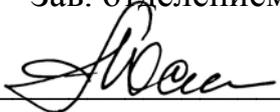


Министерство образования и науки российской федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
**«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ
И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)**

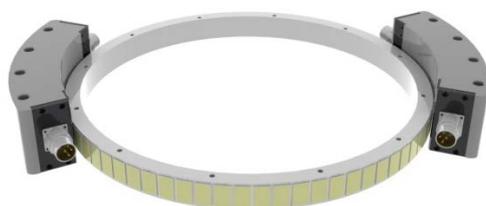
Утверждаю
Зав. отделением каф. ЮНЕСКО

 Ю.М. Осипов

" _____ " _____ 2012 г.

ПРОБЛЕМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРОМЕХАТРОННЫХ СИСТЕМ

Методические указания к практическим занятиям и самостоятельной работе по дисциплинам: «**Проблемы эксплуатации электромехатронных систем**» для магистрантов 6 курса, обучающихся по направлению 220000.68 «Инноватика» по магистерской программе «Управление инновациями в мехатронике и робототехнике" и «**Проблемы эксплуатации электромехатронных систем движения**» для магистрантов 6 курса, обучающихся по направлению 221000.68 «Мехатроника и робототехника» по магистерской программе «Проектирование и исследование мультикоординатных электромехатронных систем движения"»



Томск 2012

УДК 621.396.6.671.7

Проблемы эксплуатации электромехатронных систем: Методические указания к практическим занятиям и самостоятельной работе по дисциплинам: «Проблемы эксплуатации электромехатронных систем» для магистрантов 6 курса, обучающихся по направлению 220000.68 «Инноватика» по магистерской программе «Управление инновациями в мехатронике и робототехнике» и «Проблемы эксплуатации электромехатронных систем движения» для магистрантов 6 курса, обучающихся по направлению 221000.68 «Мехатроника и робототехника» по магистерской программе «Проектирование и исследование мультикоординатных электромехатронных систем движения». – Томск: Изд-во ТУСУР, 2012. – 22 с.

Методические указания рассмотрены и рекомендованы к изданию методическим семинаром отделения кафедры ЮНЕСКО
« 31 » августа 2011 г.

Составитель к.т.н., доц.

_____ С.В. Щербинин

Зав. кафедрой ОКЮ
доктор техн. наук,
доктор экон. наук
профессор

 Ю.М. Осипов

Рецензент

Кандидат технических наук,
доцент кафедры МиГ ЮТИ ТПУ
И.Ф. Боровиков

Введение

Рыночной экономике России необходимы конкурентоспособные технологии и оборудование, созданные в соответствии с Перечнем критических технологий федерального уровня Пр-842 от 21 мая 2006 года по направлению «Мехатронные технологии и микросистемная техника» на основе:

мехатронных модулей и узлов вращательных и линейных перемещений с заданными технологическими функциями для конкретных машин;

машин нового поколения традиционной и нетрадиционной компоновки (на базе мехатронных модулей движения и мехатронных узлов) для формирования поверхностей машиностроительных изделий сложной пространственной формы, а также для формирования поверхностного слоя изделий с заранее заданными свойствами в микро- и наноэлектронике с использованием электронных, фотонных и ионно-плазменных технологий.

В монографии рассматриваются основы теории и практика создания мехатронных модулей и узлов вращательных и линейных перемещений, машин нового поколения традиционной и нетрадиционной компоновки, оборудования для формирования поверхностей машиностроительных изделий сложной пространственной формы на основе мультикоординатных электро-мехатронных модулей движения (МЭМД) с электроприводом прямого действия (ЭППД).

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ. ЗАДАНИЕ

Цель – формирование знаний по организации и сопровождению эксплуатации электромехатронных систем на современных предприятиях.

Задачи:

1. Изучение проблем с эксплуатацией электромехатронных систем и методик их решения.

2. Рассмотрение методов диагностики электромехатронных систем.

Задание.

Изучить материал методических указаний. Ответить на вопросы, помещенные после разделов с учебными материалами.

2. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Эксплуатация (от франц. exploitation — использование, извлечение выгоды) сложных технических систем автоматизации, а также отдельных частей, узлов и элементов — это стадия пребывания этих средств автоматизации у потребителя, на которой реализуется, поддерживается и восстанавливается их качество. Понятие эксплуатации может также включать в себя в общем случае использование по назначению, транспортирование, хранение, техническое обслуживание и ремонт. Любые технические объекты, и средства автоматизации в частности, после стадии проектирования проходят две

основные стадии — изготовление и эксплуатацию. В свою очередь, процесс изготовления можно разбить на следующие части: производство, наладка и сдача (внедрение) потребителю.

Требования, которым должен удовлетворять новый изготовленный эксплуатируемый объект, определяются соответствующей нормативно-технической документацией. Объект, удовлетворяющий всем требованиям нормативно-технической документации, является исправным или находящимся в исправном техническом состоянии. Также используют термин «работоспособность» — способность объекта выполнять все заданные ему функции с сохранением заданных значений параметров или признаков в требуемых пределах.

Неисправное и неработоспособное техническое состояние, а также техническое состояние неправильно функционирующего объекта автоматизации, могут быть конкретно указаны путем перечисления соответствующих дефектов, нарушающих исправность, работоспособность или правильность функционирования и относящихся к одной или нескольким составным частям объекта автоматизации, либо к объекту в целом [1].

Дефект (от лат. *clefectus*) — изъян, недостаток, недочет. Обнаружение и поиск дефектов являются процессами определения технического состояния объекта автоматизации и называются общим термином «диагностирование».

Диагноз (от греч. *diagnosis*) — распознавание, определение. В свою очередь, задачами диагностирования являются: проверки исправности, работоспособности и правильности функционирования объекта, поиск дефектов. Диагностирование, как процесс, осуществляется теми или иными средствами диагностирования. Эти средства могут быть аппаратными или программными. Средства и объект диагностирования, взаимодействующие между собой образуют систему диагностирования. Различают системы тестового и функционального диагностирования [1]. При тестовом диагностировании на объект подают специально подготовленные тестовые воздействия. При функциональном диагностировании, диагностирование происходит в процессе применения объекта по назначению. При этом на объект поступают только рабочие воздействия, предусмотренные самим ходом его функционирования. В обеих системах средства диагностирования воспринимают и анализируют ответные реакции объекта на входные воздействия и выдают результат диагностирования — диагноз.

Системы тестового диагностирования предназначены для проверки исправности и работоспособности, а также для поиска дефектов, нарушающих исправность и работоспособность объекта. Системы функционального диагностирования применяются для проверки правильности функционирования и для поиска дефектов, нарушающих правильное функционирование объекта.

Последовательность действий при диагностировании называется алгоритмом диагностирования и, как правило, включает в себя совокупность, так называемых, элементарных проверок объекта, а также правил, устанавливающих последовательность реализации элементарных проверок и правил ана-

лиза результатов. Каждая элементарная проверка определяется своим тестовым или рабочим воздействием, подаваемым или поступающим на объект, и составом контрольных точек, с которых снимается ответная информация с объекта. Результатом элементарных проверок являются конкретные значения ответных сигналов объекта в соответствующих контрольных точках.

Контроль — процесс сбора и обработки информации с целью определения событий. Если событием является факт достижения некоторым параметром объекта определенного заданного значения (уставки), то можно говорить о контроле параметров. В связи с этим системы тестового диагностирования являются разновидностью систем управления, так как в них реализуется выработка и осуществление специально организованных тестовых (управляющих) воздействий на объект, с целью определения технического состояния последнего. Системы функционального диагностирования можно считать системами контроля, не требующими подачи на объект целенаправленных воздействий. Дефект — отдельное несоответствие установленным требованиям.

В процессе технического обслуживания, как комплекса работ по поддержанию исправности и работоспособного состояния объекта, предусмотрены различные виды работ. В техническое обслуживание входят работы по непосредственному обеспечению работоспособности оборудования, такие как: профилактика, различные виды ремонтов, контрольные мероприятия; а также конкретные мероприятия и работы технической подготовки к эксплуатации объекта автоматизации, большая часть которых выполняется без снятия и разборки отдельных узлов и агрегатов объекта.

Профилактика — совокупность технических мероприятий, предохраняющих объект от преждевременного износа, поломки.

Ремонт (от франц. *remonte* — поправить, пополнить, снова собрать) — совокупность организационных и технических мероприятий, осуществляемых с целью восстановления исправности и работоспособности технического устройства (изделия). Ремонт разделяется на текущий, средний и капитальный. Текущий ремонт направлен на устранение отказов и неисправностей, возникающих в процессе работы объекта; средний и капитальный — на восстановление частично или полностью израсходованного ресурса средств системы автоматизации.

Ремонтопригодность — свойство средств автоматизации, заключающееся в его приспособленности к предупреждению, отысканию и устранению причин и последствий повреждений (отказов) путем проведения технического обслуживания и ремонтов.

Отказ — одно из основных понятий надежности — событие, заключающееся в нарушении работоспособности объекта, когда один или несколько рабочих параметров выходят за допустимые пределы. Отказы возникают вследствие отказов отдельных составляющих, расстройкой, разрегулирования, разрушения или изменения структуры объекта, а также при воздействии

внешних помех. Различают отказы внезапные и постепенные, полные и частичные, зависимые и независимые.

Список вопросов

1. Что понимают под эксплуатацией сложной технической системы?
2. Что называют дефектом?
3. Что понимают под диагнозом?
4. Дайте определение алгоритму диагностирования?
5. Что такое контроль?
6. Дайте определение профилактики.
7. Что такое ремонт?
8. Что понимают под ремонтнопригодностью?

3. ОСНОВНЫЕ ПРИЧИНЫ ПОЯВЛЕНИЯ НЕИСПРАВНОСТЕЙ И ОТКАЗОВ В РАБОТЕ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ

Неисправность, неисправное состояние — состояние системы, устройства, при котором имеет место несоответствие одному или нескольким требованиям, предъявляемым как в отношении основных параметров, так и в отношении удобств эксплуатации, внешнего вида, комплектности и т.п. Неисправность — более общее понятие, чем неработоспособность (нерабочее состояние). Неисправность возникает вследствие повреждения. Повреждение — событие, заключающееся в нарушении исправности изделия. Повреждение может являться одной из причин нарушения работоспособности, т.е. отказа, причем при этом оно (повреждение) считается существенным. Несущественным повреждением считается такое повреждение, при котором работоспособность системы сохраняется [4].

Список вопросов

1. Неисправное состояние системы – дайте определение.
2. Из-за чего возникает неисправность?
3. Что такое повреждение?

4. ОРГАНИЗАЦИЯ АДМИНИСТРАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

Эффективное использование средств робототехники на промышленных предприятиях в значительной мере определяется четкой организацией эксплуатации мехатронных систем (МС). Под эксплуатацией МС понимают совокупность действий по транспортировке, хранению, подготовке и использованию по назначению МС, а также их техническому обслуживанию и теку-

щему ремонту. При этом в состав подготовительных работ входят монтаж ПР и их наладка, подробно рассмотренные в предыдущих главах.

На промышленных предприятиях существует три вида организации эксплуатации оборудования: централизованная, децентрализованная и смешанная.

Централизованная форма эксплуатации предусматривает выполнение всего комплекса работ по техническому обслуживанию, текущему и капитальному ремонту силами и средствами высококвалифицированных служб предприятия.

Децентрализованная организация эксплуатации оборудования состоит в том, что все виды технического обслуживания и ремонта осуществляют силами цеховых ремонтных служб под руководством цехового механика или энергетика.

Смешанная организация эксплуатации оборудования характеризуется тем, что техническое обслуживание и текущий ремонт выполняются силами цеховых ремонтных служб, а капитальный ремонт и изготовление запасных частей выполняют ремонтно-механические цеха либо специализированные ремонтные предприятия.

Децентрализованная и смешанная организации эксплуатации имеют существенные недостатки, заключающиеся в том, что из-за отсутствия квалифицированного персонала качество технического и профилактического обслуживания низкое, велики продолжительность и стоимость выполняемых работ. Особенно большие трудности возникают при техническом обслуживании и ремонте ПР, требующем применения специальных приборов, стендов и приспособлений.

С повышением уровня автоматизации и механизации производства в службах предприятий все в более широких масштабах начали функционировать отделы механизации и автоматизации, способные обеспечить централизованную организацию эксплуатации ПР. Созданные повсеместно как подразделения для разработки нестандартного оборудования с развитием работ по роботизации технологических процессов, эти отделы постепенно претерпевают существенные структурные и функциональные изменения, превращаясь в мощные подразделения средств механизации и автоматизации производственных процессов. Такие отделы разрабатывают (наряду с другими средствами механизации и автоматизации производства) специализированные робототехнические комплексы и системы, автоматические линии с гибкой связью на базе станков с ЧПУ и промышленных роботов.

В составе подразделений автоматизации создаются специализированные бюро (лаборатории) робототехники. В зависимости от объема выполняемых работ эти подразделения могут функционально входить в отделы, обслуживающие станки с ЧПУ, или выделиться в самостоятельные бюро или отделы. Независимо от этого указанные службы по функциональному назначению по-прежнему остаются подразделениями автоматизации. Таким образом, развитие роботизации производства видоизменяет традиционно сло-

жившуюся структуру служб главного технолога, обуславливая появление в ее составе инженеров новых специальностей: по робототехнике, программированию, электронике, математике, обслуживанию систем автоматизации и ЭВМ.

Численный состав такого бюро зависит от объемов работ, определяющихся количеством действующих в производстве промышленных роботов, количеством и сложностью систем управления роботами, в том числе и систем с ЧПУ, применяемых на заводе, номенклатурой и сложностью изделий, повторяемостью партий изготавливаемых изделий. Структура и численность бюро (отделов) робототехники устанавливается руководством предприятия.

В общем случае бюро робототехники состоит из следующих четырех групп: технологической, конструкторской, расчетов и программирования, специалистов по электронике и системам управления. Численность бюро рекомендуется устанавливать в зависимости от количества роботов и от количества разрабатываемых в год программ (для инженеров-программистов).

Основные задачи бюро робототехники: установление областей возможного применения роботов на предприятии; определение типажа роботов и моделей основного технологического оборудования, предназначенного для обслуживания роботами; подбор номенклатуры деталей для разработки технологических процессов; определение потребности в основном технологическом оборудовании и промышленных роботах; разработка технологических процессов, расчет и внедрение управляющих программ для роботов; оснащение роботов специальными технологическими приспособлениями и средствами организации внешней среды; внедрение в производство промышленных роботов, робототехнических комплексов и систем; координация работ всех технологических служб, связанных с внедрением робототехники; обучение и подготовка специалистов по электронике, программистов и наладчиков для собственных нужд; обеспечение эффективного внедрения роботов; осуществление систематического контроля за использованием в производстве робототехники.

Технологическая группа выполняет следующие основные функции: устанавливает область применения роботов, определяет их типаж и число, а также оформляет заказы на приобретение или на конструирование в конструкторских подразделениях. Эта группа разрабатывает и согласовывает технические задания на создание специализированных промышленных роботов и определяет номенклатуру деталей — объектов роботизации.

Группа осуществляет также разработку графиков внедрения роботов, просмотр чертежей, на технологичность с учетом специфики роботизации производства, согласовывает намечаемые изменения в чертежах с отделом главного конструктора.

Выдача технических заданий на проектирование необходимой оснастки, вспомогательных устройств и инструмента, согласование спроектированной оснастки, контроль за ее изготовлением являются основными функцио-

нальными обязанностями технологической группы. Эта группа разрабатывает маршрутный технологический процесс, производит пробную обработку деталей на роботизированных комплексах, выдачу данных для расчета траектории перемещения манипулятора, определяет последовательность и направление обработки, устанавливает режимы обработки. Силами технологической группы бюро робототехники проводятся экспериментально-технологические работы, направленные на совершенствование технологии обработки и сборки. Эта группа принимает участие в организации производственных участков, оснащенных роботами, а также внедряет роботы и робототехнические системы, технологические процессы.

Важными этапами являются контроль за изменением чертежей деталей, изготавливаемых в производстве на робототехнических комплексах, своевременное внесение по конструкторским замечаниям изменений в технологические процессы и выдача заданий на соответствующую корректировку чертежей технологического оснащения, а в случае необходимости — на корректировку управляющей программы.

Технологическая группа систематически изучает технические характеристики и технологические возможности роботов новых моделей и информирует технологов завода о последних отечественных и зарубежных разработках. Она же участвует в пуске и наладке роботов и робототехнических комплексов совместно с представителями заводов-изготовителей или специализированных пусконаладочных организаций, а также координирует работу всех служб завода, связанных с внедрением средств мехатроники.

Конструкторская группа бюро (отдела) робототехники осуществляет весь комплекс конструкторских и проектных работ по созданию робототехнических комплексов, систем и участков, проектированию специального инструмента и технологического оснащения. Она проектирует средства организации внешней среды, а в ряде случаев — самостоятельно разрабатывает специализированные роботы. Группа участвует в разработке конструкторской документации в цехах нестандартного оборудования и инструментальных цехах предприятия, оперативно внося изменения в чертежи по мере изготовления инструментов, специальной оснастки, специализированных роботов и средств организации внешней среды. Конструкторская группа участвует также в проведении испытаний вновь созданных роботов и робототехнических систем.

Группа расчета и программирования выполняет следующие основные функции: расчет исходной информации для получения управляющих программ, определение координат геометрических и технологических опорных точек траектории движения манипулятора робота, определение координат при ручном программировании. Эта группа осуществляет описание исходных данных на конструкторско-технологическом языке автоматизированного управления, а также кодирование информации в коде определенного проблемно-ориентированного языка. Эта же группа разрабатывает карты набора

штекерных панелей, а также технологические карты обучения робота. В обязанности группы входит также внедрение разработанных программ.

Группа специалистов по электронике и системам управления изучает и осваивает системы управления промышленных роботов и проводит модернизацию систем управления с целью повышения их надежности, долговечности, удобств управления и обслуживания, осуществляет обслуживание и ремонт аппаратуры для подготовки управляющих программ, находящихся в бюро (отделе) .

Силами группы производится наладка робототехнических систем совместно с наладчиками заводов-изготовителей, осуществляется обучение наладчиков и операторов правилам управления и эксплуатации, технике безопасности.

Численный состав подразделений робототехники при условии двухсменной работы ПР и РТК рекомендуется устанавливать в соответствии с табл. 1—3.

Следует отметить, что при такой организации подразделений робототехники их усилия в первую очередь должны быть направлены на повышение эффективности использования по назначению ПР, т.е. на обеспечение нормального режима их работы. Техническое обслуживание и текущий ремонт средств робототехники на предприятии должны проводить службы главного механика и главного энергетика по разработанному и утвержденному руководством графику. Для этого должны быть созданы комплексные группы наладчиков, в которые входят специалисты по механике и кинематике ПР, пневмогидроприводу, силовому электрооборудованию, электронике для обслуживания систем программного управления ПР и информационных систем.

Таблица 1. Структура и численность подразделений робототехники

Наименование подразделения	Численность подразделения (чел.) при разрабатываемых в год управляющих программах				
	10	50	100	359	1000
Руководство	1	1	1	1	1
Технологическая группа ...	1	1	2	3	6
Конструкторская группа ...	1	1	2	5	10
Группа расчета и программирования	1	2	4	8	16
Группа специалистов по электронике и системам управления	2	2	3	4	6
Всего ...	6	7	12	21	38

Таблица 2. Численный состав групп специалистов по электронике и системам управления

Состав группы	Численность группы (чел.) при обслуживании роботов				
	до 10	10 - 20	24-30	30-50	>50
Руководитель	1	1	1	1	1
Специалист по электронике	1	1	2	4	5
Инженер-электрик	1	2	3	5	8
Всего	3	4	6	10	14

Работы по техническому обслуживанию, текущему ремонту и вторичной наладке (при необходимости) должны проводиться при участии специалиста по робототехнике из технологического бюро или группы,

Список вопросов

1. Сколько видов организации эксплуатации оборудования вы знаете?
2. Что подразумевают под централизованной формой эксплуатации?
3. Что такое смешанная организация формы эксплуатации оборудования?
4. Чем занимается отдел механизации и автоматизации на предприятии?
5. В чем состоит задача бюро робототехники?
6. Основные задачи бюро робототехники?
7. Чем должна заниматься технологическая группа бюро робототехники?

5. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И ТЕХНИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА

Техническое обслуживание. Техническое обслуживание (ТО) — это комплекс организационно-технических мероприятий, обеспечивающих поддержание исправности и работоспособности МС при подготовке и использовании их по прямому назначению, при хранении и транспортировании с учетом правил технической эксплуатации, указанных в руководствах заводоизготовителей. ТО является одним из этапов технической эксплуатации, главная задача которого — поддержание надежности работы МС. Эта задача решается путем выбора оптимальной периодичности профилактических работ и быстрого восстановления работоспособности для обеспечения требуемой вероятности исправной работы в произвольный момент времени.

Таблица 3. Структура и численность отдела робототехники

Наименование подразделения	Численность отдела (чел) при обслуживании роботов							
	10	20	30	50	100	130	200	>200
Руководство Технологическое бюро	1	1	1	1	1	1	1	1
Конструкторское бюро	1	2	3	4	5	8	12	15
Бюро расчета и программирова- ния	2	4	6	10	15	18	20	25
Бюро специали- стов по электро- нике и системам управления	3	4	6	10	14	15	18	20
Бюро внедрения			2	2	3	3	5	8
Всего	8	13	23	34	48	60	76	94
Удельное отноше- ние численности сотрудников к чи- слу роботов	0,8	0,65	0,75	0,68	0,5	0,4	0,38	0,3

Не менее важной задачей ТО является организация и проведение технических мероприятий, благодаря которым параметры и характеристики МС в течение всего периода эксплуатации будут находиться в требуемых по ТУ пределах при хранении и транспортировании с учетом правил технической эксплуатации, указанных в руководствах заводов-изготовителей.

Профилактические работы занимают особое место в системе ТО и направлены на предупреждение преждевременного изнашивания, повреждений и отказов. Отказы предупреждают регулированием параметров элементов в пределах предусмотренного при проектировании диапазона, а также заменой элементов, у которых износ или рабочие характеристики близки к предельно допустимым. Конечная цель профилактики — окончательное исключение ремонта или выполнение его только при повреждениях, полученных в результате аварии.

При проведении профилактических работ с целью уточнения объема ремонта определяют техническое состояние МС. Для этого производят контрольные замеры параметров и сравнение их с номинальными значениями, указанными в формуляре или в инструкции по эксплуатации. При несоответствии хотя бы одного из параметров номинальному значению МС считается неисправным. В этом случае определяют причину неисправности и принимают меры для ее устранения.

Объем планового ТО определяется при проектировании МС и уточняется в период эксплуатации. Объем непланового (текущего) ТО определить

заранее невозможно. Поэтому сокращение общей трудоемкости ТО достигается более тщательным выполнением профилактических работ и выбором их оптимальной периодичности. Это, в свою очередь, снижает вероятность появления повреждений и отказов, а значит уменьшает трудоемкость непланового ТО и затраты на него. Однако следует помнить» что основные материальные затраты на ТО определяются необходимостью содержания высококвалифицированных специалистов.

Для сокращения затрат на ТО» составляющих основную часть эксплуатационных расходов, в современных МС предусматривается встроенная система автоматизированного контроля, которая может не только обнаружить отказы, но и выявить их причины. Такая система контроля позволяет оценить правильность функционирования и техническое состояние МС в любой момент времени при участии менее квалифицированного персонала.

Выполнение комплекса работ по ТО на предприятии возлагается, как правило, на цеховые ремонтные службы при децентрализованной и смешанной организации эксплуатации МС и на службы главного механика предприятия или специализированные организации при централизованной форме эксплуатации. В перечень работ по ТС входят осмотр, контроль технического состояния МС и системы управления, чистка, промывка и смазка узлов МС, регулировка его отдельных систем, замена отдельных износившихся деталей и вышедших из строя элементов системы управления, чистка контактов элементов системы управления, проверка и наладка приводов и системы управления, а также работы по устранению неисправностей.

Работы по техническому обслуживанию МС проводятся как с рабочеe, так и во внерабочее время или во время перерывов.

Техническое обслуживание при использовании, обеспечивающее сохранность и правильную эксплуатацию МС, выполняется персоналом, обслуживающим МС (операторами, наладчиками), ежедневно.

В комплекс работ по ежедневному обслуживанию входят проверки: визуальная; отсутствия вибрации МС и отдельных его элементов; уровня шума механизмов МС; отсутствия нагрева подшипников; показаний манометров гидросистем; работы смазочных систем по маслоуказателям; отсутствия ударов в механизмах МС и системах; плавности перемещения исполнительных механизмов и. отсутствия рывков при реверсировании; отсутствия утечки масла; наличия и исправности защитных устройств, предохранительных щитков и кожухов; надежности захватных устройств, индикации и сигнализации системы управления. Помимо проверок оператор ежедневно протирает и очищает МС, смазывает места и механизмы, требующие ежедневной смазки.

Ежедневное обслуживание МС выполняется в соответствии с правилами их эксплуатации. Нормы времени на ТО должны быть предусмотрены в правилах эксплуатации, разрабатываемых для каждой модели МС.

Контроль выполнения технического обслуживания МС возлагается на мастера и механиков производственных цехов.

Плановое техническое обслуживание МС производится по графику, составляемому на основании структуры ремонтных циклов. Для МС предусмотрено два вида планового технического обслуживания с интервалом в один месяц при двухсменной работе.

Плановое техническое обслуживание первого вида ТО₁.

ТО₁ проводится через 300 ч работы без разборки узлов МС; выявление неисправностей и узлов, требующих регулировки, производится по внешнему осмотру или замерам. ТО желательно выполнять во время перерывов в работе МС или во внерабочее время.

В регламентные работы ТО₁ должны быть включены все работы, предусмотренные инструкциями по техническому обслуживанию, прилагаемыми к МС. Основной целью ТО₁ является предупреждение отказов в работе, поломок МС, прогрессирующего износа деталей, потери точности.

В регламентные работы, выполняемые при ТО₁ помимо работ, предусмотренных инструкциями по техническому обслуживанию МС, включаются:

- работы, выполняемые при ежедневном обслуживании;
- замена или очистка фильтров смазочных систем;
- устранение утечки масла;
- пополнение масла в гидросистемах;
- устранение люфтов в соединениях;
- проверка регулировки передаточных механизмов и при необходимости выборка зазоров;
- проверка плавности хода рабочих органов МС и при необходимости обеспечение плавности хода;
- замена изношенных деталей;
- устранение дефектов, выявленных в процессе использования МС (отмеченных в журнале эксплуатации);
- подтяжка ослабленных винтов неподвижных соединений в МС;
- выявление изношенных деталей, требующих замены при ближайшем ремонте;
- проверка исправности действия ограничителей, упоров, переключателей;
- проверка натяжения пружин, ремней;
- вскрытие крышек для проверки состояния деталей по внешнему осмотру;
- проверка чистоты и очистка от пыли, грязи, масла, посторонних предметов шкафа электрооборудования, пульта управления, электропривода;
- очистка коллектора электродвигателя постоянного тока от пыли;
- очистка контактов контактно-релейной аппаратуры;
- проверка надежности стыковки всех соединительных разъемов и контактных зажимов;
- проверка и наладка системы управления МС;

проверка и регулировка конечных и путевых выключателей, бесконтактных датчиков перемещений механизмов МС, датчиков обратной связи.

Выполнение ТО₁ отмечается в журнале эксплуатации МС.

Плановое техническое обслуживание второго вида ТО₂.

ТО₂ проводится через каждые 900 ч работы МС. Работы по ТО₂ желательно выполнять во время перерывов в работе или во внерабочее время. Время проведения ТО₂ определяется графиком. При невозможности выполнения работ по ТО₂ во время перерывов в работе МС и во внерабочее время работа по ТО₂ может производиться в рабочее время с остановкой МС на время выполнения ТО₂ по нормам простоя. ТО₂ проводится со вскрытием сборочных единиц МС для определения степени износа деталей и необходимости замены их при очередном ремонте или ТО₂.

В регламентные работы, выполняемые при ТО₂, включаются все работы ТО₂ и работы, связанные с частичной разборкой:

выборка люфтов в винтовых парах МС;

регулировка плавности перемещения подвижных частей МС;

регулировка фрикционных и электромагнитных муфт;

зачистка забоин, царапин, задиров на направляющих звеньев;

подтяжка и замена крепежа;

чистка, натяжение или замена цепей, ремней, лент, пассиков;

промывка редукторов и замена масла в них (если промывка совпадает с ТО₂);

ревизия, промывка или замена уплотнений;

проверка состояния рабочей поверхности коллектора, износа щеток, регулирование щеточного механизма двигателей постоянного тока;

проверка креплений электрически к машин к пускорегулирующей аппаратуры;

проверка заземления элементов электроприводов, шкафа электрооборудования и пульта управления;

проверка напряжений на входе функциональных групп схемы;

проверка по тест-программе работы МС. При потере точности работы МС выявляется и устраняется причина неисправности;

замена резисторов, конденсаторов, диодов, транзисторов, тиристоров, микросхем, тумблеров, микровыключателей и других элементов системы управления МС, требующих замены по результатам проверок и измерений;

выявление элементов и устройств системы управления, требующих ремонта или замены при ближайшем плановом ремонте;

промывка и притирка наружных поверхностей МС;

сдача МС, прошедшего ТО₂, производственному мастеру и механику цеха.

Контроль выполнения работ по ТО₂ ведется бюро робототехники и механиком цеха. Выполнение ТО₂ отмечается в журнале эксплуатации ПР.

Система ТО и ремонта ПР должна придерживаться принципа «по потребности», однако замену или ремонт отдельных элементов систем МС сле-

дует производить не ожидая выхода их из строя, основываясь на объективных данных о техническом состоянии МС. Такой принцип является высшей формой ТО, которая может быть достигнута лишь благодаря применению средств технической диагностики.

Техническая диагностика.

Техническая диагностика — это комплекс мероприятий по оценке состояния МС и его системы управления в процессе работы, позволяющий оценить эксплуатационные показатели МС и нуждаемость в проведении ТО или ремонта.

Применение технической диагностики обеспечивает повышение эффективности использования, технического обслуживания и ремонта МС, а также рост его эксплуатационной надежности за счет:

точного установления фактического технического состояния МС и его последующего прогнозирования с заданной вероятностью, в результате чего предотвращаются отказы узлов и деталей и тем самым повышается безотказность;

исключения случаев преждевременной замены узлов и деталей МС до выработки ими ресурса, вследствие чего снижается расход запасных частей;

увеличения рабочего времени использования МС, так как прогнозирование технического состояния на основе анализа результатов диагностирования позволяет изменять сроки работ по техническому обслуживанию и ремонту и проводить их в наиболее удобное время;

сокращения трудоемкости технического обслуживания и ремонтов за счет организации этих работ по фактической потребности, точного планирования операций обслуживания и ремонта на основе информации, полученной при диагностировании.

Для проведения технической диагностики МС необходимо выделить ряд диагностических признаков, по изменению которых можно сделать вывод о текущем состоянии систем МС.

Выбор того или иного диагностического признака зависит от многих моментов: полноты информации о техническом состоянии, которую несет признак, возможности его измерения, трудоемкости диагностирования, необходимости использования специальных приборов.

Перед созданием системы диагностики должна быть установлена связь между изменением технического состояния объекта и диагностическими признаками. При этом определяются номинальные и предельные значения диагностических признаков. Инструкции по эксплуатации должны снабжаться контрольно-диагностическими картами.

Технология диагностирования включает в себя три этапа: подготовительный, основной и заключительный. В подготовительном этапе монтируются измерительная аппаратура и датчики. Во время основного этапа после установления режима работы МС замеряют параметры диагностирования и фиксируют их в документации. На заключительном этапе ставят диагноз и определяют техническое состояние МС. Если в момент контроля знание па-

раметра диагностирования будет равно или больше предельного значения, то необходимо Проводить техническое обслуживание или ремонт ПР. По диагнозу определяется, какой вид технического обслуживания и ремонта следует проводить, а также время отправки МС в ремонт. Если в момент контроля значение параметры диагностирования меньше предельного, то не требуется никаких технических воздействий до очередного времени контроля.

Температура нагрева деталей и рабочих жидкостей может служить одним из критериев оценки технического состояния МС. Увеличение температуры нагрева деталей свидетельствует о нарушении нормального режима работы сопряжения или узла из-за повышенного износа деталей, нарушения регулировки, режима смазки. Температуру нагрева деталей или жидкостей определяют с помощью различных термометров, термопар и терморезисторов.

Одним из признаков изношенности подвижных сопрягаемых и вращающихся деталей ПР является наличие в масле продуктов износа. Интенсивность нарастания содержания металла в масле в функции времени характеризует скорость износа сопряженных деталей. Для определения этой зависимости через равные промежутки времени из гидросистемы ПР отбирают пробы масла и определяют концентрацию металла в них. По данным измерения определяется степень износа.

На практике для определения состава масла наиболее часто применяют спектрометр МФС-3, спектрограф ИСП-30, а также фотокалориметр ФЭК-М. При отсутствии специальной аппаратуры чистота масла проверяется по цвету и форме пятна от капли масла» наносимого на фильтровальную бумагу. Черный цвет пятна указывает на недопустимое количество механических примесей.

Измерение давления, расхода и утечек рабочей жидкости наиболее часто выполняется при диагностировании гидропривода МС. Снижение давления и расхода рабочей жидкости в гидросистеме свидетельствует об износе деталей насоса, повышенных утечках жидкости и неправильной регулировке гидропривода. Признаком нарушения нормальной работы гидропривода может быть и повышенное давление.

Давление в гидросистемах контролируется различными типами манометров и преобразователей давления. Серийно выпускаются пьезоэлектрические преобразователи ЛХ600, ЛХ604, ЛХ608 и др. При стендовых испытаниях применяют манометры М1М, в которых измеряемое давление рабочей жидкости преобразуется в пропорциональный по величине электрический ток, подводимый к электрическому показывающему или регистрирующему прибору.

Для измерения подачи рабочей жидкости применяют расходомеры, основанные на эффекте Кармана, а также струйные, электромагнитные, ультразвуковые, тахометрические и др.

Диагностирование систем управления МС осуществляется по параметрам сигналов в контрольных точках электрических схем либо по периодиче-

ским проверкам функционирования с помощью специальных тестовых программ.

В организации технического обслуживания МС важное место занимает обеспечение техники безопасности. При неправильном использовании и обслуживании мехатронные системы могут представлять опасность для работающих в том же помещении людей и оборудования. Установлено, что при регулярном техническом обслуживании мехатронные системы отличаются высокой степенью безопасности. Техническое обслуживание позволяет обнаружить незначительные повреждения, которые могут привести к несчастному случаю. Например, при малейшем повреждении гидравлического шланга может произойти утечка рабочей жидкости в виде струи высокого напора, которая может травмировать находящихся поблизости рабочих, если они не защищены в соответствии с требованиями технической безопасности. Могут возникнуть и более серьезные осложнения, приводящие к отказу комплекса, если допускается корродирование деталей системы управления.

Далее при техническом обслуживании не исключается вероятность повреждений. В целях повышения безопасности применяют чувствительный к давлению настил, отключающий мехатронную систему, если в его рабочую зону входит человек. Иногда вокруг МС развешиваются тонкие пластиковые ленты, выполняющие роль занавеса и затрудняющие доступ к роботу. Для предотвращения опасных ситуаций используют щиты, ограждения, аварийные сигналы и предусматривают отключение самого манипулятора МС. С этой же целью роботы оснащаются чувствительными устройствами, обнаруживающими факт нарушения границы зоны обслуживания, после чего следует запрет на любые действия МС. Иногда рука робота жестко фиксируется в определенном положении механическим приспособлением. Это повышает безопасность в тех случаях, когда рабочий находится в рабочей зоне МС, выполняя его техническое обслуживание.

Список вопросов

1. Что такое техническое обслуживание?
2. Какая рекомендуется структура бюро робототехники?
3. Что такое профилактические работы?
4. Когда определяется объем планового технического обслуживания?
5. В чем цель системы автоматизированного контроля?

6. ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ

К эксплуатации МС и созданных на их основе РТК может допускаться только персонал, прошедший специальное обучение по безопасному обслуживанию ПР со сдачей экзамена специальной комиссии. Перед допуском на

обслуживание РТК персонал должен получить вводный инструктаж, а в процессе работы строго руководствоваться инструкцией по безопасности труда.

Вводный инструктаж проводится для ознакомления со специфическими особенностями данного производства, включая потенциально опасные участки, которые могут проявиться при нарушении требований безопасности труда. Обращается особое внимание на возможность появления опасностей при выполнении технологического процесса, на опасные зоны работающего оборудования, оградительные устройства и правила пользования ими, на необходимость перед началом работы убедиться в исправности и нормальном функционировании оборудования. Инструктаж должен сопровождаться показом безопасных методов и приемов работы.

При изменении технологического процесса работы оборудования или в других случаях изменения условий труда для обслуживающего персонала должен проводиться внеочередной инструктаж.

Эксплуатация ПР и РТК должна проводиться в строгом соответствии с эксплуатационной документацией. Согласно ГОСТ 2.601—68 эксплуатационными называются документы, предназначенные для изучения изделия и правил его эксплуатации. В комплект эксплуатационных документов входят: техническое описание; инструкция по эксплуатации; инструкция по ТО; инструкция по монтажу, пуску, регулированию и обкатке на месте применения (сокращенно инструкция по монтажу); формуляр или паспорт; ведомости одиночного, ремонтного и группового комплектов ЗИПа; ведомость эксплуатационных документов.

Техническое описание и инструкция по эксплуатации объединяются в один документ и предназначаются для следующих целей: изучения конструкции, принципа действия и правил эксплуатации ПР; изучения правил техники безопасности; руководства при обнаружении и устранении неисправностей и отказов; руководства при регулировочных и наладочных работах силами обслуживающего персонала; руководства при проведении ТО в процессе эксплуатации и при длительном бездействии.

В инструкции по ТО указываются меры безопасности, порядок и правила ТО для различных условий эксплуатации. Большое внимание уделяется видам ТО, их периодичности; приводится перечень основных проверок для оценки технического состояния МС, которые следует выполнять после каждого вида ТО.

Основной раздел инструкции по монтажу содержит требования по монтажу, регулировке, наладке и вводу в действие МС в период монтажных и наладочных работ, а также в период приемо-сдаточных испытаний. В инструкции излагаются также меры предосторожности и правила пожарной безопасности при выполнении работ, даются указания по проведению технических мероприятий при транспортировании, установке и хранении МС на месте эксплуатации.

Формуляром называется документ, в котором приводятся гарантированные заводом-изготовителем основные параметры и технические характе-

ристики ПР и отражаются сведения по его техническому использованию, обслуживанию и ремонту за весь период эксплуатации. Например, по мере технического использования МС в формуляр заносятся сведения о замене и восстановлении деталей, о наработке МС с начала эксплуатации, о моменте возникновения неисправностей и отказов. В формуляре записываются способы отыскания и устранения неисправностей и затраченное на них время. Формуляр является единственным из эксплуатационных документов, в котором отражаются все изменения, происходящие с ПР в процессе эксплуатации. По этой причине формуляр всегда хранится совместно с изделием.

Паспорт предназначен для тех же целей, что и формуляр. Он выпускается для МС, гидравлических, пневматических и электрических устройств и приборов, поставляемых по ТУ.

Ведомости ЗИПа являются документами, определяющими номенклатуру, необходимое количество, назначение и укладку запасных частей, инструмента, принадлежностей и материалов, необходимых для обеспечения и восстановления работоспособности ПР в течение всего периода эксплуатации, включая заводской средний ремонт с выводом ПР из эксплуатации.

Ведомость эксплуатационных документов содержит перечень документов с указанием мест их укладки.

Перед первоначальным включением ПР в работу обслуживающий персонал должен тщательно изучить основной эксплуатационный документ — техническое описание и инструкцию по эксплуатации как на ПР, так и на устройство управления. Особо внимательно необходимо

Список вопросов

1. Требования к персоналу который занимается эксплуатацией электромехатронных систем движения?
2. Для чего проводится вводный инструктаж?
3. Что такое эксплуатационная документация?
4. Каким требованиям должны удовлетворять эксплуатационные документы?
5. Что такое инструкция по техническому обслуживанию?
6. Что указывают в инструкции по техническому обслуживанию?

7. ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Детализация самостоятельной работы представлена в таблице 4.

Таблица 4

№ п/п	Виды самостоятельной работы (детализация)	Трудоемкость (час)	Контроль выполнения работы (Опрос, тест, дом. задание и т.д.)
1.	Подготовка к практическим занятиям (~0,5-1 час на 2 часа занятий).	12	Проверка на практ. занятиях
2.	Изучение тем (вопросов) теоретической части курса, отводимых на самостоятельную проработку.	0	
3.	Состав и содержание технической документации для производства монтажных работ	12	Проверка конспектов самостоятельного изучения
4.	Наладка механических систем электромехатронных систем	12	Проверка конспектов самостоятельного изучения
5.	Эксплуатация электромехатронных систем в гибких производственных системах	9	Проверка конспектов самостоятельного изучения
ИТОГО		45	

Отчет предоставляется в виде конспекта лекций по данной теме. Рекомендуемый объем конспекта лекций по каждой теме 10-15 стр.

Литература

1. Огарков С.Ю. Диагностика электромеханических систем: Текст лекций / С.Ю. Огарков, А.В. Соколов. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2003. – 55 с.
2. Технические средства диагностирования: Справочник / Под ред. В.В. Ключева. – М.: Машиностроение, 1989. – 349 с.
3. Фолкенберри Л.М. Справочное пособие по ремонту электрических и электронных систем. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 284 с.
4. Малахов М, В. Монтаж, наладка, эксплуатация и ремонт промышленных роботов / М.В. Малахов, Н. А. Нейбергер, Г. Н. Сидорин. — М.: Металлургия, 1989. - 224 с.
5. ГОСТ 2.601-2006 ЕСКД. Эксплуатационные документы
6. ГОСТ 2.602-95 ЕСКД. Ремонтные документы
7. ГОСТ 2.603-68 ЕСКД. Внесение изменений в эксплуатационную и ремонтную документацию
8. ГОСТ 2.610-2006 ЕСКД. Правила выполнения эксплуатационных документов

ПРОБЛЕМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРОМЕХАТРОННЫХ СИСТЕМ

Методические указания к практическим занятиям и самостоятельной работе по дисциплинам: **«Проблемы эксплуатации электромехатронных систем»** для магистрантов 6 курса, обучающихся по направлению 220000.68 «Инноватика» по магистерской программе «Управление инновациями в мехатронике и робототехнике" и **«Проблемы эксплуатации электромехатронных систем движения»** для магистрантов 6 курса, обучающихся по направлению 221000.68 «Мехатроника и робототехника» по магистерской программе «Проектирование и исследование мультикоординатных электромехатронных систем движения"

Составитель

Щербинин Сергей Васильевич

Подписано к печати
Формат 60x84/16. Бумага офсетная
Печать RISO. Усл.печ.л. Уч.-изд.л.
Тираж 50 экз. Заказ . Бесплатно