

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально-педагогический
университет»

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ КОНТРОЛЯ ДЕТАЛИ «ВОДИЛО»

Пояснительная записка к Выпускной квалификационной работе

Идентификационный код ВКР: 389

Екатеринбург 2019

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально-педагогический
университет»

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:
Заведующий кафедрой ИММ
в машиностроении и металлургии
_____ Гузанов Б.Н.
«__» _____ 2019 г.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ КОНТРОЛЯ ДЕТАЛИ «ВОДИЛО»

Выпускная квалификационная работа

Исполнитель:
студентка группы КМ–401п

Ушакова Н.В.

Руководитель:
доцент, канд. пед. наук

Башкова С.А.

Нормоконтролер
Доцент, канд. техн. наук

Категоренко Ю.И.

Екатеринбург 2019

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	6
1 АНАЛИТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	8
1.1 Деятельность организации АО «УралТрансМаш».....	8
1.2 Технический контроль в системе управления качеством	10
1.3 Проектирование системы технического контроля	11
1.4. Разработка процессов технического контроля.....	13
2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА КОНТРОЛЯ ДЕТАЛИ «ВОДИЛО».....	18
2.1 Организация контроля в механических цехах	18
2.2 Структура отдела технического контроля.....	20
2.3 Служебное назначение детали.....	21
2.4. Технологичность конструкции.....	23
2.5. Технология изготовления и контроля детали «Водило».....	24
2.4 Технологический процесс технического контроля	26
2.5 Обоснование выбора вида и средства контроля	29
3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ.....	32
3.1 Описание координатно-измерительной машины Лапик-1200/2100	32
3.2 Разработка программы технического контроля детали «Водило»	37
3.3 Расчет исполнительных размеров калибра – пробки для контроля диаметра отверстия.....	45
3.4 Расчет исполнительных размеров калибра – скобы для контроля размера детали.....	47
4 Обзор и анализ действующих нормативных документов	49
5.1. Анализ целей повышения квалификации работников	52
5.2 Анализ профессионального стандарта	53
5.3 Анализ существующего плана подготовки персонала.....	53
5.4 Занятие по повышению квалификации работников.....	55
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	66
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	67

					44.03.04.389.ПЗ			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ КОНТРОЛЯ ДЕТАЛИ «ВОДИЛО»	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
Разраб.		Ушакова Н.В..					2	
Провер.		Башкова С.А.						
Реценз.								
Н. Контр.		Категоренко Ю.И						
Утверд.								
						РГПТУ каф.ИММ гр.КМ-401n 3		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа выполнена на 74 страницах, содержит 7 таблиц, 32 использованных источников, 3 приложения, графическую часть на 5 листах.

Ключевые слова: КОНТРОЛЬ, ДЕТАЛЬ, ПРОЦЕСС ТЕХНИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ, КАЛИБР, РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ КОНТРОЛЯ.

В выпускной квалификационной работе произведено усовершенствование процесса технического контроля детали «Водило».

В технологической части выпускной квалификационной работе описана технологичность детали и обоснование применения измерительных приборов, которое определяет целесообразность проведения мероприятий, связанное с разработкой программы контроля детали «Водило».

В конструкторской части разработан план контроля для детали «Водило» и спроектированы средства контроля.

					44.03.04.2389.ПЗ					
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ КОНТРОЛЯ ДЕТАЛИ «ВОДИЛО»					
<i>Разраб.</i>		Ушакова Н.В..						<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>		Башкова С.А.							2	
<i>Реценз.</i>								РГПТУ каф. ИММ гр.КМ-401n		
<i>Н. Контр.</i>		Категоренко								
<i>Утверд.</i>										

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

АО «Уралтрансмаш» - акционерное общество «Уралтрансмаш»

ОТК - Отдел технического контроля

ЕСКД - Единая Система Конструкторской документации

ЕСТД - Единая система технологической документации

ЕСТПП - Единая система технологической подготовки производства

ГСИ – Государственная система измерений

ТЗ - Техническое задание

ГОСТ – Государственный стандарт

Инов. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инов. № дубл.	Подпись и дата
Изм	Лист	№ документа	Подпись	

44.03.04.389.ПЗ

Лист
5

ВВЕДЕНИЕ

Машиностроение - одна из самых важных отраслей промышленности. Уровень развития машиностроения определяет дальнейшее развитие всей промышленности нашей страны. С каждым годом промышленность все больше и больше развивается. Многие операции, которые раньше выполнялись непосредственно рабочими станочниками, теперь выполняют машины. Эффективность производства значительно выросла, как и выросло качество выпускаемой продукции. Но, в наше время проблема некачественной продукции на производстве все еще остается актуальной. Именно поэтому внедрение операций технического контроля на всех стадия производственного процесса позволяет своевременно обнаруживать бракованные изделия, выявить причины и предотвратить брак последующей продукции.

Технический контроль – это важнейшая часть системы управления качеством продукции на предприятии. В системе технической подготовки производства технический контроль является неотъемлемой частью технологического процесса изготовления и ремонта изделия и разрабатывается в виде процесса технического контроля или операции технического контроля. Именно в процессе технического контроля выявляется соответствует ли выпускаемая продукция предприятия всем требованиям технической документации, и оценивается уровень качества продукции для обеспечения эксплуатационных характеристик изготавливаемой продукции.

Целью данной выпускной квалификационной работы является разработка технологи контроля детали «Водило», которое внедрено на производстве предприятия АО «УралТрансМаш».

Задачи выпускной квалификационной работы являются:

- проанализировать деятельность предприятия АО «УралТрансМаш»;
- привести описание конструкции, служебное назначение детали и проанализировать требования к параметрам детали;

Инов. № подл.	Подпись и дата
Взамен. инв. №	Инов. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм	Лист	№ документа	Подпись
-----	------	-------------	---------

44.03.04.389.ПЗ

Лист
6

~~разработать технологический процесс технического контроля;~~

- произвести выбор и обоснование средств контроля;
- спроектировать контрольное приспособление;
- разработать программы повышения квалификации специалистов по контролю качества.

Объект исследования – деятельность предприятия АО «УралТрансМаш».

Предмет исследования – разработка технологии контроля детали «Водило».

Функция водила сводится к восприятию усилий, стремящихся повернуть сателлиты и сохранение межцентровых расстояний зубчатых пар в планетарной передаче.

Водило не дает возможность отклоняться сателлитам от траектории при своем движении по окружности и сохраняет параллельность их осей относительно центральной оси. Центральной осью является ось водила.

Планетарные передачи используются как редукторы в силовых передачах и приборах, в коробках передач автомобилей и другой самоходной технике.

При проведении выпускных квалификационных работ необходимо предусмотреть рациональное сочетание методов, средств измерения и контроля, предусмотреть сокращение времени на проведение технического контроля и, обеспечить требуемое качество изготавливаемой продукции в соответствии с технологической документацией.

№ подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

1 АНАЛИТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1 Деятельность организации АО «УралТрансМаш»

«Уральский завод транспортного машиностроения» — одно из старейших предприятий Урала: его история насчитывает более двухсот лет. Начало предприятию положила основанная в 1817 году в Екатеринбурге золотопромышленная фабрика. Через тридцать лет на её месте построили машиностроительный завод, делающий паровые машины, котлы, локомобили, оборудование для горнодобывающей промышленности.

Современная история предприятия началась во время Великой Отечественной войны. Во второй половине 1941 года в корпусах завода разместились коллективы эвакуированных предприятий из Москвы, Подольска и Сталинграда. Начался монтаж нового оборудования и вскоре с завода отправился на фронт первый легкий танк Т-60. В течение первого полугодия производства на заводе изготовили 1238 легких танков.

С тех пор на заводе было разработано или модернизировано около сорока видов изделий военной техники. На предприятии работает конструкторское бюро, создавшее ряд новых военных изделий.

В 1989 году «Уралтрансмаш» выпустил свою первую самоходную гаубицу 2С19 «Мста-С». Модификации «Мста-С» и сейчас поставляются в российскую армию. В частности, в ноябре 2011 года войска Южного военного округа в Чеченской республике получили 26 новых самоходных гаубиц 2С19М1 «Мста-С», которые заменили устаревшие установки 2С3 «Акация».

Сегодня АО «Уралтрансмаш» единственный в России производитель самоходных артиллерийских установок.

С начала 90-х АО «Уралтрансмаш» начал разработку и производство трамваев. В 1999 году на маршрут выпущена первая модель трамвая – 71402. В процессе модернизации выпущены следующие модели трамваев: 71403, 71 405, 71 405 11, 71 407, 71 409, 71 412, 71 414 [1].

44.03.04.389.ПЗ

Лист

8

Инов. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инов. № дубл.	Подпись и дата
Изм	Лист	№ документа	Подпись	

Предприятие более 10 лет производит трамваи, которые оценили не только жители многих городов России, но и работники трамвайных депо. Трамвай, сконструированный в АО «Уралтрансмаш», по своим техническим характеристикам – один из самых современных в стране. Одно из ключевых преимуществ – это используемый преобразователь, который позволяет возвращать электроэнергию в сеть, что экономит до 40 процентов потребляемой электроэнергии.

Сегодня на предприятии осуществляется масштабная модернизация цехов, что позволит увеличить не только количество продукции, но и столько актуальное качество.

Технический потенциал предприятия объединяет литейное, кузнечное, термическое, сварочное, механообрабатывающее, инструментальное производства и позволяет выполнять широчайший спектр технологических операций.

Помимо военной продукции АО «Уралтрансмаш» производит станки качалки для добычи нефти, лебедки для пассажирских и грузовых лифтов, низкопольные трамваи [2].

Научные, конструкторские и технологические разработки, накопленные в процессе выпуска изделий военного назначения, успешно используются при освоении и изготовлении гражданской продукции.

На предприятии АО «Уралтрансмаш» используются новейшие виды обработки металлов: электронно-лучевая сварка, лазерная резка, литье по выплавляемым моделям, газотермическое напыление, литье под давлением, организовано производство деталей из пластмасс и порошков, созданы участки станков с ЧПУ, роботизированные линии.

Система менеджмента качества (СМК), действует на предприятии с 2009г. В настоящее время на предприятии разработана, утверждена и функционирует СМК, основным документом является «Руководство по качеству». На данный момент предприятие имеет действующий сертификат

44.03.04.389.ПЗ

Лист

9

Инов. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата
Изм	Лист	№ документа	Подпись	

соответствия системы менеджмента качества № ВР 30.1.8865 –2015 ,
выданный ООО «Ростексерт» 17 мая 2015 г.

1.2 Технический контроль в системе управления качеством

Технический контроль – это проверка соответствия продукции установленным техническим требованиям.

Основной задачей технического контроля является проверка соответствия или несоответствия продукции установленным техническим требованиям, оговорённым стандартам, технологической документацией, техническими условиями и другой нормативно-технической документацией. Таким образом, техническому контролю отводится роль инструмента, призванного отсеивать годную продукцию от негодной. Ответственность за поступление к потребителю дефектной продукции ложится на службу технического контроля.

Технический контроль на предприятиях осуществляют отделы технического контроля (далее ОТК). Главная обязанность ОТК — контроль качества выпускаемой заводом продукции в строгом соответствии со стандартами, техническими условиями, ведомственными нормами, эталонами, чертежами и утвержденным технологическим процессом.

В настоящее время технический контроль рассматривается как равноправный и неотъемлемый элемент системы управления качеством продукции на предприятии.

Основной задачей технического контроля является предотвращение выпуска бракованной продукции посредством получения информации о состоянии технологического процесса или его результаты для последующей разработки решений по действующим воздействиям. Из этого следует, что информация о качестве продукции, постоянно накапливающаяся в службах

Изн. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата
--------------	----------------	----------------	--------------	----------------

технического контроля, является очень ценной. Её правильное и своевременное использование позволяет управлять качеством продукции, быстро совершенствовать технологию производства, осуществлять необходимое регулирование технологического оборудования в наиболее оптимальные сроки, не дожидаясь появления бракованной продукции, предоставлять потребителям продукции твердые гарантии о поддержание качественной продукции в поставленной партии и решение многих других задач контроля качества продукции.

Весь технический контроль на производстве функционирует как система. Система контроля качества продукции действует как совокупность взаимосвязанных объектов и субъектов контроля, используемых видов, методов и средств оценки качества продукции и профилактики брака на различных этапах жизненного цикла продукции и уровнях управления качеством. Эффективная система контроля позволяет осуществлять своевременное и целенаправленное воздействие на уровень качества выпускаемой продукции, предупреждать всевозможные сбои и недостатки в работе, обеспечивать их оперативное выявление и ликвидацию с наименьшими затратами ресурсов.

В системе технического контроля выделяют подсистемы: технологии контроля качества и организации контроля качества, рассматриваемую как множество форм и организационных структур технического контроля [3].

1.3 Проектирование системы технического контроля

Проектирование систем технического контроля состоит из проектирования технологии, то есть процессов технического контроля и организации технического контроля, проектирование которых в свою очередь состоит из описания хода и объема контроля, в определении

Изн. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Изн. № дубл.	Подпись и дата

операций контроля, средств контроля и состава исполнителей, в выборе видов и форм технического контроля и др.

Итогом проектирования технического контроля должны быть проектные документы в виде ведомости операций контроля, операционных карт и других документов. При проведении проектирования технического контроля нужно обосновать и его экономическую эффективность. Обеспечить минимальные затраты на проведении контроля при установленной доверенности контроля.

Правильный учёт затрат на технический контроль позволяет получить информацию о резервах оптимизации расходов по оценке и регулированию качества изделий, обеспечить создание экономической базы для планирования и текущего финансирования затрат. Он даёт возможность ввести стимулы к снижению расходов на контроль, определить и экономически обосновать наиболее эффективные мероприятия, который направлены на совершенствование системы контроля и повышение качества продукции [4].

На предприятии проектирование системы технического контроля осуществляется при создании системы технического контроля, совершенствовании системы технической подготовки производства, управления производством и системы управления качеством, и целевом совершенствовании системы технического контроля.

Проектирование самой системы технического контроля состоит из разработки рабочего проекта, технического проекта, а также разработки технического задания. Основа проектирования – это комплексная документация [25].

Техническое задание является тем исходным документом, необходимым для разработки документации по совершенствованию системы контроля на предприятии. Техническое задание составляется по результатам анализа показателей существующей системы технического контроля и утверждается руководством предприятия.

Ив. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Ив. № дубл.	Подпись и дата
-------------	----------------	----------------	-------------	----------------

На основании технического задания разрабатывают технический и рабочий проекты. Руководящую и методическую роль по разработке и совершенствованию системы технического контроля на предприятии осуществляет бюро по управлению качеством.

На стадии разработки проекта системы контроля принимают основные организационные и технические решения, которые устанавливают структуру системы. Только утверждённый технический проект является основанием для разработки рабочего проекта, который является завершающим этапом работ по созданию рабочей документации при совершенствовании системы технического контроля на предприятии. Во время работ детализируются и развиваются проектные решения по совершенствованию системы контроля, заложенные на стадиях технического задания и проекта. В рабочем проекте системы технического контроля предусматривается разработка комплекса конкретных технических документов в соответствии с задачами, поставленными на стадии технического задания и проекта. Так же должны быть учтены требования, которые были установлены в ранее разработанных и действующих на предприятии документах, стандартах, ЕСКД, ЕСТД, ЕСТПП и др.

Функционирование системы технического контроля на уровне предприятия обеспечивается применением комплекса государственных и отраслевых стандартов, а также нормативно-технической документацией предприятия, реализующих, конкретизирующих и развивающих отдельные положения государственных и отраслевых стандартов системы технического контроля применительно к специфике предприятия.

1.4. Разработка процессов технического контроля

Технический контроль разрабатывается в виде процессов и операций технического контроля для входного, операционного и приёмочного контроля. Разработка процесса технического контроля изделий, технологических процессов осуществляют для изделий, конструкции

Инов. № подл.	Подпись и дата	Взамн. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

Изм	Лист	№ документа	Подпись		44.03.04.389.ПЗ	Лист
						13

которых отработаны на технологичность при техническом контроле. Процесс технического контроля является неотъемлемой частью технологического процесса изготовления и испытания.

При разработке методик и технологии контроля нужно руководствоваться следующими требованиями:

- контроль нужно осуществлять в условиях, которые будут максимально приближены к условиям эксплуатации;
- контроль должен быть непрерывным, охватывающим все этапы производства, а также профилактическим, чтобы предотвратить поступление дефектной продукции на следующий этап производственного цикла;
- контроль обязан быть активным и влиять на качество производственного процесса;
- контроль нужно проводить с помощью объективных средств, а не зависеть от субъективных особенностей исполнителя контроля;
- контроль проводится на основе безусловной ответственности исполнителя за качество выпускаемой продукции и качество выполняемых работ; предусматриваются также совмещение операций обработки и контроля [5].

В таблице 1 представлены основные этапы разработки процессов контроля, последовательность этапов, задачи, которые решаются на каждом этапе, и основные документы, обеспечивающие решение этих задач, а также установленные рекомендациями по технологическому проектированию технического контроля ГОСТ Р 50-609-40-01 [6].

Инв. № подл.	Подпись и дата
Взамен. инв. №	Инв. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Таблица 1 – Основные этапы разработки процессов контроля

Этапы разработки процессов контроля	Задачи, решаемые на этапе	Основные документы, обеспечивающие решение задач
1	2	3
Подбор, анализ исходных материалов для разработки процессов	<p>Ознакомление с изделием, и требованиям к изготовлению, испытаниям, ремонту и его эксплуатации.</p> <p>Подбор и анализ справочной информации, которая необходима для разработки технологического процесса контроля</p>	<p>Конструкторская и технологическая документация на изделие, на его изготовление, испытание и ремонт.</p> <p>Программа и срок изготовления. Нормативные документы, производственные инструкции на проведение контроля. Так же каталоги, номенклатурные справочники прогрессивных средств контроля</p>
Классификация объектов контроля	Создание групп объектов контроля, обладающих идентичными контролируемыми признаками. Выбор типовых представителей групп объектов контроля	Классификатор объектов контроля
Выбор объектов и видов контроля	<p>Оценка стабильности процесса изготовления, испытания и ремонта. Определение номенклатуры объектов контроля, состояние качества которых влияет на качество выпускаемой продукции (контроль этих объектов обязателен).</p> <p>Определение технических требований на операции контроля</p>	Методика выбора объекта контроля

Инов. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата
Изм	Лист	№ документа	Подпись	

Продолжение таблицы 1

1	2	3
Выбор действующего типового процесса технического контроля (или поиск аналога)	Отнесение объекта контроля к действующему типовому, групповому или единичному процессу контроля с учетом количественной оценки групп изделий	Документация единичных, групповых и типовых процессов технического контроля для данной группы изделий. Документация перспективных процессов контроля для данной группы изделий. Технологическая документация на ремонт, испытание и изготовления изделия
Составление технологического маршрута процесса технического контроля	Обеспечение своевременного выявления и устранения дефектов. Определение точек технологического процесса изготовления и ремонта, в которых должен проводиться технический контроль	Методика размещения постов контроля по технологическому процессу ремонта, испытания и изготовления
Выбор контролируемых параметров	Определение номенклатуры контролируемых параметров, подвергаемых контролю	Методика выбора контролируемых параметров
Разработка технологических операций технического контроля	Рациональное построение операций контроля. Установление последовательности выполнения переходов контроля	Классификаторы технологических операций и переходов технического контроля
Определение объёма контроля	Рациональное назначение выборок в партии объектов контроля	Стандарты и методические материалы системы управления качеством продукции по статическим методам контроля

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Изн.	№ подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Изн. № дубл.	Подпись и дата
-----	------	-------------	---------	------	---------	----------------	----------------	--------------	----------------

Окончание таблицы 1

1	2	3
Выбор метода контроля	Определение оптимального метода контроля на базе условных показателей	Методика выбора методов контроля
Выбор средств контроля	По ГОСТ Р 50-609-39-01 [7]	ГОСТ Р 50-609-39-01 [7]
Расчёт точности, производительности и экономической эффективности вариантов технического контроля	Выбор оптимального варианта процесса технического контроля.	Методы оптимизации процессов технического контроля.
Оформление документации на процесс технического контроля	Учёт требований ГСИ и ЕСТО	ГОСТ 3.1502-85, РМГ 63-2003[26]
Разработка документации результатов контроля	Разработка технологических паспортов карт измерений, журналов контроля технологических процессов	ГОСТ 2.106-96, ГОСТ 3.1105-2011, ГОСТ Р 50-609-38-88 [27]

Разработчик проекта (операций) технического контроля в зависимости от условий производства определяет необходимость каждого этапа, состав задач и последовательность их решения.

Изм	Лист	№ документа	Подпись

2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА КОНТРОЛЯ ДЕТАЛИ «ВОДИЛО»

2.1 Организация контроля в механических цехах

Организация контроля качества продукции в механических цехах зависит от типа производства.

Например, при единичном или мелкосерийном производстве, когда изготавливаются единичные машины, и повторяемость деталей крайне незначительна, их изготовление производится на универсальных станках без применения специальной оснастки. В таком виде производства не применяется специальная контрольная оснастка. Весь технический контроль производится универсальными методами и универсальными измерительными средствами. В единичном производстве требуется высокая квалификация контрольного аппарата [8].

В серийном производстве, в зависимости от величины серии выпускаемых изделий, применяют специальную оснастку, приспособления, штампы для того, чтобы увеличить производительность и получить детали однородного качества. Для изготовления деталей разрабатывается пооперационный технологический процесс и составляется технология контроля. Кроме универсальных средств контроля, применяются специальные контрольные приспособления, приборы и элементы автоматики. Контроль уже может быть не 100%-ный, а выборочный, что указывается в технологическом процессе. Т.к. в таком производстве технологические и контрольные процессы установившиеся, то квалификация контролеров может быть допущена ниже, чем при единичном или мелкосерийном производстве.

В массовом производстве одноименные изделия выпускаются в большом количестве и длительное время. Условием массового производства является взаимозаменяемость деталей и высокая производительность. Это всё достигается применением хорошо разработанного технологического

Инов. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инов. № дубл.	Подпись и дата
---------------	----------------	----------------	---------------	----------------

процесса, применением специализированного оборудования, станков, автоматических линий, высокой оснащённостью контрольными приспособлениями. Ввиду большого количества контрольных приспособлений и приборов в штате ОТК предусматриваются квалифицированные наладчики по контролю и проверке работы контрольных приспособлений. Высокой квалификации рабочих-контролеров при этом не требуется[8].

Из организационно-технических форм контроля различают:

- сплошной 100%-й контроль. Он начинается при сортировке деталей по размерным группам, а также при измерении функциональных параметров, которые определяют эксплуатационный показатель всего изделия. В таких случаях в массовом производстве назначаются специальные контрольно-сортировочные автоматы, а в индивидуальном и мелкосерийном – универсальные средства измерения с достаточно высокой точностью измерения.

-Выборочный контроль. При нём устанавливают объём выборки, который зависит от стабильности технологического процесса, совокупности всех контролируемых признаков, а также целей и задач контрольных операций. В данном виде контроля назначают специальные и универсальные средства измерений с допустимой погрешностью измерений.

- Приемочный контроль. В этом случае выбор средств измерения во многом зависит от объёма производства изделий, точных показателей процесса измерения, конструктивных особенностей объекта измерения и некоторых других факторов. [9].

Изн. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Изн. № дубл.	Подпись и дата

2.2 Структура отдела технического контроля

Задачи ОТК, права и обязанности специалистов по контролю качества, организационные формы технического контроля, совершенствование методов технического контроля

Службы технического контроля действуют практически на всех промышленных предприятиях нашей страны. Отделы технического контроля (ОТК) имеют хорошую материально-техническую базу (испытательные оборудования, контрольно-измерительные приборы, помещения и другое) для проведения квалифицированной оценки качества продукции.

Состав ОТК АО «Уралтрансмаш» разделяется на несколько групп и подразделений:

-бюро технического контроля внешней приемки. Данное подразделение отвечает за прием комплектующих изделий, которые поступают на завод для основного производства (отливки, металл, поковки и другое). Именно это бюро ведет переписку по вопросам качества с поставщиками и наблюдает за хранением изделий;

-измерительная лаборатория. В данной лаборатории осуществляют контроль за правильностью использования и применения линейных и угловых средств контроля, проводятся проверки и предъявления на проверку новых и находящихся в эксплуатации основных мер и приборов. Измерительная лаборатория так же контролирует особенно точные изделия и внедряет новые методы измерения. В подчинении данной лаборатории состоят так же цеховые измерительные лаборатории.

Данные подразделения возглавляются старшими контрольными мастерами или мастерами. Подчиняются они начальнику ОТК.

Все квалифицированные требования к контролеру ОТК определяются

Единым тарифно-квалификационным справочником [10].

Инов. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инов. № дубл.	Подпись и дата
Изм	Лист	№ документа	Подпись	

В этом справочнике указаны 6 разрядов. Шестой разряд присваивается только тем контролёрам, которые работают на приёмке сложных и ответственных сборочных и испытательных работ.

Для каждого разряда в Едином тарифно-квалифицированном справочнике работ и профессий рабочих указаны объем знаний и характеристика выполняемой работы, обязательных для контролера ОТК. Разряд котроллера должен быть не ниже разряда выполняемых им работ, которую он проверяет.

Количество контролеров определяется в зависимости от трудоёмкости контрольных операций. Количество контролеров обусловлено также характером и организацией производства.

2.3 Служебное назначение детали

Деталь «Водило» является основой планетарного механизма. Именно она является неотъемлемой деталью любого планетарного механизма, а так же основой все идеи передачи вращения через планетарную систему с дифференциальной связью. Водило – это рычажный механизм, ось его основания совпадает с осью планетарного механизма. Оси зубцов с сателлитами концентрические вращаются вокруг неё в плоскостях расположения центральных зубчатых колёс. Оси зубцов являются подвижными осями или осями сателлитов.

Был дан чертеж. Деталь – Водило. Материал –сталь 38ХС ГОСТ 4543-2016 (Таблица 2, таблица 3). Масштаб – 1:1.

Материал детали – Сталь 38ХС ГОСТ 4543-2016.

Данная сталь широко распространена в машиностроительной отрасли и используется для изготовления различных деталей - втулок, шестерен,

Инов. № подл.	Подпись и дата
Взамен. инв. №	Инов. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм	Лист	№ документа	Подпись
-----	------	-------------	---------

44.03.04.389.ПЗ

зубчатых валов, цапф и другим деталям, к которым предъявляются требования высокой прочности, упругости и износостойкости.

Марка стали 38ХС хром кремнистая. Относится к сталям конструкционным легированным. Конструкционно легированные стали год от года пользуются все большим спросом. Все потому, что в производстве и промышленности детали все больше используют материалы к которым предъявляются повышенные требования по таким критериям как упругость, прочность и износостойкость. Недостатками стали являются трудносвариваемость и склонность к отпускной хрупкости. Этот тип стали используется для высокоответственных нагруженных деталей турбин и специальных машин.

В таблице 2 и 3 представлен химический состав и механические свойства стали 38Х.

Таблица 2 - Химические свойства стали 38ХС, % [30]

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu
0,34-0,42	1-1,4	0,3-0,6	До 0,3	До 0,035	До 0,035	1,3-1,6	До 0,3

Таблица 3 - Механические свойства стали 38ХС [30]

σ_B МПа	σ_T МПа	σ_5 %	Ψ , %	КСУ (кДж/м ²)	НВ, не более
685	540	15	45	59	235-277

Таблица 4 - Технологические характеристика стали 38ХС [30]

Свариваемость:	трудносвариваемая
Флокеночувствительность:	не чувствительна
Склонность к отпускной хрупкости:	склонна

44.03.04.389.ПЗ

Лист

22

2.4. Технологичность конструкции

Проведем анализ технологичности детали «Водило» при механической обработке.

Вес детали – 1,408 кг.

На чертеже представлен главный вид, разрезы А-А и Д-Д.

Форма детали – цилиндр.

Наиболее ответственные размеры сопрягаемых элементов: $\varnothing 40j6(\pm 0,008)$, $\varnothing 32H7$, 3 отв. $\varnothing 10H7$.

Обработку наружных поверхностей такого класса осуществляют шлифованием. К этим поверхностям заданы требования по шероховатости, форме и взаимному расположению. Шероховатость задана параметром Rz со значением 80 мкм; Rz на поверхности $\varnothing 40j6(\pm 0,008)$ равен 40 мкм.

У точных элементов водила обозначены допуски формы и расположения поверхностей – это допуск овальности и конусообразности поверхности Д 0,008 мм, Г-0,0125 мм. Допуски заданы обозначением в виде прямоугольной рамки, состоящей из двух или трех частей. В первой части рамки показан знак допуска, во второй – его числовое значение. В третьей – база, относительной которой задают допуски.

На фасках не указаны знаки шероховатости. Поэтому на эти и другие поверхности распространяется знак, приведенный в правом верхнем углу: Rz=80.

Чертеж детали представлен в ПРИЛОЖЕНИИ А.

С точки зрения механической обработки, деталь «Водило» не вызывает никаких трудностей. Она технологична с точки зрения изготовления.

Конструкция детали легко обеспечит доступ к обрабатываемым поверхностям выбранными режущими инструментами. Все операции будут выполняться на одном оборудовании.

Инов. № подл.	Подпись и дата
Взамен. инв. №	Инов. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата
Изм	Лист
№ документа	Подпись

Деталь «Водило» имеет множество линейных и межцентровых размеров. Это затрудняет контроль без переустановки баз, и подбора специальных приспособлений и инструмента.

Для полного контроля детали потребуются использование множества универсальных и специальных мерительных инструментов.

2.5. Технология изготовления и контроля детали «Водило»

Технология – это совокупность всех процессов обработки материалов в определённой отрасли производства, а также научное описание способов производства.

Процесс изготовления корпуса подробно приведен в технологическом процессе механической обработки (приложение Б).

Операция 005. Контрольная. Проверка размеров заготовки согласно чертежу.

Операция 010. Заготовительная

Операция 015. Термообработка. Нормализация, ≤ 255 НВ

Операция 020. Травление, снятие окалины

Операция 025. Токарно-винторезная

Операция 030. Программно-токарная

Операция 035. Токарно-винторезная

Операция 040. Слесарная. Опилить заусенцы, притупить острые кромки

Операция 045. Промывка. Промыть деталь

Операция 050. Маркировка. Маркировать деталь биркой. Маркировать обозначение детали на табличке 72×26-Н-613-68 на партию деталей

Изн. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

Изн.	Лист	№ документа	Подпись

44.03.04.389.ПЗ

Лист
24

Операция 055. Промежуточный контроль. Проверить правильность заполнения документов. Проверить правильность маркирования. Проверить деталь согласно чертежу. Проверить шероховатость поверхностей.

Операция 060. Термообработка. Калить 269...321 НВ

Операция 065. Токарно-винторезная

Операция. 070. Программно-токарная

Операция 075. Токарно-винторезная

Операция 080. Программно-фрезерная

Операция 085. Зубофрезерная

Операция 090. Слесарная. Зачистить заусенцы. Притупить острые кромки

Операция 095. Радиально-сверлильная

Операция 100. Слесарная

Операция 105. Промывка. Промыть деталь

Операция 110. Промежуточный контроль

Операция 115. Круглошлифовальная

Операция 120. Токарно-винторезная

Операция 125. Внутришлифовальная

Операция 130. Слесарная. Зачистить заусенцы, притупить острые кромки

Операция 135. Промывка в моечной машине.

Операция 140. Маркирование биркой. Маркировать обозначения детали

Операция 145. Промежуточный контроль

Операция 150. Механическая обработка

Операция 155. Вертикально-фрезерная

Операция 160. Слесарная. Зачистить заусенцы, притупить острые кромки

Операция 165. Промывка в моечной машине

Подпись и дата	
Инв. № дубл.	
Взамен. инв. №	
Подпись и дата	

Операция 170. Маркировка. Маркировать обозначение детали

Операция 175. Выходной контроль. Проверка правильности заполнения паспорта. Проверка правильности маркирования шифра изделия, номера детали, порядкового номера детали. Проверка шероховатости поверхностей. Проверить размеров и выполнение технических требований в соответствии с чертежом. Клеймить годную деталь в месте, указанном на чертеже.

Операция 180. Покрытие. Хим. Окс. Прм.

Операция 185 Сборка

2.4 Технологический процесс технического контроля

Технологический процесс контроля детали «Водило» разработан в виде операций технического контроля: входной, операционный и приемочного. Технический контроль является неотъемлемой частью технологического процесса изготовления детали «Водило».

Таблица 5 - Маршрут технического контроля детали «Водило»

№ операции	Содержание контроля	Ответственное лицо
1	2	3
005 Входной	Проверка сопроводительной документации, проверка внешнего вида заготовки, отсутствие механических повреждений, контроль размеров заготовки согласно чертежу	Контролер ОТК

Изн. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Изн. № дубл.	Подпись и дата

Продолжение Таблицы 5

<p>055 Промежуточный контроль</p>	<p>Проверить правильность заполнения документов. Проверить правильность маркирования. Проверить деталь согласно чертежу. Проверить шероховатость поверхностей. Проверить размеры: $19\pm 0,2$, $14,3\pm 0,2$, $48,34_{-0,5}$, $\varnothing 32,5^{(+0,62)}$, $\varnothing 40,6h11_{(0,16)}$, $\varnothing 47,5h14_{(-0,62)}$, $\varnothing 100h14_{-0,87}$, $27\pm 0,165$, $36_{-0,5}$, $\varnothing 20H14^{(+0,52)}$, 2 фаски $2\pm 0,3$, $48,34_{-0,5}$, $47\pm 0,5$, 2 фаски $1,6\times 45^\circ$. Клеймить.</p>	<p>Контролер ОТК</p>
<p>110 промежуточный контроль</p>	<p>Проверить внешним осмотром шероховатость обработанных поверхностей, отсутствие заусенцев и острых кромок, наличие клейма. Проверить внешним осмотром маркировку. Проверить размеры: $\varnothing 100h14_{(-0,87)}$, $5\pm 0,15$, $2,8\times 45^\circ$ 6 фасок, $14,3\pm 0,2$. $27\pm 0,165$. Клеймить.</p>	<p>Контролер ОТК</p>
<p>145 Операционный</p>	<p>Проверить отсутствие заусенцев и острых кромок, наличие документов за термообработку и клеймо. Проверить шероховатость.</p>	<p>Контролер ОТК</p>

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Изм	Лист	№ документа	Подпись

Окончание таблицы 5

1	2	3
	<p>Проверить размер $\varnothing 100H14_{(-0,87)}, 14,3\pm 0,2,$ $83\pm 0,8, 47\pm 0,5, 35, 46\pm 0,3,$ $\varnothing 32,5^{0,62}, \varnothing 47,5h14_{(-0,62)}, 33,$ $2,8\times 45^\circ 6$ фасок, $1,6\times 45^\circ 2$ фаски, $2\pm 0,3$ 2 фаски, $1,3\times 45$ 2 фаски, $\varnothing 40,6h11_{(-0,16)}, 5\pm 0,15,$ $27\pm 0,165, \varnothing 50^{(0,74)},$ размер R30max обеспечивается инструментом, $40,6_{(-0,5)}, \varnothing 36-$ $0,5, M30\times 2-8g,$ $\varnothing 36e8^{(-0,050)}_{(-0,089)}, \varnothing 88,05^{(+0,09)},$ $\varnothing 50^{(+0,74)}, 6f9^{(-0,01)}_{-(0,04)}, 68,14\pm 0,15,$ $\varnothing 81,8^{(+0,15)}$. Клеймить.</p>	
175 Приемочный контроль	<p>Проверить отсутствие наличия заусенцев и острых кромок, наличие документов за термообработку, клеймо. Проверить шероховатость обработанных поверхностей согласно эскизу Проверить размеры: $\varnothing 100h14_{(-0,87)}, \varnothing 47,5h14_{(-0,62)},$ $\varnothing 40,6h11_{(-0,16)}, \varnothing 32,5^{(0,62)},$ $\varnothing 48,34_{(-0,5)}, 2$ фаски $2\pm 0,3,$ $14,3\pm 0,2, 19\pm 0,2, 6$ фасок $2,6\times 45^\circ, 5\pm 0,15, 27\pm 0,165,$ $\varnothing 17H13^{(0,27)}, 83\pm 0,8, 47\pm 0,5, 2$ фаски $1,6\times 45^\circ, \varnothing 20H14^{(0,52)},$ $\varnothing 40,6_{(-0,5)}, \varnothing 36-0,5, M30\times 2-8g$</p>	Контролер КИМ

Контроль детали «Водило» проводится в 100% объеме, так как функция водила сводится к восприятию усилий, стремящихся повернуть

Изм	Лист	№ документа	Подпись	

сателлиты и сохранение межцентровых расстояний зубчатых пар в планетарной передаче.

Водило не дает возможность отклоняться сателлитам от траектории при своем движении по окружности и сохраняет параллельность их осей относительно центральной оси. Центральной осью является ось водила.

Планетарные передачи используются как редукторы в силовых передачах и приборах, в коробках передач автомобилей и другой самоходной технике.

2.5 Обоснование выбора вида и средства контроля

Измерительный инструмент обязательно выбирается в зависимости от типа производства, годовой программы выпуска деталей, размеров измеряемых поверхностей, качества измеряемых поверхностей, точности требуемого измерения.

Например, в серийном производстве используется как предельные калибры, так и универсальные инструменты.

Широко используются специальные шаблоны – калибры.

Выбор средств контроля основывается на обеспечении заданных показателей процесса контроля, а так же на анализе затрат на реализацию. К обязательным показателям процесса относятся точность измерения, трудоемкость, достоверность, стоимость контроля, полнота, объем, периодичность, продолжительность и другие показатели.

При выборе учитывается самое оптимальное применение для данных условий универсальных и стандартизованных средств контроля, повышение производительности труда, снижение трудоемкости контроля, безопасность труда, требуемую точность и экономичность производства. Предпочтение отдается более дешевым средствам и более простым в использовании, не

Изн. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

требующими для работы контролеров высокой квалификации и условий работы с заданным температурным режимом, выдачу информации в форме, неудобной для оперативного использования, возможность переналадки и многократного использования при изменении объектов контроля.

При выборе средств технического контроля учитываются и виды многих контролируемых признаков, номинальные значения и допуски на контролируемые параметры, допустимую погрешность измерения, конструктивные особенности изделия, особенности измерительной базы, массу объекта, повреждаемость объектов технического контроля при контроле, условия рабочего места (влажность, температурный режим и т. д.), транспортабельность объекта контроля и средства контроля, производительность технического контроля, наличие средства контроля на заводе, условия выдачи результатов контроля, стоимость средства контроля, квалификацию контролера, целесообразность проектирования специальных средства контроля, дополнительные условия и характеристики [23].

Применение специальных средства контроля (приспособлений и оборудования) целесообразно только при отсутствии стандартизованных или универсальных средства контроля, и именно в случаях, когда применение специальных средств оправдано экономически, а также из-за преимуществ в точности, надежности и по производительности.

Для контроля гладких отверстий будет применимы калибры – пробки по ГОСТ 14810-69 [11], ГОСТ 14812-69 [12].

Например, калибр-пробка $\varnothing 31,4^{(+0,17)}$.

Для контроля резьбовых отверстий применим калибр – пробка по ГОСТ 17758-77 [13].

Например, Кольцо резьбовое М30×2-8д ГОСТ 17763-72, кольцо М30×2·8д ГОСТ 17763-72.

Для контроля линейных размеров между плоскими поверхностями – высотомер, калибры-скобы ГОСТ 18352-73, шаблоны [14].

К примеру, ШЦ 2-250-0,05 ГОСТ 166-89, ШЦ 1-125-0,1 ГОСТ 166-89,

Изн. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	44.03.04.389.ПЗ	Лист
						30
Изм	Лист	№ документа	Подпись			

ШГ-160-0,1 ГОСТ 166-89, калибр-скоба $\varnothing 40,6_{(-0,16)}$, ШГ 0-160 ГОСТ 162-73, калибр-скоба $\varnothing 35,4 \pm 0,1$ ГОСТ 162-73, калибр-скоба $\varnothing 23 \pm 0,25$, калибр-скоба $\varnothing 36d11_{(-0,024)}^{(-0,08)}$, скоба $\varnothing 39,5H14_{(-0,062)}$, шаблон $24,5^{(+0,52)} \times 60^\circ$, шаблон $17H13^{(+0,27)}$, шаблон $19H14^{(+0,52)}$, калибр-пробка $\varnothing 8,5^{(+0,09)}$, калибр-скоба $40 \pm 0,008$, скоба $35 \pm 0,195$.

Для контроля расположения поверхностей – плоскопараллельные концевые меры длины ПКМД №1 ГОСТ 9038-90 [15], набор щупов ТУ 2-034-225-87.

Для контроля шероховатости поверхностей – образцы шероховатости ГОСТ 9378-93 [16].

Инов. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инов. № дубл.	Подпись и дата
Изм	Лист	№ документа	Подпись	
44.03.04.389.ПЗ				Лист
				31

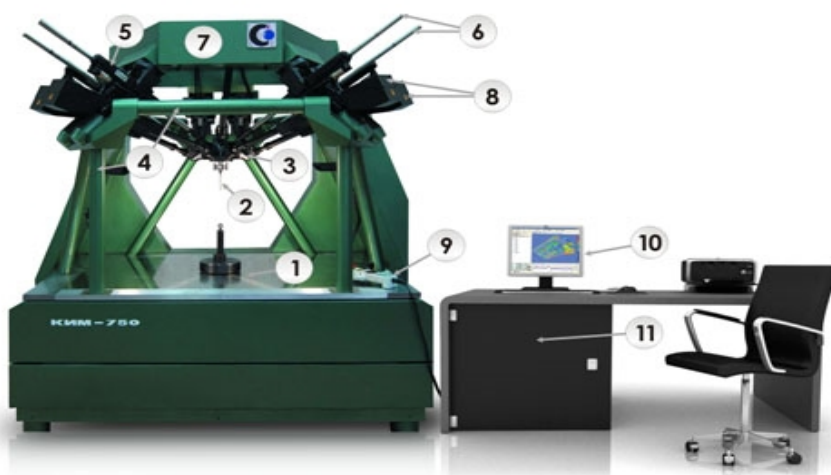
3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Описание координатно-измерительной машины Лапик-1200/2100

Назначение

Координатно-измерительные машины Лапик-1200/2100 предназначены для измерений геометрических размеров деталей сложной формы, отклонения формы и расположения поверхностей элементов деталей.

Схема конструкции КИМ:



1. Стол предметный
 2. Измерительный датчик
 3. Каретка с 6-ю шарнирами (платформа Стюарта)
 4. Измерительная рама
 5. Электроприводы, 6шт.
 6. ШВП
 7. Силовая рама
 8. Лазерные интерферометры
 9. Пульт управления
- Вычислительно-управляющий комплекс:**
10. ПК оператора
 11. Вычислительно-управляющий комплекс

Схема шестистержневой двухрамной конструкции



Рисунок 1 - Координатно-измерительная машина Лапик-1200/2100

Изм	Лист	№ документа	Подпись
Инвар. № подл.	Взамен. инв. №	Инвар. № дубл.	Подпись и дата

Описание

Координатно-измерительные машины «Лапик» являются официальным средством измерения по стандартам ISO, внесены в Государственный реестр средств измерения Российской Федерации.

Работы по созданию КИМ начались в 1978 году, а промышленная эксплуатация измерительных машин на предприятиях, начиная с 1992 года, показала эффективность и надежность КИМ «Лапик».

Сейчас КИМ «Лапик» работают на более чем 50 предприятиях в 35 городах России и зарубежья.

Координатно-измерительные машины «Лапик» — универсальное измерительное оборудование. КИМ способны измерять:

- корпусные изделия;
- все типы эвольвентных зубчатых колес;
- рейки;
- шлицы;
- резьбы (метрические, дюймовые, трапецеидальные, трубные, специальные);
- аэродинамические формы (лопатки, турбины, колеса);
- фрезы и зуборезный инструмент;
- детали подшипников;
- многие другие изделия произвольных и сложных форм.

Программное обеспечение включает много опциональных пакетов, также пишется специальное ПО для оригинальных деталей заказчика.

КИМ «Лапик» оснащается сканирующим датчиком SP25M фирмы «Renishaw». Преимуществом сканирующего алгоритма измерений является возможность сбора за короткое время большего объема информации с измеряемой поверхности, чем при использовании переключающего датчика. Это дает возможность более объективно контролировать измеряемые поверхности.

Инв. № подл.	Подпись и дата
Взамен. инв. №	Инв. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

По желанию Заказчика КИМ может оснащаться различными оптическими головками.

Перемещения центра щупа головки измеряются цифровыми измерительными системами, которые устанавливаются вдоль каждой из осей, и соответствующими считывающими головками.

Одновременный наклон каретки вокруг осей X, Y, Z позволяет измерительному наконечнику «ощупывать» закрытые уступы и пазы, включая сопрягающие поверхности. Машинам доступен самый большой перечень элементов корпусных деталей, требующих измерения и аттестации [33].

Благодаря такой возможности осуществляется контроль ранее недоступных поверхностей (внутренние торцы, наклонные отверстия, обратная ступенчатость и др.), что обеспечивает значительный выигрыш по точности, производительности и охвату зоны контроля.

Непрерывное или точечное сканирование всей поверхности детали со сложным контуром стало возможным за счет программно-управляемого сочетания наклона каретки и поворота сканирующей головки.

За счет минимального количества перестановок достигается высокая точность измерения, уменьшается трудоемкость процесса и временной цикл для контроля детали.

Программное обеспечение

КИМ «Лапик» оснащена программным обеспечением Calypso 5.0.08.

Программное обеспечение является неизменным.

Технические и метрологические характеристики:

- габаритные размеры, мм – 3450×5300×4000;
- диапазон измерений, мм – 1200×2100×800;
- масса, кг – 9000;
- допустимый вес детали, кг - 1200

Изн. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

Изн.	Лист	№ документа	Подпись	44.03.04.389.ПЗ	Лист
					34

- максимально допустимая погрешность при измерении линейных размеров (L — измеряемый размер, мм), мкм $4,0 + L / 300, 6,0 + L/250, 10,0 + L/200$;

- диапазон температур для готовности к работе, °С - от +12 до +32;
- диапазон температур, в котором обеспечивается паспортная точность, °С - 18 — 22
- относительная влажность воздуха, %, не более - 80;
- потребление сжатого очищенного воздуха, л/мин – не требуется;
- питание - $380 \pm 5\%$ В, 50-60 Гц, [31].

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к машинам координатным измерительным машинам:

- ГОСТ Р 8.763-2011 «Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений длины в диапазоне от 1·10 в степени -9 до 50 м и длин волн в диапазоне от 0,2 до 50 мкм»

- техническая документация фирмы - изготовителя.

Поверка осуществляется в соответствии с МИ 2569-99 «Машины координатно-измерительные порталного типа. Методика поверки».

Указания мер безопасности

При выполнении работы на КИМ необходимо учесть следующие требования:

- к обслуживанию машины допускаются лица, которые прошли техническое обучение по специальной программе, а также инструктаж по технике безопасности и эксплуатации машины;

- территория вокруг КИМ должна быть чистой и не загроможденной посторонними предметами, пути движения людей и транспорта не должны проходить через рабочую зону;

- перед включением машины нужно выполнить визуальный контроль;

- использовать сетевой кабель и штекер только в безупречном состоянии, сетевые розетки должны быть оснащены контактным заземлением;

Подпись и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подпись и дата	
дл.	

- не перемещать КИМ за пределы измерительного пространства;
- перед началом работы очищать измерительный стол и деталь от внешних загрязнений (грязь, смазка, стружка и т.п.), надежно закреплять деталь на измерительном столе.

Подготовка к работе

Перед началом измерений внимательно провести подготовку:

- проверить исправность КИМ, надежность и исправное состояние кабелей и электропитания;
- проверить наличие давления в магистрали сжатого воздуха;
- проверить отсутствие посторонних деталей в зоне измерения;
- установить необходимые щупы, проверить возможность смены без столкновения;
- подключить программное обеспечение.

Порядок работы:

- пуск машины;
- запустить программное обеспечение SERCOS II. Для чего выбрать план контроля, который включает в себя любую последовательность контролируемых параметров, требуемых для их контроля измеряемых элементов, а также всю информации, необходимую для измерения: щуповую конфигурацию, систему координат детали, плоскость безопасности и так далее;
- установить деталь на измеряемом столе;
- откалибровать установленную щуповую конфигурацию;
- запустить и выполнить плана контроля в программе, ощупывания происходит автоматически;
- после завершения плана контроля оформить протоколы измерений.

Техническое обслуживание

Работы по техническому обслуживанию должны обеспечивать:

- гарантию безопасности в режиме измерения;

Подпись и дата	
Инв. № дубл.	
Взамен. инв. №	
Подпись и дата	

- отсутствие потери времени;
- измерения с наивысшей точностью.

Техническое обслуживание:

- ~~выполнение профилактических мероприятий согласно рабочего плана;~~
- проверка точности и калибровки;
- замена возможно изношенных деталей.

3.2 Разработка программы технического контроля детали «Водило»

Проект программы и методика контроля разработан для проверки соответствия детали установленным техническим требованиям, устанавливает объем и порядок проведения контроля детали «Водило» (рисунок 3).

Разработка программы для контроля детали происходит в программном обеспечении координатно-измерительной машины SamIso.

Для этого в SamIso составляется *план контроля*, который содержит все необходимые данные допусков и заданных значений в контролируемых параметрах и все необходимые данные геометрии измеряемых элементов.

Понятие план контроля заменяет в SamIso, известный термин «программа измерения детали».

План контроля содержит информацию, которая необходима для проведения измерения, в частности, он содержит:

- контролируемые параметры с их допусками;
- измеряемые элементы;
- имена щуповых конфигураций;
- систему координат детали;
- плоскости безопасности вокруг детали.

Запуск программы производится двойным щелчком мыши по иконке SamIso интерфейс открывает пользователю окно программы (рисунок 2).

Подпись и дата	
Инв. № дубл.	
Взамен. инв. №	
Подпись и дата	

Во время обработки плана контроля в CAD-окне показывается графическое изображение детали и её измеряемые элементы. Это графическое изображение называется «CAD-модель» (рисунок 3). В CAD-окне виден каждый измеряемый элемент.

CAD-окно служит для индикации CAD-файла, который содержит проверяемую деталь. Отображаемая. Эту модель в CAD-окне можно, в частности, поворачивать, увеличивать или смещать – в зависимости от того, какой вид необходим для соответствующего рабочего шага.

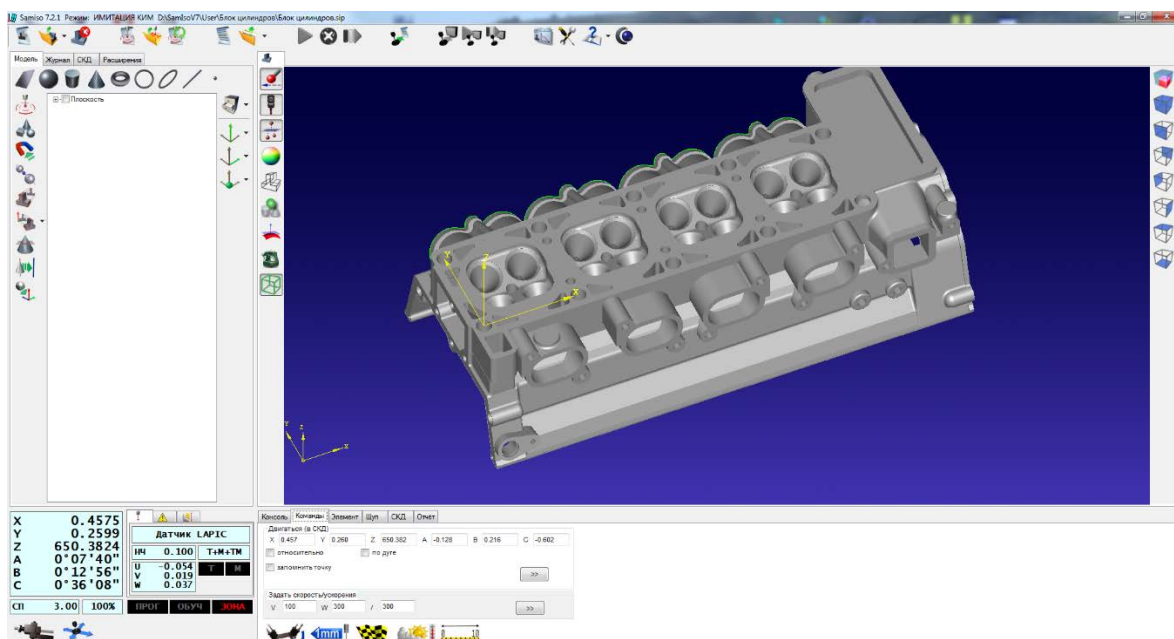


Рисунок 2 – Интерфейс программного обеспечения

Подпись и дата	
Изн. № дубл.	
Взамен. инв. №	
Подпись и дата	

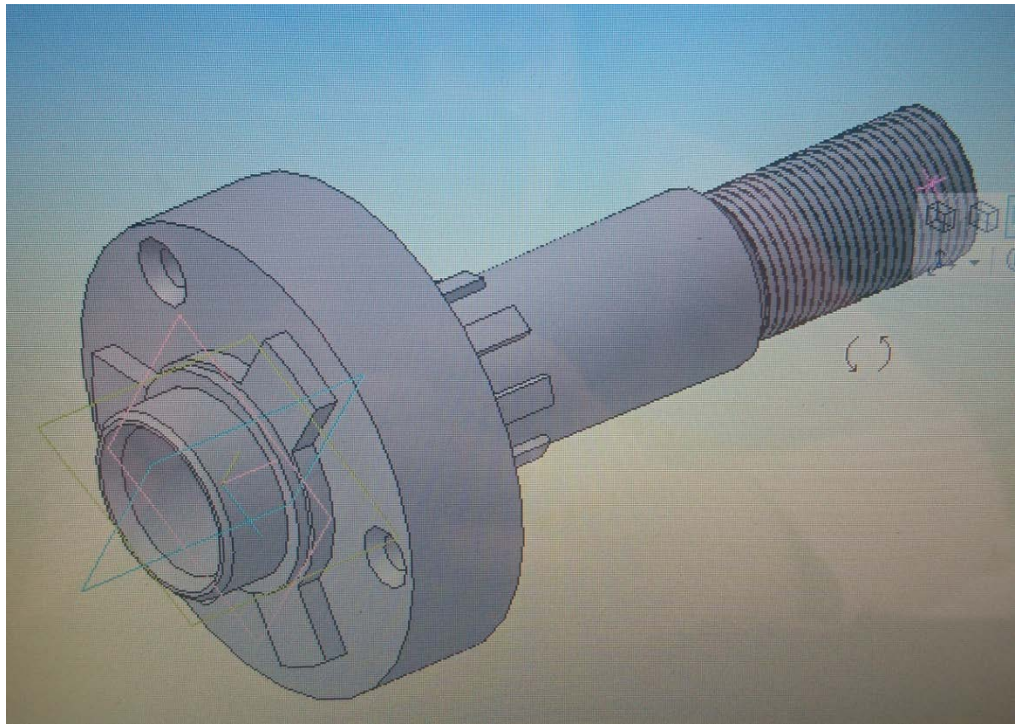


Рисунок 3 - CAD-модель детали «Водило»

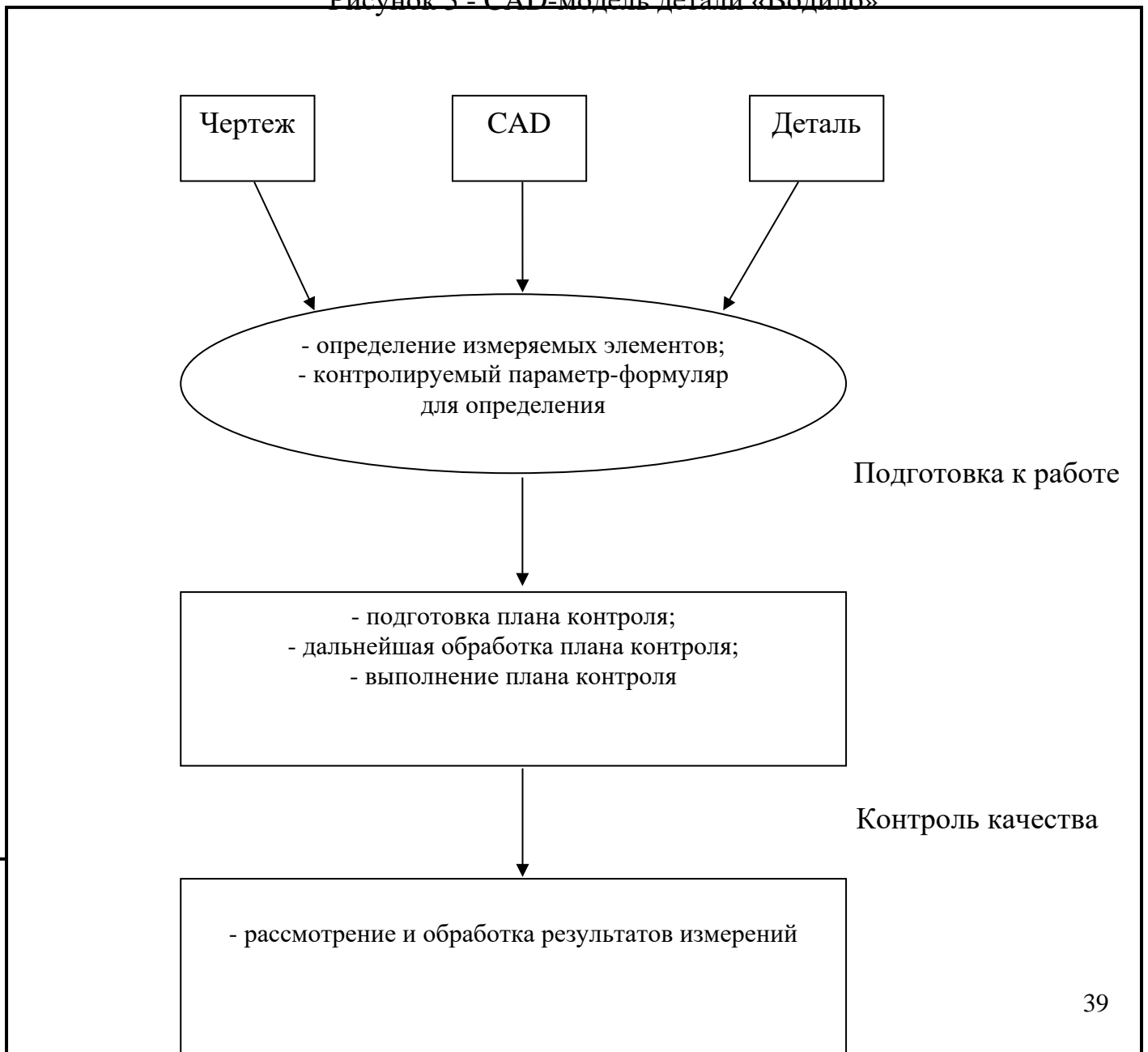


Рисунок 4 – Схема разработки процесса контроля детали на КИМ

Ввод геометрии элементов для измерения осуществляется тремя способами:

- из чертежа
- из CAD-модели формата STEP или IGES
- непосредственное измерение данного элемента на КИМ.

Создание и выполнение нового план контроля в SamIso можно разделить на пять этапов.

Таблица 6 – Этапы создания плана контроля

Порядок этапов	Наименование этапа	Содержание этапа
1	2	3
Этап 1	Открыть и создать имя плана контроля	Для того чтобы, выполнить этап создания нового плана контроля необходимо: - запустить SamIso; - выбрать на поле и щёлкнуть «Открыть новый план контроля» и получаем окно, вводим имя и подтверждаем данную операцию. Имя нового плана контроля будет показано в строке заголовка.
Этап 2	Завершить подготовительные операции	Подготовительные операции это все установки, которые необходимо задать прежде, чем составить план контроля или начать проверку детали. К основным подготовительным действиям относятся: - базовая точка КИМ; - щуповая конфигурация и её калибровка; - базовая система;

		-параллелепипед безопасности.
Этап 3	Определить измеряемые элементы, которые необходимо проверить	Под измеряемым элементом понимается элемент регулярной геометрии или элемент, определяемый иным способом, который должен быть измерен КИМ. Измеряемые элементы содержат в себе заданную геометрию, с помощью которой выполняется оценка размеров, формы и положения. Для этого измеряемые элементы соединяются с соответствующими контрольными параметрами. Большинство измеряемых элементов извлекается из существующей САД-модели и переносятся в план контроля. Также используется функция SamIso по автоматическому распознаванию элементов и ощупыванию элемента с помощью КИМ непосредственно на детали. SamIso распознает геометрию ошупанного элемента и заполняет соответствующий формуляр определения параметров

Окончание таблицы 6

1	2	3
Этап 4	Определить параметры, на соблюдение значений которых следует проверить эти элементы	После того, как определили измеряемые элементы, необходимо определить контролируемые параметры для проверки размеров, формы, положения и т.д. для этих измеряемых элементов. Определение контролируемых параметров - это рабочий этап, при котором переходят от простой регистрации измеренных значений, то есть от определения измеряемых элементов, к обработке результатов измерения.
Этап 5	Выполнить план контроля	SamIso автоматически измеряет все измеряемые элементы и вычисляет все контролируемые параметры в выбранной последовательности. В данном плане контроля заложен 101 элемент контроля. Запускаем CNC-прогон измерения детали, т.е. КИМ управляется полностью автоматически от SamIso.

SamIso входит в базовый комплект поставки и содержит:

Подпрограммы, написанные на языке DMIS, для измерения стандартных геометрических элементов: плоскостей, сфер, цилиндров, конусов, окружностей, прямых и для расчета соотношений между элементами: пересечений, расстояний, проекций и др.

Программы калибровок щупов:

- датчик Лапик;
- поворотная головка PH10M Renishaw;
- датчики TP2, TP7M, TP20, TP200 Renishaw;
- сканирующий датчик SP25M Renishaw;

~~щуп игла Лапик для измерения мелкоструктурных элементов.~~

Базовая точка КИМ

Когда запускается КИМ, то сначала должна быть определена базовая точка. Если смотреть со стороны пользователя, то эта точка обычно расположена в заднем верхнем левом углу измерительного объема. Эту базовую точку КИМ определяет при запуске самостоятельно.

Щуповая конфигурация и её калибровка

Прежде, чем откалибровать новую щуповую конфигурацию, необходимо сообщить SamIso как она называется, и какие щупы имеет данная щуповая конфигурация. В SamIso каждая щуповая конфигурация и каждый щуп получают свое собственное, однозначное имя. При помощи имен и номеров SamIso идентифицирует щуповые конфигурации и щупы и сохраняет их данные. Затем вводятся параметры всех ходов и перемещений щупа. Иными словами, виртуально моделируется «процесс ощупывания» изделия. Для измерения всех заданных элементов детали «Водило» требуется 4 щупа и две щуповые конфигурации. Щуповая головка позволяет устанавливать в ней любые щупы с помощью устройства смены щупов.

Смена конфигурации происходит автоматически благодаря магазину смены щуповой конфигурации.

Калибровка щуповой конфигурации заключается в ощупывании определенным щупом сферического эталона, который закреплен на измерительном столе. Каждый щуп калибруется стандартным автоматическим методом с ощупыванием 6 точек. После того, как щупы успешно откалиброваны, щуповую конфигурацию можно использовать [31].

Базовая система

Расчётное выравнивание детали выполняется в SamIso с помощью определения базовой системы координат. Базовая система представляет собой систему координат детали, которая определяет положение детали на КИМ.

Определение базовой системы происходит ощупыванием опорного элемента точкой за точкой. Геометрия измеряемого элемента будет определена SamIso с помощью автоматического распознавания. После полностью SamIso автоматически переносит измеряемый элемент в план контроля.

Параллелепипед безопасности.

Плоскости безопасности обеспечивают перемещения щупа вокруг детали без столкновений. Вместе эти плоскости безопасности образуют параллелепипед безопасности, который действует как воображаемая «граница» вокруг детали и зажимного устройства, и предохраняет щуп от столкновений.

Для определения параллелепипеда безопасности существуют различные методы. Так как открыт CAD-файл детали в окне CAD создание параллелепипеда безопасности, создается автоматически, при этом вводится только безопасное расстояние (величину смещения) в миллиметрах.

Обработка результатов

Результаты измерений и расчётов видно после каждого выполненного измерения в рабочем протоколе и в компактном протоколе. Специально для презентации результатов измерений SamIso создаёт протокол измерений. Данный протокол прост в чтении и анализе, так как программой

Подпись и дата	
Инв. № дубл.	
№	

закладываются не только размеры и их допуски, но и обработка результатов измерения [32].

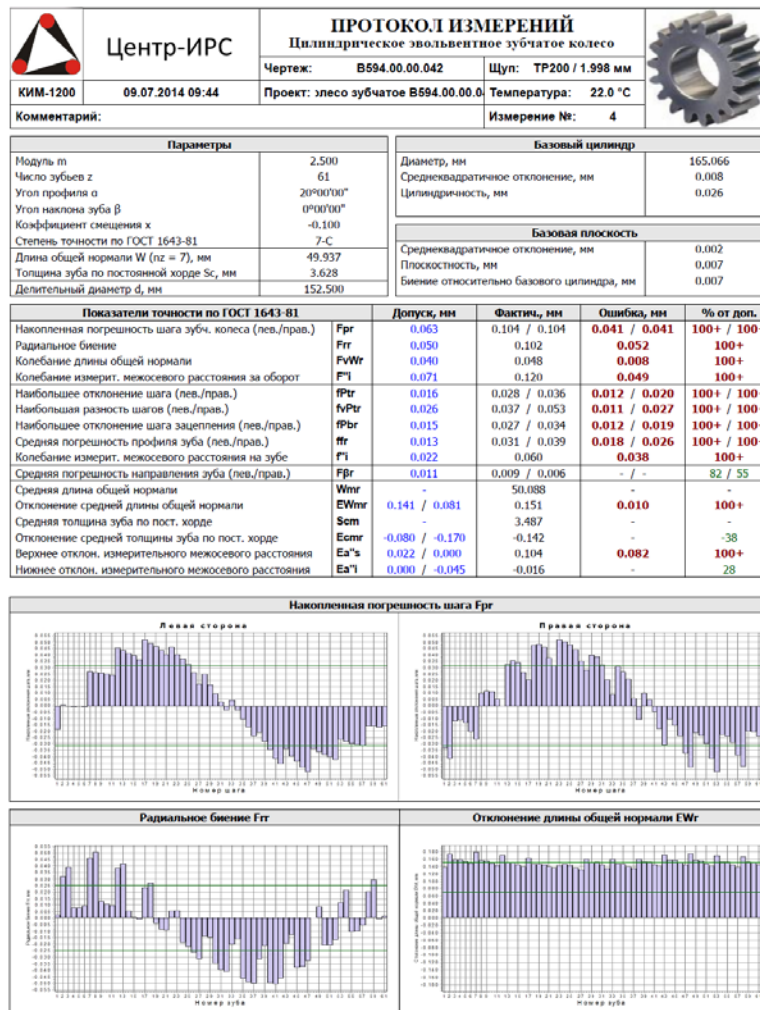


Рисунок 5 – Протокол измерений

При приемочном контроле контролер ОТК проверяет правильность заполнения паспорта, наличия всех отметок о результатах твердости.

Проверяется наличие и правильность маркирования шифра изделия, номера детали, порядкового номера детали и клейм за испытания и контроль.

Проверяет шероховатость поверхностей.

Проверяет наличие протокола с координатно-измерительной машины, анализирует и вписывает годные размеры в паспорт.

№ подл. Подпись и дата Взамен. инв. № Инв. № дубл. Подпись и дата

Затем контролирует и измеряет не измеренные размеры координатно-измерительной машины и выполнение технических требований в соответствии с чертежом.

Если в ходе контроля были выявлены отклонения и замечания деталь отправляется на слесарную доработку. После устранения замечаний деталь снова предъявляют на контроль ОТК. Годную деталь клеймят в месте, указанном на чертеже.

Все измерения, подготовительные операции, разработку плана контроля для детали и эксплуатацию измерительной машины проводит непосредственно контролер ОТК, владеющий навыками и умениями работы на КИМ и её управлением.

В разработке плана контроля для измерения детали по решению начальника цеха для работ и исследованию могут привлекаться представители любого подразделения предприятия (при необходимости) и ВП (по военной технике).

3.3 Расчет исполнительных размеров калибра – пробки для контроля диаметра отверстия

В данном дипломном проекте необходимо произвести расчет исполнительных размеров калибра - пробки для контроля диаметра $\varnothing 32,5^{(+0,62)}$.

Согласно единой системе допусков и посадок ГОСТ 25347-82 диаметр $\varnothing 32^{(+0,62)}$ (допуск $T = 0,62$ мм) находится в интервале свыше 30 до 40 мм и относится к 9 качеству (Н9).

Для контроля диаметра $\varnothing 32,5Н9^{(+0,62)}$ примем стандартизованную калибр - пробку 8133 – 0946 ГОСТ 14810-69.

Согласно п.1.3 ГОСТ 14810-69 технические требования на калибры гладкие по ГОСТ 2015-84,а исходя из п.1.11 ГОСТ 2015-84 исполнительные

Подпись и дата	
Инв. № дубл.	
Взамен. инв. №	
Подпись и дата	
Ш.	

размеры диаметров рабочих калибров с допусками по ЕСДП определяем по ГОСТ 21401-75.

Согласно табл. 100 стр. 55 ГОСТ 21401-75 находим исполнительные размеры калибра - пробки $\varnothing 32,5H9$:

$$PR_{\text{наим.}} = D = 32,5 \text{ мм};$$

$$HE_{\text{наим.}} = D + 0,9855 = 32,5 + 0,9855 = 33,4855 \text{ мм};$$

Допуск на изготовление калибр - пробки $\varnothing 32,5H9$ - $+0,0070$ мм.

Таким образом $PR = 32,5^{+0,007}$ мм, $HE = 33,4855^{+0,007}$

Предельный размер изношенного калибра - пробки PR не предусмотрен ГОСТом.

Остальные размеры калибр - пробки принимаем по ГОСТ 14810-69:

$L^* = 50$ мм; $d = 18$ мм; $m = 0,18$ кг. Предельные отклонения для размеров примем по 9 качеству.

Размеры вставки PR

$L = 29$ мм; $d = 18$ мм; $l = 20$ мм; $l_1 = 21$ мм; $c = 0,4$ мм; $r = 3$ мм; $m_{\text{пр}} = 0,01$ кг. Предельные отклонения для размеров примем по 9 качеству, кроме размера d его примем по $h9$.

Размеры вставки HE

$L = 42$ мм; $d = 18$ мм; $l = 12$ мм; $l_1 = 21,0$ мм; $c = 0,4$ мм; $r = 3$ мм; $m_{\text{пр}} = 0,01$ кг.

Ручка для калибр - пробки изготавливается по ГОСТ 14748-69 «Ручки для калибров - пробок. Конструкция и размеры».

Остальные технические требования по ГОСТ 2015-84.

Вставки PR и HE калибр - пробки выполнены из инструментальной стали марки У8А по ГОСТ 1435-99.

Твердость измерительных поверхностей HRC 52...58.

Маркировать: обозначение 8133-0946 \varnothing 32,5H9; назначение пробки ПР и НЕ; ~~числовые величины предельных отклонений проверяемого отверстия в мм.~~

3.4 Расчет исполнительных размеров калибра – скобы для контроля размера детали

Произведем расчет исполнительных размеров калибра – скобы для контроля размера детали «Водило» $\varnothing 27 \pm 165$.

Согласно единой системе допусков и посадок ГОСТ 25347-82 размер 27js13 (допуск T = 0,165 мм) находится в интервале свыше 24 до 30 мм и относится к 13 квалитету (js13).

Для контроля размера 27js13 примем стандартизованную калибр - скобу 8113 – 0119 ГОСТ 18360 – 93 (приложение В).

Согласно ГОСТ 18360 - 93 технические требования на калибры скобы по ГОСТ 2015-84, а исполнительные размеры калибров - скоб с допусками по ЕСДП определяем по ГОСТ 21401-75.

Согласно табл. 33 стр. 20 ГОСТ 21401-75 находим исполнительные размеры калибра - скобы 27js13 [7]:

$$ПР_{\text{наим.}} = (D - 1) + 0,1185 = (27,0 - 1) + 0,1185 = 26,1185 \text{ мм};$$

$$НЕ_{\text{наим.}} = (D - 1) + 0,8245 = (27,0 - 1) + 0,8245 = 26,8245 \text{ мм};$$

Допуск на изготовление калибр - скобы равен + 0,0210 мм.

Таким образом ПР = 26,1185^{+0,021} мм, НЕ = 26,8245^{+0,021} мм.

Предельный размер изношенного калибра ПР:

$$ПР_{\text{изн}} = (D + 1) + 0,1650 = 28,165 \text{ мм.}$$

Остальные размеры калибр - скобы принимаем по ГОСТ 18360 – 93.

Ил.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

Предельные отклонения для размеров прием по 13 качеству.

Ручка-накладка для калибров скоб изготавливается по ГОСТ 18369 – 73. «Ручки-накладки для калибров скоб. Конструкция и размеры». Остальные технические требования по ГОСТ 2015-84.

Калибр - скоба выполнена из инструментальной стали марки У8А по ГОСТ 1435-99.

Твердость измерительных поверхностей HRC 52...58.

Маркировать: обозначение 8113 - 0119; назначение скобы ПР и НЕ; числовые величины предельных отклонений проверяемого размера в мм.

Изн. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Изн. № дубл.	Подпись и дата

Изн.	Лист	№ документа	Подпись

4 Обзор и анализ действующих нормативных документов

Технологический процесс изготовления детали «Водило» представляет из себя сложный процесс взаимодействий, в результате которых детали после обработки собираются в узлы, сборочные единицы и само изделие в целом. Нормативно-техническая документация необходима для того, чтобы закрепить единый порядок разработки, оформления, и четкого определения выпуска качественных изделий.

В процессе выполнения выпускной квалификационной работы были рассмотрены следующие нормативно-технические документы:

Федеральный закон от 26 июня 2008 г. № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений».

Данный федеральный закон регулирует отношения, которые возникают при выполнении измерений, установлении и соблюдении требований к измерениям, эталонам единиц величин, стандартным образцам, средствам измерений, применением стандартных образцов, единицам величин, средств измерений, методик измерений, а также при осуществлении деятельности по обеспечению единства измерений, которая предусмотрена законодательством Российской Федерации об обеспечении единства измерений, в том числе при выполнении работ и оказании услуг по обеспечению единства измерений [17].

ГОСТ РВ 0015-002 – 2012. Система разработки и постановки на производство военной техники. Системы менеджмента качества. Общие требования.

Данный ГОСТ устанавливает требования к системе менеджмента качества организаций, которые осуществляют исследования, разработку, производство, поставку, обеспечение эксплуатации, ремонт и утилизацию военной продукции, направленные на обеспечение соответствия военной

Инов. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инов. № дубл.	Подпись и дата
Изм	Лист	№ документа	Подпись	

продукции требованиям тактико-технического задания или технического задания (ТЗ) заказчика и условиям договора на всех стадиях жизненного цикла военной продукции [30].

ГОСТ РВ 15.306 – 2003. СРПП.ВТ. Обязательства гарантийные. Основные положения.

Стандарт распространяется на изделия военной техники, поставляемые поставщиком заказчику, а также на работы, которые проводятся подрядчиком на изделия, и устанавливает положения по гарантийным обязательствам, показатели гарантийных обязательств, правила их установления и исчисления, правила оформления гарантийных обязательств в технических условиях и стандартах [29].

ГОСТ ISO 9000 - 2011 Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь.

ГОСТ ISO 9000 описывает основные положения систем менеджмента качества и устанавливает терминологию для систем менеджмента качества.

ГОСТ Р ИСО 9001 - 2015 Системы менеджмента качества. Требования. Устанавливает требования к системам менеджмента качества для тех случаев, когда организация должна продемонстрировать возможность изготавливать продукцию, отвечающую требованиям потребителей и установленным к ней обязательным требованиям, и направлен на повышение удовлетворенности потребителей [18].

ГОСТ Р ИСО 14001 - 2016 Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению.

Стандарт устанавливает требования к системе экологического менеджмента, позволяющие организации разработать и внедрить экологическую политику и цели, учитывающие законодательные и другие требования, которые организация обязалась выполнять. В стандарте приведена информация о значимых экологических аспектах [19].

Инь. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инь. № дубл.	Подпись и дата
--------------	----------------	--------------	--------------	----------------

Изм	Лист	№ документа	Подпись	44.03.04.389.ПЗ
-----	------	-------------	---------	-----------------

ГОСТ 2.124 - 2014 ЕСКД. Порядок применения покупных изделий.

Данный стандарт устанавливает единый порядок применения покупных изделий отечественного и импортного производства в разрабатываемых объектах для всех отраслей промышленности [20].

ГОСТ 15467 – 79 Управление качеством продукции. Основные термины и определения.

Устанавливает термины и определения основных понятий в области управления качеством продукции, применяемые в науке и технике [21].

Все требования стандартов организации не должны никак противоречить требованиям технических регламентов, национальных стандартов, гарантирующие использование международных стандартов ИСО, МЭК и других, и стандартам, созданным для предоставления исполнения международных обязательств Российской Федерации.

Организация самостоятельно устанавливает процедуры разработки, согласования, утверждения, распределения и удаления стандартов.

Инов. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инов. № дубл.	Подпись и дата
Изм	Лист	№ документа	Подпись	

5 Методическая часть

Учебный центр подготовки рабочих на предприятии АО «Уралтрансмаш» не предоставлен. Все рабочие кадры проходят переквалификацию и повышение квалификации в специализированных центрах, с которыми у предприятия заключен контракт.

5.1. Анализ целей повышения квалификации работников

Высококвалифицированный персонал руководство АО «Уралтрансмаш» считает, что повышение квалификации персонала, является одним из приоритетных задач.

Система обучения персонала охватывает многие категории персонала и все сферы деятельности. Сотрудники предприятия повышают свой профессиональный уровень, как по программам повышения квалификации, так и в рамках получения высшего и средне - специального образования.

Повышение квалификации после завершения профессионального обучения и определенного времени работы по профессии направлено на достижение целей:

- подготовка профессиональной карьеры с переходом на более высшую ступень квалификации в качестве специалиста и руководящего персонала среднего звена;

- обеспечить приспособление профессиональной квалификации к новым тенденциям в профессиональном и техническом развитии путем проведения учебных мероприятий, сопровождающих трудовой процесс;

Система повышения квалификации работников, действующая в АО «Уралтрансмаш» делает профессиональный рост взаимовыгодным процессом.

Изн. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Изн. № дубл.	Подпись и дата
Изн.	Лист	№ документа	Подпись	

5.2 Анализ профессионального стандарта

Профессиональный стандарт «Специалист по техническому контролю качества продукции» применяется работодателями при формировании кадровой политики и в управлении персоналом, при организации обучения и аттестации работников, заключении трудовых договоров, разработке должностных инструкций и установлении систем оплаты труда. Данный стандарт подтвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 123н. Регистрационный номер 31.

Основная цель вида профессиональной деятельности: обеспечение выпуска (поставки) продукции, соответствующей требованиям нормативных документов и технических условий, утвержденным образцам (эталонам), проектно-конструкторской и технологической документации

Обобщенная трудовая функция: контроль качества продукции на всех стадиях производственного процесса.

Уровень (подуровень) квалификации: 5.

Трудовые функции:

- проведение испытаний новых и модернизированных образцов продукции;
- инспекционный контроль производства;
- анализ качества сырья и материалов, полуфабрикатов и комплектующих изделий.

5.3 Анализ существующего плана подготовки персонала

Повышение квалификации работников на АО «Уралтрансмаш» проходит установленным порядком департаментов.

Повышение квалификации проходит в два этапа:

Изн. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата
--------------	----------------	----------------	--------------	----------------

Изн.	Лист	№ документа	Подпись
------	------	-------------	---------

~~1 этап курсы в «Учебном центре подготовки рабочих» город Екатеринбург.~~

2 этап – комиссия на заводе

Целью профессиональной переподготовки персонала является развитие профессионального мастерства работников, внедрение прогрессивных технологий, использование новых технических решений и др.

Согласно учебному плану (таблица 6) на курс повышения квалификации сотрудников отведено 109 часов.

Таблица 7 - Учебный план повышения квалификации специалистов по техническому контролю качества продукции

№ п/п	Наименование модуля	Количество часов
1	Технические измерения	32
2	Чтение чертежа	14
3	Спецтехнология контролеры	14
4	Допуски и посадки	10
5	Безопасность труда	10
6	Материаловедение	10
7	Охрана труда и техника безопасности	13
8	Аттестационный экзамен	6
ВСЕГО		109

Повышение квалификации работников необходимо из-за изменения характера и содержания труда специалистов на должностях, моральным старением знаний. В а производстве обновляются и внедряются новые средства измерения и методы контроля работником просто необходимо профессиональное обучение. При этом профессиональное обучение работников, преследует цель повысить уровень теоретических знаний, и совершенствовать практические навыки и умения в соответствии с требованиями профессионального стандарта.

План состоит из 7 разделов измерения и контроля линейно-угловых размеров. В общем итоге план обучения составлен на 34 часа.

Таблица 8- Тематический план теоретического обучения

№ п/п	Наименование темы	Количество часов
1.	Общие сведения об измерениях, понятие погрешности	2
2.	Методы и средства контроля линейных размеров	5
3.	Методы и средства контроля угловых размеров	4
4.	Методы и средства контроля допусков формы и расположения	7
5.	Методы и средства контроля резьбы	4
6.	Методы и средства контроля с помощью координатно-измерительной машины	4
7.	Консультация	4
8.	Экзамен	4
ИТОГО		34

5.4 Занятие по повышению квалификации работников

Из представленного тематического плана (таблица 7) рассмотрим тему «Методы и средства с помощью координатно-измерительной машины».

Так как повышение квалификации работников проходит, у которых уже имеется базовый уровень знаний, рациональнее формой для обучения выбрать семинар.

Семинары - эффективная форма подготовки инженерных и научно-педагогических кадров.

Семинар (от лат. Seminarium - рассадник, теплица) - форма учебно-практических занятий, при которой обучающиеся обсуждают сообщения, доклады и рефераты, выполненные ими по результатам учебных или научных исследований под руководством преподавателя. Преподаватель в

этом случае является координатором обсуждений темы семинара, подготовка к которому является обязательной. Поэтому тема семинара и основные источники обсуждения предъявляются до обсуждения для детального ознакомления, изучения. Цели обсуждений направлены на формирование навыков профессиональной полемики и закрепление обсуждаемого материала.

Тема семинара: Новые технологии, оборудование и программное обеспечение в области линейно-угловых измерений на предприятии.

Категория слушателей: контролеры и специалисты отдела технического контроля предприятия.

Количество часов, отводимых на занятие: 2 часа (90 минут)

Краткое описание: семинар проводят ведущие специалисты в области управления качеством продукции.

Цель семинара:

Дать представление слушателям о координатно-измерительной машине её назначении в современных условиях производства; особенностях и практических аспектах проведения технического контроля качества на машиностроительных предприятиях.

План семинара:

- 1) Общие сведения о координатно-измерительных машинах;
- 2) Конструкции функциональных узлов.
- 3) Программное обеспечение;
- 4) Измерение на координатно-измерительной машине;
- 5) Составляющие погрешности измерения на координатно-измерительных машинах.

Содержание:

- 1) Общие сведения о координатно-измерительных машинах.
- Координатно-измерительные устройства - приборы для измерения положения точек на поверхности элементов деталей в системе плоских или пространственных координат. Такие машины называют трехкоординатными

Изн. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Изн. № дубл.	Подпись и дата
Изн. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Изн. № дубл.	Подпись и дата

измерительными машинами или координатными измерительными машинами.

Принципиальная основа измерения на КИМ заключается в том, что любую поверхность или профиль можно представить состоящей из бесконечного числа отдельных точек и если известно положение в пространстве их координат, то по соответствующим формулам программное обеспечение может рассчитать размеры этих поверхностей, а также расположение поверхностей в пространстве и между собой. Например, если на окружности измерить три точки, то она определит диаметр окружности, поскольку из геометрии известно, что через три точки может быть проведена окружность и притом только одна.

Принципиальная схема всех КИМ одинакова. Она состоит из трех взаимно перпендикулярных устройств для измерения линейных величин и датчика контакта, который может перемещаться в пространстве с отсчетом этих перемещений одновременно по трем линейным измерительным устройствам. При касании (контакте) щупа с точкой на измеряемой поверхности датчик выдает команду для считывания значений координат X, Y, Z в момент касания. КИМ Лапик оснащена 6-тью осями. Иногда КИМ снабжаются съемными или постоянными круговыми столами.

Конструктивная схема КИМ состоит из механической части, осуществляющей измерительные перемещения, и электронно-вычислительной части с программным обеспечением.

Конструктивная схема механической части всех КИМ построена таким образом, что деталь, например, в виде параллелепипеда, находящаяся на измерительной позиции машины, может быть измерена по всем поверхностям, кроме поверхности, на которой она установлена. А если установить эту деталь на специальную подставку, чтобы она не располагалась всей плоскостью на столе, то можно будет измерить элементы этой детали на всех поверхностях без перестановки, за исключением частей поверхности, на которых деталь установлена. Измерения на КИМ

№ подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

осуществляются при относительных перемещениях детали и датчика контакта.

2) Конструкции функциональных узлов [31].

В координатно-измерительной машине можно выделить следующие конструктивные узлы: станина, стол, направляющие, измерительная система, датчик контакта, устройство для цилиндрических координат поворотный стол. Коротко рассмотрим особенности этих функциональных узлов.

Станина. Несет на себе все остальные функциональные узлы и должна обеспечивать требуемую жесткость для ограничения величины деформации во всех положениях подвижных частей при измерении деталей.

Станину обычно устанавливают на три (и более) точки на специальный фундамент или демпфирующие опоры в виде резинометаллических элементов или пневматики.

Стол. Предназначен для установки измеряемой детали, и каких-либо специфических элементов. Во многих случаях деталь при измерении должна закрепляться, поэтому столы снабжаются либо пазами, в которых можно разместить специальные державки, либо имеются резьбовые гнезда. Обычно жесткие требования к плоскостности стола не предъявляются, поскольку у большинства машин поверхность стола не является базой и в процессе измерения за базу может быть принята любая поверхность детали, т. е. осуществлено так называемое программно-математическое базирование.

Направляющие. Точность перемещения по всем трем координатам обеспечивается в значительной мере точностью используемых направляющих. Основное требование, предъявляемое к направляющим, заключается в обеспечении прямолинейности перемещения подвижных частей в требуемых пределах.

В направляющих применяют три вида подшипников: скольжения, качения и аэростатические.

Подпись и дата	
Инв. № дубл.	
Взамен. инв. №	
Подпись и дата	

Привод. От привода требуется, чтобы движения от двигателя к подвижным узлам передавались с небольшим усилием и не было повреждений при непредвиденных столкновениях подвижных узлов с каким-либо препятствием.

Измерительная система. Как было сказано ранее, принципиальная схема КИМ состоит из систем для отсчета линейных перемещений, расположенных по трем координатным осям, т. е. устройств, с помощью которых можно определить величину перемещения по каждой оси, что в общем виде дает возможность определить положение точки в пространстве [33].

В принципе, любая измерительная система должна состоять из двух частей многозначной меры (в частном случае линейной шкалы), воспроизводящей длину в определенном диапазоне, и устройства для считывания значения перемещений по этой мере. Одна из этих частей устанавливается на подвижных узлах, а другая - на неподвижных. При расположении считывающих устройств на неподвижных узлах облегчается передача информации от измерительной системы, поэтому шкалы устанавливают на подвижных узлах. Все измерительные системы дискретного типа, т. е. выдают сигналы в виде отдельных (дискретных) импульсов, причем значение одного импульса (дискретность) соответствует определенной величине линейного перемещения подвижного узла.

К измерительным системам КИМ предъявляют следующие требования:

- защищенности от загрязнения, например от пыли и масла;
- высокой износостойкости;
- защищенности от внешней среды (температуры, давления воздуха, влажности);
- точности измерения, особенно в отношении равномерности дискретных значений, поскольку накопленные погрешности могут быть скорректированы программным обеспечением;

Датчик контакта (касания). Прежде чем рассматривать этот функциональный узел, который имеется во всех КИМ, еще раз рассмотрим принцип измерения на машинах. С помощью КИМ измеряют положение точек, принадлежащих данной поверхности в пространстве, т. е. определяют значения трех координат – X, Y, Z. Следовательно, при измерении на КИМ, особенно в автоматическом режиме, необходимо с помощью какого-то устройства зафиксировать (нащупать) точку, положение которой измеряется. При работе датчик контакта чаще всего устанавливается на пиноли, перемещающейся в вертикальном направлении. Конструкций датчиков касания разработано очень много, но по принципу работы их разделяют на жесткие (механические), электронные и оптические [32].

Измерительные наконечники. Все контактные датчики снабжаются большим набором измерительных наконечников. Во всех видах датчиков предусмотрена возможность установки нескольких наконечников (до 5 штук), образуя щуповую конфигурацию. Делается это для того, чтобы имелась возможность проникнуть к закрытым поверхностям детали сложной формы и упростить такой доступ, а также сократить расстояния при переходе от одной поверхности к другой, что повышает производительность измерения. В большинстве случаев используют сферические измерительные наконечники, изготавливаемые из твердого сплава или синтетического рубина. Из-за относительно небольших измерительных усилий износ наконечников практически не происходит. В комплект наконечников иногда включаются и диски нескольких диаметров. Они нужны для того, чтобы измерять диаметры цилиндров на определенной глубине

3) Программное обеспечение.

Определение различных размеров и нормируемых геометрических параметров (отклонение расположения, отклонение формы и т. д.) получается не измерением, а расчетом при использовании данных о координатах определенного числа координат измеренных точек.

Расчеты различных геометрических показателей и размеров

44.03.04.389.ПЗ

Лист

60

Ив. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Ив. № дубл.	Подпись и дата

Изм	Лист	№ документа	Подпись

осуществляются с помощью программного обеспечения, без которой не может работать КИМ.

Библиотека программ по измерениям, находящаяся в программном обеспечении КИМ, включает в себя: стандартные программы для определения параметров элементов правильной геометрической формы, программы для статистической обработки результатов измерения и специальные программы, например, при измерении зубчатых колес, кулачков и др.

4) На КИМ измеряются только координаты в пространстве отдельных точек измеряемой поверхности, а значения размеров отдельных элементов и других нормируемых параметров геометрической точности рассчитываются по этим измеренным координатам. Измерения на КИМ могут проводиться в трех режимах: в ручном, полуавтоматическом и автоматическом.

В ручном режиме перемещение датчика контакта к измеряемой точке осуществляется оператором перемещением непосредственно за крепление датчика на пиноли. У некоторых машин с ручным управлением имеется пульт, рычагами которого оператор управляет перемещением датчика.

При полуавтоматическом режиме управление перемещениями датчика контакта осуществляется оператором при помощи рычагов, расположенных на пульте. Измерение осуществляется в диалоговом режиме программы. Вызов программ, сравнение рассчитанных значений с допускаемыми выполняется автоматически по заданным программам оператором с пульта машины. Управление перемещением датчика контакта осуществляется оператором также с пульта.

Автоматический режим - режим измерения, когда все действия, необходимые для измерения детали, осуществляются по заданной программе и управление перемещением датчика контакта также выполняется с помощью программы без участия оператора.

При любом режиме измерения должна быть предварительно разработана методика проведения измерений или, как часто говорят,

Взамен. инв. №	Инд. № дубл.	Подпись и дата

составлен план контроля измерения конкретной детали. При ручном режиме измерения эта программа составляется и практически одновременно реализуется оператором.

План контроля для измерения включает в себя решение о последовательности измерения отдельных точек, отдельных элементов детали, о числе точек, которые должны быть измерены, а также параметры геометрической точности, которые необходимо рассчитать, данные, выводимые на протокол в результате измерения, и т.д. Программы не связаны с конкретными размерами измеряемой поверхности, а только зависят от параметров, которые необходимо выяснить, например, диаметр окружности или отклонения расположения.

5) Составляющие погрешности измерения на координатно-измерительных машинах.

На погрешность измерения при использовании КИМ влияют следующие погрешности:

- от механической части;
- от измерительных (отсчетных) систем;
- от контактирования;
- от воздействия окружающей среды;
- методические погрешности.

Погрешность от механической части. Погрешность от механической части машины связана с тем, что перемещение по координатным осям осуществляется в действительности не по прямым линиям и не перпендикулярно друг к другу. Эта погрешность зависит от точности изготовления направляющих, от точности монтажа, трения в направляющих, наличия люфтов, прогиба под действием собственного веса подвижных частей, инерционности движущихся масс и некоторых других причин. Погрешность эта носит систематический и случайный характер.

Погрешность от измерительных систем. Эта погрешность зависит от погрешности используемых масштабов (шкал), от преобразований для

Подпись и дата	
Инд. № дубл.	
Взамен. инв. №	
Подпись и дата	
Инд.	

получения дискретных более мелких значений, чем на шкале, с помощью дополнительных устройств, от отклонения от параллельности расположения отсчетных систем относительно координатных осей. Погрешности, зависящие от измерительных систем, являются в основном систематическими и в значительной мере компенсируются введением соответствующих поправок с помощью программы.

Погрешность от контактирования. Возникает эта погрешность от погрешности датчика контакта, от динамических условий измерения, т. е. измерений в процессе движения.

Погрешность от влияния окружающей среды. Эта погрешность возникает от деформаций элементов машины и измеряемой детали под действием температуры, от влажности воздуха и вибраций в месте установки машины. Погрешность от температурных деформаций, как и при использовании других средств измерения, возникает при отклонениях температуры от 20° С и колебаний температуры в процессе измерения, от разности температур измеряемой детали и деталей КИМ. Влажность воздуха влияет на деформации узлов машины, изготовленных из гранита. Вибрации машины приводят к смещению измерительных систем и, прежде всего, шкал, которые чаще всего расположены неподвижно относительно наконечника датчика контакта [32].

Учесть влияние окружающей среды на погрешность измерения практически невозможно, поэтому КИМ должны всегда устанавливаться на виброизолирующем фундаменте или опорах в специальных помещениях, где поддерживается постоянная температура, а детали перед измерениями необходимо выдержать на машине, с тем чтобы их температуры выровнялись.

К внешним источникам составляющих погрешности измерения можно отнести и неправильное закрепление детали, например, с деформацией ее.

Методическая погрешность измерения. Этот вид погрешности связан с тем, что на КИМ измеряются координаты положения отдельных точек в

н. инв. №	Инва. № дубл.	Подпись и дата

пространстве. Вполне естественно, что измерить все точки на поверхности измеряемого элемента невозможно, а следовательно, всегда возможно положение, при котором предельные выступающие точки этой поверхности не будут измерены. Под методической составляющей погрешности измерения понимают погрешность, связанную с используемой методикой измерения, в результате которой не выявляется размер, «действующий» при сборке измеренного элемента. В связи с этим при измерении предусмотрена

возможность измерять большое число точек на одной поверхности

Другая часть методической погрешности связана с алгоритмом обработки результатов измерения координат точек, расположенных на реальной поверхности, т.е. имеющей отклонения формы. После измерения большого числа точек во всех КИМ рассчитывается средний размер измеряемого элемента (средний диаметр окружности, средний диаметр цилиндра, средняя прямая и т. д.).

Для КИМ, где методика измерений в большинстве случаев запрограммирована, а процесс измерения относится только к отдельным точкам, методическая составляющая погрешности измерения является специфичной и часто доминирующей погрешностью.

Таким образом, использование КИМ является оптимальным для контроля деталей сложной формы.

Основное преимущество современных КИМ – возможность полной автоматизации как на этапе реализации метода измерений, так и на этапе обработки результатов этих измерений. Кроме того, мы получаем возможность осуществлять контроль качества крупных корпусных деталей сложных поверхностей с повышенной точностью и достоверностью результатов измерений. Координатно-измерительные машины позволяют контролировать абсолютно все параметры детали, указанные на чертеже, за исключением:

- резьбы;
- параметров шероховатости поверхности;

замен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата
---------------	--------------	----------------

- фасок.

Использование КИМ и методы её контроля на предприятии позволяет:

- сократить временные затраты;
- повысить точность измерения (т.е. снизить влияние субъективных и случайных погрешностей);
- отказаться от большого количества средств измерения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По итогам выполнения выпускной квалификационной работы совершенствовали процесс технического контроля детали «Водило».

В соответствии с целью выпускной квалификационной работы выполнено следующее:

- проанализирована деятельность предприятия АО «Уралтрансмаш»;
- приведено описание конструкции, служебное назначение детали и проанализированы требования к параметрам детали;
- разработан технологический процесс технического контроля;
- произведен выбор и обоснование средств контроля;
- спроектировано контрольное приспособление;
- разработана программы повышения квалификации специалистов по контролю качества.

Изн. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	44.03.04.389.ПЗ	Лист
						66
Изм	Лист	№ документа	Подпись			

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Трамвайные вагоны [Электронный ресурс] // Уралтрансмаш. – Режим доступа: <http://www.uraltransmash.com>.
2. Уралтрансмаш [Электронный ресурс] // Википедия. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org>.
3. ГОСТ 15467 – 79. Управление качеством продукции. Основные термины и определения. [Электронный ресурс]. – Введен 1997-01-26// Техэксперт. - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200001719>.
4. Чупырин, В.Н. Технический контроль в машиностроении [Текст] : справ. проектировщика / В.Н. Чупырин [и др.] ; под общ. ред. В.Н. Чупырина, А. Д. Никифорова. – Москва : Машиностроение, 1987. – 512 с.
5. Войтоловский, В.Н. Организация технического контроля на промышленных предприятиях [Текст] / В.Н. Войтоловский, В.Н. Федотов. – Москва : Издательство стандартов, 1993. – 214 с. 5
6. ГОСТ Р 50-609-40–01. Рекомендации. Технологическое проектирование технического контроля [Текст]. – Введ. 2001-12-25. – Нижний Новгород : НИУ контроля и диагностики технических систем, 2001. – 30 с.
7. ГОСТ Р 50-609-39–01 - 2001. Рекомендации. Правила выбора средств контроля [Текст]. – Введен 2001-12-25. – Нижний Новгород : НИУ контроля и диагностики технических систем, 2001. – 9 с. 27
8. Организация технического контроля механического цеха [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://studbooks.net/1423105/tovarovedenie/organizatsiya_tehnicheskogo_kontrol_ua_mehanicheskom_tsehe_

Инов. № подл.	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

9. Войтоловский, В.Н. Организация технического контроля на промышленных предприятиях [Текст] / В.Н. Войтоловский, В.Н. Федотов. Москва : Издательство стандартов, 1993. – 214 с.)

10. Единый тарифно-квалификационный справочник работ и профессий рабочих [Текст]. – Выпуск 2. – Москв : Машиностроение, 1989. – 65 с.

11. ГОСТ 14810-69. Калибры – пробки гладкие двухсторонние со вставками диаметром свыше 3 до 50 мм. Конструкция и размеры. [Электронный ресурс]. – Введен 1971-01-01 // Техэксперт. - Режим доступа: <http://standartgost.ru/g/14810-69>.

12. ГОСТ 14812-69. Калибры-пробки гладкие проходные со вставками диаметром свыше 50 до 75 мм. Конструкция и размеры. [Электронный ресурс]. – Введен 1971-01-01 // Техэксперт. - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200020147>.

13. ГОСТ 17758-72 Пробки резьбовые со вставками двусторонние диаметром от 2 до 50 мм. Конструкция и основные размеры. [Электронный ресурс]. - Введен 1975-05-30 // Техэксперт. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200020408>.

14. ГОСТ 18372-73. Фрезы концевые твердосплавные. Технические условия. [Электронный ресурс]. – Введен 1998-01-25 // Техэксперт. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/gost-18372-73>.

15. ГОСТ 9038-90 Меры длины концевые плоскопараллельные. Технические условия. [Электронный ресурс]. -Введен 1990-01-29– Режим доступа: docs.cntd.ru/document/1200005373.

16. ГОСТ 9378-93 Образцы шероховатости поверхности (сравнения). Общие технические условия. [Электронный ресурс]. -Введен 1993-10-21 // Техэксперт. - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200005375>.

17. Российская Федерация. Законы. Об обеспечении единства измерений: [федер. закон от 26 июня 2008 года № 102]. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://base.garant.ru/12161093/>.

18. ГОСТ ISO 9000 – 2011. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь [Электронный ресурс]. – Введен 2011-12-22 // Техэксперт. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/gost-iso-9000-2011>.

19. ГОСТ Р ИСО 14001-2016. Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению. [Электронный ресурс]. - Введен 2016-04-29 // Техэксперт. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/>.

20. ГОСТ 2.124 – 2014. ЕСКД. Порядок применения покупных изделий [Электронный ресурс]. – Введен 2014-11-14. // Техэксперт. - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200122008>.

21. ГОСТ 15467 – 79. Управление качеством продукции. Основные термины и определения. [Электронный ресурс]. – Введен 1979-01-26 // Техэксперт. - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200001719>.

22. Марков Н. Н. Конструкция, расчет и эксплуатация контрольно-измерительных инструментов и приборов: учебник для машиностроительных техникумов / Н. Н. Марков, Г. М. Ганевский; ред. Н. Н. Марков. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1993. – 416 с.

23. Постановление Правительства РФ. О военных представительствах Министерства обороны Российской Федерации [пост. правит. от 11 августа 1995 г. № 804 ред. от 03.07.2014]. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://base.garant.ru/180550/>.

24. Технический контроль в машиностроении: справочник проектировщика / Под ред. В. Н. Чупырина, А. Д. Никифорова. - М.: Машиностроение, 1987. 512 с.

25. РМГ 63-2003. Обеспечение эффективности измерений при управлении технологическими. [Электронный ресурс]. – Введен 2003-12-05 // Техэксперт. – Режим доступа: <http://gostrf.com/normadata/1/4293849/>.

26. ГОСТ Р 50-609-38-01. Единая система технологической документации. Правила оформления документации контроля. [Электронный ресурс]. – Введен 2001-12-25 // – Режим доступа: <http://standartgost.ru>.

Инов. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата
Изм	Лист	№ документа	Подпись	

27. Семинар. [Электронный ресурс] // Википедия. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org>.

28. Химический и механический состав стали 38Х [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://metallicheckiy-portal.ru/marki_metallov/stj/38x2mya.

29. ГОСТ РВ 15.306 – 2003. СРПП.ВТ. Обязательства гарантийные. Основные положения. [Электронный ресурс]. – Введен 2003-12-18 // Техэксперт. – Режим доступа: docs.google.com.

30. Координатно-измерительная техника фирмы Carl Zeiss Industrielle Messtechnik GmbH: каталог. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.all-pribors.ru/opisanie/51180-12-accura-54346>.

31. Марков Н. Н. Конструкция, расчет и эксплуатация контрольно-измерительных инструментов и приборов: учебник для машиностроительных техникумов / Н. Н. Марков, Г. М. Ганевский; ред. Н. Н. Марков. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1993. – 416 с.

32. Чапала О.В. Координатно-измерительные машины и их применение. // Новайнфо. - 2016. – № 57. [Электронный ресурс]. - Режим доступа – <http://novainfo.ru/article/10054>.

33. «Лапик» — координатно-измерительные машины. [Электронный ресурс]. // Режим доступа: lapic.ru.

№ подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата