

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

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ КОНТРОЛЯ ДЕТАЛИ «РЫЧАГ»

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: 337

Екатеринбург 2018

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»
Институт инженерно-педагогического образования
Кафедра технологии машиностроения, сертификации и
методики профессионального обучения

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:
Заведующий кафедрой ТМС
_____ Н.В. Бородина
«__» _____ 2018 г.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ КОНТРОЛЯ ДЕТАЛИ «РЫЧАГ»

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

О. А. Шихалев

Руководитель:

доцент, канд. пед. наук,

доцент кафедры ТМС

А. С. Кривоногова

Екатеринбург 2018

ЛИСТ ЗАДАНИЯ

АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа выполнена на 99 страницах, содержит 5 рисунков, 15 таблиц, 32 источника литературы, также 2 приложения на 30 страницах,

Ключевые слова: -ДЕТАЛЬ, ПРОЦЕСС КОНТРОЛЯ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ СРЕДСТВ КОНТРОЛЯ, КВАЛИФИКАЦИЯ, ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ.

Шихалев О.А. Разработка технологии контроля детали «Рычаг» : выпускная квалификационная работа / О. А. Шихалев ; Рос. гос. проф.-пед. ун-т, Ин-т инж.-пед. образования, каф. технологии машиностроения, сертификации и методики проф. обучения. – Екатеринбург, 2018. – 99 с.

Целью данного дипломного проекта является разработка технологического процесса технического контроля детали «Рычаг», входящей в состав изделия «Клеть шахтная», внедряемого в производство на предприятии ООО «Экспострой» (город Тюмень).

Объект исследования – деятельность организации ООО «Экспострой».

Предмет исследования – разработка технологии контроля детали «Рычаг».

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

Произведен расчёт исполнительных размеров проектируемых средств контроля. Спроектированы специальные средства измерений: гладкие калибры-пробки, гладкие калибры-скобы, калибры-пробки для контроля резьбовых отверстий, комплексный калибр для контроля допуска расположения отверстий; спроектированы контрольные приспособления для контроля отклонений расположения и формы поверхностей.

В методической части проанализирован профессиональный стандарт «Специалист по контролю качества механосборочного производства» с целью выявления требований к специалисту по профессии. Разработан учебный план повышения квалификации специалистов по контролю качества, разработана работа по определению отклонений формы и расположения поверхностей детали с использованием спроектированного контрольного приспособления для курсов повышения квалификации специалистов по контролю качества механического цеха ООО «Экспострой».

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1. ОБЩАЯ ЧАСТЬ.....	8
1.1. Деятельность организации ООО «Экспострой».....	8
1.2. Технический контроль в системе управления качеством.....	8
1.3. Проектирование системы технического контроля.....	10
1.4. Разработка процессов технического контроля.....	13
1.5. Типизация объектов контроля.....	16
2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТЕХНИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ	
ДЕТАЛИ «РЫЧАГ».....	18
2.1. Организация контроля в механических цехах.....	18
2.2. Структура отдела технического контроля.....	20
2.3. Описание конструкции и назначение детали.....	30
2.4. Технологичность конструкции при техническом контроле.....	33
2.5. Маршрут обработки детали.....	34
2.6. Технологический процесс технического контроля детали.....	37
2.7. Выбор и обоснование видов контроля и средств контроля детали.....	40
2.8. Нормирование процесса технического контроля.....	49
3. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ.....	61
3.1. Проектирование средств технического контроля.....	61
3.2. Требования, предъявляемые к предельным калибрам.....	61
3.3. Расчёт исполнительных размеров калибров для контроля валов и отверстий	62
3.4. Определение исполнительных размеров калибров-пробок для кон- троля метрической резьбы	66
3.5. Проектирование комплексных калибров для контроля позиционных отклонений осей отверстий с зависимыми допусками.....	73
3.6. Проектирование контрольных приспособлений.....	76

4. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	79
4.1. Значение мероприятий по обучению рабочих в организациях машиностроительного профиля.....	79
4.2. Анализ профессионального стандарта «Специалист по контролю качества механосборочных производств».....	80
4.3. Учебный план повышения квалификации специалистов по контролю качества.....	85
4.4. Разработка методических указаний для лабораторной работы.....	88
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	94
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	95
ПРИЛОЖЕНИЕ А – Комплект чертежей.....	99
ПРИЛОЖЕНИЕ Б – Комплект технологической документации.....	

ВВЕДЕНИЕ

Машиностроение – ведущий комплекс отраслей в промышленности. Уровень его развития определяет дальнейшее развитие всей промышленности нашей страны. Темпы экономического роста производства, увеличение внутреннего валового продукта зависят от уровня развития машиностроения. Одним из важнейших факторов роста эффективности производства является улучшение качества выпускаемой продукции. Достижению этой цели способствует внедрение операций технического контроля на всех стадиях производственного процесса, что позволяет своевременно отбраковать дефектные изделия, выявить причины появления брака.

Технический контроль – это важнейшая и неотъемлемая 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.

Техническому контролю на предприятиях присущи:

- разнообразие объектов контроля и соответственно контролируемых параметров, как по номенклатуре, так и по значению и допускам;
- большое число методов и средств контроля;
- значительные затраты на технический контроль;
- отсутствие регламентированных процедур проектирования системы технического контроля;
- противоречивость требований к проектированию системы технического контроля.

Система технического контроля (объекты контроля, контрольные операции и их последовательность, техническое оснащение, режимы, методы, средства механизации и автоматизации контрольных операций) является неотъемлемой частью производственного процесса, а отдельные элементы системы

разрабатываются одновременно с разработкой технологии производства и в обязательном порядке фиксируются в утвержденных технологических процессах.

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

Целью данного выпускной квалификационной работы является разработка технологического процесса технического контроля детали «Рычаг», входящей в состав изделия «Клеть шахтная», внедряемого в производство на предприятии ООО «Экспострой» (город Тюмень).

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

- привести описание конструкции, служебное назначение детали и проанализировать требования к параметрам детали;
- разработать технологический процесс технического контроля;
- произвести выбор и обоснование средств контроля;
- произвести расчет норм времени на операциях технического контроля;
- спроектировать контрольное приспособление;
- разработать программы повышения квалификации специалистов по контролю качества.

Объект исследования – деятельность организации ООО «Экспострой».

Предмет исследования – разработка технологии контроля детали «Рычаг».

При выполнении выпускной квалификационной работы необходимо предусмотреть рациональное сочетание методов и средств измерений и контроля, предусмотреть сокращение времени на проведение технического контроля и обеспечения необходимого качества изготовления в соответствии с технологической документацией.

1. ОБЩАЯ ЧАСТЬ

1.1. Деятельность организации ООО «Экспострой»

Организация ООО «Экспострой» имеет значительный опыт работы на рынке металлоконструкций конструкций и изделий. Организация является одним из немногих предприятий в Тюменской области и Уральском регионе, предлагающим полный комплекс услуг по производству и монтажу промышленных машин и оборудования различного назначения. Одновременно производит разработку, проектирование, изготовление, монтаж и гарантийное обслуживание конструкций и изделий.

Основными и дополнительными видами деятельности организации являются:

- производство металлических конструкций, изделий и их частей, в том числе на условиях торгов и тендеров;
- монтаж промышленных машин и оборудования различного назначения;
- производство деревянных строительных конструкций и столярных изделий;
- ремонт электрического оборудования;
- торговля строительными материалами и изделиями, в том числе оптовая торговля.

Организация ООО «Экспострой» имеет сертифицированную систему менеджмента, что позволяет удовлетворить потребителей своей продукции в полном объеме.

1.2. Технический контроль в системе управления качеством

Техническим контролем называется проверка соответствия объекта установленным техническим требованиям.

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 твердые 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, рассматриваемую как множество форм и организационных структур технического контроля [3].

1.3. Проектирование системы технического контроля

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 эффек-

тивные мероприятия, направленные на совершенствование используемой системы контроля и повышение качества продукции [31].

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

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

Исходным документом для разработки документации по совершенствованию системы технического контроля на предприятии является техническое задание, которое составляется по результатам анализа показателей существующей системы технического контроля и утверждается руководством предприятия.

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 национальную и отраслевую системы, и нормативно-технических документов предприятия, разрабатываемых в развитие и дополнение к комплексам национальных и соответствующих отраслевых стандартов.

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 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, являющегося завершающим этапом работ по созданию рабочей документации при совершенствовании системы технического контроля на предприятии. Во время работ, проводимых на стадии рабочего проекта, детализируются и развиваются проектные решения по совершенствованию системы технического контроля, заложенных на стадиях технического задания и технического проекта.

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 требования, установленные в ранее разработанных и действующих на предприятии документах, стандартах, ЕСКД, ЕСТД, ЕСТП и др.

Функционирование системы технического контроля на уровне предприятия обеспечивается применением комплекса государственных и отраслевых стандартов и нормативно-технической документации предприятия, реализую-

щих, конкретизирующих и развивающих отдельные положения государственных и отраслевых стандартов системы технического контроля применительно к специфике предприятия [3].

1.4. Разработка процессов 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 является 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, установленные рекомендациями по технологиче-

скому проектированию технического контроля Р 50-609-40-01 [6], представлены 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 и технологическая документация на изготовление и испытание изделия. Программа и сроки изготовления изделия. Нормативные документы на методы проведения контроля. Производственные инструкции на проведение 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 [7]	ГОСТ Р 50-609-39-01 [7]
Расчёт точности, производительности и экономической эффективности вариантов технического контроля	Выбор оптимального варианта процесса технического контроля	Методы оптимизации процессов технического контроля
Оформление документации на процесс технического контроля	Учёт требований ГСИ и ЕСТО	ГОСТ 3.1502-85, РМГ 63-2003
Разработка документации результатов контроля	Разработка технологических паспортов карт измерений, журналов контроля технологических процессов	ГОСТ 2.106-96, ГОСТ 3.1105-2011, Р 50-609-38-88

1.5. Типизация объектов контроля

При проектировании процессов технического контроля необходимо избирательно подходить к требованиям, устанавливаемым к объекту контроля в виде категорий объекта контроля. Требования, предъявляемые к конструкции изделия и его составных частей в отношении качества, точности и надёжности, неодинаковые. Эти требования зависят от служебного назначения конструкции и последствий её отказа в работе, вызываемых дефектами изготовления, поставки, транспортирования или хранения, частотой изменения конструкции или периодом обновления выпускаемой продукции и другими причинами. 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 [28]. 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 категориям 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 ПРОЦЕССА ТЕХНИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ДЕТАЛИ «РЫЧАГ»

2.1. Организация контроля в механических цехах

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

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. Контролёры, занимающиеся 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 [4]. Контрольные операции выполняют после нескольких операций или по окончании изготовления деталей с помощью универсальных измерительных средств, 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. 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.

С позиций организационно-технических форм контроля различают: сплошной 100%-й контроль, который начинается при сортировке деталей на размерные группы и применение 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.

Выборочный контроль, при котором 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, применяемый 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 дру-

гих факторов. Для управляющего контроля в условиях массового производства применяют различные средства автоматизации измерения, в том числе средства активного контроля, управляющие системы различного уровня [4].

2.2. Структура отдела технического контроля

Схемы организации отделов технического контроля различны и зависят от характера и условий производства. В состав отдела технического контроля ООО «Экспострой» 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 за 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. Эти пункты контролируют качество и комплектность продукции.

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

Квалификационные требования к контролёрам определяются Единым тарифно-квалификационным справочником [20], в котором предусмотрены шесть разрядов (1–6), причём 6-й разряд присваивается контролёрам, работающим на приёмке особо сложных и ответственных сборочных и испытательных работ.

В справочнике указаны для каждого разряда характеристика принимаемой работы и объём знаний, обязательных для контролёра. Как правило, разряд контролёра должен быть не ниже разряда работы, которую он проверяет. Оплата производится по тарифной сетке соответственно присвоенному разряду. Стимулом повышения качества работы контролёра 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 за соблюдением технологического процесса, своевременный контроль, своевременное и чёткое оформление технической документации.

Количественный состав контролёров 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 контролёров обуславливается характером и организацией производства. В среднем можно считать, что один контролёр обслуживает 5–10 рабочих термических цехов, 10–15 рабочих сборочных цехов, 15–20 рабочих механических цехов, 20–25 рабочих инструментальных цехов.

Задачи 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. Работники ОТК подчиняются непосредственно начальнику и в своей работе независимы от других отделов завода.

Выполняемый ОТК контроль за 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 за 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 и 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.

Права и обязанности специалистов по контролю качества

Специалист по контролю качества имеет следующие права и обязанности:

а) забраковывать предъявляемую ему продукцию, если она не соответствует чертежам или техническим условиям;

б) не принимать на контроль предъявленную продукцию без установленной сопроводительной документации;

в) требовать от производственного мастера равномерного предъявления продукции в соответствии со сменной производственной программой;

г) при контроле не задерживать детали больше положенного времени;

д) проверять соответствие количества предъявленных на контроль деталей сопроводительной документации;

е) руководствоваться при контроле чертежами техническими условиями, картами технологического процесса (при спорных вопросах специалист по контролю качества должен обращаться к контрольному мастеру своего участка, а при отсутствии технических условий руководствоваться указанием контрольного мастера);

ж) своевременно, правильно и чётко оформлять производственную документацию (рабочий наряд, извещение о браке, паспорта и т.д.) и ставить клеймо на принятую продукцию;

и) немедленно доводить до производственного и контрольного мастеров сведения о возникновении массового брака, нарушении технологического процесса и подобных случаях, вызывающих брак и снижение качества изготавливаемых изделий;

к) знать чертежи, технические условия на приёмку деталей на своём участке;

л) перед началом работы проверять пригодность применяемых средств контроля.

Специалист по контролю качества несёт ответственность за:

а) правильность выполнения контроля в соответствии с технической документацией;

б) качество и комплектность принятой продукции;

в) необоснованную браковку или отклонение от приёмки предъявляемой продукции;

г) правильное и своевременное оформление документации и клеймение деталей;

д) своевременный контроль предъявленных изделий;

е) сохранность средств контроля, которыми производит контроль, правильность методов и приёмов контроля, чистоту и порядок на рабочем месте.

Организационные формы технического контроля

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

– *контроль рабочим качества своей работы* 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 рабочий, 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 специалистом по контролю качества. Время, затрачиваемое рабочим на выполнение контрольного перехода, нормируется,

указывается в технологической документации и оплачивается по соответствующим расценкам, как производственная работа.

– *контроль ОТК на операциях механической обработки или операционный контроль.* Часть контрольных переходов операций механической обработки технологическим процессом возлагается на специалиста по контролю качества. Операционный контроль представляет собой выполнение специалистом по контролю качества этих контрольных переходов. Как правило, операционный контроль предусматривается только на особо ответственных операциях трудоемких и дорогостоящих деталей, а также в тех случаях, когда нецелесообразно отрывать рабочего на выполнение контроля, требующего затраты значительного 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, обозначенные на операционном эскизе технологической карты. Операционный контроль осуществляется как непосредственно на станках – на рабочих местах, так и на контрольном пункте.

– *промежуточный (межоперационный) контроль* представляет собой контрольную операцию, выполняемую специалистом по контролю качества на определенной стадии незаконченного производственного цикла обработки деталей.

Количество промежуточных контрольных операций, 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. Но, 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, особен-

ностей оборудования и т. д. Промежуточные контрольные операции осуществляются на контрольных пунктах, специально выделенных и оборудованных на участке.

– *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, соответственно оборудованном и снабженном всеми необходимыми средствами контроля.

Главной целью описанных форм контроля является проверка качества 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, другие – входят в служебные обязанности тех или иных работников производства и ОТК.

К числу первых относятся, например, проверка специалистом по контролю качества первых деталей, обработанных в данной смене на всех операциях, в том числе и на тех, для которых межоперационный контроль технологическим процессом не предусмотрен. Проверая первые детали, специалист по контролю качества одновременно проверяет наличие и исправность измерительного инструмента, необходимого для данной операции, состояние приспособлений и станка. К числу этих же форм можно отнести проверку специалистом по контролю качества первых обработанных деталей после переналадок оборудо-

вания, смены приспособлений и инструмента. На некоторых заводах периодическая проверка деталей, подобная описанным выше, выполняется специально выделенным специалистом по контролю качества и носит название «летучего» контроля.

К числу форм профилактического контроля, которые входят в служебные обязанности работников производства и ОТК, относятся [4]:

- *проверка мастерами соблюдения технологии* каждого рабочего на обслуживаемом участке, которую мастера обязаны осуществлять при выборочном контроле деталей;

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

- *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;

- *периодические проверки контрольными мастерами, начальниками или комиссиями* из представителей администрации цеха, ОТК и технологического отдела соблюдения технологии по ведущим деталям;

- *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 контролёры.

Специалисты по контролю качества 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 [4].

Совершенствование методов технического контроля

В условиях современного производства контроль качества изделий стал обязательной функцией систем управления качеством труда и продукции. К числу наиболее важных принципов, часть из которых разработана впервые, рассматриваемых как научные положения технологии контроля, относятся: комплексные, специализация проектирования, типизация и оптимизация процессов контроля, прогрессирование методов и средств контроля качества продукции.

Метод контроля – совокупность правил применения определённых принципов для осуществления контроля. В зависимости от степени механизации и автоматизации различают ручные, механизированные, автоматизированные и автоматические средства контроля.

Правильный выбор средств и методов измерения не только обеспечивает требуемую точность детали, но и ускоряет измерение, сокращает сроки обработки и сборки, а, следовательно, уменьшает себестоимость. Поэтому правильный выбор средств и методов измерения имеет особо важное значение. При выборе типа и конструкции средств контроля следует учитывать следующие факторы:

- требуемую точность измерения;
- характер производства;
- размер и качество измеряемой поверхности.

В машиностроительном производстве до 75 % параметров геометрического типа подлежит контролю в процессе производства.

Непрерывное наблюдение за технологическим процессом, контроль и диагностика его параметров в автоматическом режиме – наиболее оптимальное решение проблемы качества, которое может быть реализовано только через систему мониторинга. Разработана целевая комплексная программа развития мо-

нитинга качества и его наиболее перспективного направления – лазерной системы мониторинга качества. Это новое направление управления качеством продукции, обеспечивающее непрерывный сквозной контроль.

В задачи мониторинга качества входит обеспечение стабильности качества выпускаемой продукции на протяжении всего производственного цикла. Назначение оборудования – матричный метод контроля формы поверхности технологической оснастки, деталей сложной пространственной формы и узлов агрегатов, прецизионный контроль поверхностного слоя деталей (наличие микронеровностей, микротрещин), определение шероховатостей, прогнозирование усталостного разрушения и др.

Главные особенности и преимущества разрабатываемой системы мониторинга качества и средств контроля по сравнению с традиционными – непрерывность контроля в широком диапазоне физических параметров изделий; бесконтактный, дистанционный характер измерений; большая информационная ёмкость оптических каналов передачи информации; компьютерная обработка информации и управление процессами поддержания качества на всём протяжении выпуска продукции; широкая интеграция лазерных средств контроля во все виды базовых процессов производства и др. Создаваемое оборудование может конкурировать с зарубежным как по качеству, так и по цене.

Одним из важнейших экономических показателей, обуславливающих применение мониторинга качества в производстве, является обеспечение оптимального соотношения цены товара и его качества. Этого можно достичь двумя путями. Первый предусматривает ужесточение технических требований, допусков, тщательную ручную сборку и доводку изделий. Этот путь малоэффективен: резко возрастает цена товара и падает его конкурентоспособность. Другой путь основан на широком применении современных достижений науки, создании и внедрении принципиально новых технологий, средств производства и контроля, выделении базовых параметров, определяющих качество, и их сквозном контроле по всему производственному циклу в реальном масштабе времени.

Системы технического контроля находятся в постоянном развитии: разрабатываются и совершенствуются новые методы и средства контроля. Развитие системы технического контроля происходит наравне с развитием систем управления качеством и оказывает на них существенное влияние, но, к сожалению, внедрение новых разработок в производство происходит медленно и до сих пор чаще всего используются традиционные методы технического контроля [4].

2.3. Описание конструкции и назначение детали

Клеть шахтная одноканатная (рисунок 1) применяется в горнодобывающей промышленности и относится к категории горно-шахтного оборудования, к которому предъявляются повышенные требования по безопасности.

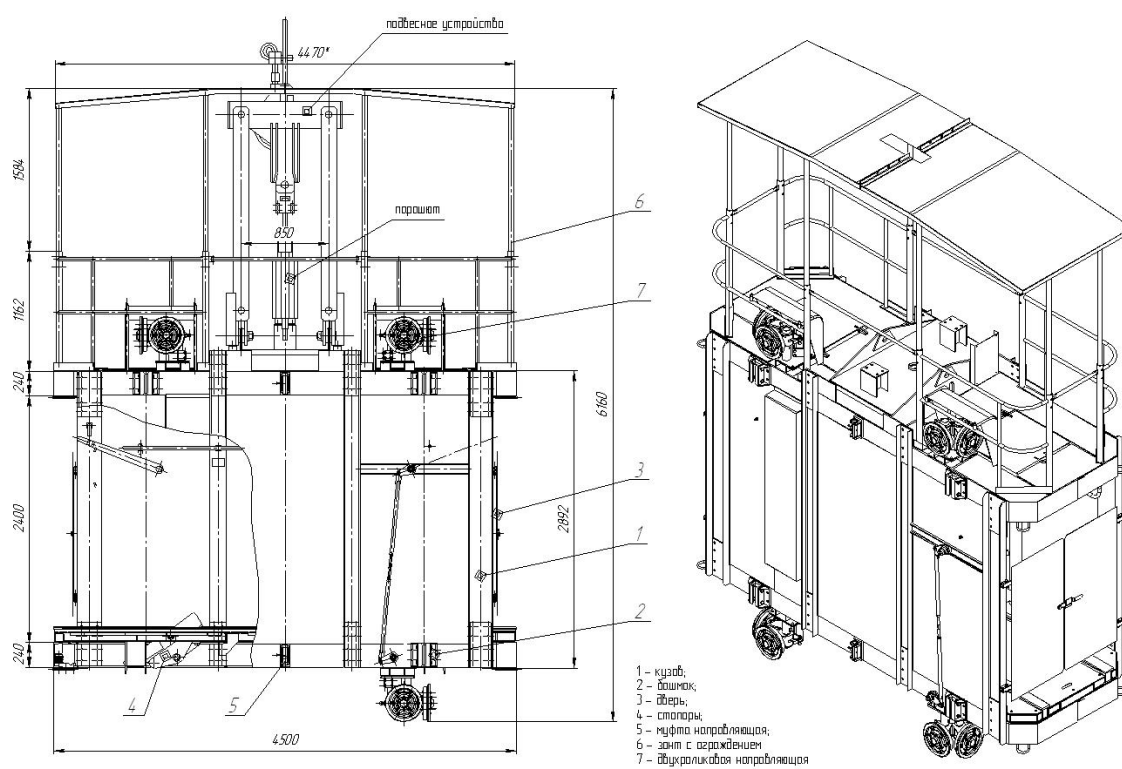


Рисунок 1 – Клеть шахтная одноканатная 1КО – 4,5 – 13 – 4100000

Клеть шахтная используется для доставки рабочего персонала, малогабаритного оборудования и рабочего инвентаря в шахтные стволы. Деталь «Рычаг» является основным органом узла двухроликовой направляющей (рисунок 2), предназначенной для осуществления транспортировочных работ. Рычаг служит основным опорным элементом направляющей и предназначен для обеспечения точности взаимного расположения колёс относительно направляющих, по которым осуществляется перемещение клетки.

Направляющая двухроликовая

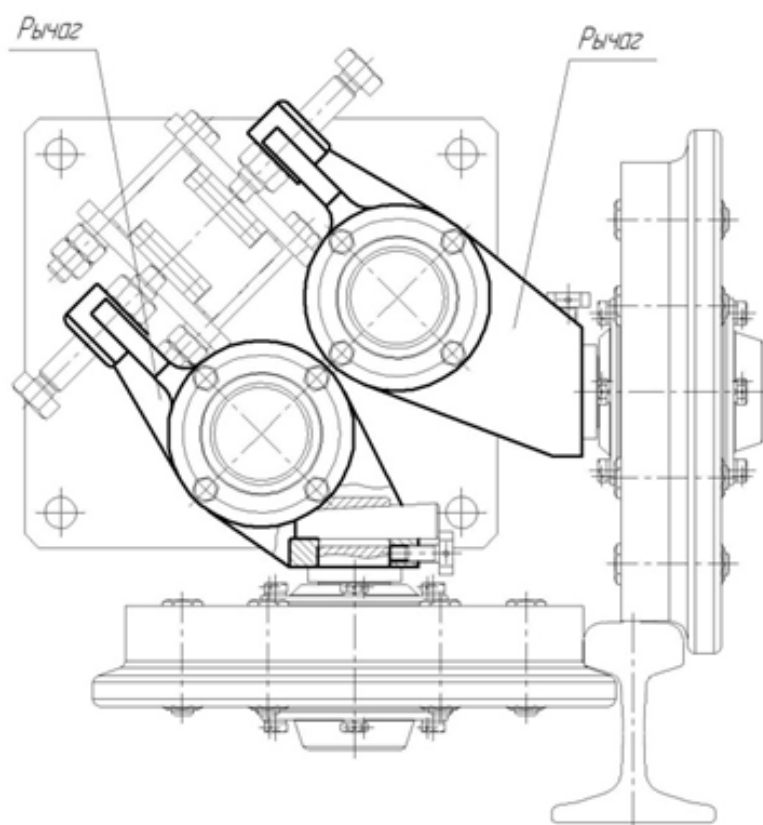


Рисунок 2 – Направляющая двухроликовая

При анализе чертежа детали «Рычаг» выявлено следующее:

На детали имеется несколько контролируемых параметров, связанных с измерением отклонений взаимного расположения поверхностей: отклонение от перпендикулярности торцевой поверхности размера $125_{-0,29}$ мм; отклонение от плоскостности двух поверхностей, имеющих размеры $20\pm 0,65$ и $35\pm 0,31$; по-

зиционный зависимый допуск четырех отверстий М 10-7Н, допуск наклона оси отверстия диаметром $50^{+0,16}$ мм.

Объём выпуска детали «Крышка» составляет 30000 штук. Годовой выпуск изделий составляет 1290 изделий в год.

Рычаг изготавливается из стали для отливок марки 35Л ГОСТ 977–88. Химический состав и механические свойства данной стали приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Химический состав и механические свойства стали 35Л

Наименование	Значение	Ед. изм.	Контекст
Модуль сдвига	82000	МПа	
Модуль упругости нормальный	212000	МПа	
Относительное сужение	25	%	Нормализация 850 °С + Отпуск 620 °С
Относительное удлинение	20	%	Закалка 850 °С + Отпуск 620 °С
Плотность	7830	кг/м ³	
Предел прочности при растяжении	550	МПа	Закалка 850 °С + Отпуск 620 °С
Предел текучести	350	МПа	Закалка 850 °С + Отпуск 620 °С
Содержание кремния (Si)	0,2...0,52	%	
Содержание марганца (Mn)	0,45...0,9	%	
Содержание меди (Cu)	0...0,3	%	
Содержание никеля (Ni)	0...0,3	%	
Содержание серы (S)	0...0,045	%	
Содержание углерода (C)	0,32...0,4	%	
Содержание фосфора (P)	0...0,04	%	
Содержание хрома (Cr)	0...0,3	%	
Жидкотекучесть Кж.т.	1		
Усадка при литье	2,2...2,3	%	
Твердость по Бриннелю	137...229	НВ	

Использование данной стали позволяет получать методом литья заготовки для деталей сложной конфигурации с высокими механическими свойствами. Следовательно, использование этой марки стали для изготовления детали «Ры-

чаг» является необходимым атрибутом для достижения требуемых механических свойств детали, а также долгой и надёжной эксплуатации.

Так как в процессе эксплуатации на рычаг действуют динамические нагрузки, и данная деталь является основным опорным элементом в сборочном узле, то выбранная марка стали обеспечивает для данной детали заданные механические характеристики. Деталь «Рычаг» относится к категории особо ответственных деталей и должна быть подвергнута тщательному контролю и испытаниям.

Чертежи детали и заготовки приведены в приложении А.

2.4. Технологичность конструкции при техническом контроле

Проведём анализ технологичности детали «Рычаг». Деталь изготовлена из стали для отливок марки 35Л 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 «Рычаг» относится ко второй группе. Деталь имеет габаритные размеры 128×300×140 мм. Масса рычага составляет 10,6 кг, что исключает применение специальных грузоподъемных механизмов. По своей конструкции данная деталь 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 сложности не вызывает, так как обработка ведётся на универсальных станках.

При изготовлении детали возможно применение высокопроизводительных методов производства и наиболее простого и доступного режущего ин-

струмента. Заданные конструкторской документацией требования к точности размеров детали полностью обоснованы.

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 с точки зрения изготовления и контроля.

2.5. Маршрут обработки детали

Разрабатывая технологический процесс обработки детали необходимо выполнить следующие условия [1]:

- 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.

Учитывая, что деталь «Рычаг» – ответственная и входит в сборочную единицу «Клеть шахтная одноканатная », то 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 «Рычаг» поставляются в механический цех с уже проконтролированными механическими свойствами, которые указаны в сопроводительном документе. При отсутствии данного документа заготовки подлежат возврату.

Технологический маршрут изготовления детали «Рычаг» включает в себя следующие основные операции:

Операция 020 Вертикально-фрезерная

Вертикально-фрезерный станок мод. 6P83

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

Операция 035 Горизонтально-расточная

Горизонтально-расточной станок мод. 2М614

Режущий инструмент: Резец расточной ГОСТ18882–73

Операция 045 Внутришлифовальная

Внутришлифовальный станок мод. 3А228

Операция 060 Вертикально-фрезерная

Вертикально-фрезерный станок мод. 6P83

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

Операция 075 Вертикально-фрезерная

Вертикально-фрезерный станок мод. 6P83

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

Операция 095 Радиально-сверлильная

Радиально-сверлильный станок мод. 2А55

Режущий инструмент: Сверло 2301-0409 ГОСТ 2092–77 – спиральное с коническим хвостовиком, $d = 8,8$ мм, конус Морзе 1° ГОСТ 25557-82.

Метчик М 10-7Н ГОСТ 3266–81

Зенкер $d = 10$ ГОСТ 12489–79

Операция 115 Радиально-сверлильная

Радиально-сверлильный станок мод. 2А55

Режущий инструмент: Сверло 2301-0409 ГОСТ 2092–77 – спиральное с коническим хвостовиком, $d = 5$; $d = 15$; $d = 18$ мм, конус Морзе 1° ГОСТ 25557-82.

Метчик М 20-7Н ГОСТ 3266–81

Зенкер $d=20$ ГОСТ 12489–79

Операция 135 Радиально-сверлильная

Радиально-сверлильный станок мод. 2А55

Режущий инструмент: Сверло 2301-0409 ГОСТ 2092–77 – спиральное с коническим хвостовиком, $d = 5$; $d = 15$; $d = 18$ мм, конус Морзе 1 ГОСТ 25557-82.

Метчик М 12-7Н ГОСТ 3266–81

Зенкер $d = 12$ ГОСТ 12489–79

Подробный технологический процесс изготовления детали «Рычаг» с описанием переходов и применяемого оборудования, режущего инструмента, измерительного оборудования и технологической оснастки приведён в маршрутной карте (приложение Б).

2.6. Технологический процесс технического контроля детали

Технологический процесс контроля детали «Рычаг» разработан в виде операций технического контроля входного, операционного и приёмочного контроля. Технический контроль является неотъемлемой частью технологического процесса изготовления детали «Рычаг». При изготовлении детали в серийном производстве согласно ГОСТ 16504–81 устанавливаем следующие виды контроля [31].

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, операционный, 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 8.010–2013 [16]. Условия измерений регламентирует ГОСТ 8.050–73 [17]. Технологическая документация подвергается метрологической экспертизе по РМГ 63–2003 [30]. Основные этапы процесса контроля и основные документы установлены по Р 50-609-40–01 [27].

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 «Рычаг», который разрабатывается совместно с технологическим процессом изготовления детали.

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

Перед изготовлением все заготовки подвергаются входному контролю.

При изготовлении детали «Рычаг» (механическая обработка) технический контроль детали состоит из следующих этапов:

Операция 000 Контрольная.

Контроль параметров детали согласно требованиям чертежа заготовки.

Операция 030 Контрольная.

Контролируется размер: $125_{-0,29}$ мм.

Операция 040 Контрольная.

Контролируются размеры: диаметр $\varnothing 90^{+0,087}$ мм; диаметр $\varnothing 92^{+0,87}$ мм; $51^{+0,19}$ мм; диаметр $\varnothing 67^{+0,74}$ мм; $94^{+0,87}$ мм; $5 \pm 0,6$ мм; 7,1 мм; 15° ; $2,5 \times 45^\circ$.

Операция 050 Контрольная.

Контролируются размеры: диаметр $\varnothing 90^{+0,035}$ мм; 89 мм.

Операция 070 Контрольная.

Контролируется размер: $35 \pm 0,31$ мм.

Операция 085 Контрольная.

Контролируется размер: $20 \pm 0,65$ мм.

Операция 105 Контрольная.

Контролируются размеры: M10-7H; 18 мм; 12 мм; $1,6 \times 45^\circ$.

Операция 125 Контрольная.

Контролируются размеры: M20-7H; 35 мм; $2,5 \times 45^\circ$.

Операция 145 Контрольная.

Контролируются размеры: M12-7H; диаметр $\varnothing 50^{+0,16}$; 20 мм; $20 \pm 0,65$ мм; $2,5 \times 45^\circ$; $1,6 \times 45^\circ$.

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 типа «Рычаг» состоит из этапов:

- контроль геометрических параметров – сплошной по требованию конструкторской документации;
- контроль дефектов поверхности деталей – визуально.

2.7. Выбор видов контроля

При проектировании процесса технического контроля детали типа «Рычаг» в соответствии с ГОСТ 16504–81 [8], учитывая серийный тип производства, технология контроля разработана с маршрутно-операционным описанием.

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

Для контроля линейных и диаметральных размеров используют штанген-прибор – Штангенциркуль ШЦ-II-250-0,05 по ГОСТ 166–89; измерительную металлическую рулетку ОПК2-2АНТ/10 ГОСТ 7502–98. Преимуществом данных средств контроля является то, что они просты в использовании, дешёвы и экономичны [2].

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

Таблица 3 – Контролируемые параметры при входном контроле

№ операции	Контролируемый размер, мм	Средства контроля		Погрешность измерения	Периодичность %
		универсальные	специальные		
1	2	3	4	5	6
005	300	Рулетка ОПК 2-2 АНТ/10 ГОСТ 7502–98		±0,1	100
010	128	Штангенциркуль ШЦ-П-250-0,1 ГОСТ 166–89		±0,1	100
015	128	Штангенциркуль ШЦ-П-250-0,1 ГОСТ 166–89		±0,1	100
020	Ø50	Штангенциркуль ШЦ-П-250-0,1 ГОСТ 166–89		±0,1	100
025	120	Штангенциркуль ШЦ-П-250-0,1 ГОСТ 166–89		±0,1	100
030	15	Штангенциркуль ШЦ-П-250-0,1 ГОСТ 166–89		±0,1	100
035	96	Штангенциркуль ШЦ-П-250-0,1 ГОСТ 166–89			100
040	12	Штангенциркуль ШЦ-П-250-0,1 ГОСТ 166–89			100
045	R57		Шаблон радиусный ГОСТ 4126–66		100
050	R16		Шаблон радиусный ГОСТ 4126–66		100
055	12×45°		Шаблон фасочный ГОСТ 6507–90		100

Контроль по ходу технологического процесса производится для всех деталей.

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

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

1. Входной (сплошной) – по требованию конструкторской документации.
2. Операционный (сплошной) – по требованию конструкторской документации.
3. Приёмочный (сплошной) – по требованию заказчика.

По классификатору деталей, обрабатываемых резанием, деталь типа «Рычаг» относится к объектам 2-ой категории. Признаками объектов контроля 2-ой категории являются – высокое качество, точность и надёжность, так как возможно появление значительных дефектов, допускается наличие малозначительных и незначительных дефектов в пределах приёмочного уровня. На основании этого весь контроль – сплошной.

Выбор и обоснование средств контроля детали «Рычаг»

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 [2].

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 [18] 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.

При выборе средств контроля для детали «Рычаг» обеспечивались:

- оптимальное применение для данной детали универсальных и специальных средств контроля;
- требуемая точность и экономичность производства, при которой предпочтение отдаётся более дешёвым средствам контроля, более простым в использовании;

- высокая производительность труда;
- безопасность труда.

Деталь «Рычаг» имеет комбинированную форму с несколькими рабочими поверхностями, требующими обработки. Положение этих обрабатываемых поверхностей относительно базовых, а также одних поверхностей относительно других задаётся на чертеже с указанием допустимых отклонений, поэтому при проверке качества деталей после их механической обработки приходится применять различные методы контроля.

Основными видами контроля деталей является контроль размеров и геометрии отверстий; контроль плоскостности; контроль перпендикулярности торцовых поверхностей по отношению к базовым поверхностям; контроль позиционного межосевого допуска осей отверстий и контроль допуска угла наклона оси отверстия.

Для контроля линейных размеров используют штангенинструмент – штангенциркуль ШЦ-III-160-0,05 по ГОСТ 166–89, штангенглубиномер ШГ-I-160-0,05 по ГОСТ 162–89; микрометрический инструмент – нутромер НМ 75 ГОСТ 10–88, индикаторный нутромер НИ 18–50 ГОСТ 9244–75, микрометр гладкий МК-150-1 ГОСТ 6507–90, микрометр гладкий МК-50-1 ГОСТ 6507–90; предельные калибры – гладкие калибры-пробки по ГОСТ 14820–69, ГОСТ 14821–69 и 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. При выборе средств контроля были учтены:

- вид объекта технического контроля;
- виды контролируемых признаков;
- допустимая погрешность измерения;
- особенности измерительных баз;

- наличие средств контроля на заводе;
- стоимость средств контроля и многое другое.

Выбор средств контроля осуществлялся исходя из алгоритма выбора средств контроля и ГОСТ 8.051–81 [18].

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

1. Определяем допустимую погрешность измерения (ДПИ) [31, с. 73, таблица 16]:

для диаметра $\varnothing 90^{+0,087}$ мм ДПИ составляет 0,01 мм;

для диаметра $\varnothing 92^{+0,87}$ мм ДПИ составляет 0,18 мм;

для $94^{+0,87}$ мм ДПИ составляет 0,18 мм;

для диаметра $\varnothing 67^{+0,74}$ мм ДПИ составляет 0,16 мм;

для диаметра $\varnothing 51^{+0,19}$ мм ДПИ составляет 0,04 мм.

2. Сопоставляем погрешность « δ » средств контроля с допустимой погрешностью измерения. В качестве средства контроля выбираем Индикаторный нутромер НИ 50–100 ГОСТ 9244–75, Штангенциркуль ШЦ-III-160-0,05 ГОСТ 166–89 и Штангенглубиномер ШГ-160 ГОСТ 162–89. Погрешность измерения составляет $\delta = 0,008$ мм для индикаторного нутромера; $\delta = 0,1$ мм для штангенциркуля и $\delta = 0,1$ мм для штангенглубиномера. Необходимым и достаточным условием является: $\delta_{СК} \leq \text{ДПИ}$. В данных случаях: $0,008 \text{ мм} \leq 0,01 \text{ мм}$; $0,1 \text{ мм} < 0,18 \text{ мм}$; $0,1 \text{ мм} < 0,18 \text{ мм}$; $0,1 \text{ мм} < 0,16 \text{ мм}$; $0,008 \text{ мм} < 0,04 \text{ мм}$. Условие выполнено, значит, применение выбранных средств контроля (индикаторного нутромера для контроля диаметра $\varnothing 90^{+0,087}$ мм и диаметра $\varnothing 51^{+0,19}$ мм; штангенциркуля для контроля диаметра $\varnothing 92^{+0,87}$ мм; диаметра $\varnothing 64^{+0,74}$ мм и штангенглубиномера для контроля размера $94^{+0,87}$ мм) допустимо.

Учитывая специфику выбранных средств контроля, тип производства, а также экономическую эффективность использования принимаем окончатель-

ный вывод: средством контроля размеров диаметра $\varnothing 92^{+0,87}$ мм; диаметра $\varnothing 64^{+0,74}$ мм в операции 015 является штангенциркуль ШЦ-Ш-160-0,05 ГОСТ 166–89; для контроля линейного размера $94^{+0,87}$ мм – штангенглубиномер ШГ-160 ГОСТ 162–89; для контроля отверстий диаметром $\varnothing 90^{+0,087}$ мм и диаметром $\varnothing 51^{+0,19}$ мм – индикаторный нутромер НИ 50-100 ГОСТ 9244–75.

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

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

№ операции	Наименование операции	Контролируемый размер, мм	Средство контроля	Процент охвата (%)
1	2	3	4	5
000	Контрольная	298	Микрометр МК-300-1 ГОСТ 6507-90	100
030	Контрольная	125 _{-0,29}	Микрометр МК-150-1 ГОСТ 6507-80	100
040	Контрольная	$\varnothing 90^{+0,087}$	Нутромер НИ 50-100 ГОСТ 9244-75	100
		$\varnothing 92^{+0,87}$	Штангенциркуль ШЦ-Ш-160-0,05 ГОСТ 166-89	100
		$\varnothing 67^{+0,74}$	Штангенциркуль ШЦ-Ш-160-0,05 ГОСТ 166-89	100
		$\varnothing 51^{+0,19}$	Нутромер НИ 50-100-1 ГОСТ 9244-75	100
		$94^{+0,87}$	Штангенглубиномер ШГ-И-160-0,05 по ГОСТ 162-89	100
		15°30'	Шаблон угловой ГОСТ 4126-66	100
		2,5×45°	Шаблон фасочный ГОСТ 6507-90	100
		5±0,6	Штангенциркуль ШЦ-Ш-160-0,05 ГОСТ 166-89	100
		7,1	Штангенциркуль ШЦ-Ш-160-0,05 ГОСТ 166-89	100
050	Контрольная	$\varnothing 90^{+0,035}$	Нутромер НИ 50-100 ГОСТ 9244-75	100
		89	Штангенглубиномер ШГ-И-160-0,05 по ГОСТ 162-89	100
070	Контрольная	35±0,31	Штангенциркуль ШЦ-Ш-160-0,05 ГОСТ 166-89	100

Окончание таблицы 4

1	2	3	4	5
085	Контрольная	20±0,65	Штангенциркуль ШЦ-II-160-0,05 ГОСТ 166-89	100
105	Контрольная	M10–7H	Калибр-пробка резьбовая 8221-0044 ГОСТ 17756-72	100
		18		100
		12		100
		1,6×45°	Шаблон фасочный ГОСТ 6507-90	100
125	Контрольная	M20–7H	Калибр-пробка резьбовая 8221-0037 ГОСТ 17756-72	100
		2,5×45°	Шаблон фасочный ГОСТ 6507-90	100
		35	Штангенглубиномер ШГ-I-160-0,05 по ГОСТ 162-89	100
145	Контрольная	M12–7H	Калибр-пробка резьбовая 8221-0044 ГОСТ 17756-72	100
		20	Калибр-пробка двусторонняя со вставками ПР и НЕ ГОСТ 14810-69	100
		∅50 ^{+0,062}	Нутромер 18-50 ГОСТ 9244-75	100
		1,6×45°	Шаблон фасочный ГОСТ 6507-90	100
		2,5×45°	Шаблон фасочный ГОСТ 6507-90	100

При приёмочном контроле предусматриваем контроль внешнего вида детали, притупление острых кромок на соответствие технической документации, контроль размеров детали согласно чертежу, контроль расположения поверхностей и осей; контроль шероховатости поверхности, наличие клейм и документации. Средства контроля, применяемые при проведении приёмочного контроля, отражены в таблице 5.

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

№ п/п	Контролируемый параметр	Средства контроля		% охвата
		универсальные	специальные	
1	2	3	4	5
1	Контролировать шеро-		Эталоны шерохо-	100

	ховатость поверхностей Ra1,6; Ra2,5; Ra3,2; Ra6,3; Ra12,5		ватости ГОСТ 9378-93	
2	Контролировать предельное отклонение допуска на плоскостность поверхности $35\pm 0,31$		Контрольное приспособление	100
3	Контролировать предельное отклонение допуска на плоскостность поверхности $20\pm 0,65$		Контрольное приспособление	100
4	Контролировать отклонение от цилиндричности поверхности $\varnothing 90^{+0,087}$		Контрольное приспособление	100

Окончание таблицы 5

1	2	3	4	5
5	Контролировать размер поверхности 125 _{-0,29}		Контрольное приспособление	100
6	Контролировать отклонение межпозиционного допуска расположения осей 4 отверстий М10-7Н		Комплексный калибр ГОСТ 16085-80	100
7	Контролировать отклонение угла наклона оси отверстия Ø50+0,065		Контрольное приспособление	100
8	Контролировать внутреннюю цилиндрическую поверхность Ø90+0,036; Ø51+0,19	Нутромер НИ 50-100 ГОСТ 9244-75		100
9	Контролировать линейные размеры: 94+0,87; 5±0,6	Штангенглубиномер ШГ-I-160-0,05 по ГОСТ 162-89		100
10	Контролировать линейный размер: 125 _{-0,29}	Микрометр МК-150-1 ГОСТ 6507-89		100
11	Контролировать линейные размеры: 35±0,31; 20±0,65	Штангенциркуль ШЦ-II-160-0,05 ГОСТ 166-89		100
12	Контролировать отверстие М20-7Н		Калибр-пробка резьбовая 8221-0037 ГОСТ 17756-72	100
13	Контролировать отверстие М12-7Н		Калибр-пробка резьбовая 8221-0056 ГОСТ 17756-72	100
14	Контролировать отверстие М10-7Н		Калибр-пробка резьбовая 8221-0044 ГОСТ 17756-72	100
15	Контролировать фаски 1,6×45°; 2,5×45°		Шаблоны фасочные ГОСТ 6507-90	100

2.8. 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 «Рычаг» имеет 50 контролируемых параметров: 19 параметров контролируются при помощи универсальных средств контроля; 29 параметров контролируются при помощи специальных средств контроля и приспособлений; 3 параметра контролируются визуально.

Трудоёмкость каждой операции контроля определяют по формуле [31, с. 112]:

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

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 $K_{доп}=1,35$ [31, 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;

$T_{ПЗ}$ – подготовительно-заключительное время на контроль, мин:

$$T_{ПЗ} = K_{ПЗ} \times \sum_{i=1}^n (T_{ПКi} + T_{ВСi}),$$

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

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

$K_{В}$ – коэффициент выборочности контроля.

Произведём расчёт нормы времени на контрольную *операцию 030*:

$$T_{\text{КП1}} = 0,120 \text{ мин; [31, карта 16, с. 103].}$$

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

$$T_{\text{ПК1}} = T_{\text{КП1}} \times KT = 0,120 \times 1 = 0,120 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{ПВ1}} = 0,06 \text{ мин; [31, таблица 43, с. 112].}$$

$$T_{\text{ВС1}} = 0,102 \text{ мин; [31, карта 2, с. 94].}$$

$$T_{\text{ПЗ}} = K_{\text{ПЗ}} \times \sum_{i=1}^n (T_{\text{ПКi}} + T_{\text{ВСi}}) = 0,2 \times (0,120 + 0,102) = 0,044 \text{ мин}$$

$$K_{\text{ПЗ}} = 15...30\%.$$

$$K_{\text{ДОП}} = 1,35 \text{ [31, с. 113].}$$

$$K_{\text{СЛ}} = 1 \text{ [31, с.88].}$$

$$K_{\text{В}} = 1.$$

Трудоёмкость *операции контроля 030*:

$$T_{\text{ОК}} = [(0,120 + 0,102 + 0,06) + 0,44] \times \frac{1,35}{1} \times 1 = 0,974 \text{ мин.}$$

Произведём расчёт нормы времени на контрольную *операцию 040*:

$$T_{\text{КП1}} = 0,093 \text{ мин. [31, карта 14, с. 102].}$$

$$T_{\text{КП2}} = 0,08 \text{ мин. [31, карта 17, с. 104].}$$

$$T_{\text{КП3}} = 0,105 \text{ мин. [31, карта 18, с. 104].}$$

$$T_{\text{КП4}} = 0,063 \text{ мин. [31, карта 14, с. 102].}$$

$$T_{\text{КП5}} = 0,066 \text{ мин. [31, карта 17, с. 104].}$$

$$T_{\text{КП6}} = 0,05 \text{ мин. [31, карта 10, с. 100].}$$

$$T_{\text{КП7}} = 0,05 \text{ мин. [31, карта 10, с. 100].}$$

$$T_{\text{КП8}} = 0,05 \text{ мин. [31, карта 10, с. 100].}$$

$$KT_1 = 1 \text{ [31, таблица 19, с. 77].}$$

$$KT_2 = 1 \text{ [31, таблица 19, с. 77].}$$

$$KT_3 = 1 \text{ [31, таблица 19, с. 77].}$$

$$KT_4 = 2 \text{ [31, таблица 19, с. 77].}$$

$$KT_5 = 1 \text{ [31, таблица 19, с. 77].}$$

$$KT_6 = 1 \text{ [31, таблица 19, с. 77].}$$

$$KT_7 = 1 \text{ [31, таблица 19, с. 77].}$$

$$KT_8 = 1 \text{ [31, таблица 19, с. 77].}$$

$$T_{ПК1} = T_{КП1} \times KT = 0,093 \times 1 = 0,093 \text{ мин.}$$

$$T_{ПК2} = T_{КП2} \times KT = 0,08 \times 1 = 0,08 \text{ мин.}$$

$$T_{ПК3} = T_{КП3} \times KT = 0,105 \times 1 = 0,105 \text{ мин.}$$

$$T_{ПК4} = T_{КП4} \times KT = 0,063 \times 2 = 0,126 \text{ мин.}$$

$$T_{ПК5} = T_{КП1} \times KT = 0,066 \times 1 = 0,066 \text{ мин.}$$

$$T_{ПК6} = T_{КП2} \times KT = 0,05 \times 1 = 0,05 \text{ мин.}$$

$$T_{ПК7} = T_{КП3} \times KT = 0,05 \times 1 = 0,05 \text{ мин.}$$

$$T_{ПК8} = T_{КП4} \times KT = 0,05 \times 1 = 0,05 \text{ мин.}$$

$$T_{ПВ1} = T_{ПВ2} = T_{ПВ3} = T_{ПВ4} = 0,06 \text{ мин. [31, таблица 43, с. 112].}$$

$$T_{ПВ5} = T_{ПВ6} = T_{ПВ7} = T_{ПВ8} = 0,06 \text{ мин. [31, таблица 43, с. 112].}$$

$$T_{ВС1} = 0,092 \text{ мин. [31, карта 2, с. 94].}$$

$$T_{ВС2} = 0,092 \text{ мин. [31, карта 2, с. 94].}$$

$$T_{ВС3} = 0,092 \text{ мин. [31, карта 2, с. 94].}$$

$$T_{ВС4} = 0,092 \text{ мин. [31, карта 2, с. 94].}$$

$$T_{ПЗ} = K_{ПЗ} \times \sum_{i=1}^n (T_{ПКi} + T_{ВСi}) = 0,2 \times (0,62 + 0,368) = 0,197 \text{ мин}$$

$$K_{ПЗ} = 15...30\%$$

$$K_{ДОП} = 1,35 \text{ [31, с. 113].}$$

$$K_{СЛ} = 1 \text{ [31, с. 88].}$$

$$K_{В} = 1.$$

Трудоёмкость операции контроля 040:

$$T_{ОК} = [(0,62 + 0,368 + 0,48) + 0,197] \times \frac{1,35}{1} \times 1 = 2,25 \text{ мин}$$

Произведём расчёт нормы времени на контрольную операцию 050:

$$T_{КП1} = 0,093 \text{ мин. [31, карта 14, с. 102].}$$

$$KT_1 = 3 \text{ [31, таблица 19, с. 77].}$$

$$T_{ПК1} = T_{КП1} \times KT = 0,093 \times 3 = 0,279 \text{ мин.}$$

$$T_{ПВ1} = 0,06 \text{ мин; [31, таблица 43, с. 112].}$$

$T_{BC1} = 0,092$ мин; [31, карта 2, с .94].

$$T_{ПЗ} = K_{ПЗ} \times \sum_{i=1}^n (T_{ПКi} + T_{BCi}) = 0,2 \times (0,279 + 0,06) = 0,068 \text{ мин}$$

$K_{ПЗ} = 15...30\%$.

$K_{ДОП} = 1,35$ [31, с. 113].

$K_{СЛ} = 1$ [31, с. 88].

$K_{В} = 1$.

Трудоёмкость операции *контроля 050*:

$$T_{ОК} = [(0,279 + 0,092 + 0,06) + 0,068] \times \frac{1,35}{1} \times 1 = 0,673 \text{ мин}$$

Произведём расчёт нормы времени на контрольную *операцию 070*:

$T_{КП1} = 0,05$ мин. [31, карта17, с. 104].

$KT_1 = 1$; [31, таблица 19, с.77].

$$T_{ПК1} = T_{КП1} \times KT = 0,05 \times 1 = 0,05 \text{ мин}$$

$T_{ПВ1} = 0,06$ мин. [31, таблица 43, с. 112].

$T_{BC1} = 0,102$ мин. [31, карта 2, с. 94].

$$T_{ПЗ} = K_{ПЗ} \times \sum_{i=1}^n (T_{ПКi} + T_{BCi}) = 0,2 \times (0,05 + 0,102) = 0,03 \text{ мин}$$

$K_{ПЗ} = 15...30\%$.

$K_{ДОП} = 1,35$ [31, с. 113].

$K_{СЛ} = 1$ [31, с. 88].

$K_{В} = 1$.

Трудоёмкость операции *контроля 070*:

$$T_{ОК} = [(0,05 + 0,102 + 0,06) + 0,03] \times \frac{1,35}{1} \times 1 = 0,326 \text{ мин.}$$

Произведём расчёт нормы времени на контрольную *операцию 085*:

$T_{КП1} = 0,05$ мин. [31, карта17, с. 104].

$KT_1 = 1$ [31, таблица 19, с. 77].

$$T_{ПК1} = T_{КП1} \times KT = 0,05 \times 1 = 0,05 \text{ мин.}$$

$T_{ПВ1} = 0,06$ мин. [31, таблица 43, с. 112].

$T_{BC1} = 0,102$ мин. [31, карта 2, с. 94].

$$T_{ПЗ} = K_{ПЗ} \times \sum_{i=1}^n (T_{ПКi} + T_{ВСi}) = 0,2 \times (0,05 + 0,102) = 0,03 \text{ мин}$$

$$K_{ПЗ} = 15...30\%.$$

$$K_{ДОП} = 1,35 \text{ [31, с. 113].}$$

$$K_{СЛ} = 1 \text{ [31, с. 88].}$$

$$K_{В} = 1.$$

Трудоёмкость операции контроля 085:

$$T_{ОК} = [(0,05 + 0,102 + 0,06) + 0,03] \times \frac{1,35}{1} \times 1 = 0,326 \text{ мин.}$$

Произведём расчёт нормы времени на контрольную операцию 105:

$$T_{КП1} = 0,255 \text{ мин; [31, карта 8, с. 98].}$$

$$T_{КП2} = 0,05 \text{ мин; [31, карта 10, с. 100].}$$

$$КТ_1 = 2 \text{ [31, таблица 19, с. 77].}$$

$$КТ_2 = 1 \text{ [31, таблица 19, с. 77].}$$

$$T_{ПК1} = T_{КП1} \times КТ = 0,255 \times 2 = 0,51 \text{ мин.}$$

$$T_{ПК2} = T_{КП2} \times КТ = 0,05 \times 1 = 0,05 \text{ мин.}$$

$$T_{ПВ1} = T_{ПВ2} = 0,06 \text{ мин; [31, таблица 43, с. 112].}$$

$$T_{ВС1} = 0,092 \text{ мин; [31, карта 2, с. 94].}$$

$$T_{ВС2} = 0,092 \text{ мин; [31, карта 2, с. 94].}$$

$$T_{ПЗ} = K_{ПЗ} \times \sum_{i=1}^n (T_{ПКi} + T_{ВСi}) = 0,2 \times (0,56 + 0,184) = 0,148 \text{ мин}$$

$$K_{ПЗ} = 15...30\%.$$

$$K_{ДОП} = 1,35 \text{ [31, с. 113].}$$

$$K_{СЛ} = 1 \text{ [31, с. 88].}$$

$$K_{В} = 1.$$

Трудоёмкость операции контроля 105:

$$T_{ОК} = [(0,56 + 0,184 + 0,12) + 0,148] \times \frac{1,35}{1} \times 1 = 1,012 \text{ мин}$$

Произведём расчёт нормы времени на контрольную операцию 125:

$$T_{КП1} = 0,33 \text{ мин; [31, карта 8, с. 98].}$$

$$T_{КП2} = 0,05 \text{ мин; [31, карта 10, с. 100].}$$

$$КТ_1 = 1; [31, таблица 19, с. 77].$$

$KT_2 = 1$; [31, таблица 19, с. 77].

$$T_{ПК1} = T_{КП1} \times KT = 0,33 \times 1 = 0,33 \text{ мин.}$$

$$T_{ПК2} = T_{КП2} \times KT = 0,05 \times 1 = 0,05 \text{ мин.}$$

$T_{ПВ1} = T_{ПВ2} = 0,06 \text{ мин.}$ [31, таблица 43, с. 112].

$T_{ВС1} = 0,092 \text{ мин.}$ [31, карта 2, с.94]

$T_{ВС2} = 0,092 \text{ мин.}$ [31, карта 2, с.94]

$$T_{ПЗ} = K_{ПЗ} \times \sum_{i=1}^n (T_{ПКi} + T_{ВСi}) = 0,2 \times (0,38 + 0,184) = 0,112 \text{ мин}$$

$K_{ПЗ} = 15...30\%$.

$K_{ДОП} = 1,35$ [31, с. 113].

$K_{СЛ} = 1$ [31, с.88].

$K_{В} = 1$.

Трудоёмкость операции контроля 125:

$$T_{ОК} = [(0,38 + 0,184 + 0,12) + 0,112] \times \frac{1,35}{1} \times 1 = 1,074 \text{ мин}$$

Произведём расчёт нормы времени на контрольную операцию 145:

$T_{КП1} = 0,255 \text{ мин.}$ [31, карта 8, с. 98].

$T_{КП2} = 0,05 \text{ мин.}$ [31, карта 10, с. 100].

$T_{КП3} = 0,068 \text{ мин.}$ [31, карта 14, с. 102].

$T_{КП4} = 0,05 \text{ мин.}$ [31, карта 10, с. 100].

$KT_1 = 1$ [31, таблица 19, с. 77].

$KT_2 = 1$ [31, таблица 19, с. 77].

$KT_3 = 2$ [31, таблица 19, с. 77].

$KT_4 = 1$ [31, таблица 19, с. 77].

$$T_{ПК1} = T_{КП1} \times KT = 0,255 \times 1 = 0,255 \text{ мин}$$

$$T_{ПК2} = T_{КП2} \times KT = 0,05 \times 1 = 0,05 \text{ мин}$$

$$T_{ПК3} = T_{КП3} \times KT = 0,068 \times 2 = 0,136 \text{ мин}$$

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

$T_{ПВ1} = T_{ПВ2} = T_{ПВ3} = T_{ПВ4} = 0,06 \text{ мин.}$ [31, таблица 43, с. 112].

$T_{ВС1} = T_{ВС2} = T_{ВС3} = T_{ВС4} = 0,092 \text{ мин.}$ [31, карта 2, с.94].

$$T_{ПЗ} = K_{ПЗ} \times \sum_{i=1}^n (T_{ПКi} + T_{ВСi}) = 0,2 \times (0,491 + 0,368) = 0,171 \text{ мин}$$

$$K_{ПЗ} = 15...30\%.$$

$$K_{ДОП} = 1,35 [31, с.113].$$

$$K_{СЛ} = 1 [31, с.88].$$

$$K_{В} = 1.$$

Трудоёмкость операции контроля 145:

$$T_{ОК} = [(0,491 + 0,368 + 0,24) + 0,171] \times \frac{1,35}{1} \times 1 = 1,714 \text{ мин}$$

Трудоёмкость входного и приёмочного контроля определяется аналогично, с учётом количества переходов контроля. Произведём укрупнённый расчёт количества переходов контроля. При входном контроле необходимо проконтролировать 11 параметров. При приёмочном контроле необходимо проконтролировать 35 параметров. Усреднённое время на контроль одного параметра:

При входном контроле (операция 000):

$$T_{КП} = 0,273 \times 11 = 3,003 \text{ мин.}$$

$$T_{ВС} = 0,092 \times 11 = 1,012 \text{ мин.}$$

$$T_{ПВ} = 0,06 \times 11 = 0,66 \text{ мин.}$$

$$T_{ПЗ} = 0,803 \text{ мин.}$$

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

$$T_{ОК} = [(3,003 + 1,012 + 0,66) + 0,803] \times 1,35 = 7,395 \text{ мин.}$$

При приёмочном контроле (операция 150):

$$T_{КП} = 0,471 \times 35 = 16,485 \text{ мин.}$$

$$T_{ВС} = 0,092 \times 35 = 3,22 \text{ мин.}$$

$$T_{ПВ} = 0,06 \times 35 = 2,1 \text{ мин.}$$

$$T_{ПЗ} = 3,941 \text{ мин.}$$

$$T_{ОК} = [(16,485 + 3,22 + 2,1) + 3,941] \times 1,35 = 34,757 \text{ мин.}$$

Трудоёмкость переходов контроля определяем по отраслевым укрупнённым нормативам времени на контрольные операции [23, таблицы 12–18, с. 25–30]. Результаты расчёта сведём в таблицу 9.

Таблица 9 – Трудоёмкость одной детали

Номер операции	Наименование операции	Трудоёмкость контроля одной детали $T_{ок}$, мин
000	Входной контроль	7,395
030	Операционный контроль	0,974
040	Операционный контроль	2,25
050	Операционный контроль	0,673
070	Операционный контроль	0,326
085	Операционный контроль	0,326
105	Операционный контроль	1,012
125	Операционный контроль	1,074
145	Операционный контроль	1,714
150	Приёмочный контроль	34,757

Рассчитаем трудоёмкость контроля одной детали с использованием спроектированных средств контроля.

Произведём расчёт нормы времени на *контрольную операцию 030*:

$$T_{кп1} = 0,117 \text{ мин; [31, карта 3, с. 95].}$$

$$КТ_1 = 1 \text{ [31, таблица 19, с. 77].}$$

$$T_{пк1} = T_{кп1} \times КТ = 0,117 \times 1 = 0,117 \text{ мин}$$

$$T_{пв1} = 0,06 \text{ мин. [31, таблица 43, с. 112].}$$

$$T_{вс1} = 0,102 \text{ мин. [31, карта 2, с.94].}$$

$$T_{пз} = K_{пз} \times \sum_{i=1}^n (T_{пкi} + T_{всi}) = 0,2 \times (0,117 + 0,102) = 0,043 \text{ мин}$$

$$K_{пз} = 15...30\%.$$

$$K_{доп} = 1,35 \text{ [31, с. 113].}$$

$$K_{сл} = 1 \text{ [31, с. 88].}$$

$$K_{в} = 1.$$

Трудоёмкость *операции контроля 030*:

$$T_{ок} = [(0,117 + 0,102 + 0,06) + 0,43] \times \frac{1,35}{1} \times 1 = 0,957 \text{ мин}$$

Произведём расчёт нормы времени на *контрольную операцию 040*:

$$T_{кп2} = 0,093 \text{ мин. [31, карта 14, с. 102].}$$

$$T_{кп2} = 0,08 \text{ мин. [31, карта 17, с. 104].}$$

$$T_{\text{КПЗ}} = 0,105 \text{ мин. [31, карта 18, с. 104].}$$

$$T_{\text{КП4}} = 0,06 \text{ мин. [31, карта 14, с. 102].}$$

$$T_{\text{КП5}} = 0,066 \text{ мин. [31, карта 17, с. 104].}$$

$$T_{\text{КП6}} = 0,05 \text{ мин. [31, карта 10, с. 100].}$$

$$T_{\text{КП7}} = 0,05 \text{ мин. [31, карта 10, с. 100].}$$

$$T_{\text{КП8}} = 0,05 \text{ мин. [31, карта 10, с. 100].}$$

$$KT_1 = 1 \text{ [31, таблица 19, с. 77].}$$

$$KT_2 = 1 \text{ [31, таблица 19, с. 77].}$$

$$KT_3 = 1 \text{ [31, таблица 19, с. 77].}$$

$$KT_4 = 1 \text{ [31, таблица 19, с. 77].}$$

$$KT_5 = 1 \text{ [31, таблица 19, с. 77].}$$

$$KT_6 = 1 \text{ [31, таблица 19, с. 77].}$$

$$KT_7 = 1 \text{ [31, таблица 19, с. 77].}$$

$$KT_8 = 1 \text{ [31, таблица 19, с. 77].}$$

$$T_{\text{ПК1}} = T_{\text{КП1}} \times KT = 0,093 \times 1 = 0,093 \text{ мин}$$

$$T_{\text{ПК2}} = T_{\text{КП2}} \times KT = 0,08 \times 1 = 0,08 \text{ мин}$$

$$T_{\text{ПК3}} = T_{\text{КП3}} \times KT = 0,105 \times 1 = 0,105 \text{ мин}$$

$$T_{\text{ПК4}} = T_{\text{КП4}} \times KT = 0,06 \times 1 = 0,06 \text{ мин}$$

$$T_{\text{ПК5}} = T_{\text{КП1}} \times KT = 0,066 \times 1 = 0,066 \text{ мин}$$

$$T_{\text{ПК6}} = T_{\text{КП2}} \times KT = 0,05 \times 1 = 0,05 \text{ мин}$$

$$T_{\text{ПК7}} = T_{\text{КП3}} \times KT = 0,05 \times 1 = 0,05 \text{ мин}$$

$$T_{\text{ПК8}} = T_{\text{КП4}} \times KT = 0,05 \times 1 = 0,05 \text{ мин}$$

$$T_{\text{ПВ1}} = T_{\text{ПВ2}} = T_{\text{ПВ3}} = T_{\text{ПВ4}} = 0,06 \text{ мин. [31, таблица 43, с. 112].}$$

$$T_{\text{ПВ5}} = T_{\text{ПВ6}} = T_{\text{ПВ7}} = T_{\text{ПВ8}} = 0,06 \text{ мин. [31, таблица 43, с. 112].}$$

$$T_{\text{ВС1}} = 0,092 \text{ мин. [31, карта 2, с. 94].}$$

$$T_{\text{ВС2}} = 0,092 \text{ мин. [31, карта 2, с. 94].}$$

$$T_{\text{ВС3}} = 0,092 \text{ мин. [31, карта 2, с. 94].}$$

$$T_{\text{ВС4}} = 0,092 \text{ мин. [31, карта 2, с. 94].}$$

$$T_{\text{ПЗ}} = K_{\text{ПЗ}} \times \sum_{i=1}^n (T_{\text{ПКi}} + T_{\text{ВСi}}) = 0,2 \times (0,554 + 0,368) = 0,182 \text{ мин}$$

$$K_{\text{ПЗ}} = 15...30\%.$$

$$K_{\text{ДОП}} = 1,35 \text{ [31, с. 113].}$$

$$K_{\text{СЛ}} = 1 \text{ [31, с. 88].}$$

$$K_{\text{В}} = 1.$$

Трудоёмкость операции контроля 040:

$$T_{\text{ОК}} = [(0,554 + 0,368 + 0,48) + 0,182] \times \frac{1,35}{1} \times 1 = 2,143 \text{ мин}$$

Произведём расчёт нормы времени на контрольную операцию 050:

$$T_{\text{КП1}} = 0,128 \text{ мин. [31, карта 14, с. 102].}$$

$$KT_1 = 1 \text{ [31, таблица 19, с. 77].}$$

$$T_{\text{ПК1}} = T_{\text{КП1}} \times KT = 0,128 \times 1 = 0,128 \text{ мин}$$

$$T_{\text{ПВ1}} = 0,06 \text{ мин. [31, таблица 43, с. 112].}$$

$$T_{\text{ВС1}} = 0,092 \text{ мин. [31, карта 2, с. 94].}$$

$$T_{\text{ПЗ}} = K_{\text{ПЗ}} \times \sum_{i=1}^n (T_{\text{ПКi}} + T_{\text{ВСi}}) = 0,2 \times (0,128 + 0,06) = 0,037 \text{ мин}$$

$$K_{\text{ПЗ}} = 15...30\%.$$

$$K_{\text{ДОП}} = 1,35 \text{ [31, с. 113].}$$

$$K_{\text{СЛ}} = 1 \text{ [31, с. 88].}$$

$$K_{\text{В}} = 1.$$

Трудоёмкость операции контроля 050:

$$T_{\text{ОК}} = [(0,128 + 0,092 + 0,06) + 0,037] \times \frac{1,35}{1} \times 1 = 0,427 \text{ мин}$$

Произведём расчёт нормы времени на контрольную операцию 145:

$$T_{\text{КП1}} = 0,255 \text{ мин. [31, карта 8, с. 98].}$$

$$T_{\text{КП2}} = 0,05 \text{ мин. [31, карта 10, с. 100].}$$

$$T_{\text{КП3}} = 0,068 \text{ мин. [31, карта 14, с. 102].}$$

$$T_{\text{КП4}} = 0,08 \text{ мин. [31, карта 10, с. 100].}$$

$$KT_1 = 1 \text{ [31, таблица 19, с. 77].}$$

$$KT_2 = 1 \text{ [31, таблица 19, с. 77].}$$

$$KT_3 = 1 \text{ [31, таблица 19, с. 77].}$$

$$KT_4 = 1 \text{ [31, таблица 19, с. 77].}$$

$$T_{\text{ПК1}} = T_{\text{КП1}} \times KT = 0,255 \times 1 = 0,255 \text{ мин}$$

$$T_{\text{ПК2}} = T_{\text{КП2}} \times KT = 0,05 \times 1 = 0,05 \text{ мин}$$

$$T_{ПК3} = T_{КП1} \times КТ = 0,068 \times 1 = 0,068 \text{ мин}$$

$$T_{ПК4} = T_{КП2} \times КТ = 0,08 \times 1 = 0,08 \text{ мин}$$

$$T_{ПВ1} = T_{ПВ2} = T_{ПВ3} = T_{ПВ4} = 0,06 \text{ мин. [31, таблица 43, с. 112].}$$

$$T_{ВС1} = T_{ВС2} = T_{ВС3} = T_{ВС4} = 0,092 \text{ мин. [31, карта 2, с. 94].}$$

$$T_{ПЗ} = K_{ПЗ} \times \sum_{i=1}^n (T_{ПКi} + T_{ВСi}) = 0,2 \times (0,426 + 0,368) = 0,161 \text{ мин}$$

$$K_{ПЗ} = 15...30\%.$$

$$K_{ДОП} = 1,35 \text{ [31, с. 113].}$$

$$K_{СЛ} = 1 \text{ [31, с.88].}$$

$$K_{В} = 1.$$

Трудоёмкость операции контроля 145:

$$T_{ОК} = [(0,426 + 0,368 + 0,24) + 0,161] \times \frac{1,35}{1} \times 1 = 1,61 \text{ мин}$$

При приёмочном контроле:

$$T_{КП} = 0,327 \times 35 = 11,44 \text{ мин.}$$

$$T_{ВС} = 0,092 \times 35 = 3,22 \text{ мин.}$$

$$T_{ПВ} = 0,06 \times 35 = 2,1 \text{ мин.}$$

$$T_{ПЗ} = 2,93 \text{ мин.}$$

$$T_{ОК} = [(11,44 + 3,22 + 2,1) + 2,93] \times 1,35 = 26,58 \text{ мин.}$$

Результаты расчёта сведём в таблицу 10.

Таблица 10 – Трудоёмкость контроля с использованием спроектированных средств контроля

Номер операции	Наименование операции	Трудоёмкость контроля одной детали $T_{ОК}$, мин
000	Входной контроль	7,395
030	Операционный контроль	0,957
040	Операционный контроль	2,143
050	Операционный контроль	0,427
070	Операционный контроль	0,326
085	Операционный контроль	0,326
105	Операционный контроль	1,012
125	Операционный контроль	1,074
145	Операционный контроль	1,61
150	Приёмочный контроль	26,58

Стоимость операции приёмочного контроля составляет:

$$0,83 \times 34,757 = 28,848 \text{ руб./час.}$$

При использовании спроектированных средств контроля:

$$0,83 \times 26,58 = 22,06 \text{ руб./час.}$$

В результате внедрения спроектированных средств контроля, комплексного калибра для контроля допуска расположения отверстий и контрольного приспособления для контроля отклонений расположения и формы поверхностей сокращается трудоёмкость контроля одной детали при проведении приёмочного контроля, а следовательно, сокращаются затраты, что позволяет сделать вывод об экономическом эффекте от внедрения спроектированных средств контроля и контрольных приспособлений.

3. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1. 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 контроле детали «Рычаг» используются следующие средства контроля:

- универсальные: штангенциркуль, штангенглубиномер, индикаторный нутромер;
- специальные средства контроля: предельные калибры-пробки (гладкие и резьбовые) для контроля отверстий; шаблоны для контроля фасок и радиусных закруглений.

Для выполнения более точных и качественных измерений при приёмочном контроле спроектируем специальные средства контроля: калибры-пробки для контроля отверстий диаметром $\varnothing 90H7$; диаметром $\varnothing 51H11$; диаметром $\varnothing 50H9$; резьбовые калибры-пробки для контроля отверстий M10-7H; M12-7H; M20-7H; комплексный калибр для контроля отклонения зависимого позиционного допуска четырёх отверстий M10-7H относительно поверхности базового отверстия диаметром 90H7 и контроля допуска перпендикулярности поверхности 125_{-0,65} относительно этого же отверстия, а также контрольное приспособление для контроля отклонения угла наклона оси отверстия диаметром $\varnothing 50H9$ относительно поверхности E.

3.2. Требования, предъявляемые к предельным калибрам

Независимо от типа и назначения калибры должны удовлетворять следующим основным требованиям [1]:

- 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 особо важное значение для скоб больших размеров. Малый вес обеспечивает повышение точности контроля и облегчение работы при проверке деталей средних и больших размеров;

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

Износоустойчивость 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 износоустойчивость калибров. Калибры должны обеспечивать быстроту и удобство проведения контроля [1].

3.3. Расчёт исполнительных размеров калибров для контроля валов и отверстий

Конструкцию калибров выбираем по соответствующим стандартам в зависимости от вида и величины контролируемых параметров [10].

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

Расчёт исполнительных размеров производим по формулам [2, таблица 6, с. 285]:

Калибр для отверстия:

$$ПР_{\max} = D_{\min} + Z + H/2;$$

$$HE_{\max} = D_{\max} + H/2;$$

Калибр для вала:

$$ПР_{\min} = d_{\max} - Z - H_1/2;$$

$$HE_{\min} = d_{\min} - H_1/2.$$

3.3.1. Проектирование калибра-пробки ГОСТ 24851–81 для контроля отверстия диаметром Ø90H7

Определяем отклонение от номинального размера: $D = 90^{(+0,036)}$ мм.

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

$$H = 6 \text{ мкм};$$

$$Z = 5 \text{ мкм}.$$

Определяем исполнительные размеры калибра-пробки:

$$ПР_{\max} = 90,00 + 0,005 + 0,006/2 = 90,008 \text{ мм};$$

$$HE_{\max} = 90,035 + 0,006/2 = 90,038 \text{ мм}.$$

Проставляемые на чертеже размеры:

$$ПР_{\max} = 90,008_{-0,006} \text{ мм};$$

$$HE_{\max} = 90,038_{-0,006} \text{ мм}.$$

Проектирование калибра-пробки для контроля отверстия диаметром 90H7 производим в соответствии с требованиями ГОСТ 14815–69. Принимаем гладкую калибр-пробку с насадками ПР 8136–0017 H7 ГОСТ 14815–69 и HE 8136–0116 ГОСТ 14816–69.

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 $\pm IT14/2$.

3.3.2. Проектирование калибра-пробки ГОСТ24851–81 для контроля отверстия диаметра $\varnothing 51H11$

Определяем отклонение от номинального размера $D = 51^{(+0,19)}$ мм.

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

$H = 48$ мкм.

$Z = 30$ мкм.

Определяем исполнительные размеры калибра-пробки:

$PP_{\max} = 51,00 + 0,048 + 0,030/2 = 51,063$ мм.

$HE_{\max} = 51,19 + 0,030/2 = 51,205$ мм.

Проставляемые на чертеже размеры:

$PP_{\max} = 51,063_{-0,03}$

$HE_{\max} = 51,205_{-0,03}$

Проектирование калибра-пробки для контроля отверстия диаметром $\varnothing 51H11$ производим в соответствии с требованиями ГОСТ 14820–69. Принимаем калибр-пробку гладкую со вставками ПР 8133–1101 H11 ГОСТ 14812–69 и HE 8133–1151 ГОСТ 14813–69.

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 $\pm IT14/2$.

3.3.3. Проектирование калибра-пробки ГОСТ 24851–81 для контроля отверстия диаметром $\varnothing 50H9$

Определяем отклонение от номинального размера: $D = 50^{(+0,062)}$ мм.

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

$H = 8$ мкм.

$Z = 13$ мкм.

Определяем исполнительные размеры калибра-пробки:

$PP_{\max} = 50,00 + 0,013 + 0,008/2 = 50,017$ мм.

$HE_{\max} = 50,062 + 0,008/2 = 50,066$ мм.

Проставляемые на чертеже размеры:

$PP_{\max} = 50,017_{-0,008}$.

$HE_{\max} = 50,066_{-0,008}$.

Проектирование калибра-пробки для контроля отверстия диаметром 50H9 производим в соответствии с требованиями ГОСТ 14812–69. Принимаем калибр-пробку гладкую со вставками ПР 8133–0962 H9 ГОСТ 14810–69 и HE 8133–1049 ГОСТ 14811–69.

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.пкм.

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

3.3.4. Проектирование листового калибра-скобы ГОСТ 18360–93 для контроля размера 125h11

Определяем отклонение от номинального размера: $125_{-0,25}$ мм.

Выписываем значение допуска на изготовление калибра – Н и отклонение середины поля допуска на изготовление проходного калибра – Z.

$$H_1 = 18 \text{ мкм.}$$

$$Z_1 = 32 \text{ мкм.}$$

Определяем исполнительные размеры листового калибра-скобы:

$$PP_{\min} = 125 - 0,032 - 0,018/2 = 124,959 \text{ мм;}$$

$$HE_{\min} = 124,75 - 0,018/2 = 124,741 \text{ мм.}$$

Проставляемые на чертеже размеры:

$$PP_{\min} = 124,959^{+0,018};$$

$$HE_{\min} = 124,741^{+0,018}.$$

Проектирование листового калибра-скобы производим в соответствии с требованиями ГОСТ 18360–93 [9].

3.4. Определение исполнительных размеров калибров-пробок для контроля метрической резьбы

Расчёт исполнительных размеров калибров-пробок для контроля отверстий с метрической резьбой в соответствии с ГОСТ 24997–2004 [12] производим по следующим формулам:

Калибр-пробка резьбовой проходной ПР:

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

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

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

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

Калибр-пробка резьбовой непроходной НЕ:

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

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

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: $D_1 + EI_{D1} + Z_1 \pm H_1/2$;

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

3.4.1. Проектирование резьбовых и гладких калибров-пробок ГОСТ 24997–2004 для контроля отверстия М10-7Н

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. Свинчивае-

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

Резьбовым 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 24997–2004 [12], ГОСТ 24939–81 [11], определяем данные для расчётов:

Шаг резьбы $P = 1,5$ мм;

Номинальный наружный диаметр $D = 10$ мм;

Номинальный средний диаметр $D_2 = 9,026$ мм

Номинальный внутренний диаметр $D_1 = 8,376$ мм;

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

$ES_{D2} = 236$ мкм.

$ES_{D1} = 375$ мкм.

$EI = 0$ мм.

$T_{D2} = 236$ мкм.

$Z_{PL} = 16$ мкм.

$W_{GO} = 21$ мкм.

$W_{NG} = 15$ мкм.

$T_{PL} = 16$ мкм.

Определяем предельные размеры резьбы:

D_{max} – не нормируется.

$D_{min} = 10$ мм.

$D_{2max} = 9,026 + 0,236 = 9,262$ мм.

$D_{2min} = 9,026$ мм.

$D_{1max} = 8,376 + 0,375 = 8,751$ мм.

$D_{1min} = 8,376$ мм.

$T_{D2} = D_{2max} - D_{2min} = 9,262 - 9,026 = 0,236$ мм.

Определяем исполнительные размеры проходного калибра-пробки ПР (№ 21):

Наружный диаметр: $D = 10 + 0 + 0,016 = 10,016 \pm 0,014$ мм.

Средний диаметр: $D_2 = 9,026 + 0 + 0,016 = 9,186 \pm 0,007$ мм.

Предел износа: $9,026 + 0 + 0,016 - 0,021 = 9,021$ мм.

Внутренний диаметр: $8,376 + 0 - 0,021 = 8,355$ мм по канавке или радиусу, не более.

Определяем исполнительные размеры непроходного калибра-пробки НЕ (№ 22):

Наружный диаметр:

$D = 9,026 + 0 + 0,224 + 0,014/2 + 2 \times 0,1 \times 1,5 = 9,257 \pm 0,014$ мм.

Средний диаметр: $D_2 = 9,026 + 0 + 0,224 + 0,007 = 9,257 \pm 0,007$ мм.

Предел износа: $9,026 + 0 + 0,224 + 0,007 - 0,015 = 9,242$ мм.

Внутренний диаметр: $8,376 + 0 - 0,021 = 8,355$ мм по канавке или радиусу, не более.

Рассчитываем исполнительные размеры гладких калибров для контроля внутреннего диаметра отверстия:

$T_{D1} = 375$ мкм.

$Z_1 = 38$ мкм.

$H_1 = 16$ мкм.

$H = 3$ мкм.

$Z = 4$ мкм.

Калибр-пробка гладкий проходной ПР (№ 23):

$D_{\text{ном}} = 8,376 + 0 + 0,038 = 8,414 \pm 0,016$ мм;

Калибр-пробка гладкий непроходной НЕ (№ 24):

$D_{\text{ном}} = 8,373 + 0 + 0,375 = 8,748 \pm 0,016$ мм.

$ПР_{\text{max}} = 8,398 + 0,004 + 0,015 = 8,417_{-0,003}$ мм.

$НЕ_{\text{max}} = 8,43 + 0,015 = 8,445_{-0,003}$ мм

Конструктивные особенности калибров определяем по ГОСТ 14810–69 [6].

3.4.2. Проектирование резьбовых и гладких калибров-пробок ГОСТ 24997-2004 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 [1, таблица 9, с. 212]:

$ES_{D2} = 250$ мкм.

$ES_{D1} = 425$ мкм.

$EI = 0$ мкм.

$T_{D2} = 250$ 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.

$T_{D2} = D_{2max} - D_{2min} = 11,113 - 10,863 = 0,250$ 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):

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

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

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

Конструктивные особенности калибров определяем по ГОСТ 14810–69 [6].

3.4.3. Проектирование резьбовых и гладких калибров-пробок ГОСТ 24997-2004 для контроля отверстия М20-7Н

Определяем данные для расчётов:

$$\text{Шаг резьбы } P = 2,0 \text{ мм;}$$

Номинальный наружный диаметр $D = 20$ мм;

Номинальный средний диаметр $D_2 = 18,701$ мм;

Номинальный внутренний диаметр $D_1 = 17,835$ мм;

Предельные отклонения диаметров резьбы [1, таблица 9, с. 212]:

$$ES_{D_2} = 265 \text{ мкм.}$$

$$ES_{D_1} = 455 \text{ мкм.}$$

$$EI = 0 \text{ мкм.}$$

$$T_{D_2} = 265 \text{ мкм}$$

$$Z_{PL} = 16 \text{ мкм}$$

$$W_{GO} = 21 \text{ мкм}$$

$$W_{NG} = 15 \text{ мкм}$$

$$T_{PL} = 14 \text{ мкм}$$

Определяем предельные размеры резьбы:

D_{\max} – не нормируется

$$D_{\min} = 20 \text{ мм.}$$

$$D_{2\max} = 18,701 + 0,265 = 18,966 \text{ мм.}$$

$$D_{2\min} = 18,701 \text{ мм.}$$

$$D_{1\max} = 17,835 + 0,455 = 18,29 \text{ мм.}$$

$$D_{1\min} = 17,835 \text{ мм.}$$

$$T_{D_2} = D_{2\max} - D_{2\min} = 18,966 - 18,701 = 0,265 \text{ мм.}$$

Определяем исполнительные размеры проходного калибра-пробки

ПР (№ 21):

$$\text{Наружный диаметр: } D = 20 + 0 + 0,016 = 20,016 \pm 0,014 \text{ мм.}$$

$$\text{Средний диаметр: } D_2 = 18,701 + 0 + 0,016 = 18,717 \pm 0,007 \text{ мм.}$$

$$\text{Предел износа: } 18,701 + 0 + 0,016 - 0,021 = 18,696 \text{ мм.}$$

Внутренний диаметр: $17,835 + 0 - 0,288 = 17,547$ мм по канавке или радиусу, не более.

Определяем исполнительные размеры непроходного калибра-пробки

НЕ (№ 22):

Наружный диаметр:

$$D = 18,701 + 0 + 0,265 + 0,014/2 + 2 \times 0,1 \times 2,0 = 19,373 \pm 0,014 \text{ мм.}$$

$$\text{Средний диаметр: } D_2 = 18,701 + 0 + 0,265 + 0,007 = 18,973 \pm 0,007 \text{ мм.}$$

$$\text{Предел износа: } 18,701 + 0 + 0,265 + 0,007 - 0,015 = 18,958 \text{ мм.}$$

Внутренний диаметр: $17,835 + 0 - 0,288 = 17,547$ мм по канавке или радиусу, не более.

Рассчитываем исполнительные размеры гладких калибров для контроля внутреннего диаметра отверстия:

$$T_{D1} = 455 \text{ мкм.}$$

$$H_1 = 26 \text{ мкм.}$$

$$Z_1 = 52 \text{ мкм.}$$

$$H = 4 \text{ мкм.}$$

$$Z = 3 \text{ мкм.}$$

Калибр-пробка гладкий проходной ПР (№ 23):

$$D_{\text{ном}} = 17,835 + 0,052 = 17,887 \pm 0,013 \text{ мм.}$$

Калибр-пробка гладкий непроходной НЕ (№ 24):

$$D_{\text{ном}} = 17,835 + 0 + 0,455 = 18,29 \pm 0,013 \text{ мм.}$$

$$PR_{\text{max}} = 17,874 + 0,003 + 0,002 = 17,879_{-0,004} \text{ мм.}$$

$$HE_{\text{max}} = 17,9 + 0,002 = 17,902_{-0,004} \text{ мм.}$$

Конструктивные особенности калибров определяем по ГОСТ 14810–69 [6].

3.5. Проектирование комплексных калибров для контроля позиционных отклонений осей отверстий с зависимыми допусками

Калибры для контроля расположения поверхностей ГОСТ 16085–80 [7] 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 устанавливаются для каждого измерительного элемента в зависимости от позиционного допуска поверхности изделия, контролируемой данным средством контроля. 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 [1].

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

Базовый измерительный элемент:

$$d_{k0\max} = d_{GO-W}.$$

$$d_{k0\min} = d_{GO-W} - H_0.$$

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

Остальные измерительные элементы:

$$d_{k\max} = D_{\min} - T_p + F + H_0.$$

$$d_{k\min} = d_{k\max} - H.$$

$$d_{k-W} = d_{k\max} - H - W.$$

где $d_{k\max}$ и $d_{k\min}$ – соответственно наибольший и наименьший предельные размеры измерительного элемента нового калибра;

$d_{k0\max}$ и $d_{k0\min}$ – 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.

3.5.1. Проектирование комплексного калибра для контроля позиционного отклонения осей четырёх отверстий М10-7Н и перпендикулярности плоскости поверхности 125_{-0,65} относительно отверстия диаметром Ø90Н7

Поскольку на расположение осей четырёх отверстий М10-7Н задан зависимый позиционный допуск $T_p = 0,8$ мм относительно базовой поверхности D отверстия диаметром 90Н7, руководствуемся формулами, приведёнными в ГОСТ 16085–80 [7] для расчёта калибров с базовыми измерительными элементами. Определяем предельные отклонения и допуски измерительных элементов калибра при $T_p = 0,8$ мм:

– для пробок, контролирующих положение четырёх отверстий М10-7Н с внутренним диаметром $D_1 = 8,376$ мм:

$$F = 0,066 \text{ мм.}$$

$$H = 0,016 \text{ мм.}$$

$$W = 0,020 \text{ мм.}$$

– для базовой пробки:

$$H_0 = H = 0,016 \text{ мм.}$$

$$W_0 = W = 0,020 \text{ мм.}$$

Определяем предельные размеры пробок калибра:

– для базовой пробки:

$$d_{k0\max} = d_{GO-W} = 90 \text{ мм.}$$

$$d_{k0\min} = d_{GO-W} - H_0 = 90 - 0,016 = 89,984 \text{ мм.}$$

$$d_{k0-W} = d_{GO-W} - H_0 - W_0 = 90 - 0,016 - 0,020 = 89,964 \text{ мм.}$$

– для остальных пробок:

$$d_{k\max} = D_{\min} - T_p + F + H_0 = 8,376 - 0,8 + 0,066 + 0,016 = 7,658 \text{ мм.}$$

$$d_{k\min} = d_{k\max} - H = 7,658 - 0,016 = 7,642 \text{ мм.}$$

$$d_{k-W} = d_{k\max} - H - W = 7,658 - 0,016 - 0,020 = 7,622 \text{ мм.}$$

На чертеже калибра указываем исполнительные размеры измерительных элементов: базовой пробки – диаметр Ø90_{-0,016} мм; остальных пробок – диаметр Ø7,658_{-0,016} мм.

По ГОСТ 16085–80 [6] определяем позиционный допуск осей пробок (кроме базовой): $T_{pk} = 0,030$ мм.

Допуск перпендикулярности оси базового измерительного элемента относительно плоскости поверхности 125_{-0,65} определяем

По ГОСТ 16085–80: $T_{Rk} = T_{pk} = 0,012$ 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 $\delta R_k = \pm 0,011$ мм;

б) предельные отклонения центрального угла между осями двух любых пробок, расположенных на окружности диаметром $\varnothing 110$ мм $\delta \alpha_{\Sigma k} = 1'20''$, база – ось центральной пробки калибра.

3.6. Проектирование контрольных приспособлений

3.6.1. Проектирование контрольного приспособления для контроля допуска угла наклона оси отверстия диаметром $\varnothing 50H9$

Для контроля допуска угла наклона оси отверстия диаметром $\varnothing 50H9$ проектируем специальный угловой шаблон (рисунок 4), соотношение контрольных плоскостей которого находится в диапазоне $45^\circ \pm 30'$.

При проведении контроля Шаблон 1 устанавливается одной из контрольных плоскостей на Поверочную плиту 2, при этом вторая контрольная плоскость прикладывается к проверяемой поверхности Детали 3.

По наличию зазора судят о величине отклонения угла наклона оси отверстия диаметром $50H9$ относительно базовой поверхности. Для измерения величины зазора используют щупы № 1 или № 2 по ГОСТ 882–75.

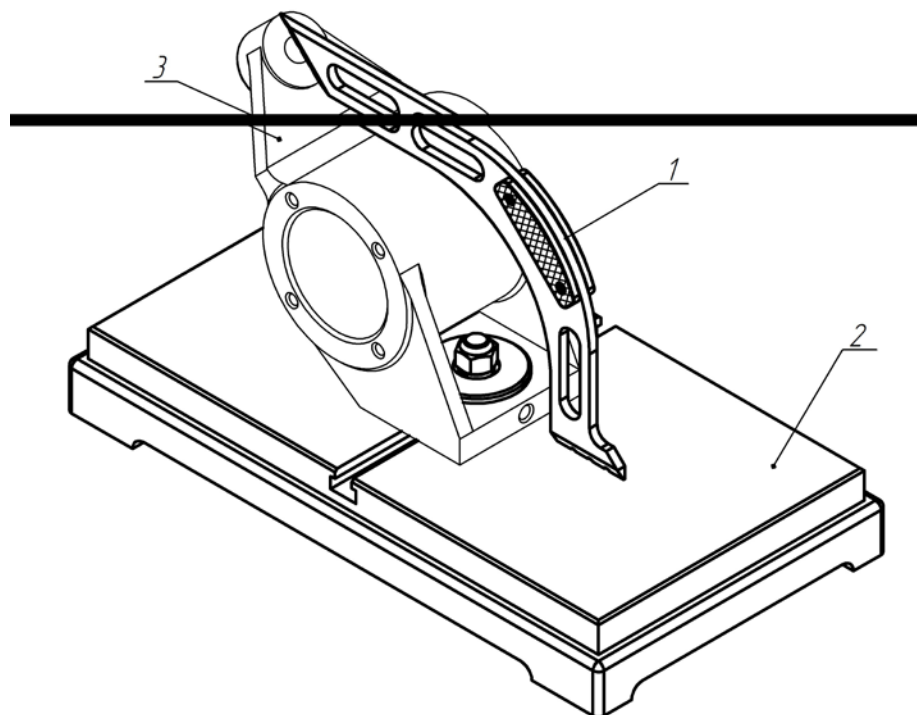


Рисунок 4 – Контрольное приспособление для контроля допуска угла наклона:
1 – шаблон; 2 – поверочная плита; 3 – деталь контролируемая

3.6.2. Контроль отклонения от плоскостности в контрольном приспособлении

На данном приспособлении осуществляем и контроль отклонения от плоскостности поверхности в заданных параметрах.

Контроль производится при помощи лекальной линейки: с двусторонним скосом (ЛД) длиной 200 мм (ГОСТ 8026–92).

Проверка прямолинейности лекальной линейками производится по способу световой щели (на просвет) или по способу следа.

При проверке прямолинейности *по способу световой щели* лекальную линейку накладывают острой кромкой на проверяемую поверхность, а источник света помещают сзади линейки и детали. Линейку держат строго вертикально на уровне глаз, наблюдая за просветом между линейкой и поверхностью в разных местах по длине линейки. Наличие просвета между линейкой и деталью свидетельствует об отклонении от прямолинейности. При достаточном навыке такой способ контроля позволяет уловить просвет от 0,03 до 0,05 мм.

При проверке *способом следа* рабочим ребром линейки проводят по чистой проверяемой поверхности. Если поверхность прямолинейна, на ней останется сплошной след, если нет, то след будет прерывистым.

Допустимое значение отклонения от прямолинейности должно составлять не более 0,08 мм.

4. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

4.1. Значение мероприятий по обучению рабочих в организациях машиностроительного профиля

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.

Одной из форм повышения квалификации специалистов по качеству является специально разработанная программа производственного обучения, предусматривающая наряду с теоретическими занятиями проведение лабораторного практикума. Обучение специалистов по контролю качества проводится на базе автономной некоммерческой организации дополнительного образования Учебный центр «Перспектива» (АНО ДО «Учебный центр «Перспектива» [32]. Адрес: г. Тюмень, ул. Валерии Гнаровской, 12.

АНО ДО «Учебный центр «Перспектива» предлагает начальную подготовку по различным рабочим специальностям, а также курсы повышения квалификации и переподготовки специалистов и рабочих профессий более высокой квалификации. Имеет действующую лицензию, все программы согласованы в областном Министерстве образования и региональном отделении Ростехнадзора.

4.2. Анализ профессионального стандарта «Специалист по контролю качества механосборочных производств»

Далее проанализируем профессиональный стандарт с целью выявления требований к специалисту по профессии «Специалист по контролю качества механосборочного производства» [24].

Профессиональный стандарт по профессии «Специалист по контролю качества механосборочного производства» зарегистрирован в Минюсте России 15 декабря 2014 г. № 1122н и утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 29 января 2015 г. № 35768.

Основная цель вида профессиональной деятельности: обеспечение качества изделий механосборочного производства

Группа занятий:

2145 Инженеры-механики и технологи машиностроения

2123 Специалисты по стандартизации и метрологии

В таблице 11 приведено описание трудовых функций Специалиста по контролю качества механосборочного производства в соответствии с профессиональным стандартом [24].

Таблица 11 – Описание трудовых функций, входящих в профессиональный стандарт (функциональная карта вида профессиональной деятельности)

Обобщенные трудовые функции			Трудовые функции		
код	наименование	уровень квалификации	наименование	код	уровень (подуровень) квалификации
1	2	3	4	5	6
А	Контроль качества заготовок и изделий в механосборочном производстве	5	Контроль качества поступающих материалов, заготовок и комплектующих изделий	А/01.5	5
			Контроль качества и испытания изготавливаемых изделий машиностроения низкой и средней сложности	А/02.5	5
			Контроль соблюдения технологической дисциплины	А/03.5	5
			Выявление причин брака в производстве изделий машиностроения низкой и средней сложности и разработка рекомендаций по его устранению	А/04.5	5
В	Обеспечение качества изделий в механосборочном производстве	6	Контроль качества и испытания изготавливаемых изделий машиностроения высокой сложности	В/01.6	6
			Выявление причин брака в производстве изделий машиностроения высокой сложности и разработка рекомендаций по его устранению	В/02.6	6
			Разработка и внедрение новых методик, методов и средств контроля и испытаний	В/03.6	6
			Руководство структурным подразделением технического контроля	В/04.6	6

Окончание таблицы 11

1	2	3	4	5	6
С	Управление качеством изделий в механосборочном производстве	7	Обеспечение функционирования системы управления качеством в организации	С/01.7	7
			Организация работ по обеспечению качества изготавливаемых изделий	С/02.7	7
			Организация работ по анализу претензий и рекламаций потребителей	С/03.7	7
			Руководство структурным подразделением контроля качества организации	С/04.7	7

Проанализируем обобщенную трудовую функцию – «Обеспечение качества изделий в механосборочном производстве».

Данная трудовая функция, согласно стандарту имеет код В/01.6 и принадлежит шестому уровню квалификации. Анализ приведен ниже:

Наименование	Обеспечение качества изделий в механосборочном производстве	Код	В	Уровень квалификации	6
--------------	---	-----	---	----------------------	---

Возможные наименования должностей	Инженер по качеству I категории Старший инженер по качеству Ведущий инженер по качеству Инженер по контролю качества I категории Старший инженер по контролю качества Ведущий инженер по контролю качества Инженер отдела технического контроля I категории Старший инженер отдела технического контроля Ведущий инженер отдела технического контроля Начальник бюро технического контроля Заместитель начальника бюро технического контроля Начальник бюро качества Заместитель начальника бюро качества Старший мастер контрольный
-----------------------------------	---

Требования к образованию и обучению	Высшее образование - специалитет, магистратура. Дополнительные профессиональные программы - программы повышения квалификации, программы профессиональной переподготовки по метрологии и стандартизации для получивших образование по специальностям машиностроительного профиля или Дополнительные профессиональные программы - программы повышения квалификации, программы профессиональной переподготовки по машиностроению для получивших образование по специальностям в области метрологии, стандартизации, управления качеством
Требования к опыту практической работы	Опыт работы в должности специалиста по контролю качества механосборочного производства 5-го квалификационного уровня не менее трех лет
Особые условия допуска к работе	Прохождение обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических медицинских осмотров (обследований), а также внеочередных медицинских осмотров (обследований) в установленном законодательством Российской Федерации порядке Прохождение работником противопожарного инструктажа Прохождение работником инструктажа по охране труда на рабочем месте

Обобщенная трудовая функция – «Обеспечение качества изделий в механосборочном производстве» имеет ряд трудовых функций.

Выберем трудовую функцию – «Контроль качества и испытания изготавливаемых изделий машиностроения высокой сложности», т.к. деталь «Рычаг», рассматриваемая в дипломном проекте, относится к категории особо ответственных деталей и должна быть подвергнута тщательному контролю и испытаниям. Данная трудовая функция должна быть сформирована на 6-ом уровне (подуровне) квалификации. Анализ приведен в таблице 12.

Таблица 12 – Анализ трудовой функции «Контроль качества и испытания изготавливаемых изделий машиностроения высокой сложности»

Наименование	Содержания
1	2
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

Окончание таблицы 12

1	2
	<p>Оформление документации по результатам контроля и испытаний Подготовка документов аттестации и сертификации изготавливаемых изделий Учет и систематизация данных о фактическом уровне качества изготавливаемых изделий</p>
<p>Требования к образованию и обучению</p>	<p>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</p>
<p>Требования к опыту практической работы</p>	<p>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</p>

В итоге анализа данной трудовой функции мы выявили, что Специалист, обладающий всеми вышеуказанными качествами и соответствующий вышеизложенным требованиям подходит для непрерывного контроля изготовления детали «Рычаг».

4.3. Учебный план повышения квалификации специалистов по контролю качеству

Основной задачей повышения производственной квалификации является подготовка специалистов, распространение необходимых знаний и навыков, повышение профессиональных знаний и навыков рабочих, овладение методами и умением работы с вновь спроектированными контрольными приспособлениями.

Обучение будут проходить: контрольный мастер и лицо, замещающее его, чтобы в дальнейшем обучить контролёров, закреплённых за данной операцией.

К концу обучения они должны уметь выполнять работы, предусмотренные квалификационной характеристикой, в соответствии с техническими нормами и правилами, установленными на предприятии.

По окончании обучения проводится квалификационный экзамен в соответствии со стандартами предприятия.

Тематическое планирование и содержание тем

Процесс повышения квалификации специалиста по контролю качества механосборочного производства производится в четыре этапа (таблица 13). На производственное обучение отводится 34 часа.

Первый этап обучения – вводный. На этом этапе производят ознакомление обучаемых с правилами техники безопасности, а также с квалификационной характеристикой и учебной программой.

Подготовительный этап: изучаются и осваиваются правила пользования контрольным приспособлением, его устройство, подготовка приспособления к работе, настройка и калибровка индикатора часового типа, проведение контроля радиального биения, проведение контроля торцевого биения, проведение проверки работоспособности контрольного приспособления.

Формирование умений и навыков: на этом этапе закрепляются полученные ранее знания, касающиеся различных видов контрольных операций в соответствии с учебной программой.

На заключительном этапе совершенствуются приобретенные навыки и доводятся до уровня соответствующего приобретаемой квалификации.

Каждый из четырёх этапов обучения имеет собственную структуру и методику обучения, и каждый из них является важным на протяжении всего срока обучения.

По окончании курсов проводится квалификационный экзамен.

Таблица 13 – Тематический план повышения квалификации специалиста по контролю качества механосборочного производства

Номер раздела	Наименование тем	Кол-во часов
Раздел 1	Метрологическое обеспечение машиностроительного производства. Современное измерительное оборудование	4
Раздел 2	Правила пользования контрольным приспособлением, изучение устройства контрольного приспособления.	18
Раздел 2.1	Нормативная, техническая и технологическая документация. Организация рабочего места специалиста по контролю качества МСП.	6
Раздел 2.2	Изучение теоретической части: радиальное и торцевое биение, устройство индикатора часового типа (ИЧ)	6
Раздел 2.3	Изучение процесса контроля радиального и торцевого биения	6
Раздел 3	Контроль отклонений формы и расположения поверхностей	4
Раздел 3.1	Работа №1 Контроль радиального биения	2
Раздел 3.2	Работа №2 Контроль торцевого биения	2
Раздел 4	Лабораторно-практические работы	6
Раздел 4.1	<i>Лабораторная работа №1</i> – Выбор и калибровка индикаторной головки. Подготовка контрольного приспособления к работе.	2
Раздел 4.2	<i>Лабораторная работа №2</i> – Определение отклонения от плоскостности поверхностей детали «Рычаг» с использованием контрольного приспособления Регистрация результатов. Чтение результатов измерения.	2
Раздел 4.3	<i>Лабораторная работа №3</i> – Проверка работоспособности контрольного приспособления	2
Зачет		2
	ИТОГО	34

Содержание разделов

Раздел 1. Метрологическое обеспечение машиностроительного производства. Современное измерительное оборудование.

Учебно-воспитательные задачи производственного обучения при повышении квалификации. Содержание труда в соответствии с требованиями квалификационной характеристики. Ознакомление с программой производственного обучения и видам работ, выполняемых специалистом по контролю качества МСП. Типовая инструкция по безопасности труда при контроле и измерении деталей. Правила безопасности труда при проверке и испытании узлов и механизмов. Пожарная безопасность. Электробезопасность.

Раздел 2. Обучение правилам пользования контрольным приспособлением.

2.1. Разбор нормативной, технической и технологической документации. Обучение приёмам рациональной организации рабочего места, при работе с контрольным приспособлением. Формирование навыков высокоэффективного контроля качества.

2.2. Изучение устройства контрольного приспособления, и устройства индикаторов часового типа.

2.3. Изучение методов контроля отклонений формы и расположения поверхностей сложных корпусных деталей и деталей средней сложности после механической и слесарной обработки. Регистрация результатов измерения. Чтение и обработка результатов проведенных измерений.

Раздел 3. Самостоятельное выполнение работ в соответствии с требованиями учебной программы и единого тарифно-квалификационного справочника. Контроль отклонений формы и расположения поверхностей сложных корпусных деталей и деталей средней сложности после механической и слесарной обработки. Оформление документации о годности изделий.

Раздел 4. Лабораторно-практические работы.

4.4. Разработка методических указаний для лабораторной работы

Тема работы: «Определение отклонений от плоскостности поверхностей детали «Рычаг» с использованием контрольного приспособления»

Цель работы: освоить методы контроля отклонений от плоскостности поверхностей детали «Рычаг».

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. На основании полученных результатов дать заключение о годности детали в соответствии с заданными требованиями.

Средства измерений и вспомогательные устройства:

- контрольное приспособление;
- контролируемые детали;
- чертеж детали;

Работа рассчитана на два часа.

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 Δ . При этом должно обеспечиваться условие $\Delta \leq T$, где T – допуск формы и расположения.

Отклонение поверхностей от плоскостности равно наибольшему отклонению Δ . 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 расположения 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 для каждого вида допуска формы и расположения поверхностей установлен определённый знак, содержащий числовое значение, а при необходимости и буквенное обозначение базы измерения [9].

Описание устройства контрольного приспособления:

Данное приспособление (рисунок 4) предназначено для проведения контроля отклонения от плоскостности поверхности в заданных параметрах. Контроль производится при помощи лекальной линейки: с двусторонним скосом (ЛД) длиной 200 мм (ГОСТ 8026–92).

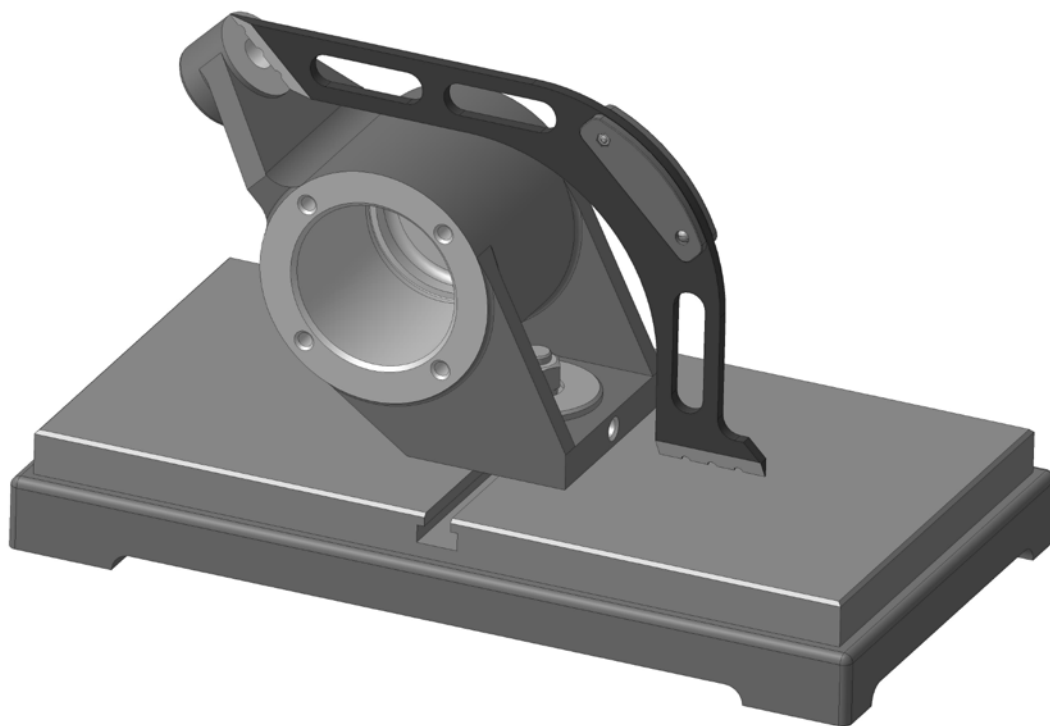


Рисунок 4 – Схема крепления детали в приспособлении и контроля угла наклона

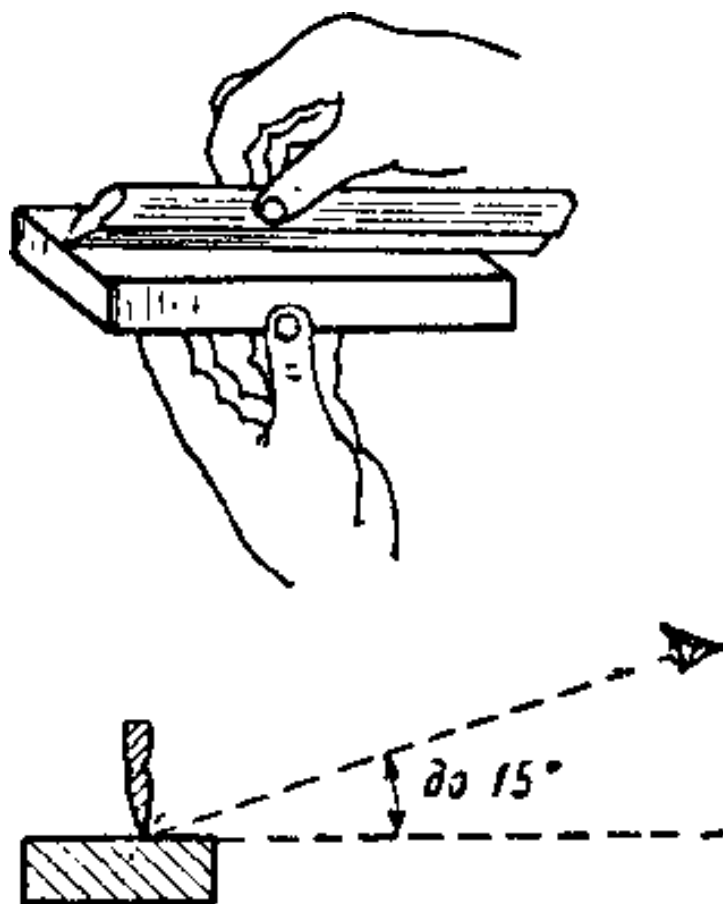


Рисунок 5 – Проверка плоскостности

Проверка прямолинейности лекальной линейками производится по способу световой щели (на просвет) или по способу следа.

При проверке прямолинейности *по способу световой щели* лекальную линейку накладывают острой кромкой на проверяемую поверхность, а источник света помещают сзади линейки и детали. Линейку держат строго вертикально на уровне глаз, наблюдая за просветом между линейкой и поверхностью в разных местах по длине линейки. Наличие просвета между линейкой и деталью свидетельствует об отклонении от прямолинейности. При достаточном навыке такой способ контроля позволяет уловить просвет от 0,03 до 0,05 мм.

При проверке *способом следа* рабочим ребром линейки проводят по чистой проверяемой поверхности. Если поверхность прямолинейна, на ней останется сплошной след, если нет, то след будет прерывистым.

Допустимое значение отклонения от прямолинейности должно составлять не более 0,08 мм.

Описание работы приспособления:

Поверочная плита имеет Т-образный паз, который предназначен для закрепления Детали на плите через отверстие $\varnothing 50H9$ путем фиксации болтовым соединением Прижима. Закрепление детали таким образом позволяет установить контролируемую поверхность под углом 45° относительно базовой плоскости А, что позволяет проводить контроль отклонения от плоскостности при помощи линейки.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ

1. Ознакомиться с теоретической частью.
2. Определить по чертежу детали величину контролируемого параметра.
3. Установить деталь в приспособление. Произвести настройку приспособления на нулевую отметку индикатора.
4. Определить значения отклонений от плоскостности.
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 14.

Таблица 14 – 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 15.

Таблица 15 – Результаты измерений отклонения от плоскостности

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

5. Дать заключение о годности детали

6. 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 : Справочник. – Москва : 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. – Москва : Машиностроение, 2001. – 284 с.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе выполнения выпускной квалификационной работы были выполнены поставленные цели и задачи. Разработана для детали «Рычаг» технология контроля, а также специальные средства измерения для пооперационного контроля качества детали. Деталь «Рычаг» является основным органом узла двухроликовой направляющей, предназначенной для осуществления транспортных работ.

В технологической части произведён выбор видов 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, комплексный калибр для контроля расположения отверстий, контрольные приспособления для контроля отклонений расположения и формы поверхностей.

В методической части проанализирован профессиональный стандарт «Специалист по контролю качества механосборочного производства» с целью выявления требований к специалисту по профессии. Разработан учебный план повышения квалификации специалиста по контролю качества механосборочного производства, разработана лабораторная работа по определению отклонений формы и расположения поверхностей детали с использованием спроектированного контрольного приспособления для курсов повышения квалификации специалистов по контролю качества механического цеха ООО «Экспострой».

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. *Белкин, И.М.* Средства линейно-угловых измерений [Текст] : справ. / И.М. Белкин. – Москва : Машиностроение, 1987. – 368 с.
2. *Бесфамильная, Л.В.* Экономическая эффективность средств измерений при контроле качества продукции [Текст] / Л.В. Бесфамильная. – Москва : Издательство стандартов, 2006. – 192 с.
3. *Варакута, С.А.* Управление качеством продукции [Текст] : учеб. пособие / С. А. Варакута. – Москва : ИНФРА – М, 2006. – 207 с.
4. *Войтоловский, В.Н.* Организация технического контроля на промышленных предприятиях [Текст] / В.Н. Войтоловский, В.Н. Федотов. – Москва : Издательство стандартов, 1993. – 214 с.
5. *ГОСТ 10–88.* Нутромеры микрометрические. Технические условия [Текст]. – Введ. 1990-01-01. – Москва : Стандартиформ, 2006. – 10 с.
6. *ГОСТ 14810–69.* Калибры-пробки гладкие двусторонние со вставками диаметром свыше 3 до 50 мм. Конструкция и размеры [Текст]. – Введ. 1971-01-01. – Москва : Издательство стандартов, 1985. – 16 с.
7. *ГОСТ 16085–80.* Калибры для контроля расположения поверхностей. Допуски [Текст]. – Введ. 1982-01-21. – Москва : Стандартиформ, 2003. – 24 с.
8. *ГОСТ 16504–81.* Испытания и контроль качества продукции [Текст]. – Введ. 1982-01-01. – Москва : Стандартиформ, 2011. – 26 с.
9. *ГОСТ 18360–93.* Калибры-скобы листовые для диаметров от 3 до 260 мм. Размеры [Текст]. – Введ. 1995-01-01. – Москва : Стандартиформ, 2005. – 12 с.
10. *ГОСТ 2015–84.* Калибры гладкие нерегулируемые. Технические требования [Текст]. – Введ. 1985-01-01. – Москва : Стандартиформ, 2003. – 16 с.
11. *ГОСТ 24939–81.* Калибры для цилиндрических резьб. Виды [Текст]. – Введ. 1982-01-01. – Москва : Издательство стандартов, 2003. – 19 с.
12. *ГОСТ 24997–2004.* Калибры для метрической резьбы. Допуски [Текст]. – Введ. 2005-07-01. – Москва : Стандартиформ, 2006. – 27 с.

13. *ГОСТ 3.1502–85*. Правила оформления документов на технический контроль [Текст]. – Введ. 1984-01-01. – Москва : Издательство стандартов, 2003. – 20 с.
14. *ГОСТ 577–68*. Индикаторы часового типа с ценой деления 0,01 мм. Технические условия [Текст]. – Введ. 1968-07-01. – Москва : Издательство стандартов, 2002. – 11 с.
15. *ГОСТ 6507–90*. Микрометры. Технические условия [Текст]. – Введ. 1991-01-01. – Москва : Издательство стандартов, 2004. – 12 с.
16. *ГОСТ 8.010–2013*. ГСИ. Методики выполнения измерений [Текст]. – Введ. 2015-01-01. – Москва : Стандартиформ, 2014. – 30 с.
17. *ГОСТ 8.050–73*. ГСИ. Нормальные условия выполнения линейных и угловых измерений [Текст]. – Введ. 1975-07-01. – Москва : Госстандарт, 1988. – 16 с.
18. *ГОСТ 8.051–81*. ГСИ. Погрешности, допускаемые при измерении линейных размеров до 500 мм [Текст]. – Введ. 1982-01-01. – Москва : Издательство стандартов, 1987. – 13 с.
19. *Дипломное проектирование в профессионально-педагогическом вузе* [Текст] : учеб.-метод. пособие / Б. Н. Гузанов, И. В. Осипова, О. В. Тарасюк, М. А. Черепанов. – Екатеринбург : Издательство ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2007. – 182 с.
20. *Единый тарифно-квалификационный справочник работ и профессий рабочих* [Текст]. – Выпуск 2. – Москва : Машиностроение, 1989. – 65 с.
21. *Левенсон, Е. М.* Контрольно-измерительные приспособления в машиностроении [Текст] / Е. М. Левенсон. – Москва : Гос. науч.-техн. изд-во машиностроит. лит., 1996. – 232 с.
22. *Метрологическая экспертиза конструкторской и технологической документации. Основные положения и задачи* [Текст]. – Москва : Издательство стандартов, 2013. – 77 с.

23. *Общемашиностроительные* нормативы для технического нормирования контрольных работ [Текст]. – Издание 2-е. – Москва : Машиностроение, 1974. – 406 с.

24. *Профессиональный* стандарт «Специалист по контролю качества механосборочного производства» [Электронный ресурс] // Утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 25 декабря 2014 г. № 11228н. – Режим доступа : <http://classinform.ru/profstandarty/40.090-spetcialist-po-kontroliu-kachestva-mehanosborochnogo-proizvodstva.html>.

25. *Р 50-609-38–01*. Рекомендации. Единая система технологической документации. Правила оформления документации контроля. Паспорт технологический. Карта измерений. Журнал контроля технологического процесса [Текст]. – Введ. 2001-12-25. – Нижний Новгород : НИУ контроля и диагностики технических систем, 2001. – 27 с.

26. *Р 50-609-39–01*. Рекомендации. Правила выбора средств контроля [Текст]. – Введ. 2001-12-25. – Нижний Новгород : НИУ контроля и диагностики технических систем, 2001. – 9 с.

27. *Р 50-609-40–01*. Рекомендации. Технологическое проектирование технического контроля [Текст]. – Введ. 2001-12-25. – Нижний Новгород : НИУ контроля и диагностики технических систем, 2001. – 30 с.

28. *Р 50-54-4-87*. Единая система технологической подготовки производства. Виды технического контроля [Текст]. – Введ. 1987-06-03. – Горький : ВНИИНМАШ, 1987. – 19 с.

29. *РМГ 62–2003*. Государственная система обеспечения единства измерений. Обеспечение эффективности измерений при управлении технологическими процессами. Оценивание погрешности измерений при ограниченной исходной информации [Текст]. – Введ. 2005-01-01. – Москва : Стандартинформ, 2008. – 20 с.

30. *РМГ 63–2003*. Государственная система обеспечения единства измерений. Обеспечение эффективности измерений при управлении технологиче-

скими процессами. Метрологическая экспертиза технической документации [Текст]. – Введ. 2005-01-01. – Москва : Стандартинформ, 2009. – 15с.

31. *Чупырин, В.Н.* Технический контроль в машиностроении [Текст] : справ. проектировщика / В.Н. Чупырин [и др.] ; под общ. ред. В.Н. Чупырина, А. Д. Никифорова. – Москва : Машиностроение, 1987. – 512 с.

32. *Учебный* центр «Перспектива» : официальный сайт [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://kurs.perspekt174.ru/>.