



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 62

ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ОСНОВЫ БЕЗОПАСНОСТИ РЕМОНТНЫХ РАБОТ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

¹Липкович И.Э., Петренко Н.В., Блынский Е.А.

Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ в г. Зернограде, Россия (347740, г. Зерноград, Ростовская область, ул. Советская ул., 21.), e-mail:

¹lipkovich012@yandex.ru

В статье рассмотрена организация ремонта и обеспечение безопасности работ, являющееся, на наш взгляд, самым важным этапом в эксплуатации электрооборудования, так как от него зависит надежная и эффективная работа всего технологического процесса.

Ключевые слова: безопасность; ремонт; надежность; технологический процесс.

ORGANIZATIONAL BASES OF REPAIR WORK SAFETY DURING OPERATION OF ELECTRICAL EQUIPMENT

¹Lipkovich I.E., Petrenko N.V., Blynsky E.A.

Azov-Chernomorsk Engineering Institute, Donskoy State Agrarian University in Zernograd Russia (347740, Zernograd, Rostov region, ul. Sovetskaya St., 21.), e-mail: ¹lipkovich012@yandex.ru

The article considers the organization of repair and ensuring the safety of work, which, in our opinion, is the most important stage in the operation of electrical equipment, since the reliable and efficient operation of the entire technological process depends on it.

Keywords: safety; repair; reliability; technological process.

Планово-предупредительный ремонт (ППР) является совокупностью организационно-технических мероприятий по планированию, подготовке, организации проведения, контроля и учета различного вида работ по техническому уходу и ремонту энергетического оборудования и сетей. ППР проводится по заранее составленному плану и обеспечивает безотказную, безопасную и экономичную работу энергетических устройств предприятия при минимальных ремонтных и эксплуатационных затратах /1/.

Профилактическая сущность ППР состоит в том, что после заранее определенной наработки оборудования или участка сети проводятся плановые осмотры, проверки, испытания и ремонт, которые обеспечивают дальнейшую нормальную работу оборудования и сети.

ППР предусматривает следующие виды работ: техническое обслуживание, осмотры, проверки (испытания), текущий и капитальный ремонт. В последние годы промышленность

перешла на двухвидовую структуру ремонта, которая не предусматривает среднего ремонта, а работы, которые проводятся при среднем ремонте, относят к текущему либо к капитальному ремонту.

Основой системы ППР, определяющей трудовые и материальные затраты на ремонт, является ремонтный цикл и его структура. *Ремонтный цикл* – это продолжительность работы оборудования в годах между двумя капитальными ремонтами. Для нового оборудования ремонтный цикл исчисляется с момента ввода его в эксплуатацию до первого капитального ремонта.

Структурой ремонтного цикла называют порядок расположения и чередования различных видов ремонтов и осмотров в пределах одного ремонтного цикла. Время работы оборудования, выраженное в месяцах календарного времени между двумя плановыми ремонтами, называется *межремонтным периодом*. Разрабатывая ППР для конкретного электрооборудования, величину ремонтного цикла и его структуру назначают такими, чтобы была обеспечена надежная работа оборудования при заданных условиях. Состав и объем работ, осуществляемых при техническом обслуживании и ремонтах конкретного оборудования, приводится в соответствующих главах. Общие требования к этим работам следующие [1].

Техническое обслуживание – комплекс работ для поддержания в исправности оборудования и сетей. Оно предусматривает уход за оборудованием и сетями; проведение осмотров; систематическое наблюдение за их исправным состоянием; контроль режимов работы; соблюдение правил эксплуатации и эксплуатационных инструкций; устранение мелких неисправностей, не требующее отключения оборудования и сетей; регулировку, чистку, продувку и смазку [2].

В задачу технического обслуживания входит также быстрое, не требующее текущего ремонта, восстановление работоспособности отключившегося оборудования или участка сети. Техническое обслуживание проводится в процессе работы оборудования и сетей с использованием перерывов, нерабочих дней и смен. Допускается кратковременная остановка оборудования и отключения сетей в соответствии с местными инструкциями, ПТЭ и ПТБ для предотвращения аварийных ситуаций.

Техническое обслуживание является одним из важнейших профилактических мероприятий системы ППР и выполняется силами эксплуатационного или эксплуатационно-ремонтного персонала. Правильно организованное техническое обслуживание – гарантия безотказной и экономичной работы энергетического оборудования и сетей.

Осмотры планируются как самостоятельные операции лишь для некоторых видов энергетического оборудования и сетей с относительно большой трудоемкостью ремонта. Во время осмотра проверяют состояние оборудования; проводят чистку, промывку, продувку, добавку или смену изоляционных, смазочных масел; выявляют дефекты эксплуатации и нарушения правил безопасности, уточняют состав и объем работ, подлежащих выполнению при очередном капитальном ремонте [2].

Проверки (испытания) как самостоятельные операции планируют лишь для особо ответственного энергетического оборудования. Они обеспечивают контроль за эксплуатационной надежностью и безопасностью обслуживания оборудования и сетей в период между двумя плановыми ремонтами; позволяют своевременно обнаружить и

предупредить возникновение аварийной ситуации. В проверку входят, например, испытания электрической прочности и измерение сопротивления электрической изоляции.

Профилактические испытания предупреждают серьезные аварии и уменьшают затраты на аварийные ремонты. Профилактические испытания не исключают возможности повреждений в процессе их проведения (кабель может быть пробит при испытании повышенным напряжением); но они предупреждают возможность неожиданного выхода из строя энергетического оборудования или сети в процессе эксплуатации. Даже если при этом не будет экономии во времени простоя энергетического оборудования и затратах на его ремонт, его плановый простой на время, согласованное с условиями производства, не вызовет вынужденного, непредусмотренного простоя технологического оборудования.

При проведении профилактических испытаний ремонтная служба готовится к возможным ремонтным работам. Таким образом, своевременные проверки и испытания резко сокращают простои и возможности получения брака продукции, возникающие при перерывах в электроснабжении [3].

Текущий ремонт – вид ремонта оборудования и сетей, при котором путем чистки, проверки, замены быстроизнашивающихся частей и покупных изделий, а в необходимых случаях наладкой обеспечивается поддержание оборудования или сетей в работоспособном состоянии. Текущий ремонт требует останова оборудования и отключения сетей. С учетом того, что он для большей части оборудования проводится без полной разборки основных узлов и без вскрытия подземных и скрытых сетей, его выполняют с использованием нерабочих дней и смен.

Текущий ремонт является основным профилактическим видом ремонта, обеспечивающим долговечность и безотказность работы энергетического оборудования и сетей.

Капитальный ремонт – наиболее сложный и полный по объему вид ППР. При нем делается полная разборка оборудования или вскрытие сети; восстановление или замена изношенных деталей, узлов элементов или участков; ремонт базовых деталей, обмоток, коммуникационных устройств (траншей, каналов, эстакад, опор и т. п.). Кроме того, проводится регулирование, наладка и полная программа испытаний согласно ПТЭ и ПТБ с доведением всех характеристик и параметров оборудования или сетей до номинальных паспортных данных с обеспечением работоспособности на период до очередного капитального ремонта. Капитальный ремонт требует останова оборудования и отключения сетей [1, 3].

При капитальном ремонте в экономически обоснованных случаях может проводиться модернизация оборудования и сетей. При модернизации энергетическое оборудование и сети приводятся в соответствие с современными требованиями и улучшают их характеристики – мощность, производительность, надежность, долговечность, ремонтпригодность, условия обслуживания и безопасность и другие показатели путем внедрения частичных изменений и усовершенствований в их схемах и конструкциях, а для сетей также способа прокладки.

Капитальный ремонт может проводиться на специализированных ремонтных предприятиях (СРП) *централизованно* или на предприятиях, эксплуатирующих оборудование, собственными силами *децентрализованно*. Оба принципа организации ремонта

энергетического оборудования – централизованный и децентрализованный – не исключают, а дополняют друг друга, имеют широкое распространение, свои области применения.

За последние годы количество СРП и их мощность значительно выросли; повысились технический уровень технологии и уровень организации централизованного ремонта; снизилась себестоимость ремонта, улучшилось его качество. Основные экономические показатели при централизованном ремонте – себестоимость, производительность труда, фондоотдача с единицы производственной площади – значительно лучше, чем при децентрализованном. Поэтому каждое предприятие должно максимально использовать возможность передачи ремонта, испытаний и наладки энергетического оборудования и сетей специализированным ремонтно-наладочным организациям. Ремонт силами ремонтной службы предприятия следует проводить лишь для тех видов энергетического оборудования и сетей, которые в настоящее время централизованно не ремонтируются или которые в конкретных условиях ремонтировать централизованно экономически нецелесообразно (4).

Специализированные предприятия проводят, как правило, лишь капитальный ремонт электрооборудования, а он по своей трудоемкости составляет в зависимости от вида оборудования 7–18%. Остальные 82–93 % составляют затраты на профилактические виды ремонта и технического обслуживания. Поэтому развитие централизованного ремонта не исключает в настоящее время совершенствование организации профилактических ремонтов энергетического оборудования и сетей непосредственно на каждом предприятии силами ремонтных служб предприятий. При дальнейшем развитии СРП, когда они смогут принять на себя производство всех видов ремонта для всех видов энергооборудования и сетей, предприятия получат возможность полностью ликвидировать свои ремонтные базы (цехи, участки, мастерские). Возможность централизации в таких масштабах подтверждается практикой ряда производственных и строительных объединений.

На предприятиях капитальный ремонт проводится, как правило, в электроремонтных цехах, а остальные виды ремонта могут проводиться централизованно, децентрализованно или иметь смешанную организацию ремонта. На небольших предприятиях с небольшим количеством электрооборудования все виды ремонта централизованы; на крупных предприятиях и средних используют децентрализованную или смешанную форму.

Планово-предупредительный ремонт электрооборудования и сетей осуществляется в соответствии с годовым планом – графиком, который согласовывается с главным механиком предприятия, заинтересованными службами и утверждается главным энергетиком предприятия. Годовой план ППР является основным документом, на основе которого определяют срок ремонта, потребность в ремонтно-эксплуатационном персонале, в материалах, запасных частях, в покупных комплектующих изделиях. Ремонт электрооборудования и сетей, работающих с сезонной нагрузкой (котельные, бойлерные, холодильные, насосные установки, системы кондиционирования воздуха и т. п.), предусматривается в период их наименьшей загрузки для исключения или сведения до минимума производственных потерь, связанных с простоем оборудования из-за ремонта.

Продолжительность и структура ремонтного цикла, а также продолжительность межремонтного периода определяют, исходя из нормальных условий эксплуатации, которые приведены в Таблице 1 [2, 4].

Таблица 1 – Продолжительность и структура ремонтного цикла, продолжительность межремонтного периода

Условия работы электрических машин	Расчетный коэффициент спроса k_c	Продолжительность ремонтного цикла $T_{\text{табл}}$ лет	Продолжительность межремонтного периода $t_{\text{табл}}$, мес
Сухие помещения (цехи холодной обработки металла)	0,25	12	12
Горячие, химические, гальванические и им подобные цехи	0,45	4	6
Загрязненные участки (деревообрабатывающие, обработки чугуна, сухой шлифовки)	0,25	6	8
Длительные циклы непрерывной работы и с высокой степенью загрузки	0,75	9	9

Нормы, приведенные в Таблице 1, относятся ко всем электрическим машинам, работающим в две смены с указанным коэффициентом спроса. Для другой сменности работы вводится поправочный коэффициент $\beta_p = 2/k_{\text{см}}$, числовое значение которого составляет:

Сменность работы $k_{\text{см}}$, ...	1	1,25	1,5	1,75	2	2,5	3,0
Поправочный коэффициент β_p ...	2	1,6	1,35	1,13	1	0,8	0,67

Коэффициент спроса определяется как отношение средней за некоторый период времени активной нагрузки $P_{\text{акт}}$ данного оборудования к его установленной мощности $P_{\text{уст}}$: $k_c = P_{\text{акт}}/P_{\text{уст}}$. Если фактический коэффициент спроса $k_{\text{с.ф.}}$ отличается от значений k_c , указанных в Таблице 1, вводят поправочный коэффициент β_n :

$k_{\text{с.ф.}}/k_c$	0,5	0,75	1,0	1,0	1,2	1,3
β_n	1,3	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7

Поправочные коэффициенты вводят также при определении продолжительности ремонтного цикла и межремонтных периодов для: коллекторных машин постоянного и переменного тока $\beta_k = 0,75$; передвижных установок $\beta_c \approx 0,6$; машин, отнесенных к категории основного оборудования, $\beta_o \approx 0,85$ (при определении ремонтного цикла) и $\beta_o \approx 0,7$ (при определении межремонтного периода).

Таким образом, плановая продолжительность ремонтного цикла коллекторного электродвигателя передвижной установки, относящегося к основному энергетическому оборудованию и работающего с коэффициентом сменности β_p и коэффициентом использования β_n составляет $T_{\text{пл}} = T_{\text{табл}}\beta_k\beta_p\beta_o\beta_c$, где $T_{\text{табл}}$ – продолжительность ремонтного цикла, найденная из таблицы 1. Соответственно плановая продолжительность межремонтного

периода для этой машины $T_{пл} = t_{табл} \beta_k \beta_p \beta_{и} \beta_o \beta_c$, где $t_{табл}$ – величина межремонтного периода, найденная из Таблицы 1[2].

Нормы трудоемкости текущего и капитального ремонта для наиболее распространенных трехфазных асинхронных электродвигателей напряжением до 660 В с короткозамкнутым ротором приведены в Таблице 2. Они установлены из опыта работы ряда электроремонтных цехов и заводов различных министерств.

Таблица 2 – Нормы трудоемкости текущего и капитального ремонта для трехфазных асинхронных электродвигателей напряжением до 660 В с короткозамкнутым ротором

Мощность, кВт	Норма трудоемкости, чел-ч		
	капитального ремонта с полной перемоткой обмотки	капитального ремонта без перемотки обмотки	текущего ремонта
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
До 0,8	11	6	2
0,81–1,5	12	6	2
1,6–3,0	13	7	3
3,1–5,5	15	8	3
5,6–10	20	11	4
10,1–17	27	14	6
17,1–22	32	17	7
22,1–30	40	21	8
30,1–40	47	25	10
40,1–55	55	29	12
55,1–75	69	37	15
75,1–100	85	44	18
101–125	110	57	22
126–160	130	68	27
161–200	140	75	30

При ремонте электрических машин другого вида увеличение или уменьшение трудоемкости учитывается путем введения следующих коэффициентов β :

n , об/мин	β
3000	0,8
1500	1,0
1000	1,1
750	1,2
600	1,4
500 и ниже	1,5
Для коллекторных машин постоянного и переменного тока	1,8
Для синхронных машин	1,2

Для электродвигателей с фазным ротором, взрывозащищенных, крановых, погружных и многоскоростных

1,3

При наличии нескольких показателей вводят поправочные коэффициенты. Так, например, для взрывозащищенного электродвигателя с фазным ротором дважды вводят коэффициент 1,3.

Следует учитывать, что приведенные нормы применяются только при планировании рабочей силы и мощностей ремонтных служб.

Порядок приемки в эксплуатацию вновь смонтированного электрооборудования и сетей. Смонтированное электрооборудование и сети принимают в эксплуатацию государственные приемочные комиссии. До предъявления объектов государственным комиссиям рабочие комиссии, назначаемые заказчиком, должны проверить соответствие проектам объектов и смонтированного оборудования; результаты испытаний и комплексного апробирования оборудования; подготовленность объектов к нормальной эксплуатации и выпуску продукции, включая выполнение мероприятий по обеспечению здоровых и безопасных условий труда и защиты природной среды; качество строительно-монтажных работ и принять эти объекты. Результатом комплексного апробирования оборудования на рабочих режимах должно быть начало выпуска продукции в соответствии с нормами освоения проектной мощности в начальный период [3, 4, 5].

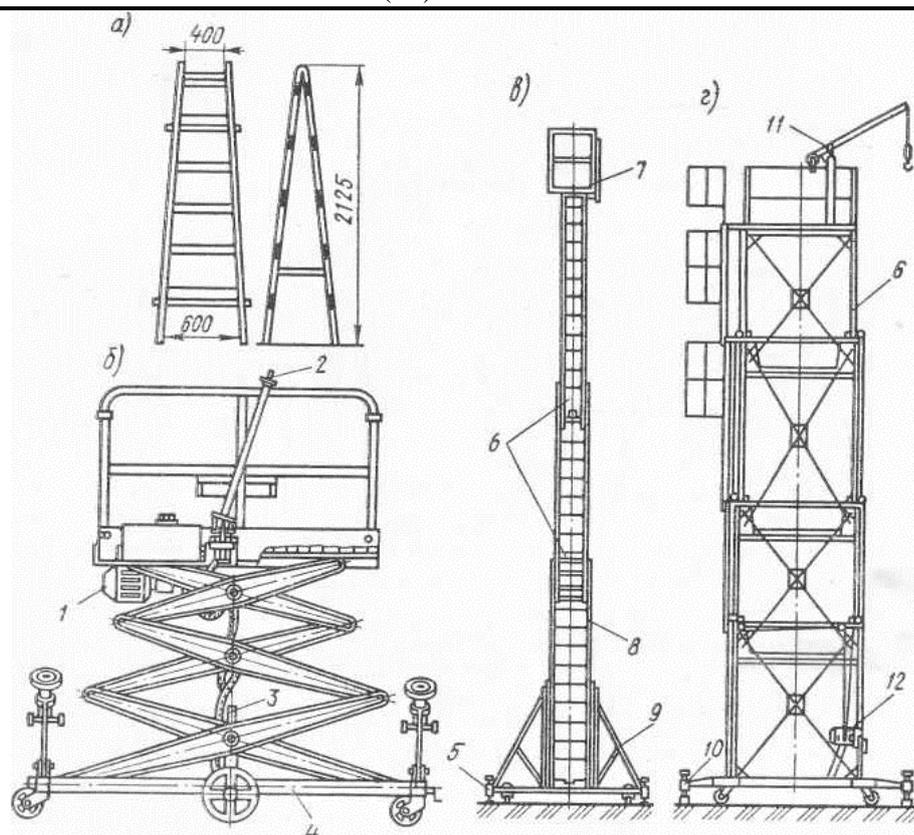
По результатам проверок составляют акт о готовности объекта для предъявления государственной приемочной комиссии по установленной форме. Рабочую комиссию назначает заказчик. В ее состав включаются представители: заказчика – председателя комиссии, генерального подрядчика, субподрядных организаций, генерального проектировщика, органов государственного санитарного надзора, органов пожарного надзора, технической инспекции труда соответствующего ЦК или совета профсоюзов, профсоюзной организации заказчика.

Государственные приемочные комиссии принимают в эксплуатацию законченные строительством объекты только в том случае, если они подготовлены к эксплуатации (укомплектованы эксплуатационными кадрами, обеспечены энергоресурсами, сырьем и др.); на них устранены недоделки и на установленном оборудовании начат выпуск продукции.

Особо важные объекты принимает в эксплуатацию Государственная приемочная комиссия. Объекты производственного назначения принимают в эксплуатацию Государственные приемочные комиссии, назначаемые, министерствами. В состав комиссий включаются представители тех же организаций, что и в рабочие комиссии, а также представители органов по регулированию и использованию и охране водной системы Министерства мелиорации и водного хозяйства России, представители заводов – изготовителей уникального технологического оборудования и исполкома райсовета.

Приемка в эксплуатацию объектов оформляется актами, которые подписываются председателем комиссии и всеми членами комиссия.

При проведении ремонта электрооборудования многие операции проводятся на высоте. Для безопасности проведения этих работ используются устройства для работы на высоте. Для работы на высоте применяют подмости, вышки и лестницы различных конструкций (Рисунок 1) [3, 4, 6].



а – лестница стремянка; б – гидравлическая подъемная платформа с электроприводом ГМПП-5Д; в – телескопическая катушечная вышка; г – телескопические подмости; 1 – электродвигатель; 2 – рукоятка; 3 – гидродомкрат; 4 – тележка; 5 – колесо; б – ловители телескопа при обрыве каната; 7 – рабочая площадка; 8 – подвижная секция; 9 – основание; 10 – выносные опоры; 11 – кран-укосина подмостей; 12 – ручная лебедка

Рисунок 1 – Устройства для работы на высоте

В зависимости от массы ручные сверлильные машины применяют «пистолетного типа», удерживаемые в процессе работы одной рукой; машины с двумя рукоятками (закрытой центральной и боковой), удерживаемые в работе обеими руками; машины с двумя боковыми и грудным упором на задней стенке для более удобного удерживания и создания повышенного осевого давления. Применяют также сверлильные машины с комплектом насадок для выполнения различных операций (например, типа ИЭ-6006). Кроме того, применяют электрические молотки (электромеханические и фугальные – с двигателем возвратно-поступательного движения), пневматические сверлильные машины, перфораторы, а также пиротехнические пистолеты и оправки для забивки дюбелей и колонки для пробивки отверстий в потолке [2, 3, 4, 7].

Организация ремонта и обеспечение безопасности работ, является, на наш взгляд, самым важным этапом в эксплуатации электрооборудования, потому что от него зависит надежная и эффективная работа всего технологического процесса.

Список литературы

1. Основы безопасности при монтаже электропроводок во взрывоопасной среде / Липкович И.Э., Украинцев М.М., Егорова И.В., Петренко Н.В., Головинов В.В // АгроЭкоИнфо. 2022. № 3 (51).
2. Павлович С.Н., Фираго Б.И. Ремонт и обслуживание электрооборудования / Павлович С.Н., Фираго Б.И. Феникс. - 2002. – 248с.
3. Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок [Текст]. – 7-е изд. – Новосибирск: Сиб. Унив. Изд-во, 2007. – 176 с.
4. Правила работы с персоналом в организациях электроэнергетики Российской Федерации. Госстрой России. М.: 2000.
5. Правила устройства электроустановок. 7-е изд. [Текст]: Все действующие разделы ПУЭ-7. 5-й выпуск, стер. – Новосибирск: Сиб. Унив. Изд-во, 2007. – 512 с., ил.
6. Организационные основы безопасности при ремонте электрических двигателей в условиях предприятия АПК / Липкович И.Э., Украинцев М.М., Егорова И.В., Петренко Н.В // АгроЭкоИнфо. 2022. № 3 (51).
7. Липкович И.Э. Персонал электроустановок АПК / Липкович И.Э., Егорова И.В., Пятикопов С.М. // АгроЭкоИнфо. 2018. № 1 (31). с. 38.

References

1. Safety fundamentals during the installation of electrical wiring in an explosive environment / Lipkovich I.E., Ukraintsev M.M., Egorova I.V., Petrenko N.V., Golovinov V.V. // AgroEcoInfo. 2022. No. 3 (51).
 2. Pavlovich S.N., Firago B.I. Repair and maintenance of electrical equipment / Pavlovich S.N., Firago B.I. Phoenix. - 2002. – 248p.
 3. Intersectoral rules for labor protection (safety rules) during the operation of electrical installations [Text]. – 7th ed. - Novosibirsk: Sib. Univ. Publishing House, 2007. - 176 p.
 4. Rules for working with personnel in organizations of the electric power industry of the Russian Federation. Gosstroy of Russia. M.: 2000.
 5. Rules for the installation of electrical installations. 7th ed. [Text]: All current sections of PUE-7. 5th issue, erased. - Novosibirsk: Sib. Univ. Publishing house, 2007. - 512 p., ill.
 6. Organizational bases of safety in the repair of electric motors in the conditions of the agricultural enterprise / Lipkovich I.E., Ukraintsev M.M., Egorova I.V., Petrenko N.V. // AgroEcoInfo. 2022. No. 3 (51).
 7. Lipkovich I.E. Personnel of electrical installations of the agro-industrial complex / Lipkovich I.E., Egorova I.V., Pyatikopov S.M. // AgroEcoInfo. 2018. No. 1 (31). With. 38p.
-