

«УТВЕРЖДАЮ»
Начальник управления персоналом

/ О.А. Власова
«26» 10 2022г.



ОСНОВНАЯ ПРОГРАММА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ
программа профессиональной подготовки по профессиям
рабочих, должностях служащих

Профессия – Монтажник тензорезисторов 2-3 разряда

Код профессии – 14639

ФГУ «ЦАГИ»
г. Жуковский

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Основная программа профессионального обучения – профессиональной подготовки по профессиям рабочих, должностям служащих по профессии «Монтажник тензорезисторов» 2-3 разряда (далее – Программа) ориентирована на требования действующего Единого тарифно-квалификационного справочника работ и профессий рабочих (выпуск 22, раздел «Производство и ремонт летательных аппаратов, двигателей и их оборудования»).

Программа содержит квалификационную характеристику, учебный план, календарный учебный график, тематические планы и программы теоретического и производственного обучения, экзаменационные билеты и список литературы.

Цель программы – получение новых компетенций по профессии «Монтажник тензорезисторов» 2-3 разряда, необходимых для профессиональной деятельности.

Категория обучаемых – лица в возрасте от 18 лет, имеющие среднее общее образование.

Продолжительность (трудоемкость) обучения – 300 часов. Срок обучения – 3 месяца.

Режим занятий – 4-8 академических часов в день.

Форма обучения – очная (с отрывом от производства).

Планируемые результаты обучения: обучаемый в результате освоения программы должен обладать профессиональными компетенциями, а также знаниями и умениями, предусмотренными квалификационной характеристикой профессии «Монтажник тензорезисторов» 2-3 разряда.

Квалификационные характеристики составлены в соответствии с действующим Единым тарифно-квалификационным справочником работ и профессий рабочих (выпуск 22, раздел «Производство и ремонт летательных аппаратов, двигателей и их оборудования»).

В процессе обучения особое внимание должно быть обращено на необходимость прочного усвоения и выполнения всех требований и правил безопасности труда.

Организационно-педагогические условия реализации программы:

Обучение может проводиться как групповым, так и индивидуальным методами. Количество часов, отводимое на изучение отдельных тем программ, последовательность их изучения в случае необходимости разрешается изменять при условии, что программы будут выполнены полностью по содержанию и общему количеству часов. Даты обучения определяются при наборе группы на обучение или при организации обучения в индивидуальном порядке. Инструкторы производственного обучения должны иметь на один-два разряда по профессии рабочего выше, чем предусмотрено для обучающихся. Программа предусматривает промежуточную аттестацию в виде зачета по предмету «Материаловедение». Программой предусматриваются информационные, диалоговые лекции, а также практические занятия.

По окончании обучения каждый обучаемый сдает квалификационный экзамен. Лицам, успешно освоившим профессиональную программу и прошедшим итоговую аттестацию, выдаются документы о квалификации, форма которых установлена институтом.

Материально-техническое обеспечение реализации программы:

- учебный кабинет, оснащённый столами для обучающихся, стульями, классной доской, рабочим столом преподавателя;

- участок цеха с оборудованием.

ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПОДГОТОВКА
рабочих по профессии «Монтажник тензорезисторов» на 2-3 разряд

КВАЛИФИКАЦИОННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Профессия – монтажник тензорезисторов

Квалификация – 2-й разряд

Характеристика работ. Подготовка проводов, жгутов, кабелей, клеммников и разъемов для монтажа тензорезисторов. Распайка выводных проводников тензорезисторов на двух-, четырехштырьковый клеммник. Крепление клеммников. Прокладка соединительных кабелей на деталях, конструкциях и натуральных объектах. Предварительная подготовка поверхностей деталей тензорезисторов к монтажу (зачистка, промывка, обезжиривание и т.д.). Приготовление флюса по инструкции. Соединение проводов пайкой.

Должен знать: марки проводов, кабелей, разъемов, клеев, растворителей, припоев; правила пользования контрольно-измерительным инструментом; технологию пайки проводников.

Примеры работ

1. Динамометры, датчики давления - зачистка, промывка, нанесение влагозащитного покрытия.
2. Кабели соединительные - профилактический ремонт.

Квалификация – 3-й разряд

Характеристика работ. Монтаж, наклейка датчиков трещин, датчиков усталости и др. по схемам на одно- и двухкомпонентные измерительные устройства и на отдельные агрегаты натуральных объектов в лабораторных условиях. Монтаж тензорезисторов пайкой и распайка несложных измерительных схем. Наклейка: динамометрических и термостойких тензорезисторов с применением клеев горячей сушки в термостатах или печах, тензорезисторов на предварительно нанесенный и термообработанный лаковый подслои. Нанесение на тензорезисторы влагостойких покрытий. Монтаж тензорезисторов по схемам на объекты в легкодоступных местах.

Должен знать: назначение и принцип работы тензорезисторов, датчиков трещин и датчиков усталости; принцип работы электронного измерителя информации; основы электротехники переменного и постоянного токов; основные сведения об электрических величинах; правила установки деталей, приборов и последовательность их включения в общую схему; способы определения повреждений датчиков; технологические и электрические свойства применяемых токопроводящих и изоляционных материалов; порядок записи и измерения величины деформации с построением графиков; назначение и условия применения используемых монтажных инструментов, приспособлений, контрольно-измерительных приборов.

Примеры работ

1. Датчики давления - наклейка и монтаж тензорезисторов.
2. Детали прямолинейных контуров - монтаж тензорезисторов для испытаний на вибростенде.
3. Панели крыльев летательных аппаратов - наклейка и монтаж тензорезисторов по схемам в лабораторных условиях.
4. Тензорезисторы - наклейка и монтаж на однокомпонентное измерительное устройство.

УЧЕБНЫЙ ПЛАН
для профессиональной подготовки рабочих по профессии
«Монтажник тензорезисторов» на 2-3 разряд

№ п/п	Темы	Количество часов			Форма контроля
		лекции	практика	самостоятельная работа	
1	Теоретическое обучение				
1.1	Материаловедение	13	-	-	зачет
1.2	Основы электротехники	16	-	-	
1.3	Чтение чертежей и схем	8	-	-	-
1.4	Специальная технология	108	-	26	-
2	Производственное обучение	2	66	53	-
	Квалификационный экзамен	-	-	8	экзамен
	ИТОГО	147	66	87	
		300			

КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК

№ п/п	Разделы	Недели												Всего часов
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
		Количество часов в неделю												
1	Теоретическое обучение	30	30	30	30	31	20	-	-	-	-	-	-	171
2	Производственное обучение	-	-	-	-	-	20	20	20	20	20	21	-	121
3	Квалификационный экзамен	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	8
	ИТОГО	30	30	30	30	31	40	20	20	20	20	21	8	300

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

1. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН И ПРОГРАММА ТЕОРЕТИЧЕСКОГО ОБУЧЕНИЯ

№ п/п	Наименование темы	Кол-во часов
1	Материаловедение	13
2	Основы электротехники	16
3	Чтение чертежей и схем	8
4	Специальная технология	
4.1	Основные сведения о производстве и организации рабочего места	2
4.2	Элементарные сведения о сопротивлении материалов	18
4.3	Контрольно-измерительные приборы и аппаратура	34
4.4	Устройство и принцип действия проволочных тензодатчиков	32
4.5	Технологический процесс наклейки и монтажа тензодатчиков	40
4.6	Охрана труда	8
	ИТОГО	171

ПРОГРАММА

Тема 1. Материаловедение

Общие сведения об электротехнических материалах, их классификация.

Проводниковые материалы: медь, алюминий, сталь (их свойства и применение в электромонтажных работах) марки проводов и кабелей, применяемых при монтаже тензодатчиков. Термостойкие провода.

Металлы и сплавы высокого сопротивления: константан, нихром, манганин, копель, алюмель, хромель, платина (их свойства и применение при изготовлении тензодатчиков, катушек сопротивления и термопар).

Электроизоляционные материалы. Общие сведения об электроизоляционных материалах. Волокнистые электроизоляционные материалы: пряжа, ткани, лента, бумаги, картон, фибра (их свойства и применение).

Материалы для пропитывания волокнистых электроизоляционных материалов: смолы, лаки, битумы, воскообразные вещества (их свойства и применение).

Лакоткани, стеклоткани, гетинакс, текстолит, слюда, хлорвиниловые трубки, керамические материалы (их свойства и применение в электромонтажных работах).

Вспомогательные материалы. Мягкие и твердые припои и флюсы. Клеи, применяемые при наклейке тензодатчиков. Требования к клеям и правила их хранения.

Растворители и промывочные материалы.

Тема 2. Основы электротехники

Электрический ток. Электрическая цепь. Закон Ома. Электрическое сопротивление и проводимость. Параллельное и последовательное соединение проводников. Измерительные приборы. Электродвигатели постоянного тока. Электронные и полупроводниковые приборы.

Тема 3. Чтение чертежей и схем

Значение схем и чертежей в технике. Обозначение и надписи на схемах и чертежах. Нанесение размеров и условных обозначений. Разрезы, сечения, виды.

Чертежи-схемы. Условные обозначения в электромонтажных схемах. Обозначение на схемах тензодатчиков, клеммников, измерительных приборов, мест соединений проводов (пайки, сварки и др.)

Тема 4. Специальная технология

4.1 Основные сведения о производстве и организации рабочего места

Производственные процессы испытательного цеха и его оборудование. Задача тензометрирования конструкций в самолетостроении. Рабочее место монтажника тензодатчиков, его организация и техническое обслуживание. Правила внутреннего распорядка.

4.2 Элементарные сведения о сопротивлении материалов

Задачи исследования прочности конструкции в институте. Возникновение деформаций под действием внешних сил. Упругие и неупругие деформации тел. Растяжение, сжатие. Напряжение. Связь между действующей силой и напряжением. Относительное удлинение и его связь с напряжением. Закон Гука. Модуль упругости.

Экспериментальное измерение деформаций. Определение напряжений по деформации и модулю упругости. Способы измерения деформаций. Механические и механо-оптические приборы (тензометры) для измерения деформаций, недостатки этих приборов.

Измерение деформаций с помощью проволочных тензодатчиков сопротивлений.

Преимущество способа измерения деформаций с помощью проволочных тензодатчиков (простота изготовления и наклейки, малый вес и толщина, дистанционность, массовость применения, возможность измерения деформаций в труднодоступных местах и в процессе динамических испытаний).

4.3 Контрольно-измерительные приборы и аппаратура

Измерение сопротивлений. Измерение сопротивления нулевым методом. Мостик Уитстона. Устройство мостика для измерения сопротивления. Омметры.

Приборы для измерения силы тока и напряжения. Приборы с магнитноэлектрической, электромагнитной и электродинамической системой. Устройство амперметра, вольтметра и гальванометра. Стрелочные и зеркальные гальванометры. Потенциометры, их применение. Компенсационный метод измерения.

Электронные измерительные приборы и аппаратура. Классификация приборов по назначению. Приборы для измерения статических и динамических деформаций. Блок-схемы приборов. Назначение отдельных блоков приборов (генератор, усилитель, преобразователь, регистрирующие элементы). Приборы с печатающим механизмом. Запись в виде цифр на ленте. Запись в виде графиков. Осциллографы и их устройство. Катодные осциллографы. Осциллографы с записью на фотобумаге.

Схемы присоединения тензодатчиков к каждому виду аппаратуры.

4.4 Устройство и принцип действия проволочных тензодатчиков

Общие сведения о тензодатчиках. Классификация тензодатчиков по их назначению (для статических и динамических испытаний), по материалам основы и клея (бумажные, пленочные, цементные), по температурным параметрам (для низких и высоких температур), по форме проволочной решетки: петлевые (зигзагообразные) и спиральные (витые), тензодатчики с чувствительным элементом из фольги.

Элементы тензодатчика: тензочувствительная проволока, клей, основа, выводные проводники, их назначение.

Физические и химические явления в лаках и клеях. Свойства клеев и лаков, смачивающая способность. Адгезия. Вязкость. Сухой остаток. Скорость высыхания. Требования к лакам и клеям. взаимодействие лака и клея со склеиваемой поверхностью. Механические силы сцепления. Образование лаковых пленок. испарение растворителя. процессы в пленках и их старение.

Лаки с превращаемыми пленкообразователями (шеллак, канифоль, битумы). Лаки с не превращаемыми высокомолекулярными пленкообразователями (перхлорвинил, эфиры, целлюлоза)

Принцип действия Проволочных тензодатчиков. Явления, происходящие в проволочном тензодатчике при его деформации (деформация слоя клея, основы и проволоки), при прохождении тока (нагрев проволоки, клея, основы, изменения сопротивления), при изменении температуры. Тензочувствительность проволоки. Зависимость между сопротивлением и деформацией. Величины коэффициента тензочувствительности проволок из различных материалов. Требования к ним предъявляемые. Способ определения тензочувствительности. Способы определения и уменьшения температурных колебаний на измеряемых поверхностях. Ползучесть тензодатчика. Явление ползучести и ее причины. Способ определения ползучести. Диаграмма. Зависимость ползучести от свойств клея, температуры, влажности и от качества наклейки тензодатчиков. Влияние влаги на тензодатчики, изменение сопротивления изоляции между датчиком и поверхностью, на которую он наклеен.

4.5 Технологический процесс наклейки и монтажа тензодатчиков

Общее понятие о технологическом процессе технологический процесс наклейки и монтажа тензодатчиков. Элементы технологического процесса. Определение последовательности операций и переходов. Подбор приспособлений и инструментов для каждой операции.

Наклейка тензодатчиков. Оборудование, инструмент и приспособления, применяемые при наклейке и сушке тензодатчиков.

Процесс подготовки поверхности конструкций к наклейке тензодатчиков. Необходимость тщательной зачистки и промывки растворителями поверхности под наклейку тензодатчиков. Способы зачистки поверхности. Способы разметки поверхности для наклейки тензодатчиков по заданной схеме. Приемы нанесения клея на поверхность основы тензодатчиков. Режимы сушки клея перед наклейкой. Приемы наклейки тензодатчиков. Способы определения прочности приклеивания тензодатчиков, способы защиты тензодатчиков от влияния влаги. Тепловая обработка наклеенных тензодатчиков. Режимы тепловой обработки наклеенных тензодатчиков. Способы контроля тензодатчиков в процессе наклейки, сушки и тепловой обработки. влияние качества наклейки на измерительные характеристики тензодатчиков.

Соединение тензодатчиков в схему. Порядок соединения тензодатчиков в измерительные схемы (мосты) с одним и несколькими рабочими тензодатчиками, с рабочим и компенсационным тензодатчиками. Расположение и соединение тензодатчиков в схему при измерении деформаций: растяжение, сжатие, изгиба, кручения. Определение главных направлений деформаций. Принцип устройства динамометров. Чувствительность динамометра. Схемы соединения тензодатчиков и динамометрических устройств для измерения сил и моментов.

Электромонтажные работы. Оборудование, инструмент и приспособления, применяемые при монтаже тензодатчиков. Типы проводов. Правила выбора проводов, заготовка и маркировка. Способы изготовления жгутов и кабелей из проводов. Заделка концов проводов в наконечники.

Способы соединения проводов паянием и сваркой. Применяемые припои и флюсы. Особенности монтажа для испытаний при повышенных температурах. Соединение проводов электросваркой. Способы крепления проводов, клеммных колодок и другой электроарматуры на поверхности вращающихся деталей (лопастей винтов и др.)

Возможные дефекты при монтаже тензодатчиков и меры их предупреждения.

4.6 Охрана труда

Техника безопасности. Задачи техники безопасности, мероприятия по технике безопасности на территории, в аэродинамических трубах и стендах.

Промышленная санитария. Задачи промышленной санитарии. Основные профилактические и защитные мероприятия при работе в условиях обдува встречным потоком и повышенной влажности. Первая помощь при несчастных случаях.

Противопожарные мероприятия. Причины возникновения пожаров в цехах и на территории предприятия. Противопожарные мероприятия. Пожарные посты, противопожарные приспособления, сигнализация. Правила поведения в огнеопасных местах и при пожаре.

Электробезопасность.

2. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН И ПРОГРАММА ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБУЧЕНИЯ

№ п/п	Наименование темы	Кол-во часов
1	Инструктаж по технике безопасности и ознакомление с производством	2
2	Изучение операций и работ по изготовлению тензодатчиков	10
3	Изучение операций и работ по наклейке тензодатчиков	20
4	Изучение электромонтажных работ по соединению тензодатчиков в измерительные схемы	20
5	Работа с контрольно-измерительными приборами и аппаратурой	16
6	Самостоятельное выполнение работ сложностью 2-3 разряда	53
7	Квалификационный экзамен	8
	ИТОГО:	129

ПРОГРАММА

Тема 1. Инструктаж по технике безопасности и ознакомление с производством

Инструктаж по охране труда. Экскурсия с целью практического ознакомления обучающихся с экспериментальным оборудованием и методикой подготовки и проведения испытаний в аэродинамических трубах, стендах.

Ознакомление с рабочим местом и работой монтажника тензодатчиков.

Инструктаж по охране труда на рабочем месте.

Тема 2. Изучение операций и работ по изготовлению тензодатчиков

Ознакомление с приспособлениями для полуавтоматической намотки тензодатчиков. Намотка тензодатчиков и катушек сопротивлений. Подготовка основы тензодатчиков (пропитка клеем, нарезка заготовок). Установка необходимой базы тензодатчика. Приклеивание решетки к основе.

Ознакомление с инструментом и приспособлениями для пайки и приварки проводов, подготовка их к работе. Пайка и приварка проводов. Флюсы для пайки. Подгонка сопротивления тензодатчиков. Прессовка и проверка качества тензодатчиков. Сортировка тензодатчиков по сопротивлению. Упаковка тензодатчиков.
Определение коэффициента тензочувствительности.

Тема 3. Изучение операций и работ по наклейке тензодатчиков

Подготовка соединительных проводов: выбор марки и длины проводов в зависимости от условий применения, зачистка концов проводов от изоляции. Маркировка проводов. Подготовка клеммных колодок к монтажу. Крепление колодок на конструкцию. Наложение бандажей и скобок для крепления кабелей, жгутов и проводов.

Присоединение выводных проводов тензодатчиков к соединительным проводам посредством пайки или сварки. Выполнение работ по соединению тензодатчиков в измерительные мосты. Монтаж измерительных мостов. Монтаж измерительных схем при испытаниях в условиях повышенных температур. Монтаж тензодатчиков на динамометрических устройствах. Соединение катушек сопротивлений в измерительные схемы. Крепление соединительных проводов на динамометрических устройствах. Нанесение влагостойких покрытий на соединительные провода и клеммные колодки. Монтаж динамометрических устройств.

Тема 4. Работа с контрольно-измерительными приборами и аппаратурой

Подготовка приборов к контролю. Практические навыки по измерению сопротивления тестером и мостом для измерения сопротивления. Пользование пробником. Применение меганометра. Практические навыки по измерению сопротивления изоляции между тензочувствительным элементом тензодатчика и поверхностью конструкции.

Ознакомление с измерительной аппаратурой. Балансировка измерительных мостов с помощью дополнительных сопротивлений.

Обнаружение обрывов в проводах и тензодатчиках из схемы и замена их другими.

Ознакомление с устройством аппаратуры для регистрации динамических процессов (осциллографами, катодными осциллографами и др. Токоъемники и их присоединение к измерительным схемам

Самостоятельное выполнение работ сложностью 2-3 разряда

КВАЛИФИКАЦИОННЫЙ ЭКЗАМЕН

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ БИЛЕТЫ

Билет №1

1. Метод образования чертежей.
2. Однофазный переменный ток.
3. Требования к лакам и клеям.

Билет №2

1. Закон Ома.
2. Техника безопасности на производстве.
3. Определение коэффициента тензочувствительности.

Билет №3

1. Обозначение на чертежах сварки, пайки, клееных соединений.
2. Оборудование, инструмент и приспособления, применяемые при наклейке и сушке тензодатчиков.
3. Растворители и промывочные материалы.

Билет №4

1. Приборы для измерения силы тока и напряжения.
2. Электродвигатели постоянного тока.
3. Техника безопасности на предприятии.

Билет №5

1. Электрическая цепь.
2. Подготовка приборов к контролю.
3. Способы контроля тензодатчиков в процессе наклейки, сушки и тепловой обработки.

Билет №6

1. Закон Ома.
2. Оборудование, инструмент и приспособления, применяемые при наклейке и сушке тензодатчиков.
3. Техника безопасности на предприятии.

Билет №7

1. Клеи, применяемые при наклейке тензодатчиков.
2. Требования к клеям и правила их хранения.
3. Обозначение на чертежах сварки, пайки, клееных соединений.

Билет №8

1. Электроизоляционные материалы.
2. Электрический ток.
3. Техника безопасности на предприятии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Заплатин В.Н. Основы материаловедения: учебник. – М.: Академия, 2017
2. Журавлева Л.В. Электроматериаловедение. – М.: Академия, 2013
3. Мартынова И.О. Электротехника. – М.: КНОРУС, 2015
4. Зайцев С.А. и др. Контрольно-измерительные приборы и инструменты. – М.: Академия, 2016

СОДЕРЖАНИЕ

Пояснительная записка	2
Квалификационная характеристика	3
Учебный план	4
Календарный учебный график	4
Рабочая программа	5
Экзаменационные билеты	10
Литература	11