

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ПЕТРА ВЕЛИКОГО**

Институт металлургии, машиностроения и транспорта

Кафедра <<Технологические процессы и оборудование автоматизированных  
машиностроительных производств>>

Допускаю к защите

И.О. Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А. В. Приемышев

<<\_\_\_\_>> \_\_\_\_\_ 2015г.

**ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ**

Тема:<<Конструкторско-технологическое и инструментальное обеспечение  
изготовления группы специальных деталей>>

Специальность: 151002 -“ МЕТАЛЛООБРАБАТЫВАЮЩИЕ СТАНКИ И  
КОМПЛЕКСЫ”

Выполнил:

студент группы 53329/3

В.А.Корелин

Руководитель

к.т.н., профессор

А.Я.Братчиков

Консультанты:

по экономической части

к.в.н., доцент

В.И.Петрович

по вопросам БЖД

к.т.н., доцент

А.И.Демидов

Рецензент:

к.т.н., доцент

С.В.Портнов

Санкт-Петербург

2015

## Содержание

	стр.
Введение	5
<b>1. Методы классификации</b>	<b>7</b>
1.1 Анализ действующей ОАО “Силовые машины” (филиал ЛМЗ) системы классификации деталей.	7
1.2 Описание структуры предлагаемого обобщенного конструкторско-технологического классификатора.	10
1.2.1 Общие положения.	10
1.2.2. Принцип построения обобщенного классификатора.	11
1.2.3. Структура конструкторского классификатора.	13
1.2.4. Структура технологического классификатора.	14
<b>2. Формирование конструкторско-технологического кода крепёжных деталей</b>	<b>17</b>
<b>3. Разработка технологического процесса</b>	<b>21</b>
3.1 Группирование деталей.	21
3.2 Система автоматизации технологического проектирования ТехноПро.	23
3.2.1 Общие положения.	23
3.2.2 Структура системы ТехноПро.	25
3.3 Описание оборудования.	28
3.4 Технологический процесс изготовления детали “Болт калиброванный”.	35
<b>4. Проектирование ГАУ</b>	<b>39</b>
4.1 Оснащение ГАУ.	39
4.2 Расчёт клещевого захвата.	39
<b>5. Организационно-экономическая часть</b>	<b>41</b>
5.1 Анализ сопоставляемых вариантов и исходная информация для расчёта основных технико-экономических показателей.	41

5.1.1. Обоснование выбора нового варианта.	41
5.1.2. Исходные данные для расчёта.	43
5.1.3. Расчёт объёма запуска на производство.	43
5.1.4. Расчёт потребности в оборудовании.	44
5.1.5. Расчёт потребности в производственных площадях.	45
5.2 Расчёт себестоимости и определение цены одного изделия.	46
5.2.1. Расчёт технологической себестоимости изделия.	46
5.2.2. Производственная, общехозяйственная, коммерческая себестоимость изготовления детали, цена готового изделия.	49
5.3 Расчёт поступления денежных средств.	50
5.4 Расчёт платежей денежных средств.	51
5.4.1. Расчёт инвестиционных затрат.	51
5.4.2. Расчёт текущих затрат.	52
<b>6. Безопасность жизнедеятельности.</b>	<b>54</b>
Заключение	66
Литература	67

## Введение

Необходимость постоянного совершенствования организации производства и повышения производительности труда при механической обработке заготовок, особенно в условиях широкой номенклатуры деталей, привели к идее типизации технологических процессов. Это является особенно актуальным для условий единичного и мелкосерийного производства при периодическом изготовлении однотипных деталей.

При всем многообразии деталей энергомашиностроительного производства среди них всегда можно найти большое количество деталей аналогичной конфигурации, близких по точности изготовления, маркам материалов и требованиям, предъявляемым к качеству обработки.

Идею типизации технологических процессов выдвинул впервые в 1930-х годах профессор А.П.Соколовский. Развиваясь вместе с производством, типизация стала одним из средств технологической подготовки производства. «Типизация должна обеспечить устранение многообразия технологических процессов, обоснованным сведением их к ограниченному числу типов и является базой для разработки стандартов на типовые технологические процессы (ГОСТ 14.303-73).

Проведение типизации технологических процессов для сходных по конфигурации и технологическим особенностям деталей предусматривает их изготовление по одинаковым технологическим процессам, основанным на применении наиболее совершенных способов обработки, обеспечивающих достижение наивысшей производительности и экономичности производства.

В соответствии с ГОСТ 14.301-83 типовой технологический процесс разрабатывается для изготовления в конкретных производственных условиях типового представителя группы изделий, обладающих общими конструктивно-технологическими признаками.

Типизация может производиться по трем направлениям:

1. Обработка отдельных поверхностей
2. Обработка отдельных (типовых) сочетаний поверхностей
3. Обработка заготовки в целом.

Работа по типизации технологических процессов в любом из указанных направлений должна начинаться с создания классификатора поверхностей или деталей в целом.

Основной задачей классификации является проведение всего многообразия деталей к минимальному числу типов, для которых можно разработать типовые технологические процессы.

Наиболее прогрессивным направлением в создании типовой технологии в настоящее время является ее проектирование с применением автоматизированных систем. Одной из таких систем является «ТехноПро».

Эта система предназначена для проектирования операционных и маршрутных технологических процессов, включая формирования маршрута, операций и переходов с выбором оборудования и приспособлений, подбором инструментов. Она также позволяет производить расчеты технологических размерных цепей, режимов резания и норм времени.

Наряду с оригинальным методом проектирования «Общих технологических процессов», система поддерживает большинство традиционных методов:

- Проектирование по типовому процессу
- Групповому процессу
- Процессу-аналогу
- Синтез технологических процессов

Темой настоящего комплексного дипломного проекта явилась задача проектирования прогрессивной типовой технологии механической обработки деталей типа тел вращения в условиях ОАО «ЛМЗ». При этом в качестве конструкторского классификатора предлагалось использовать классификатор деталей по ЕСКД, ГОСТ 2.201-80 и «ЕСКД Обозначение изделий и конструкторских документов.» Технологический классификатор, принятый в соответствии с ЕСТД, переработан в части сокращения длины технологического кода применительно к условиям производства ОАО «ЛМЗ».

# 1 Метод классификации

## 1.1. Анализ системы классификации деталей действующий н ОАО «Силовые машины» (филиал ЛМЗ)

Основной действующей в настоящее время на предприятии системы классификации и обозначения деталей основного производства остается классификатор ЦКТИ и ЛМЗ издания 1965г. Со времени выхода в свет этого классификатора он ни разу не переиздавался, изменений в него не вносилось и его структура до сих пор остается неизменной.

За указанный период времени на заводе выпущено более двухсот стандартов предприятия, в которых обозначения стандартных деталей приняты на основании данного классификатора. Вместе с тем на нестандартные детали основных изделий, выпускаемых по специальным чертежам, эта классификация и обозначения не распространяются.

В рассматриваемом классификаторе все детали делятся на 10 классов, каждый класс – на 10 секторов – 10 групп и каждая группа – на 10 подгрупп.

Поскольку каждая из составляющих классификатор структур обозначается одним знаком, то основная классификационная характеристика детали включает в себя четыре знака. Например: болт М6-6g\*8.46 с гладким стержнем и шестигранной головкой по ГОСТ 7798-70 будет обозначаться кодом 7801. Анализ четырехзначного кода показывает, что четырех цифр явно недостаточно даже применительно к характеристике такой простой детали, какой является болт.

Этот номер не идентифицируется с конкретным типоразмером болта, что является существенным недостатком данного классификатора. Более того, в данный вид могут неоправданно отнесены, например, болты с отверстием под шплинт на стержне, для которых должен быть предусмотрен другой вид в классификаторе и иной идентификационный номер.

Указанное свидетельствует об отсутствии системного подхода к созданию классификатора и о необходимости увеличения числа знаков в обозначении классификационной характеристике детали с введением регистрационного номера каждой конкретной детали.

С целью использования классификатора в работе к четырехзначному коду на заводе были специально присвоены в соответствии со стандартом предприятия СТП 07.03.017-87 два важным технологических признака: код группы материала детали и код её размерной характеристики. Однако выяснилось, что для технологии изготовления деталей и этих двух добавлений недостаточно. Потребовалось внесение трехзначного кодового обозначения соответствующего покрытия детали. В итоге образовался код детали со смешанным набором конструктивных и технологических признаков. Он состоит из 12 знаков и имеет вид: 10.7801.167.131. здесь:

- 10 – группа углеродистых конструкционных сталей;
- 7801 – классификационная характеристика детали;
- 167 – типоразмерная характеристика детали (кодовая);
- 131 – кодовое обозначение покрытия.

Следует отметить, что и окончательно полученный код стандартной детали не содержит всей необходимой информации для его изготовления. В данном случае отсутствует требуемой точности и шероховатости наиболее важной поверхности детали, вида заготовки. Это, в свою очередь, привело к необходимости разработки дополнительного документа: технологической таблицы стандартные на детали с полной их конструкторско-технологической характеристикой.

Эти постепенные «усовершенствования» кодированного обозначения свидетельствуют о несовершенстве принятого почти 10 лет назад классификатора и об отсутствии к системному подходу решения задач



классификации и кодирования деталей, что, в свою очередь препятствует нормальной организации внедрению САПР ТП в производство, а также ограничивает возможность разработки технологии на изготовление типовых деталей.

Отсутствие на предприятии единой системы классификации и кодирования специальных деталей привело к низкому уровню унификации изделий, большому числу необоснованно выпускаемых чертежей на конструктивно схожие детали, неоправданно увеличенному количеству специальной технологической оснастки и инструмента, дополнительной технической документации и соответственно, удорожанию выпускаемой предприятием продукции.

## **1.2 Описание структуры предлагаемого обобщенного конструкторско-технологического классификатора.**

### **1.2.1 Общие положения.**

Предлагаемая система классификации изделий основного и вспомогательного производства в энергомашиностроении основана на принципах действующего единого конструкторско-технологического классификатора, созданного на базе ГОСТ 2201-80 “Обозначение изделий и конструкторских документов “, а также систем ЕСКД и ЕСТП. Он может использоваться на рабочем месте конструктора и технолога, и может быть интегрирован в систему автоматизации конструкторско-технологического обеспечения.

В соответствии с ЕСКД и ЕСТП полный конструкторско-технологический классификатор (ПКТК) состоит из двух частей: конструкторского классификатора (КК) и технологического классификатора (ТК).

Принцип стандартной конструкторской классификации деталей и способ их кодирования оставлен практически без изменений. Однако, методика

технологической классификации и принцип кодирования претерпели некоторые изменения.

Предлагаемая схема конструкторско-технологического кодирования деталей на период её внедрения в производство не отменяет принятую на предприятии систему кодирования стандартных деталей или чертежных обозначений специальных деталей. На этот период предлагается ввести двойное обозначение деталей.

### **1.2.2. Принцип построения обобщённого классификатора**

Обобщенный ПКТК разработан для следующих деталей: установление единой классификационной системы обозначения изделий, а также конструкторских и технологических документов;

Ускорение и облегчение поиска разрабатываемых и изготавливаемых изделий и конструкторских документов;

Выявление объектов и определение направлений стандартизации и унификации;

Широкого использования средств вычислительной техники в проектировании и производстве изделий, а также в технологической подготовке производства;

Обеспечения автоматизации разработки конструкторской и технологической документации;

Возможности эффективной разработки типовых и групповых технологических процессов в системах САПР ТП.

Рационального выбора технологического оборудования.

Конструкторский классификатор (КК) построен по иерархическому принципу, основанному на дедуктивном логическом делении

классификационного множества. Этот принцип обеспечивает увеличивающуюся конкретизацию признаков изделий на разных уровнях деления. При классификации изделий использованы следующие признаки:

Функциональный

Служебного назначения

Конструктивный принцип действия

Параметрический геометрическая форма

Наименование

В классификатор включены классификационные группировки разработанных и разрабатываемых изделий (детали, сборочные единицы, комплексы и комплекты) основного и вспомогательного производства, в том числе и стандартные изделия. Классы КК являются наиболее обобщёнными группировками, исходными для дальнейшей классификации, обеспечивающими классификацию изделий по принципу принадлежности к отрасли энергомашиностроения. Нулевые подклассы использованы для классификации документов, нулевые группы, подгруппы и виды для итоговых расчётов.

Классификационные признаки, положены в основу деления классификационного множества, и принятый в классификаторе метод классификации обеспечивают создание таких классификационных группировок, которые на каждой ступени деления взаимно исключают друг друга. В противном случае изделия, характеризующиеся одними и теми же признаками, могли бы попасть в разные классификационные группировки, что стало бы причиной частичной потери информации при поиске.

При классификации, например, деталей типа тел вращения на первой ступени классификации использованы признаки: функциональный,

конструктивный, параметрический, назначения, наименования. Глубина классификации установлена такой, что видовые группировки достаточно подробно характеризуют свойства входящих в них изделий без указания конкретной марки и типоразмеров ( эти характеристики отражены в технологическом коде детали) и позволяет осуществлять удобный тематический поиск изделий.

### **1.2.3. Структура конструкторского классификатора.**

Принятая в работе структура КК и система кодирования изделий, сборочных единиц и деталей соответствует КСКД и ГОСТ 2201-80, устанавливающим единую классификацию изделий основного и вспомогательного производства. Детали типа тел вращения, рассматриваемые в настоящей работе и относящиеся к номенклатуре цеха №214, принадлежат в основном, к двум классам классификатора ЕСКД №71 и №75.

Класса 71 включает в себя детали тел вращения типа колец, дисков, втулок, Валов, штоков, букс, шпинделей и др.

Класс 75 включает в себя детали тел вращения крепежные типа болтов, винтов, шпилек и др.

Структура класса и формируемого кода детали представлены на схеме:

Класс

Подкласс

Группа

Подгруппа

Вид

В соответствии с ЕСКД каждый класс деталей имеет описательный каталог, где согласно описанного каждого вида детали, в соответствующей ячейке помещается графическое изображение описываемой детали.

Ниже представлена, в качестве примера, структура одного подкласса класса 71, непосредственно использованного в работе. Код детали строиться в соответствии со структурой КК и имеет вид:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Где:

- Поз. 1-4 обозначают буквенное обозначение завода-изготовителя
- Поз. 5-10 обозначение классификационной характеристики детали
- Поз. 5 и 6 – класс детали
- Поз.7 – номер подкласса детали
- Поз 8-номер подгруппы детали
- Поз. 9 – номер подгруппы детали,
- Поз. 10- вид детали
- Поз. 11-13 – обозначение порядковой регистрационный номер детали внутри данного вида

#### **1.2.4 Структура технологического классификатора**

- В основу технологического классификатора деталей положен фасетный метод, при котором заданное множество делят на группировки независимо по различным признакам классификатора.
- В качестве классификационных признаков были использованы существенные технологические характеристики деталей, которые в сочетании с конструктивными признаками определяют их технологическое подобие. В структуре технологического кода за каждым признаком надёжно закреплён определённый разряд (позиция) и число знаков.
- Технологическое кодовое обозначение детали имеет длину пятнадцати знаков. Это кодовое обозначение состоит из двух частей: кодового обозначения классификационных группировок основных признаков (постоянная часть) – 8 знаков и кодового обозначения

классификационных признаков группировок, характеризующих вид детали по методу её изготовления (переменная часть) – 7 знаков.

- В предложенном технологическом коде длинна увеличена на 3 знака по сравнению с кодом по ЕСТД за счёт исключения из кода буквенных обозначений наибольшего диаметра, её длины и наименьшего диаметра центрального отверстия. При этом каждый из этих параметров стал обозначаться не одним а двумя знаками (всего +3 знака)
- Вместе с тем сокращена переменная часть кода: исключён код, характеризующий условное обозначение процесса резания (-1 знак) и код, характеризующий массу детали (-1 знак). Это обусловлено тем, что в работе рассматриваются только процессы со снятием стружки (т.е этот код оказывается постоянной величиной), а представление о массе детали даёт её размерная характеристика (D,l,d- шесть первых цифр кода).

т.о., предлагаемый технологический код детали имеет вид:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Позиции 1-2 – код наружного наибольшего диаметра детали D, позиции 3 и 4 – код длины детали по оси вращения l, позиции 5 и 6 – код наименьшего диаметра центрального отверстия d. Кода этих параметров для деталей типа тел вращения приведены в табл. 6. При этом ряды размеров приняты в соответствии с их градацией по системе ISO в диапазоне от 0 до 20000мм. Отметим, что к деталям типа тел вращения относятся детали (кроме изогнутых из листов, полос и лент), наружная поверхность которых образована вращением вокруг оси (прямой или изогнутой), каждая точка которой имеет постоянный радиус вращения, в т.ч. с элементами не тела вращения любой длины, вписывающимися в окружность наибольшего диаметра детали. При этом для болтов с

шестигранной или квадратной головкой, а также для прутков подобных сечений за наибольший диаметр  $D$  принимается диаметр описанной окружности вокруг сечения данного профиля.

Позиции 7 и 8 кода обозначают код группы материала, из которого изготовлена деталь.

- Позиции 9 и 10 кода обозначают вид исходной заготовки.

- Позиции 11 и 12 обозначают наименьший квалитет.

- Кодом «0» обозначаются детали, поверхности которых не подвергаются обработке резанием; детали, не имеющие внутренних поверхностей; детали, у которых наружная или внутренняя поверхность являются только резьбовыми. Детали со специальными полями допусков, кодируют после сопоставления допусков, заданных на чертеже, с основными отклонениями и допусками по соответствующему стандарту.

- При определении наименьшего квалитета, размера наружных поверхностей у деталей-тел вращения не учитывают квалитеты; резьбовых поверхностей, наименьшего диаметра зубьев и шлицев, пазов выступов, которые не являются поверхностями вращения. При кодировании наименьшего квалитета размеров внутренних поверхностей деталей – тел вращения учитывают только точность центрального отверстия.

- Детали кодируют по наличию или отсутствию операций термической обработки, расположению этой операции в маршруте изготовления детали и значению твёрдости, полученной после термообработки, и также по наличию или отсутствию неметаллических покрытий.

- Структура полного обобщенного конструкторско-технологического кода детали составленного из обозначения детали по ГОСТ 2201-80 и предложенного применительно к производственным условиям ОАО «ЛМЗ».

XXXX . XXXXXX . XXX XXXXXXXX . XXXXXXXX

- Структура ПКТК обеспечивает обработку информации на различных уровнях технологической подготовки производства, в различных кодовых комбинациях с использованием различных частей и сочетаний кода в зависимости от характера решаемых задач. При этом допускается использование части кода классификационных группировок конструктивных признаков с необходимой степенью детализации, а также введение в ТК деталей дополнительных признаков и их кодов, которые записываются после установленного классификатором конструкторско-технологического кода детали.

-В случае, когда чертежи деталей обозначены по системе, отличающейся от установленной ЕСКД, кодирование выполняется конструкторско-технологическим кодом деталей, где используется только код классов деталей конструкторского классификатора ЕСКД (без кода предприятия разработчика и порядкового регистрационного номера).



## 2. Формирование конструкторско-технологического кода крепёжных деталей

По условиям договора с ОАО «Силловые машины» (филиал ЛМЗ) в первую очередь выполнялось кодирование крепёжных деталей (стандартных и специальных) номенклатуры, которая составила почти 3,5 тысячи позиций.

Подавляющее большинство этих деталей классифицировалось в 75 класс конструкторского классификатора. Ниже приведены фрагменты 75-го класса,

Использованные для классификации.

Таблица 1.

Класс	Подкласс	Детали
75	752	Арматуры, соединений трубопроводных, запорные органы, санитарно-технические, с перфорированными отверстиями, сечки, радиаторы и др.
	753	С элементами тел вращения и не тел вращения, разветвлённые, пружинные, ручки, рукоятки
	754	Уплотнительные, отсчётные, пояснительные, маркировочные, защитные, посуда
	758	Крепёжные электрорадиоэлектронные, печатные платы

Подклассы и группы деталей.

Таблица 2.

Подкласс	Группа	Детали
752	7522	Детали соединений трубопроводных
753	7531	Тела вращения с элементами и не тел вращения с L до 5B включительно (штуцеры, фланцы и др.)
	7537	Ручки, рукоятки, маховики, штурвалы
754	7541	Уплотнительные и другие, кроме соединений трубопроводных
	7581	Крепёжные: болты, винты с головкой
	7582	Крепёжные: винты без головки, шурупы, шпильки
	7583	Крепёжные: заклёпки, штифты
	7584	Крепёжные: гайки, шайбы

Группы и подгруппы деталей.

Таблица 3.

Группа	Подгруппа	Детали
7522	75228	Полумуфты, муфты и др.
7531	75312	С одним элементом не тела вращения прямолинейного шестигранного контура, расположенного относительно оси вращения детали симметрично на конце детали
	75313	То же, но с расположенным в средней части детали
	75316	С одним элементом не тела вращения, расположенного относительно оси вращения детали симметрично криволинейного, комбинированного контура
7537	75372	Ручки одноопорные кроме цилиндрических

-	7541	75417	Манжеты, кольца
-	7581	75811	Болты с четырёхгранной головкой
-		75812	Болты с шестигранной головкой
-		75814	Винты с цилиндрической головкой с углублением «под ключ»
-		75815	Винты с цилиндрической головкой со шлицами, с отверстиями на головке, с накаткой и др.
-		75816	Винты с полукруглой головкой
-		75818	Винты с потайной головкой

В резервные ячейки класса 75 включены дополнительно десять деталей с присвоением им соответствующих кодов.

Регистрационные порядковые номера внутри каждой классификационной группы детали получают после того, как этот вопрос будет решён при окончательном утверждении предлагаемой системы классификации.

Исходными данными для кодирования будут: номер по СТП, сведения о материале, заготовке и чертёж детали.

- Код по СТП: 65.7804.561
- Для данного типоразмера (мм):
- $D=50$ ;  $d=30_{-0,52}$ ;  $d=M30-6g$ ;  $H=20\pm 0,35$ ;  $l=70$ ;
- $L=280$ ;  $c=2,5$ ;  $h=44$ ;  $r=6$
- Материал – сталь 25 ГОСТ 1050-88, заготовка – поковка Гр.2 143-179НВ ГОСТ 8478-70

Определим конструкторский код:

тело вращения – класс 75;

крепёжная деталь – подкласс деталей 758;

болт – группа деталей 7581;

с цилиндрической головкой со шлицами, с отверстиями на головке и др. –

подгруппа деталей – 75815;

с выемкой на головке – вид детали 758159.

- Определим технологический код детали:

наибольший наружный диаметр

D=50мм – код 09;

длина детали по оси вращения

$l=300\text{мм}$  (20+280) – код 21;

внутреннее отверстие отсутствует – код 00;

группа материала (сталь 25) – код 03;

вид заготовки (штамповка) – код 24;

наименьший квалитет h14 – код 14;

параметр шероховатости ( $Ra=6,3\text{мкм}$ ) – код 04;

изготавливается с термообработкой до обработки резанием без  
покрытия – код 2.

- Таким образом, получится конструкторско-технологический код детали: 758159.XXX.09210003.2414042
- Пример построения и структура предлагаемого конструкторско-технологического массива деталей.

## 3 Разработка технологического процесса

### 3.1 Группирование деталей

Эффективность производства определяется уровнем каждого звена производственной цепочки: технологическое оборудование – организация и управление. Звенья этой цепочки взаимосвязаны, но при этом уровень предшествующего звена оказывает определяющее влияние на последующие. Поэтому технология является тем звеном, которое закладывает фундамент эффективности производства.

Одним из главнейших рычагов совершенствования технологической подготовки производства, а следовательно и его эффективности, является технологическая унификация.

Основные направления технологической унификации в современном машиностроении – типизация технологических процессов, групповая обработка и модульная технология обработки, позволяющие решать задачу стандартизации технологических процессов и всего технологического оснащения.

Групповой метод – метод унификации технологии производства, при котором для групп однородной по тем или иным конструктивно-технологическим признакам продукции устанавливаются однотипные методы обработки с использованием однородных и быстроперенастраиваемых орудий производства.

Группа (операционная) – совокупность деталей, характеризующаяся при обработке общностью при оборудования, оснастки, наладки и технологического процесса.

Группа деталей в групповом производстве характеризуется единством в смысле:

- Конструкторском;

- Технологическом (общность технологии)
- Инструментальном (общность оснащения)
- Организационно-плановом (единое планирование и организация производства)

Создание унифицированных (групповых) процессов изготовления деталей может базироваться на различных методах группирования деталей.

При этом возможны:

1. группирование детали по конструктивно-технологическому сходству (например, группы валиков, втулок и др.);
2. группирование деталей по их элементарным поверхностям, позволяющее установить варианты обработки этих поверхностей, а из комбинации элементарных процессов получить техпроцесс обработки любой детали;
3. группирование деталей по преобладающим видам обработки (типам оборудования), единству технологического оснащения и общности наладки станка.

Во всех случаях учитываются назначение, конструкция, точность размеров и шероховатость обрабатываемых поверхностей, общность решения основных технологических задач, сходство маршрутов обработки, однородность заготовок, объем выпуска и др.

В условиях мелкосерийного и серийного производства наибольшее распространение получил метод группирования деталей по применяемому для обработки типу оборудования, единству технологического оснащения, общности настройки станка с использованием комплексной детали.

Эта группа деталей, имеющая цикл обработки, начинающийся и заканчивающийся на одном и том же типе оборудования. Этот метод охватывает наибольшее количество деталей и особенно эффективен, если

техпроцесс у всех входящих в данную группу деталей одно-операционный (станки типа револьверных, автоматы и специализированные).

Именно такой метод группирования является оптимальным для построения техпроцессов обработки крепежных деталей заданной номенклатуры. Большинство деталей могут обрабатываться на одном станке (в нашем случае MF twin 65) и лишь немногие требуют операции шлифования и резьбонакатывания.

Типовая деталь – это реальная или условная деталь, содержащая в своей конструкции все основные элементы (поверхности), характерные для деталей данной группы, и являющаяся ее конструктивно-технологическим представителем.

Типовая деталь служит основой при разработке типового техпроцесса. Составленный на типовую деталь техпроцесс, с небольшими подналадками оборудования, может быть применен при изготовлении любой другой детали данной группы.

Условная типовая деталь образуется методом наложения на наиболее характерную деталь группы новых поверхностей, отсутствующих у этой детали, но имеющихся у других деталей группы. Примеры группирования и образования типовых деталей представлены на плакатах.

После группирования и разработки типовой детали можно переходить к автоматическому проектированию технологических процессов. Одним из возможных вариантов решения этой задачи является применение системы автоматизации технологического проектирования ТехноПро.

## **3.2 Система автоматизации технологического проектирования ТехноПро.**

### **3.2.1 Общие сведения.**

Система ТехноПро предназначена для проектирования операционных, маршрутно-операционных и маршрутных технологических процессов (ТП),

включая формирование маршрута, операций и переходов, с выбором оборудования, приспособлений, подбором инструментов, формированием текстов переходов, расчётом технологических размерных цепей, режимов обработки и норм изготовления.

Наряду с оригинальным методом проектирования на основе общих технологических процессов (ОТП) система поддерживает большинство традиционных методов: проектирование по типовому процессу, групповому процессу, процессу-аналогу, синтез ТП.

Система обеспечивает взаимодействие с пользователем в автоматическом, полуавтоматическом и диалоговом режиме, а также их сочетание.

Пользователи могут выбирать метод проектирования и вид взаимодействия с системой в зависимости от решаемых задач.

Кроме проектирования технологии изготовления механообрабатываемых деталей, система ТехноПро может применяться для ТП сборки, сварки, покрытий, термообработки, электромонтажа, изготовления печатных плат и других.

Информационные средства системы разделены на четыре взаимосвязанные базы данных: Базу конкретных ТП, Базу общих ТП, Базу условий и расчётов и Информационную базу.

Входная информация для проектирования ТП может быть получена из чертежей, выполненных в электронном виде.

Выходная информация может быть представлена в виде разнообразных технологических документов: карт ТП, карт контроля, карт эскизов, ведомостей и других документов, форма и содержание которых может определяться самими пользователями.

ТехноПро может работать как в локальной сети, так и автономно на отдельных рабочих местах.



### 3.2.2 Структура системы ТехноПро

В ТехноПро применён метод классификации деталей, противоположный методу типовых ТП. При классификации типовых ТП детали разбиваются на возможно большее количество групп, для которых создаются типовые ТП. В ТехноПро напротив, как можно большее количество деталей объединяются в одну группу, по мере расширения которой возрастает гарантия того, что технология изготовления новых деталей, поступивших в производство, будет автоматически спроектирована ТехноПро.

Каждый созданный ТП может быть скопирован и на его основе создан новый ТП. Копировать и редактировать можно как ТП целиком, так и отдельные операции и переходы различных технологических процессов. В базе конкретных технологических процессов (КТП) можно создавать наборы типовых ТП, операций или переходов, из которых потом «набираются» требуемые ТП.

Каждый текст перехода, наименование операции, оборудование и инструмент, вводимые в проектируемый ТП, запоминаются системой в Информационной базе (ИБ) и в дальнейшем могут выбираться из неё. Это ведёт к постепенному расширению объёма данных и ускорению диалогового проектирования.

Технологические процессы могут выдаваться на печать в разнообразных формах технологических документов.

При этом формируются основные виды информации, которыми может оперировать технолог при диалоговом проектировании ТП, которое удобно в начале изучения системы «ТехноПро».

Обычно технология сходных по конфигурации деталей на 70-80% состоит из одинаковых операций, что даёт возможность перейти к автоматическому проектированию, для начала создав соответствующую базу. Для этого необходимо сгруппировать детали, в основном, по сходству технологии их изготовления. При этом для каждой группы деталей создаётся общий

технологический процесс (ОТП), содержащий весь перечень операций изготовления всех деталей группы. Для наполнения ОТП используются ТП, уже освоенные в производстве.

Созданные ОТП производятся в следующей последовательности: один из технологических процессов группы принимается за базовый и вводится в виде ОТП в диалоговом режиме (можно скопировать один из КТП), затем в него добавляются недостающие операции и переходы из других ТП (КТП).

При добавлении выявляются признаки, в зависимости от которых необходимо выбирать ту или иную операцию, переход или маршрут (присоединённый ОТП).

Проверка каждого из признаков вносится в виде условий в базу ТехноПро. Примерами таких условий являются проверки: вида заготовки, марки или твёрдости материала детали, вида покрытия, габаритов детали, наличия определённых элементов конструкции (поверхностей), их размеры или значения других параметров.

После создания ОТП можно переходить к автоматическому проектированию технологических процессов.

Для этого нужно создать описание конструкции детали, изображённой на конкретном чертеже. Описание можно создавать без использования графических средств, вводя данные с клавиатуры.

Описание чертежа деталей заключается в заполнении общих сведений о детали (данные из штампа и технических условий на чертеже) и параметров элементов конструкции (поверхностей), имеющих на чертеже детали.

Все основные виды информации вносятся в формируемый ОТП. Структура ОТП совпадает со структурой КТП, поэтому перечислены только данные ОТП, неиспользуемые при диалоговом формировании КТП.

После создания описания детали назначается ОТП соответствующей группы деталей. Затем запускается процесс автоматического формирования ТП.

В течении этого процесса ТехноПро выбирает из назначенного ОТП операции и переходы, необходимые для изготовления каждого элемента конструкции детали и переносит их в КТП. Затем, из выбранного перечня, система отбрасывает операции и переходы, обеспечивающие лучшее качество изготовления по сравнению с указанным на чертеже.

После этого ТехноПро отбрасывает из КТП операции и переходы, в которых Условия выбора не выполнены. Далее система производит расчёты, имеющиеся в условиях оставшихся операций и переходов.

Затем система рассчитывает технологические размерные цепи, с учётом значений припусков, указанных в переходах ОТП.

Далее выполняются Условия подбора оснащения операций и переходов и расчёты режимов обработки и норм изготовления.

В конце процесса проектирования система формирует тексты переходов, заменяя параметры на их значения.

Последовательность и результаты проверок и вычислений, выполненных в условиях, можно просмотреть в КТП.

Таким образом, создавая ОТП и Условия технолог «обучает» ТехноПро проектированию технологии конкретного – своего производства и при следующих проектированиях система будет знать производственные нюансы проектирования ТП.

После автоматического проектирования КТП можно в диалоговом режиме просмотреть, отредактировать и выдать на печать.

В ТехноПро можно работать в полуавтоматическом режиме. При этом пользователь может формировать КТП в диалоге, набирая операции и переходы из ОТП. После формирования требуемого перечня операций и переходов запускается «пересчёт» КТП и автоматически рассчитываются технологические размерные цепи, подбирается оснащение, рассчитываются режимы обработки и нормы, формируются тексты переходов.

Пользователь может использовать ТехноПро для различных видов технологии изготовления, например: литые ковки, сварки, пайки, штамповки и др.

Таким образом, система ТехноПро предоставляет пользователю все известные способы автоматизации проектирования ТП. Выбор средств, наилучшим образом подходящих для формирования конкретного ТП, остаётся за самим пользователем.

Схема взаимодействия информации в системе ТехноПро представлена на плакате.

### **3.3 Описание оборудования**

По требованию заказчика разрабатываемый технологический процесс должен быть построен с учётом максимального использования нового оборудования. Для изготовления классифицированных нами деталей будут использоваться следующие станки: отрезной горизонтально-ленточный автомат HS 350А, резьбонакатный станок PWZ 80 и, как основная технологическая единица, токарный станок комплексной обработки MF twin 65. Краткое техническое описание этих станков приводится ниже.

Горизонтально-ленточный автомат

HS 350 А производства «Bauer mashinenbau».

Технические характеристики:

Максимальный разрезаемый диаметр	- 350 мм
Максимальный разрезаемый прямоугольник	- 395×240 мм
Мощность электродвигателя	- 1,1 кВт
Скорость резания	- 20-70 м/мин
Вес	- 580 кг
Габариты	- 2050×1780×2000 мм

Станок оснащён устройствами бесступенчатого изменения скорости резания, автоматического отключения при обрыве ленты и окончании заготовки, счётчиком количества отрезанных деталей, мерной штангой (2м) с

упором и конусной головкой, рольгангом (2м), рольгангом (3м) с упором и шкалой.

Основной режущий инструмент это биметаллическая лента Wikus-Marathon M48 3990×27×0,9 4 4-6 Z<sub>p</sub>Z,K,SD (4-6 Z<sub>p</sub>Z – переменный шаг зуба, 4-6 зубьев на дюйм; K – форма зуба, с положительным передним углом, SD – стандартный развод).

### **Резьбонакатный станок фирмы «Bad Duben» PWZ 80 CNC/AC**

Резьбонакатный станок фирмы «Bad Duben» PWZ 80 CNC/AC предназначен для изготовления резьбы методом накатывания в холодном состоянии и позволяет накатывать метрические, конические, дюймовые и трубные резьбы на окончательно обработанной поверхности деталей.

Технические характеристики:

Диаметры накатываемых резьб	20-160 мм
Ход ползуна	2×150 мм
Диаметр шпинделя	100 мм
Макс. Диаметр инструмента	300 мм
Длина зажима инструмента	300 мм
Мощность наката	800 КН
Угол поворота	±10°
Частота вращения	0-80 мин <sup>-1</sup>
Мощность главного привода	2×21 кВт
Суммарная мощность	67 кВт
Вес	14500 кг
Габариты	3500×3200×2200 мм

Две каретки для шпинделя являются осью, управляемой ЧПУ. Станок оснащён специальной вращающейся опорой для заготовки Ø 20-160 мм, включая упор для заготовки при врезной накатки в автоматическом режиме, устройством отключения при накатке на проход, дополнительной опорой для

заготовки длиной до 2500 мм, устройством для обработки в центрах диаметром 20-115 мм и длиной 300-1400 мм.

### **Станок MF twin 65 фирмы «Gildemeister»**

Станок MF twin 65 фирмы «Gildemeister» оснащён задним шпинделем и предназначен для четырёхосевой обработки в главном и заднем шпинделе, комплексной обработки (точение, сверление, фрезерование) деталей в патроне и из прутка.

Общий вид станка и его основные узлы показаны (см. паспорт станка)

- 1 – станина;
- 2 – опора для интегрированного шпинделя-двигателя;
- 3 – главный шпиндель ( $\varnothing$  прутка 65 мм);
- 4 – зажимное приспособление;
- 5 – привод оси Z1;
- 6 – револьверная головка 1 с осью Y;
- 7 – привод оси X1;
- 8 – задний шпиндель;
- 9 – привод оси Z2;
- 10 – салазки верхнего поперечного суппорта;
- 11 – привод подачи заднего шпинделя;
- 12 – револьверная головка 2 (нижняя);
- 13 – привод оси X2;
- 14 – агрегат смазки и дополнительная гидравлика;
- 15 – освещение рабочей зоны;
- 16 – панель управления и монитор;
- 17 – шкаф управления;
- 18 – гидравлический агрегат;
- 19 – салазки поперечного суппорта (нижнего);
- 20 – транспортёр стружки;

21 – указатель уровня СОЖ;

22 – педаль управления устройством зажима главного шпинделя.

Левая неподвижная шпиндельная бабка позволяет обрабатывать прутки диаметром до 65 мм, причём её двигатель выполнен заодно со шпинделем с интегрированной осью С.

Правая шпиндельная бабка имеет отверстие Ø 42 мм и пониженную мощность. Она имеет возможность перемещения для того, чтобы взять деталь из левого шпинделя и обработать другую её сторону. Двигатель шпиндельной бабки выполнен заодно со шпинделем с интегрированной осью

Обе револьверные головки являются 12-позиционными с выбором позиции по кратчайшему пути, установленными на крестовых суппортах. Кроме того, верхняя головка дополнительно оснащена осью Y.

Станок оснащён устройством подачи СОЖ под высоким давлением (20 бар) в рабочую зону, устройством контроля за поломкой свёрл.

Также в комплект оснастки входит устройство для удаления готовых деталей, включая грейфер для d=15-65 мм, установленное на второй револьверной головке и ленточный транспортёр.

Магазин для подачи прутка IEMCA – VIP70 автоматически перемещает прутки длиной 1 метр и загружает прутки из накопителя. При работе с грейфером используется переходная труба для шпинделя.

Для установки и зажима заготовок могут использоваться 3<sup>x</sup> кулачковый механизированный патрон с отверстием KFD-HS 200-66, Rohm, патрон SPANNTOP или головки SPANNTOP SK65 BZIC, SPANNTOP SK65 и SPANNTOP SK42 (шестигранная для S 10-56), а также самоцентрирующийся люнет.

Инструментодержатели револьверных головок выполнены по DIN 69880 с цилиндрическим хвостовиком d=30 мм.

Краткие технические характеристики станка MF twin 65:

Диаметр над станиной, мм	240
Диаметр обработки (нормальный), мм	200
Межцентровое расстояние, мм	800
Поперечный/продольный ход салазков, мм	190/555
Вертикальный ход салазков 1, мм	±40
Продольный ход шпинделя 2, мм	600

#### Шпиндель 1 (левый):

Диаметр зажимного патрона, мм	200
Макс. Диаметр прутка, мм	65
Внутренний диаметр переходной трубы, мм	66
Мощность привода 40/100% ED, кВт	28/21
Число оборотов, мин <sup>-1</sup>	25-5000
Крутящий момент 40/100% ED, Нм	320/240
Число оборотов оси С (быстрый ход), мин <sup>-1</sup>	250
Момент удержания, Нм	200
Точность деления, градусы	0,025

#### Шпиндель 2 (правый):

Диаметр зажимного патрона, мм	200
Макс. Диаметр прутка, мм	42
Отверстие в шпинделе, мм	56
Мощность привода 40/100% ED, кВт	18/14
Число оборотов оси С (быстрый ход), мин <sup>-1</sup>	250
Точность деления, градусы	0,025

#### Салазки 1:

Быстрый ход по X/Y/Z, м/мин	20/7,5/30
Усилие подачи по X/Y/Z, кН	4/7/7



Точность задания перемещений X/Z, мм	0,001
--------------------------------------	-------

Салазки 2:

Быстрый ход по X/Z, м/мин	20/30
---------------------------	-------

Усилие подачи по X/Z, кН	4/7
--------------------------	-----

Точность задания перемещений X/Z,	0,001
-----------------------------------	-------

Салазки 3 (шпиндель):

Быстрый ход по оси A, м/мин	30
-----------------------------	----

Усилие подачи по оси A, кН	7
----------------------------	---

Точность задания перемещений, мм	0,001
----------------------------------	-------

Инструментодержатели 1 и 2:

Число гнезд для инструментов	2×12
------------------------------	------

Число гнезд для приводных инструментов	2×12
--	------

Мощность привода 40/100% ED, кВт	5
----------------------------------	---

Крутящий момент, кН	16
---------------------	----

Число оборотов, мин <sup>-1</sup>	40-4000
-----------------------------------	---------

**Система ЧПУ Siemens Sinumerik 840D:**

Тип системы	контурная для 2×2 осей, 2 <sup>x</sup> осей C, 2 <sup>x</sup> главных шпинделей, 2 <sup>x</sup> приводов инструмента, 1 <sup>й</sup> оси Y
-------------	---

Система измерения	метрическая
-------------------	-------------

Система задания размеров	метрическая или дюймовая
--------------------------	--------------------------

Минимальная задаваемая величина	0,001 мм (0,0001 дюйма)
---------------------------------	-------------------------

Диапазон подач	от 0,001 мм/об. до скорости
----------------	-----------------------------

Нарезание резьбы	Быстрых ходов от 0,001 до 500 мм/об. продольные, поперечные и конические, одно или многозаходные с постоянным или переменным шагом, резьбы с конической заборной частью и выходом на конус;
Система координат	прямоугольная, полярная или цилиндрическая;
Контроль времени стойкости	с автоматической активацией инструмента-буфера;
Компенсация люфтов	имеется;
Компенсация удлинения винта	для всех осей;
Память для программ	1,5 МВ;
Обработка на образующей	при помощи оси С;
Обработка на торце	при помощи оси С в прямоугольных координатах;
Геликоидная интерполяция	имеется;
Циклы: (возрастаю-	продольные, поперечные

щий контур), канавки, фасонные канавки, нарезание резьбы и сверление;

Программирование с использованием 500 глобальных и 200 локальных переменных для задания семейств деталей; расчёт тригонометрических и арифметических функций, уравнений Буля. Непосредственное задание размеров с чертежа – возможно.

Монитор экрана: 10,4” TFT – цветной монитор.

Разделение экрана: индикация реального состояния осей для всех осей (положение, число оборотов) в ручном и автоматическом режимах, индикация номера кадра, подачи, номера инструмента и коррекции для каждой выбранных салазок.

Диагностика автоматическая или по выбору.

Изображение актуального состояния заготовки и готовой детали. Режим симуляции даёт изображение инструмента на детали так, как это происходит при обработке.

Имеются фрезерные и сверлильные циклы для обработки пазов, карманов, контуров и отверстий на образующей и торце.

Размеры и вес станка:

Длина, мм	4770
Глубина, мм	2200
Высота, мм	1950
Вес, кг	6500

### **3.4 Технологический процесс изготовления детали**

#### **«Болт калиброванный»**

Для написания технологического процесса мною была выбрана деталь «Болт калиброванный», которая в номенклатуре деталей может считаться средней по сложности её изготовления.

В базовом технологическом процессе изготовления этой детали содержатся операции: заготовительная, токарная, фрезерная, резбонакатная, слесарная и контрольная.

При разработке нового технологического процесса с использованием нового оборудования стала очевидной необходимость изменения маршрута операций,

т.к. станок MF twin 65 наиболее эффективен при работе с прутковыми заготовками и позволяет совместить в одной операции точение, фрезерование и резбонакатывание. Таким образом сокращается маршрут техпроцесса, что позволяет избавиться от лишних транспортировок и межоперационного складирования, разгрузить фрезерный станок и резбонакатное оборудование для дрeгих работ.

При расчёте режимов обработки использовались рекомендации производителей режущего инструмента и данные справочника [7].

Исходя из значений рекомендуемых скоростей резания определяем скорость вращения шпинделя станка:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\Pi \cdot D}, \text{об / мин}$$

где:  $V$  – скорость резания, м/мин;

$D$  – диаметр обработки, мм.

После этого проверяем условие:

$$N < N_{\text{пр}}$$

где:  $N$  – мощность резания,

$N_{\text{пр}}$  - мощность привода главного движения станка.

$$n = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}, \text{кВт}$$

где:  $V$  – принятая скорость резания, м/мин

$P_z$  – тангенциальная сила резания

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, H$$

После расчёта режимов резания определяется основное время обработки по формуле :

$$T_o = \frac{l_o + l_1 + l_2}{S \cdot n}, \text{мин}$$

где:  $l_o$  - длина обработки, мм;

$l_1$  - длина врезания, мм;

$l_2$  - длина перебега, мм;

$S$  - подача, мм/об;

$n$  - скорость вращения, об/мин;

Рассчитываем вспомогательное время  $T_v$  и штучное время  $T_{шт}$

$$T_{шт} = T_o + T_v + T_{обсл} + T_{п}, \text{ мин}$$

где:  $T_{обсл}$  – время на обслуживание рабочего места, мин;

$T_{п}$  – время на личные потребности, мин.

При расчёте этих величин, а также подготовительно-заключительного времени используем данные справочников [6,11].

Результаты расчётов заносятся в технологические карты.

Проектирование технологического процесса и получение маршрутной и операционных карт осуществлено в диалоговом режиме проектирования системой ТехноПро.

Комплект документов на техпроцесс прилагается ниже.

## 4.Проектирование ГАУ.

### 4.1. Оснащение ГАУ.

На основе существующего механического участка обработки деталей типа тел вращения в перспективе возможно создание гибкого автоматизированного участка (ГАУ).

В качестве прототипа используем существующий участок ГАС деталей типа тел вращения. Из этой ГАС берём автоматический склад модели РСК-50-ЛИ, который обеспечит ГАУ заготовками и инструментами; безрельсовый напольный транспортный робот НЦТМ-03, робот-перекладчик НЦТМ-025 и манипулятор НЦТМ-01.

Для увеличения возможностей обработки предлагаем заменить у робота НЦТМ-01 штатные захваты клещевыми, расчёт которых приводится ниже.

Для большей автоматизации процесса удаления стружки от станков предлагаем оснастить участок подвесным транспортным роботом ТРТ-250.

### 4.2 Расчёт клещевого захвата.

#### 1. Исходные данные:

Нормальное давление воздуха	$P=0,4$ Мпа
Диаметр пневмоцилиндра	$D_{ц}=0,063$ м
Ход пневмоцилиндра	$H_{ц}=0,015$ м
Геометрические размеры рычажной системы:	
$a=0,025$ м ; $b=0,030$ м ; $c=0,0580$ м	

l, мм	45	60	80	100
при $D_3$ , мм	10-60	60-90	90-120	120-150

#### 2. Усилие пневмоцилиндра:

$$P_{ц}=F_{ц}*p*\eta$$

где:  $F_{ц}=31,2 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$  – площадь поршня;

$\eta=0,6$  – безразмерная нагрузка;

$P=0,4 \cdot 10^6 \text{ МПа}$  – давление воздуха;

$P_{ц}=31,2 \cdot 0,4 \cdot 10^6 \cdot 0,6=840 \text{ Н}$

3. Усилия в стержнях АВ, А<sub>1</sub>В<sub>1</sub>, ВС, В<sub>1</sub>С<sub>1</sub> и нормальное усилие, приложенное к точкам В и В<sub>1</sub> стержней СВ и С<sub>1</sub>В<sub>1</sub> определены графически в начале хода поршня и в конце хода.

В начале хода:

$$P_{AB}=P_{A_1B_1}=680 \text{ Н}$$

$$P_{BC}=P_{B_1C_1}=200 \text{ Н}$$

$$P_B=P_{B_1}=700 \text{ Н}$$

В конце хода:

$$P_{AB}=P_{A_1B_1}=2390 \text{ Н}$$

$$P_{BC}=P_{B_1C_1}=1190 \text{ Н}$$

$$P_B=P_{B_1}=2070 \text{ Н}$$

4. Усилие зажима заготовки при разных её диаметрах определяется из отношения:

$$P_3=P_{ц} \cdot b/l$$

В начале хода:

$P_3, \text{ Н}$	340	260	210	155
$D_3, \text{ мм}$	10-60	60-90	90-120	120-150

В конце хода:

$P_3, \text{ Н}$	1000	760	620	460
$D_3, \text{ мм}$	10-60	60-90	90-120	120-150

5. В дальнейшем расчёт ведётся исходя из условий в конце хода.

Максимальный вес заготовок при заданном диаметре, удерживаемый захватом в неподвижном состоянии определяется из условия:

$$G_3=P_3 \cdot 2f$$

где:  $f=0,15$  – коэффициент трения текстолитовой накладки захвата о стальную заготовку.

При вертикальном перемещении заготовки необходимо учитывать инерционные силы. Ускорение при опускании руки  $q$  равно  $4,2 \text{ м/с}^2$ .

Дополнительная нагрузка на захват от сил инерции:

$$F_{и} = m \cdot a = G_3 / q \cdot G$$

Полная нагрузка на захват составит:

$$F_n = G_3 + G_3 / q \cdot G = G_3 \cdot (1 + G/q) = 1,43 G_3,$$

Т.е., вес заготовки должен быть уменьшен в 1,43 раза.

Ускорение при продольном перемещении заготовки не влияет на вес переносимой заготовки, так как дополнительные нагрузки на захват от сил инерции компенсируется рычажной системой захвата.



## **5. Организационно-экономическая часть.**

### **5.1. Анализ сопоставляемых вариантов и исходная информация для расчета основных технико-экономических показателей.**

#### **5.1.1. Обоснование выбора нового варианта.**

В настоящее время в 214 цехе производственного комплекса «Турбоатомгаз» идет внедрение современного импортного оборудования в рамках инвестиционного проекта «Создание первой очереди механического цеха». Суть проекта заключается в создании замкнутого специализированного производства мелкого и крупного крепежа, нормализованных деталей, тел вращения узлов регулирования и парораспределения для выпускаемых на заводе турбин с использованием высокопроизводительного оборудования, современной организации труда с применением автоматизированных систем планирования и управления производством. Идея создания такого специализированного цеха начала реализовываться лет 12-13 назад, но по известным экономическим причинам работа была приостановлена.

За модернизацию производства именно этого вида продукции взялись потому, что перечисленные детали наиболее интенсивно изнашиваются, в следствии чего они попадают в разряд запчастей, чаще других заказываемых потребителями. Однако 214-й цех, полностью взявший на себя производство этих деталей, со временем стал не справляться с своей задачей, Имеющиеся в цехе оборудование морально и физически устарело, стало тормозом в развитии этого производства.

Реализуемый проект позволит сократить длительность производственного цикла в 2,5 раза, повысит производительность механообработки деталей в 6 раз, уменьшит сроки изготовления изделий при

изменении их конструкции, улучшит качество продукции, увеличит объемы товарного выпуска запчастей при снижении их себестоимости и т.д. Проект коммерчески эффективен, капитальные затраты окупаются через 4,5 года после начала его реализации, и через два года после осуществления последних инвестиционных вложений. Причем оборудование отпускается в кредит и оплачивается уже после его установки.

Ранее был завершен инвестиционный проект первой очереди механического цеха, после чего он стал способен обеспечивать своей продукцией все цеха ЛМЗ с возможностью изготовления ее по кооперации для других предприятий концерна «Силловые машины».

В рамках данного дипломного проекта была произведена работа по разработке конструкторско-технологических кодов на крепежные детали номенклатуры 214-го цеха, группированию деталей для подготовки написания типовых технологических процессов и, в качестве примера, разработан техпроцесс на конкретное изделие с использованием нового оборудования.

При разработке нового техпроцесса были внесены следующие изменения по сравнению с базовым (реально действующим):

- Использовано новое оборудование (станок MF twin 65);
- Изменена заготовка, т.к. станок позволяет работать с прутком, в следствии чего уменьшилось время на отрезной операции;
- Сокращены операции резьбонакатывающая и фрезерование, т.к. MF twin 65 позволяет производить фрезерование, сверление и нарезание резьбы;

Произведенные усовершенствования позволили значительно сократить время изготовления одной детали, избавиться от лишних межоперационных перемещений деталей и промежуточного складирования.

### 5.1.2. Исходные данные для расчета.

Исходные данные для расчетов по базовому и проектируемому вариантам технологического процесса представлены в табл. 18.

Таблица 18

#### Исходные данные

№ п/п	Базовый вариант			Проектируемый вариант		
	Оборудование	T <sub>шт.</sub> , ч	Стоимость Оборудования (руб.)	Оборудование	T <sub>шт.</sub> , ч	Стоимость Оборудования (руб.)
1.	Отрезная HS 350A	0,25	150000	Отрезная HS 350A	0,05	150000
2.	Токарная 16К 20Ф3	0,26	250000	Токарная MF twin 65	0,08	2750000
3.	Фрезерная 6P11	0,03	90000	Шлифовальная 3М 153У	0,03	100000
4.	Резьбонакатная PWZ 80	0,03	200000			
5.	Шлифовальная 3М 153У	0,03	100000			

### 5.1.3. Расчет объема запуска в производство

$$Q_{г.з.} = Q_{г.} * K_{бр.} * K_{з.}, \text{ шт./год,}$$

Где:  $Q_{г.}$  – годовой объем выпуска,

$$Q_{г.} = 8000 \text{ шт./год;}$$

$K_{бр.}$  – коэффициент, учитывающий брак при изготовлении продукции,

$$K_{бр.} = 1,02$$

$K_3$  – коэффициент, учитывающий изменение незавершенного производства

$$K_3=1,0$$

$$Q_{г.з.}=8000 * 1,02 * 1,0=8160 \text{ шт./год}$$

#### 5.1.4. Расчет потребности в оборудовании.

$$Q_{pi} = Q \text{ г.раб.} / q_{к0ш} * F_g * K_0, \text{ шт}$$

Где:  $F_g$  – действительный годовой фонд времени работы единицы оборудования, ч/год,

$$F_g=1860 \text{ ч/год}$$

$K_0$  – коэффициент загрузки оборудования по времени;

$$K_0=0,8;$$

$Q \text{ г.раб.}i$  – объем работ на  $i$ -й операции;

$q_{к0ш}$  = часовая производительность единицы оборудования на  $i$ -й операции

$$q_{г0i} = K_{bi} / t_i, \text{ шт./час, где:}$$

$t_i$  – норма времени на единицу продукции, ч;

$K_{bi}$  – коэффициент выполнения норм  $K_b=1,1$

Результаты расчета потребности в оборудовании сведены в таблицу № 19.

Таблица 19

#### Потребность в оборудовании

№ п/п	Базовый вариант			Проектируемый вариант		
	Станок	Расчетное количество	Принятое количество	Станок	Расчетное количество	Принятое количест.
1.	HS 350A	1,3	2	HS 350A	0,25	1

2.	16K20Ф3	1,27	2	MF twin 65	0,37	1
3.	6P11	0,17	1	3M153У	0,17	1
4.	PWZ 80	0,17	1			
5.	3M153У	0,17	1			
Итого:			7			3

### 5.1.5. Потребность в производственных площадях.

$$S_{0i} = S_{pi} * K_{gi} * O_i, \text{ м}^2/\text{опер.},$$

Где:  $S_{pi}$  – производственная площадь, занимаемая единицей оборудования на  $i$ -й операции,  $\text{м}^2$ ;

$K_{gi}$  – коэффициент, учитывающий дополнительную площадь;

$O_i$  – принятое количество оборудования на  $i$ -й операции.

Результаты расчета сведены в табл. 20

Таблица 20

#### Потребность в производственных площадях.

Базовый вариант		Проектируемый вариант	
Станок	$S_{0i}, \text{ м}^2$	Станок	$S_{0i}, \text{ м}^2$
HS 350A	37	HS 350A	18,5
16K20Ф3	30	MF twin 65	20,7
6P11	10,5	3M153У	14
PWZ 80	22,4		
3M153У	14		
Итого: 113,9		53,2	

## 5.2. Расчет себестоимости и определение цены одного изделия.

### 5.2.1 Расчет технологической себестоимости изделия.

$$C_{Ti} = Z_{mi} - P_{0i} + Z_{Киi} + Z_{Тэi} + Z_{испi} + Z_{з.о.} + Z_{д.з.о.} + Z_{Chi}, \text{ руб./шт. – опер.,}$$

Где:  $Z_{mi}$  – стоимость сырья и материалов;

$Z_{Киi}$  – стоимость комплектующих изделий;

$P_{0i}$  – стоимость возвратных отходов

$Z_{Тэ}$  – стоимость топлива и энергии на технологические цели;

$Z_{испi}$  – затраты на износ покупных специальных приспособлений и инструментов;

$Z_{з.о.}$  – зарплата основных рабочих;

$Z_{д.з.о.}$  – дополнительная зарплата основных рабочих;

$Z_{Chi}$  – отчисления на социальные нужды.

1)  $Z_{M1} = Z_{M2} = 25 \text{ руб./шт.}$

2)  $P_{01} = P_{02} = 4 \text{ руб./шт.}$

В проектируемом процессе затраты на сырье и материалы аналогичны базовому.

3)  $Z_{Ки1} = Z_{Ки2} = 0$  – покупных комплектующих изделий нет.  
n

4)  $Z_{Тэi} = \sum_{I=1} \dot{E}_i * C_{э} / Q_k, \text{ руб./шт.}$

Где:  $\dot{E}_i$  – годовой расход силовой электроэнергии, кВт.ч;

$C_{э}$  – стоимость 1кВт ч электроэнергии, руб./кВтч,  $C_{э}=0,85 \text{ руб.}$

$Q_k$  – годовая программа выпуска, шт.

Расход электроэнергии на выполнение I-й операции определяется по формуле:

$$\dot{E}_i = (N * K_{Ni} * K_{вpi} * K_{о.д.i} * K_w * t_i) / (\eta_m * K_{в.i}) * Q_{г.з.}, \text{ кВт}$$

Где:  $N$  – мощность электродвигателей оборудования, кВт;

$K_{врi}$  – коэффициент загрузки двигателя по времени;  $K_{вр}=0,6$

$K_{Ni}$  – коэффициент загрузки двигателя по мощности;

$K_{о.д.i}$  – коэффициент одновременной работы двигателей;

$K_w$  – коэффициент, учитывающий потери электроэнергии,  $K_w=1,05$ ;

$K_{в.i}$  – коэффициент выполнения норм времени,  $K_{в}=1,1$ ;

$t_i$  – норма времени на  $i$ -ю операцию, ч/дет. – опер.;

$Q_{г.з.}$  – годовая программа запуска, шт.;

$\eta_m$  – средний КПД,  $\eta_m=0,65$

$K_{Ni}=0,6$  – для шлифовальных работ;

$K_{Ni}=0,7$  – для токарных станков;

$K_{Ni}=0,8$  – для резбонакатных, фрезерных и отрезных станков.

По первому базовому варианту:

$n$

$\Sigma \text{Э}i = 36500$  кВт

$I=1$

$Z_{т.э.}=4,5$  руб./шт.

5) Затраты на износ покупных приспособлений и инструментов.

$Z_{исп.i}=Z_{исп.i}+Z_{исп.i}$ , руб./шт.

где:  $Z_{исп.i}$  – затраты на износ специальных приспособлений;

$Z_{исп.i}$  – затраты на износ инструмента;

$n$

$Z_{исп.i} = \sum_{1} (K_n \delta_n - K_{но}) P_n * \mu_n / T_{пн} * q_{ог}$ , руб./шт.

1

где:  $K_n$  – балансовая стоимость единицы приспособлений, руб./шт.

$\delta_n$  – коэффициент, учитывающий затраты на ремонт приспособления,

$\delta_n=1,15$ ;

$K_{но}$  – выручка от реализации изношенного или заменяемого приспособления, руб./шт.

$\mu_n$  – коэффициент занятости приспособления при изготовлении изделия,  $\mu_n=0,85$

$q_{ог}$  – годовой объем партии деталей, шт./год;

$Пп$  – количество приспособлений, необходимых для изготовления деталей, шт.;

$T_{п.п}$  – срок амортизации стоимости приспособления, год.

Зисп.1=25 руб./шт.;      Зисп.2=40 руб./шт.

$n$

Зисп.i=  $\sum_1^n [(K_{ур} - Ц_{ур}) + n_{пер.} * C_{пер.}] K_{уб.} / q_{ст.}$ , руб./шт. опер.

1

где:  $K_{ур}$  – стоимость единицы специального инструмента, руб./шт.

$Ц_{ур}$  – выручка от реализации изношенного инструмента, руб./шт.

$n_{пер.}$  – число переточек инструмента;

$K_{уб.}$  – коэффициент, учитывающий случайную убыль инструмента,  
 $K_{уб.}=1,05$ ;

$q_{ст.}$  – количество деталей, обработанных за период суммарной стойкости спец. режущего инструмента, шт./пер.

Зисп.1=15 руб./шт., Зисп.2=20 руб./шт.

Таким образом: Зисп.1=40 руб./шт.

Зисп.2=60 руб./шт.

б) Основная заработная плата основных рабочих:

$n$

$Зз.о.= \sum_1^n Сз.ч.с.i * Кд.з.i * t_i$ , руб./шт.

1

Где:  $Сз.ч.с.i$  – среднечасовая зарплата основных рабочих по тарифу занятых при выполнении i-ой операции, руб./чел. –ч.

$Кд.з.i$  – коэффициент, учитывающий дополнительную зарплату;

$t_i$  – норма времени на i-ю операцию ч/шт. – опер.

Примем  $Сз.ч.с.i$  – часовая тарифная ставка рабочего – станочника

II разряда – 40 руб./ч,



III разряда – 50 руб./ч,

IV разряда – 65 руб./ч

$K_{д.з.i} = 1,1$

Тогда:  $Z_{з.о.1} = 30$  руб./шт. ,  $Z_{з.о.2} = 10$  руб./шт.

7) Дополнительная заработная плата основных рабочих.

$Z_{д.з.о} = Z_{з.о.} * \alpha$

$Z_{д.з.о.1} = 30 * 0,4 = 12$  руб./шт.

$Z_{д.з.о.2} = 10 * 0,4 = 4$  руб./шт.

8) Отчисления на социальные нужды:

$Z_{снi} = (Z_{з.оi} + Z_{д.з.оi}) * \beta$

$Z_{сн1} = (30 + 12) * 0,385 = 16,2$  руб./шт.

$Z_{сн2} = (10 + 4) * 0,385 = 5,4$  руб./шт.

Результаты вычислений сведены в таблицу 21.

Таблица 21.

Технологическая себестоимость изделия.

Базовый вариант								Проектируемый вариант							
Зм	Ро	Зки	Зтэ	Зиспи	Зз.о.	Зд.з.о	Зсн	Зм	Ро	Зки	Зтэ	Зиспи	Зз.о.	Зд.з.о	Зсн
25	4	-	4,5	40	30	12	16,2	25	4	-	1,7	60	10	4	5,4
Ст <sub>1</sub> =123,7 руб./шт								Ст <sub>2</sub> =102,1 руб./шт.							

**5.2.2 Производственная, общехозяйственная, коммерческая себестоимость изготовления детали, цена готового изделия**

1) Производственная себестоимость:

$C_{пр} = 1,7 * C_{т}$ , руб./шт.

$C_{пр1} = 1,7 * 123,7 = 210,3$  руб./шт

$C_{пр2} = 1,7 * 102,1 = 173,6$  руб./шт

2) Общехозяйственная себестоимость  
 $C_{ох} = 1,4 * C_{пр}$ , руб/шт.

$$C_{ох1} = 1,4 * 210,3 = 294,4 \text{ руб/шт.}$$

$$C_{ох2} = 1,4 * 173,6 = 243 \text{ руб/шт.}$$

3) Коммерческая себестоимость  
 $C_{к} = 1,15 * C_{ох}$ , руб/шт.

$$C_{к1} = 1,15 * 294,4 = 338,6 \text{ руб/шт.}$$

$$C_{к2} = 1,15 * 243 = 279,5 \text{ руб/шт.}$$

4) Договорная цена изделия

$$C_{изд} = 1,25 * C_{к}$$
, руб/шт.

$$C_{изд1} = 1,25 * 338,6 = 423,3 \text{ руб/шт}$$

$$C_{изд2} = 1,25 * 279,5 = 349,3 \text{ руб/шт.}$$

Для расчета динамических показателей экономической эффективности принимаем договорную цену готового изделия одинаковой для обоих вариантов к равной

$$C_{изд} = 423,3, \text{ руб/шт}$$

### **5.3 Расчет поступления денежных средств.**

Поступления денежных средства предполагается за счет выручки от реализации годовой партии изделий и банковского кредита.

Выручка от реализации изделия при условии равной для обоих вариантов цены будет равна:

$$V_{р.и.} = Q_r * C_{изд.} = 8000 * 423,3 = 3386,4 \text{ тыс. руб/год}$$

## 5.4 Расчет платежей денежных средств

### 5.4.1. Расчет инвестиционных затрат.

$Z_{инв.} = Z_{зем.} + Z_{маш.} + Z_{зд.} + Z_{осн.} + Z_{проч.} + Z_{ниокр.} + Z_{об.к.},$

Где:  $Z_{зем.}$  – затраты на приобретение земельного участка, руб.;

$Z_{маш.}$  – затраты на приобретение машин и оборудования, руб.;

$Z_{зд.}$  – затраты на строительство производственных зданий, руб.;

$Z_{проч.}$  – затраты на прочие основные производственные фонды и нематериальные активы

$Z_{проч.} = 0,08 * Z_{маш.}$  Руб.;

$Z_{об.к.}$  – затраты на прирост оборотного капитала, руб.

$Z_{об.к.} = 0,005 V_{р.и.}$

$Z_{ниокр.}$  – затраты на научно-исследовательские и проектно-конструкторские работы, руб.;

$Z_{осн.}$  – затраты на оснастку,

$Z_{осн.} = 0,1 * Z_{маш.}$ , руб.

n

1)  $Z_{маш.} = \sum_{i=1}^n K_{oi} * O_i * \mu_{oi}$ , руб.

i=1

Где:  $K_{oi}$  – стоимость оборудования, занятого выполнением i-й операции;

$O_i$  – принятое количество оборудования, шт.;

$\mu_{oi}$  – коэффициент занятости оборудования.

n

2)  $Z_{зд.} = \sum_{i=1}^n S_{oi} * \mu_{si} * h_{зд.} * C_{зд.}$ , руб.

i=1

Где:  $S_{oi}$  – производственная площадь, занимаемая i-й единицей оборудования, м<sup>2</sup>

$\mu_{si}$  – коэффициент занятости площади при выполнении  $i$ -й операции<sup>4</sup>

hзд. – высота помещения, hзд.=6м<sup>4</sup>

Цзд. – средняя стоимость 1м<sup>2</sup> производственного здания, Цзд.=3500 руб/м<sup>2</sup>

Результаты расчета сведены в таблицу 22.

Таблица 22

#### Инвестиционные затраты

Затраты (тыс. руб.)	Базовый вариант	Проектируемый вариант
Змаш.	988	2490
Ззд.	2392	950
Зоб.к.	17	17
Зосн.	99	249
Зпроч.	80	199
Зинв.	3576	4104

#### 5.4.2. Расчет текущих затрат

$$Зт.=Зн+Зотп+НР, \text{ руб/год,}$$

Где:  $Зн$  – затраты на материалы и комплектующие изделия

$$Зн=V_{p.и.} * 0,2=3386,4 * 0,2=677,3 \text{ тыс. руб/год;}$$

$Зотп$  – затраты на оплату труда персонала с учетом отчислений на социальные нужды.

$$Зотп= V_{p.и.} * 0,15=3386,4 * 0,15=508 \text{ тыс. руб/год}$$

НР – накладные расходы, относимые на проект.

$$НР=0,01 * Зотп=0,01 * 508=5,1 \text{ тыс.руб/год}$$

$$Зт=677,3+508+5,1=1190,4 \text{ тыс.руб/год}$$

Основные технико-экономические показатели представлены в таблице 23

Основные технико-экономические показатели  
Технологического процесса.

№ пп	Наименование Показателя	Единица Измерения	Значения по Вариантам		Результат сравнения
			Базовый	По проекту	
1.	Годовая программа	Шт.	8000	8000	
2.	Трудоемкость изготовления	Час.	4800	1280	-3520
3.	Технологическая себестоимость	Тыс.руб.	989,6	816,8	-172,8
4.	Производственная себестоимость	Тыс.руб.	1682,4	1388,8	-293,6
5.	Общехозяйственная себестоимость	Тыс. руб.	2355,2	1944	-411,2
6.	Коммерческая себестоимость	Тыс.руб.	3386,4	2794,4	-592
7.	Инвестиционные затраты	Тыс. руб.	3576	4104	528

## **6. Безопасность жизнедеятельности.**

### **6.1 Опасные и вредные факторы при эксплуатации Технологического оборудования.**

Условия труда на рабочих местах производственных помещений или площадок складываются под действием большого числа факторов. В соответствии с ГОСТ 12.0.003-74 опасные и вредные производственные факторы подразделяются по своему действию на следующие группы: физические, химические, биологические и психофизиологические.

Физические опасные и вредные факторы подразделяются на группы: движущиеся машины и механизмы, незащищенные подвижные элементы производственного оборудования; передвигающиеся изделия; повышенный уровень шума на рабочем месте; повышенный уровень вибраций; повышенная или пониженная влажность воздуха; повышенное значение напряжения в электрической цепи; повышенный уровень статического электричества; повышенная напряженность электрического или магнитного поля; недостаток естественного света; недостаточная освещенность рабочей зоны; острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов, оборудования.

Химические опасные и вредные производственные факторы подразделяются по характеру воздействия на организм человека на общетоксические, раздражающие, мутагенные; по пути проникновения в организм человека на проникающие в органы дыхания, желудочно-кишечный тракт, кожные покровы и слизистые оболочки.

Биологические опасные и вредные производственные факторы по характеру действия подразделяются на физические и нервнопсихические перегрузки, физические перегрузки подразделяются на статические и динамические, а нервно – психологические - на умственное перенапряжения, монотонность труда, эмоциональные перегрузки.

Выбор технических средств обеспечения безопасности должен осуществляться на данном участке выявлением опасных и вредных факторов, специфических для данного технологического процесса, а также выявления опасной зоны.

В соответствии с ГОСТ 12.4.011-75 средства защиты от опасных и вредных производственных факторов подразделяются на две категории:

- средства коллективной защиты
- средства индивидуальной защиты.

К основным средствам коллективной защиты относятся оградительные и предохранительные устройства; тормозные устройства, устройства блокировки, сигнализаторы об опасности; опознавательная окраска и знаки безопасности, дистанционное управление, специальные средства безопасности.

В соответствии с ГОСТ 12.4.026-76 устанавливаются четыре группы знаков безопасности, которые наносятся на производственное оборудование и коммуникации: запрещающие, предупреждающие, предписывающие и указательные.

К специальным средствам защиты относят системы освещения и вентиляции; определенные размеры проемов в стенах для проезда транспорта; стружкодробящие устройства. Важным мероприятием по обеспечению технологических процессов является проведение профилактических испытаний, как при первичном освидетельствовании производственного оборудования и средств защиты, так и в процессе их эксплуатации с целью выявления их соответствия требованиям безопасности.

Гидравлическому испытанию на механическую прочность подвергают арматуру в которой может образоваться избыточное давление выше 0,7 Мпа, баллоны для сжатого газа, бочки и цистерны для сжатых

газов. Сроки испытания, величина испытательного давления, его продолжительность установлены правилами Госгортехнадзора.

Подъемные краны, электропилы, подвесные дороги освидетельствуются инспекцией Ростехнадзора РФ.

Механизация работ при складировании и транспортировании сырья, заготовок, готовой продукции и отходов производства должна соответствовать требованиям ГОСТ 12.3.009-76.

В соответствии с правилами Ростехнадзора РФ на механическую прочность испытывают грузовые цепи и канаты, устанавливаемые в подъемных механизмах, а также цепи и тросы, используемые для обвязки и закрепления перемещаемого груза; грузовые крюки. Особо проверяются действия надежности ловителей и ограничителей движения и скорости. Обязательному испытанию подвергаются образивные круги.

Периодическому испытанию (в соответствии с Правилами Главгосэнергонадзора РФ) подвергаются изоляция токоведущих частей электрооборудования; заземления. На диэлектрическую прочность испытываются индивидуальные средства защиты – диэлектрические коврики, перчатки и т.д. Внедрение технических устройств, обеспечивающих защиту работающих от поражения электрическим током в соответствии с требованием ГОСТ 12.2.007.0-75÷Гост 12.2.007.14-75 и правилами устройства электроустановок должно осуществляться на всех предприятиях.

Устройство на действующих объектах и при реконструкции имеющихся вентиляционных систем и пылегазоулавливающих установок должны соответствовать ГОСТ 12.1.005-76.

Приведение уровней шума, вибраций ультразвука, ионизирующих и других вредных лучей на рабочих местах должно быть в соответствии с ГОСТ 12.1.00.-83; ГОСТ 12.1.003-83; ГОСТ 12.1.012-91, СН



№ 2282-80, СН № 3044-84, СН № 3041-84, защита от электромагнитных полей в соответствии с ГОСТ 121.006-84, ГОСТ 121.002-84 и СН № 1742-77.

В соответствии с ГОСТ 12.4.011-83 «Средства защиты работающих. Классификация.» Средства индивидуальной защиты следует применять в тех случаях, когда безопасность работ не может быть обеспечена конструкцией производственного процесса, архитектурно – планировочными решениями и средствами коллективной защиты.

К основным средствам индивидуальной защиты от опасных и вредных факторов относятся изолирующие костюмы, средства защиты рук, головы, лица, глаз, органов слуха, защитные дерматологические средства и другие предохранительные средства.

**Санитарно-гигиенические требования,  
предъявляемые к условиям труда.**

Факторы Среды	Нормируемые параметры	Рекомендуемые значения	Нормативные документ
Микроклимат	Температура, С Влажность, % Скорость движения воздуха, м/с	18-25 40-60 0,2-0,3	ГОСТ 12.1.005-88
Загрязненность воздуха: Окись углерода Сернистый газ Аммиак и др.	пдк, мг/м <sup>3</sup>	20 10 20	ГОСТ 12.1.005-88
Освещение рабочих мест: Естественное Искусственное	КЕО, % Освещенность, лк	7 2000/500	СНиП П-4-79

Шум	Уровень звука, дБА Предел.спектр	78 ПС 80	ГОСТ 121.003-91
Вибрация	Уровень общей вибрации, дБ Уровень местной вибрации, дБ	92 102	ГОСТ 121.012-91
Тепловое излучение	Интенсивность излучения, Вт/см <sup>2</sup>	100	ГОСТ 121.005-88
Эл-магнитные излучения	Напряженность электрической составляющей, В/м Плотность потока мощности, мкВт/см <sup>2</sup>	5000 20	ГОСТ 121.006-84
Ионизирующее излучение	Эффективная доза, мЗв/год	0,005	НРБ-96

## **6.2 Выбор системы средств обеспечения оптимальных условий.**

Участок станков с ЧПУ отделяется от соседних участков, стен, подъездных путей проходами. Согласно ОСТ 22-1424-80 проходы располагаются на расстоянии не менее 5 метров от мест сварки. Мостики, площадки, лестницы, галереи должны иметь двусторонние перила. Высота перил и ширина настила не менее 800-1000 мм. Настил не должен быть скользким. Конвейер в местах прохода людей находится на высоте не менее 2200 мм от пола.

Зоны размещения органов управления на пультах и средствах отображения информации соответствуют требованиям ГОСТ 2269-76, ГОСТ 12.2.033-78, ГОСТ 12.4.040-78 ГОСТ 2300-78.

Ограждению подлежат: все потенциально опасные вращающиеся или движущиеся элементы механизированных и автоматизированных комплексов. Размер ячеек сетки не превышает 10x10 мм. Так как ограждение изготовлено из сетки, то расстояние от движущихся элементов до поверхности сетки соответствует ГОСТ 12.2.009-80.

Автоматическое оборудование должно иметь блокировки.

Электробезопасность обеспечивается размещением в удобном месте вводного аппарата ручного или дистанционного действия. Наличие аварийной кнопки «Стоп» (общий) с выступающим грибовидным толкателем красного цвета, которая обеспечивает отключение электрооборудования независимо от режима работы.

При выборе предупредительных или аварийных сигналов предпочтение отдают звуковым, когда шум в цехе соответствует ГОСТ 12.1.003-83.

Сигнально-предупредительная окраска и знаки безопасности автоматического оборудования отвечают требованиям ГОСТ 12.4.026-84

Шумовые и вибрационные характеристики соответствуют ГОСТ 12.1.003-83, ГОСТ 12.1.012-91, ГОСТ 12.2.030-78, ГОСТ 12.1.004-88, ГОСТ 12.1.005-88.

Конструкция пылестружкогазоприемников и рекомендации по их применению дана в ГОСТ 12.2.009-80. В цехах с автоматическим оборудованием организуется вентиляция.

### **6.3 Разработка и расчет системы освещения.**

Трудовой процесс осуществляется при активной работе глаз: около 90% информации, необходимой для трудовой деятельности и ориентации, человек получает за счет зрительной работы.

Недостаточное и неправильно организованное освещение понижает трудоспособность, а также может привести к травме или к профессиональному заболеванию глаз, то есть является, согласно ССБТ, вредным и опасным производственным фактором.

Рациональное освещение должно обеспечивать достаточную и постоянную во времени освещенность рабочих поверхностей, необходимое распределение яркостей в окружающем пространстве, отсутствие слепящего действия источника света, благоприятный спектральный состав и правильное направление светового потока.

Нормирование освещенности производится в соответствии с СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение». В соответствии с данным нормативным документом работа на металлорежущих станках имеет разряд и подразряд зрительной работы в II в.

Но для выполнения технологических операций на станках с ЧПУ требуется подготовительная работа: изучение технологической документации и чертежей, составление управляющих программ. Эта работа производится в специальном помещении с использованием ЭВМ.

Расчеты освещения внутри производственных помещений основаны на двух принципиальных отличительных методах:

- Метод коэффициента использования светового потока
- Точечный метод.

Для расчета освещения операторной (машинного зала ЭВМ) применяем метод коэффициента использования.

При расчете по этому методу учитывается как прямой, так и отраженный свет. Переход от средней освещенности к минимальной осуществляется в этом методе приближенно.

Необходимое количество светильников для установки в помещении определяется по формуле:

$$N = E_{\min} * K * S * Z / n\Phi_{\text{л}} * \eta, \text{ где}$$

$E_{\min}$  – уровень минимальной освещенности, который определяется по соответствующим таблицам норм освещенности.

Для вычислительного центра для газоразрядных ламп  $E_{\min}=400\text{лк}$

$K$  – коэффициент запаса, учитывающий эксплуатационное снижение освещенности по сравнению с запроектированной в следствии загрязнения светильников и ламп, а также уменьшение светового потока ламп в процессе эксплуатации.

$K=1,5$  для люминесцентных ламп.

$S=7 * 5,5=38,5 \text{ м}^2$  – освещаемая площадь.

$Z$  - коэффициент неравномерности освещения (отношение средней освещенности к минимальной); его величина зависит от отношения расстояния между светильниками и их типов.

$n\Phi_{\text{л}}$  – Суммарный световой поток ламп, где  $n$  – количество ламп в светильниках,

$\Phi_{\text{л}}$  – световой поток одной лампы.

Для операторной ГАУ выбираем светильники с лампами ЛБВ-40 ( $N_{\text{л}}=40\text{Вт}$ ;  $\Phi_{\text{л}}=3000\text{лм}$ )

$\eta$  коэффициент использования осветительной установки. Для его определения находится индекс помещения  $I$  и предположительно оцениваются коэффициенты отражения поверхностей помещения; потолка -  $\rho_{\text{п}}$ ; стен  $\rho_{\text{с}}$ ; расчетной поверхности или пола -  $\rho_{\text{р}}$

$$I = A * B / h (A+B), \text{ где}$$

$A$  – длина помещения;

$B$  – ширина помещения,

$h$  – расчетная высота= 3,6м

$$I = 7 * 5,5 / 3,6 * (7+5,5) = 0,86,$$

При  $\rho = 70\%$ ;  $\rho_c = 50\%$ ;  $\rho_p = 10\%$  -  $\eta = 0,34$

Следовательно, для освещения необходимо следующее количество светильников с люминесцентными лампами:

$$N = 400 * 1,5 * 38,5 * 1,1 / 2 * 0,34 * 3000 = 12 \text{ шт.}$$

Для освещения помещения операторной необходимо 6 двухламповых светильников. Мощность системы освещения

$$W = n * N_{\text{л}} = 12 * 40 = 480 \text{ Вт.}$$

#### **6.4 Охрана окружающей среды.**

Современные промышленные производства являются источниками загрязнения окружающей среды. Очевидна необходимость активной борьбы с выбросом вредных веществ и отходов производства с использованием, как традиционных методов, так и новых, более прогрессивных, связанных с совершенствованием технологических процессов и оборудования в направлении создания малоотходных, а в перспективе безотходных производств.

Значимость разработки и осуществление мероприятий по охране окружающей среды обуславливает необходимость учета аспектов этой проблемы в стандартах Единой системы технологической подготовки производства.

Для охраны воздуха предусмотрены средства борьбы с вредными выбросами пыли и газа в окружающую атмосферу. Пылевые частицы имеют большую суммарную поверхность, поэтому химическая и биологическая активность пыли значительно выше, чем у исходных материалов.

Работа пылеулавливающих аппаратов основана на использовании различных механизмов осаждения частиц: гравитационном осаждении, под действием центробежной силы, инерционном осаждении, диффузионном и электрическом осаждении.

Для очистки используют аппараты различной конструкции. По способу улавливания их подразделяют на аппараты сухой, мокрой и электрической очистки. Для улавливания пыли, содержащей неорганические вещества (абразив, минеральные соли, аэрозоли металлов) применяют механические пылеулавливатели, мокрые пылеулавливатели, фильтры, электрофильтры.

Методы очистки газов можно разделить на две группы: некаталитические и каталитические. В первой группе примеси выводятся из газовой смеси путем конденсации или поглощения жидкими или твердыми поглотителями, во второй – примеси не выделяются из системы, а превращаются в другие вещества, которые остаются в газовой смеси или затем удаляются. Некаталитические методы очистки газов по типу процесса делятся на абсорбиционные и адсорбиционные, а по характеру процесса – на регенерационные и нерегенерационные. Выбор метода зависит от концентрации, объема и температуры газа, наличия в газе других примесей, от степени требуемой очистки и возможности использования продуктов и выбирается на основе технико-экономических расчетов.

Очистка сточных вод производится с использованием механических (отстаивание, фильтрование), химических (коагуляция, нейтрализация и др.), физико-технических (электрохимический, озонирование и др.) методов.

Использованные СОЖ и масла собираются, сепарируются и после регенерации идут в дальнейшее использование или утилизируются

Отходы в виде стружки собираются и поставляются на вторичную переработку.

## **6.5 Виды средств индивидуальной защиты людей в чрезвычайных ситуациях.**

В современном мире, в связи с усилением влияния человека на природу, развития и распространения техники, промышленных и химических производств, энергетических объектов, транспорта, с ростом населения и его концентрации в мегаполисах увеличивается риск возникновения чрезвычайных ситуаций (ЧС).

Для жителей Санкт-Петербурга, учитывая географическое положение и климатические условия, наиболее вероятным можно считать ЧС техногенного, социального и антропогенного происхождения. В результате возможны ЧС радиационного характера, химического и биологического характера, а также пожары и взрывы, от поражающего действия которых можно защититься (хотя бы частично) с помощью средств защиты людей.

Средства защиты делятся на индивидуальные (СИЗ), первой медицинской помощи (ПМП) и коллективные (КСЗ).

СИЗ по назначению подразделяются на средства защиты органов дыхания, кожи и медицинские. По принципу действия СИЗ бывают фильтрующие и изолирующие. В системе МЧС РФ используются следующие средства защиты органов дыхания:

-Фильтрующие противогазы для взрослого населения ГП-5, ГП-5М, ГП-7, ГП-7В; детские ПДФ-Ш, ПДФ-Д, камера защитная детская КЗД. Они предназначены для защиты органов дыхания, глаз, кожи лица от воздействия отравляющих веществ (ОВ), радиоактивных веществ (РВ), биологических средств (БС), сильнодействующих ядовитых веществ (СДЯВ) и других вредных примесей в воздухе.



Для защиты органов дыхания от радиоактивной, грунтовой пыли и бактериальных аэрозолей применяются респираторы ШБ-1 разового действия Р-2, Р-3. Респиратор Р-3 частично защищает от ОВ.

Для защиты органов дыхания рабочих и служащих предприятий, производящих СДЯВ (при возникновении ЧС) применяются промышленные противогазы и противогазовые респираторы (РПГ).

Изолирующие средства защиты органов дыхания предназначены для работы в атмосфере недостатка кислорода, при высоких концентрациях СДЯВ в воздухе и под водой на малых глубинах. К ним относятся изолирующие противогазы ИП-4, ИП-6, КИП-8.

На объектах повышенной опасности применяют портативные дыхательные устройства ПДУ-1,2, предназначенные для экстренного спасения человека.

Средства защиты кожи делятся на общевоинские и специальные. Общевоинские (легкий защитный костюм Л-1, общевоинской защитный комплект ОЗК) предназначены для защиты от паров ОВ и СДЯВ.

Специальные виды защитной одежды (Тк, Рз, Эс, Яж, Кч, Бп и др.) предназначены для защиты соответственно от высоких температур, радиоактивного загрязнения, электростатических полей, ядовитых жидкостей, растворов кислоты, патогенных микроорганизмов.

К медицинским СИЗ относятся аптечка индивидуальная АИ-2 (для обезболивания при ранениях и ожогах, профилактики или ослабления поражения РВ, БС, ОВ, СДЯВ), индивидуальный противохимический пакет ИПП-8,10 (для обеззараживания капельножидких ОВ на коже и одежде) и пакет перевязочный индивидуальный ПП.

## **Заключение.**

В данном дипломном проекте представлены результаты работы по созданию конструкторско-технологического классификатора изделий типа тел вращения.

Разработка такого классификатора позволила произвести анализ номенклатуры стандартных деталей, выпускаемых цехом № 214 филиала ОАО «Силловые машины – ЛМЗ» по конструктивно-технологическим характеристикам с присвоением им конструкторско-технологических кодов.

После этого было произведено группирование деталей для разработки типовых технологических процессов с использованием системы автоматического проектирования ТехноПро.

Применительно к новому оборудованию, поставляемому на предприятие, был разработан технологический процесс отработки конкретной детали, на примере которого оценена экономическая эффективность применения новых станков.

В качестве одного из средств автоматизации производства при возможном (в будущем) его развитии в гибкий автоматизированный участок ГАУ предложено использовать робот-перекладчик с модернизированным захватным устройством.

Для условий конкретного производства были разработаны мероприятия по охране труда и безопасности жизнедеятельности.

В качестве вывода по результатам проведенной работы можно сказать, что автоматизация проектирования технологических процессов с использованием САПР вкупе с оснащением производства современным высокопроизводительным оборудованием является необходимым условием успешности работы крупного промышленного предприятия, таковым является филиал ОАО «Силловые машины – ЛМЗ».

## Литература

1. Безопасность жизнедеятельности. Метод. Указания к дипломному проектированию. – СПб, 2000г.
2. Безопасность производственных процессов: Справочник/ С.В.Белов, В.Н.Бринза, Б.С.Векшин и др.; под общ. Ред. С.В.Белова. – М.: Машиностроение, 1985г.
3. А.М.Белов, Г.Н.Бобрин, Ю.М.Зубарев – Экономические расчеты в курсовых и дипломных проектах по технологическим специальностям: Учебное пособие. – СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 1999г.
4. Классификатор ЛМЗ и ЦКТИ, 1965г.
5. Классификатор ЕСКД, М.: Изд-во стандартов, 1991г.
6. Справочник технолога-машиностроителя в 2-х томах. Т1/Под редакцией А.М.Дольского, А.Г.Суслова, А.Г.Касиловой, Р.К.Мещерякова – 5-е изд., перераб. И доп. –М.: Машиностроение –1, 2001г.
7. Справочник технолога-машиностроителя в 2-х т. Т2/Под ред. А.М.Дольского, А.Г.Суслова, А.Г.Касиловой, Р.К.Мещерякова – 5-е изд., перераб. И доп. – М.: Машиностроение – 1, 2001г.
8. Технологические процессы в машиностроении: Учебн. Пособие /Н.П.Солнышкин, А.Б.Чижевский, С.И.Дмитриев; под ред. Н.П.Солнышкина. – СПб.: Изд. СПбГТУ, 1998г.
9. Технологический классификатор деталей машиностроения и приобретения. М.: Изд. Стандартов, 1987г.
10. Технологическое машиностроение ч. I Учебное пособие/ Э.Л.Жуков, И.И.Козарь, Б.Ф.Розовский и др.; под ред. С.Л.Мурашкина СПб.; Изд. СПбГТУ, 1999г.
11. Технология машиностроения ч. II. Проектирование технологических процессов: учебное пособие/ Э.Л.Жуков, И.И. Козарь, Б.Я.Розовский,

В.В.Дегтярев, А.М.Соловейчик; под ред. С.Л.Мурашкина, СПб; изд. СПбГТУ, 2000г.

12. Технология машиностроения ч. III. Правила оформления технологической документации. Учеб. Пособие/Э.Л.Жуков, И.И.Козарь, Б.Я.Розовский и др.; под ред. С.Л.Мурашкина СПб.; изд. СПбГТУ, 1999г.

13. Экология и безопасность жизнедеятельности: Учеб. Пособие/ Д.А.Кривошеин, Л.А.Муровей, Н.Н.Роева и др.; под ред. А.Муравья. – М.; Юнита-Дана, 2000г.

14. Экономика и организация производства в дипломных проектах: учебн. Пособие/ К.М.Великанов и др. – Л.: Машиностроение, 1986г.