

УДК 621.313.333

А.В. АНТИПИН, *зав. лаб.*,

П.В. УЛЬЯНОВ, *ст. науч. сотрудник*,

Е.И. СОВЕТОВА, *ст. науч. сотрудник; МакНИИ, г. Макеевка*

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНЫХ СВОЙСТВ ВЗРЫВОЗАЩИЩЕННЫХ АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ В ПРОЦЕССЕ ИХ РЕМОНТА

Приведены общие рекомендации по видам, объемам, периодичности и порядку ремонта взрывозащищенных асинхронных электродвигателей, включая подготовку, разборку и дефектацию отдельных их деталей и узлов.

Ключевые слова: асинхронный электродвигатель, неисправность, дефектация, ремонт, взрывозащищенность.

Наличие большого количества эксплуатируемых на промышленных предприятиях угольной, химической, нефтеперерабатывающей, газовой отраслей взрывозащищенных асинхронных электродвигателей (далее двигателей) вызывает необходимость организации их ремонта. Централизованный ремонт производится специализированными предприятиями по единой технологии. Однако многочисленные электроремонтные цеха и мастерские также занимаются восстановлением вышедших из строя взрывозащищенных двигателей, но с нарушениями технологии ремонта, в то время как к качеству ремонта взрывозащищенных электродвигателей предъявляются повышенные требования.

Целью статьи является систематизация рекомендаций по периодичности ремонта взрывозащищенных электродвигателей и детальное описание операций текущего, среднего и капитального ремонтов.

При ремонте двигателей во взрывозащищенном исполнении необходимо обеспечивать не только восстановление их работоспособности, но и параметры взрывозащиты в соответствии с действующими нормативными документами. В связи с этим рекомендуется выполнять во время профилактических осмотров и текущих ремонтов двигателей в эксплуатационных условиях только те работы, которые не связаны с восстановлением взрывозащиты или не влияют на нее.

Ремонт двигателей должен производиться в соответствии с руководящим документом РД 16.407-89 «Электрооборудование взрывозащищен-

ное. Ремонт» [1], а также в соответствии с требованиями, изложенными в приложении Ж СОУ 10.1-00185790-002-2005 «Правила технической эксплуатации угольных шахт» [2]. Этими документами установлены общие требования по видам, объемам и периодичности ремонта и его организации, по объему и содержанию ремонтной документации, по приемке в ремонт, по разборке, дефектации и определению объема ремонта, по испытаниям, по особенностям ремонта взрывозащищенных и рудничных двигателей и т. п.

Двигатель должен быть принят в ремонт и выдан после ремонта согласно актам сдачи и выдачи.

Ремонт двигателей, который не влечет нарушения взрывозащиты, может проводиться эксплуатирующим персоналом непосредственно на предприятии, в то время как, ремонт двигателей, связанный с восстановлением и изготовлением деталей и узлов, неисправность которых может повлечь за собой нарушения взрывозащищенности, разрешается выполнять только ремонтным предприятиям (участкам, специализированным мастерским), имеющим соответствующее специальное разрешение.

Ремонтное предприятие для обеспечения высокого качества работ должно иметь комплект ремонтной документации, необходимый станочный парк, приспособления и инструменты, а также специализированное оборудование и измерительные приборы для определения необходимого объема ремонта и квалифицированной проверки элементов взрывозащиты. Необходимо провести обучение кадров и создать условия для их работы.

Ремонтный персонал обязан сдать экзамены и получить удостоверение установленной формы на право проведения ремонта.

Ежегодная проверка знаний рабочих, занятых ремонтом взрывозащищенных двигателей, проводится комиссией под председательством лица, ответственного за ремонт, или, по его поручению, другого инженерно-технического работника.

В зависимости от степени повреждения и износа двигателя и его составных частей, а, следовательно, и трудоемкости ремонтных работ, устанавливаются виды ремонта: текущий, средний и капитальный.

Необходимость проведения того или иного вида ремонта, его объем и периодичность устанавливаются в соответствии с отраслевыми системами планово-предупредительных ремонтов с учетом условий эксплуатации конкретного двигателя и указаний его предприятия-изготовителя.

Для двигателей рекомендуется следующая периодичность ремонтов:

- текущий ремонт - не реже одного раза в год для двигателей с частотой вращения не более 1500 об/мин и не реже одного раза в 6 месяцев для двигателей с частотой вращения свыше 1500 об/мин;
- средний ремонт - не реже 1 раза в 5 лет для двигателей с частотой

вращения до 1500 об/мин, и не реже одного раза в 3 года для двигателей с частотой вращения свыше 1500 об/мин;

- капитальный ремонт - периодичность и сроки выполнения определяются технической службой предприятия, эксплуатирующего двигателя, на основании анализа их технического состояния.

В текущий ремонт входят операции:

- очистка двигателя от грязи и пыли;
- проверка подшипников или их замена;
- проверка состояния изоляторов;
- замена или пополнение смазки в подшипниках;
- проверка сопротивления изоляции обмоток относительно корпуса и между фазами;
- замена смазки на взрывозащитных и посадочных поверхностях;
- проверка состояния болтовых соединений взрывозащитной оболочки;
- замер доступных взрывонепроницаемых зазоров;
- проверка надежности контактных заземлений;
- мелкий ремонт кожуха вентилятора (правка, рихтовка);
- частичная замена крепежных деталей;
- испытания.

В средний ремонт входят операции в объеме текущего ремонта, а также:

- ремонт отдельных деталей и узлов, не имеющих взрывозащитных поверхностей;
- замена любых деталей и узлов, деталями и узлами, поступающими как запасные части;
- подизоляция лобовых частей обмоток и выводных проводов;
- устранение обрывов выводных проводов;
- перекалиновка ослабленных клиньев;
- пропитка и сушка обмоток;
- испытания;
- покраска.

Капитальный ремонт включает операции:

- приемку двигателей в капитальный ремонт;
- разборку и очистку (мойку) узлов и деталей;
- дефектацию и определение объемов ремонта;
- восстановление или изготовление новых деталей и узлов;
- комплектование деталями, узлами для замены неисправных;
- гидравлические испытания восстановленных корпусов, оболочек, деталей согласно требованиям технической документации;
- сборку, наладку, покраску;
- испытания.

После приемки двигателя в ремонт перед дефектацией все детали и узлы необходимо очистить от грязи и масел в моющих растворах и воде с последующей сушкой. Обмотка статора (фазного ротора) протирается тампонами, смоченными моющими растворителями (бензином, этиловым спиртом).

При мойке наиболее эффективны моющие синтетические препараты МЛ-51 и МЛ-52. Данные препараты имеют целый ряд преимуществ перед другими моющими жидкостями типа «пылевого облака». Препараты МЛ-51 и МЛ-52 не токсичны, не горючи, взрывобезопасны, не вызывают ожогов кожи, хорошо растворяются в воде и сохраняют моющую способность в жесткой воде. Растворы пригодны для очистки деталей черных и цветных металлов, включая алюминий и его сплавы, не вызывают коррозии. Раствор препарата образует с отмываемыми загрязнениями малоустойчивую эмульсию, которая самопроизвольно распадается в баке моющей машины.

Масляные загрязнения всплывают на поверхность раствора, а твердые частицы плотностью более 10^6 г/м³ оседают в нижней части бака.

Быстрота и полнота расслоения эмульсии, образованной раствором препаратов, гарантируют многократное использование одной порции моющего раствора по замкнутому циклу. Поэтому баки для моющего раствора, горячей воды и отстойников оборудуются устройствами для сбора масла с поверхности.

Указанные препараты предназначены для струйной очистки деталей, но могут также использоваться для очистки деталей в ваннах. При этом барботаж раствора паром или сжатым воздухом нежелателен, т.к. это может вызвать интенсивное пенообразование, что затруднит мойку и уменьшит срок использования раствора из-за разбавления его конденсатом и нейтрализации углекислым газом из воздуха.

Струйную очистку наиболее эффективно производить в моечных машинах. Имеется несколько конструкций машин, основанных на схожих принципах.

Мойка производится следующим образом. Детали больших габаритов подвешивают на подвеске, а небольших – укладывают в контейнер, и раствор, нагретый до 70-80 °С, через качающиеся сопла омывает их. При этом подвеска медленно поворачивается. Время промывки устанавливается при разработке техпроцесса в зависимости от габаритов и степени загрязнения деталей и в большинстве случаев производится в течение 15-20 мин. После обработки раствором детали моют водой, нагретой до 80-90 °С, и затем сушат горячим воздухом.

Приготовление моющего раствора производится при включенной вентиляции непосредственно в моющей камере. Препарат МЛ-51 (МЛ-52)

Разборка двигателей должна производиться осторожно, не допуская повреждений, особенно взрывозащитных поверхностей. Нельзя наносить резкие удары или прилагать очень большие усилия. Туго отвинчивающиеся крепежные детали следует предварительно смочить керосином и оставить на несколько часов, после чего их легко отвинтить.

На основные детали разбираемого двигателя навешивают бирки, на которых указывают принадлежность их к данному двигателю. Мелкие детали складывают и хранят в ящиках. Крепежные детали после разработки узлов и деталей двигателя во избежание их потери лучше всего ввинтить обратно на свои места.

При разборке двигателя составляют эскиз, проводят, в случае необходимости, некоторые замеры, а данные заносят в дефектную ведомость.

Правильно проведенная дефектация деталей и узлов является основой восстановления вышедших из строя двигателей, принятых в ремонт.

Ремонтный персонал должен знать характерные признаки, а также способы выявления и устранения различных повреждений и неисправностей, возникающих в двигателях.

Краткий перечень наиболее распространенных неисправностей и возможных причин их возникновения в двигателе приведен в таблице 2.

При дефектации необмотанного статора визуально проверяют отсутствие трещин, отколов, деформаций в корпусе, состояние резьбовых отверстий, крепление сердечника в корпусе, состояние распушения крайних листов пакета статора, выгорание отдельных листов и наличие коррозии.

Плотность сердечника проверяют щупом толщиной 0,2 мм, который под давлением руки должен входить между листами в середине сердечника не более чем на 2-3 мм. Распушение проверяют, измеряя сердечник по дну паза и по верхней части зубцов. В сердечнике длиной не более 100 мм допускается распушение не более 2 мм, при длине 101-150 мм – не более 3 мм, свыше 150 мм – не более 5 мм. Производят измерение диаметра внутренней поверхности сердечников и замков для посадки щитов. Измерения производят в двух взаимно перпендикулярных плоскостях.

В двигателях точность обработки замков находится в пределах 7-9 квалитетов.

Признаками брака являются: откол лап, выгорание одного или более зубцов железа статора, увеличение воздушного зазора более, чем на 15% (в двухполюсном двигателе более, чем на 25%), наличие сквозных трещин в корпусе, значительное повреждение сердечника, повреждение патрубка для крепления коробки выводов.

У ротора, подаваемого на дефектацию, должны быть отремонтированы центровые отверстия.

Таблица 2

Основные неисправности двигателей во взрывозащищенном
исполнении и меры по их устранению

| Неисправность | Возможная причина | Меры по устранению |
|--|--|---|
| Двигатель не разворачивается, гудит | Отсутствует напряжение в одной фазе | Найти и устранить разрыв цепи |
| | Перегружен двигатель | Устранить перегрузку механизма |
| | Напряжение сети ниже номинального | Повысить напряжение до номинального или уменьшить нагрузку до номинальной силы тока |
| При вращении двигатель гудит и перегревается | Междувитковое замыкание | Отремонтировать обмотку |
| | Короткое замыкание между двумя фазы | |
| | Замыкание на корпус | |
| Повышенный перегрев обмотки | Напряжение сети выше номинального | Снизить напряжение сети до номинального |
| | Перегрузка двигателя | Снизить нагрузку до номинальной |
| Повышенный перегрев подшипников | Неправильная центровка двигателя с приводимым механизмом | Проверить центровку, устранить несоосность валов |
| | Слишком много или слишком мало смазки в подшипниках | Проверить количество смазки, заполнить подшипник необходимым количеством смазки |
| | Повреждение подшипника | Заменить подшипник |
| Стук в подшипнике | Повреждение подшипника | Заменить подшипник |
| Повышенная вибрация | Несоосность вала двигателя с валом приводимого механизма | Проверить центровку и устранить несоосность валов |
| | Недостаточная жесткость фундамента | Устранить причину |
| Стук со стороны вентилятора | Трение вентилятора о направляющий кожух вследствие смещения кожуха | Исправить положение кожуха и надежно его закрепить |
| Выброс смазки из подшипника | Изношены или разрушены детали подшипника | Заменить подшипник |
| | В подшипнике слишком много смазки | Уменьшить количество смазки |
| | Сработалось уплотнение | Заменить уплотнение |
| Пониженное сопротивление изоляции | Загрязнение или отсыревание обмоток | Разобрать двигатель, прочистить, продуть и просушить обмотку |

Ротор устанавливают шейками вала на призмы, производят внешний осмотр, измеряют диаметр сердечника для определения воздушного зазора расчетным методом, измеряют посадочные места шеек вала под посадку подшипников и вентилятора, измеряют размеры и биение шеек вала, взрывозащитных поверхностей и сердечников ротора, проверяют состояние шпоночных пазов и рабочего конца вала. Поверхности под посадку подшипников при вращающейся внутренней обойме должны иметь допуск к4-к6, под посадку вентилятора – h6-h10.

Признаками брака ротора являются излом вала в любом сечении, изменение размеров взрывозащитных поверхностей, значительный износ сердечника в результате коррозии (как правило, при работе двигателя в агрессивной среде), шлифующего действия пыли и т.п. Для короткозамкнутого ротора признаками брака является также обрыв или выплавление литого алюминиевого стержня или трещины в короткозамыкающем кольце.

При дефектации подшипниковых щитов визуально проверяют отсутствие трещин и изломов. Измеряют посадочные места под подшипник и на корпусе статора, состояние резьбовых отверстий, приливов. Поверхности под посадку подшипников должны иметь допуск Н6 - Н7, js7; под посадку щита на корпус – h6-h10, js7.

Признаками брака являются трещины и отколы в самом щите и на посадочных поверхностях, откол крепежных приливов (ушек).

Внешним осмотром проверяют целостность поверхностей вентилятора и его кожуха, отсутствие изломов лопаток, вмятин на кожухе, разрыв сетки кожуха и т.п. В вентиляторах измеряют размер посадочной поверхности под вал, который должен иметь допуск по Н6-Н9.

В коробке выводов проверяется состояние токоведущих зажимов, проходных изоляторов или панелей, взрывозащитных поверхностей в местах соединения крышка-корпус, кабельная муфта-корпус, состояние уплотнительных колец в кабельной муфте. Вышедшие из строя изоляторы и уплотнительные кольца заменяются на новые.

Осмотром крепежных деталей (болтов, гаек, шпилек) проверяют отсутствие трещин, надрывов возле головок болтов, деформацию шпилек, состояние резьбы, наличие покрытия. Качество резьбы проверяют резьбовыми кольцами.

Признаками брака являются: повреждение более 20 % ниток резьбы, наличие трещин и надрывов возле головок болтов, уменьшение диаметра шпилек и болтов в результате коррозии более, чем на 10 %.

Все дефектные детали и узлы, выявленные после осмотра двигателя и занесения их в дефектную ведомость, должны быть переданы на восстановительные участки производства либо заменены новыми. Кроме дефектной ведомости на ремонтном предприятии должны быть технологические

инструкции на проведение гидравлических испытаний соответствующих деталей (например, подшипниковых щитов, корпусов), промежуточных, стендовых и других видов испытаний. Данные испытаний заносят в журнал гидравлических испытаний деталей и узлов, журнал промежуточных испытаний и журнал стендовых испытаний.

Материалы, применяемые при ремонте двигателей должны соответствовать материалам, применяемым заводами-изготовителями этих двигателей. При отсутствии таких материалов они могут быть заменены другими, которые по своим механическим, электрическим и другим свойствам аналогичны материалам, применяемым заводами-изготовителями двигателей, и удовлетворяют требованиям действующих стандартов.

Технология изготовления новых деталей должна по возможности соответствовать технологии их производства на заводах-изготовителях. В отдельных случаях она может быть заменена новой, не ухудшающей качества деталей и узлов по сравнению с выпущенными на заводе-изготовителе.

Технологические инструкции по ремонту и изготовлению новых деталей должны быть разработаны с учетом особенностей взрывозащищенных двигателей.

Полное представление об объеме и характере ремонта двигателей может быть получено только после их очистки, разборки, осмотра и правильно проведенной дефектации отдельных деталей и узлов.

ВЫВОДЫ

Приведенные рекомендации в части особенностей ремонта взрывозащищенных асинхронных электродвигателей обеспечат соответствие отремонтированных изделий требованиям взрыво- и электробезопасности, предъявляемым к электрооборудованию во взрывозащищенном исполнении, и возможность их дальнейшей эксплуатации во взрывоопасных средах. Основное внимание при ремонте вышедших из строя взрывозащищенных асинхронных электродвигателей следует уделять как восстановлению их работоспособности, так и выполнению всех конструктивных требований, обеспечивающих их взрывозащиту в соответствии с действующими нормативными документами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Электрооборудование взрывозащищенное. Ремонт: РД 16.407-89. – Офиц. изд. – М.: Из-во стандартов, 1989. – 60 с. – (Руководящий документ Минэлектротехпрома СССР).
2. Правила технічної експлуатації вугільних шахт: СОУ 10.1-00185790-002-2005. – Офіц. вид. – К.: Мінвуглепром України, 2006. – 353 с. – (Нормативний документ Мінвуглепрому України).

Получено: 04.02.2014

Наведено загальні рекомендації щодо видів, об'ємів, періодичності і порядку ремонту вибухозахищених асинхронних електродвигунів, включаючи підготовку, розбирання і дефектацію окремих їх деталей і вузлів.

Ключові слова: асинхронний електродвигун, несправність, дефектація, ремонт, вибухозахищеність

The common recommendations due to repair types, scopes, frequency and procedures of explosionproof asynchronous motors including the preparation, disassembly and fault finding of their components and units have been set out.

Keywords: asynchronous motor, fault, fault finding, repair, explosion-proofness.