 10–12 % от отпуска в сеть) могут включаться в стоимость услуг по передаче электрической энергии и будут оплачиваться субъектами рынка, а сверхнормативные потери электроэнергии должны будут покупаться сетевыми компаниями для их компенсации.

Для некоторых компаний, у которых потери составляют 20–25 %, это означает, что более половины отчетных потерь будут составлять прямые финансовые убытки в сотни миллионов рублей в год.

До 2020 года подлежит восстановлению или замене: более 1,0 млн. км воздушных и кабельных линий всех классов напряжения; около 45% силовых трансформаторов (240 тыс. единиц) на подстанциях 6-10/0,4 кВ, почти 60% масляных выключателей, установленных в РУ и секционирующих пунктах, и более 50% измерительных трансформаторов тока и напряжения.

Создание интеллектуальной системы управления процессом распределения электроэнергии – это цель и техническая политика вместо восстановления объектов сетей с устаревшей элементной базой и схемными решениями, т.е. достижение технологического прорыва в распределительном электросетевом комплексе страны.

Основные задачи эксплуатации электрических сетей. Оперативно-диспетчерское управление электрическими сетями

Электротехническая служба (ЭТС) занимает самостоятельное и весьма ответственное место. Обслуживаемые ей электро- и энергоустановки

составляют по мощности половину суммарных энергетических мощностей сельскохозяйственного производства. Особенно велика их роль в переработке, хранении и реализации продукции, коммунально-бытовом секторе. В тоже время ЭТС является вспомогательной службой и ее основная задача – обеспечение основных технологических процессов, повышение экономической эффективности и конкурентоспособности хозяйствования.

Основные задачи ЭТС: проведение единой технической политики в вопросах развития энергетики, организации эксплуатации электрооборудования и обеспечения электробезопасности; повышение производительности труда и улучшение социальных условий обслуживающего персонала; участие в обеспечении бесперебойного и качественного электроснабжения предприятий; обеспечение рационального использования и работоспособности установленного электрооборудования; разработка и осуществление организационно-технических мероприятий по экономии энергетических и материальных ресурсов; совершенствование и развитие электрификации и автоматизации производства, подготовки и повышении квалификации персонала; выполнение комплекса работ по технической эксплуатации электрооборудования, включая их планирование и материально-техническое обеспечение.

В зависимости от уровня электрификации производства, его технической оснащенности, направления деятельности предприятия, удаленности от районных центров, транспортной сети, экономического состояния основные задачи деятельности ЭТС могут трансформироваться и выделяться в главные задачи для конкретного этапа или хозяйственного предприятия.

Наряду с решением своих социальных задач ЭТС участвует в решении общих задач инженерных служб и предприятия в целом. Это участие сводится к:

обеспечению производственных планов, повышению качества работ, соблюдению технологической дисциплины и внедрению прогрессивных форм труда;

разработке совместно с другими службами бизнес-планов, годовых и перспективных планов комплексной механизации и электрификации процессов;

разработке совместно со службой капитального строительства планов застройки, в том числе и планов развития ремонтно-обслуживающей базы;

осуществлению контроля строительства и оптимального использования производственных площадей, в том числе и для ремонтно-обслуживающей базы;

формированию совместно со службами снабжения заявок на оборудование, материалы и инструменты и контроле их рационального распределения;

участию в разработке системы оплаты труда и премирования;

организации изучения и внедрения опыта передовых предприятий, изобретений рационализаторских предложений, разработке годовых и перспективных планов научно-технического развития и организации их выполнения

Каждое предприятие (организация) должно иметь четко налаженную систему оперативного управления электрохозяйством, которая заключается:

в организации согласованной, надежной и безопасной работы всех составных частей электрохозяйства (сетей и электроустановок);

координации действия электротехнического персонала при всех видах проводимых им работ в электроустановках;

оперативном обслуживании электроустановок.

Организационная структура и форма (вид) оперативного управления электрохозяйством предприятия (организации) определяются руководством предприятия (организации) совместно с лицом, ответственным за

электрохозяйство согласовываются с вышестоящей организацией и закрепляются в должностных положениях и инструкциях.

Оперативное управление электрохозяйством осуществляется со щита (пункта) управления, из диспетчерского пункта управления или другого приспособленного для этой цели электротехнического помещения.

Пункты оперативного управления оборудуются необходимыми средствами связи.

На пункте оперативного управления должны постоянно находиться:

схемы электроснабжения предприятия;

оперативная документация (оперативный журнал, бланки нарядов и переключений и т.п.);

графики планово-предупредительного ремонта электрооборудования;

списки и инструкции для ведения оперативной работы;

противопожарные средства и средства защиты;

запирающийся ящик для ключей от электропомещений, силовых щитов, шкафов и т.п., а также другие средства и документы, предусмотренные правилами.

Оперативное обслуживание заключается:

в постоянном наблюдении за состоянием и режимом работы всего электрооборудования;

периодических осмотрах оборудования;

проведении в электроустановках на оборудовании не предусмотренных планом небольших по объему работ (согласно перечню работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации);

производстве текущих переключений;

подготовке схемы и рабочего места для ремонтных бригад, допуске их к работе, надзоре за ними во время работы и восстановлении схемы после окончания всех работ.

Задачи эксплуатации энергетического хозяйства

Главная задача эксплуатации электрохозяйства промышленных предприятий состоит в организации обслуживания электрических сетей и электрооборудования, исключающего производственные простои из-за неисправности электроустановок, поддерживается надлежащее качество электроэнергии и сохраняющего паспортные параметры электрооборудования в течение максимального времени при минимальном расходе электрической энергии и материалов.

Энергетическая служба обязана обеспечивать надежное, бесперебойное и безопасное снабжение производства всеми видами энергии и энергоносителей, а также выполнение производственной программы предприятия.

Важный фактор в работе промышленных предприятий - экономия энергоресурсов. Почти на каждом предприятии имеются непроизводительные расходы топлива и электроэнергии, например на холостой ход оборудования; потери электроэнергии, связанные с применением недогруженного электрооборудования; неоправданное использование электроосвещения в дневные часы и др.

В связи с этим эксплуатационный персонал обязан:

1. При подготовке к эксплуатации вновь строящихся объектов: участвовать в рассмотрении и согласовании проектных решений технического и рабочего проектов, вопросов выбора электрооборудования; разработке технических заданий при его изготовлении; осуществлять контроль за выполнением строительно-электромонтажных работ; организовывать участие эксплуатационного персонала в пусконаладочных работах и приемке всех выполненных работ по электрооборудованию в соответствии с действующими ПУЭ и СНиП.

2. При эксплуатации электроустановок: осуществлять повседневный технический надзор за работой установок; организовывать выполнение системы планово-предупредительных ремонтов электротехнического

оборудования, технических и организационно-технических мероприятий, обеспечивающих надежную экономичную работу всех электроустановок; обеспечивать разработку и внедрение мероприятий по снижению расхода и контролю за рациональным использованием электроэнергии.

Задачи персонала, ответственность и надзор за выполнением правил

Правила имеют целью обеспечить надежную, безопасную и рациональную эксплуатацию электроустановок и содержание их в исправном состоянии.

Обслуживание действующих электроустановок, проведение в них оперативных переключений, организация и выполнение ремонтных, монтажных или наладочных работ и испытаний осуществляются специально подготовленным электротехническим персоналом. Электротехнический персонал должен находиться в составе энергетической службы предприятия, организации, учреждения.

Электротехнический персонал должен ясно представлять себе технологические особенности своего предприятия (организации), всемерно укреплять и строго соблюдать трудовую и производственную дисциплину.

На каждом предприятии (в организации, учреждении) приказом (или распоряжением) администрации из числа инженерно-технических работников (ИТР) энергослужбы предприятия должно быть назначено лицо, отвечающее за общее состояние электрохозяйства предприятия.

Приказ или распоряжение о назначении лица, ответственного за электрохозяйство, издается после проверки знаний правил и инструкций и присвоения ему соответствующей группы по электробезопасности: V - в электроустановках напряжением выше 1000 В, IV - в электроустановках напряжением до 1000 В.

При наличии на предприятии должности главного энергетика обязанности лица, ответственного за электрохозяйство данного предприятия, возлагаются только на него.

Во всех случаях во главе персонала, обслуживающего электроустановки группы мелких предприятий (организаций), должно быть назначено лицо, ответственное за электрохозяйство (из числа ИТР электротехнического персонала), обязанное обеспечить выполнение настоящих Правил и "ПТБ при эксплуатации электроустановок потребителей".

Администрация и ИТР специализированных (монтажных, наладочных, испытательных) организаций, производящих работы в действующих электроустановках потребителей, отвечают за выполнение требований настоящих Правил персоналом этих организаций.

На периоды длительного отсутствия (отпуск, болезнь, командировки) лица, ответственного за электрохозяйство, исполнение его обязанностей приказом по предприятию (организации) возлагается на его заместителя (если такой предусмотрен штатным расписанием) или другое лицо из числа ИТР энергослужбы, прошедшее проверку знаний.

При отсутствии электротехнического персонала, соответствующего требованиям настоящих Правил, эксплуатация электроустановок запрещается.

Лицо, ответственное за электрохозяйство предприятия, организации, обязано обеспечить:

- а) надежную, экономичную и безопасную работу электроустановок;
- б) разработку и внедрение мероприятий по экономии электрической энергии, компенсации реактивной мощности, снижению норм удельного расхода энергии на единицу продукции;

- в) внедрение новой техники и технологии в электрохозяйство, способствующих более надежной, экономичной и безопасной работе электроустановок, а также повышению производительности труда;
- г) организацию и своевременное проведение планово-предупредительного ремонта и профилактических испытаний электроустановок;
- д) систематический контроль за графиком нагрузки предприятия, разработку и выполнение мероприятий по снижению потребляемой мощности в часы максимумов нагрузки энергосистемы, поддержание режима электропотребления, установленного энергосистемой;
- е) обучение, инструктирование и периодическую проверку знаний персонала энергослужбы;
- ж) расчетный и технический учет расхода электроэнергии;
- з) наличие и своевременную проверку средств защиты и противопожарного инвентаря;
- и) своевременное расследование аварий и отказов в работе электроустановок, а также несчастных случаев от поражения электрическим током;
- к) ведение технической документации, разработку необходимых инструкций и положений.

Ответственность за правильную эксплуатацию электрохозяйства производственных подразделений, цехов и участков наряду с лицом, ответственным за электрохозяйство предприятия, несут также лица, ответственные за электрохозяйство этих подразделений, назначенные из числа ИТР электротехнического персонала данного цеха, подразделения.

При отсутствии таких ИТР ответственность за электрохозяйство указанных структурных подразделений независимо от их территориального расположения несет полностью лицо, ответственное за электрохозяйство головного предприятия, и главный инженер предприятия (по своему должностному положению).

Лица, ответственные за электрохозяйство всего предприятия или за электрохозяйство структурного подразделения, несут ответственность за правильный подбор электротехнического персонала.

Лицо, ответственное за электрохозяйство предприятия, должно своевременно предъявлять рекламации:

заводам-изготовителям - при поставке некомплектного, некачественного или несоответствующего заказным спецификациям, ГОСТ и техническим условиям (ТУ) оборудования;

монтажным организациям - при нарушении технологии электро-монтажных работ, некачественном монтаже, отступлениях от проектной документации и повреждениях оборудования в процессе монтажа;

энергоснабжающей организации - при параметрах электроэнергии, не соответствующих нормам на качество электроэнергии, и нарушениях электроснабжения предприятия.

В тех случаях, когда неисправность в электроустановке, представляющую явную опасность для окружающих людей или самой установки, может устранить работник, ее обнаруживший, он обязан это сделать немедленно, а затем известить об этом непосредственного начальника. Устранение неисправности производится при строгом соблюдении правил безопасности.

На основе материалов расследования должны быть разработаны противоаварийные мероприятия по предупреждению подобных нарушений в работе электроустановок.

За нарушения в работе электроустановок несут персональную ответственность:

а) работники, непосредственно обслуживающие электроустановки, - за нарушения, происшедшие по их вине, а также за неправильную ликвидацию любых нарушений в работе на обслуживаемом ими участке;

б) работники, производящие ремонт оборудования, - за нарушения в работе, вызванные низким качеством ремонта, а инженерно-технические работники энергослужбы - за нарушения в работе, происшедшие из-за несвоевременного проведения ремонта и некачественной приемки оборудования после него;

в) оперативный и оперативно-ремонтный персонал - за нарушения в работе электроустановок, возникшие по их вине, а также по вине подчиненного им персонала;

г) ИТР энергослужбы, главные инженеры и главные энергетики предприятия, начальники электроцехов, мастера-электрики и другие ИТР - за нарушения в работе электроустановок, происшедшие по их вине, по вине подчиненного им персонала, а также в результате неудовлетворительного и несвоевременного проведения ремонта и противоаварийных мероприятий.

Каждый несчастный случай, а также каждый случай нарушения правил техники безопасности должен быть тщательно расследован, выявлены причины его возникновения, ответственные лица и приняты соответствующие меры по предотвращению подобных случаев.

Ответственность за несчастные случаи, происшедшие от поражения электрическим током, несут лица из обслуживающего и административно-технического персонала, как те, кто непосредственно нарушил правила, так и те, кто не обеспечил выполнение организационно-технических мероприятий, исключающих возможность возникновения несчастных случаев.

Виды износа оборудования

При работе любого производственного оборудования происходят процессы, связанные с постепенным снижением его рабочих характеристик и изменением свойств деталей и узлов. Накапливаясь, они могут привести к полной остановке и серьезной поломке. Чтобы избежать негативных

экономических последствий, предприятия организуют у себя процесс управления износом и своевременного обновления основных фондов.

Износом, или старением, называют постепенное снижение эксплуатационных характеристик изделий, узлов или оборудования в результате изменения их формы, размеров или физико-химических свойств. Эти изменения возникают постепенно и накапливаются в ходе эксплуатации. Существует много факторов, определяющих скорость старения. Негативно сказываются:

- трение;
- статические, импульсные или периодические механические нагрузки;
- температурный режим, особенно экстремальный.
- Замедляют старение следующие факторы:
- конструктивные решения;
- применение современных и качественных смазочных материалов;
- соблюдение условий эксплуатации;
- своевременное техническое обслуживание, планово–предупредительные ремонты.

Вследствие снижения эксплуатационных характеристик снижается также и потребительская стоимость изделий. Скорость и степень изнашивания определяется условиями трения, нагрузками, свойствами материалов и конструктивными особенностями изделий.



Постепенные (износные) и внезапные (аварийные) отказы. Постепенно отказы возникают при правильной эксплуатации в результате длительной работы машин без заметного снижения качества работы ее. Аварийный отказ - это следствие износа деталей машин, быстро нарастающего (прогрессирующего) и в течение короткого времени достигающего размеров, при которых дальнейшая работа машины становится невозможной.

Причинами аварийных износов могут быть плохой уход, в частности несоблюдение режима смазки; значительная перегрузка машины при

эксплуатации; несвоевременный или плохо выполненный ремонт. Аварии в ряде случаев выводят оборудование из строя на длительное время, на восстановление оборудования после аварии приходится затрачивать много средств.

Одной из главных причин поломок деталей является отсутствие или неисправность предохранительных или блокирующих устройств и ограничителей движений.

Классификация видов износа

В зависимости от характера внешних воздействий на материалы изделия различают следующие основные виды износа:

абразивный вид - повреждение поверхности мелкими частицами других материалов;

кавитационный, вызываемый взрывным схлопыванием газовых пузырьков в жидкой среде;

адгезионный вид;

окислительный вид, вызываемый химическими реакциями;

тепловой вид;

усталостный вид, вызванный изменениями структуры материала.

Некоторые виды старения разбиваются на подвиды, как, например, абразивный.

Абразивный

Заключается в разрушении поверхностного слоя материала в ходе контакта с более твердыми частицами других материалов. Характерен для механизмов, работающих в условиях запыленности:

горное оборудование;

транспорт, дорожно-строительные механизмы;

сельскохозяйственные машины;

строительство и производство стройматериалов.



Абразивный вид износа

Противодействовать ему можно, применяя специальные упрочненные покрытия для трущихся пар, а также своевременно меняя смазку.

Газоабразивный

Данный подвид абразивного изнашивания отличается от него тем, что твердые абразивные частицы перемещаются в газовом потоке. Материал поверхности крошится, срезается, деформируется. Встречается в таком оборудовании, как:

пневмопроводы;

лопасти вентиляторов и насосов для перекачки загрязненных газов;

узлы доменных установок;

компоненты твердотопливных турбореактивных двигателей.

Зачастую газоабразивное воздействие сочетается с присутствием высоких температур и плазменных потоков.

Гидроабразивный

Воздействие аналогично предыдущему, но роль носителя абразива выполняет не газовая среда, а поток жидкости.



Гидроабразивный вид износа

Такому воздействию подвержены:

гидротранспортные системы;

узлы турбин ГЭС;

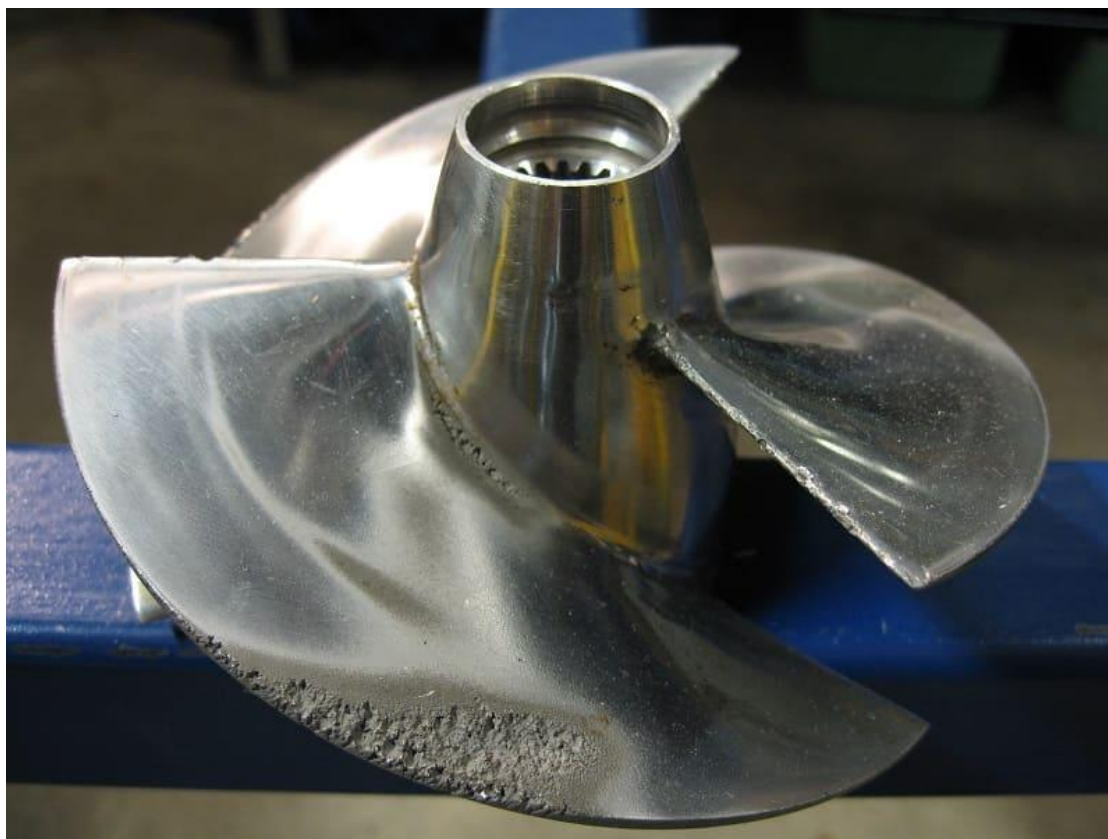
компоненты намывочного оборудования;

горная техника, применяемая для промывки руды.

Иногда гидроабразивные процессы усугубляются воздействием агрессивной жидкой среды.

Кавитационный

Перепады давления в жидкостном потоке, обтекающем конструкции, приводят к возникновению газовых пузырьков в зоне относительного разрежения и их последующему взрывному схлопыванию с образованием ударной волны. Эта ударная волна и является основным действующим фактором кавитационного разрушения поверхностей. Такое разрушение встречается на гребных винтах больших и малых судов, в гидротурбинном и технологическом оборудовании. Усложнять ситуацию могут воздействие агрессивной жидкой среды и наличие в ней абразивной взвеси.



Кавитационный вид износа

Адгезионный

При продолжительном трении, сопровождающимся пластическими деформациями участников трущейся пары, происходит периодическое сближение участков поверхности на расстояние, позволяющее силам межатомного взаимодействия проявить себя. Начинает взаимопроникновение атомов вещества одной детали в кристаллические структуры другой. Неоднократное возникновение адгезионных связей и их прерывание приводят к отделению поверхностных зон от детали. Адгезионному старению подвержены нагруженные трущиеся пары: подшипники, валы, оси, вкладыши скольжения.



Адгезионный вид износа

Тепловой

Тепловой вид старения заключается в разрушении поверхностного слоя материала или в изменении свойств глубинных его слоев под воздействием постоянного или периодического нагрева элементов конструкции до температуры пластичности. Повреждения выражаются в смятии, оплавлении и изменении формы детали. Характерен для высоконагруженных узлов тяжелого оборудования, валков прокатных станов, машин горячей штамповки. Может встречаться и в других механизмах при нарушении проектных условий смазки или охлаждения.

Усталостный

Связан с явлением усталости металла под переменными или статическими механическими нагрузками. Напряжения сдвигового типа приводят к развитию в материалах деталей трещин, вызывающих снижение прочности. Трещины приповерхностного слоя растут, объединяются и пересекаются друг с другом. Это приводит к эрозии мелких чешуеобразным фрагментов. Со временем такой износ может привести к разрушению детали. Встречается в узлах транспортных систем, рельсах, колесных парах, горных машинах, строительных конструкциях и т.п.



Усталостный износ

Фреттинговый

Фреттинг - явление микроразрушения деталей, находящихся в тесном контакте в условиях вибрации малой амплитуды — от сотых долей микрона. Такие нагрузки характерны для заклепок, резьбовых соединений, шпонок, шлицев и штифтов, соединяющих детали механизмов. По мере нарастания фреттингового старения и отслоения частичек металла последние выступают в роли абразива, усугубляя процесс.



Фреттинг

Существуют и другие, менее распространенные специфические виды старения.

Классификация видов износа с точки зрения вызывающих его физических явлений в микромире, дополняется систематизацией по макроскопическим последствиям для экономики и ее субъектов.

В бухгалтерском учете и финансовой аналитике понятие износа, отражающее физическую сторону явлений, тесно связано с экономическим понятием амортизации оборудования. Амортизация означает как снижение стоимости оборудования по мере его старения, так и отнесение части этого снижения на стоимость производимой продукции. Это делается с целью аккумуляирования на специальных амортизационных счетах средств для закупки нового оборудования или частичного усовершенствования его.

В зависимости от причин и последствий различают физический, функциональный и экономический.

Физический износ

Здесь подразумевается непосредственная утрата проектных свойств и характеристик единицы оборудования в ходе ее использования. Такая утрата может быть либо полной, либо частичной. В случае частичного износа оборудование подвергается восстановительный ремонт, возвращающий свойства и характеристики единицы на первоначальный (или другой, заранее оговоренный) уровень. При полном износе оборудование подлежит списанию и демонтажу.

Кроме степени, физический износ также разделяется на рода:

Первый. Оборудование изнашивается в ходе планового использования с соблюдением всех норм и правил, установленных изготовителем.

Второй. Изменение свойств обусловлено неправильной эксплуатацией либо факторами непреодолимой силы.

Аварийный. Скрытое изменение свойств приводит к внезапному аварийному выходу из строя.

Перечисленные разновидности применимы не только к оборудованию в целом, но и к отдельным его деталям и узлам

Функциональный износ

Данный тип является отражением процесса морального устаревания основных фондов. Этот процесс заключается в появлении на рынке однотипного, но более производительного, экономичного и безопасного оборудования. Станок или установка физически еще вполне исправна и может выпускать продукцию, но применение новых технологий или более совершенных моделей, появляющихся на рынке, делает использование устаревших экономически невыгодным. Функциональный износ может быть:

Частичным. Станок невыгоден для законченного производственного цикла, но вполне пригоден для выполнения некоторого ограниченного набора операций.

Полным. Любое использование приводит к причинению убытков. Единица подлежит списанию и демонтажу



Функциональный износ

Функциональный износ также подразделяют по вызвавшим его факторам:

Моральный. Доступность технологически идентичных, но более совершенных моделей.

Технологический. Разработка принципиально новых технологий для выпуска такого же вида продукции. Приводит к необходимости перестройки всей технологической цепочки с полным или частичным обновлением состава основных средств.

В случае появления новой технологии, как правило, состав оборудования сокращается, а трудоемкость падает.

Экономический износ

Кроме физических, временных и природных факторов на сохранность характеристик оборудования оказывают опосредованное влияние и экономические факторы:

Падение спроса на выпускаемые товары.

Инфляционные процессы. Цены на сырье, комплектующие и трудовые ресурсы растут, в то же время пропорционального роста цен на продукцию предприятия не происходит.

Ценовое давление конкурентов.

Рост стоимости кредитных услуг, используемых для операционной деятельности или для обновления основных фондов.

Внеинфляционные колебания цен на рынках сырья.

Законодательные ограничения на применение оборудования, не отвечающего стандартам по охране окружающей среды.

Моральный (экономический) износ оборудования

- это старение и обесценивание отдельных элементов основных фондов под влиянием технического прогресса.
- Данный показатель можно рассчитать:
- **$Им = (Сб - Св) / Сб \times 100\%$.**
- Сб – первоначальная стоимость основных фондов;
- Св – восстановительная стоимость – устанавливается во время переоценки фондов для определения денежного выражения износа медицинского оборудования.

Экономический износ

Экономическому старению и утрате потребительских качеств подвержена как недвижимость, так и производственные группы основных фондов. На каждом предприятии ведутся реестры основных фондов, в которых учитывается их износ и ход амортизационных накоплений.

Основные причины и способы как определить износ

Чтобы определить степень и причины износа, на каждом предприятии создается и действует комиссия по основным фондам. Износ оборудования определяется одним из следующих способов:

Наблюдение. Включает в себя визуальный осмотр и комплексы измерений и испытаний.

По сроку эксплуатации. Определяется как отношение фактического срока использования к нормативному. Значение этого отношения принимается за величину износа в процентном выражении.

укрупненная оценка состояния объекта производится с помощью специальных метрик и шкал.

Прямое измерение в деньгах. Сопоставляется стоимость приобретения новой аналогичной единицы основных средств и расходы на восстановительный ремонт.

доходность дальнейшего использования. Оценивается снижение дохода с учетом всех издержек по восстановлению свойств по сравнению с теоретическим доходом.

Какую из методик применять в каждом конкретном случае - решает комиссия по основным средствам, руководствуясь нормативными документами и доступностью исходной информации.

Способы учета

Амортизационные отчисления, призванные компенсировать процессы старения оборудования, также допустимо определять по нескольким методикам:

линейный, или пропорциональный расчет;

способ уменьшаемого остатка;

по суммарному сроку производственного применения;

в соответствии с объемом выпущенной продукции.

Выбор методики осуществляется при создании или глубокой реорганизации предприятия и закрепляется в его учетной политике.

Эксплуатация оборудования в соответствии с правилами и нормативами, своевременные и достаточные отчисления в амортизационные фонды позволяют предприятиям сохранять технологическую и экономическую эффективность на конкурентоспособном уровне и радовать своих потребителей качественными товарами по разумным ценам.

Тема 2.2 Составляющие системы ремонтно-эксплуатационного обслуживания в электроэнергетике

Виды ремонтов электрооборудования

Текущий, плановый и капитальный ремонт электрооборудования

Все электрооборудование требует периодического ремонта

Все электрооборудование требует периодического ремонта, причем ремонт подразделяется, согласно Правилам технической эксплуатации электроустановок потребителей (ПТЭЭП), на текущий, плановый и капитальный. Качественное выполнение всех видов ремонта и обслуживания, а также профилактические испытания оборудования – гарантия долгой и безопасной работы электрических установок и кабельных линий. Помимо указанных видов ремонта, существует понятие межремонтного обслуживания. Межремонтное обслуживание включает в себя мелкий ремонт электрооборудования и эксплуатационный уход. В текущем ремонте под

эксплуатационным уходом понимается регулярный наружный осмотр, обтирка и чистка оборудования, смазка движущихся частей и иные работы, необходимые для безупречного функционирования механизмов, электроизмерения параметров и проверка характеристик элементов электроустановок. Мелкий ремонт электрооборудования включает в себя протяжку болтовых соединений, регулировки подвижных частей электрооборудования, подкручивание креплений, замену мелких деталей и аналогичные работы.

Текущий ремонт электрооборудования

Производство текущего ремонта электрооборудования зависит от того, какое именно оборудование ремонтируется: меняется схема ремонта, перечень работ, частота выполнения. В целом, под текущим ремонтом подразумевается замена прокладок и других деталей с высокой степенью износа, промывка форсунок и фильтров масляных систем, прочистка систем охлаждения. Частота и объем текущего ремонта определяет сроки капитального ремонта оборудования, поэтому необходимо фиксировать каждый случай текущего ремонта в указании дефектного узла и перечня произведенных работ. Для производства текущего ремонта перемещать электрооборудование не требуется.

Текущий ремонт различается для электродвигателей, пускорегулирующей аппаратуры и силовых линий. Так, основной дефект кабельной линии, особенно – находящейся в земле, это повреждение изоляции. От нарушения изолирующего слоя и пробоев тока страдают провода и кабели, размещенные в помещениях с агрессивной средой, либо смонтированные с нарушением правил. В частности, пробой изоляции в результате механического повреждения кабеля – постоянная причина текущего ремонта КЛ. Помимо естественного нарушения изоляции, в линии могут появиться очаги коррозии, окисление оболочки кабеля. Поэтому для силовых кабельных линий текущий ремонт включает в себя проверку

соединительных муфт, концевых кабельных муфт, а также производится ряд работ: проверка на нагрев кабеля под нагрузкой с помощью пирометра, проверка маркировки кабеля, осмотр кабельных каналов, проводится проверка нагрев и концевых муфт кабеля. Из дополнительных работ можно назвать проверку кабельных колодцев, измерение удельного сопротивления и проверка заземления экрана и брони. В некоторых случаях текущий ремонт подразумевает и перекладку частей кабельной линии, а также переустановку соединительных и концевых муфт с последующим проведением испытаний изоляции кабельной линии повышенным напряжением.

Электродвигатели требуют другого вида ремонта. По протоколу, первым, как и в случае с текущим ремонтом силовых линий, требуется произвести визуальный осмотр. Если он затруднен, то требуется произвести очистку электродвигателя от старого масла, пыли, грязи, других наслоений, после чего произвести визуальный осмотр на предмет повреждений. Очистка двигателя проводится щетками, остатки грязи выдуваются с помощью компрессора. Протирка должна осуществляться при выключенном электродвигателе, со снятым остаточным зарядом. После осмотра проводится проверка аксиального и радиального зазоров, щитков для зажимов, крепления электродвигателя, хода вращения смазочного кольца. Также в текущий ремонт электродвигателя по ПТЭЭП входит:

1. Проверка наличия смазочного масла в подшипниках.
2. Измерение сопротивления изоляции обмоток мегаомметром.
3. Восстановление изоляции у перемычек и выводных концов.
4. Проверка:
 - исправности заземления;
 - натяжения ремня;
 - правильности подбора плавких вставок.

Текущий ремонт электродвигателя зависит от того, в каком состоянии находится аппарат, от типа того станка или механизма, в котором он

установлен, от продолжительности работы из расчета часов/сутки. Как правило, если нет особых условий, то процедура проводится раз в два года. Процесс дефектации электродвигателя проводится при его частичной разборке, особое внимание – если электродвигатель относится к машинам с фазным ротором или машинам постоянного тока – уделяется щеточно-коллекторному механизму.

Обычно при текущем ремонте выявляется одна или несколько причин возможных сбоев в работе двигателя. Это обрыв в питающей сети или обмотках двигателя, обрыв фазы статора или стержни ротора, износ или перекос подшипников, деформация кожуха вентилятора или его засорение, перегруз электродвигателя из-за пониженного или повышенного напряжения в сети, отсыревание или износ обмотки, нарушение центровки, неправильное подсоединение обмоток статора с замыканием на корпус или между собой. Эти причины являются самыми часто выявляемыми при текущем ремонте электродвигателей.

Проводя ремонт необходимо помнить о последовательности действий. В первую очередь – это изучение документации, после которой уже идет визуальный осмотр. Отключение двигателя и снятие напряжение – следующий этап, предшествующий частичной разборке. Следует помнить, что все мелкие детали необходимо складывать в отдельный ящик. Важно помнить, что крупные электродвигатели для проведения ремонта придется поднимать, поэтому следует заранее составить список необходимых инструментов и материалов, либо поручить это бригадиру ремонтников. Поскольку текущий ремонт проводится реже, чем мелкий- данные, полученные в ходе мелкого ремонта, следует использовать при составлении этого списка. Как правило, в течение двух лет изнашиваются все движущиеся части, также сильному износу подвергается и изоляция проводов. Если дефектация деталей электродвигателя проводится путем обнаружения сколов, трещин, коррозии и так далее, то проверка и текущий ремонт

проводки требуют измерение сопротивления проводки мегаомметром. Короткие замыкания, обрывы и другие повреждения находятся с помощью соответствующих средств измерений, дефекты устраняются нанесением временной новой изоляции, либо заменой проводов.

Демонтаж при текущем ремонте электродвигателя необходимо проводить, фиксируя положения полумуфт относительно друг друга, и относительно пальца. Фиксировать можно, нанося метки керном (бородком) или зубилом. Группы прокладок связываются вместе и помечаются, откуда взяты, чтобы после монтажа снова разместить их в том же порядке. Размечаются керном крышки, фланцы и другие детали, чтобы после сборки не выяснилось, что имеют место перекосы. Повторная сборка и подбор деталей занимает много времени. Также необходимо соблюдать правило снятия электродвигателя с постели: для этого лебедка цепляется за рым-болт, ухват за подшипниковый вал или щит может привести к поломке. После чего производится демонтаж, осмотр, замена мелких деталей, восстановление крупных, замена подшипников, щеток и масла, согласно протоколу. Результаты заносятся в технический отчет с подписью бригадира и печатью электролаборатории, проводившей испытания и замеры перед, в течение и после ремонта, либо, если он производится своими силами, печатью организации. В пускорегулирующей аппаратуре особое внимание следует уделить исправности контактов.

Плановый ремонт электрооборудования

Плановый ремонт электрооборудования входит в планово-предупредительный ремонт, как и средний ремонт. Первый представляет собой обычную профилактику, которая проводится вне зависимости от состояния оборудования, второй – чаще всего раз в два года, наряду с текущим ремонтом. Профилактический ремонт – это «система работ по поддержанию электрооборудования и других элементов электроустановок в нормальном (рабочем) состоянии». В нормативных документах система

планово-предупредительного ремонта называется «система ППР», и она подразделяется на межремонтное обслуживание, текущий, средний и капитальный ремонты.

Средний плановый ремонт, в отличие от текущего ремонта, предусматривает разборку оборудования, его отдельных узлов, измерение дефектов, составление описи дефектов. Помимо прочего, этот вид ремонта включает в себя проверку чертежей, снятие эскизов, тестирование отдельных узлов электрооборудования. В отличие от текущего и мелкого ремонта, плановый ремонт иногда проводят в ремонтной мастерской, если размеры и крепления механизма позволяют его переместить.

В плановый ремонт электродвигателей входят все пункты текущего ремонта, и в дополнение – ряд специальных работ. К ним относятся покрытие обмоток лаком, полная разборка электродвигателя, замена изоляции обмотки, а также ее мойка, сушка и пропитка; промывка металлических деталей электродвигателя и подшипников, перезаливка вкладышей; смена фланцевых прокладок, проверка и установка зазоров; заварка и проточка заточек у щитов электродвигателя.

После всех этих операций в завершение планового ремонта производится сборка электродвигателя. Проводится проверка на холостом ходу, затем, если все в порядке – под нагрузкой. На этом ремонт считается завершенным. Пускорегулирующая аппаратура также проходит все стадии текущего ремонта, после чего необходимо провести три типа работ, указанных в ПТЭЭП. Это:

«1. Полная замена всех износившихся частей аппарата; 2. Проверка и регулировка реле и тепловой защиты; 3. Ремонт кожухов, окраска и опробование аппаратуры».

Чтобы плановый ремонт проводился не слишком часто и не слишком редко, организации требуется составить график его проведения. Можно заказать это специалистам, но для небольших организаций достаточно

воспользоваться справочником А.И. Ящура, изданным в 2008 году, который называется «Система технического обслуживания и ремонта энергетического оборудования». Помимо этого потребуются паспортные данные завода-изготовителя на каждый объект электрохозяйства. В годовом графике, который заполняется в табличном виде, указываются следующие данные:

Название, тип, мощность оборудования, год изготовления и завод-изготовитель. Информация должна быть указана максимально кратко.

Инвентарный номер агрегата (системы).

Нормативы ресурса между текущими и капитальными ремонтами.

Дата последнего капитального ремонта.

Дата последнего текущего ремонта.

Помесячная роспись планируемых ремонтов.

Годовой простой оборудования.

Годовой фонд рабочего времени.

В качестве примера планирования ремонтов можно взять трехфазный трансформатор и рассчитать для него периодичность ремонта. В справочнике указано, что данный тип электрооборудования (масляный трансформатор, двухобмоточный, мощностью 1000 кВА), имеет нормативы, при которых капитальный ремонт проводится:

$T-1 = \text{норматив ресурса/количество часов в году} = 103680/8640 = 12$
лет.

Таким образом, если капитальный ремонт оборудования проводился в 2014 году, то в следующий раз он будет проводиться в 2026, а текущий ремонт, если, например, он проводился в 2013 году – в 2016, через три года. Все эти данные следует внести в таблицу. Если электрооборудование устанавливается заново, то в графе «дата последнего ремонта» указывается дата пуско-наладочных работ. При расчете годового фонда работы оборудования и годового простоя иногда вносят в графу трудоемкость, исчисляемую в человекочасах. Расчет здесь надо вести, исходя из количества

единиц оборудования и нормам трудоемкости ремонта. Трудоемкость ремонта вычисляется с использованием коэффициентов трудоемкости и базовой ставки.

Сроки и даты плановых ремонтов электрооборудования согласовываются с несколькими структурными подразделениями организации: службой КИПиА, ремонтниками, подразделениями по обслуживанию смежного оборудования, отделами, использующими данное оборудование по своему графику, энергетиками.

Капитальный ремонт электрооборудования

Капитальный ремонт электрооборудования проводится довольно редко, поскольку электроустановки обладают большим запасом электрической, а подвижные части - механической прочности. В среднем ремонт такого плана проводится раз в пять-пятнадцать лет, причем срок в пять лет устанавливается для объектов с большим сроком службы. В отличие от планового ремонта, каждая машина подвергается полной разборке, чистке, смазыванию, замене дефектных узлов и деталей, некоторые из которых подлежат замене в плановом порядке, вне зависимости от состояния. После полной разборки и обновления, электрооборудование собирается заново, проводятся испытания, которые должны показать соответствие нормам завода-изготовителя и испытания, как правило, с повышенным напряжением. Потребность оборудования в капитальном ремонте говорит о том, что объект электрохозяйства требуется доводить до полноценных технических характеристик момента выпуска с конвейера. Помимо починки, во время замены износившихся частей, электрооборудование обычно еще и модернизируется. Проводить капитальный ремонт можно как в ремонтном цехе, так и на месте, в зависимости от технологии.

Особое внимание при проведении капитального ремонта электрооборудования в части электродвигателей уделяется снятию и установке ротора. Среди прочего проводится замена вала ротора и его

балансировка. Также осуществляется полная замена обмоток, либо их существенный ремонт, меняется вентилятор и фланцы. Двигатель чистится, собирается и заново окрашивается. В помощь ремонтникам еще в начале 80-х годов были выпущены Типовые технологические карты, которые применяются при капитальном ремонте подстанций и распределительных устройств. В них указывался список необходимого оборудования, порядок действий при капитальном ремонте для каждого узла и нормы контролируемых параметров, схемы приемосдаточных испытаний и состав бригады. Сейчас, в связи с изменениями нормативов и большим разнообразием электрооборудования, технологические карты имеются для каждого вида и типа оборудования, также они составляются экспертами – сотрудниками электролабораторий – при необходимости.

Согласно ПТЭЭП перед капитальным ремонтом электрооборудования должен быть проведен ряд работ:

«До вывода электрооборудования в капитальный ремонт должны быть:

а) составлены ведомости объема работ и смета, уточняемые после вскрытия и осмотра оборудования;

б) составлен график ремонтных работ;

в) заготовлены, согласно ведомостям объема работ, необходимые материалы и запасные части;

г) составлена и утверждена техническая документация на реконструктивные работы, намеченные к выполнению в период капитального ремонта, подготовлены материалы и оборудование для их выполнения;

д) укомплектованы и приведены в исправное состояние инструмент, приспособления, такелажное оборудование и подъемно-транспортные механизмы;

е) подготовлены рабочие места для ремонта, произведена планировка площадки с указанием мест размещения частей и деталей;

ж) укомплектованы и проинструктированы ремонтные бригады».

Периодичность проведения капитального ремонта электрооборудования утверждаются в соответствии с правилами технической эксплуатации ответственным за электрохозяйство организации. Можно увеличить или уменьшить как продолжительность, так и частоту проведения ремонтов. Для этого нужно провести обследование оборудования, сделать заключения, разработать техническое обоснование, которое затем направляется на утверждение в вышестоящие организации. Также утверждение технической документации требуется для модернизации узлов или целых агрегатов в ходе капитального ремонта электрооборудования.

Во избежание сбоев в работе электрооборудования при капитальном ремонте подвергаются ремонту и связанные с основным оборудованием технологические агрегаты. При этом, следуя графику ремонтов, предприятие должно быть обеспечено материалами, запасными частями, инструментом, сопутствующими расходными материалами.

Помимо технического ремонта и восстановления производственных мощностей электрооборудования, Правила требуют, чтобы было обеспечено еще несколько условий. Это чистота помещения, новая окраска механизмов, функционирование освещения и вентиляции, тепловая изоляция, установка или ремонт ограждающих перил, смотровых и рабочих площадок, лестниц, розеток и выключателей. Все это должно быть отражено в ремонтной технической документации согласно правилам. При подведении итогов капитального ремонта качество технической отчетной документации также оценивается.

Таким образом, при приемке капитального ремонта электрооборудования проводится несколько видов контроля: соблюдения календарного плана; наличия необходимых материалов; ремонта сопряженных агрегатов; заполнения технической отчетности; соблюдения

техники безопасности; восстановления рабочего состояния. Капитальный ремонт является точкой отсчета следующего ремонтного цикла.

Система планово-предупредительных ремонтов

Система планово-предупредительных ремонтов (ППР) это комплекс организационных и технических мероприятий по уходу, надзору, эксплуатации и ремонту технологического оборудования, направленных на предупреждение преждевременного износа деталей, узлов и механизмов и содержание их в работоспособном состоянии.

Сущность системы ППР состоит в том, что после отработки оборудованием определенного времени производятся профилактические осмотры и различные виды плановых ремонтов, периодичность и продолжительность которых зависят от конструктивных и ремонтных особенностей оборудования и условий его эксплуатации.

Система ППР предусматривает также комплекс профилактических мероприятий по содержанию и уходу за оборудованием.

Она исключает возможность работы оборудования в условиях прогрессирующего износа, предусматривает предварительное изготовление деталей и узлов, планирование ремонтных работ и потребности в трудовых и материальных ресурсах.

Основные задачи системы ППР заключаются в предупреждении преждевременного износа всех элементов здания, обеспечении и поддержании надежности их работы, снижении затрат и повышении качества проведения ремонтных работ. Анализ показывает, что при отсутствии четкой организации системы ППР затраты на капитальный ремонт увеличиваются в 3-4 раза.

В систему ППР входят планово-предупредительный (комплексный) капитальный ремонт, выборочный капитальный ремонт, обследование конструкций здания, обследование и наладка санитариально-технических систем и инженерного оборудования, осмотры и аварийный текущий ремонт.

Планово-предупредительный капитальный ремонт предусматривает восстановление износа всех конструкций и инженерного оборудования, если срок службы или их техническое состояние требуют ремонта. Условием для назначения здания на плановый капитальный ремонт является не наличие неисправностей, а сроки службы этих элементов. В противном случае возможен массовый отказ конструкций и инженерного оборудования. При каждом очередном плановом ремонте состав ремонтируемых конструкций и инженерного оборудования меняется, так как межремонтные сроки у них разные.

Система ППР предусматривает выполнение следующих технических мероприятий:

- определение конструкций и инженерного оборудования, подлежащих ремонту;
- определение вида и характера ремонтных работ;
- определение продолжительности межремонтных циклов и их структуры;
- планирование ремонтных работ;
- организация проведения ремонтных работ; – обеспечение проектно-сметной документацией;
- обеспечение ремонтных и эксплуатационных работ необходимыми материалами и запасными частями;
- организация производственной базы для выполнения ремонтных работ;
- организация службы ППР;
- применение новейших методов ремонта и методов восстановления изношенных элементов здания;
- внедрение правил эксплуатации и техники безопасности;
- организация контроля качества ремонта.

Положения о планово-предупредительных ремонтах разрабатываются и утверждаются отраслевыми министерствами и ведомствами и являются обязательными для выполнения предприятиями отрасли.

Основное содержание ППР - внутрисменное обслуживание (уход и надзор) и проведение профилактических осмотров оборудования, которое обычно возлагается на дежурный и эксплуатационный персонал, а также выполнение плановых ремонтов оборудования.

Системой ППР предусматриваются также плановые профилактические осмотры оборудования инженерно-техническим персоналом предприятия, которые производятся по утвержденному графику.

Грузоподъемные машины, кроме обычных профилактических осмотров, подлежат также техническому освидетельствованию, проводимому лицом по надзору за этими машинами.

Системой ППР предусматриваются ремонты оборудования двух видов: текущие и капитальные.

Текущий ремонт оборудования включает выполнение работ по частичной замене быстроизнашивающихся деталей или узлов, выверке отдельных узлов, очистке, промывке и ревизии механизмов, смене масла в емкостях (картерных) систем смазки, проверке крепления и замене вышедших из строя крепежных деталей.

При капитальном ремонте, как правило, выполняется полная разборка, очистка и промывка ремонтируемого оборудования, ремонт или замена базовых деталей (например, станин); полная замена всех изношенных узлов и деталей; сборка, выверка и регулировка оборудования.

При капитальном ремонте устраняются все дефекты оборудования, выявленные как в процессе эксплуатации, так и при проведении ремонта.

Периодичность остановок оборудования на текущие и капитальные ремонты определяется сроком службы изнашиваемых узлов и деталей, а

продолжительность остановок - временем, необходимым для выполнения наиболее трудоемкой работы.

Для выполнения планово-предупредительных ремонтов оборудования составляются графики.

Каждое предприятие обязано составлять по установленной форме годовой и месячный графики ППР.

Система ППР предполагает безаварийную модель эксплуатации и ремонта оборудования, однако в результате изношенности оборудования или аварий проводятся и внеплановые ремонты.

Преимущества использования системы ППР:

контроль продолжительности межремонтных периодов работы оборудования

регламентирование времени простоя оборудования в ремонте

прогнозирование затрат на ремонт оборудования, узлов и механизмов

анализ причин поломки оборудования

расчет численности ремонтного персонала в зависимости от ремонтосложности оборудования

Недостатки системы ППР:

отсутствие удобных инструментов планирования ремонтных работ

трудоемкость расчетов трудозатрат

трудоемкость учета параметра-индикатора

сложность оперативной корректировки планируемых ремонтов

Основными условиями, обеспечивающими планово-предупредительный характер ремонту оборудования в системе периодических ремонтов, являются следующие:

- основная потребность оборудования в ремонте удовлетворяется посредством производимых через определенное число отработанных им часов **плановых ремонтов**, образующих **периодически повторяющийся ремонтный цикл**;

- каждый плановый предупредительный ремонт выполняется в объеме, необходимом для устранения всех дефектов (возникших в результате его эксплуатации) и обеспечивающем нормальную работу станка, машины до следующего очередного планового ремонта, срок которого определяется установленными межремонтными периодами;
- планирование ремонтов, расчеты затрат труда на их выполнение и контроль удовлетворения потребности оборудования в ремонте основываются на нормальном объеме ремонтных работ, выполнение которого путем периодически производящих плановых ремонтов обеспечивает содержание парка в работоспособном состоянии;
- нормальный объем ремонтных работ определяют исходя из установленных оптимальных периодов между плановыми ремонтами, порядка их чередования в ремонтном цикле путем оценки ремонтосложности объектов ремонта;
- между периодическими плановыми ремонтами (ППР) оборудование подвергается плановым осмотрам и проверкам, являющимся средством организованной профилактики.

Главные положения системы ППР вытекают из следующего. Общий объем всех ремонтных работ, которые необходимо выполнить для восстановления технических качеств парка оборудования, зависит от многих и, на первый взгляд, самых разнообразных факторов. Однако по некоторым общим признакам и своему характеру все они могут быть объединены в следующие пять групп.

Первая объединяет факторы, относящиеся к **условиям работы оборудования**. К этой группе относятся

- режимы, на которых производится обработка на нем деталей
- размеры деталей
- материал деталей
- конфигурация деталей

- твердость
- точность обработки, требуемая от станков
- квалификация станочников
- качество ухода за оборудованием
- состояние воздушной среды.

Вторая группа объединяет факторы, оказывающие влияние на **объем ремонтных работ**, которые условно можно назвать **ремонтные особенности оборудования**. К ним относятся

- конструктивная и кинематическая сложность оборудования
- класс его точности
- особенности сборки и разборки оборудования
- габаритные размеры и масса деталей, снимаемых и устанавливаемых при ремонте
- общая площадь поверхностей, подвергающихся при ремонте шабрению для исправления геометрической формы или восстановления взаимного положения механизмов и деталей

Третью группу составляют факторы, от которых зависит **качество ремонтов и технического обслуживания оборудования**. Такими являются:

- качество деталей, используемых для замены изношенных
- применение при ремонте упрочняющей технологии
- уровень технологических процессов ремонта
- оснащенность ремонтной службы специализированным оборудованием, специальным инструментом, контрольно-поверочными и технологическими приспособлениями, способствующими высокому качеству ремонтных работ
- квалификация ремонтного персонала
- организация технического контроля
- своевременность устранения дефектов оборудования (возникающих при эксплуатации), зависящая от организации технического

обслуживания и применения стимулирующих повышение качества ремонтов форм оплаты труда ремонтных рабочих

К **четвертой группе** относятся такие влияющие на объемы ремонтных работ факторы, как **степень использования оборудования**, т. е. **сменность его работы** и **коэффициент загрузки**.

Обобщающим показателем указанного является время, отработанное оборудованием с момента последнего ремонта, т. е. число часов, отработанное оборудованием без ремонта.

Пятая группа складывается из факторов, определяющих **уровень производительности труда ремонтных рабочих**. Такими являются:

- техническая вооруженность ремонтной службы
- наличие в ремонтно-механическом цехе полного технологического комплекта оборудования
- обеспеченность специальным инструментом, технологическими и контрольно-поверочными приспособлениями, упрощающими выполнение работ
- степень механизации труда ремонтных рабочих
- замена ручных ремонтных операций механической обработкой
- применение прогрессивных технологических процессов ремонтных работ
- уровень специализации на ремонтных работах
- оснащенность ремонтных работ грузоподъемными механизмами и транспортными средствами
- организация рабочего места ремонтных рабочих
- применение рационального производственного инвентаря и оргоснастки
- качество конструкторской и материальной подготовки плановых ремонтов
- организация парка запасных частей

- применение стимулирующих форм оплаты труда ремонтных рабочих, способствующих повышению производительности труда на ремонтных работах

Поскольку эти пять групп включают практически все факторы, влияющие на объем ремонтных работ, можно считать, что для любого парка оборудования объем ремонтных работ, которые необходимо произвести в каждый данный момент для ликвидации износа, возникающего в результате эксплуатации, определяется:

1. условиями работы оборудования
2. его ремонтными особенностями
3. качеством выполнявшихся ремонтных работ и технического обслуживания
4. числом часов, отработанных каждой единицей оборудования без ремонта
5. уровнем производительности труда ремонтных рабочих.

Эта зависимость представляет собой первое основное положение, на котором базируется **система периодических ремонтов оборудования**. Являясь функцией указанных факторов, объем ремонтных работ подвергается изменению, т. е. может увеличиваться или уменьшаться в результате их влияния. Но характер и степень влияния приведенных факторов на величину объема ремонтных работ весьма различны. **Изменение объема ремонтных работ под влиянием факторов, относящихся к условиям работы оборудования, не должно и практически не может быть сколько-нибудь значительным.**

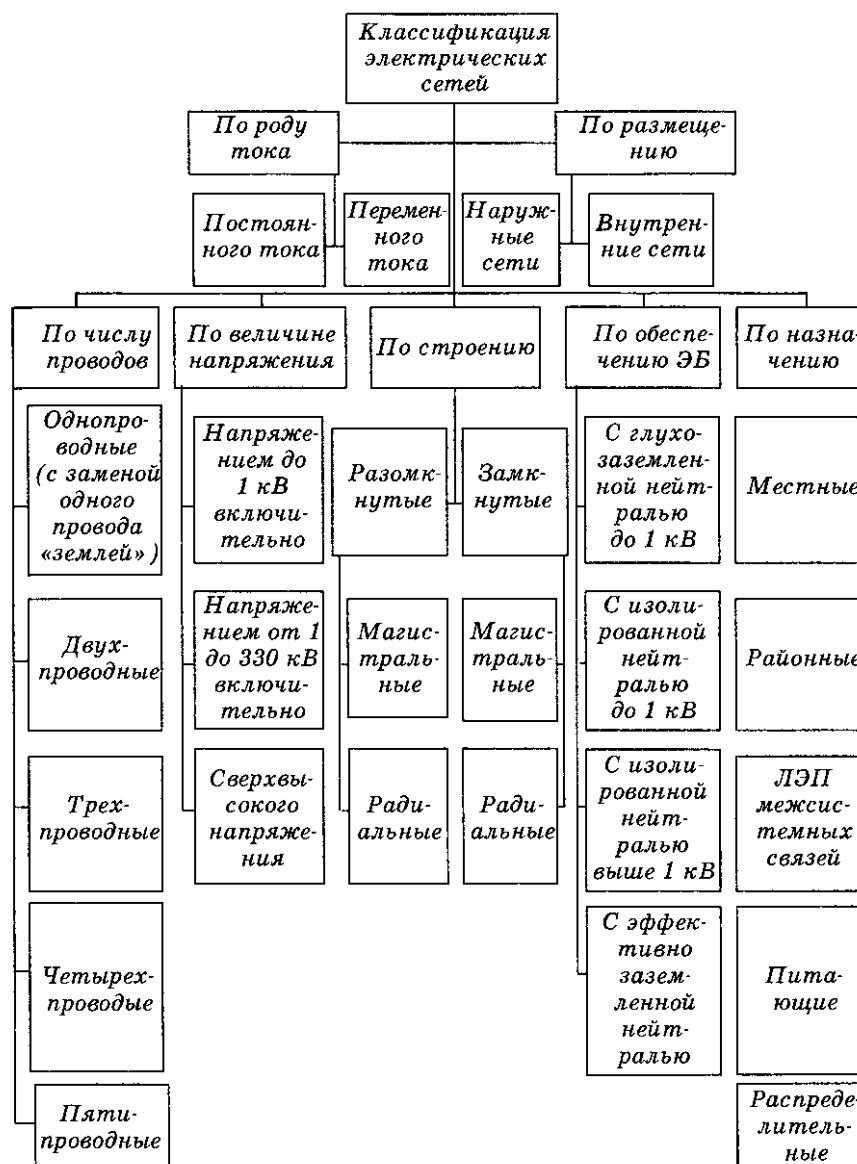
Увеличение объема ремонтных работ в результате ухудшения условий работы оборудования — явление ненормальное. Оно может быть следствием ослабления надзора за эксплуатацией и содержанием оборудования или ухудшения производственного обучения и инструктажа станочников. Такое

положение недопустимо, и для его устранения на заводе должны немедленно приниматься меры.

Объем ремонтных работ при надлежащей постановке ремонтного дела на предприятии может увеличиваться или уменьшаться лишь в результате **изменения загрузки оборудования** при увеличении или уменьшении плановых заданий, переходе на выпуск другой продукции, коренных изменениях в технологии производства.

Тема 2.3. Схемотехника распределительных сетей

Классификация электрических сетей



Распределительные сети электрической энергии - назначение

Системы распределения электрической энергии или распределительные сети предназначены для:

- доставки электрической энергии напряжением от 6 кВ до 10 кВ, потребителю.
- распределения электрической энергии по подстанциям 380 В -35 кВ.

- сбора мощностей теплофикационных и гидравлических подстанций мощностями до сотни мегаватт.

Стоит отметить, что в современных условиях при постоянном росте потребления электроэнергии, стало условным деление электрических сетей передачи и распределения электроэнергии по напряжению на системообразующие, системы передачи (протяженные) и системы распределения электроэнергии. Если раньше к системам распределения относились лишь сети напряжением до 35 кВ, то на сегодня к этой классификации можно отнести отдельные сети, 110 и даже 220 кВ.

Именно поэтому, на сегодня, к системам распределения электрической энергии относятся:

- Электрические сети напряжением от 6 до 150 кВ, иногда до 220 кВ.
- Две или три уровня напряжения после трансформации: сети СН - среднего напряжения 110-150 кВ, которые питаются от сетей ВН (высокого напряжения) 330-750 кВ. Сети низкого напряжения (НН) от 6 до 35 кВ, которые питаются от сетей СН через трансформаторные подстанции СН\НН или напрямую. Через трансформацию ВН\НН.
- Низшим уровнем напряжения распределительных сетей являются сети напряжением 220-660 В, получаемого при дополнительной трансформации 6-35 кВ\220-66- кВ.

Структура распределительной сети

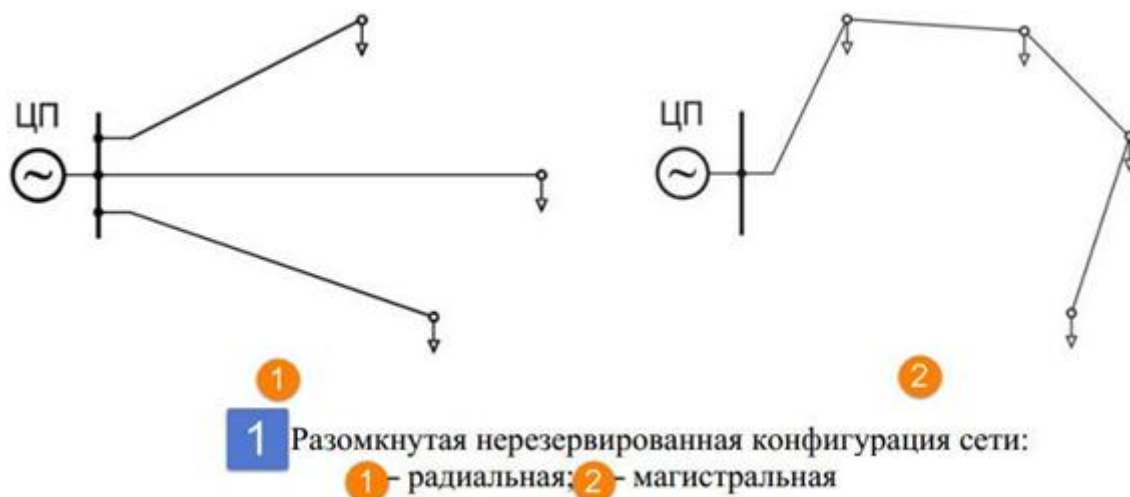
Структура распределительной сети определяется назначением сети. Так сеть СН 110÷220 кВ, выполняются воздушными линиями электропередачи, включают электрические подстанции районного назначения и включают электростанции малой мощности. Сети низкого напряжения (НН) 380-35000В, выполняются кабельным и воздушным способами и предназначены для распределения и доставки электроэнергии отдельным предприятиям, городам, поселкам и более мелким населенным пунктам.

Конфигурация распределительных сетей

По конфигурации распределительные сети могут быть:

Разомкнутыми (радиальными и магистральными);

Замкнутыми.

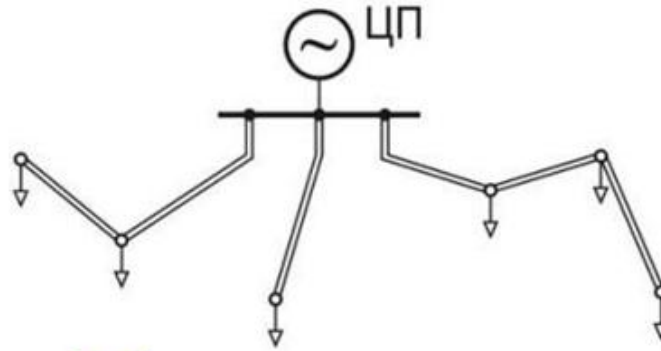


По схеме мы видим, что радиальная схема больше по длине и на реализацию радиальной схемы требуется больше, проводников, коммутационного оборудования, опор, изоляторов и т.п. оборудования. Как следствие, радиальная схема РС дороже магистральной схемы. Но по той же схеме, мы видим, что при выходе из строя любого промежуточного участка магистральной сети, обесточит следующие участки сети, что говорит о её меньшей надежности.

На практике применяются комбинированные схемы распределительных сетей, называемые резервные распределительные сети.

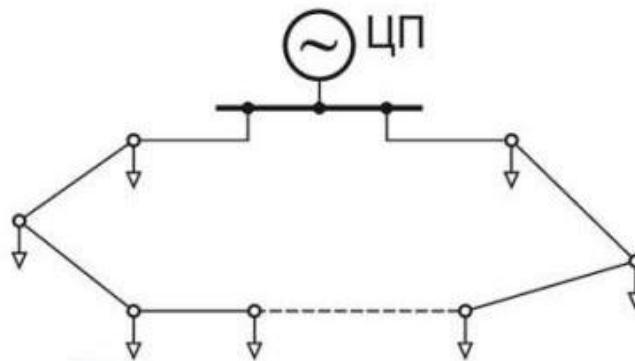
Резервированные распределительные сети

Для создания надежной системы обеспечения электроэнергией, распределительные сети среднего напряжения (СН) делают по резервным схемам, одновременно используя и радиальную и магистральную схемы.



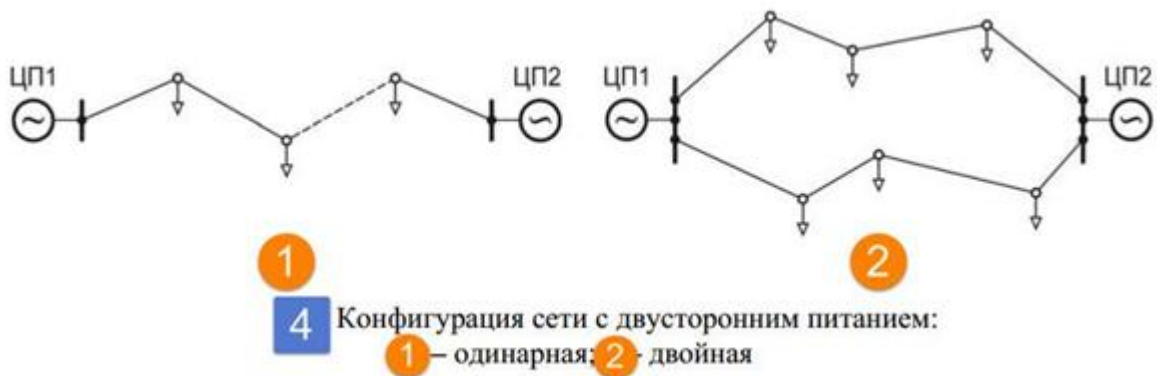
2 Радиально-магистральная резервированная конфигурация схемы сети

На рисунках мы видим радиально-магистральную схему резервной распределительной сети и кольцевую замкнутую схему сети с единым центром питания.



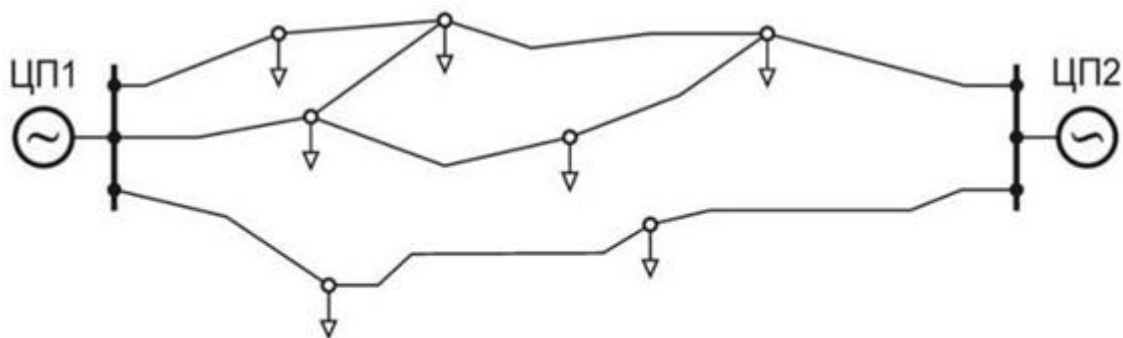
3 Замкнутая кольцевая конфигурация сети с одним центром питания

На следующем рисунке видим одинарную и двойную конфигурации сети при двустороннем питании.



4 Конфигурация сети с двусторонним питанием:
1 – одинарная; 2 – двойная

А это схема распределительной сети, выполненная по сложно-замкнутой конфигурации с двумя источниками питания (ЦП).



5 Сложно-замкнутая конфигурация сети

ЦП – подстанция. Она принимает электрическую энергию, понижает высокое напряжение распределительной сети способом трансформации (понижающие подстанции) и распределяет электрическую энергию потребителям. Стоит отметить, что есть и повышающие подстанции.

Распределительные сети низкого напряжения (НН)

Распределительные сети низкого напряжения (НН) напряжением 380-10000 Вольт, являются самыми массовыми. В пределах одного сетевого предприятия может насчитываться ни одна сотня трансформаторных подстанций и пунктов. Именно по этому, в таких сетях используются недорогие трансформаторы без автоматики регулирования напряжения.

Одним из эффективных способов повышения надежности работы радиальных линий напряжением 6-10 кВ, является автоматическое секционирование, состоящее в делении линии на несколько участков с помощью коммутационных аппаратов, работающих автоматически.

Пункты секционирования устанавливаются как на магистрали (последовательное секционирование), так и в начале ответвлений (параллельное секционирование). Эффект от автоматического секционирования получается за счет того, что при коротком замыкании (к. з.) за пунктом секционирования сохраняется питание остальных потребителей, присоединенных до секционирующего пункта.

Особенно эффективным оказывается секционирование с сетевым резервированием, когда участок линии, лишившийся основного питания, получает электроснабжение от другой неповрежденной линии. При этом более чем в 2 раза сокращаются перерывы в электроснабжении потребителей.