

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

**РАЗРАБОТКА ПРОЦЕССА ТЕХНИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ДЕТАЛИ  
«КРЫШКА ЛЕБЕДКИ»**

Выпускная квалификационная работа

по направлению подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)  
профилю подготовки «Машиностроение и материалобработка»  
специализации «Сертификация, метрология и управление качеством  
в машиностроении»

Идентификационный код ВКР: 326

Екатеринбург 2018

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

Институт инженерно-педагогического образования  
Кафедра технологии машиностроения, сертификации и методики  
профессионального обучения

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:  
Заведующий кафедрой ТМС  
\_\_\_\_\_ Н.В. Бородина  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.

## **РАЗРАБОТКА ПРОЦЕССА ТЕХНИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ДЕТАЛИ «КРЫШКА ЛЕБЕДКИ»**

Выпускная квалификационная работа

по направлению подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение  
(по отраслям)  
профилю подготовки «Машиностроение и материалобработка»  
специализации «Сертификация, метрология и управление качеством  
в машиностроении»

Исполнитель:  
Студент группы ЗКМ-404С

М.М. Бурнин

Руководитель:  
доцент, канд. техн. наук,  
доцент кафедры ТМС

Г.Н. Мигачева

Екатеринбург 2018

## АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа выполнена на 97 страницах, содержит 7 рисунков, 16 таблиц, 22 источника литературы, а также 3 приложения на \_\_ страницах.

Ключевые слова: ДЕТАЛЬ, ПРОЦЕСС КОНТРОЛЯ, ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ КОНСТРУКЦИИ ПРИ ТЕХНИЧЕСКОМ КОНТРОЛЕ, ПРИСПОСОБЛЕНИЕ, КОНТРОЛИРУЕМЫЙ ПАРАМЕТР, ПРОЕКТИРОВАНИЕ СПЕЦИАЛЬНЫХ СРЕДСТВ КОНТРОЛЯ, ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА.):

Библиографическое описание ВКР.

Бурнин М.М. Разработка процесса технологического контроля детали «Крышка лебедки»: выпускная квалификационная работа / М.М. Бурнин; Рос. гос. проф.-пед. ун-т; Институт инж.-пед. образования, каф. технологии машиностроения, сертификации и методики профессионального обучения. – Екатеринбург, 2018. – 100 с.

В выпускной квалификационной работе разработан маршрут технологического процесса технического и спроектированы специальные средства измерения для контроля детали «Крышка лебедки».

Произведен расчёт исполнительных размеров проектируемых средств контроля. Спроектированы специальные средства измерений: гладкие калибры-пробки, гладкие калибры-скобы, калибры-пробки для контроля резьбовых отверстий, комплексные калибры для контроля допуска расположения отверстий; спроектировано контрольное приспособление для контроля отклонений от плоскостности, цилиндричности и перпендикулярности.

В методической части разработана методика проведения практической работы с использованием спроектированного приспособления для производственного обучения инженеров отдела технического контроля.

# СОДЕРЖАНИЕ

<u>ВВЕДЕНИЕ</u> .....	6
<u>1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ</u> .....	8
<u>1.1. Общие сведения о техническом контроле</u> .....	8
<u>1.2. Структура системы технического контроля</u> .....	10
<u>1.3. Технологическое проектирование технического контроля</u> .....	12
<u>1.4. Оптимизация контроля</u> .....	16
<u>2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО</u> .....	18
<u>КОНТРОЛЯ</u> .....	18
<u>2.1. Качество продукции</u> .....	18
<u>2.2. Основы организации технического контроля</u> .....	19
<u>2.3. Функции отдела технического контроля</u> .....	20
<u>2.4. Структура отдела технического контроля</u> .....	22
<u>2.5. Организационные формы технического контроля</u> .....	23
<u>2.6. Влияние типа производства на организацию контроля</u> .....	27
<u>3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА</u> .....	
<u>ТЕХНИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ДЕТАЛИ «КРЫШКА ЛЕБЕДКИ»</u> .....	30
<u>3.1. Описание конструкции и назначение детали</u> .....	30
<u>3.2. Технологичность конструкции при техническом контроле</u> .....	32
<u>3.3. Маршрут обработки детали</u> .....	33
<u>3.4. Анализ причин несоответствия</u> .....	35
<u>3.5. Технологический процесс технического контроля детали</u> .....	36
<u>3.6. Выбор видов контроля</u> .....	39
<u>3.7. Выбор и обоснование средств контроля детали «крышка лебедки»</u> .....	42
<u>3.8. Нормирование процесса технического контроля</u> .....	49
<u>4. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ</u> .....	59
<u>4.1. Проектирование средств технического контроля</u> .....	59
<u>4.2. Требования, предъявляемые к предельным калибрам</u> .....	59

<u>4.3. Определение исполнительных размеров калибров для цилиндрических отверстий и валов ГОСТ 24853-81</u> .....	60
<u>4.4. Определение исполнительных размеров калибров-пробок ГОСТ 24997-81 для контроля метрической резьбы</u> .....	64
<u>4.5. Проектирование резьбовых и гладких калибров-пробок ГОСТ 24997-81 для контроля отверстия М8-7Н</u> .....	65
<u>4.6. Проектирование резьбовых и гладких калибров-пробок ГОСТ 24997-81 для контроля отверстия М12-7Н</u> .....	68
<u>4.7. Проектирование комплексных калибров для контроля позиционных отклонений осей отверстий с зависимыми допусками расположения ГОСТ 16085-80</u> .....	70
<u>4.8. Проектирование контрольного приспособления для измерения отклонений формы и расположения поверхностей</u> .....	75
<u>4.9. Описание устройства контрольного приспособления</u> .....	78
<u>5. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ</u> .....	82
<u>5.1. Значение мероприятий по обучению рабочих на машиностроительных предприятиях</u> .....	82
<u>5.2. Система переподготовки персонала</u> .....	83
<u>5.3. Анализ профессионального стандарта</u> .....	84
<u>5.4. Анализ плана подготовки персонала</u> .....	86
<u>5.5. Разработка методических указаний для практической работы с использованием контрольного приспособления</u> .....	90
<u>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</u> .....	98
<u>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ</u> .....	99
<u>ПРИЛОЖЕНИЕ А Комплект конструкторской документации</u> .....	101
<u>ПРИЛОЖЕНИЕ Б Комплект технологической документации</u> .....	119

## **ВВЕДЕНИЕ**

Технический контроль – это важнейшая часть системы управления качеством продукции на машиностроительном предприятии.

Необходимость точной и эффективной технологической подготовки технического контроля подтверждается практикой промышленных предприятий. Одним из важнейших факторов роста эффективности производства является улучшение качества выпускаемой продукции.

Повышение качества выпускаемой продукции расценивается в настоящее время, как решающее условие её конкурентоспособности на внутреннем и внешнем рынках. В условиях жесткой конкуренции борьбы за потребителя любому машиностроительному предприятию выгоднее производить как можно больше качественной продукции. Чем качественней продукция предприятия, тем выше его авторитет, а, следовательно, оно получает больше прибыли.

Для того чтобы отбраковать негодную продукцию, необходимо выявить дефектные изделия. Своевременно решить эту задачу помогает внедрение операций технического контроля на каждой стадии изготовления продукции. Таким образом, технический контроль – важнейшая часть системы управления качеством продукции на машиностроительном предприятии.

В процессе осуществления технического контроля выявляется соответствие выпускаемой продукции установленным требованиям технической документации, и, как следствие, оценивается достаточность уровня качества для обеспечения эксплуатационных характеристик изготавливаемой продукции.

При проектировании технологического процесса технического контроля немаловажное значение отводится эффективности процесса технического контроля, в связи с чем возникает необходимость внедрения прогрессивных методов контроля.

Целью данной выпускной квалификационной работы является разработка технологического процесса технического контроля детали «Крышка лебед-

ки», входящей в состав редуктора лебедки скреперной, внедряемой в производство на предприятии ООО «Эльмаш УЭТМ».

Для того чтобы достичь цели работы, необходимо выполнить следующие этапы:

- привести описание конструкции и служебное назначение детали;
- проанализировать технологичность конструкции при техническом контроле;
- спроектировать маршрут обработки детали;
- спроектировать технологический процесс технического контроля;
- произвести выбор видов контроля;
- произвести выбор и обоснование средств контроля;
- определить уровень квалификации инженеров отдела технического контроля;
- произвести расчет норм времени на операциях технического контроля;
- спроектировать контрольное приспособление.

При выполнении работы необходимо предусмотреть оптимальное сочетание методов и средств контроля, позволяющее добиться сокращения времени на проведение технического контроля и обеспечения требуемого качества изготовления в соответствии с технологической документацией.

## **1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

### **1.1. Общие сведения о техническом контроле**

Развитие промышленности характеризуется значительным повышением внимания производителей и потребителей к качеству промышленной продукции. Выпуск продукции высокого качества рассматривается теперь во всех странах мира как одно из важнейших условий развития экономики страны, от которого зависят темпы промышленного развития, эффективность использования трудовых ресурсов, успехи внешней торговли и престиж страны на международной арене.

Контроль качества продукции в сфере её производства на машиностроительных предприятиях осуществляется специально организованными службами технического контроля качества.

Техническим контролем называется проверка соответствия объекта установленным техническим требованиям.

Прежде всего, изменилось представление о задачах технического контроля. Так, ещё недавно считалось общепризнанным, что основной задачей технического контроля является надёжная защита потребителя от попадания к нему дефектной, недоброкачественной и некомплектной продукции.

Основной задачей технического контроля считалась только проверка соответствия или несоответствия объекта установленным техническим требованиям, оговорённым стандартами, технологической документацией, техническими условиями и другой нормативно-технической документацией. Таким образом, техническому контролю отводилась роль инструмента, призванного отсеивать годную продукцию от негодной. Ответственность за поступление к потребителю дефектных единиц продукции ложилась полностью на службу технического контроля.

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



на предприятии, и поэтому основной задачей технического контроля является предупреждение выпуска дефектной продукции посредством получения информации о ходе (состоянии) соответствующего технологического процесса или его результатах для последующей выработки решений об управляющих воздействиях.

Из этого следует, что непрерывно накапливающаяся в службах технического контроля информация о качестве продукции является действительно бесценной. Её правильное и своевременное использование позволяет управлять качеством выпускаемой продукции, оперативно совершенствовать технологию производства, проводить необходимое регулирование технологического оборудования в самые оптимальные сроки, не дожидаясь появления дефектных изделий, давать потребителям продукции твёрдые гарантии о содержании доброкачественных изделий в поставляемой партии и решать многие другие задачи управления качеством продукции.

Технический контроль функционирует как система. Система контроля качества продукции представляет собой совокупность взаимосвязанных объектов и субъектов контроля, используемых видов, методов и средств оценки качества изделий и профилактики брака на различных этапах жизненного цикла продукции и уровнях управления качеством.

Эффективная система контроля позволяет в большинстве случаев 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, рассматриваемые как множество форм и организационных структур технического контроля [1].

Проектирование систем технического контроля заключается в проектировании технологии, то есть процессов технического контроля и организации технического контроля, проектирование которых в свою очередь заключается

в описании маршрута и объёма контроля, в определении операций контроля, состава исполнителей и средств контроля, а также в выборе видов и форм технического контроля, организации контроля качества продукции в процессе производства и др.

В результате проектирования технического контроля должны быть получены проектные документы в виде ведомости операций контроля, операционных карт технического контроля или других установленных документов. При проектировании технического контроля планируется и обосновывается его экономическая эффективность, то есть обеспечение минимальных затрат на контроль при установленной достоверности контроля.

Правильный учёт затрат на технический контроль позволяет получать необходимую информацию о резервах оптимизации расходов по оценке и регулированию качества изделий, обеспечивает создание необходимой экономической базы для планирования и текущего финансирования этих затрат, даёт возможность ввести действенные материальные стимулы к снижению расходов на технический контроль, определить и экономически обосновать наиболее эффективные мероприятия, направленные на совершенствование используемой системы контроля и повышение качества продукции [3].

## **1.2. Структура системы технического контроля**

На предприятии проектирование системы технического контроля или отдельных её элементов осуществляют при создании системы технического контроля, развитии системы технической подготовки производства, совершенствования управления производством и системы управления качеством продукции, а также целевом совершенствовании системы технического контроля [1].

Проектирование системы технического контроля состоит из разработки: технического задания, технического проекта и рабочего проекта. Основой проектирования является комплексная стандартизация.

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

Разработка технического задания является важной и необходимой стадией разработки и совершенствования системы технического контроля, на которой формируются основные направления совершенствования системы технического контроля.

В техническом задании предусматривают выполнение работ по следующим направлениям:

- совершенствование организации и управления системы технического контроля;
- унификация средств технического контроля;
- стандартизация и типизация видов, методов и процессов технического контроля;
- унификация форм документации технического контроля и автоматизации обработки результатов контроля;
- оценка ожидаемой экономической эффективности от внедрения системы технического контроля.

На основании технического задания разрабатывают технический и рабочий проекты, для чего приказом по предприятию создается специальная группа, а также привлекаемые к разработке системы технического контроля. Руководящую и методическую роль по разработке и совершенствованию системы технического контроля на предприятии осуществляют, как правило, бюро по управлению качеством. Комплекс документов, регламентирующих системы технического контроля на предприятии, может состоять из стандартов, составляющих государственную и отраслевую системы, и нормативно-технических документов предприятия, разрабатываемых в развитие и дополнение к комплексам ГОСТов и ОСТов.

На стадии разработки технического проекта системы технического контроля принимают основные технические и организационные решения, устанавливающие структуру системы.

Утверждённый технический проект является основанием для разработки рабочего проекта. Разработка рабочего проекта – завершающий этап работ по созданию рабочей документации при совершенствовании системы технического контроля на предприятии. Работы, проводимые на стадии рабочего проекта, являются детализацией и развитием проектных решений по совершенствованию системы технического контроля, заложенных на стадиях технического задания и технического проекта [1].

В рабочем проекте системы технического контроля предусматривают разработку комплекса конкретных технических документов в соответствии с задачами, поставленными на стадии технического задания и технического проекта. Должны быть учтены также требования, установленные в ранее разработанных и действующих на предприятии документах, стандартах, ЕСТПП, ЕСКД и др.

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

### **1.3. Технологическое проектирование технического контроля**

Технический контроль разрабатывают в виде процессов и операций технического контроля для входного, операционного и приёмочного контроля. Разработку процесса технического контроля изделий, технологических процессов осуществляют для изделий, конструкции которых отработаны на технологичность при техническом контроле. Процесс технического контроля яв-

ляется неотъемлемой частью технологического процесса изготовления и испытания.

При разработке методик и технологии контроля руководствуются следующими требованиями:

- контроль должен осуществляться в условиях, максимально приближенных к условиям эксплуатации;

- контроль должен быть непрерывным, т.е. охватывать все этапы производства, и профилактическим, чтобы предотвратить поступление дефектной продукции на следующий этап производственного цикла;

- контроль должен быть активным и непосредственно влиять на качество производственного процесса;

- контроль должен проводиться с помощью объективных средств и не зависеть от субъективных особенностей исполнителя контроля:

- контроль проводят на основе безусловной ответственности исполнителя за качество выпускаемой продукции и качество выполняемых операций; предусматривают также совмещение операций обработки и контроля [4].

Основные этапы разработки процессов контроля, последовательность этапов, задачи, решаемые на каждом этапе, и основные документы, обеспечивающие решение этих задач, устанавливают рекомендации по технологическому проектированию технического контроля Р 50-609-40-01 [6].

Содержание основных этапов разработки типовых процессов контроля представлено в таблице 1. Необходимость каждого этапа, состав задач и последовательность их решения определяет разработчик проекта (операции) технического контроля в зависимости от условий производства.

Таблица 1 – Основные этапы разработки типовых 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	Ознакомление с объектом контроля и требованиями к изготовлению и эксплуатации. Анализ информации, необходимой для разработки технологического процесса	Конструкторская документация на изделие и технологическая документация на изготовление и испытание изделия. Программа и сроки изготовления изделия. Нормативные документы на перспективные методы проведения контроля. Производственные инструкции на проведение контроля. Описание прогрессивных методов контроля. Каталоги, номенклатурные справочники прогрессивных средств контроля
Классификация объектов контроля	Создание групп объектов контроля, обладающих идентичными контролируемые признаками. Выбор типовых представителей групп объектов контроля	Классификатор объектов контроля
Выбор объектов контроля	Определение номенклатуры объектов контроля, состояние качества которых влияет на качество выпускаемой продукции (контроль этих объектов обязателен)	Методика выбора объекта контроля
Выбор действующего типового процесса технического контроля или поиск аналога	Отнесение объекта к действующему типовому, групповому или единичному процессу контроля с учётом результатов количественной оценки групп изделий	Документация типовых, групповых и единичных процессов контроля для данной группы изделий. Документация перспективных процессов технического контроля

Окончание таблицы 1

1	2	3
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 изготовления и ремонт изделий
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
Выбор схем контроля	Определение контрольных точек объекта, где осуществляется съём информации о контролируемых параметрах	Методика выбора схемы контроля
Выбор метода контроля	Определение оптимального метода контроля на базе условных показателей	Методика выбора методов контроля
Выбор средств контроля	По Р 50-609-39-01	Р 50-609-39-01
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, ГОСТ 8.010-2013, РМГ 63-2003
Разработка документации результатов контроля	Разработка технологических паспортов карт измерений, журналов контроля технологических процессов	ГОСТ 2.314-68, ГОСТ 3.1105-2011, Р 50-609-38-01,

#### 1.4. Оптимизация контроля

К конструкции изделия и его составных частей предъявляют неодинаковые требования в отношении качества, точности и надёжности. Эти требования зависят от служебного назначения конструкции, последствий её отказа в работе, вызываемых дефектами изготовления, поставки, транспортирования или хранения, частотой изменения конструкции или периодом обновления выпускаемой продукции и другими причинами. Поэтому при проектировании процессов технического контроля необходимо избирательно подходить к требованиям, устанавливаемым к объекту контроля в виде категорий объекта контроля. Поэтому они и должны указывать технологом-проектировщикам технического контроля – в конструкторской документации требования к объектам технического контроля, в первую очередь, номер категорий контроля в соответствии с Р 50-54-4-87 [7]. Категории контроля качества применяют при проектировании и как средство оптимизации и рационализации затрат на подготовку и осуществление контроля. Категорию контроля указывают в чертежах и впоследствии уточняют выбранную категорию на стадиях разработки конструкторской документации.

Метод установления категорий известен в формальной логике как метод квантификации, в котором реализуется принцип избирательности категорий требований к свойствам предметов производства. Категории устанавливают экспертным или статистическим методом на основе изучения отказов изделий, анализа потерь от брака и издержек производства и эксплуатации изделий. Категории объектов контроля качества назначают при системно-структурном анализе изделия по конструктивно-технологическим и метрологическим признакам [3]. Системно-структурный анализ и квантификация элементов системы технического контроля позволяет синтезировать оптимальные варианты типовой многоуровневой структуры технологии технического контроля.

Методика построения гибкоструктурного типового процесса технического контроля состоит в выборе и объединении отнесённых к разным катего-



риям элементов структуры технического контроля в соответствии с назначенной конструктором категории объекта контроля объекта определённого класса. Начальной процедурой для построения структуры процесса технического контроля является определение класса объекта контроля путём сравнения его с типовыми представителями объекта контроля.

## **2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ**

### **2.1. Качество продукции**

Качество продукции – это совокупность свойств, определяющих степень соответствия её своему назначению и установленным государственным стандартам или техническим условиям.

Основными показателями качества различных механизмов и машин являются:

- экономичность и рациональность в эксплуатации;
- производительность;
- надёжность и безопасность в работе;
- стабильность точностных показателей;
- долговечность (срок службы);
- удобство в управлении и обслуживании;
- технический уровень;
- внешний вид.

Точность изготовления детали определяется следующими признаками:

- точностью формы, то есть степенью соответствия отдельных участков детали заданным по чертежу;
- точностью размеров этих участков;
- точностью взаимного расположения тех же участков;
- чистотой поверхности детали.

Качество машины зависит от качества составляющих её узлов и деталей. Качество рождается при конструировании машины и её отдельных деталей и будет зависеть от выбранного материала, назначенных допусков, технических условий и технологичности конструкции. На качество влияет принятый технологический процесс, который должен обеспечить качественное и экономичное изготовление изделий.

Технологическим процессом предусматривается необходимая технологическая оснастка, режущий инструмент и средства контроля. На качество продукции также влияют уровень организации производства, ритмичность работы, соблюдение производственной дисциплины, условия транспортирования и хранения материалов и готовых изделий, состояние оборудования, уровень квалификации производственных рабочих и контрольного аппарата и методика контроля.

Таким образом, анализ причин, влияющих на качество выпускаемой продукции, является анализом и рассмотрением всей системы организации предприятия, так как в создании качественной продукции участвуют все службы предприятия. Отдел технического контроля ведёт постоянное наблюдение за качественным изготовлением и соблюдением технологического процесса и технических условий и предупреждением брака выпускаемой продукции, поэтому технический контроль является неотъемлемой составной частью любого технологического процесса.

## **2.2. Основы организации технического контроля**

Организация технического контроля зависит от организации и характера производства [3].

В единичном производстве изготовление изделий производится на универсальных станках без применения специальной оснастки, а технический контроль производится универсальными методами и универсальными средствами контроля, квалификация исполнителей контроля – высокая.

В серийном производстве изготовление изделий ведётся повторяющимися партиями (сериями). В зависимости от величины серии выпускаемых изделий применяют специальную оснастку, приспособления, штампы для увеличения производительности и получения однородного качества деталей. 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. Поскольку в таком производстве технологические и контрольные операции установившиеся, то квалификационный уровень инженеров ОТК может быть допущен ниже, чем при единичном производстве. Наиболее применяемый вид контроля при серийном производстве – контроль первой детали из партии производственным мастером и инженером ОТК.

В массовом производстве одноимённые изделия выпускаются в большом количестве. Основным условием массового производства является взаимозаменяемость деталей и высокая производительность. Это достигается применением тщательно разработанного технологического процесса, применением специализированного оборудования, станков, автоматических линий, высокой оснащённостью контрольными приспособлениями – контрольными аппаратами и сортирующими устройствами. Ввиду большого количества контрольных приспособлений и приборов в штате ОТК предусматриваются квалифицированные наладчики по контролю и проверке работы контрольных приспособлений.

### **2.3. Функции отдела технического контроля**

Отдел технического контроля (ОТК) является самостоятельным отделом предприятия. Вся изготовленная заводом продукция может быть поставлена потребителю только после приёмки её ОТК и оформления в установленном на предприятии порядке документами, удостоверяющими её качество. Специалисты ОТК подчиняются непосредственно начальнику и в своей работе независимы от других отделов завода.

Выполняемый ОТК контроль над качеством продукции не освобождает начальников цехов и отделов завода, мастеров и бригадиров от ответственности за выпуск недоброкачественной продукции, а начальников лабораторий от ответственности за правильность заключения о результатах анализов.

Основные задачи технического контроля:

- наблюдение за качеством, комплектностью, консервацией и упаковкой выпускаемых заводом деталей, узлов и готовых изделий;
- проверка соответствия выпускаемой продукции стандартам, чертежам и техническим условиям;
- клеймение принятой и забракованной продукции;
- оформление в установленном порядке документации на принятую и забракованную продукцию;
- контроль над соблюдением технологических процессов на всех стадиях производства, а также контроль качества поступающих на завод материалов, полуфабрикатов и готовых изделий, идущих непосредственно на изготовление или комплектацию выпускаемой продукции;
- составление актов и предъявление претензий за недоброкачественные внешние поставки материалов и полуфабрикатов;
- отбор проб контролируемых материалов для анализа в лабораториях завода;
- участие в работе по изучению причин, вызывающих брак, в разработке и проведении мероприятий по повышению качества продукции предупреждению брака. ОТК ведёт учёт и анализ дефектов продукции завода, отмеченных в рекламациях потребителей, следит за устранением в производстве этих дефектов, а также выявляет их причины.

Кроме того, ОТК ведёт технический учёт и устанавливает причины брака продукции, выпускаемой на предприятии, наблюдает за надлежащим состоянием контрольно-измерительных средств и контролирует качество изготавливаемых заводом инструментов и производственной оснастки.

## 2.4. Структура отдела технического контроля

Схемы организации отделов технического контроля различны и зависят от характера и условий производства. В состав отдела технического контроля ООО «Эльмаш УЭТМ» входят следующие группы и подразделения:

- бюро технического контроля внешней приемки. Эта группа осуществляет техническую приемку комплектующих изделий, поступающих на завод для основного производства (металла, отливок, поковок и других материалов); ведёт переписку по вопросам качества с поставщиками, составляет рекламационные акты, наблюдает за хранением материалов.

- центральная измерительная лаборатория (ЦИЛ). Данное подразделение совместно с подчинёнными цеховыми измерительными лабораториями, контрольно-проверочными пунктами при инструментально-раздаточных кладовых цехов осуществляет контроль над правильным использованием и применением линейных и угловых средств контроля; проводит проверку и предъявление на проверку новых и находящихся в эксплуатации основных мер и приборов по утверждённому графику. ЦИЛ также контролирует особенно точные изделия и внедряет новые методы измерения.

- группа по учёту и анализу брака.

- контрольные пункты ОТК во всех производственных цехах. Эти пункты контролируют качество и комплектность продукции.

Все вышеперечисленные подразделения возглавляются мастерами или старшими контрольными мастерами и подчиняются начальнику ОТК.

Квалификационные требования к инженерам ОТК определяются профессиональным стандартом «Специалист по контролю качества механосборочного производства»[13], в котором предусмотрены уровни квалификации.

Стимулом повышения качества работы инженера ОТК является премиальная система оплаты. Главными показателями для использования премиальной системы должны служить дисциплина, чистота и порядок на рабочем месте, правильное определение годности деталей, отсутствие возврата деталей,

анализ и профилактика брака, контроль над соблюдением технологического процесса, своевременный контроль, своевременное и чёткое оформление технической документации.

Количественный состав инженеров ОТК определяется в зависимости от трудоёмкости контрольных операций. Если трудоёмкость контрольных операций не нормирована, численный состав ОТК на машиностроительных предприятиях составляет примерно 4-6% от числа всех работающих на предприятии и 6-10% от количества производственных рабочих. Количество инженеров ОТК обуславливается характером и организацией производства. В среднем можно считать, что один инженер ОТК обслуживает 5-10 рабочих термических цехов, 10-15 рабочих сборочных цехов, 15-20 рабочих механических цехов, 20-25 рабочих инструментальных цехов.

## **2.5. Организационные формы технического контроля**

В механообрабатывающих цехах машиностроительных заводов с серийным производством применяют следующие основные формы контроля за качеством изготавливаемой продукции [4]:

а) контроль рабочим качества своей работы, который заключается в проверке проведенной операции обработки.

Такая проверка является прямой обязанностью рабочего и имеет большое значение. Нельзя обеспечить выпуск качественной продукции, в особенности в условиях серийного производства, если рабочий не будет осуществлять контроль за своей работой. Поэтому технологический процесс устанавливает точно, какой контроль и в каком порядке должен выполнять инженер ОТК, каким измерительным инструментом пользоваться, и какое количество деталей им должно быть проверено. На наиболее ответственных операциях обработки рабочим нередко выдаются персональные технологические клейма, подтверждающие выполнение ими контрольного перехода.

Выборочная проверка производственными мастерами качества деталей на всех операциях обслуживаемого участка также относится к виду производственного контроля и включается в контрольные переходы операции обработки.

Весь брак, выявленный в процессе контроля рабочим и мастером, должен быть предъявлен для оформления инженеру ОТК. Время, затрачиваемое рабочим на выполнение контрольного перехода, нормируется, указывается в технологической документации и оплачивается по соответствующим расценкам, как производственная работа.

б) контроль ОТК на операциях механической обработки или операционный контроль.

Часть контрольных переходов операций механической обработки технологическим процессом возлагается на инженеров ОТК. Операционный контроль представляет собой выполнение этих контрольных переходов. Как правило, операционный контроль предусматривается только на особо ответственных операциях трудоёмких и дорогостоящих деталей, а также в тех случаях, когда нецелесообразно отрывать рабочего на выполнение контроля, требующего значительных затрат времени.

Операционный контроль является одним из средств предупреждения брака в процессе обработки и обеспечения требуемого качества деталей на каждой операции. Операционному контролю подлежат только размеры и технические требования, получаемые на данной операции и обозначенные на операционном эскизе технологической карты. Операционный контроль осуществляется как непосредственно на станках – на рабочих местах, так и на контрольном пункте.

в) промежуточный межоперационный контроль представляет собой контрольную операцию, выполняемую инженером ОТК на определенной стадии незаконченного производственного цикла обработки деталей.

Количество промежуточных контрольных операций, расположение и последовательность в общем технологическом процессе, методы и средства



контроля назначаются при разработке технологического процесса в зависимости от характера производства, требований чертежей и технических условий, выбора оборудования, рационального использования рабочего времени и многих других факторов.

Как правило, промежуточные контрольные операции назначаются: после наиболее важных операций обработки, которые обеспечивают соблюдение основных параметров и размеров при дальнейшей обработке; после операций обработки, на которых возможно появление брака, или где обработка является наиболее трудной вследствие условий производства, особенностей оборудования и т. д. Промежуточные контрольные операции осуществляются на контрольных пунктах, специально выделенных и оборудованных на участке.

г) окончательный (приёмочный) контроль является обязательной операцией для каждой детали, законченной обработкой в данном цехе, с целью отделения возможного брака от годных деталей.

Содержание, методы и средства выполнения приёмочного контроля устанавливаются технологическими процессами. Приёмочный контроль производится на участке технического контроля, соответствующем оборудованном и снабжённом всеми необходимыми средствами контроля.

Главной целью описанных выше форм контроля является проверка качества изготавливаемых деталей, уже прошедших некоторую часть производственного цикла, а также окончательно готовых.

Однако контроль одновременно должен служить в той или иной степени и целям предупреждения брака. Наиболее полное решение задачи профилактики брака достигается применением в производстве специальных форм контроля, главной целью которых является не собственно проверка качества изготавливаемых деталей, а выявление и устранение появляющихся в производстве причин, которые могут вызвать брак, что и является сущностью профилактики брака. Некоторые из форм профилактического контроля предусматриваются технологией и указываются в технологической документации, дру-

гие – входят в служебные обязанности тех или иных работников производства и ОТК [4].

К числу первых относятся, например, проверка инженерами ОТК первых деталей, обработанных в данной смене на всех операциях, в том числе и на тех, для которых межоперационный контроль технологическим процессом не предусмотрен. Проверяя первые детали, инженер ОТК одновременно проверяет наличие и исправность средств контроля, необходимых для данной операции, состояние приспособлений и станка. К числу этих же форм можно отнести проверку контролёрами первых обработанных деталей после переналадок оборудования, смены приспособлений и инструмента. На некоторых заводах периодическая проверка деталей, подобная описанной выше, выполняется специально выделенными инженерами ОТК и носит название «летучего» контроля.

К числу форм профилактического контроля, которые входят в служебные обязанности работников производства, и ОТК, относятся [1]:

а) проверка мастерами соблюдения технологии каждым рабочим на обслуживаемом участке, которую мастера обязаны осуществлять при выборочном контроле деталей;

б) проверка соблюдения технологии (периодическая) цеховым административно – техническим персоналом: технологами, начальниками участков, начальниками цехов и их заместителями;

в) выборочный контроль наиболее ответственных деталей в цеховых измерительных лабораториях по ежемесячным графикам, составляемым начальниками ОТК цехов и начальниками измерительных лабораторий. Этот контроль производится с высокой степенью точности по всем требованиям чертежей и технических условий и имеет главной целью выявить, насколько технологические процессы обеспечивают устойчивость качества деталей, и уловить начавшееся расстройство технологического процесса раньше, чем оно приведет к браку.

г) периодические проверки контрольными мастерами, начальниками или комиссиями из представителей администрации цеха, ОТК и технологического отдела соблюдения технологии по ведущим деталям.

д) инспекционный контроль качества продукции и соблюдения технологии на определенных участках и в цехах, проводимый работниками ОТК завода по заданиям руководства ОТК, с целью выявления причин брака, дефектности или рекламаций, полученных от потребителей. К участию в таких проверках привлекаются и инженеры ОТК.

Инженеры ОТК не являются непосредственными исполнителями некоторых из этих форм профилактического контроля, но своим участием и помощью в их осуществлении, а главное, изучением, разбором результатов, полученных при осуществлении таких форм контроля, они могут оказать большую помощь производству в работе по профилактике брака.

## **2.6. Влияние типа производства на организацию контроля**

Организация контроля в механических цехах во многом зависит от типа производства [3].

Так, в единичном и мелкосерийном производстве номенклатура выпускаемых изделий достаточно широкая, объём выпуска небольшой и часто изменяемый. Качество изделия зависит, в основном, от индивидуальных навыков и квалификации операторов и не гарантируется ходом технологического процесса. Поэтому в таком производстве особенно необходим тщательный пооперационный контроль изготавливаемых изделий, возможный при наличии соответствующих средств измерения и контроля. Инженером ОТК, занимающимся этим контролем, должны иметь достаточно высокую квалификацию.

При единичном производстве, как правило, не проектируется специальная контрольно-измерительная оснастка, что объясняется не только экономической нецелесообразностью, но и невозможностью задерживать изготовление

изделий на длительные сроки, необходимые для проектирования, изготовления и отладки специальных средств измерения и контроля.

При серийном производстве, как правило, изготавливают взаимозаменяемые детали, узлы и изделия, номенклатура которых не меняется в течение достаточно продолжительного времени. Однородность качества деталей достигается применением специального оборудования, инструмента и оснастки, которые, чаще всего, бывают выполнены в виде сменных приспособлений и устройств к универсальным станкам. Работу ведут по отработанной технологии, поэтому пооперационный контроль необязателен. Контрольные операции выполняют после нескольких операций или по окончании изготовления деталей с помощью универсальных средств контроля, специализированных контрольных приспособлений, жёстких предельных калибров и шаблонов.

При массовом производстве номенклатура изделий постоянна: в больших количествах в течение длительного времени изготавливаются взаимозаменяемые детали, узлы и изделия. Высокое качество изделий обеспечивается отработанной технологией, применением специализированного оборудования, приспособлений и инструмента, а также введением контрольных операций, являющихся обязательной составной частью единого технологического процесса. В таком производстве широко используют высокопроизводительные механизированные и автоматизированные контрольно-измерительные средства. Применение контрольных автоматов должно быть экономически обосновано, так как их стоимость достаточно высока и для обслуживания требуются квалифицированные наладчики. Эти автоматы особенно эффективны при контроле деталей простой геометрической формы, небольшой массы, с малым числом контролируемых параметров.

Активные средства контроля целесообразно применять как в массовом, так и в серийном производстве. Универсальные средства измерения и контроля в массовом производстве имеют ограниченное применение. Их используют преимущественно при наладке технологической оснастки.

Существует несколько организационно-технических форм контроля. Сплошной 100%-й контроль назначается при сортировке деталей на размерные группы и применении селективной сборки, а также при измерении функциональных параметров, определяющих эксплуатационные показатели изделия в целом. В этих случаях в массовом производстве назначают специальные контрольно-сортировочные автоматы и устройства, а в индивидуальном и мелкосерийном – универсальные (реже специализированные) средства измерения с достаточно высокой точностью измерения.

При выборочном контроле устанавливают объём выборки в зависимости от стабильности технологического процесса, совокупности контролируемых признаков, задач и целей контрольных операций. При этом виде контроля назначают как специальные, так и универсальные средства измерений с допустимой погрешностью измерений.

Статистический метод выборочного контроля применяется для приёмки готовых изделий (приёмочный контроль) и для управления точностью в процессе производства (управляющий контроль). В первом случае выбор средств измерения во многом зависит от объёма производства, точностных показателей процесса измерения, конструктивных особенностей объекта измерения и других факторов. Для управляющего контроля в условиях массового производства применяют различные средства автоматизации измерения, в том числе средства активного контроля, управляющие системы различного уровня [3].

### **3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ТЕХНИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ДЕТАЛИ «КРЫШКА ЛЕБЕДКИ»**

#### **3.1. Описание конструкции и назначение детали**

Деталь «Крышка лебедки» (рисунок 1) является элементом редуктора лебедки скреперной, на который действуют вибрационные и радиальные нагрузки, а также оказывают влияние внешние факторы рабочей среды, что приводит к преждевременному разрушению крышки и выводу её из эксплуатации. Крышка редуктора лебедки предназначена для защиты от внешних воздействий агрессивной среды посредством герметизации зубчатой передачи и узлов подшипников качения. Данная деталь обеспечивает удобство проведения обслуживающих и ремонтных работ, гарантируя стабильность и надёжность эксплуатации оборудования. В связи с этим существует необходимость проведения качественного технологического процесса контроля данной детали.

Крышка изготавливается из коррозионно-стойкой стали для отливок марки 10X18H9Л ГОСТ 977-88. Химический состав и механические свойства данной стали приведены в таблице 2.

Использование данной стали позволяет получать методом литья заготовки для деталей сложной конфигурации с высокими механическими свойствами, работающих в агрессивных средах химической промышленности и при высоких температурах. Так как деталь «Крышка лебедки» используется в оборудовании, работающем в среде соляной пыли, соляного раствора и прочих агрессивных средах, то применимость стали 10X18H9Л ГОСТ 977-88в данном случае технологически обоснована и целесообразна.

Чертежи заготовки и детали «Крышка лебедки» приведены в приложении Б.



Рисунок 1 - Крышка редуктора лебедки в сборочном узле

Таблица 2 - Химический состав и механические свойства стали 10X18H9Л  
ГОСТ 977-88

Наименование	Значение	Ед. изм.	Контекст
1	2	3	4
Модуль сдвига	78000	Мпа	
Модуль упругости нормальный	200000	Мпа	
Относительное сужение	35	%	Закалка 1050 ° С
Относительное удлинение	25	%	Закалка 1050 ° С
Плотность	7820	кг/м <sup>3</sup>	
Предел прочности при растяжении	450	Мпа	Закалка 1050 ° С
Предел текучести	180	Мпа	Закалка 1050 ° С
Содержание хрома (Cr)	17...20	%	Содержание хрома (Cr)

## Окончание таблицы 2

1	2	3	4
Содержание никеля (Ni)	8...11	%	Содержание никеля (Ni)
Содержание марганца (Mn)	1...2	%	Содержание марганца (Mn)
Содержание кремния (Si)	0,2...1	%	Содержание кремния (Si)
Содержание меди (Cu)	0...0,3	%	Содержание меди (Cu)
Содержание серы (S)	0...0,03	%	Содержание серы (S)
Содержание фосфора (P)	0...0,035	%	Содержание фосфора (P)

### 3.2. Технологичность конструкции при техническом контроле

Проведём анализ технологичности детали «Крышка лебедки». Деталь изготовлена из хромоникелевой стали для отливок марки 10X18H9Л ГОСТ 977-88. Заготовку для этой детали получают способом литья в песчано-глинистые формы. Данный метод получения заготовок является универсальным применительно к литейным материалам, а также массе и габаритам отливок. Конфигурация наружного контура и внутренних поверхностей не вызывает особых трудностей при получении заготовки.

С точки зрения механической обработки, деталь «Крышка лебедки» относится ко второй группе. Деталь имеет габаритные размеры 270×180×136. Масса крышки редуктора составляет 12,9 кг, что исключает применение специальных грузоподъемных механизмов. По своей конструкции данная крышка представляет среднюю по сложности форму, что удобно для механической обработки детали. Каждая поверхность, подлежащая обработке, расположена так, что имеет свободный доступ к ней инструмента.



Обработка наружных и внутренних поверхностей сложностей не вызывает, т. к. обработка ведётся на универсальных станках. При изготовлении детали возможно применение высокопроизводительных методов производства и наиболее простого и доступного режущего инструмента. Заданные конструкторской документацией требования к точности размеров детали полностью обоснованы.

Деталь технологична с точки зрения изготовления и контроля. Конструкция детали обеспечивает лёгкий доступ к контролируемым поверхностям выбранными средствами контроля. При проведении операций контроля нет необходимости в специальном и дорогостоящем оборудовании. Средства контроля используются как универсальные, так и специальные.

При выборе технологических и измерительных баз учитывался принцип постоянства баз, когда на большинстве основных операций используются одни и те же базы; обеспечиваются требования хорошей устойчивости и надёжности установки детали. Все перечисленные характеристики конструкции детали говорят, что деталь технологична.

### **3.3. Маршрут обработки детали**

Разрабатывая технологический процесс обработки детали необходимо выполнить следующие условия [2]:

- наметить базовые поверхности, которые должны быть обработаны в самом начале технологического процесса;
- обработать вначале те поверхности, которые не снижают жёсткость обрабатываемой детали;
- первыми следует обработать такие поверхности, которые не требуют высокой точности, качества;
- при выборе технологических баз следует стремиться к соблюдению основных принципов базирования - совмещения и постоянства баз;

- необходимо учитывать, на каких стадиях технологического процесса целесообразно производить механическую, термическую и другие методы обработки в зависимости от требований чертежа;

- отделочные операции следует выносить к концу технологического процесса обработки.

Перед началом механической обработки заготовка для данной детали должна пройти испытания механических свойств материала, причём заготовки на детали и образцы должны иметь один и тот же сертификат. Заготовки для обработки детали «Крышка лебедки» поставляются в механический цех с уже проконтролированными механическими свойствами, которые указаны в сопроводительном документе. При отсутствии данного документа заготовки подлежат возврату.

Маршрут обработки детали «Крышка лебедки» 078.505.0.0104.00 включает в себя следующие основные технологические операции:

020 Вертикально-фрезерная

Вертикально-фрезерный станок мод. 6P83

Режущий инструмент: Фреза 2214-0159 ГОСТ 9473-80 - торцовая насадная мелкозубая со вставными ножами, оснащёнными пластинами из твердого сплава марки ВК8, Ø200, количество зубьев  $z = 20$

035 Горизонтально-расточная

Горизонтально-расточной станок мод. 2М614

Режущий инструмент: Резец расточной ГОСТ 18882-73

045 Радиально-сверлильная

Радиально-сверлильный станок мод. 2А55

Режущий инструмент: Сверло 2301-0409 ГОСТ 2092-77 - спиральное с коническим хвостовиком,  $d = 10,2$  мм, конус Морзе  $1^\circ$  ГОСТ 25557—2006

Метчик М12-7Н ГОСТ 3266-81

Зенкер  $d=12$  ГОСТ 12489

060 Радиально-сверлильная

Радиально-сверлильный станок мод. 2А55

Режущий инструмент: Сверло 2301-0409 ГОСТ 2092-77 - спиральное с коническим хвостовиком,  $d = 7$  мм, конус Морзе  $1^\circ$  ГОСТ 25557—2006

Метчик М8-7Н ГОСТ 3266-81

Зенкер  $d=8$  ГОСТ 12489

080 Радиально-сверлильная

Радиально-сверлильный станок мод. 2А55

Режущий инструмент: Сверло 2301-0409 ГОСТ 2092-77 - спиральное с коническим хвостовиком,  $d = 10$  мм, конус Морзе  $1^\circ$  ГОСТ 25557—2006

Развёртка  $d=10$ , ГОСТ1672-80

Подробный технологический процесс изготовления детали «Крышка лебедки» 078.505.0.0104.00 с описанием переходов и применяемого оборудования, режущего инструмента и технологической оснастки приведён в маршрутной карте (приложение В).

### **3.4. Анализ причин несоответствия**

Для углубленного анализа и предупреждения несоответствия сектор учета и анализа брака на основе поступающей документации должен составлять подробную классификацию конкретных случаев брака по видам обработки (литье, кузнечно-штамповочные работы, термическая обработка, механическая обработка с подразделением на токарные, сверлильные, фрезерные, шлифовальные и другие работы, клепальные работы, сборка и т. д.). Такая систематизированная классификация по признакам (видам) несоответствий, виновникам, причинам и с указанием мероприятий по их устранению.

В связи с получением заготовки для данной детали по кооперации, причины несоответствий определяются при входном контроле, на котором проверяется марка материала и оценка размеров и допусков заготовки по технической документации.

Рассмотрим вид и причины возникновения брака на предприятии:

-Рабочий-исполнитель. Причины брака – не соответствует квалификации. Небрежное отношение к работе. Невнимательность. Полное отсутствие мотивации.

-Рабочий-наладчик. Причины брака - Некачественная наладка оборудования.

-Отдел технического контроля. Причины несоответствия – Пропуск бракованных заготовок, деталей, комплектующих. Неисправность измерительного оборудования. Несоблюдение условий контроля.

Рассматривая машиностроительное производство по технологическим стадиям, следует отметить, что наиболее высокие потери от несоответствия наблюдаются в заготовительном производстве и, в частности, в литейных цехах. Здесь величина потерь составляет примерно 20% от общего количества (по данным отдела закупок предприятия).

### **3.5. Технологический процесс технического контроля детали**

Технологический процесс контроля детали «Крышка лебедки» разработан

в виде операций технического контроля входного, операционного и приёмочного контроля. Технический контроль является неотъемлемой частью технологического процесса изготовления детали «Крышка лебедки». При изготовлении детали в серийном производстве согласно ГОСТ 16504-81 устанавливаем следующие виды контроля [1].

Производственный контроль – контроль, осуществляемый на стадии изготовления продукции. Производственный контроль, как правило, охватывает все вспомогательные, подготовительные и технологические операции, в том числе комплектность, упаковку, маркировку и количество предъявленной продукции. При производственном контроле выполняют входной, операцион-

ный, приёмочный контроль, а также контроль технологической дисциплины, средств технологического оснащения, учёт, анализ и оформление брака.

Входной контроль – контроль продукции поставщика, поступившей к потребителю или заказчику и предназначенной для использования при изготовлении. Входному контролю подвергается техническая документация, заготовки детали.

Операционный контроль – контроль продукции во время выполнения или после завершения технологической операции.

Приёмочный контроль – контроль продукции, по результатам которого принимается решение о её пригодности к поставкам и/или использованию.

При разработке методики технического контроля необходимо руководствоваться следующими требованиями [8]:

- контроль должен быть непрерывным, то есть охватывать все этапы производства;

- контроль должен быть профилактическим, чтобы предотвратить поступление дефектной продукции на следующий этап производственного цикла;

- контроль должен быть активным и непосредственно влиять на качество производственного процесса;

- контроль должен быть объективным, производиться с помощью объективных средств и не зависеть от субъективных особенностей исполнителя контроля;

- контроль проводят на основе безусловной ответственности исполнителя за качество выпускаемой продукции и качество выполняемых операций;

- контроль не должен нарушать ритмичность производства и обеспечивать выпуск заданного количества продукции в единицу времени.

При проектировании процесса технического контроля были использованы следующие документы:

- конструкторская документация на деталь (чертёж);

- технологическая документация на изделие (технологический процесс);

- производственные инструкции на проведение контроля;
- каталоги, номенклатурные справочники средств контроля;
- стандарты и каталоги на средства контроля;
- нормативы режимов контроля.

Процесс технического контроля разработан для входного, операционного и приёмочного контроля. Процессы и операции контроля разработаны вместе с технологическим процессом на изготовление детали и обеспечивают взаимосвязь и взаимодействие между этими процессами.

Уровень автоматизации и механизации контроля соответствует требованиям технологии изготовления детали, а также условиям и типу производства. Процессы и операции технического контроля отвечают требованиям безопасности труда и санитарии.

Методика выполнения измерений в процессах и операциях контроля составлены в соответствии с ГОСТ Р 8.563-2009 [9]. Условия измерений регламентирует ГОСТ 8.050-73 [10]. Технологическая документация подвергается метрологической экспертизе по РМГ 63-2003 [11]. Основные этапы процесса контроля и основные документы установлены по Р 50-609-40-01 [6].

Необходимость каждого этапа, последовательность контроля была разработана конструктивно и зависит от условий производства, а также требований, предъявляемых к качеству детали.

На основании вышеизложенного проектируем технологический процесс контроля детали «Крышка лебедки», который разрабатывается совместно с технологическим процессом изготовления детали.

Деталь «Крышка лебедки» изготавливается по технологическому процессу, состоящему из нескольких операций. После каждой операции проводится контроль детали для выявления брака на стадии изготовления.

Перед мехобработкой все заготовки подвергаются входному контролю. При изготовлении детали «Крышка лебедки» (механическая обработка) технический контроль детали состоит из следующих этапов:

Операция 020 Вертикально-фрезерная.

Контролируются размеры:  $112_{-0,35}$  мм;  $55_{-0,12}$  мм; 5 мм; 8 мм; 42 мм; 60 мм.

Операция 035 Горизонтально-расточная.

Контролируются размеры: диаметр  $140^{+0,04}$  мм; диаметр  $143^{+1}$  мм;  $65_{-1}$  мм;  $3 \times 45^\circ$ .

Операция 045 Радиально-сверлильная.

Контролируются размеры: M12-7H;  $1,6 \times 45^\circ$ .

Операция 060 Радиально-сверлильная.

Контролируются размеры: M8-7H;  $25^{+2}$  мм; 21,8 мм (min);  $1,6 \times 45^\circ$ ;  $45^\circ$ .

Операция 080 Радиально-сверлильная.

Контролируются размеры: диаметр  $10^{+0,022}$  мм; 15 мм (min); 18 мм (max).

При построении процесса технического контроля используют схему классификации деталей, обрабатываемых резанием, и классификатор.

Приёмочный контроль - это контроль технологических параметров деталей после изготовления в соответствии с требованиями конструкторской документации. Приёмочный контроль детали «Крышка лебедки» состоит из следующих этапов:

- контроль геометрических параметров – сплошной;
- контроль дефектов поверхности – визуально.

### **3.5 Выбор видов контроля**

При проектировании процесса технического контроля детали типа «Крышка лебедки» в соответствии с Р 50-54-4-87 [7], с учётом серийного типа производства, технология контроля разработана с маршрутно-операционным описанием.

Входной контроль применяют сплошной в соответствии с требованиями конструкторской документации. Целью входного контроля деталей является не только наличие сопроводительной документации, но и контроль геометрических параметров. При проведении входного контроля используется как универсальные, так и специальные средства контроля, что позволяет в значительной степени сократить время на технический контроль.

После окончания механической обработки деталь подвергается контролю на соответствие требованиям чертежа. Приёмочный контроль выполняется сплошной - 100% для всех деталей.

Таким образом, при изготовлении детали типа «Крышка лебедки» установлены следующие виды контроля:

- входной (сплошной) - по требованию конструкторской документации;
- операционный (сплошной) - по требованию технологической документации;
- приёмочный (сплошной) - по требованию заказчика.

Контролируемые параметры при входном контроле и применяемые средства контроля занесём в таблицу 3.

Таблица 3 – Контролируемые параметры при входном контроле

№ Операции	Контролируе- мый размер, мм	Средства контроля		Погреш- ность измерения	% охвата
		универсальные	специальные		
1	2	3	4	5	6
005	365	Рулетка ОПК 2—АНТ/10 ГОСТ 7502-98		±0,1	100
010	324	Рулетка ОПК 2—АНТ/10 ГОСТ 7502-98		±0,1	100
015	115	Штангенциркуль ШЦ-III-250-0,1 ГОСТ 166-89		±0,1	100
020	R 141 <sup>+2,5</sup>		Шаблон ради- усный РТМ 108.004.32-79		100
025	R53		Шаблон ради- усный РТМ 108.004.32-79		100
030	R16		Шаблон ради- усный РТМ 108.004.32-79		100



035	R12		Шаблон ради- усный РТМ 108.004.32-79		100
040	R11		Шаблон ради- усный РТМ 108.004.32-79		100
045	R8		Шаблон ради- усный РТМ 108.004.32-79		100

Окончание таблицы 3

1	2	3	4	5	6
050	Ø82	Штангенциркуль ШЦ-Ш-250-0,1 ГОСТ 166-89		±0,1	100
055	Ø170	Штангенциркуль ШЦ-Ш-250-0,1 ГОСТ 166-89		±0,1	100
060	10	Штангенциркуль ШЦ-Ш-250-0,1 ГОСТ 166-89		±0,1	100
065	16±1	Штангенциркуль ШЦ-Ш-250-0,1 ГОСТ 166-89		±0,1	100
070	81°35'±2°	Угломер тип 2-2 ГОСТ 5378-88			100
075	96°±2°		Шаблон угло- вой РТМ 108.004.32-79		100
080	65°±2°		Шаблон угловой РТМ 108.004.32- 79		100
085	45°±2°		Шаблон угловой РТМ 108.004.32- 79		100
090	44°±2°		Шаблон угловой РТМ 108.004.32- 79		100

По классификатору деталей, обрабатываемых резанием, деталь типа «Крышка лебедки» относится к объектам 2-ой категории. Признаками объек-

тов контроля 2-ой категории являются – высокое качество, точность и надёжность,

т. к. возможно появление значительных дефектов, допускается наличие мало-значительных и незначительных дефектов в пределах приёмочного уровня.

На основании этого весь контроль – сплошной.

### **3.6. Выбор и обоснование средств контроля детали «Крышка лебедки»**

Средства контроля, применяемые в машиностроении, могут быть разбиты на три основные группы: меры; калибры; универсальные инструменты и приборы.

Меры - тела для конкретного (вещественного) воспроизведения единицы измерения. Меры бывают с постоянным или переменным значениями.

Калибрами называют бесшкальные инструменты, обеспечивающие возможность определения отклонений от заданных параметров, размеров, форм и взаимного расположения поверхностей деталей без установления величин самих отклонений.

Предельные калибры имеют два размера, соответствующих предельным размерам детали – наибольшему и наименьшему. Один из размеров калибра называется проходным, другой – непроходным. Обозначаются они соответственно буквами ПР и НЕ. Предельные калибры позволяют установить, находится ли проверяемый размер в границах допуска. Годность детали проверяют последовательным сопряжением с ней проходного и непроходного калибров. Основные требования, предъявляемые к калибрам:

- высокая производительность;
- точность изготовления;
- большая жёсткость при малой массе;
- износоустойчивость;
- коррозионная стойкость;

- стабильность рабочих размеров;
- удобство в работе.

Универсальные инструменты и приборы служат для определения значений измеряемой величины [5].

Расположение поверхностей контролируют после того, как установлено, что их размеры (диаметры отверстий и валов, ширина впадин и т. д.) выполнены в пределах соответствующих полей допусков.

Выбор средств контроля выполняется в соответствии с государственными стандартами, которые устанавливают допустимую погрешность измерений в зависимости от предельных отклонений контролируемого параметра. Например, ГОСТ 8.051-81 [12] устанавливает допустимые погрешности при измерении линейных размеров до 500 мм. Допустимые погрешности измерений включают погрешности мер и измерительных приборов, условий их применения и метода измерений.

Для контроля линейных размеров при входном контроле используют штангенциркуль ШЦ-П-250-0,1 по ГОСТ 166-89; измерительную металлическую рулетку ОПК 2-АНТ/10 ГОСТ 7502-98. Контроль радиусных и угловых размеров производим с помощью радиусных и угловых шаблонов (ГОСТ 2875-88). Преимуществом данных средств контроля является то, что они просты в использовании, дешёвы и экономичны.

Контроль по ходу технологического процесса производится для всех деталей. Для контроля линейных размеров используют штангенинструмент – штангенциркуль ШЦ-П-250-0,05 по ГОСТ 166-89, штангенглубиномер ШГ-І-160-0,05 по ГОСТ 162-90, микрометрический глубиномер ГМ-25 ГОСТ 7470-92 для измерения глубины глухих отверстий; для контроля диаметральных размеров – индикаторный нутромер НИ-160-1 ГОСТ 868-82, гладкий микрометр ГОСТ 6507-90; резьбовые калибры-пробки по ГОСТ 17756-72, ГОСТ 17757-72.

Повышение качества продукции машиностроения во многом зависит от правильной организации технического контроля и применения прогрессивных методов контроля. Рост объёма выпуска однородной продукции требует обеспечения однородности основных параметров в каждом изделии и сохранения уровня качества выпускаемой продукции в процессе производства.

Деталь «Крышка лебедки» имеет плоскую конфигурацию с несколькими рабочими поверхностями, требующими обработки согласно конструкторской документации. Положение этих обрабатываемых поверхностей относительно базовых, а также одних поверхностей относительно других задаётся на чертеже с указанием допустимых отклонений, поэтому при проверке качества деталей типа «Крышка лебедки» после их механической обработки приходится применять различные методы контроля.

Основными видами контроля детали является контроль размеров и геометрии отверстий; контроль плоскостности поверхностей; контроль перпендикулярности торцовых поверхностей по отношению к базовым поверхностям; контроль зависимого позиционного допуска расположения осей отверстий.

При выборе средств контроля должны быть учтены:

- вид объекта технического контроля;
- виды контролируемых признаков;
- особенности измерительных баз;
- наличие средств контроля на заводе;
- стоимость средств контроля.

Выбор средств контроля осуществлялся исходя из алгоритма выбора средств контроля и ГОСТ 8.051-81 [12].

Подробно последовательность выбора средств контроля рассмотрим на примере операции 035 детали «Крышка лебедки», для других операций средства контроля выбираются аналогично.

а) определяем допустимую погрешность измерения (ДПИ). Контролируемые размеры: диаметр  $140^{+0,04}$  мм; диаметр  $143^{+1}$  мм;  $65_{-1}$  мм. Допустимая по-

грешность измерения в первом случае 0,012 мм, во втором – 0,2 мм; в третьем – 0,16 мм [1, с. 73, таблица 16].

б) сопоставляем погрешность « $\delta$ » средств контроля с допустимой погрешностью измерения. В качестве средства контроля выбираем микрометрический нутромер НМ 175 ГОСТ 10-88 [15]; штангенциркуль ШЦ-II-250-0,05 ГОСТ 166-89 [14] и штангенглубиномер ШГ-I-160-0,05 ГОСТ 162-90.

Погрешность измерения составляет  $\delta = 0,012$  мм для индикаторного нутромера;  $\delta=0,1$  мм для штангенциркуля и  $\delta=0,1$  мм для штангенглубиномера. Необходимым и достаточным условием является:  $\delta_{СК} \leq ДПИ$ . В данных случаях  $0,012 \text{ мм} \leq 0,012 \text{ мм}$ ;  $0,1 \text{ мм} < 0,2 \text{ мм}$ ;  $0,1 \text{ мм} < 0,16 \text{ мм}$ . Условие выполнено, значит, применение выбранных средств контроля (индикаторного нутромера для контроля диаметра  $140^{+0,04}$  мм; штангенциркуля для контроля диаметра  $143^{+1}$  мм и штангенглубиномера для контроля линейного размера  $65_{-1}$  мм) допустимо.

Учитывая специфику выбранных средств контроля, тип производства, а также экономическую эффективность использования принимаем окончательный вывод: средством контроля диаметра  $143^{+1}$  мм в операции 040 является штангенциркуль ШЦ-II-250-0,05 ГОСТ 166-89; для контроля линейного размера  $65_{-1}$  мм – штангенглубиномер ШГ-I-160-0,05 ГОСТ 162-90; для контроля диаметра  $140^{+0,04}$  мм – микрометрический нутромер НМ 175 ГОСТ 10-88.

Для последующих операций были выбраны средства контроля, которые отражены в таблице 4.

Таблица 4 – Средства контроля для детали «Крышка» (операционный контроль)

№ операции	Наименование операции	Контролируемый размер, мм	Средство контроля	% охвата
1	2	3	4	5
020	Вертикально-фрезерная	$112_{-0,35}$ ;	Штангенциркуль ШЦ-II-250-0,05 ГОСТ 166-89	100
		$55_{-0,12}$	Микрометр МК-50-1 ГОСТ 6507-90	100

		8	Штангенглубиномер ШГ- I-160-0,05 по ГОСТ 162-90	100
		60		100
		42		100
035	Горизонтально- расточная	$\varnothing 140^{+0,04}$	Индикаторный нутромер НИ 100-160-1 ГОСТ 868-82	100
		$\varnothing 143^{+1}$	Штангенциркуль ШЦ-П- 250-0,05 ГОСТ 166-89	100
		65 <sub>.1</sub>	Штангенглубиномер ШГ- I-160-0,05 по ГОСТ 162-90	100
		3x45°	Шаблон фасочный	100
045	Радиально- сверлильная	M12-7H	Калибр-пробка резьбо- вая 8221-0056 ГОСТ 17756-72	100
		1,6x45°	Шаблон фасочный	100

Окончание таблицы 4

1	2	3	4	5
060	Радиально- сверлильная	M8-7H	Калибр-пробка резь- бовая 8221-0037 ГОСТ 17756-72	100
		25 <sup>+2</sup>		100
		21,8(min)		100
		1,6x45°	Шаблон фасочный	100
080	Радиально- сверлильная	$\varnothing 10+0,022$	Индикаторный нутро- мер 6-10 ГОСТ 9244- 75	100
		15 min	Микрометрический глу- биномер ГМ-25 ГОСТ 7470-92	100
		18max		100

При приёмочном контроле предусматриваем контроль внешнего вида детали, притупление острых кромок на соответствие технической документации, контроль размеров детали согласно чертежу, контроль отклонений расположения поверхностей и осей: допуск на плоскостность, допуск на цилиндричность; зависимый позиционный допуск осей отверстий; контроль шероховатости поверхности, наличие клейм и документации.

Для выполнения более точных и качественных измерений при приёмочном контроле спроектируем специальные средства контроля: листовые калибры-скобы для контроля линейных размеров 112h12 и 55h12; калибры-пробки для контроля отверстий диаметром 140H7 и диаметром 10H8; резьбовые калибры для контроля отверстий M8-7H и M12-7H; комплексные калибры для контроля отклонения межосевого зависимого позиционного допуска 8 отверстий M8-7H, межосевого зависимого позиционного допуска девяти отверстий M12-7H, для контроля расположения двух отверстий диаметром 10H8, а также специальные контрольные приспособления.

Контролируемые параметры при приёмочном контроле и применяемые средства контроля занесём в таблицу 5.

Таблица 5 – Средства контроля для детали «Крышка лебедки» (приёмочный контроль)

№ операции	Контролируемый параметр	Средства контроля		% охвата
		универсальные	специальные	
1	2	3	4	5
000	Шероховатость поверхностей Ra 1,25; Ra 2,5; Ra 6,3		Эталоны шероховатости ГОСТ 9378-93	100
005	Отклонение допуска на плоскостность поверхности 55-0,12		Контрольное приспособление	100
010	Отклонение допуска на плоскостность поверхности 112-0,35		Контрольное приспособление	100
015	Отклонение от цилиндричности поверхности $\varnothing 140^{+0,04}$		Контрольное приспособление	100
020	Отклонение от перпендикулярности поверхности $\varnothing 140^{+0,04}$		Контрольное приспособление	100
025	Отклонение зависимого позиционного допуска расположения осей 8 отверстий M8-7H		Комплексный калибр ГОСТ 16085-80	100
030	Отклонение позиционного допуска располо-		Комплексный калибр ГОСТ	100

	жения осей 9 отверстий М12-7Н		16085-80	
035	Расположение 2-х отверстий Ø10Н8, размеры 115±1,5; 90±1,5		Комплексный калибр ГОСТ 16085-80	100
040	Линейный размер 112 <sub>-0,35</sub>		Листовой калибр-скоба ГОСТ 16085-80	100
045	Внутренняя цилиндрическая поверхность Ø143 <sup>+1</sup>	Штангенциркуль ШЦ-II-250-0,05 ГОСТ 166-89		100
050	Линейные размеры: 65h14; 5h14; 8h14; 6h14; 42h14	Штангенглубиномер ШГ-I-160-0,05 по ГОСТ 162-90		100
055	Линейный размер 55h12		Листовой калибр-скоба ГОСТ 16085-80	100

Окончание таблицы 5

1	2	3	4	5
060	цилиндрическая поверхность Ø140Н7		Калибр-пробка штампованная неполная ПР 8140-0004 Н7 ГОСТ 14820-69 и НЕ 8140-0054 ГОСТ 14820-69	100
065	Отверстие Ø10 <sup>+0,022</sup> Размеры 15 (min) 18(max)		Калибр-пробка двусторонняя со вставками ПР и НЕ ГОСТ 14810-69	100
070	Отверстия М8-7Н; размеры 25 <sup>+2</sup> ; 21,8(min)		Калибр-пробка резьбовая 8221-0037 ГОСТ 17756-72	100
075	Отверстия М12-7Н		Калибр-пробка резьбовая 8221-0056 ГОСТ 17756-72	100
080	Фаски 1,6x45°; 3x45°		Шаблоны фасочные	100



### 3.7. Нормирование процесса технического контроля

При определении норм времени на операции технического контроля применяют:

- нормы времени;
- нормы выработки;
- укрупнённые нормативы численности;
- нормы обслуживания.

Нормы времени контроля зависят от характеристики объектов контроля, средств контроля, а также от объёма технического контроля. Деталь «Крышка лебедки» имеет 52 контролируемых параметра: 19 параметров контролируются при помощи универсальных средств контроля; 30 параметров контролируются при помощи специальных средств контроля и приспособлений; 3 параметра контролируются визуально.

Трудоёмкость каждой операции контроля определяют по формуле [1, с.112]:

$$T_{OK} = [\sum_{i=1}^n (T_{ПКi} + T_{ВСi} + T_{ПВи}) + T_{ПЗ}] \times \frac{K_{доп}}{K_{сл}} \times K_B,$$

где  $K_{доп}$  – коэффициент, учитывающий время на выполнение контролёрами дополнительных функций (время на личные надобности, отдых, организационно-техническое обслуживание рабочего места и т.п.).

Для серийного производства  $K_{доп}=1,35$  [1, с.113].

$T_{ПКi} = T_{КП} \times КТ$  – трудоёмкость перехода контроля, мин;

$T_{КП}$  – норматив времени на контроль параметров;

$КТ$  – число контрольных точек;

$T_{ПВи}$  – время на поворот детали, мин;

$T_{ВСi}$  – норматив времени на снятие и установку детали, мин;

$T_{ПЗ} = K_{ПЗ} \times \sum_{i=1}^n (T_{ПКi} + T_{ВСi})$ , - подготовительно-заключительное время на контроль, мин;

$K_{ПЗ} = 15...30\%$  - коэффициент подготовительно-заключительного времени;

$K_{СЛ}$  – поправочный коэффициент сложности объекта контроля;

$K_{В}$  – коэффициент выборочности контроля.

Произведём расчёт нормы времени на контрольную операцию 020:

$$T_{КП1} = 0,100 \text{ мин; [1, карта 17, с. 104]}$$

$$T_{КП2} = 0,096 \text{ мин; [1, карта 16, с. 103]}$$

$$T_{КП3} = 0,086 \text{ мин; [1, карта 18, с. 104]}$$

$$T_{КП4} = 0,086 \text{ мин; [1, карта 18, с. 104]}$$

$$T_{КП5} = 0,096 \text{ мин; [1, карта 18, с. 104]}$$

$$T_{КП6} = 0,086 \text{ мин; [1, карта 18, с. 104]}$$

$$KT_1 = 2; [1, таблица 19, с.77]$$

$$KT_2 = 2; [1, таблица 19, с.77]$$

$$KT_3 = 1; [1, таблица 19, с.77]$$

$$KT_4 = 2; [1, таблица 19, с.77]$$

$$KT_5 = 1; [1, таблица 19, с.77]$$

$$KT_6 = 2; [1, таблица 19, с.77]$$

$$T_{ПК1} = T_{КП1} \times KT = 0,100 \times 2 = 0,200 \text{ мин}$$

$$T_{ПК2} = T_{КП2} \times KT = 0,096 \times 2 = 0,192 \text{ мин}$$

$$T_{ПК3} = T_{КП3} \times KT = 0,086 \times 1 = 0,086 \text{ мин}$$

$$T_{ПК4} = T_{КП4} \times KT = 0,086 \times 2 = 0,172 \text{ мин}$$

$$T_{ПК5} = T_{КП5} \times KT = 0,096 \times 1 = 0,096 \text{ мин}$$

$$T_{ПК6} = T_{КП6} \times KT = 0,086 \times 2 = 0,172 \text{ мин}$$

$$T_{ПВ1} = T_{ПВ2} = T_{ПВ3} = T_{ПВ4} = T_{ПВ5} = T_{ПВ6} = 0,06 \text{ мин [1, таблица 43, с. 112]}$$

$$T_{ВС1} = 0,112 \text{ мин; [1, карта 2, с.94]}$$

$$T_{ВС2} = 0,072 \text{ мин; [1, карта 2, с.94]}$$

$$T_{ВС3} = 0,086 \text{ мин; [1, карта 2, с.94]}$$

$$T_{ВС4} = 0,086 \text{ мин; [1, карта 2, с.94]}$$

$$T_{ВС5} = 0,072 \text{ мин; [1, карта 2, с.94]}$$

$$T_{ВС6} = 0,072 \text{ мин; [1, карта 2, с.94]}$$

$$T_{ПЗ} = K_{ПЗ} \times \sum_{i=1}^n (T_{ПКi} + T_{ВСi}) = 0,2 \times (0,918 + 0,5) = 0,283 \text{ мин}$$

$$K_{ПЗ} = 15...30\%$$

$$K_{ДОП} = 1,35; [1, \text{ с.113}]$$

$$K_{СЛ} = 1; [1, \text{ с.88}]$$

$$K_{В} = 1$$

Трудоёмкость операции контроля 020:

$$T_{ОК} = [(0,918 + 0,448 + 0,36) + 0,283] \times \frac{1,35}{1} \times 1 = 2,712 \text{ мин}$$

Произведём расчёт нормы времени на контрольную операцию 035:

$$T_{КП1} = 0,172 \text{ мин}; [1, \text{ карта7, с. 97}]$$

$$T_{КП2} = 0,118 \text{ мин}; [1, \text{ карта 17, с. 104}]$$

$$T_{КП3} = 0,096 \text{ мин}; [1, \text{ карта 18, с. 104}]$$

$$T_{КП4} = 0,05 \text{ мин}; [1, \text{ карта 10, с. 100}]$$

$$КТ_1 = 3; [1, \text{ таблица 19, с.77}]$$

$$КТ_2 = 1; [1, \text{ таблица 19, с.77}]$$

$$КТ_3 = 2; [1, \text{ таблица 19, с.77}]$$

$$КТ_4 = 1; [1, \text{ таблица 19, с.77}]$$

$$T_{ПК1} = T_{КП1} \times КТ = 0,172 \times 3 = 0,516 \text{ мин}$$

$$T_{ПК2} = T_{КП2} \times КТ = 0,118 \times 1 = 0,118 \text{ мин}$$

$$T_{ПК3} = T_{КП3} \times КТ = 0,096 \times 2 = 0,192 \text{ мин}$$

$$T_{ПК4} = T_{КП4} \times КТ = 0,05 \times 1 = 0,05 \text{ мин}$$

$$T_{ПВ1} = T_{ПВ2} = T_{ПВ3} = T_{ПВ4} = 0,06 \text{ мин}; [1, \text{ таблица 43, с. 112}]$$

$$T_{ВС1} = 0,112 \text{ мин}; [1, \text{ карта 2, с.94}]$$

$$T_{ВС2} = 0,072 \text{ мин}; [1, \text{ карта 2, с.94}]$$

$$T_{ВС3} = 0,072 \text{ мин}; [1, \text{ карта 2, с.94}]$$

$$T_{ВС4} = 0,072 \text{ мин}; [1, \text{ карта 2, с.94}]$$

$$T_{ПЗ} = K_{ПЗ} \times \sum_{i=1}^n (T_{ПКi} + T_{ВСi}) = 0,2 \times (0,876 + 0,328) = 0,240 \text{ мин}$$

$$K_{ПЗ} = 15...30\%$$

$$K_{ДОП} = 1,35 [1, \text{ с.113}]$$

$$K_{СЛ} = 1; [1, \text{ с.88}]$$

$$K_{В} = 1$$

Трудоёмкость операции контроля 035:

$$T_{OK} = [(0,876 + 0,328 + 0,24) + 0,226] \times \frac{1,35}{1} \times 1 = 2,254 \text{ мин}$$

Произведём расчёт нормы времени на контрольную операцию 045:

$$T_{КП1} = 0,45 \text{ мин; [1, карта8, с. 98]}$$

$$T_{КП2} = 0,05 \text{ мин; [1, карта 10, с. 100]}$$

$$КТ_1 = 8; [1, таблица 19, с.77]$$

$$КТ_2 = 8; [1, таблица 19, с.77]$$

$$T_{ПК1} = T_{КП1} \times КТ = 0,45 \times 8 = 3,6 \text{ мин}$$

$$T_{ПК2} = T_{КП2} \times КТ = 0,05 \times 8 = 0,4 \text{ мин}$$

$$T_{ПВ1} = T_{ПВ2} = 0,06 \text{ мин; [1,таблица 43, с. 112]}$$

$$T_{ВС1} = 0,112 \text{ мин; [1, карта 2, с.94]}$$

$$T_{ВС2} = 0,072 \text{ мин; [1, карта 2, с.94]}$$

$$T_{ПЗ} = K_{ПЗ} \times \sum_{i=1}^n (T_{ПКi} + T_{ВСi}) = 0,2 \times (3,6 + 0,184) = 0,756 \text{ мин}$$

$$K_{ПЗ} = 15...30\%$$

$$K_{ДОП} = 1,35 [1, с.113]$$

$$K_{СЛ} = 1 [1, с.88]$$

$$K_{В} = 1$$

Трудоёмкость операции контроля 045:

$$T_{OK} = [(3,6 + 0,184 + 0,12) + 0,756] \times \frac{1,35}{1} \times 1 = 6,29 \text{ мин}$$

Произведём расчёт нормы времени на контрольную операцию 060:

$$T_{КП1} = 0,35 \text{ мин; [1, карта8, с. 98]}$$

$$T_{КП2} = 0,05 \text{ мин; [1, карта 10, с. 100]}$$

$$КТ_1 = 9; [1, таблица 19, с.77]$$

$$КТ_2 = 9; [1, таблица 19, с.77]$$

$$T_{ПК1} = T_{КП1} \times КТ = 0,35 \times 9 = 3,15 \text{ мин}$$

$$T_{ПК2} = T_{КП2} \times КТ = 0,05 \times 9 = 0,45 \text{ мин}$$

$$T_{ПВ1} = T_{ПВ2} = T_{ПВ3} = T_{ПВ4} = 0,06 \text{ мин; [1,таблица 43, с. 112]}$$

$$T_{ВС1} = 0,112 \text{ мин; [1, карта 2, с.94]}$$

$$T_{ПЗ} = K_{ПЗ}; \quad \Sigma(T_{ПКi} + T_{ВСi}) = 0,2(3,55 + 0,284) = 0,767$$

$$K_{ПЗ} = 15...30\%$$

$$K_{\text{доп}} = 1,35; [1, \text{с.113}]$$

$$K_{\text{сл}} = 1; [1, \text{с.88}]$$

$$K_{\text{в}} = 1$$

Трудоёмкость операции контроля 060:

$$T_{\text{ок}} = [(3,55 + 0,112 + 0,24) + 0,767] \times \frac{1,35}{1} \times 1 = 6,303 \text{ мин}$$

Произведём расчёт нормы времени на контрольную операцию 080:

$$T_{\text{кп1}} = 0,063 \text{ мин}; [1, \text{карта 14, с. 102}]$$

$$T_{\text{кп2}} = T_{\text{кп3}} = 0,063 \text{ мин}; [1, \text{карта 14, с. 102}]$$

$$KT_1 = 2; [1, \text{таблица 19, с.77}]$$

$$KT_2 = KT_3 = 2; [1, \text{таблица 19, с.77}]$$

$$T_{\text{пк1}} = T_{\text{кп1}} \times KT = 0,063 \times 2 = 0,126 \text{ мин}$$

$$T_{\text{пк2}} = T_{\text{кп2}} \times KT = 0,063 \times 2 = 0,126 \text{ мин}$$

$$T_{\text{пк3}} = T_{\text{кп3}} \times KT = 0,063 \times 2 = 0,126 \text{ мин}$$

$$T_{\text{пв1}} = T_{\text{пв2}} = T_{\text{пв3}} = 0,06 \text{ мин}; [1, \text{таблица 43, с. 112}]$$

$$T_{\text{вс1}} = 0,112 \text{ мин}; [1, \text{карта 2, с.94}]$$

$$T_{\text{пз}} = K_{\text{пз}} \times \sum_{i=1}^n (T_{\text{пк}i} + T_{\text{вс}i}) = 0,2 \times (0,378 + 0,112) = 0,098 \text{ мин}$$

$$K_{\text{пз}} = 15...30\%$$

$$K_{\text{доп}} = 1,35 [1, \text{с.113}]$$

$$K_{\text{сл}} = 1 [1, \text{с.88}]$$

$$K_{\text{в}} = 1$$

Трудоёмкость операции контроля 080:

$$T_{\text{ок}} = [(0,378 + 0,112 + 0,18) + 0,098] \times \frac{1,35}{1} \times 1 = 1,036 \text{ мин}$$

Трудоёмкость входного и приёмочного контроля определяется аналогично, с учётом количества переходов контроля. Произведём укрупнённый расчёт количества переходов контроля. При входном контроле необходимо проконтролировать 20 параметров. При приёмочном контроле необходимо проконтролировать 22 параметра.

Усреднённое время на контроль одного параметра:

При входном контроле

$$T_{\text{КП}} = 0,081 \times 20 = 1,62 \text{ мин}$$

$$T_{\text{ВС}} = 0,099 \times 20 = 1,98 \text{ мин}$$

$$T_{\text{ПВ}} = 0,06 \times 20 = 1,2 \text{ мин}$$

$$T_{\text{ГВ}} = 0,2 \times (1,62 + 1,98) = 0,72 \text{ мин}$$

$$K_{\text{ДОП}} = 1,35$$

$$K_{\text{СЛ}} = 1$$

$$K_{\text{В}} = \frac{Q_{\text{В}}}{N} = 1$$

$$T_{\text{ок}} = [(1,62 + 1,98 + 1,2) + 0,72] \times 1,35 = 7,452 \text{ мин.}$$

Трудоёмкость при приёмочном контроле:

$$T_{\text{КП}} = 0,743 \times 22 = 16,346 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{ВС}} = 0,099 \times 22 = 2,178 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{ПВ}} = 0,06 \times 22 = 1,32 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{ГВ}} = 0,2 \times (16,346 + 2,178) = 3,704 \text{ мин.}$$

$$K_{\text{ДОП}} = 1,35; K_{\text{СЛ}} = 1; K_{\text{В}} = \frac{Q_{\text{В}}}{N} = 1$$

$$T_{\text{ок}} = [(16,346 + 2,178 + 1,32) + 3,704] \times 1,35 = 31,79 \text{ мин.}$$

Трудоёмкость переходов контроля определяем по отраслевым укрупнённым нормативам времени на контрольные операции [15, с. 25-30, таблицы 12-18].

Результаты расчёта сведём в таблицу 9.

Таблица 9 – Трудоёмкость контроля одной детали

№ операции	Наименование операции	Трудоёмкость контроля одной детали $T_{\text{ок}}$ , мин.
1	2	3
005	Входной контроль	7,452
020	Операционный контроль	2,712
035	Операционный контроль	2,254
045	Операционный контроль	6,290
060	Операционный контроль	6,303
080	Операционный контроль	1,036

100	Приёмочный контроль	31,79
-----	---------------------	-------

Рассчитаем трудоёмкость контроля одной детали с использованием спроектированных средств контроля.

Произведём расчёт нормы времени на контрольную операцию 020:

$$T_{\text{КП1}} = 0,099 \text{ мин; [1, карта 3, с. 95]}$$

$$T_{\text{КП2}} = 0,083 \text{ мин; [1, карта 3, с. 95]}$$

$$T_{\text{КП3}} = 0,086 \text{ мин; [1, карта 18, с. 104]}$$

$$T_{\text{КП4}} = 0,086 \text{ мин; [1, карта 18, с. 104]}$$

$$T_{\text{КП5}} = 0,096 \text{ мин; [1, карта 18, с. 104]}$$

$$T_{\text{КП6}} = 0,086 \text{ мин; [1, карта 18, с. 104]}$$

$$KT_1 = 1; [1, таблица 19, с.77]$$

$$KT_2 = 1; [1, таблица 19, с.77]$$

$$KT_3 = 1; [1, таблица 19, с.77]$$

$$KT_4 = 2; [1, таблица 19, с.77]$$

$$KT_5 = 1; [1, таблица 19, с.77]$$

$$KT_6 = 2; [1, таблица 19, с.77]$$

$$T_{\text{ПК1}} = T_{\text{КП1}} \times KT = 0,099 \times 1 = 0,099 \text{ мин}$$

$$T_{\text{ПК2}} = T_{\text{КП2}} \times KT = 0,083 \times 1 = 0,083 \text{ мин}$$

$$T_{\text{ПК3}} = T_{\text{КП3}} \times KT = 0,086 \times 1 = 0,086 \text{ мин}$$

$$T_{\text{ПК4}} = T_{\text{КП4}} \times KT = 0,086 \times 2 = 0,172 \text{ мин}$$

$$T_{\text{ПК5}} = T_{\text{КП5}} \times KT = 0,096 \times 1 = 0,096 \text{ мин}$$

$$T_{\text{ПК6}} = T_{\text{КП6}} \times KT = 0,086 \times 2 = 0,172 \text{ мин}$$

$$T_{\text{ПВ1}} = T_{\text{ПВ2}} = T_{\text{ПВ3}} = T_{\text{ПВ4}} = T_{\text{ПВ5}} = T_{\text{ПВ6}} = 0,06 \text{ мин; [1, таблица 43, с. 112]}$$

$$T_{\text{ВС1}} = 0,112 \text{ мин; [1, карта 2, с.94]}$$

$$T_{\text{ВС2}} = 0,072 \text{ мин; [1, карта 2, с.94]}$$

$$T_{\text{ВС3}} = 0,086 \text{ мин; [1, карта 2, с.94]}$$

$$T_{BC4} = 0,086 \text{ мин; [1, карта 2, с.94]}$$

$$T_{BC5} = 0,072 \text{ мин; [1, карта 2, с.94]}$$

$$T_{BC6} = 0,072 \text{ мин; [1, карта 2, с.94]}$$

$$T_{ПЗ} = K_{ПЗ} \times \sum_{i=1}^n (T_{ПКi} + T_{BCi}) = 0,2 \times (0,708 + 0,5) = 0,241 \text{ мин}$$

$$K_{ПЗ} = 15...30\%$$

$$K_{ДОП} = 1,35 \text{ [1, с.113]}$$

$$K_{СЛ} = 1 \text{ [1, с.88]}$$

$$K_B = 1$$

Трудоёмкость операции контроля 020:

$$T_{ОК} = [(0,708 + 0,448 + 0,36) + 0,241] \times \frac{1,35}{1} \times 1 = 2,372 \text{ мин}$$

Произведём расчёт нормы времени на контрольную операцию 035:

$$T_{КП1} = 0,166 \text{ мин; [1, карта7, с. 97]}$$

$$T_{КП2} = 0,118 \text{ мин; [1, карта 17, с. 104]}$$

$$T_{КП3} = 0,096 \text{ мин; [1, карта 18, с. 104]}$$

$$T_{КП4} = 0,05 \text{ мин; [1, карта 10, с. 100]}$$

$$КТ_1 = 1; \text{ [1, таблица 19, с.77]}$$

$$КТ_2 = 1; \text{ [1, таблица 19, с.77]}$$

$$КТ_3 = 2 ; \text{ [1, таблица 19, с.77]}$$

$$КТ_4 = 1; \text{ [1, таблица 19, с.77]}$$

$$T_{ПК1} = T_{КП1} \times КТ = 0,166 \times 1 = 0,166 \text{ мин}$$

$$T_{ПК2} = T_{КП2} \times КТ = 0,118 \times 1 = 0,118 \text{ мин}$$

$$T_{ПК3} = T_{КП3} \times КТ = 0,096 \times 2 = 0,192 \text{ мин}$$

$$T_{ПК4} = T_{КП4} \times КТ = 0,05 \times 1 = 0,05 \text{ мин}$$

$$T_{ПВ1} = T_{ПВ2} = T_{ПВ3} = T_{ПВ4} = 0,06 \text{ мин; [1, таблица 43, с. 112]}$$

$$T_{BC1} = 0,112 \text{ мин; [1, карта 2, с.94]}$$

$$T_{BC2} = 0,072 \text{ мин; [1, карта 2, с.94]}$$

$$T_{BC3} = 0,072 \text{ мин; [1, карта 2, с.94]}$$

$$T_{BC4} = 0,072 \text{ мин; [1, карта 2, с.94]}$$

$$T_{ПЗ} = K_{ПЗ} \times \sum_{i=1}^n (T_{ПКi} + T_{BCi}) = 0,2 \times (0,526 + 0,328) = 0,170 \text{ мин}$$

$$K_{ПЗ} = 15...30\%$$



$$K_{\text{доп}} = 1,35 [1, \text{с.113}]$$

$$K_{\text{сл}} = 1 [1, \text{с.88}]$$

$$K_{\text{в}} = 1$$

Трудоёмкость операции контроля 035:

$$T_{\text{ок}} = [(0,526 + 0,328 + 0,24) + 0,17] \times \frac{1,35}{1} \times 1 = 1,70 \text{ мин}$$

Произведём расчёт нормы времени на контрольную операцию 080:

$$T_{\text{кп1}} = 0,056 \text{ мин}; [1, \text{карта 14, с. 102}]$$

$$T_{\text{кп2}} = T_{\text{кп3}} = 0,056 \text{ мин}; [1, \text{карта 14, с. 102}]$$

$$KT_1 = 1; [1, \text{таблица 19, с.77}]$$

$$KT_2 = KT_3 = 1; [1, \text{таблица 19, с.77}]$$

$$T_{\text{пк1}} = T_{\text{кп1}} \times KT = 0,056 \times 1 = 0,056 \text{ мин}$$

$$T_{\text{пк2}} = T_{\text{кп2}} \times KT = 0,056 \times 1 = 0,056 \text{ мин}$$

$$T_{\text{пк3}} = T_{\text{кп3}} \times KT = 0,056 \times 1 = 0,056 \text{ мин}$$

$$T_{\text{пв1}} = T_{\text{пв2}} = T_{\text{пв3}} = 0,06 \text{ мин}; [1, \text{таблица 43, с. 112}]$$

$$T_{\text{вс1}} = 0,112 \text{ мин}; [1, \text{карта 2, с.94}]$$

$$T_{\text{пз}} = K_{\text{пз}} \times \sum_{i=1}^n (T_{\text{пк}i} + T_{\text{вс}i}) = 0,2 \times (0,168 + 0,112) = 0,056 \text{ мин}$$

$$K_{\text{пз}} = 15...30\%$$

$$K_{\text{доп}} = 1,35 [1, \text{с.113}]$$

$$K_{\text{сл}} = 1 [1, \text{с.88}]$$

$$K_{\text{в}} = 1$$

Трудоёмкость операции контроля 080:

$$T_{\text{ок}} = [(0,168 + 0,112 + 0,18) + 0,056] \times \frac{1,35}{1} \times 1 = 0,696 \text{ мин.}$$

При приёмочном контроле:

$$T_{\text{кп}} = 0,443 \times 22 = 9,746 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{вс}} = 0,099 \times 22 = 2,178 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{пв}} = 0,06 \times 22 = 1,32 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{пз}} = 0,2 \times (9,746 + 2,178) = 2,384 \text{ мин.}$$

$$K_{\text{доп}} = 1,35$$

$$K_{\text{СЛ}} = 1$$

$$K_{\text{В}} = \frac{Q_{\text{В}}}{N} = 1$$

$$\text{Ток} = [(9,746+2,178+1,32)+2,384] \times 1,35 = 21,097 \text{ мин.}$$

Результаты расчёта сведём в таблицу 10.

Таблица 10 – Трудоёмкость контроля с использованием спроектированных средств контроля

№ операции	Наименование операции	Трудоёмкость контроля одной детали $T_{\text{ок}}$ , мин.
005	Входной контроль	7,452
020	Операционный контроль	2,372
035	Операционный контроль	1,70
045	Операционный контроль	6,29
060	Операционный контроль	6,303
080	Операционный контроль	0,696
100	Приёмочный контроль	21,097

Стоимость операции приёмочного контроля составляет:

$$0,83 \times 31,79 = 26,38 \text{ руб./ч}$$

При использовании спроектированных средств контроля:

$$0,83 \times 21,097 = 17,51 \text{ руб./ч}$$

## **4.КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ**

### **4.1 Проектирование средств технического контроля**

Средства контроля, применяемые для операционного, межоперационного и приёмочного контроля деталей, в зависимости от типа производства, могут быть как универсальными, так и специальными. При операционном, межоперационном контроле детали «Крышка» используются следующие средства контроля:

- универсальные: штангенциркуль, штангенглубиномер, индикаторный нутромер, микрометр гладкий, угломер;
- специальные средства контроля: шаблоны для контроля углов, фасок и радиусных закруглений.

Для выполнения более точных и качественных измерений при приёмочном контроле спроектируем специальные средства контроля: листовые калибры-скобы для контроля линейных размеров 112h12 и 55h12; калибры-пробки для контроля отверстий диаметром 140H7 и диаметром 10H8; резьбовые калибры-пробки для контроля отверстий М8-7Н и М12-7Н; комплексные калибры для контроля отклонения межосевого зависимого позиционного допуска 8 отверстий М8-7Н, межосевого зависимого позиционного допуска 9 отверстий М12-7Н, для контроля расположения 2-х отверстий диаметром 10H8, а также контрольное приспособление для контроля отклонений от плоскостности, цилиндричности и перпендикулярности.

### **4.2. Требования, предъявляемые к предельным калибрам**

Независимо от типа и назначения калибры должны удовлетворять следующим основным требованиям [2]:

Рабочие размеры калибра должны быть строго выдержаны в соответствии с допусками на изготовление калибра;

- калибры должны иметь большую жёсткость при малом весе, жёсткость необходима для уменьшения погрешности от деформаций калибров при измерении. Это требование имеет особое значение для скоб больших размеров. Малый вес обеспечивает повышение точности контроля и облегчение работы при проверке деталей средних и больших размеров;

- калибры должны быть износостойчивыми, что имеет большое значение главным образом потому, что при сравнительно высокой точности калибров их преждевременный износ увеличивает себестоимость поверяемых изделий. Кроме того, чем выше износостойчивость калибров, тем меньше расходы на изготовление и периодическую проверку.

Износостойчивость зависит от твёрдости качества рабочих поверхностей калибров. Срок службы калибров может быть значительно повышен путём покрытия рабочих поверхностей твёрдыми металлами (чаще всего хромом).

Значительно более высоким является срок службы регулируемых калибров, которые при износе путём соответствующего перемещения измерительных вставок, гребёнок, роликов и т.п. могут быть снова отрегулированы на требуемый размер.

Высокое качество отделки измерительных поверхностей также повышает износостойчивость калибров. Калибры должны обеспечивать быстроту и удобство проведения измерений [2].

#### **4.3. Определение исполнительных размеров калибров для цилиндрических отверстий и валов ГОСТ 24853-81**

Конструкцию калибров выбираем по соответствующим стандартам в зависимости от вида и величины контролируемых параметров [16].

При расчёте исполнительных размеров определяют наибольший размер калибров-пробок и наименьший предельный размер калибров-скоб. Размеры округляют до целого микрометра в сторону уменьшения производственного допуска.

Расчёт исполнительных размеров производим по формулам [1, С.285]:

$$\text{Калибр для отверстия: } \text{ПР}_{\max} = D_{\min} + Z + H/2$$

$$\text{НЕ}_{\max} = D_{\max} + H/2$$

$$\text{Калибр для вала: } \text{ПР}_{\min} = d_{\max} - Z - H_1/2$$

$$\text{НЕ}_{\min} = d_{\min} - H_1/2$$

### **Проектирование листового калибра-скобы ГОСТ 24851-81 для контроля размера 112h12**

Определяем отклонение от номинального размера:  $112_{(-0,35)} \text{ мм}$ .

Выписываем значение допуска на изготовление калибра –  $H_1$  и отклонение середины поля допуска на изготовление проходного калибра –  $Z_1$ :

$$H_1 = 15 \text{ мкм};$$

$$Z_1 = 28 \text{ мкм}.$$

Определяем исполнительные размеры листового калибра-скобы по формулам:

$$\text{ПР}_{\min} = 112 - 0,028 - 0,015/2 = 111,96 \text{ мм};$$

$$\text{НЕ}_{\min} = 111,65 - 0,015/2 = 111,64 \text{ мм}.$$

Проставляемые на чертеже размеры:

$$\text{ПР}_{\min} = 111,96^{+0,015} \text{ мм};$$

$$\text{НЕ}_{\min} = 111,64^{+0,015} \text{ мм}.$$

Проектирование листового калибра-скобы производим в соответствии с требованиями ГОСТ 16675-71 [17].

## **Проектирование листового калибра-скобы ГОСТ 24851-81 для контроля размера 55h12**

Определяем отклонение от номинального размера:  $55_{(-0,12)}$  мм. Выписываем значение допуска на изготовление калибра –  $H_1$  и отклонение середины поля допуска на изготовление проходного калибра –  $Z_1$ :

$$H_1 = 13 \text{ мкм};$$

$$Z_1 = 25 \text{ мкм}.$$

Определяем исполнительные размеры листового калибра-скобы по формулам:

$$PP_{\min} = 55 - 0,025 - 0,013/2 = 54,968 \text{ мм};$$

$$HE_{\min} = 54,88 - 0,013/2 = 54,873 \text{ мм}.$$

Проставляемые на чертеже размеры:

$$PP_{\min} = 54,968^{+0,013} \text{ мм};$$

$$HE_{\min} = 54,873^{+0,013} \text{ мм}.$$

Проектирование листового калибра-скобы производим в соответствии с требованиями ГОСТ 16675-71 [17].

## **Проектирование калибра-пробки ГОСТ 24851-81 для контроля отверстия диаметром 140H7**

Определяем отклонение от номинального размера:  $D = 140^{(+0,04)}$  мм.

Выписываем значение допуска на изготовление калибра –  $H$  и отклонение середины поля допуска на изготовление проходного калибра –  $Z$ :

$$H = 8 \text{ мкм};$$

$$Z = 6 \text{ мкм}.$$

Определяем исполнительные размеры калибра-пробки по формулам:

$$PP_{\max} = 140,00 + 0,006 + 0,008/2 = 140,01 \text{ мм};$$

$$HE_{\max} = 140,04 + 0,008/2 = 140,044 \text{ мм}.$$

Проставляемые на чертеже размеры:

$$PP_{\max} = 140,01_{-0,008} \text{ мм};$$

$$HE_{\max} = 140,044_{-0,008} \text{ мм}.$$

Проектирование калибра-пробки для контроля отверстия диаметром 140Н7 производим в соответствии с требованиями ГОСТ14820-69. Принимаем штампованную неполную калибр-пробку с насадками ПР 8140-0004 Н7 ГОСТ 14820-69 и HE 8140-0054 Н12 ГОСТ 14821-69.

В качестве материала для калибра-пробки принимаем Сталь 20 ГОСТ 1050-88. Рабочие поверхности подлежат цементации. Толщина слоя цементации 0,5 мм.

Твёрдость рабочих поверхностей - 59...65 HRCэ.

Параметр шероховатости Ra рабочих поверхностей - 0,08 мкм.

Покрытие нерабочих поверхностей - Хим.Окс.прм.

Неуказанные предельные отклонения размеров валов h14, отверстий H14, остальных  $\pm IT14/2$ .

Остальные технические требования указаны в ГОСТ 2015-84 [16].

### **Проектирование калибра-пробки ГОСТ 24851-81 для контроля отверстия диаметром 10Н8**

Определяем отклонение от номинального размера  $D = 10^{(+0,022)}$  мм.

Выписываем значение допуска на изготовление калибра – H и отклонение середины поля допуска на изготовление проходного калибра – Z:

$$H = 2,5 \text{ мкм};$$

$$Z = 3 \text{ мкм}.$$

Определяем исполнительные размеры калибра-пробки:

$$PP_{\max} = 10,00 + 0,003 + 0,0025/2 = 10,00425 \text{ мм}$$

$$HE_{\max} = 10,022 + 0,0025/2 = 10,02325 \text{ мм}$$

Проставляемые на чертеже размеры:

$$PP_{\max} = 10,004_{-0,002} \text{ мм};$$

$$H_{E_{\max}} = 10,023_{-0,002} \text{ мм.}$$

Проектирование калибра-пробки для контроля отверстия диаметром 10Н8 производим в соответствии с требованиями ГОСТ14820-69. Принимаем двустороннюю калибр-пробку со вставками ПР 8133-0922 Н8 ГОСТ 14810-69.

Основные размеры калибра-пробки и размеры вставок выбираем в соответствии с конструктивными особенностями.

В качестве материала для калибра-пробки принимаем Сталь 20 ГОСТ 1050-2013. Рабочие поверхности подлежат цементации. Толщина слоя цементации - 0,5 мм.

Твёрдость рабочих поверхностей, поверхностей 59...65 HRCэ.

Параметр шероховатости Ra рабочих поверхностей - 0,08 мкм.

Покрытие нерабочих поверхностей - Хим.Окс.прм.

Неуказанные предельные отклонения размеров валов h14, отверстий H14, остальных  $\pm IT14/2$ .

Остальные технические требования указаны в ГОСТ 2015-84 [16].

#### **4.4. Определение исполнительных размеров калибров-пробок ГОСТ 24997-81 для контроля метрической резьбы**

Расчёт исполнительных размеров калибров-пробок для контроля отверстий с метрической резьбой в соответствии с ГОСТ 24997-81 [18] производим по следующим формулам:

Калибр-пробка резьбовой проходной ПР(21):

Наружный диаметр:  $D + EI_D + Z_{PL} \pm T_{PL}$ ;

Средний диаметр:  $D_2 + EI_{D2} + Z_{PL} \pm T_{PL}/2$ ;

Предел износа:  $D_2 + EI_{D2} + Z_{PL} - W_{GO}$ ;

Внутренний диаметр:  $D_1 + EI_{D1} - H/6$  по канавке или радиусу, не более.

Калибр-пробка резьбовой непроходной НЕ(22):

Наружный диаметр:  $D_2 + EI_{D2} + T_{D2} + T_{PL}/2 + 2F_1 \pm T_{PL}$ ;

Средний диаметр:  $D_2 + EI_{D2} + T_{D2} + T_{PL}/2$ ;



Предел износа:  $D_2 + EI_{D2} + T_{D2} + T_{PL}/2 - W_{NG}$ ;

Внутренний диаметр:  $D_1 + EI_{D1} - H/6$  по канавке или радиусу, не более.

$D$  – номинальный наружный диаметр внутренней резьбы;

$D_1$  – номинальный внутренний диаметр внутренней резьбы;

$D_2$  – номинальный средний диаметр внутренней резьбы;

$EI_D$  – нижнее отклонение диаметров внутренней резьбы;

$F_1$  – расстояние между линией среднего диаметра и вершиной укороченного профиля резьбы;

$T_{D2}$  – допуск среднего диаметра внутренней резьбы;

$T_{PL}$  – допуск наружного и среднего диаметра резьбового проходного и непроходного калибров-пробок;

$W_{GO}$  – величина среднедопустимого износа резьбовых проходных калибров-пробок;

$W_{NG}$  – величина среднедопустимого износа резьбовых непроходных калибров-пробок;

$Z_{PL}$  – расстояние от середины поля допуска  $T_{PL}$  резьбового проходного калибра-пробки до проходного (нижнего) предела среднего диаметра внутренней резьбы.

Расчёт гладких калибров для контроля внутреннего диаметра отверстия производится по формулам:

Калибр-пробка гладкий проходной ПР (23):  $D_1 + EI_{D1} + Z_1 \pm H_1/2$ ;

Калибр-пробка гладкий непроходной НЕ (24):  $D_1 + EI_{D1} + T_{D1} \pm H_1/2$ .

#### **4.5. Проектирование резьбовых и гладких калибров-пробок**

##### **ГОСТ 24997-81 для контроля отверстия М8-7Н**

Для контроля диаметра  $D_2$  выбираем пробки ПР и НЕ под № 21 и 22 соответственно. Резьбовым калибром-пробкой ПР (21) контролируют наименьший средний диаметр и одновременно наименьший наружный диаметр внутренней резьбы. Внутренний диаметр этой резьбы не контролируется. Калибр должен свободно ввинчиваться в контролируемую резьбу. Свинчиваемость

калибра с резьбой означает, что приведённый средний диаметр резьбы не меньше наибольшего наружного диаметра наружной резьбы.

Резбовым непроходным калибр-пробкой НЕ (22) контролируют наибольший средний диаметр внутренней резьбы. Калибр не должен ввинчиваться в контролируемую резьбу более чем на два оборота.

Руководствуясь ГОСТ 24997-81 [18], ГОСТ 24939-81 [16], СТ СЭВ 182-75 определяем данные для расчётов:

Шаг резьбы  $P=1,25$  мм;

Номинальный наружный диаметр  $D=8$  мм;

Номинальный средний диаметр  $D_2=7,188$  мм;

Номинальный внутренний диаметр  $D_1=6,647$  мм;

Предельные отклонения диаметров резьбы [2, таблица 9, С.212]:

$ES_{D_2}=200$  мкм

$ES_{D_1}=335$  мкм

$EI=0$

$T_{D_2}=200$  мкм

$Z_{PL}=12$  мкм

$W_{GO}=17,5$  мкм

$W_{NG}=11,5$  мкм

$T_{PL}=11$  мкм

Определяем предельные размеры резьбы:

$D_{max}$  - не нормируется

$D_{min}=8$  мм

$D_{2max}=7,188+0,2=7,388$  мм

$D_{2min}=7,188$  мм

$D_{1max}=6,647+0,335=6,982$  мм

$D_{1min}=6,647$  мм

$T_{D_2}=D_{2max}-D_{2min}=7,388-7,188=0,2$  мм

Определяем исполнительные размеры проходного калибра-пробки ПР (21):

Наружный диаметр:  $D=8+0+0,012=8,012\pm 0,011$  мм

Средний диаметр:  $D_2=7,188+0+0,012=7,2\pm 0,0055$  мм

Предел износа:  $7,188+0+0,012-0,0175=7,1825$  мм

Внутренний диаметр:  $6,647 + 0 - 0,18 = 6,467$  мм по канавке или радиусу, не более.

Определяем исполнительные размеры непроходного калибра-пробки НЕ (22):

Наружный диаметр:

$D=7,188+0+0,200+0,011/2+2\times 0,1\times 1,25=7,6435\pm 0,011$  мм

Средний диаметр:  $D_2=7,188+0+0,200+0,0055=7,3935\pm 0,0055$  мм

Предел износа:  $7,188+0+0,200+0,0055-0,0115=7,382$  мм

Внутренний диаметр:  $6,647 + 0 - 0,18 = 6,467$  мм по канавке или радиусу, не более.

Рассчитываем исполнительные размеры гладких калибров для контроля внутреннего диаметра отверстия:

$T_{D1}=335$  мкм

$Z_1=38$  мкм

$H_1=16$  мкм

$H=2,5$  мкм

$Z = 2$  мкм

Калибр-пробка гладкий проходной ПР (23):

$D_{\text{ном}}=6,647+0+0,038=6,685\pm 0,008$  мм;

Калибр-пробка гладкий непроходной НЕ (24):

$D_{\text{ном}}=6,647+0+0,335=6,982\pm 0,008$  мм.

$ПР_{\text{max}}=6,677+0,002+0,00125=6,68_{-0,002}$  мм

$НЕ_{\text{max}}=6,693+0,00125=6,694_{-0,002}$  мм

Конструктивные особенности калибров определяем по ГОСТ 14810-69.

#### 4.6. Проектирование резьбовых и гладких калибров-пробок

##### ГОСТ 24997-81 для контроля отверстия М12-7Н

Определяем данные для расчётов:

Шаг резьбы  $P=1,75$  мм;

Номинальный наружный диаметр  $D=12$  мм;

Номинальный средний диаметр  $D_2=10,863$  мм;

Номинальный внутренний диаметр  $D_1=10,106$  мм;

Предельные отклонения диаметров резьбы [2, таблица 9, с.212]:

$ES_{D_2}=250$  мкм;  $ES_{D_1}=425$  мкм;  $EI=0$

$T_{D_2}=250$  мкм

$Z_{PL}=16$  мкм

$W_{GO}=21$  мкм

$W_{NG}=15$  мкм

$T_{PL}=14$  мкм

Определяем предельные размеры резьбы:

$D_{max}$  - не нормируется

$D_{min}=12$  мм

$D_{2max}=10,863+0,250=11,113$  мм

$D_{2min}=10,863$  мм

$D_{1max}=10,106+0,425=10,531$  мм

$D_{1min}=10,106$  мм

$T_{D_2}=D_{2max}-D_{2min}=11,113-10,863=0,250$  мм

Определяем исполнительные размеры проходного калибра-пробки

ПР (21):

Наружный диаметр:  $D=12 + 0 + 0,016=12,016\pm 0,014$  мм

Средний диаметр:  $D_2=10,863 + 0 + 0,016=10,879\pm 0,007$  мм

Предел износа:  $10,863+0+0,016 - 0,021=10,858$  мм

Внутренний диаметр:  $10,106 + 0 - 0,25=9,856$  мм по канавке или радиусу,

не более.

Определяем исполнительные размеры непроходного калибра-пробки НЕ (22):

Наружный диаметр:

$$D=10,863+0+0,250+0,014/2+2 \times 0,1 \times 1,75=11,47 \pm 0,007 \text{ мм}$$

$$\text{Средний диаметр: } D_2=10,863+0+0,250+0,007=11,12 \pm 0,007 \text{ мм}$$

$$\text{Предел износа: } 10,863+0+0,250+0,007-0,015=11,168 \text{ мм}$$

Внутренний диаметр:  $10,106 + 0 - 0,25 = 9,856$  мм по канавке или радиусу, не более.

Рассчитываем исполнительные размеры гладких калибров для контроля внутреннего диаметра отверстия:

$$T_{D1}=425 \text{ мкм}$$

$$H_1=26 \text{ мкм}$$

$$Z_1=52 \text{ мкм}$$

$$H=3 \text{ мкм}$$

$$Z=2,5 \text{ мкм}$$

Калибр-пробка гладкий проходной ПР (23):

$$D_{\text{ном}}=10,106+0,052=10,158 \pm 0,013 \text{ мм};$$

Калибр-пробка гладкий непроходной НЕ (24):

$$D_{\text{ном}}=10,106+0+0,425=10,531 \pm 0,013 \text{ мм}.$$

$$ПР_{\text{max}}=10,145+0,0025+0,015=10,162_{-0,003} \text{ мм}$$

$$НЕ_{\text{max}}=10,171+0,015=10,186_{-0,003} \text{ мм}$$

Конструктивные особенности калибров определяем по ГОСТ 14810-69 [16].

#### 4.7. Проектирование комплексных калибров для контроля позиционных отклонений осей отверстий с зависимыми допусками расположения ГОСТ 16085-80

Калибры для контроля расположения поверхностей ГОСТ 16085-80 [19] являются проходными. Изделие считается годным, если калибр соединяется с изделием по всем контролируемым поверхностям.

Расположение осей отверстий контролируют после того, как установлено, что диаметры отверстий выполнены в пределах соответствующих полей допусков. Допуски на изготовление и расположение, а также величину износа устанавливают для каждого измерительного элемента в зависимости от позиционного допуска поверхности изделия, контролируемой данным средством контроля [1]. Допуск на изготовление и величину износа базового измерительного элемента выбирают такими же, как и для остальных измерительных элементов:

т. е.  $H_0=H$  и  $W_0=W$ , где  $W$  – величина износа измерительного элемента калибра

Предельные размеры измерительных элементов калибров с базовыми измерительными элементами определяют по следующим формулам [1, таблица 12, с.292]:

Базовый измерительный элемент:

$$d_{k0max}=d_{GO-W}$$

$$d_{k0min}=d_{GO-W}-H_0$$

$$d_{k0-W}=d_{GO-W}-H_0-W_0$$

Остальные измерительные элементы:

$$d_{kmax}=D_{min}-T_p+F+H_0$$

$$d_{kmin}=d_{kmax}-H$$

$$d_{k-W}=d_{kmax}-H-W,$$

где  $d_{kmax}$  и  $d_{kmin}$  – соответственно наибольший и наименьший предельные размеры измерительного элемента нового калибра;

$d_{k0max}$  и  $d_{k0min}$  – соответственно наибольший и наименьший предельные размеры базового измерительного элемента нового калибра;

$d_{k-w}$  и  $d_{k0-w}$  - размеры предельно изношенных соответственно: измерительного элемента калибра и базового измерительного элемента калибра;

$d_{GO-w}$  – размер предельно изношенного поэлементного проходного калибра, предназначенного для контроля размера поверхности изделия;

F- основное отклонение размера измерительного элемента, соответствующее проходному пределу размера нового калибра;

$T_p$  – позиционный допуск поверхности изделия в диаметральном выражении.

### **Проектирование комплексного калибра для контроля позиционного отклонения осей 8 отверстий М8-7Н ГОСТ 16085-80**

Поскольку на расположение осей 8 отверстий М8-7Н задан зависимый позиционный допуск  $T_p=0,3$  мм относительно базовой поверхности Д отверстия диаметром 140Н7, руководствуемся формулами, приведёнными в ГОСТ 16085-80 [19] для расчёта калибров с базовыми измерительными элементами. Определяем предельные отклонения и допуски измерительных элементов калибра при  $T_p=0,3$  мм:

- для пробок, контролирующих положение 8 отверстий М8-7Н с внутренним диаметром  $D_1=6,647$  мм:

$$F=0,032 \text{ мм}$$

$$H=0,010 \text{ мм}$$

$$W=0,012 \text{ мм}$$

- для базовой пробки:

$$H_0=H=0,010 \text{ мм}$$

$$W_0=W=0,012 \text{ мм}$$

Определяем предельные размеры пробок калибра:

- для базовой пробки:

$$d_{k0max}=d_{GO-w}=140 \text{ мм}$$

$$d_{k0min}=d_{GO-W}-H_0=140-0,01=139,99 \text{ мм}$$

$$d_{k0-W}=d_{GO-W}-H_0-W_o=140-0,01-0,012=139,978 \text{ мм}$$

- для остальных пробок:

$$d_{kmax}=D_{min}-T_p+F+H_0=6,647-0,3+0,032+0,01=6,389 \text{ мм}$$

$$d_{kmin}=d_{kmax}-H=6,389-0,01=6,379 \text{ мм}$$

$$d_{k-W}=d_{kmax}-H-W=6,389-0,01-0,012=6,367 \text{ мм}$$

На чертеже калибра указываем исполнительные размеры измерительных элементов: базовой пробки – диаметр  $140_{-0,01}$  мм; остальных пробок - диаметр  $6,389_{-0,01}$  мм.

По ГОСТ 16085-80[19] определяем позиционный допуск осей пробок (кроме базовой):  $T_{pk}=0,020$  мм.

При нормировании и контроле размеров, координирующих оси пробок, должны быть соблюдены следующие требования:

а) предельные отклонения размера между осью каждой пробки и осью базовой пробки  $\delta R_k=\pm 0,007$  мм;

б) предельные отклонения центрального угла между осями двух любых пробок, расположенных на окружности диаметром 160 мм  $\delta\alpha_{\Sigma k}=35''$ , база – ось центральной пробки калибра.

### **Проектирование комплексного калибра для контроля позиционного отклонения осей 9 отверстий M12-7H ГОСТ 16085-80**

Поскольку на расположение осей 9 отверстий M12-7H задан зависимый позиционный допуск  $T_p=0,3$  мм относительно базовой поверхности D отверстия диаметром 140H7, руководствуемся формулами, приведёнными в ГОСТ 16085-80 для расчёта калибров с базовыми измерительными элементами. Определяем предельные отклонения и допуски измерительных элементов калибра при  $T_p=0,3$  мм:

- для пробок, контролирующих положение 9 отверстий M12-7H с внутренним диаметром  $D_1=6,917$  мм:

$$F=0,032 \text{ мм}$$



$$H=0,010 \text{ мм}$$

$$W=0,012 \text{ мм}$$

- для базовой пробки:

$$H_0=H=0,010 \text{ мм}$$

$$W_0=W=0,012 \text{ мм}$$

Определяем предельные размеры пробок калибра:

- для базовой пробки:

$$d_{k0\max}=d_{GO-W}=140 \text{ мм}$$

$$d_{k0\min}=d_{GO-W}-H_0=140-0,01=139,99 \text{ мм}$$

$$d_{k0-W}=d_{GO-W}-H_0-W_0=140-0,01-0,012=139,978 \text{ мм}$$

- для остальных пробок:

$$d_{k\max}=D_{\min}-T_p+F+H_0=10,106-0,3+0,032+0,01=10,136 \text{ мм}$$

$$d_{k\min}=d_{k\max}-H=10,136-0,01=10,126 \text{ мм}$$

$$d_{k-W}=d_{k\max}-H-W=10,136-0,01-0,012=10,114 \text{ мм}$$

На чертеже калибра указываем исполнительные размеры измерительных элементов: базовой пробки – диаметр  $140_{-0,01}$  мм; остальных пробок -диаметр  $10,136_{-0,01}$  мм.

По ГОСТ 16085-90 определяем позиционный допуск осей пробок (кроме базовой):  $T_{pk}=0,020$  мм.

При нормировании и контроле размеров, координирующих оси пробок, должны быть соблюдены следующие требования:

а) предельные отклонения размера между осью каждой пробки и осью базовой пробки  $\delta R_k=\pm 0,007$  мм;

б) предельные отклонения центрального угла между осями двух любых из семи пробок, расположенных на окружности диаметром 292 мм  $\delta\alpha_{\Sigma k}=20''$ , для двух пробок, координированных друг относительно друга и базовой пробки,  $\delta\alpha_k=16''$ , база – ось центральной пробки калибра.

## Проектирование комплексного калибра для контроля расположения отверстий диаметром 10Н8 ГОСТ 16085-80

Поскольку на расположение 2-х отверстий диаметром 10Н8 задан позиционный допуск  $T_p=3$  мм относительно центра окружности диаметром 292 мм, руководствуемся формулами, приведёнными в ГОСТ 16085-80 [19] для расчёта калибров без базовых измерительных элементов. Определяем предельные отклонения и допуски измерительных элементов калибра при  $T_p=3$  мм:

- для пробок, контролирующих положение 2-х отверстий диаметром  $10^{+0,022}$  мм:

$$F=0,130 \text{ мм}$$

$$H=0,030 \text{ мм}$$

$$W=0,040 \text{ мм}$$

Определяем предельные размеры пробок калибра:

$$d_{kmax}=D_{min}-T_p+F=10-3+0,13=7,13 \text{ мм}$$

$$d_{kmin}=d_{kmax}-H=7,13-0,03=7,1 \text{ мм}$$

$$d_{k-W}=d_{kmax}-H-W=7,13-0,03-0,04=7,06 \text{ мм}$$

На чертеже калибра указываем исполнительные размеры измерительных элементов: диаметр  $7,13_{-0,04}$  мм.

По ГОСТ 16085-90 определяем позиционный допуск осей пробок:

$$T_{pk}=0,060 \text{ мм.}$$

При нормировании и контроле размеров, координирующих оси пробок, должны быть соблюдены следующие требования:

- а) предельные отклонения диаметра окружности центров  $\delta D_k=\pm 0,04$  мм;
- б) предельные отклонения центрального угла между осями пробок, расположенных на окружности диаметром 292 мм  $\delta \alpha_{\Sigma k}=1'$ .

#### **4.8. Проектирование контрольного приспособления для измерения отклонений формы и расположения поверхностей**

Данное приспособление (рисунок 2) предназначено для проведения контроля отклонений от формы и расположения поверхностей в заданных параметрах. Основной особенностью приспособления является наличие поворотного стола, что обеспечивает удобство выполнения контрольных операций. Также предусмотрена цилиндрическая оправка, которая обеспечивает быструю и точную установку детали в требуемое положение.

Для определения величины контролируемого параметра используется рычажно-зубчатый индикатор бокового и торцового типов ИРБ ГОСТ 5584-75 и ИРТ ГОСТ 5584-75 с ценой деления 0,01 мм, который устанавливается на штативе магнитном типа ШМ-ПВ ГОСТ 10197-70. В основании штатива закреплена цилиндрическая колонка, по которой движется муфта со стержнем с закрепленным на конце индикатором. Штативы магнитные типа ШМ-ПВ ГОСТ 10197-70 имеют устройство для точной установки на размер (для микроподачи). Основание штатива имеет форму равностороннего треугольника со стороной 200 мм, по углам которого расположены три магнитные опоры. Магнитное основание позволяет устанавливать штативы на наклонных и вертикальных плоскостях без дополнительного крепления.

При проведении измерений отклонения от плоскостности контролируемая деталь устанавливается на Оправку 6. Контроль отклонения от плоскостности производится при помощи рычажно-зубчатого индикатора бокового типа ИРБ ГОСТ 5584-75, закрепленного в штативе магнитном 9 типа ШМ-ПВ ГОСТ 10197-70. Предварительно приспособление настраивают на нулевое деление указателя индикатора.

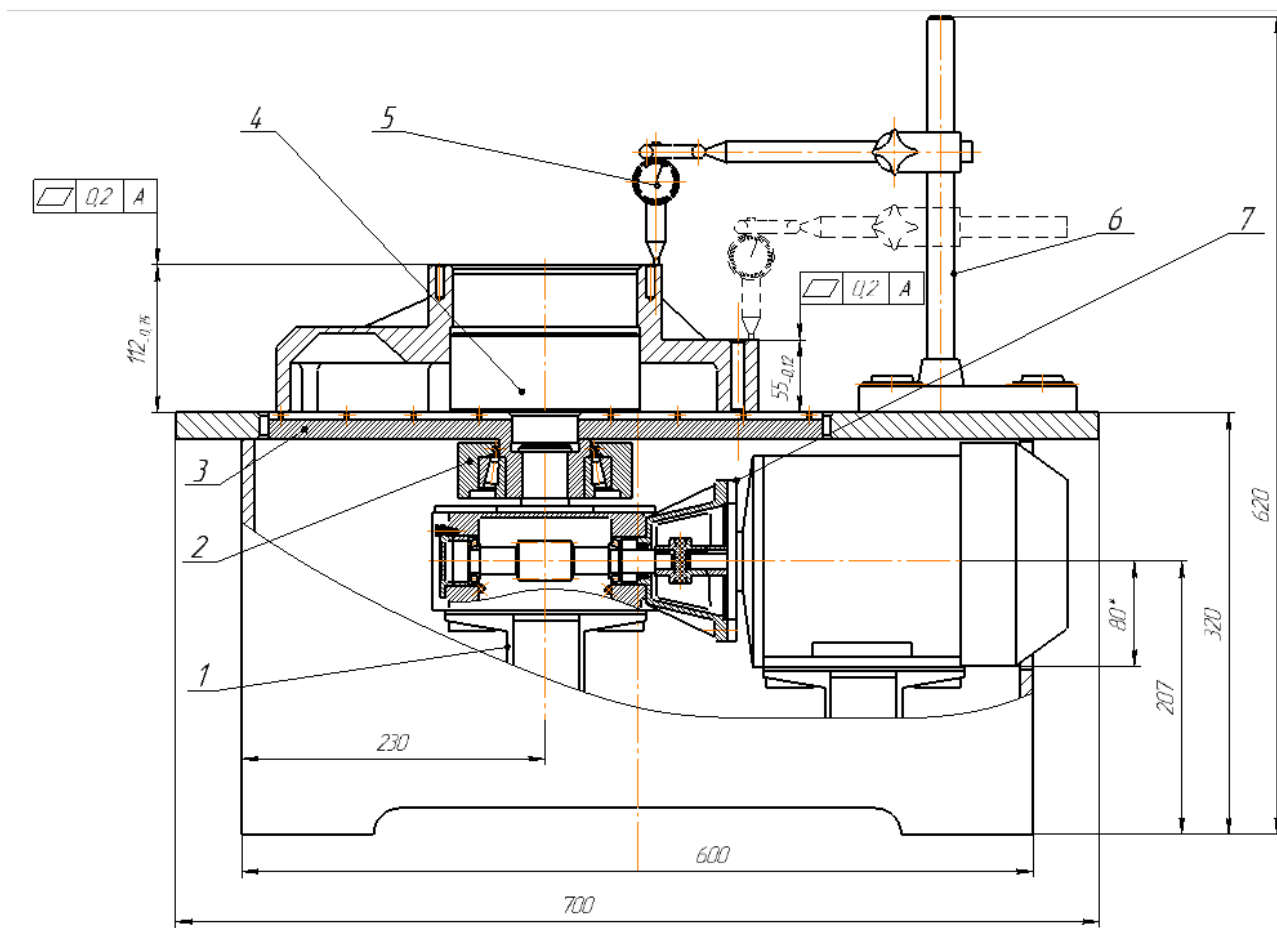


Рисунок 2 – Контрольное приспособление для контроля отклонений от плоскостности:

- 1 – корпус, 2- опора, 3 – стол поворотный, 4 – оправка,  
5 – индикатор, 6 – штатив магнитный, 7 – мотор-редуктор

Вращательное движение от привода 7 подается на Поворотный стол 3, в котором установлена Оправка 4, тем самым обеспечивается вращательное движение контролируемой детали 3 на 360°. По отклонению стрелки от нулевого деления шкалы индикатора 7 судят о величине действительного отклонения от плоскостности, величина которого не должна превышать 0,2 мм.

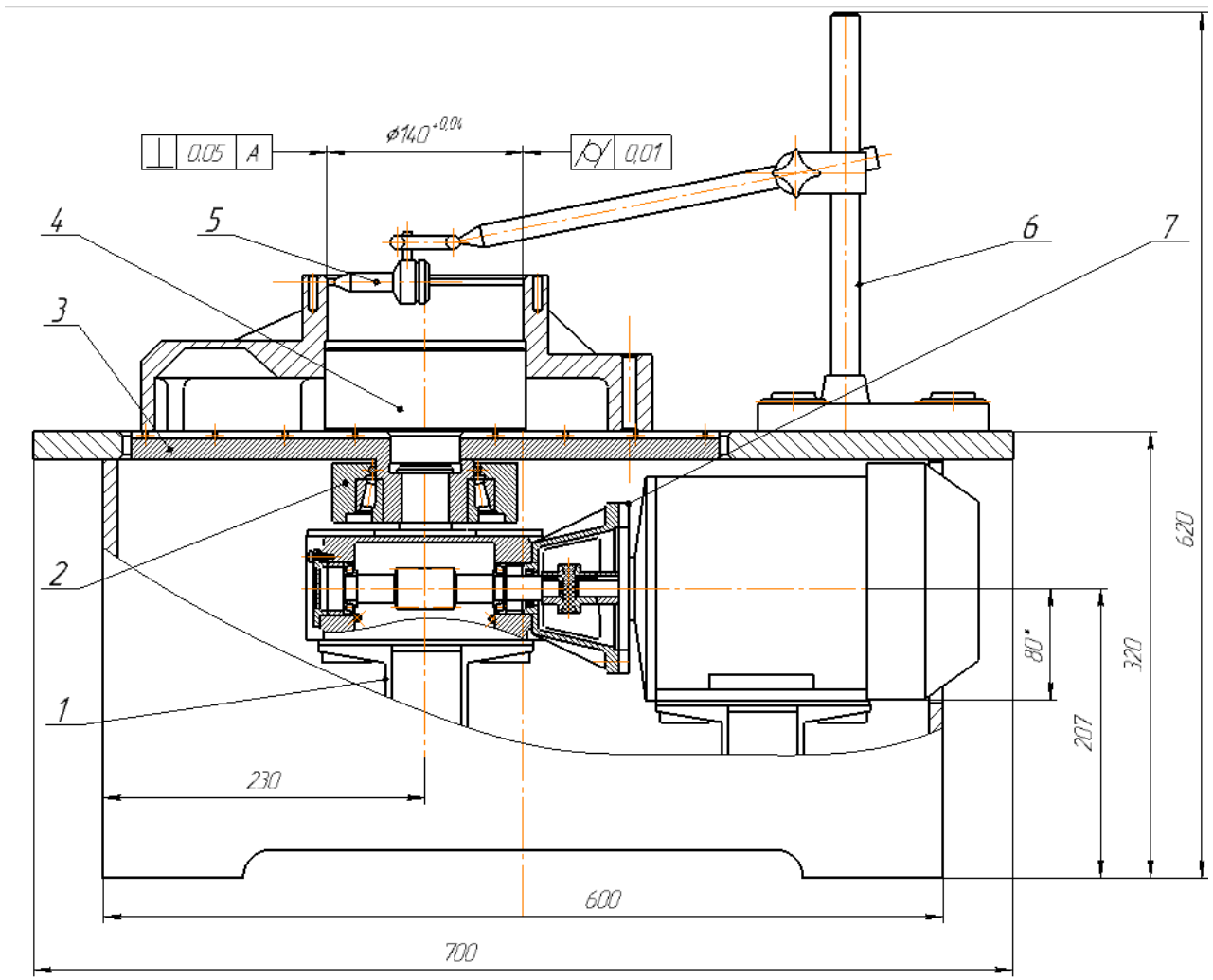


Рисунок 3 – Контрольное приспособление для контроля отклонения от перпендикулярности и цилиндричности:

- 1 – корпус, 2- опора, 3 – стол поворотный, 4 – оправка,  
5 – индикатор, 6 – штатив магнитный, 7 – мотор-редуктор

Аналогичным образом определяют величину отклонений от перпендикулярности и цилиндричности. Измерения производятся при помощи рычажно-зубчатого индикатора торцового типа ИРТ ГОСТ 5584-75 (рисунок 3).

По разнице отклонений стрелки индикатора от нулевой отметки судят об отклонении от перпендикулярности отверстия относительно базовой поверхности, на которую установлена деталь. Величина допустимого отклонения от перпендикулярности не должна превышать 0,05 мм; отклонения от цилиндричности отверстия – 0,01 мм.

#### **4.9. Описание устройства контрольного приспособления**

Данное приспособление (рисунок 4) предназначено для проведения контроля отклонений от формы и расположения поверхностей в заданных параметрах. Основной особенностью приспособления является наличие поворотного стола, что обеспечивает удобство выполнения контрольных операций. Также предусмотрена цилиндрическая оправка, которая обеспечивает быструю и точную установку детали в требуемое положение.

Для определения величины контролируемого параметра используется рычажно-зубчатый индикатор бокового и торцового типов ИРБ ГОСТ 5584-75 и ИРТ ГОСТ 5584-75 с ценой деления 0,01 мм, который устанавливается на штативе магнитном типа ШМ-ПВ ГОСТ 10197-70. В основании штатива закреплена цилиндрическая колонка, по которой движется муфта со стержнем с закрепленным на конце индикатором. Штативы магнитные типа ШМ-ПВ ГОСТ 10197-70 имеют устройство для точной установки на размер (для микроподачи). Основание штатива имеет форму равностороннего треугольника со стороной 200 мм, по углам которого расположены три магнитные опоры. Магнитное основание позволяет устанавливать штативы на наклонных и вертикальных плоскостях без дополнительного крепления.

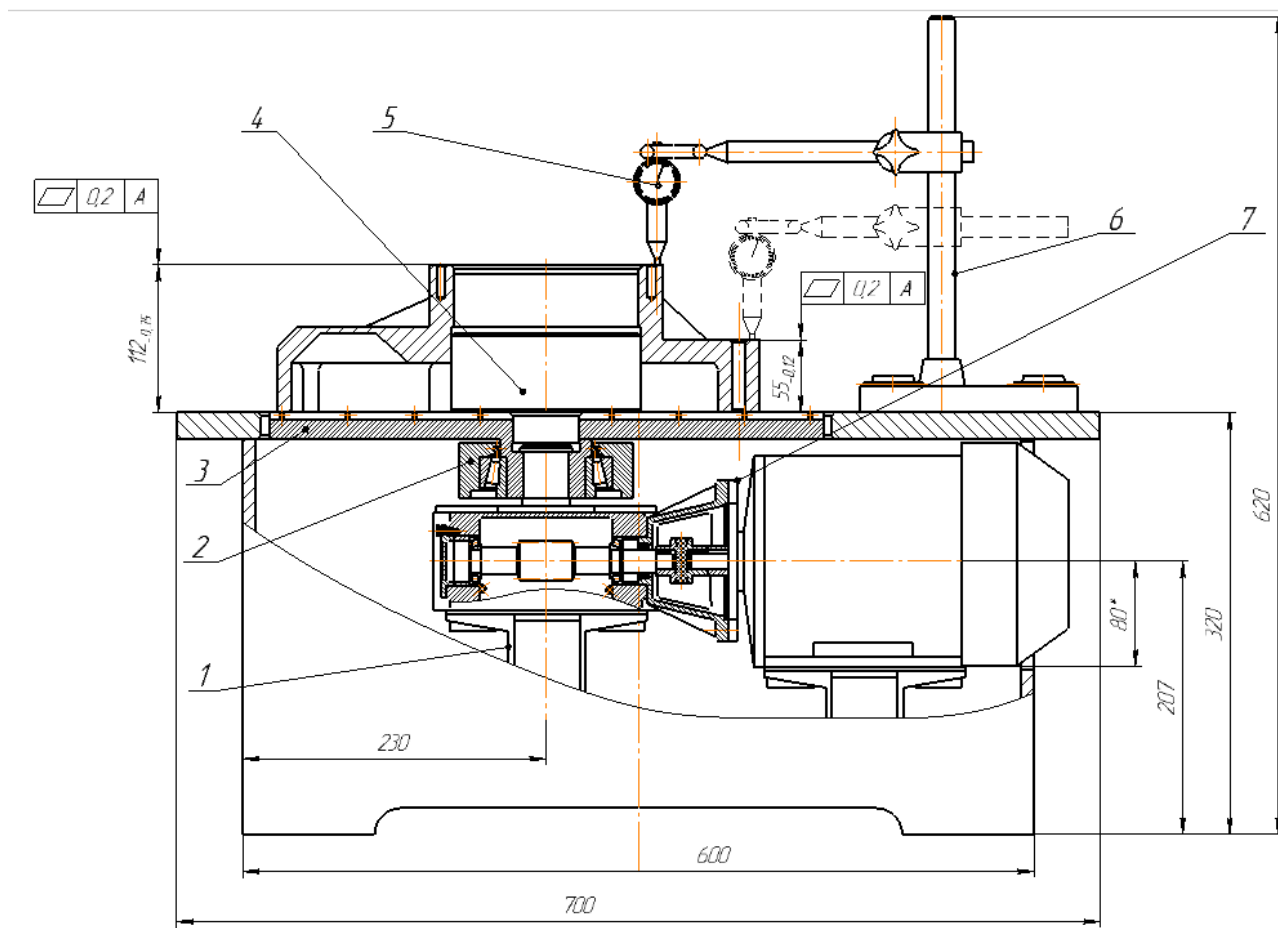


Рисунок 4 – Контрольное приспособление для контроля отклонений от плоскостности:

- 1 – корпус, 2- опора, 3 – стол поворотный, 4 – оправка,  
5 – индикатор, 6 – штатив магнитный, 7 – мотор-редуктор

*Описание работы приспособления:*

При проведении измерений отклонения от плоскостности контролируемая деталь устанавливается на Оправку 6. Контроль отклонения от плоскостности производится при помощи рычажно-зубчатого индикатора бокового типа ИРБ ГОСТ 5584-75, закрепленного в штативе магнитном 9 типа ШМ-ПВ ГОСТ 10197-70. Предварительно приспособление настраивают на нулевое деление указателя индикатора.

Вращательное движение от привода 7 подается на Поворотный стол 3, в котором установлена Оправка 4, тем самым обеспечивается вращательное движение контролируемой детали 3 на 360°. По отклонению стрелки от нуле-

вого деления шкалы индикатора 5 судят о величине действительного отклонения от плоскостности, величина которого не должна превышать 0,2 мм.

Аналогичным образом определяют величину отклонений от перпендикулярности и цилиндричности. Измерения производятся при помощи рычажно-зубчатого индикатора торцового типа ИРТ ГОСТ 5584-75 (рисунок 5).

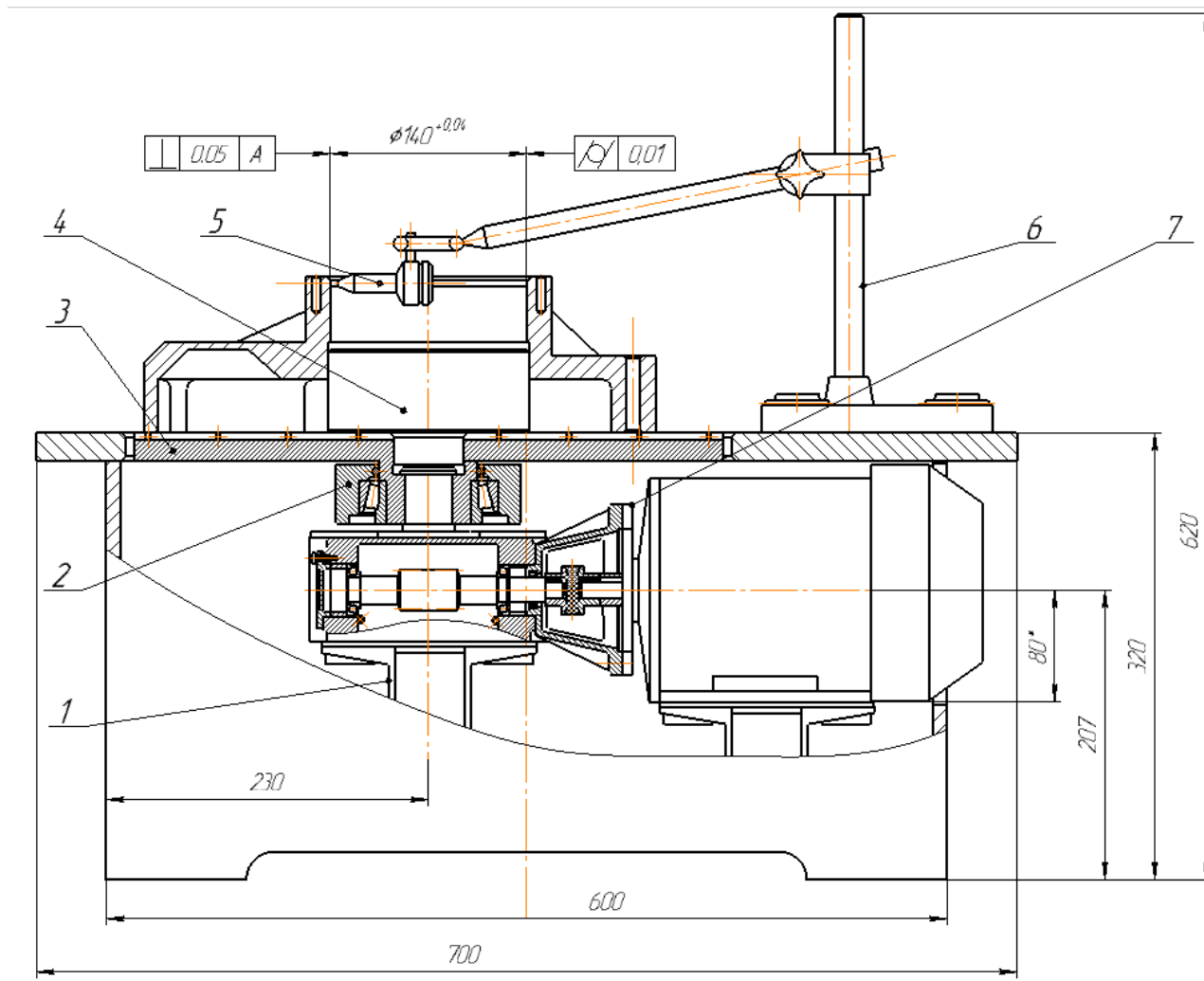


Рисунок 5 – Контрольное приспособление для контроля отклонения от перпендикулярности и цилиндричности:

- 1 – корпус, 2- опора, 3 – стол поворотный, 4 – оправка,  
5 – индикатор, 6 – штатив магнитный, 7 – мотор-редуктор

По разнице отклонений стрелки индикатора от нулевой отметки судят об отклонении от перпендикулярности отверстия относительно базовой поверхности, на которую установлена деталь. Величина допустимого отклоне-



ния от перпендикулярности не должна превышать 0,05 мм; отклонения от цилиндричности отверстия – 0,01 мм.

## **5.МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

### **5.1.Значение мероприятий по обучению рабочих на машиностроительных предприятиях**

Успешное освоение и широкое внедрение современных средств контроля невозможно без глубокой теоретической подготовки, знания технологических возможностей оборудования, основ теории резания, метрологии, современного уровня приборостроения и средств автоматизации, а также экономики и организации производства.

Для обеспечения эффективного использования применяемых в промышленности средств измерения и требуемого уровня качества выпускаемой продукции требуются квалифицированные кадры специалистов технического контроля, а также новые разработки методик поверки средств измерений.

В условиях рыночных отношений возникает необходимость в подготовке рабочих, обладающих способностью к творческому высокопроизводительному труду, потенциальной возможностью профессионального роста, творческой активностью и высокой сознательностью.

В связи с этим необходимо осуществлять мероприятия по теоретической подготовке рабочих, повышению их профессионального мастерства. Такие рабочие смогут успешно осуществлять производственную деятельность с помощью новейшего оборудования, выполнять сложные работы, участвовать в совершенствовании технологии производства.

Определение потребности и целей обучения персонала осуществляют руководители подразделений с учётом существующих и ожидаемых потребностей

производства. На каждый вид обучения разрабатываются программы, формируемые специалистами департамента кадров с участием ведущих специалистов предприятия.

Департамент кадров располагает оснащёнными учебными помещениями: классами для теоретического и специального обучения, компьютерными классами, тренажерным классом. Также в подразделениях предприятия имеются учебно-технические кабинеты.

На предприятии ООО «Эльмаш УЭТМ» ежегодно проходят конкурсы профессионального мастерства по наиболее массовым профессиям: слесарь механосборочных работ, электромонтажник, сварщик, токарь, фрезеровщик. Цели конкурсов - развитие творческой инициативы рабочих, популяризация рабочих профессий, поднятие их престижа среди молодёжи, повышение производительности труда и качества выпускаемой продукции за счёт роста профессионального мастерства и другие.

## **5.2. Система переподготовки персонала**

Современный уровень развития производства характеризуется высокой степенью автоматизации производственных процессов и процессов контроля. Одним из средств автоматизации процесса контроля являются специальные приспособления, так как они более производительные, да и перенастроить их не составляет никакого труда - заказы при их помощи выполняются точно и в срок, качество деталей на высоком уровне.

Специалисты по техническому контролю качества продукции ООО «Эльмаш УЭТМ» далее именуемые инженер ОТК подготавливаются на предприятии с приглашением специалистов из внешних учебных центров.

*Внутрифирменное обучение* – обучение на базе предприятия с привлечением высококвалифицированных преподавателей ведущих вузов и образовательных центров. Позволяет проводить повышение квалификации непо-

средственно на производстве, увеличить количество обучаемых, адаптировать

учебные программы к специфике конкретных задач предприятия. Отдел кадров взаимодействует с учебными заведениями и образовательными центрами Екатеринбурга, Челябинска, Нижнего Тагила и др. К проведению профессионального обучения в качестве преподавателей также привлекаются руководители, и высококвалифицированные специалисты.

Программы производственного обучения составлены так, чтобы по ним можно было обучать инженера ОТК непосредственно на рабочем месте в процессе выполнения им различных производственных заданий. Применение специальных приспособлений обеспечивает высокую степень автоматизации контроля деталей, улучшает их качество, точность, повышает культуру производства и сводит физический труд к минимуму.

### **5.3. Анализ профессионального стандарта**

Наименование документа: Профессиональный стандарт «Специалист по контролю качества механосборочного производства»

Обобщенная трудовая функция: Обеспечение качества изделий в механосборочном производстве.

Инженер ОТК выполняет следующие трудовые функции:

-Контроль качества и испытания изготавливаемых изделий машиностроения высокой сложности (В/01.6);

-Выявление причин брака в производстве изделий машиностроения высокой сложности и разработка рекомендаций по его устранению (В/02.6);

-Разработка и внедрение новых методик, методов и средств контроля и испытаний (В03.06);

-Руководство структурным подразделением технического контроля(В04.06).

Выбираем трудовую функцию контроль качества и испытания изготавливаемых изделий машиностроения высокой сложности (В/01.6). Уровень квалификации требуется шестой.

Трудовые действия:

- разработка методик контроля параметров изготавливаемых изделий;
- контроль параметров изготавливаемых изделий;
- разработка методик и программ испытаний изготавливаемых изделий;
- согласование методик и программ испытаний с технологическими, метрологическими и производственными подразделениями организации;
- испытания изготавливаемых изделий;
- оформление документации по результатам контроля и испытаний;
- подготовка документов аттестации и сертификации изготавливаемых изделий;
- учет и систематизация данных о фактическом уровне качества изготавливаемых изделий.

Необходимые умения:

- анализировать нормативную, конструкторскую и технологическую документацию;
- использовать средства измерения для проведения контроля параметров изготавливаемых изделий;
- использовать методики измерений, контроля и испытаний изготавливаемых изделий;
- разрабатывать методики измерений, контроля и испытаний изготавливаемых изделий;
- выполнять статистическую обработку результатов контроля и измерений;
- определять соответствие характеристик изготавливаемых изделий нормативным, конструкторским и технологическим документам;
- оформлять производственно-техническую документацию.

Необходимые знания:

- номенклатура изготавливаемых в организации изделий;
- конструкции изготавливаемых в организации изделий;
- требования к качеству изготавливаемых в организации изделий;
- система государственного надзора, межведомственного и ведомственного контроля качества изготавливаемых изделий;
- стандарты и технические условия, действующие в отрасли и в организации;
- нормативные и методические документы, регламентирующие вопросы качества изготавливаемых изделий;
- методики выполнения измерений, контроля и испытаний изготавливаемых изделий;
- методики статистической обработки результатов измерений и контроля;
- порядок согласования методик измерений, контроля и испытаний изготавливаемых изделий;
- нормативные и методические документы по аттестации и сертификации изготавливаемых изделий;
- организация учета, порядок и сроки составления отчетности о качестве изготавливаемых изделий;
- нормативные и методические документы, регламентирующие вопросы делопроизводства.

#### **5.4. Анализ плана подготовки персонала**

Повышение квалификации работников на ООО «Эльмаш УЭТМ» проходит установленным порядком департамента кадров.

Повышение квалификации проходит в несколько этапов:

Первый этап – курсы повышения квалификации.

Второй этап – комиссия на предприятии.

Целью профессиональной переподготовки персонала является развитие

профессионального мастерства работников в условиях постоянно расширяющейся номенклатуры изделий, использование новых технических решений, внедрение прогрессивных технологий и т. д.

Инженер ОТК должен обладать хорошим пространственным представлением (для чтения чертежей, установки), точным глазомером (для установки детали), памятью на числа, формы и пространственные расположения (для запоминания расположения кнопок, рычагов на приспособлении и пр.). Для него важны такие качества, как аккуратность и тщательность (при измерениях), координация движений рук (при закреплении и снятии деталей) и т.п.

К концу обучения каждый специалист должен уметь выполнять работы, предусмотренные квалификационной характеристикой, в соответствии с техническими условиями и нормами, установленными на предприятии.

В проектируемом технологическом процессе контроля детали «Крышка лебедки» используется специальное приспособление, следовательно, для данного технологического процесса необходима подготовка специалистов ОТК по уровню квалификации 6 для выполнения работ по Трудовой функции (В/01.6) Контроль качества и испытания изготавливаемых изделий машиностроения высокой сложности.

При повышении квалификации обучаемый имеет ранее полученные знания и умения. В учебных центрах или в учебных образовательных учреждениях дается новая информация. Поэтому в методической части выпускной квалификационной работы рассмотрим необходимые умения по Трудовой функции код В/01.6 «Контроль качества и испытания изготавливаемых изделий машиностроения высокой сложности».

На предприятии разработан тематический план обучения инженеров ОТК (Таблица 12).

Нормативный срок освоения программы по повышению квалификации согласно учебному плану составляет 103 часа.

Таблица 11 - Учебный план повышения квалификации специалистов по техническому контролю качества продукции

№ п/п	Наименование модуля	Количество часов
1	Технические измерения	34
2	Чтение чертежей	12
3	Спецтехнология контроля	12
4	Допуски и посадки	12
5	Материаловедение	10
6	Безопасность труда	10
7	Охрана труда и техника безопасности	13
8	Аттестационный экзамен	6
ВСЕГО		109

Учебный план рассмотрим на примере повышения квалификации инженеров по техническому контролю качества продукции.

Повышение квалификации обусловлено изменением характера и содержания труда специалистов на занимаемой должности, и естественному устареванию знаний. Так как на производстве обновляются и внедряются новые средства измерения и методы контроля, работником просто необходимо профессиональное обучение. При этом профессиональное обучение работников, имеет цель повысить уровень их теоретических знаний, а также совершенствовать практические навыки и умения в соответствии с требованиями профессионального стандарта.



Для предприятия ООО «Эльмаш УЭТМ» специалистами департамента кадров совместно со специалистами учебного центра «PROFOBUS» разработан тематический план теоретического обучения для специалистов технического контроля качества продукции. В план внесена дополнительная тема 4 «Определение отклонений формы и расположения поверхностей детали с использованием контрольного приспособления». План обучения составлен на 28 часов

Таблица 12 - 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	6
3	Методы и средства контроля угловых размеров	4
4	Определение отклонений формы и расположения поверхностей детали с использованием контрольного приспособления	6
5	Методы и средства контроля резьбы	4
6	Методы и средства контроля шероховатости	4
7	Консультация	2
8	Экзамен	4
ИТОГО		32

Из представленного тематического плана (таблица 12) рассмотрим тему «Определение отклонений формы и расположения поверхностей детали с использованием контрольного приспособления»

Так как повышение квалификации работников проходит, у которых уже имеется базовый уровень знаний, наиболее подходящая для обучения форма практическая работа.

### **5.5.Разработка методических указаний для практической работы с использованием контрольного приспособления**

*Тема работы:* «Определение отклонений формы и расположения поверхностей детали с использованием контрольного приспособления»

*Цель работы:* освоить методы контроля отклонений формы и расположения поверхностей детали типа «Крышка лебедки»

*Задачи:*

1. Изучить устройство специального приспособления, приобрести практические навыки в его настройке и применении для контроля заданных отклонений формы и расположения поверхностей контролируемой детали.
2. Измерить отклонение от плоскостности поверхностей детали.
3. Измерить отклонение от перпендикулярности и цилиндричности поверхностей детали.
4. На основании полученных результатов дать заключение о годности детали в соответствии с заданными требованиями.

*Средства измерений и вспомогательные устройства:*

- контрольное приспособление;
- контролируемые детали;
- чертежи деталей;
- салфетки из мягкой ткани.

Работа рассчитана на шесть академических часов.

## ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Любую деталь можно представить как совокупность геометрических, идеально точных объёмов, имеющих цилиндрические, плоские, конические, эвольвентные и другие поверхности [1]. В процессе изготовления деталей и эксплуатации машин возникают погрешности не только размеров, но и формы и расположения номинальных поверхностей. Кроме того, режущие элементы любого инструмента оставляют на обработанных поверхностях следы в виде чередующихся выступов и впадин. Таким образом, изготовленные детали имеют реальные поверхности, плоскости и профили, отличающиеся от номинальных отклонениями формы и расположения, а также шероховатостью и волнистостью.

Отклонением формы поверхности называют отклонение формы реальной поверхности от формы номинальной поверхности. Отклонения формы поверхностей отсчитывают от точек реальной поверхности до прилегающей поверхности по нормали к ней и оценивают наибольшим отклонением  $\Delta$ . При этом должно обеспечиваться условие  $\Delta \leq T$ , где  $T$  – допуск формы и расположения.

Отклонение поверхностей от плоскостности равно наибольшему отклонению  $\Delta$ . Отклонение формы цилиндрических поверхностей характеризуется нецилиндричностью, которая включает в себя отклонения от круглости поперечных сечений и профиля продольного сечения. К частным видам отклонения от округлости относятся овальность и огранка. Отклонение от профиля в продольном сечении цилиндрических поверхностей характеризуется непрямолинейностью образующих и делится на конусообразность, бочкообразность и седлообразность.

Отклонения расположения поверхностей (осей, профилей) определяются номинальным линейным или угловым размером между рассматриваемой поверхностью и базовой поверхностью. Базой называется элемент детали, по отношению к которому заданы допуски расположения. Полем допуска располо-

жения называют область, внутри которой должны находиться прилегающие плоскость или поверхность в пределах нормируемого участка.

Отклонением расположения называют отклонение от реального расположения поверхности, оси или профиля от номинального расположения без учёта отклонения формы рассматриваемых и базовых поверхностей, прямых, профилей. Точность расположения считают обеспеченной, если действительное отклонение не превышает допуска, установленного на данный вид отклонения:  $\Delta \leq T$ . К основным видам отклонений расположения поверхностей можно отнести отклонения от параллельности и перпендикулярности, отклонение от параллельности осей в пространстве, отклонение от соосности относительно общей оси, позиционное отклонение и позиционный допуск.

Суммарное отклонение (допуск) формы и расположения – отклонение, которое одновременно учитывает отклонения формы и расположения рассматриваемой реальной поверхности относительно заданных баз. В частности суммарные отклонения и допуски применяют для оценки радиального и торцового биения.

В соответствии со стандартом ГОСТ 2.308-2011 для каждого вида допуска формы и расположения поверхностей установлен определённый знак, содержащий числовое значение, а при необходимости и буквенное обозначение базы измерения [21].

*Описание устройства контрольного приспособления:*

Данное приспособление (рисунок 4) предназначено для проведения контроля отклонений от формы и расположения поверхностей в заданных параметрах. Основной особенностью приспособления является наличие поворотного стола, что обеспечивает удобство выполнения контрольных операций. Также предусмотрена цилиндрическая оправка, которая обеспечивает быструю и точную установку детали в требуемое положение.

Для определения величины контролируемого параметра используется рычажно-зубчатый индикатор бокового и торцового типов ИРБ ГОСТ 5584-75 и ИРТ ГОСТ 5584-75 с ценой деления 0,01 мм, который устанавлива-

ется на штативе магнитного типа ШМ-ПВ ГОСТ 10197-70. В основании штатива закреплена цилиндрическая колонка, по которой движется муфта со стержнем с закрепленным на конце индикатором. Штативы магнитные типа ШМ-ПВ ГОСТ 10197-70 имеют устройство для точной установки на размер (для микроподачи). Основание штатива имеет форму равностороннего треугольника со стороной 200 мм, по углам которого расположены три магнитные опоры. Магнитное основание позволяет устанавливать штативы на наклонных и вертикальных плоскостях без дополнительного крепления.

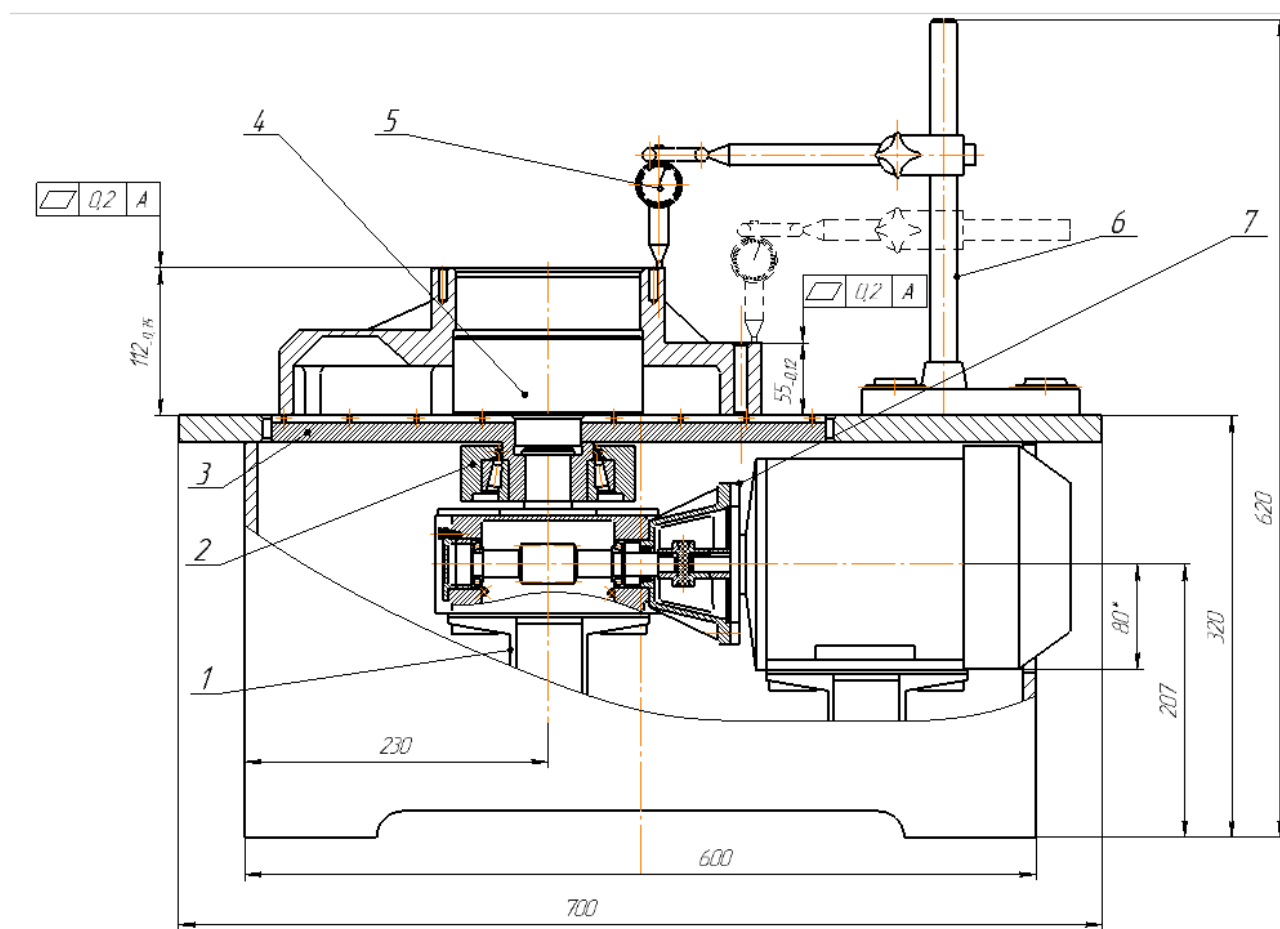


Рисунок 6 – Контрольное приспособление для контроля отклонений от плоскостности:

- 1 – корпус, 2- опора, 3 – стол поворотный, 4 – оправка,
- 5 – индикатор, 6 – штатив магнитный, 7 – мотор-редуктор

*Описание работы приспособления:*

При проведении измерений отклонения от плоскостности контролируемая деталь устанавливается на Оправку 4. Контроль отклонения от плоскостности производится при помощи рычажно-зубчатого индикатора бокового типа ИРБ ГОСТ 5584-75, закрепленного в штативе магнитном 6 типа ШМ-ПВ ГОСТ 10197-70. Предварительно приспособление настраивают на нулевое деление указателя индикатора.

При помощи авто подачи через мотор-редуктор 7 подаётся вращательное движение на стол поворотный 3 с помощью червячной передачи, в котором установлена Оправка 4, тем самым обеспечивается вращательное движение контролируемой детали на 360°. По отклонению стрелки от нулевого деления шкалы индикатора 7 судят о величине действительного отклонения от плоскостности, величина которого не должна превышать 0,2 мм.

Аналогичным образом определяют величину отклонений от перпендикулярности и цилиндричности. Измерения производятся при помощи рычажно-зубчатого индикатора торцового типа ИРТ ГОСТ 5584-75 (рисунок 7).

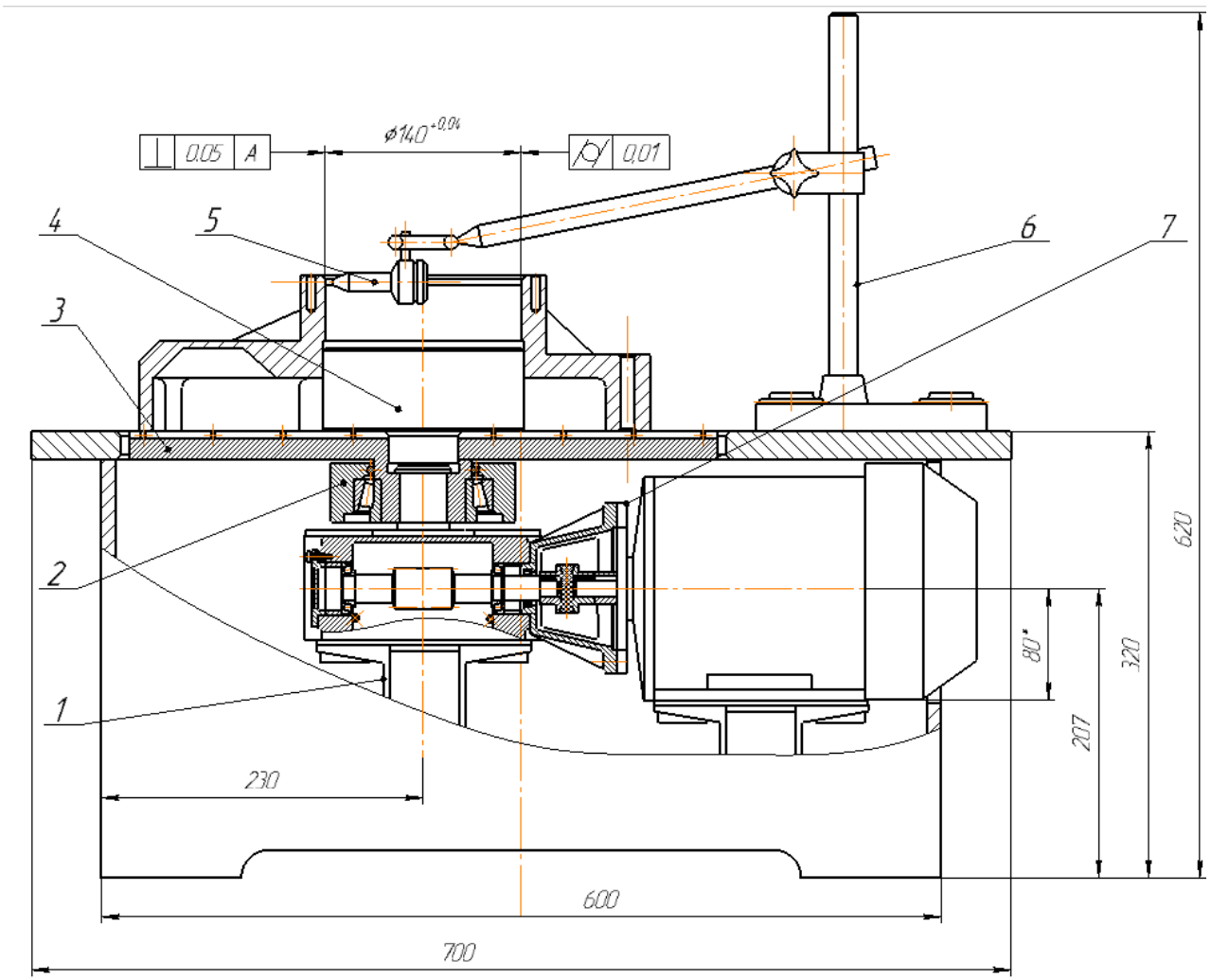


Рисунок 7 – Контрольное приспособление для контроля отклонения от перпендикулярности и цилиндричности:

- 1 – корпус, 2- опора, 3 – стол поворотный, 4 – оправка,  
5 – индикатор, 6 – штатив магнитный, 7 – мотор-редуктор

По разнице отклонений стрелки индикатора от нулевой отметки судят об отклонении от перпендикулярности отверстия относительно базовой поверхности, на которую установлена деталь 3. Величина допустимого отклонения от перпендикулярности не должна превышать 0,05 мм; отклонения от цилиндричности отверстия – 0,01 мм.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ

1. Ознакомиться с теоретической частью.
2. Определить по чертежам деталей величину контролируемых параметров формы и расположения поверхностей.
3. Установить деталь в приспособление. Произвести настройку приспособления на нулевую отметку индикатора.
4. Определить значения отклонений от плоскостности, перпендикулярности и цилиндричности детали.
5. Произвести расчёт отклонений в мм.
6. Дать заключение о годности детали.
7. Оформить отчёт о лабораторной работе.

### СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЁТА:

1. Наименование работы.
2. Цель работы.
3. Расшифровать обозначение и определить метрологические характеристики индикатора рычажно-зубчатого. Сведения занести в таблицу 13.

Таблица 13 - Сведения о средствах измерений

Наименование	Обозначение	Метрологические характеристики		
		цена деления	диапазон измерения	основные погрешности

4. Выполнить измерение отклонения от плоскостности. Рассчитать значение отклонения в мм. Результаты занести в таблицу 14.

Таблица 14 - Результаты измерений отклонения от плоскостности

№ измерения	Определение значения отклонения			Заключение о годности
	отсчёт по шкале дел.	значение в мкм	значение в мм	



5. Выполнить измерение отклонения от перпендикулярности. Рассчитать значение отклонения в мм. Результаты занести в таблицу 15.

Таблица 15 - Результаты измерений отклонений от перпендикулярности

№ измерения	Определение значения отклонения			Заключение о годности
	отсчёт по шкале дел.	значение в мкм	значение в мм	

6. Выполнить измерение отклонения от цилиндричности. Рассчитать значение отклонения в мм. Результаты занести в таблицу 16.

Таблица 16 - Результаты измерений отклонений от цилиндричности

№ измерения	Определение значения отклонения			Заключение о годности детали
	отсчёт по шкале дел.	значение в мкм	значение в мм	

7. Дать заключение о годности детали

8. Выводы о работе.

Контрольные вопросы для самопроверки:

1. Какие виды отклонений от формы и расположения существуют?
2. Описать устройство и принцип работы спроектированного контрольного приспособления.
3. При соблюдении каких условий выносится заключение о годности детали?

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Белкин И.М. Средства линейно-угловых измерений: справ. – М.: Машиностроение, 1987. – 368 с.

2. Козловский Н. С., Виноградов А. Н. Основы стандартизации, посадки и технические измерения: Учебник для учащихся техникумов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2001. – 284 с.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В процессе выполнения выпускной квалификационной работы были выполнены поставленные цели и задачи, а именно:

-проведён анализ конструкции на технологичность при техническом контроле;

-разработан маршрут обработки и технологический процесс технического контроля детали «Крышка лебедки».

Выбраны виды контроля, а также выбор и обоснование средств контроля, произведён расчёт норм времени на операциях технического контроля.

В конструкторской части спроектированы специальные средства контроля: гладкие калибры - скобы, гладкие калибры-пробки, калибры-пробки для контроля резьбовых отверстий, комплексные калибры для контроля расположения отверстий.

Разработано контрольное приспособление для контроля отклонений расположения и формы поверхностей – плоскостности, цилиндричности и перпендикулярности.

В методической части проанализирован профессиональный стандарт «Специалист по контролю качества механосборочного производства», выбраны соответствующие трудовые функции контролеров на предприятии для их обучения. Для предложенного тематического плана обучения разработана практическая работа «Определение отклонений формы и расположения поверхностей детали с использованием спроектированного контрольного приспособления» Таким образом, выпускная работа выполнена в полном объёме.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. *Чупырин, В.Н.* Технический контроль в машиностроении : справ. проектировщика / В.Н. Чупырин [и др.]; под общ. ред. В.Н. Чупырина, А.Д. Никифорова. – М.: Машиностроение, 1987. – 512 с.
2. *Белкин, И. М.* Средства линейно-угловых измерений: справ. – М.: Машиностроение, 1987. – 368 с.
3. *Варакута, С.А.* Управление качеством продукции: учеб. пособие / С. А. Варакута – М.: ИНФРА - М, 2006. – 207 с.
4. *Войтоловский, В.Н.* Организация технического контроля на промышленных предприятиях / В.Н. Войтоловский, В.Н. Федотов. – М.: Изд-во стандартов, 1993. – 214 с.
5. *Бесфамильная, Л.В.* Экономическая эффективность средств измерений при контроле качества продукции / Л.В. Бесфамильная. – М.: Изд-во стандартов, 2006. – 192 с.
6. *Р 50-609-40-01.* Рекомендации по технологическому проектированию технического контроля. – Введ. 2001-12-25. – М.: Госстандарт: Изд-во стандартов, 2001. – 16 с.
7. *Р 50-54-4-87.* Единая система технологической подготовки производства. Виды технического контроля. – Введ. 1987-06-03. – М.: Госстандарт: Ромайор Горьковского филиала ВНИИНМАШ, 1987. – 14 с.
8. *ГОСТ 16504-81.* Испытания и контроль качества продукции. – Введ. 1982-01-01. – М.: Госстандарт: Изд-во стандартов, 1981. – 28 с.
9. *ГОСТ Р 8.563—2009.* ГСИ. Методики выполнения измерений. – Введ. 2009-12-15. – М.: Госстандарт: Изд-во стандартов, 2009. – 9 с.
10. *ГОСТ 8.050-73.* ГСИ. Нормальные условия выполнения линейных и угловых измерений. – Введ. 1973-07-01. – М.: Госстандарт: Изд-во стандартов, 1973. – 14 с.
11. *РМГ 63-2003.* Рекомендации по межгосударственной стандартизации. Обеспечение эффективности измерений при управлении технологиче-

скими процессами. Метрологическая экспертиза технологической документации. – Введ. 2004-10-27. – М.: Изд-во стандартов, 2004. – 17 с.

12. *ГОСТ 8.051-81*. ГСИ. Погрешности, допускаемые при измерении линейных размеров до 500 мм. – Введ. 1982-01-01. – М.: Госстандарт: Изд-во стандартов, 1981. – 8 с.

13. Приказ Минтруда России.1122н.Об утверждении профессионального стандарта «Специалист по контролю качества механосборочного производства» – Официальный интернет-портал правовой ции [www.provo.gov.ru](http://www.provo.gov.ru), 30.01.2015, N0001201501300050

14. *ГОСТ 3.1502-85*. Правила оформления документов на технический контроль. Государственный комитет СССР по стандартам . – Введ. 1984-10-12. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 32 с.

15. *Общемашиностроительные* нормативы для технического нормирования контрольных работ. – Изд. 2-е. – М.: Машиностроение, 1974. - 406 с.

16. *ГОСТ 2015-84*. Калибры гладкие нерегулируемые. Технические требования. – Введ. 1985-01-01. – М.: Госстандарт: Изд-во стандартов, 1984. – 16 с.

17. *ГОСТ 18360-93*. Калибры-скобы листовые для диаметров от 3 до 260 мм. Конструкция и размеры. – Введ. 1993-08-25. – М.: Госстандарт: Изд-во стандартов, 1993. – 20 с.

18. *ГОСТ 24997-2004*. Калибры для метрической резьбы. Допуски. – Введ. 2004-11-18. – М.: Госстандарт: Изд-во стандартов, 2004. – 34 с.

19. *ГОСТ 16085-80*. Калибры для контроля расположения поверхностей. Допуски. – Введ. 1980-04-24. – М.: Госстандарт: Изд-во стандартов, 1993. – 22 с.

20. *ГОСТ 577-68*. Индикаторы часового типа с ценой деления 0,01 мм. Технические условия. – Введ. 1969-01-01. – М.: Госстандарт: Изд-во стандартов, 1968. – 9 с.

21. *Левенсон, Е. М.* Контрольно-измерительные приспособления в машиностроении / Е. М. Левенсон. – М.: Гос. науч.-техн. изд-во машиностроит. лит., 1996. - 232 с.

22. *Дипломное проектирование в профессионально-педагогическом вузе: учеб.-метод. пособие / Б. Н. Гузанов, И. В. Осипова, О. В. Тарасюк, М. А. Черепанов.* – Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО «Рос.гос. проф.-пед. ун-т», 2007. – 182 с.

## Приложение Б

## Приложение В

## Приложение В