

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Политехнический институт
Факультет «Механико-технологический»
Кафедра «Машиностроение, автоматика и электроэнергетика»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой
к.т.н, доцент
_____ В.Г. Некрутов
_____ 2017 г.

Участок механической обработки детали «Винт ходовой 04СС318535»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ–15.03.05.2017.173.000 ПЗ ВКР

Консультанты
Безопасность жизнедеятельности,
к.т.н, доцент
_____ В.Г. Некрутов
_____ 2017 г.

Руководитель работы,
преподаватель
_____ Ю.В. Константинов
_____ 2017 г.

Строительный раздел,
к.т.н, доцент
_____ Е.Н. Гордеев
_____ 2017 г.

Автор работы
студент группы ДО-551
_____ С.В. Сырцев
_____ 2017 г.

Нормоконтролер,
профессор
_____ Б.А. Решетников
_____ 2017 г.

Челябинск 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
1 АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ	
1.1 Описание узла изделия.....	8
1.2 Служебное назначение детали	9
1.3 Анализ соответствия требований чертежа детали требованиям его назначения.....	10
1.4 Сравнение отечественных и передовых зарубежных технологий и решений	10
1.5 Задачи проектирования.....	14
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	
2.1 Анализ технологичности детали и существующего технологического процесса.....	15
2.2 Разработка предлагаемого варианта технологического процесса.....	18
2.2.1 Выбор вида и метода получения заготовки	19
2.2.2 Определение последовательности обработки поверхностей детали ..	20
2.2.3 Выбор методов и определение количества переходов для обработки	21
2.2.4 Формирование операций	22
2.3 Размерный анализ разработанного технологического процесса.....	22
2.4 Расчет режимов резания и нормирование технологического процесса	27
3 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ	
3.1 Проектирование станочного приспособления.....	34
3.1.1 Базирование заготовки в приспособлении.....	34
3.1.2 Расчёт усилия зажима	35
3.1.3 Расчет погрешности установки в приспособлении	38
3.2 Расчет и проектирование режущего инструмента	39
3.2.1 Методика решения прямой задачи	44
3.3 Проектирование приспособления для контроля <i>радиального облучения</i>	57
3.3.1 Выбор вида и метода измерения.....	57
3.3.2 Разработка теоретических схем базирования и закрепления	59
3.3.3 Расчет приспособления на точность	59
3.3.4 Описание конструкции и принципа действия приспособления.....	60
4 СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ	
4.1 Определение количества оборудования и работающих.....	62

4.1.1	Определение количества оборудования по каждой операции и коэффициента их загрузки	63
4.2	Выбор способа транспортирования стружки	68
4.3	Планировка оборудования.....	69
4.4	Выбор типа, формы и определение количества транспортных средств.....	75
4.4.1	Расчет подвешенного конвейера.....	75
4.4.2	Выбор и определение потребного количества мостовых кранов.....	76
5 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ		
5.1	Ориентировочные расчеты себестоимости изготовления детали.....	78
5.1.1	Расчет заработной платы основных и вспомогательных производственных рабочих.....	78
5.1.2	Расчет затрат по статье «Отчисление страховых взносов».....	80
5.1.3	Расчет затрат по статье «Сырье, материалы и другие материальные ценности за вычетом возвратных отходов».....	81
5.1.4	Расчет балансовой стоимости оборудования, оснастки, производственного инвентаря, определение норм амортизации	82
5.1.5	Затраты на силовую энергию и содержание площади участка	83
5.1.6	Расчет затрат на производство и реализацию продукции.....	84
6 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ		
6.1	Организация производственного освещения на производственном участке	86
6.1.1	Проектирование искусственного освещения на участке	87
6.2	Расчет условий эвакуации людей при пожаре	92
6.3	Выявление и оценка радиационной обстановки при чрезвычайной ситуации	94
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....		98
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....		99

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы. Правительство Российской Федерации в 2011 году приняло подпрограмму «Развитие отечественного станкостроения и инструментальной промышленности. Увеличило актуальность работы объявленные против России санкции, что поставило вопрос о технологической независимости России (импортозамещение). Небольшой вклад в решение этой задачи вносит представляемая работа – разработка технологического процесса изготовления одного из компонентов шариковинтовой передачи – ходового винт. Отсюда встает цель работы.

Цель работы – проектирование механического участка изготовления ходового винта.

Задачи работы:

- изучить действующую технологию
- разработать технологический процесс и спроектировать технологическую оснастку
- спроектировать участок механической обработки
- предложить мероприятия по безопасности жизнедеятельности
- решить экономические вопросы

Объект работы – деталь ходовой винт.

Предмет работы – процесс создания технологического процесса изготовления ходового винта.

Результаты работы рекомендуется в станкостроительных предприятиях России

					15.03.05.2017.173 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		7

1 АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

1.1. Описание узла изделия

Характеризуемая деталь - винт ходовой - применяется в передаче винт-гайка качения (шариковинтовая передача) (рисунок 1.1).

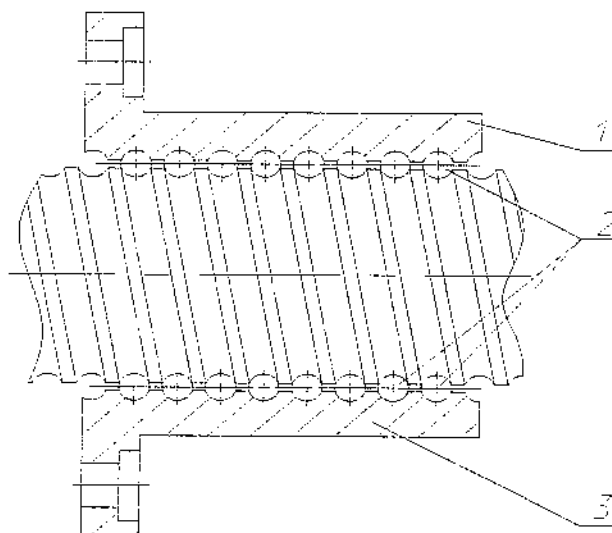


Рисунок 1.1 - Передача винт - гайка качения:
1, 3 – гайка; 2 – тела качения

Эта передача обеспечивает высокую осевую жёсткость и равномерность движения. Она применяется в приводах подач точных станков, таких как шлифовальные, копировально-фрезерные, координатно-расточные и ряд станков с программным управлением. Преимуществом передачи является возможность полного устранения зазора в резьбе, низкие потери на трение и почти полная независимость сил трения от скорости. Всё это делает передачу прецизионной и обеспечивает возможность осуществления точного режима работы и повторяемости процесса.

Вместе с тем данная передача имеет весьма низкую нагрузочную способность в связи с существенным различием кривизны рабочих поверхностей, что вызывает высокие контактные напряжения. Сложность и трудоёмкость изготовления в основном зависят от размеров передачи, её точности, от материалов винта и гайки. В данном проекте рассматривается винт достаточно большой длины, что и обуславливает сложность и трудоёмкость его изготовления.

К материалам, из которых изготавливают винты, для обеспечения работоспособности и точности передачи, предъявляются следующие требования:

					15.03.05.2017.173 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		8

– твёрдость рабочих поверхностей должна быть не ниже HRC 58-60. Для поверхностного упрочнения (закалкой т.в.ч., азотированием) толщина слоя высокой твёрдости, остающаяся после механической обработки, должна быть достаточной для восприятия контактных напряжений (отсутствия продавливания упрочнённого слоя).

– стабилизация (сведение к минимуму остаточных напряжений), обеспечивающая сохранение размеров и формы во времени.

Трудность удовлетворения указанным требованиям чрезвычайно усложняет выбор марки стали и режима термообработки для винтов, особенно при их большой длине. Об этом, в частности, свидетельствует разнообразие материалов и методов их упрочнения.

В настоящее время на некоторых станкостроительных заводах для производства винтов применяются следующие марки сталей: для винтов длиной до 1 м.: сталь ХВГ диаметром не более 50-55 мм с применением объёмной закалки; сталь 7ХГ2ВМ, обладающая лучшей прокаливаемостью для длинных винтов с диаметром до 100 мм; сталь 30Х3ВА, упрочнённая азотированием на глубину 0,35- 0,4 мм, твёрдость поверхностного слоя - HRC 60; для винтов различных длин и составных - сталь марки 8ХФ, упрочнённая индукционной закалкой т.в.ч., твёрдость поверхностного слоя HRC 57-59.

Рабочей поверхностью винта является профиль резьбы, поэтому к нему предъявляются более высокие требования: высокая твёрдость и высокая геометрическая точность. Эти требования особенно важны. При работе винта возникают высокие контактные напряжения, и если твёрдость поверхности профиля резьбы будет мала, то будет иметь место выкрашивание, а, следовательно, и быстро нарастающее изнашивание рабочей поверхности резьбы, что может привести к выходу из строя всей передачи винт - гайка и соответственно всего станка.

Если же не обеспечить требования к геометрической точности, то в передаче будет возникать повышенное трение рабочих поверхностей, что может привести к чрезмерному нагреву деталей передачи, и, как следствие, их быстрый износ. Кроме этого из-за нагрева могут возникать прижоги, появление которых также приводит к быстрому износу рабочих поверхностей деталей.

Цилиндрические поверхности шеек являются посадочными поверхностями для установки на них высокоточных подшипников, поэтому необходимо обеспечить их геометрическую точность и требования к отклонениям их формы и расположения и шероховатости поверхности.

1.2 Служебное назначение детали

Передача винт-гайка в основном предназначена для преобразования вращательного движения в поступательное. Для преобразования поступательного движения во вращательное, силовые передачи практически не используется из-за низкого КПД.

					15.03.05.2017.173 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		9

Винтовые передачи можно разделить на следующие основные группы: ходовые винты для преобразования вращательного движения в поступательное; грузовые винты для перемещения грузов и передачи усилий; установочные винты, применяемые для фиксации деталей в машинах и механизмах. Область применения передач винт-гайка достаточно обширна – от точных измерительных приборов (механизмы делительных устройств) до тяжело нагруженных нажимных устройств прокатных станов. Винтовые передачи используются в винтовых домкратах и прессах, съемниках, различного типа 4 5 стяжках, натяжных и прижимных приспособлениях, зажимных устройствах, механизмах подачи станков и т.п. По схеме исполнения и конструктивным решениям передачи винт- гайка весьма разнообразны. В подавляющем большинстве конструкций гайка неподвижная, а винт совершает вращательное и поступательное движение, но встречаются винтовые передачи, в которых вращается гайка, а винт совершает лишь поступательное движение (некоторые домкраты и прижимы, механизмы изменения вылета кранов и др.). Достоинствами передачи винт-гайка являются возможность получения медленного поступательного движения при относительно больших частотах вращения; значительный выигрыш в силе; высокая точность перемещения; простота конструкции; малые габариты; возможность обеспечения самоторможения. К недостаткам передачи скольжения относятся большие потери на трение и соответственно сравнительно низкий КПД. Передачи качения лишены этого недостатка, но их конструкция сложнее, а стоимость выше.

1.3 Анализ соответствия требований чертежа детали требованиям его назначения

Чертеж ходового винта выполнен с соблюдением всех требований единой системы конструкторской документации и единой системы допусков и посадок и ЕСДП. Так как деталь служит для перемещения механизма подачи металлорежущего станка, то требования к чертежу соответствуют требованиям к его применению, в частности особое внимание уделяется специальной резьбе, которая является частью шариковинтовой передачи.

1.4 Сравнение отечественных и передовых зарубежных технологий, и решений

Российское станкостроение - важнейшая отрасль промышленности, без которой нет смысла говорить об импортозамещении и в целом об реиндустриализации - наконец-то демонстрирует первые успехи. Благодаря западным санкциям, поставившим правительство перед необходимостью восстанавливать основу основ промышленности, станкостроение получило значительную поддержку власти. Государственные инвестиции составляют десятки миллиардов рублей, открываются новые производства (через 3-4 года будет запущено около 100 крупных предприятий), создаются уникальные станки, сокращается доля импорта (с 88% до 80%). Впервые

					15.03.05.2017.173 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		10

за 20 лет объем обработанных товаров в российском экспорте превысил 50%. Таким образом, в России запущены долгожданные структурные изменения в экономике (рисунок 1.2).

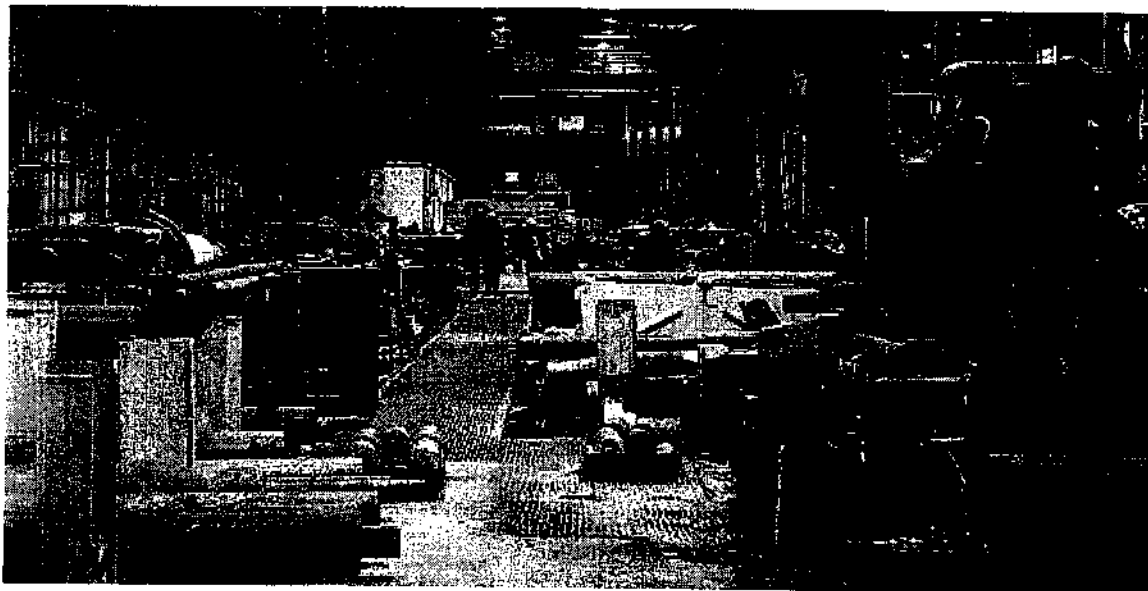


Рисунок 1.2 – Начало модернизации ремонтно-инструментального завода (станкостроительного) на АО КАМАЗ.

Так на АО КАМАЗ возобновляется выпуск шариковинтовых передач для станков. (рисунок 1.3)

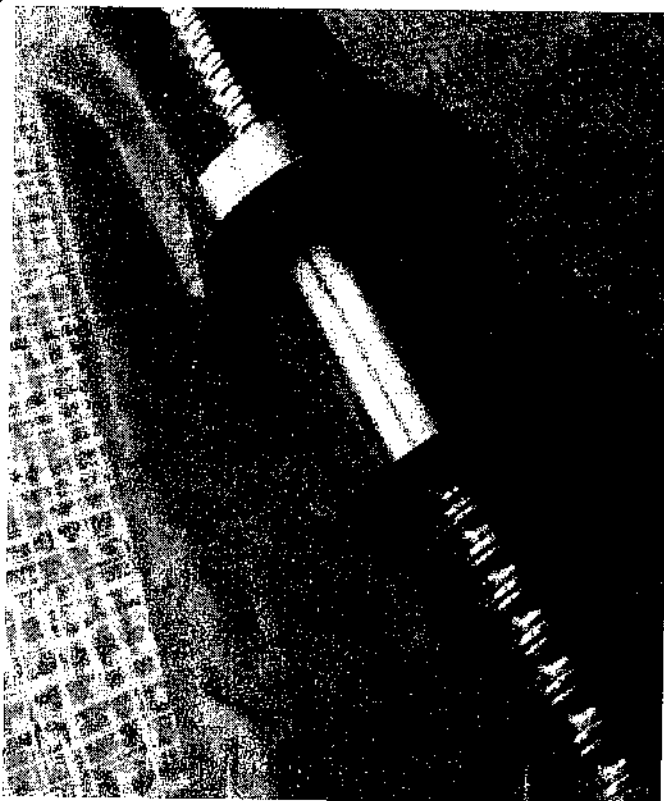


Рисунок 1.3 – Шариковинтовая передача

					15.03.05.2017.173 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		11

Парк механообрабатывающего оборудования, обеспечивающий российское машиностроительное производство, с 1990 года сократился на 1 млн единиц.

В последующие годы, несмотря на позитивные изменения в экономике России, отрасль пребывала в «клещах» у рыночной конъюнктуры. С одной стороны, при тотальной ориентации на импорт, вызванной высокими ценами на нефть, отсутствовал спрос на производство отечественной продукции, а, значит, и спрос на станки. С другой - не было желающих инвестировать в станкостроение, пока его продукция не востребована.

В таких условиях требуется двойное вложение средств: кто-то сперва должен проинвестировать отечественную промышленность, чтобы она заработала, возник спрос на станки; после чего необходимо, чтобы кто-то проинвестировал уже в станкостроение. Можно не разьяснять, почему в таких условиях отрасль находилась в полном упадке и даже близко не было видно тенденции к возрождению.

Для создания спроса на продукцию станкостроения государство первым делом путем реорганизации, слияния и перепрофилирования сформировало компании-флагманы отечественного машиностроения: «Ростех», «Росатом», «Объединённая авиастроительная корпорация», предприятия ВПК, а также отчасти «Газпром» и «Роснефть», которые хоть и не производят промышленных товаров, зато являются прямыми потребителями станкостроительной отрасли и трубопроката, снова возвращающих нас к станкостроению.

Таким образом был создан первичный задел для реиндустриализации страны, когда во многих отраслях имелись мощные и стабильные крупные производители. Но пользовались они при этом всё ещё импортными станками, приборами, технологиями и даже готовыми агрегатами продукции. Сверхвысокие цены на нефть слишком долго позволяли им не развивать эти направления, а поживать на лаврах сырьевой ренты. Кризис и санкции изменили эту ситуацию.

Западные санкции – как прямые, так и финансовые – создали фактически протекционистский режим для восстановления отечественной промышленности и в первую очередь станкостроения, где мы чрезвычайно сильно зависим от импорта. Однако новая рыночная конъюнктура и деятельность правительства создают новые возможности. Отечественное станкостроение быстро набирает обороты, восстанавливая былые достижения.

Во исполнение принятого закона о промышленной политике был создан уникальный Фонд развития промышленности (ФРП), который предоставляет предприятиям, прошедшим отбор, кредиты на уникальных условиях: под 5% годовых сроком на 5-7 лет в объеме от 50 до 700 миллионов рублей. Общий объём программы фонда за прошлый год – 20 млрд рублей, из которой весомую долю – почти 7,33 млрд – получили предприятия машиностроительной отрасли.

Итого благодаря положительным экономическим процессам объём рынка станкостроения в России увеличился с 62 млрд рублей в 2014 году до 100 млрд рублей по итогам 2015 года. При этом объём импорта уже снизился с 88 до 80%. А согласно принятой программе импортозамещения, этот показатель к 2020 году должен сократить ещё более до 58%.

					15.03.05.2017.173 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		13

Пока что динамика говорит о том, что возможности выполнить план есть.

Государство постепенно наращивает мощности системного интегратора отрасли «Станкопрома», который является аналогом «Ростеха». Он контролирует импорт оборудования, комбинирует зарубежные разработки с российской сборкой, пытается развивать отечественные НИОКР и внедрять их.

Принятая ранее в 2011 году подпрограмма «Развитие отечественного станкостроения и инструментальной промышленности» объемом более 50 млрд рублей позволила спасти от банкротства заводы в Стерлитамаке, Рязани, Иванове, Краснодаре, завод «Саста» в городе Сасово Рязанской области, Савеловский машиностроительный завод в Кимрах Тверской области, «Киров-Станкомаш» в Санкт-Петербурге.

1.5 Задачи проектирования

Целью выпускной квалификационной работы является разработка участка механической обработки детали «Винт ходовой 04СС318535». Для реализации цели необходимо решение следующих задач:

- анализ действующего технологического процесса;
- разработать проектный вариант технологического процесса;
- выполнить размерный анализ разработанного технологического процесса;
- выбор технологического оборудования;
- проектирование зажимного приспособления для закрепления заготовки для фрезерование шпоночных пазов;
- проектирование режущего инструмента для фрезерования шпоночных пазов;
- проектирование контрольного приспособления радиального биения специальной резьбы;
- проектирование участка механической обработки;
- разработка мероприятий по безопасности жизнедеятельности;
- определение себестоимости изделия.

					15.03.05.2017.173 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		14

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1 Анализ технологичности детали и существующего технологического процесса

В данной выпускной квалификационной работе проектируется обновленный технологический процесс обработки детали, которая называется «Винт ходовой». Деталь изготавливается на Ремонтно-инструментальном заводе АО КАМАЗ. Входит в состав привода подачи металлорежущего станка. На рисунках 2.1. и 2.2 приведены фото шариковинтовой передачи и эскиз ходового винта.

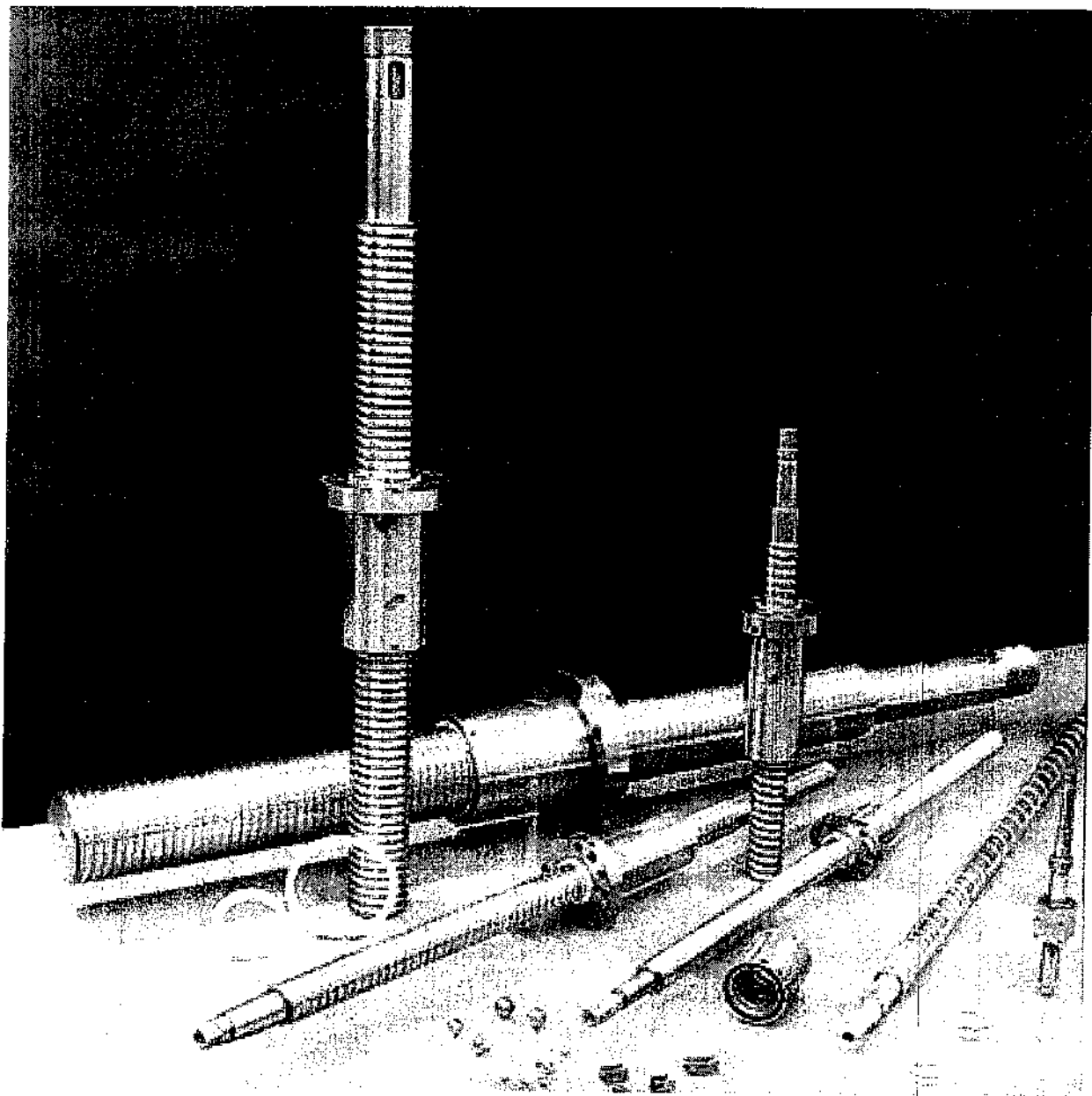


Рисунок 2.1 – Шариковинтовые передачи (фото)

										15.03.05.2017.173 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата							15

Технологичность конструкции детали имеет прямую связь с производительностью труда, затратами времени на технологическую подготовку производства, изготовление, техническое обслуживание и ремонт изделия. Поэтому проектированию технологического процесса изготовления детали должен предшествовать анализ технологичности её конструкции.

На основании анализа исходной информации (чертёж детали, программа выпуска, тип производства, служебное назначение) можно сделать вывод о правильности применения проката в качестве исходной заготовки. Материал заготовки также удовлетворяет указанным требованиям.

При рассмотрении чертежа детали была обнаружена недоработка (или, возможно, невнимательность) со стороны конструктора: на правой шейке винта (по расположению на чертеже) не проставлена шероховатость, а это означает, что шероховатость этой шейки равна шероховатости, указанной в правом верхнем углу чертежа. Таким образом её шероховатость Ra12,5 мкм, чего в принципе не может быть, так как исходя из применения узла обе шейки устанавливаются в подшипники. Поэтому необходимо принять шероховатость этой шейки такой же как и шероховатость левой шейки, то есть Ra0,8 мкм.

У рассматриваемой детали имеется много унифицированных поверхностей, таких как фаски, отверстия, радиусы сопряжения поверхностей. Все поверхности являются открытыми для доступа режущего инструмента. Исходя из этого деталь является технологичной.

Технические требования, предъявляемые к детали, соответствуют её служебному назначению.

Действующий технологический процесс был разработан в семидесятые годы 20 века, оборудование морально и физически устаревшее, много ручных операций, типа слесарных операций. Маршрут выглядел следующим образом (таблица 2.1):

Таблица 2.1 – Технологический процесс детали «Винт ходовой»

Наименование операции	Оборудование	Режущий инструмент
1	2	3
015 Токарная	16K20	Проходной резец P18
025 Токарная	16K20	Подрезной резец
030 Шлифовальная	3T135F1	ПП500х63х20315А
040 Фрезерная	6P82Ш	Концевая фреза P18
050 Резьбо-обрабатывающая	16K20	Фасонный резец P18
070 Кругло-шлифовальная	3T135F1	ПП500х63х20315А
075 Резьбо-шлифовальная	GFLV-250	2П 350X8X160
090 Резьбо-шлифовальная	GFLV-250	2П 350X8X160
105 Резьбо-шлифовальная	GFLV-250	2П 350X8X160

Анализ показывает, что используется дорогостоящий материал режущей части инструмента, содержащий 18% вольфрама, который на сегодняшний день снят с производства, не используется правило концентрации операций, некоторые операции можно было свести в одну технологическую операцию. Причем была допущена грубая технологическая ошибка, резьба нарезается фасонным резцом, а шлифуется дисковым кругом, в результате возникает методическая погрешность, которая образуется из-за разных методик проектирования фасонного резца и шлифовального круга

2.2 Разработка предлагаемого варианта технологического процесса

В основу разработки технологических процессов положены два принципа: технический и экономический. В соответствии с техническим принципом проектируемый технологический процесс должен полностью обеспечить выполнение всех требований рабочего чертежа и технических условий на изготовления заданного изделия. В соответствии с экономическим принципом изготовление изделия должно вестись с минимальными затратами труда и издержками производства.

Технологический процесс изготовления изделий должен выполняться с наиболее полным использованием технических возможностей производства, при наименьшей затрате времени и наименьшей себестоимости изделий.

Из нескольких возможных вариантов технологического процесса изготовления одного и того же изделия, равноценных с позиций технического принципа проектирования, выбирают наиболее эффективный (т.е. производительный) и рентабельный вариант. При равной производительности сопоставляемых вариантов выбирают наиболее рентабельный - наиболее производительный. При разных производительностях и рентабельности выбирают наиболее рентабельный при условии, что производительность всех сравниваемых вариантов не ниже заданной. Эффективность и рентабельность проектируемого процесса выявляют по всем элементам, из которых они складываются, либо определяют расчетом по укрупненным показателям.

Исходные данные для проектирования технологических процессов механической обработки являются:

- рабочий чертеж, определяющий материал, конструктивные формы и размеры детали.
- технические условия на изготовление детали, а также особые требования (твердость, структура материала, термическая обработка),
- объем выпуска изделий, в состав которых входит изготавливаемая деталь, с учетом выпуска запасных частей.

Обработка любой детали начинается с подготовки базовых поверхностей. Так как винт будет обрабатываться преимущественно в центрах, то прежде всего обрабатываются центровые отверстия: подрезаются торцы, сверлятся отверстия, снимаются фаски в отверстиях, нарезается резьба в отверстиях (резьба необходима глав-

ным образом для дальнейшей транспортировки винта с помощью рым болтов). Затем осуществляется обдирка по всей длине, а после её термообработка - улучшение.

Затем производится токарная обработка по контуру: черновая, получистовая, чистовая обработка шеек, обработка поверхности под специальную резьбу, прорезается канавка.

Далее предварительно шлифуются шейки, фрезеруются шпоночные пазы, фрезеруется специальная резьба. После этого винт подвергается термической обработке, а именно - стабилизирующему отпуску.

После этого шлифуются шейки в размеры чертежа, окончательно обрабатывается спецрезьба (в качестве окончательной обработки профиля спецрезьбы была принята обработка шлифованием, которая позволяет получить требуемую шероховатость поверхности). Окончательное шлифование разделяют на несколько операций, причём после каждого шлифования заготовку подвергают стабилизирующему отпуску с целью снятия остаточных напряжений после предыдущей операции.

Полностью обработав деталь, её подвергают контролю, затем маркируют и упаковывают.

2.2.1 Выбор вида и метода получения заготовки

На выбор метода получения заготовки оказывают влияние: материал детали, её назначение и технические требования на изготовление, годовая программа выпуска, форма поверхностей и размеры детали.

Оптимальный метод получения заготовки определяется на основании всестороннего анализа названных факторов и технико-экономического расчёта технологической себестоимости детали. Метод получения заготовки, обеспечивающий технологичность изготовления из неё детали при минимальной себестоимости последней, считается оптимальным.

Для вновь проектируемого технологического процесса метод получения заготовки может:

- приниматься аналогичным существующему на производстве;
- меняться без изменений в технологическом процессе механической обработки;
- меняться с существенными изменениями в ряде операций механической обработки детали.

В первом случае для обоснования метода получения заготовки достаточно ограничиться ссылкой на литературу, где для данных условий рекомендован этот вариант как оптимальный.

Во втором случае предпочтение следует отдавать методу, характеризующемуся лучшим использованием металла и меньшей стоимостью.

В третьем случае вопрос о целесообразности выбора определённого вида заготовки может быть решён лишь после расчёта технологической себестоимости детали по сравниваемым вариантам.

Предпочтение следует отдавать заготовке, которая обеспечивает меньшую технологическую себестоимость детали.

Оптимальным методом получения заготовки для данной детали является прокат, поэтому принимается прокатка горячекатаная круглая по ГОСТ 2590 - 88.

2.2.2 Определение последовательности обработки поверхностей детали

Выбор метода обработки поверхности заготовки производится на основе обеспечения наиболее рационального процесса обработки (с учётом выбора наиболее короткого маршрута), служебного назначения детали, функционального назначения поверхности, требований по геометрической точности и др.

Необходимое качество поверхностей в машиностроении достигается преимущественно обработкой резанием. В зависимости от требований, предъявляемых к точности размеров, формы, относительного положения и шероховатости поверхностей детали с учётом её размеров, массы и конфигурации, типа производства выбирают один или несколько возможных методов обработки и тип соответствующего оборудования.

Обработку поверхностей можно выполнять в один или несколько переходов, на каждом из которых используют свой метод обработки. Если заготовка имеет высокую точность, то в ряде случаев обработку можно начинать с чистовых методов.

Каждый последующий метод обработки одной элементарной поверхности должен быть точнее предыдущего. Точность на каждом последующем переходе обработки обычно повышается на черновых переходах на один - три квалитета, на чистовых - на один - два квалитета по точности размера.

Следует стремиться к тому, чтобы в маршрутах обработки различных поверхностей, принадлежащих одной детали, повторяемость методов обработки была максимальной. Это сокращает номенклатуру необходимого режущего инструмента и позволяет проектировать технологический процесс по принципу концентрации операций с максимальным совмещением обработки различных поверхностей, уменьшает число установов, повышает производительность и точность обработки.

При обработке винта все его цилиндрические поверхности сначала подвергаются токарной обработке, а затем окончательно шлифуются (это практически единственный вариант обработки всех цилиндрических наружных поверхностей).

Для получения шпоночных пазов можно применить два метода обработки, а именно: строгание и фрезерование. В виду низкой производительности строгания по сравнению с фрезерованием, а также учитывая то, что фрезерование более распространено, принимаем для получения шпоночных пазов - фрезерование.

Неоднозначность возникает при определении метода получения резьбы специальной. Здесь возможны несколько вариантов:

										Лист
										20
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

15.03.05.2017.173 ПЗ

– нарезание резьбы резцом с последующим шлифованием профиля резьбы, этот вариант был в действующей технологии и приводил к методической погрешности.

– фрезерование резьбы дисковой фрезой с последующим шлифованием профиля резьбы,

– фрезерование резьбы дисковой фрезой с последующей обкаткой профиля резьбы.

В данной работе принимается второй вариант.

Для обработки детали «Винт ходовой» принимаем следующую последовательность обработки:

1. Базируемся по диаметру 56h14 и центруем справа и слева центровые отверстия

2. Базируемся по диаметру 56h14 и обрабатываем поверхности: диаметров 56h14, 25h14 и правого торца в размер 20h14

2. Базируемся по диаметру 56h14 обрабатываем поверхности: диаметр 35h12, 11,83h14, 5,89h14 и левый торец в размер 1848h14, нарезаем резьбу M12x1-7H, M33x1,5-8g M6-6g.

3. Базируемся по диаметру 56h14 обрабатываем: диаметры 9,5h14, 11,83h14 и торец в размер 122h14, фрезеруем специальную резьбу.

4. Базируемся по диаметру 56h14 обрабатываем: диаметры 9,5h14, 11,83h14 и торец в размер 122h14, шлифуем специальную резьбу

2.2.3 Выбор методов и определение количества переходов для обработки

Обработка любой детали начинается с подготовки базовых поверхностей. Так как винт будет обрабатываться преимущественно в центрах, то прежде всего обрабатываются центровые отверстия: сверлятся отверстия, снимаются фаски в отверстиях, нарезается резьба в отверстиях (резьба необходима главным образом для дальнейшей транспортировки винта с помощью рым болтов). Затем осуществляется обдирка по всей длине, а после её термообработка - улучшение.

Затем производится токарная обработка по контуру: черновая, получистовая, чистовая обработка шеек, обработка поверхности под специальную резьбу, прорезается канавка.

Затем производится токарная обработка по контуру: черновая, получистовая, чистовая обработка шеек, обработка поверхности под специальную резьбу, прорезается канавка.

Далее предварительно шлифуются шейки, фрезеруются шпоночные пазы, фрезеруется специальная резьба. После этого винт подвергается термической обработке, а именно - стабилизирующему отпуску.

После этого шлифуются шейки в размеры чертежа, окончательно обрабатывается спецрезьба (в качестве окончательной обработки профиля спецрезьбы была

					15.03.05.2017.173 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		21

детали припуски определяются расчетно-аналитическим методом по В.М.Ковану. Для остальных поверхностей детали припуски на обработку определяются по нормативным справочным данным.

Далее приводится расчёт припусков на обработку наружной цилиндрической поверхности под последующее фрезерование резьбы специальной.

Минимальный припуск на черновое точение

$$2 \cdot Z_{\min.1} = 2 \cdot \left[(R_z + h)_0 + \sqrt{\Delta_{\Sigma 0}^2 + \varepsilon_0^2} \right], \quad (2.1)$$

где R_z - высота микронеровностей профиля на предшествующем переходе,
 h - глубина дефектного поверхностного слоя на предшествующем переходе,
 $\Delta_{\Sigma 0}$ - суммарные отклонения расположения поверхности на предшествующем переходе,

ε_0 - погрешность установки заготовки на выполняемом переходе.

$R_z = 160$ мкм, $h = 250$ мкм

Кривизна $\Delta_k = 2,5$ мкм / мм

$$\Delta_{\Sigma k} = 2,5 \cdot 200 = 500 \text{ мкм} = 0,5 \text{ мм.}$$

Смещение оси заготовки в результате погрешности центрования

$$\Delta_c = 0,25 \cdot \sqrt{T^2 + 1}, \quad (2.2)$$

где T - допуск на диаметральный размер базы заготовки, использованной при центровании, мм.

$$\Delta_c = 0,25 \cdot \sqrt{1^2 + 1^2} = 0,354 \text{ мм}$$

$$\Delta_{\Sigma 0} = \sqrt{0,5^2 + 0,354^2} = 0,612 \text{ мм.}$$

Так как черновая обработка ведётся в самоцентрирующем патроне, то $\varepsilon_0 = 0$.
 Находим минимальный припуск

$$2 \cdot Z_{\min.1} = 2 \cdot \left[(0,160 + 0,250) + \sqrt{0,612^2 + 0} \right] = 2,044 \text{ мм.}$$

Максимальный припуск на черновое точение

$$Z_{\max.1} = Z_{\min.1} + TD_0 + TD_1 = 1,022 + 1,8 + 0,46 = 3,282 \text{ мм.}$$

					15.03.05.2017.173 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		23

Минимальный припуск на чистовое точение

$$R_Z = 63 \text{ мкм}, \quad h = 60 \text{ мкм}, \quad \Delta_{\Sigma 1} = 240 \text{ мкм}.$$

$$2 \cdot Z_{\min 2} = 2 \cdot \left[(0,063 + 0,060) + \sqrt{0,24^2 + 0} \right] = 0,726 \text{ мм}.$$

Максимальный припуск на чистовое точение

$$Z_{\max 2} = Z_{\min 2} + TD_1 + TD_2 = 0,363 + 0,46 + 0,3 = 1,123 \text{ мм}.$$

Минимальный припуск на шлифование

$$R_Z = 32 \text{ мкм}, \quad h = 30 \text{ мкм}, \quad \Delta_{\Sigma 2} = 40 \text{ мкм}$$

$$2 \cdot Z_{\min 3} = 2 \cdot \left[(0,032 + 0,030) + \sqrt{0,04^2 + 0} \right] = 0,204 \text{ мм}.$$

Максимальный припуск на шлифование

$$Z_{\max 3} = Z_{\min 3} + TD_2 + TD_3 = 0,102 + 0,3 + 0,074 = 0,476 \text{ мм}.$$

В сумме получаем

$$2 \cdot Z_{\min} = 2,044 + 0,726 + 0,204 = 2,974 \text{ мм}.$$

$$2 \cdot Z_{\max} = 6,564 + 2,246 + 0,952 = 9,852 \text{ мм}.$$

Принимаем припуск на черновую обработку $Z_{\text{черн}} = 3,282$ мм на сторону,
на чистовую обработку $Z_{\text{чист}} = 1,123$ мм на сторону,
на шлифование $Z_{\text{шлиф}} = 0,476$ мм на сторону.

Тогда получаем диаметр заготовки

$$d_{\text{заг}} = 56,3 + 2 \cdot 1,022 + 2 \cdot 0,363 + 2 \cdot 0,102 = 59,274 \text{ мм}.$$

Данные расчета размера поверхностей приведены в таблице 2.2

					15.03.05.2017.173 ПЗ	Лист
						24
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Таблица 2.2 – Результаты размерного анализа по В.М.Ковану по наружному диаметру 56,3 под фрезерование специальной резьбы

Стадии обр.	Элементы припуска				Расч. Мин. Припуск на сторону	Расч. Размер d_p мм	Допуск мкм	Пред.размер мм		Пред.прип. мм	
	R_{zi} мкм	T_i мкм	$\Delta\Sigma\sigma_i$ мкм	ϵ_i мкм				d_{min}	d_{max}	$2Z_{min}$	$2Z_{max}$
Штам.	160,0	250	500	—	—	59,274	1800	58,2	60	—	—
1	63,0	60,0	240,0	0	1,022	57,23	460	57,156	57,616	2,044	6,564
2	32,0	30,0	40,0	—	0,363	56,504	300	56,430	56,730	0,726	2,246
3	1,6	12,0	25,0	—	0,102	56,3	74	56,226	56,300	0,204	0,952

Примечание:

1-я операция: Точение черновое квалитет 14

2-я операция: Получистовое точение квалитет 12

3-я операция: Шлифование получистовое квалитет 7

Рассчитаем припуск для наружного диаметра 35

Таблица 2.3 – Результаты размерного анализа по В.М. Ковану для диаметра 35

Стадии обр.	Элементы припуска				Расч. Мин. Припуск на сторону	Расч. Размер d_p мм	Допуск мкм	Пред.размер мм		Пред.прип. мм	
	R_{zi} мкм	T_i мкм	$\Delta\Sigma\sigma_i$ мкм	ϵ_i мкм				d_{min}	d_{max}	$2Z_{min}$	$2Z_{max}$
штам	200,0	300	200	—	—	36,644	1200	35,8	37	—	—
1	50,0	50,0	25,0	0	0,7	35,244	250	35,027	35,244	1,4	5,7
2	32,0	25,0	0,0	—	0,065	35,13	160	34,97	35,13	0,13	1,65
3	6,3	12,0	25,0	—	0,057	35	250	34,75	35	0,114	0,4

Примечание:

1-я операция: Точение черновое. Квалитет 14

2-я операция: Получистовое точение. Квалитет 12

3-я операция: Точение чистовое. Квалитет 7

Поверхность подготовлена для фрезерования ппоночных пазов и нарезания резьбы.

											Лист
											25
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата							

15.03.05.2017.173 ПЗ

Результаты размерного анализа для поверхности диаметром 25 показаны в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Результаты размерного анализа по В.М. Ковану для диаметра 25

Поверхность	Стадии обработки	R_{zi}	T_i	Δ	ϵ_i	$2Z_{imin}$	d_p	TA_i	d_{min}	d_{max}	$2z_{mini}$	$2z_{maxi}$
Диаметр 25	Заготовка	200	300	200	0			840				
	Черновое точение IT14	50	50	40	0	1,4		520			1,4	2,46
	Получистовое точение IT 11	32	25	25	0	0,280		130			0,280	0,303
	Чистовое точение IT8	3,2	15	20	0	0,164		33			0,164	0,136
	Шлифование IT 7	1,6	12	20	0	0,076		21			0,076	0,1

Для остальных поверхностей помещаем в более упрощенную таблицу 2.5.

Таблица 2.5 – Упрощенная таблица для остальных видов обработки

Поверхность	Вид обработки	Минимальный припуск	Максимальный припуск	Размер	Допуск	Максимальный размер	Минимальный размер
Торцовая поверхность	Фрезерование торцев	0,1	0,161	1848	0,92	1848	1847,08
	Сверление центровых отверстий IT 11	0,45	0,5	9	0,07	9,07	9
	Нарезание резьбы	0,5	0,55	M10—8H			
	Сверление центровых отверстий IT 11	0,55	0,6	11	0,07	11,07	11

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

15.03.05.2017.173 ПЗ

Лист
26

Продолжение таблицы 2.5

	Нарезание резьбы	0,5	0,055	M12x1-7H			
Диаметр 30,35	Фрезерование шпоного паза IT 10	3,3	3,5	10	0,058	10,058	10
Диаметр M33	Нарезание резьбы	2	2,01	M33x1,5-8g			
	Фрезерование шпоночного паза, IT10	5	5,05	5	0,048	5	4,952
Канавка	Нарезание канавки, IT12	2,5	2,55	30,35	0,25	30,35	30,1
Диаметр 56,3	Резьбофрезерование IT12	6	7	56,3	0,3	56,3	56
	Резьбошлифование IT 8	1	1,5	48,51	0,046	48,51	48,464
	Резьбошлифование IT7	1	1,2	47,51	0,03	47,51	47,48

2.4 Расчет режимов резания и нормирование технологического процесса

Технологическая операция - законченная часть технологического процесса, выполняемая на одном рабочем месте.

Технологический процесс - это часть производственного процесса, содержащая целенаправленные действия по изменению состояния предмета труда (ГОСТ 3.1109-82).

Технологический переход - законченная часть технологической операции, выполняемая одними и теми же средствами технологического оснащения при постоянных технологических режимах и установке.

Часть технологической операции, выполняемая при неизменном закреплении обрабатываемых заготовок или собираемой сборочной единицы, называется установом.

						15.03.05.2017.173 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			27

Позиция - фиксированное положение, занимаемое неизменно закрепленной обрабатываемой заготовкой или собираемой сборочной единицей совместно с приспособлением относительно инструмента или неподвижной части оборудования при выполнении определенной части операции.

Проектируя технологическую операцию, необходимо стремиться к уменьшению её трудоёмкости. Производительность обработки зависит от режимов резания, количества переходов и рабочих ходов, последовательности их выполнения. в общем случае различают одно- и многоинструментальную, последовательную, параллельную и параллельно-последовательную обработку. Так как в данном случае производство единичное, то применяется одноинструментальная последовательная обработка.

Число и последовательность технологических переходов зависят от вида заготовки и точностных требований к готовой детали. Совмещение переходов определяется конструкцией детали, возможностями расположения режущих инструментов на станке и жёсткостью заготовки. Переходы, при которых соблюдаются жёсткие требования к точности и шероховатости поверхности, иногда целесообразно выделить в отдельную операцию, применяя одноинструментальную последовательную обработку.

При наружном точении винта сначала производится обработка с одной стороны, затем деталь переустанавливается и обрабатывается оставшаяся часть. Также при токарной обработке происходит разделение на переходы по виду выполняемой операции: подготовка центровых отверстий (сверление, снятие фасок, нарезание резьбы), прорезка канавки, нарезание резьбы, а также по виду применяемого инструмента и оснастки.

При шлифовании операции также разбиваются на переходы - сначала шлифуется с одной стороны, затем винт переустанавливают и шлифуют с другой стороны.

При фрезеровании шпоночных пазов существует два перехода - сначала фрезеруется один шпоночный паз, происходит замена инструмента и фрезеруется другой паз.

2.4.1 Определение режимов резания

Фрезерование торцев

Диаметр заготовки 60 мм. $t=1$ мм.

Определяется подача: $S_0 = 0,2$ мм/об., из диапазона подач 0,05 – 2800 [7]

Находится скорость резания [5]

$$V=V_T \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (2.3)$$

где V_T - табличное значение скорости, $V_T = 140$ м/мин.,

K_1, K_2, K_3 - поправочные коэффициенты, учитывающие главный угол в плане инструмента, стойкость инструмента, материал режущей части инструмента соответственно [5].

					15.03.05.2017.173 ПЗ	Лист
						28
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

$$K_1 = 0,75 \quad K_2 = 1,25 \quad K_3 = 1,35.$$

$$V = 140 \cdot 0,75 \cdot 1,25 \cdot 1,35 = 177 \text{ м/мин.}$$

Находится частота вращения шпинделя

$$n = (1000 \cdot V) / \pi \cdot d. \quad (2.4)$$

$$n = (1000 \cdot 177) / \pi \cdot 70 = 805 \text{ об/мин.}$$

С учётом того, что на данной операции применяется станок 16К20, из ряда частот вращения его шпинделя выбирается $n_{\phi} = 800$ об/мин.

Тогда фактическая скорость резания уточняется по формуле

$$V_{\phi} = (\pi \cdot d \cdot n_{\phi}) / 1000 = (\pi \cdot 70 \cdot 800) / 1000 = 176 \text{ м/мин.}$$

По справочнику находится, что для нарезания резьбы М10 и М12 необходимы отверстия диаметром 9 мм и 11 мм соответственно.

Все остальные режимы рассчитываются одинаково, поэтому сводим их в таблицу 2.5.

Таблица 2.6 – Режимы резания

№ операции	D	t	S	V	n	$P_z P_0$	N_e , кВт
005-1 Фрезерование торцев	60	1	0,2	177	800		
005-2 Сверление	11		0,075	31,4	900	1305,7	
005-3 Сверление	9		0,06	38,1	1347	913,8	
005-4 Нарезание резьбы	M10			8,1	250,7		
010 -1 Черновая токарная	60	3,5	0,54	121,7	668		8,33
010-2 Полуцистловая токарная	57,3	1	0,73	143,1	859		5,58
010-3 Чистовая токарная	56,3	0,5	0,3	170	966		
015-1 Черновая токарная	38	2	0,12	215	1800		
015-2 Полуцистловое точение	36	1	0,11	149	1318		
015-3. Нарезание шейки	36	5	0,3	170	966		
015-4. Нарезание шейки полуцистловое	31	1	0,3	170	966		
015-5. Нарезание резьбы	M33	2	1,5	126	1215		
020-1. Фрезерование шпоночного паза	10		0,1	31,1	123,7	1613	0,83
020-2. Фрезерование шпоночного паза	5		0,08	33,3	212	520	0,267
025 Резьбофрезерование	56,3		0,06	33	131		0,38
030-1 Предварительное шлифование	30,35	0,01	1	30м/с			1,87
030-2	35	0,01	1	30			1,87

Продолжение таблицы 2.6

030-3	56,3	0,01	1	30			1,87
035 Шлифование	25	0,01	0,005	25			1,09
040- Резьбошлифование предвари- тельное	56,3	0,03		30			
040 Резьбошлифование окончательное	56,3	0,01		30			

2.4.2 Нормирование операций

Под технически обоснованной нормой времени понимается время, необходимого для выполнения заданного объема работы (операции) при определённых организационно-технических условиях и наиболее эффективном использовании всех средств производства. Технически обоснованную норму времени устанавливают в соответствии с эксплуатационными возможностями оборудования, инструментов и других средств производства. На основе технически обоснованных норм времени устанавливают расцепки, определяют производительность оборудования, осуществляют календарное планирование производства, выявляют возможность организации многостаночного обслуживания.

В серийном производстве техническое нормирование обработки производится по величине штучно-калькуляционного времени на операцию

$$T_{шт.к.} = T_{шт.} + T_{п.з.} / n, \quad (2.18)$$

где $T_{шт.}$ - штучное время;

$T_{п.з.}$ - подготовительно-заключительное время на партию, затрачиваемое на получение задания, ознакомление с работой, наладку оборудования, установку и снятие приспособления и инструмента, сдачу работы и т.д.;

n - размер партии деталей.

Норма штучного времени определяется по формуле

$$T_{шт} = T_o + T_v + T_{об} + T_{пер}, \quad (2.19)$$

где T_o - основное время, определяется на основании рассчитанных режимов резания;

T_v - вспомогательное время, устанавливается по содержанию каждого перехода, с учётом возможных совмещений переходов и перекрытий элементов штучного времени. Вспомогательное время состоит из времени на установку и снятие детали, на управление станком, на измерение деталей;

$T_{об}$ - время на обслуживание рабочего места, оно включает в себя время на техническое и на организационное обслуживание рабочего места;

$T_{пер}$ - время на перерывы.

Время на обслуживание рабочего места и время на перерывы определяется в процентах от оперативного времени, которое вычисляется по формуле

					15.03.05.2017.173 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		30

$$T_{оп} = T_o + T_v, \quad (2.20)$$

Основное время для токарных операций определяется по формуле

$$t_o = (L_o + L_{вр} + L_n) / (n \cdot S),$$

где L_o , $L_{вр}$, L_n - длина обрабатываемого участка, величины врезания и перебега инструмента, соответственно;

Центровочные операции состоят из подрезки торцов

$$t_o = (d/2 + L_{вр} + L_n) / (n \cdot S),$$

сверления отверстий

$$t_o = (L_o + L_{вр}) / (n \cdot S),$$

нарезания резьбы в отверстиях

$$t_o = (L_o + L_{вр} + L_n) / (n \cdot S) + (L_o + L_{вр} + L_n) / (n_o \cdot S).$$

Для фрезерования шпоночного паза

$$t_o = (L_o + L_{вр} + L_n) / S_{пр}.$$

Для фрезерования специальной резьбы

$$t_o = [(L_o + L_{вр} + L_n) / S_t] \cdot [(\pi \cdot d) / (\cos \alpha \cdot S_m)],$$

где S_t - шаг резьбы,

α - угол подъема резьбы.

Для шлифования

$$t_o = [L / (n \cdot S)] \cdot a / S_{поп} \cdot k,$$

где a - снимаемый припуск,

k - поправочный коэффициент.

Для врезного шлифования

$$t_o = a / (n \cdot S_{поп}) \cdot k.$$

2. Нормы вспомогательного времени определяются по нормативам.

Штучное время на остальные операции:

					15.03.05.2017.173 ПЗ	Лист
						31
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Термическая - 60 мин.
 Слесарная - 6 мин.
 Разметочная - 10 мин.
 Токарная (калибровка баз) - 5 мин.
 Контрольная - 9 мин.
 Маркировочная - 5 мин.
 Упаковка - 26 мин.

3. Подготовительно-заключительное время:

– на токарных операциях

$$T_{п.з.} = T_{нал} + T_{орг} + T_{доп.пр.}$$

где $T_{нал} = 20$ мин - время наладки оборудования;

$T_{орг} = 10$ мин - время на организационные надобности;

$T_{доп.пр} = 1 + 2.5 = 3.5$ мин - время на дополнительные проблемы при наладке;

$$T_{п.з.} = 20 + 10 + 3.5 = 33.5 \text{ мин.}$$

* на фрезерных операциях

$$T_{п.з.} = T_{нал} + T_{инстр} + T_{орг} + T_{доп.пр.} \quad (2.22)$$

где $T_{нал} = 35$ мин - время наладки оборудования;

$T_{инстр} = 2$ мин - время установки инструмента;

$T_{орг} = 7$ мин - время на организационные надобности;

$T_{доп.пр} = 5$ мин - время на дополнительные приемы;

$T_{п.з.} = 35 + 2 + 7 + 5 = 49$ мин.

* на круглошлифовальных операциях

$T_{п.з.} = 12$ мин.

* на шлифование резьбы $T_{п.з.} = 45$ мин.

Для остальных операций расчеты выполнены аналогичным образом, данные приведены в таблицу 2.7.

Таблица 2.7 – Нормы времени

№ операции	Наименование	T_o , мин	T_v , мин.	$T_{шт}$, мин.
005	Фрезерно-центровальная	5,4	2,5	8,6
010	Токарная с ЧПУ	8,05	19,82	31,49
015	Токарная с ЧПУ	10,92	9,15	22,77
020	Фрезерная с ЧПУ	4,25	0,62	5,93
025	Резьбофрезерование	3,4	0,2	3,8
030	Шлифование	0,81	4,26	5,93
035	Шлифование	0,14	4,26	5,15
040	Резьбошлифование	3,5	0,4	4,5

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

15.03.05.2017.173 ПЗ

Лист

32

Выводы по разделу два

В данном разделе разработан технологический процесс для изготовления детали «Винт ходовой 04СС318535», рассчитаны режимы резания и выполнено нормирование операций.

					15.03.05.2017.173 ПЗ	Лист
						33
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

3 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

3.1 Проектирование станочного приспособления

3.1.1 Базирование заготовки в приспособлении

Необходимо спроектировать приспособление для закрепления детали на фрезерных операциях с ЧПУ 020.

Ходовой винт представляет собой очень длинное цилиндрическое тело, относительно небольшого диаметра. В качестве главной базы на фрезерной и некоторых других операциях можно использовать наружную цилиндрическую поверхность. Это является самым оптимальным вариантом из всех возможных, так как требования, предъявляемые к главным базам, вполне подходят для вышеуказанной поверхности, то есть по параметрам точности и шероховатости она полностью удовлетворяет вышеуказанным критериям. К тому же при базировании только по этой поверхности обеспечивается максимально устойчивое положение заготовки во время выполнения операции.

Требуемая точность обработки обеспечивается определенным положением заготовки относительно режущего инструмента. Под базированием при механической обработке заготовок на станках принято считать придание заготовке требуемого положения относительно элементов станка, определяющих траектории движения подачи обрабатываемого элемента.

Забазировать заготовку с главной базой в форме наружной цилиндрической поверхности в приспособлении, это значит - совместить её ось с воображаемой осью приспособления.

Для полного исключения подвижности твердого тела в пространстве необходимо лишить его шести степеней свободы. Это достигается наложением связей. Под связями подразумеваются ограничения позиционного характера, накладываемые на движения точек рассматриваемого тела. В приспособлениях каждая из связей реализуется в виде точки контакта базовой поверхности с опорным элементом. Расположение точек контакта на базовых поверхностях заготовки представляет собой схему базирования.

Для длинных цилиндрических заготовок можно применять следующую схему базирования. Главной базой в данном случае является наружная цилиндрическая поверхность заготовки, на которой располагаются четыре опорные точки. Они лишают заготовку 4-ех степеней свободы (2-ух перемещений перпендикулярно оси и вращение относительно этих осей). Связи, расположенные на торцевой поверхности заготовки, лишают её 2-ух степеней свободы (перемещения вдоль оси и вращение относительно этой оси). Для базирования принимается двойная направляющая база (рисунок 3.1) [18].

					15.03.05.2017.173 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		34

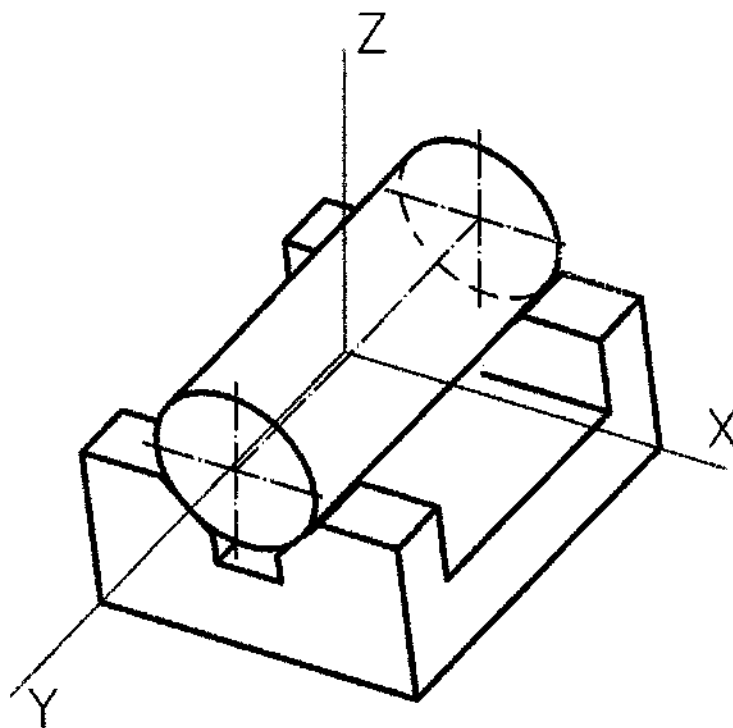


Рисунок 3.1 – Базирование детали

3.1.2 Расчёт усилия зажима, разработки расчетной схемы и определение силы закрепления

В процессе выполнения технологической операции не должно нарушаться положение заготовки, достигнутое при базировании. Для этой цели к заготовке необходимо приложить силу (силы). Определение точки приложения и направления действия сил является основной задачей разработки схемы закрепления.

Для рассматриваемой детали схема закрепления разработана с учетом практически всех основных требований, предъявляемых к приспособлению. А именно, во-первых, направление действия силы резания проходит в непосредственной близости от опорных элементов, тем самым минимизируется необходимая сила закрепления. Во избежание сдвига заготовки при закреплении, сила закрепления направлена перпендикулярно к опорным элементам. Для уменьшения смятия заготовки удельное давление рассредоточено по поверхности.

Реализация схемы базирования и закрепления с помощью опорных и зажимных элементов приспособления

Каждая теоретическая точка на схеме базирования в реальных условиях проявляется в виде контакта поверхности заготовки с опорными элементами приспособления.

В рассматриваемом случае четыре опорные точки на главной базе реализованы с помощью призм.

Оставшиеся две опорные точки на торцевой поверхности заготовки реализованы с помощью центра.

						15.03.05.2017.173 ПЗ	Лист
							35
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			

где $K_0 = 1,5$ - гарантированный коэффициент надежности;

$K_1 = 1,2$ - коэффициент, учитывающий увеличение силы резания из-за случайных неровностей на заготовке;

$K_2 = 1,75$ - коэффициент, учитывающий увеличение силы резания из-за затупления инструмента;

$K_3 = 1,2$ - коэффициент, учитывающий увеличение силы резания при прерывистом резании;

$K_4 = 1$ - коэффициент, учитывающий непостоянство зажимного усилия;

$K_5 = 1$ - коэффициент, учитывающий степень удобства рукояток;

$K_6 = 2,5$ - коэффициент, учитывающий неопределенность неровностей места контакта заготовки с опорными элементами (этот коэффициент не может иметь значение меньше 2,5).

$$Q = \frac{3,8 \cdot 4,9}{4 \cdot 0,3} = 15,5 \text{ кН}$$

Б) опрокидывание в перпендикулярном направлении к оси детали, совпадающим с осью фрезы:

$$Q \cdot 73 = P_y \cdot R_{\text{фр}}, \quad (3.5)$$

$$P_y = 0,4 \cdot P_z = 0,4 \cdot 4,9 = 1,96 \text{ кН}$$

Таким образом, сила зажима, обеспечивающая отсутствия вращения относительно оси, определится как:

$$Q = \frac{1,96 \cdot 0,04}{0,073} = 1,1 \text{ кН}$$

В качестве силового механизма будет служить рычажный механизм прямого действия. Ход, которого можно определить по формуле:

$$S_p(Q) = \delta + \Delta_{\text{гар}} + \frac{Q}{j_p} + \Delta S_p(Q), \quad (3.6)$$

где $\delta = 0,18 \text{ мм}$

$\Delta_{\text{ГАР}} = 0,2 \dots 0,4 = 0,4 \text{ мм};$

$\Delta S_p(Q) = 0,2 \dots 0,4 = 0,4 \text{ мм};$

$j_p = 14700 \dots 24500 \text{ кН/м};$

Принимаем $j_p = 15000 \text{ кН/м};$

					15.03.05.2017.173 ПЗ	Лист
						36
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

$$S_p(Q) = 0,18 + 0,4 + \frac{15500}{15000} + 0,4 = 2,02 \text{ мм}$$

Принимаем: $l_1 = 73 \text{ мм}$; $l_2 = 50 \text{ мм}$.

КПД рычажного механизма $\eta = 0,85 \dots 0,95 = 0,9$;

Сила на приводе:

$$P = Q \cdot \frac{l_2}{l_1} \cdot \eta = 15,5 \cdot \frac{50}{73} \cdot 0,9 = 9,5 \text{ кН}$$

В качестве привода наиболее оптимальным вариантом будет пневматический встроенный привод, поскольку пневматические приводы имеют простую конструкцию, являются быстродействующими, просты в управлении, обладают надёжностью и сравнительно недорого стоят.

Расчет конструктивных параметров привода

Диаметр пневмоцилиндра можно определить по формуле:

$$D_{ц} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q \cdot l_2}{\pi \cdot P_v \cdot l_1}}, \quad (3.7)$$

где $P_v = 1 \cdot 10^6 \text{ Па}$ – давление воздуха.

$$D_{ц} = \sqrt{\frac{4 \cdot 15500 \cdot 50}{3,14 \cdot 1 \cdot 10^6 \cdot 73}} = 0,116 \text{ м} = 116 \text{ мм}$$

Согласно ГОСТ 15608-81 выбираем пневмоцилиндр диаметром 125 мм.

3.1.3 Компоновка приспособления и его работа

Самым простым видом приспособления для фрезерования шпоночных пазов является закрепление в центрах, однако такой вариант не совсем пригоден так как, длина заготовки составляет 1848 мм и неизбежно возникнет прогиб детали. Предлагается схема с одной стороны базируется на двух призмах установленное вертикально и с другой стороны базирующейся в центрах. С одной стороны двойная направляющая лишает заготовку 4 степеней свободы, и центр лишает заготовку еще двух степеней свободы. На рисунке 3.3 приведена компоновка приспособления.

					15.03.05.2017.173 ПЗ	Лист
						37
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

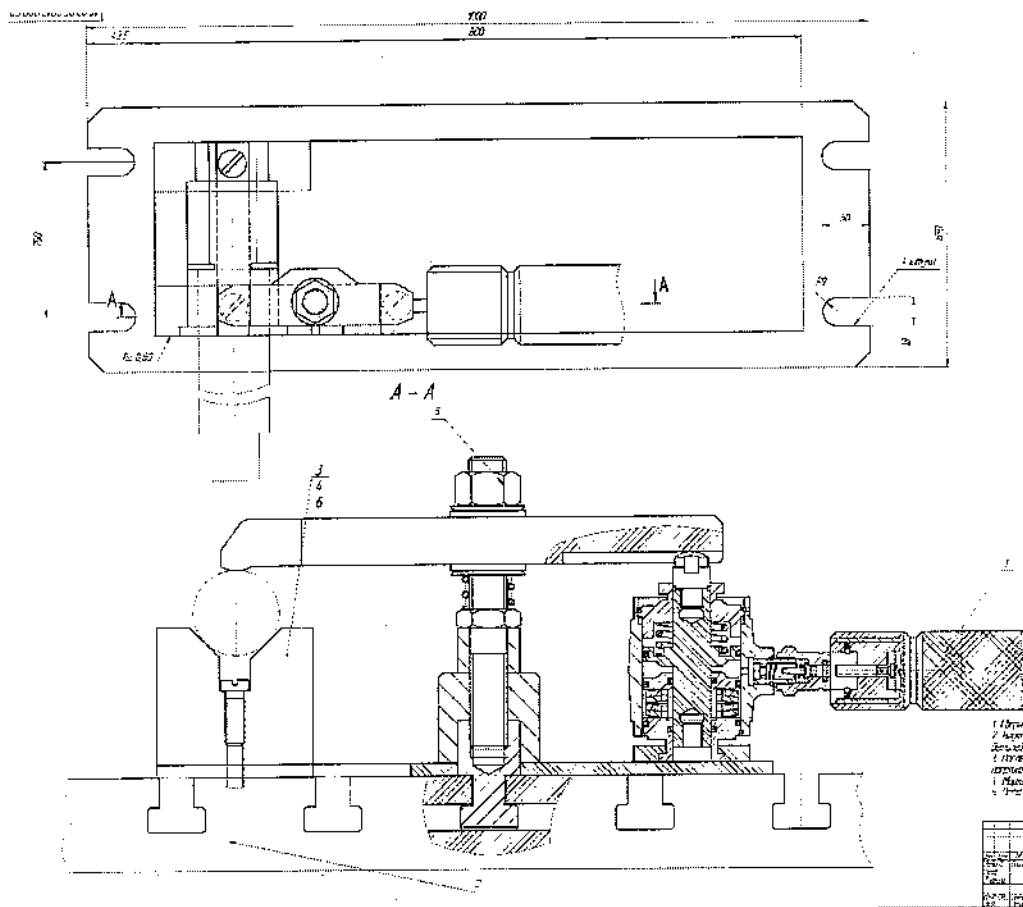


Рисунок 3.3 – Компоновка приспособления

Заготовка устанавливается в призме 3, и зажимается с помощью прижима 4. Во избежание осевого движения заготовки она упирается в буртик. Для освобождения заготовки прижим отходит от заготовки.

3.1.4 Расчет погрешности установки в приспособлении.

Основное требование, предъявляемое к приспособлениям – обеспечить заданную точность обработки на заранее настроенном станке. Поэтому на стадии проектирования приспособления необходимо провести расчёты по обеспечению заданной точности обработки. Для выдерживания на данной операции размера должно выполняться условие:

$$\delta_{\Sigma} < a \quad (3.8)$$

где δ_{Σ} – максимальная результирующая погрешность обработки;

a – допуск на выполняемый элемент.

Результирующая погрешность δ_{Σ} – является следствием совокупного влияния различных факторов, порождающих погрешность обработки.

Необходимо получить два паза на левом торце детали по IT14 (0,43 мм)

					15.03.05.2017.173 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Среди погрешностей связанных с приспособлением можно выделить следующие:

$\delta_{рп}$ – погрешность расположения приспособления на станке, расположение посадочных поверхностей приспособления относительно посадочного места станка.

$\delta_{рп} = 0,02$ из диапазона $0,01 \dots 0,03$ – в центр на горизонтальный стол по T - образному пазу.

$\delta_б = 0$ – погрешность базирования заготовки в приспособлении.

$\delta_з$ – погрешность закрепления заготовки в приспособлении. Принимаем равной 100 мкм, т.е. $\delta_з = 0,1$ мм.

$\delta_{п.о}$ – погрешность расположения опорных поверхностей относительно посадочных поверхностей приспособления.

$\delta_{п.о} = 0,008$ мм.

$$\delta_{\Sigma} = t \sqrt{\delta_{р.п.} + \delta_{п.о.} + \delta_б + \delta_з} \quad (3.9)$$

$$\delta_{\Sigma} = 1.15 \sqrt{0.02^2 + 0.1^2 + 0 + 0.008^2} = 0.12 \text{ мм}$$

Допуск на выполняемый элемент - $a = 0,43$ мм.

Соотношение $\delta_{\Sigma} \leq a$, $0,11 \text{ мм} < 0,43 \text{ мм}$ выполняется, то есть приспособление обеспечивает точность обработки.

3.2 Расчет и проектирование режущего инструмента

Даны декартовы системы координат: неподвижная $O_B X_B Y_B Z_B$, связанная с деталью, подвижная система координат $O_D X_D Y_D Z_D$, которая тоже связана с деталью и подвижная система координат $O_{ш} X_{ш} Y_{ш} Z_{ш}$, связанная с центром шарика. В рассматриваемом случае образующая винтовой поверхности имеет сложный вид, что не позволяет описать его аналитическим выражением в явном виде. Поэтому ее целесообразно разбить на n участков. Для каждого из этих участков составляют свое аналитическое выражение. Координаты точек, принадлежащие образующей определяют в подвижной системе координат $O_{ш} X_{ш} Y_{ш} Z_{ш}$.

Принимаем, что нормальное сечение детали описывается из n участков в виде отрезков или дуг окружности (на рисунке 3.4 два участка - дуги окружности).

Если есть участок в виде прямой, то он задается координатами точки начала (x_1, z_1) и координатами конечной точки отрезка (x_2, z_2) . Тогда уравнение прямой в подвижной системе координат имеет вид

$$z = \frac{z_2 - z_1}{x_2 - x_1} \cdot (x - x_1) + z_1, \quad (3.10)$$

					15.03.05.2017.173 ПЗ	Лист
						39
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

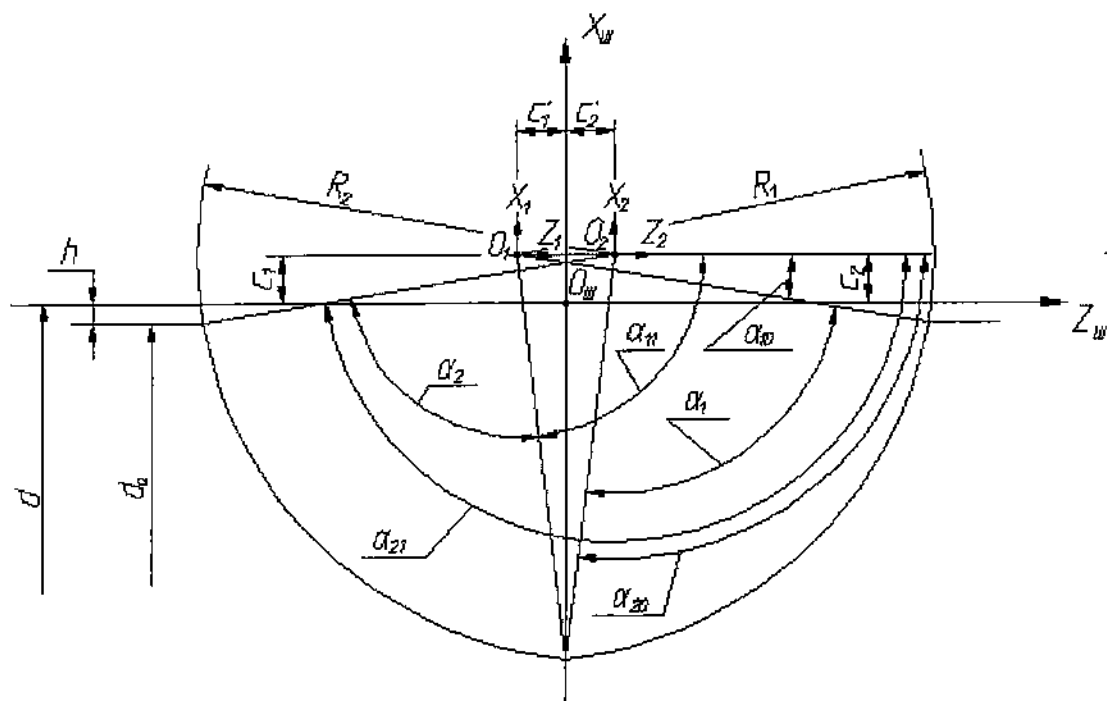


Рисунок 3.4 – Расчетная схема описания образующей цилиндрической винтовой поверхности

Образующую (см. рисунок 3.4) можно описать в подвижной системе координат шарика $O_{ш}X_{ш}Y_{ш}Z_{ш}$ следующим образом.

На представленном рисунке образующая состоит из двух участков - дуг окружностей, с центрами в точках O_1 и O_2 . Центры этих дуг являются одновременно и началами координат координатных систем $O_1X_1Y_1Z_1$ и $O_2X_2Y_2Z_2$ соответственно.

Участок первой дуги задается координатами центра (c_1, c_1') , радиусом R_1 , начальным α_{10} и конечным α_{11} углом дуги окружности. Тогда его уравнение в системе координат $O_1X_1Y_1Z_1$ имеет вид

$$\begin{cases} x_1 = -R_1 \cdot \sin \alpha_1 \\ z_1 = R_1 \cdot \cos \alpha_1, \end{cases} \quad (3.11)$$

где α_1 - переменный угол, изменяющийся в пределах

$$\alpha_{10} \leq \alpha_1 \leq \alpha_{11}.$$

Углы α_{10} и α_{11} определяются

$$\alpha_{10} = \arcsin \left(\frac{h + c_1}{R_1} \right);$$

$$\alpha_{11} = \arccos \left(\frac{c_1'}{R_1} \right),$$

где h - расстояние от оси $Z_{ш}$ до наружной цилиндрической поверхности на которой находится винтовая поверхность.

$$h = (d - d_b) / 2,$$

где d - диаметр по которому расположены центры шариков; d_b - диаметр наружной цилиндрической поверхности.

Переход из системы координат $O_1X_1Y_1Z_1$ в систему координат шарика $O_{ш}X_{ш}Y_{ш}Z_{ш}$ осуществляется следующим образом

$$\begin{cases} X_{ш1} = -R_1 \cdot \sin \alpha_1 + c_1; \\ Z_{ш1} = R_1 \cdot \cos \alpha_1 - c_1'. \end{cases}$$

Участок второй задается координатами центра (c_2, c_2') , радиусом R_2 , начальным α_{20} и конечным α_{22} углом дуги окружности. Тогда его уравнение в системе координат $O_2X_2Y_2Z_2$ имеет вид

$$\begin{cases} X_2 = R_2 \cdot \cos(\pi - \alpha_2) = -R_2 \cdot \sin \alpha_2; \\ Z_2 = R_2 \cdot \sin(\pi - \alpha_2) = -R_2 \cdot \cos \alpha_2. \end{cases}$$

где α_2 - переменный угол, изменяющийся в пределах

$$\alpha_{20} \leq \alpha_2 \leq \alpha_{22}.$$

Углы α_{20} и α_{21} определяются

$$\alpha_{20} = \pi/2 + \arcsin \left(\frac{c_2'}{R_2} \right);$$

$$\alpha_{21} = \pi/2 + \arccos \left(\frac{h + c_2}{R_2} \right).$$

					15.03.05.2017.173 ПЗ	Лист
						41
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Переход из системы координат $O_2X_2Y_2Z_2$ в систему координат шарика $O_{ш}X_{ш}Y_{ш}Z_{ш}$ осуществляется следующим образом

$$\begin{cases} x_{ш2} = -R_2 \cdot \cos \alpha_2 + c_2; \\ z_{ш2} = -R_2 \cdot \sin \alpha_2 + c_2'. \end{cases}$$

Во всех приведенных выше формулах координаты центров дуг окружности подставляются по модулю.

Таким образом участок в виде дуги окружности в общем виде можно задать координатами центра (c, c') , радиусом R , начальным α_0 и конечным α_1 углом дуги. Тогда его уравнение в подвижной системе координат шарика $O_{ш}X_{ш}Y_{ш}Z_{ш}$ (рисунок 3.5) имеет:

$$\begin{cases} x = R_i \cdot \cos \alpha + c; \\ z = R_i \cdot \sin \alpha + c'. \end{cases} \quad (3.12)$$

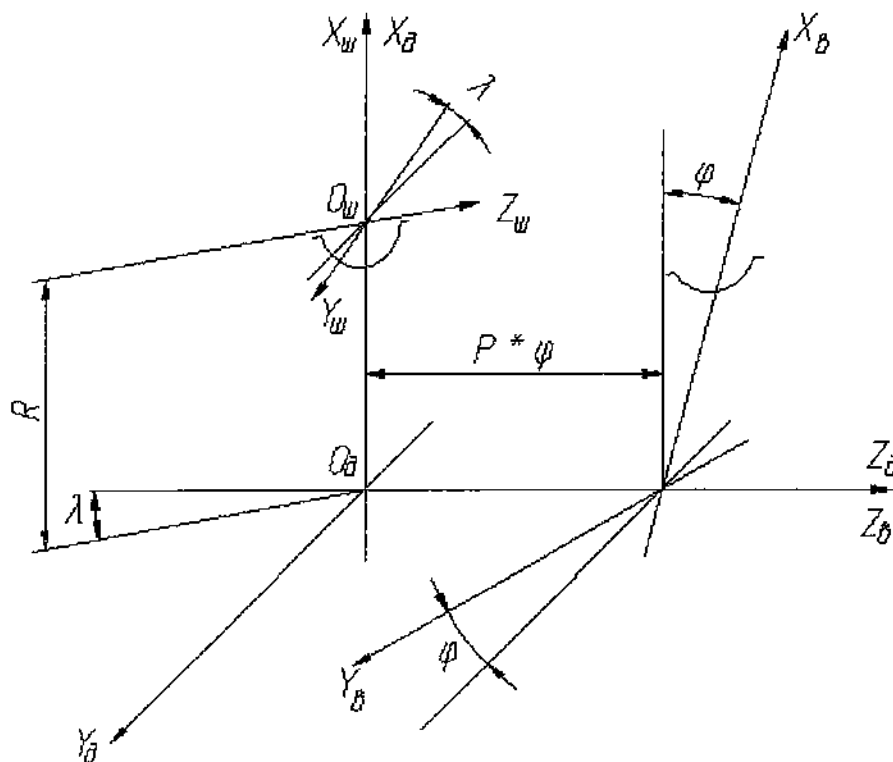


Рисунок 3.5 – Используемые системы координат

Переход из системы координат шарика $O_{ш}X_{ш}Y_{ш}Z_{ш}$ в подвижную систему координат $O_{д}X_{д}Y_{д}Z_{д}$ осуществляется следующим образом

$$\begin{pmatrix} x_d \\ y_d \\ z_d \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & R \\ 0 & \cos \lambda & \sin \lambda & 0 \\ 0 & -\sin \lambda & \cos \lambda & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x_m \\ y_m \\ z_m \\ 1 \end{pmatrix}, \quad (3.13)$$

После перехода и подстановки всех известных значений получается

$$\begin{cases} X_d = X_m + R; \\ Y_d = Z_m \cdot \sin \lambda; \\ Z_d = Z_m \cdot \cos \lambda. \end{cases} \quad (3.14)$$

При формировании поверхностей винтовых канавок изделия профиль исходной инструментальной поверхности и профиль зубьев фрезы, имеющей нулевой передний угол, отличаются от профиля винтовых канавок. Объясняется это тем, что винтовые капавки дисковыми инструментами (фрезами и шлифовальными кругами) обрабатывают методом бесцентроидного огибания. При этом нет начальных окружностей, по которым изделие и инструмент в относительном движении формообразования катятся без скольжения, но поверхность канавки образуется в относительном движении в результате ряда последовательных резов режущими кромками различных зубьев в разном их положении.

В процессе формообразования винтовых канавок обычно заготовка имеет два равномерных движения: вращательное относительно своей оси и поступательное вдоль оси, т.е. совершает винтовое движение подачи с заданным винтовым параметром P_v . Инструмент равномерно вращается относительно своей оси с принятой скоростью резания V .

Участки профиля заготовки образуются при обработке дисковым инструментом двумя способами:

а) как сопряженные по отношению к профилю инструмента, т.е. на участках ab и a_1b_1 (рисунок 3.6), где в точках касания поверхностей заготовки и инструмента имеются общие касательные и нормали;

б) как переходные кривые, образованные одной (или несколькими) точкой a_1 профиля инструмента - участок ac .

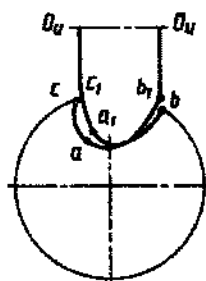


Рисунок 3.6 – Точки касания поверхности заготовки и инструмента

Последовательность решения задачи по определению профиля инструмента следующая: определяют параметры, формируют профиль и математическую модель винтовой поверхности; назначают габаритные размеры дискового инструмента; определяют параметры установки инструмента относительно детали; определяют профиль инструмента; затем решают контрольную задачу, т.е. по найденному профилю инструмента определяют профиль детали и сравнивают его с заданным, если необходимо корректируют параметры установки инструмента.

3.2.1 Методика решения прямой задачи

Сущность метода заключается в том, что винтовая поверхность детали пересекается плоскостями, проходящими через ось инструмента или параллельно ей [26]. Семейство профилей, образованное в указанных сечениях, по способу кругового проецирования переносится на осевую плоскость инструмента. Огибающая к образованному семейству кривых является профилем инструмента. В отличие от других методов профилирования в данном случае характеристика не определяется.

Рассмотрим определение профиля фасонной фрезы для изготовления винтовой канавки (рисунок 3.7).

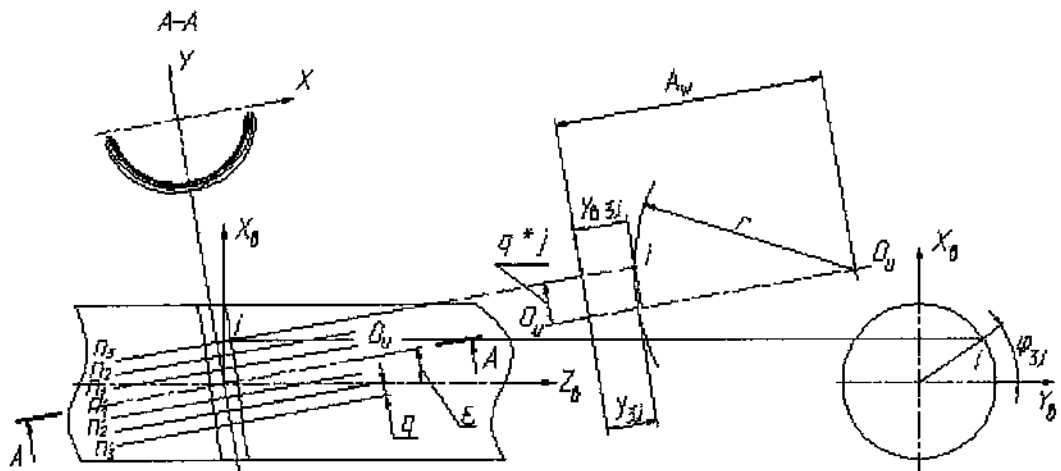


Рисунок 3.7 – Схема определения профиля по методу совмещения сечений

Исходными данными при проектировании профиля дисковой фрезы является: координаты точек нормального сечения детали в подвижной системе координат $O_d X_d Y_d Z_d$, x_{di} , y_{di} , z_{di} , где $i = 1 \dots t$ количество точек взятых на профиле детали; габаритные размеры дискового инструмента; параметры установки дискового инструмента.

Винтовая канавка получит правильный профиль лишь при условии, что плоскость вращения дискового инструмента совпадает в основном с направлением канавки. Для выполнения этого условия необходимо, чтобы ось дискового инструмента была повернута на угол подъема винтовой линии. Положение оси дискового инструмента относительно заготовки определяется при этом тремя параметрами: расстоянием между осями a_w , углом скрещивания осей ϵ и расстоянием K от точки

скрещивания осей S до точки пересечения проекций базовой винтовой линии с осью детали (рисунок 3.8).

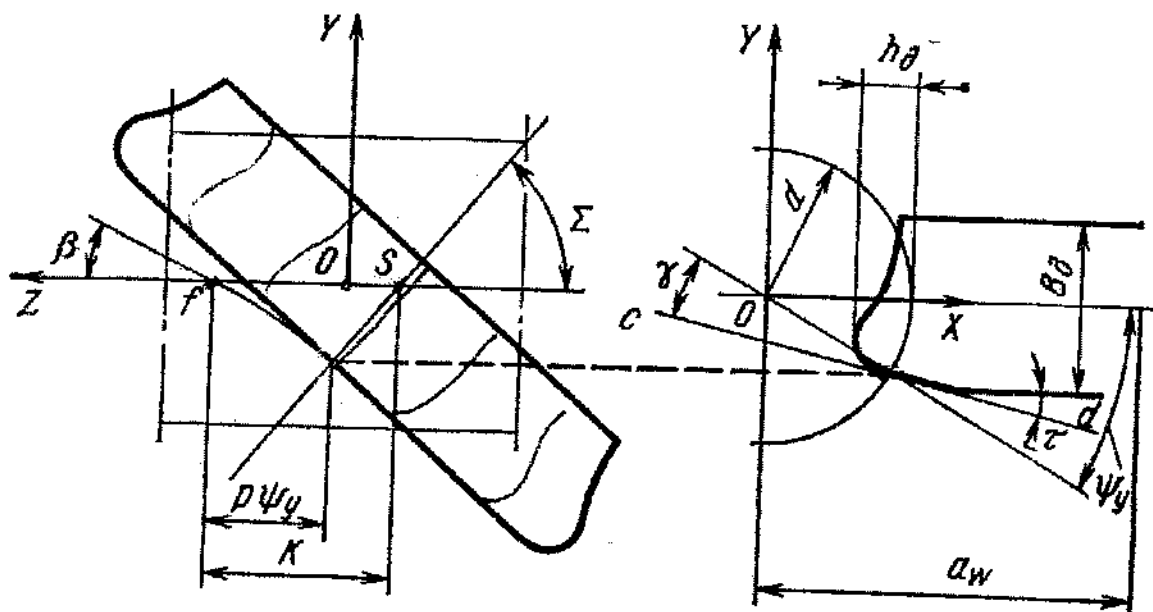


Рисунок 3.8 – Схема определения параметров установки инструмента

Параметры установки для обработки наружных винтовых поверхностей определяются по следующим эмпирическим зависимостям

$$a_w = 0,5 \cdot (D + (d - 2 \cdot g)), \quad (3.15)$$

где d - диаметр детали, мм;

D - диаметр дискового инструмента, мм;

g - глубина профиля детали, мм.

Угол скрещивания осей режущего инструмента и обрабатываемой заготовки определяется по эмпирической формуле

$$\varepsilon = \pi/2 - \omega - 0,017, \quad (3.16)$$

где ω - угол наклона винтовой линии относительно оси вращения заготовки, рад.;
0,017 - эмпирическая поправка, рад.

$$K = P_w \cdot \psi + 0,5 \cdot d \cdot \sin \psi \cdot \operatorname{ctg} \varepsilon$$

где P_w - винтовой параметр; ψ - угол, определяющий положение отрезка кратчайшего расстояния между осями, по отношению к профилю заготовки в торцовом сечении.

$$P_w = \frac{t}{2\pi},$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

15.03.05.2017.173 ПЗ

Лист

45

где $t = \pi \cdot D \cdot ct d \omega$ ход винтовой линии.

Суть метода заключается в том, что деталь рассекается в зоне предполагаемой характеристики сечениями параллельными оси инструмента, расположенными на расстоянии q друг от друга. Количество сечений зависит от требуемой точности расчетов и от уровня их автоматизации. При ручном счете достаточно взять пять - семь сечений, в случае же компьютерного расчета значение имеет требуемая точность расчета. В рассматриваемом случае предполагается провести от двадцати пяти до ста сечений (от $-n_{\text{сеч.}}$ до $n_{\text{сеч.}}$). Независимо от того, какое сечение принято за исходный профиль детали профилирование ведется по единому алгоритму, разница лишь в рекуррентных формулах использующихся при расчете [26].

При профилировании дискового инструмента для обработки винтовых канавок осевого инструмента используется расчетная схема и следующие формулы для кругового проецирования при условии что начало координат совпадает с точкой скрещивания S

$$\begin{cases} x = x_{vi} \cdot \sin \varepsilon - z_{vi} \cdot \cos \varepsilon; \\ y = a_w - \sqrt{(a_w - y_{vi})^2 + (q \cdot n)^2}; \end{cases} \quad (3.17)$$

где a_w - расстояние между осями вращения обрабатываемой детали и обрабатывающего инструмента;

x_{vi}, y_{vi}, z_{vi} - координаты точки детали в n -ом сечении, в неподвижной системе координат $O_v X_v Y_v Z_v$;

ε - угол скрещивания между осями изделия и дискового инструмента, рад.

Для определения координат x_{vi}, y_{vi}, z_{vi} i -ой точки детали в n -ом сечении необходимо выполнить следующие преобразование координат

$$\begin{pmatrix} x_{vi} \\ y_{vi} \\ z_{vi} \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \varphi_i & -\sin \varphi_i & 0 & 0 \\ \sin \varphi_i & \cos \varphi_i & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & P \cdot \varphi \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x_{oi} \\ y_{oi} \\ z_{oi} \\ 1 \end{pmatrix}, \quad (3.18)$$

Раскрывая матричное равенство (3.8) можно получить систему уравнений, описывающих координаты i -х точек в n -ом сечении в системе координат заготовки $O_v X_v Y_v Z_v$

$$\begin{cases} x_{\text{в}i} = x_{\text{д}i} \cdot \cos(\varphi_i) - y_{\text{д}i} \cdot \sin(\varphi_i); \\ y_{\text{в}i} = x_{\text{д}i} \cdot \sin(\varphi_i) + y_{\text{д}i} \cdot \cos(\varphi_i); \\ z_{\text{в}i} = z_{\text{д}i} + P_{\text{в}} \cdot (\varphi_i). \end{cases} \quad (3.19)$$

где φ_i - угол, который определяет положение точки в n -ом сечении, рад; n - порядковый номер сечения.

Чтобы найти φ_i нужно найти пересечение винтовой поверхности с плоскостью n -го сечения, описываемой уравнением

$$\frac{x}{q / \cos \varepsilon} = \frac{z - q / \sin \varepsilon}{-q / \sin \varepsilon}, \quad (3.20)$$

здесь координата y не участвует, так как сечение параллельно оси Y . После преобразований из (3.10) можно получить

$$x + z \cdot \operatorname{tg} \varepsilon - q = 0, \quad (3.21)$$

Для нахождения φ_i необходимо решить совместно (3.9) и (3.11) относительно φ_i

$$\begin{cases} x_{\text{в}i} = x_{\text{д}i} \cdot \cos(\varphi_i) - y_{\text{д}i} \cdot \sin(\varphi_i); \\ y_{\text{в}i} = x_{\text{д}i} \cdot \sin(\varphi_i) + y_{\text{д}i} \cdot \cos(\varphi_i); \\ z_{\text{в}i} = z_{\text{д}i} + P_{\%0} \cdot (\varphi_i); \\ x + z \cdot \operatorname{tg} \varepsilon - q = 0. \end{cases} \quad (3.22)$$

где $x_{\text{д}i}$, $y_{\text{д}i}$, $z_{\text{д}i}$ - координаты i -ой точки в исходном сечении, в подвижной системе координат $O_{\text{д}}X_{\text{д}}Y_{\text{д}}Z_{\text{д}}$.

Выразив из четвертого уравнения координату x и из третьего z и подставив результаты в первое уравнение, получается

$$q - z_{\text{в}i} + P \cdot \varphi_i = x_{\text{в}i} \cdot \cos(\varphi_i) + y_{\text{в}i} \cdot \sin(\varphi_i), \quad (3.23)$$

В уравнении (3.23) явно просматривается трансцендентность. Это увеличивает время автоматизированного проектирования, так как приходится использовать для его решения численные методы, с определенным числом итераций, причем количество итераций тем больше, чем выше необходимая точность вычислений.

Чтобы избежать трансцендентности предлагается следующая методика, являющаяся модификацией описанного выше метода совмещенных сечений.

Вместо сечений параллельных оси инструмента, проводятся сечения параллельные оси детали (рисунок 3.9).

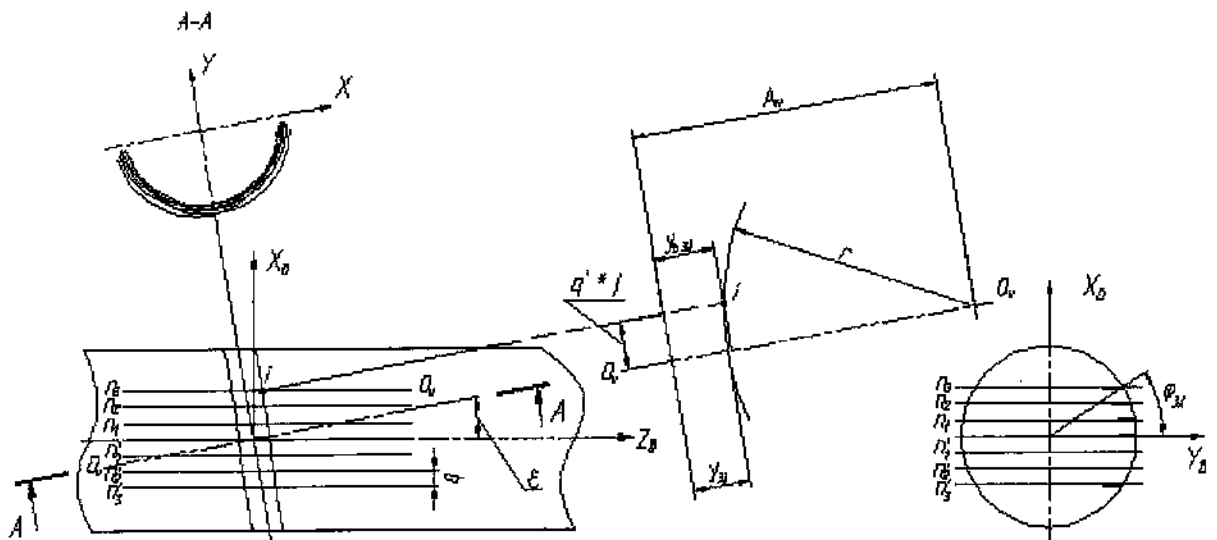


Рисунок 3.9 – Схема определения профиля по модифицированному методу совмещения сечений

Тогда уравнение секущей плоскости запишется в виде

$$x = q,$$

и система уравнений (3.22) переписется в виде

$$\begin{cases} x_{\%oi} = x_{\%oi} \cdot \cos(\varphi_i) - y_{\%oi} \cdot \sin(\varphi_i); \\ y_{\%oi} = x_{\%oi} \cdot \sin(\varphi_i) + y_{\%oi} \cdot \cos(\varphi_i); \\ z_{\%oi} = z_{\%oi} + P_b \cdot (\varphi_i); \\ x = q. \end{cases} \quad (3.24)$$

Подставляя четвертое уравнение в первое получается

$$q = x_{\%oi} \cdot \cos \varphi_i - y_{\%oi} \cdot \sin \varphi_i.$$

Полученное уравнение решается относительно φ_i , для чего оно приводится к квадратному уравнению

$$\cos^2 \varphi_i \cdot (x_{\%oi}^2 + y_{\%oi}^2) - 2 \cdot q \cdot x_{\%oi} \cdot \cos \varphi_i + (q^2 - y_{\%oi}^2) = 0, \quad (3.25)$$

Откуда

$$\varphi_{1,2} = \arccos\left(\frac{2 \cdot q \cdot x_{di} \pm \sqrt{D}}{2 \cdot (x_{di}^2 + y_{di}^2)}\right), \quad (3.26)$$

где $D = 4 \cdot q^2 \cdot x_{di}^2 - 4 \cdot (x_{di}^2 + y_{di}^2) \cdot (q^2 - y_{di}^2)$.

По имеющейся математической модели разработан алгоритм (рисунок 3.10).

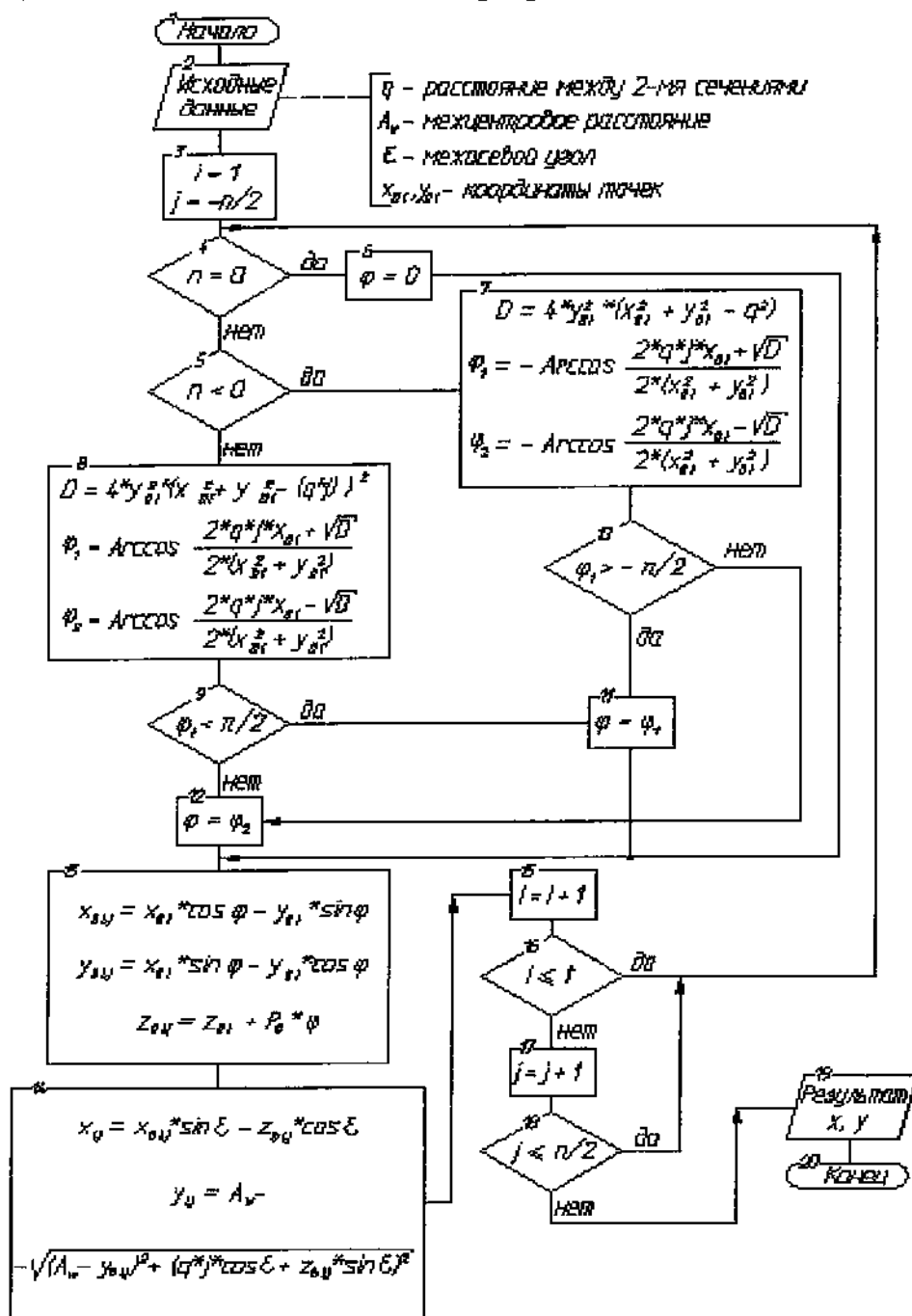


Рисунок 3.10 – Схема определения профиля по модифицированному методу

Огибающей семейства кривых называется такая кривая, которая в каждой своей точке касается некоторой кривой из заданного семейства кривых.

Семейство кривых в представленной работе, имеет вид массива точек и их координат. Каждая точка имеет обозначение номера кривой, к которой она принадлежит, и номера этой точки на данной кривой. Для человека построить огибающую к семейству кривых, заданному в виде дискретных точек, не составляет труда. Компьютер же может построить огибающую только тогда, когда задан определенный порядок действий, включающий в себя математические выражения, по которым компьютер может найти точки, принадлежащие огибающей [26].

В общем случае две близкие кривые имеют точки наибольшего сближения. Эти точки являются либо пересечениями кривых α и $\alpha + \Delta\alpha$, либо такими точками на α , что их расстояние до $\alpha + \Delta\alpha$ (по нормали) – бесконечно малая величина высшего порядка по отношению к $\Delta\alpha$. Если $\Delta\alpha$ стремится к нулю, то кривая $\alpha + \Delta\alpha$ стремится слиться с кривой α , а точка К в некоторых случаях приближается к предельному положению – характеристической точке и геометрическое место характеристических точек для всех кривых семейства образуют кривую, называемой характеристикой этого семейства. Как правило, она является огибающей этих кривых, если нет особых точек этой кривой [58].

При решении задачи определения огибающей к семейству осевых сечений детали с винтовой поверхностью, спроецированных круговой проекцией на осевую плоскость инструмента, легко обнаружить, что эти кривые не имеют особых точек, а следовательно характеристика семейства, состоящая из точек пересечения соседних кривых будет являться огибающей (рисунок 3.9).

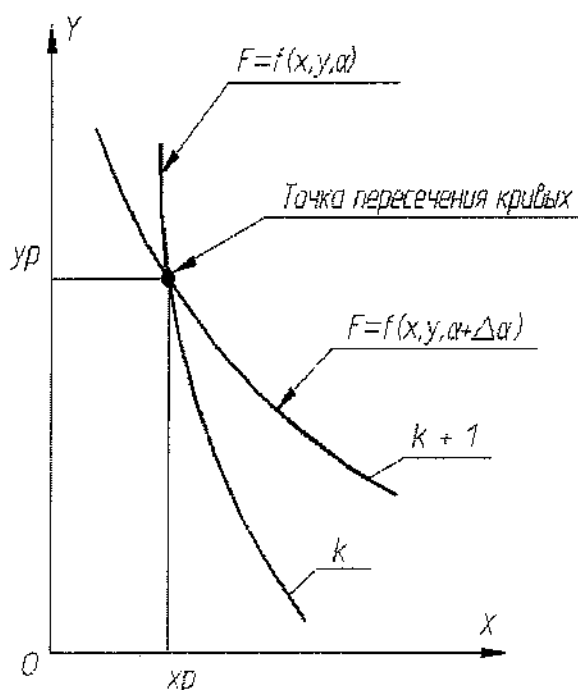


Рисунок 3.11 – Схема определения точки, принадлежащей огибающей

Так как расстояние между двумя соседними точками сечения мало, можно принять, что точки сечения соединяются прямыми, уравнения которых

$$\frac{X - X_{k,i}}{X_{k,i+1} - X_{k,i}} = \frac{Y - Y_{k,i}}{Y_{k,i+1} - Y_{k,i}}, \quad (3.27)$$

Если привести это уравнение к общему виду, то можно получить

$$\begin{aligned} X \cdot (Y_{k,i+1} - Y_{k,i}) - X_{k,i} \cdot Y_{k,i+1} + X_{k,i} \cdot Y_{k,i} &= \\ &= Y \cdot (X_{k,i+1} - X_{k,i}) - Y_{k,i} \cdot X_{k,i+1} + Y_{k,i} \cdot X_{k,i} \end{aligned}, \quad (3.28)$$

Принимая

$$A_k = Y_{k,i+1} - Y_{k,i};$$

$$B_k = X_{k,i} - X_{k,i+1};$$

$$C_k = Y_{k,i} \cdot X_{k,i+1} - Y_{k,i} \cdot X_{k,i};$$

$$A_{k+1} = Y_{k+1,j+1} - Y_{k+1,j};$$

$$B_{k+1} = X_{k+1,j} - X_{k+1,j+1};$$

$$C_{k+1} = Y_{k+1,j} \cdot X_{k+1,j+1} - Y_{k+1,j} \cdot X_{k+1,j};$$

можно получить

$$A_k \cdot X + B_k \cdot Y + C_k = 0.$$

Аналогично для k+1 сечения

$$A_{k+1} \cdot X + B_{k+1} \cdot Y + C_{k+1} = 0.$$

Точка пересечения двух прямых определяется следующим образом

$$X_p = \frac{\begin{vmatrix} B_k & C_k \\ B_{k+1} & C_{k+1} \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} A_k & B_k \\ A_{k+1} & B_{k+1} \end{vmatrix}}, \quad (3.29)$$

$$Y_p = \frac{\begin{vmatrix} A_k & C_k \\ A_{k+1} & C_{k+1} \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} A_k & B_k \\ A_{k+1} & B_{k+1} \end{vmatrix}},$$

Искомые точки должны удовлетворять условиям:

$$\text{если } X_{k,j} \geq X_{k,j+1}, \text{ то } X_{k,j} \geq X_p \geq X_{k,j+1},$$

$$X_{k,j} \leq X_{k,j+1}, \text{ то } X_{k,j} \leq X_p \leq X_{k,j+1},$$

$$\text{и если } Y_{k,j} \geq Y_{k,j+1}, \text{ то } Y_{k,j} \geq Y_p \geq Y_{k,j+1},$$

$$Y_{k,j} \leq Y_{k,j+1}, \text{ то } Y_{k,j} \leq Y_p \leq Y_{k,j+1}.$$

Нахождение точек пересечения двух соседних кривых ведется методом последовательного перебора пар точек и пар сечений. Взяв в первом сечении первую пару точек последовательно ведется поиск пересечения с каждой парой точек второго сечения. Если точек пересечения, удовлетворяющих условиям, указанным выше, найдено не будет, то берется следующая пара точек первого сечения (вторая и третья) и процесс повторяется до тех пор, пока искомая точка не будет обнаружена. Названная последовательность действий выполняется для каждой пары сечений, пока не будут обнаружены все точки пересечения кривых [25]. Так как в общем случае кривые могут пересекаться произвольным образом, то огибающая будет гораздо точнее, если кроме точек пересечения она будет содержать точки, принадлежащие кривой, которая является крайней на участке между двумя точками пересечения. По вышеприведенному описанию построена блок-схема алгоритма (рисунок 3.12).

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

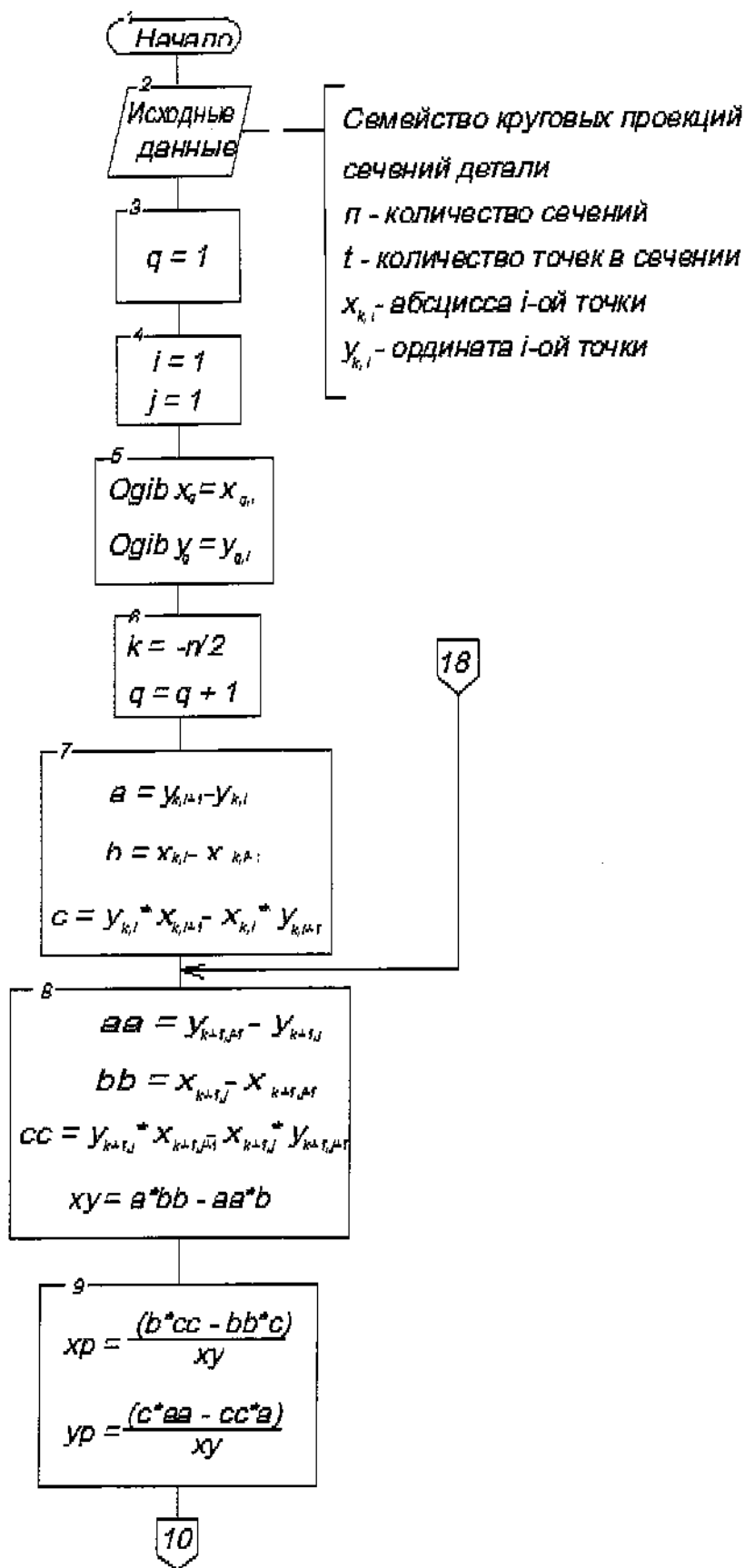


Рисунок 3.12 - Алгоритм определения огивающей семейства кривых

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

15.03.05.2017.173 ПЗ

Лист

53

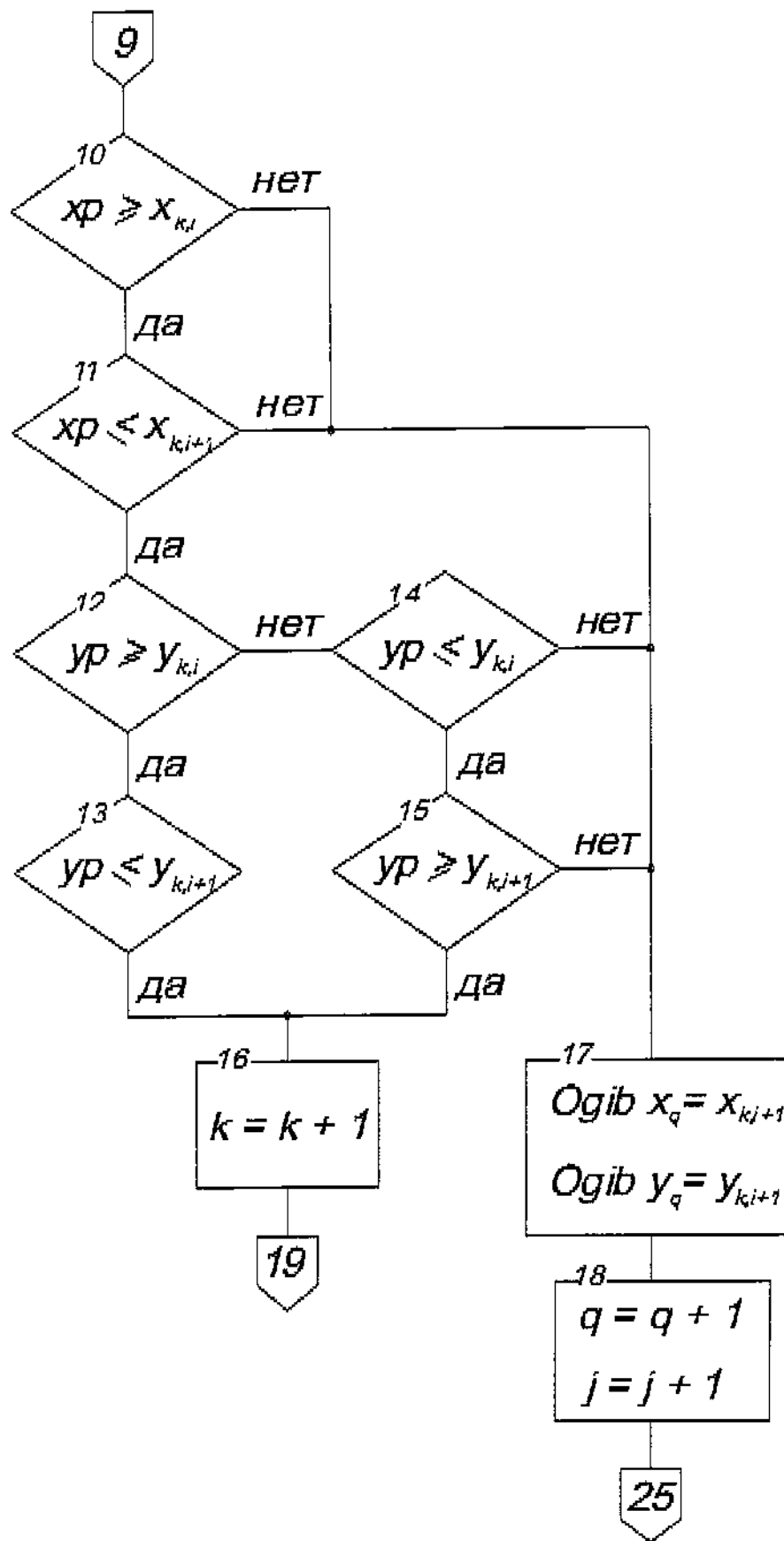


Рисунок 3.12 – Продолжение рисунка

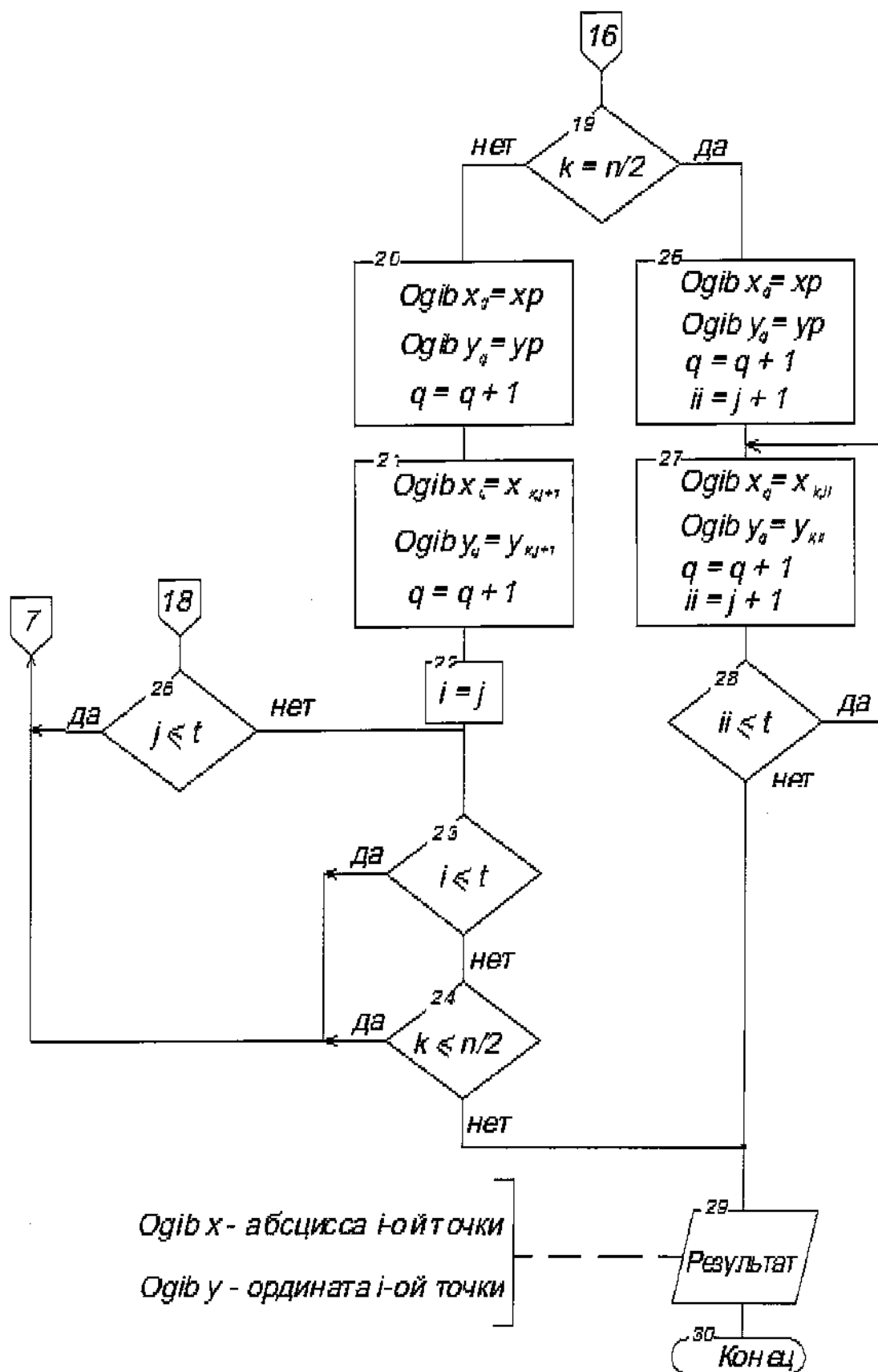


Рисунок 3.12 – Окончание рисунка

Профиль режущего инструмента в осевом сечении представляет из себя плоскую кривую, заданную дискретно и точная связь $x = f(y)$ неизвестна. Технологически изготовление этой кривой сложно. Поэтому из технологических соображений полученный массив точек целесообразно аппроксимировать несколькими дугами окружностей, в данном случае двумя. Дуга окружности проводится через три точки, две из которых являются узловыми: начальная и конечная точки участка. Первая точка профиля при аппроксимации является центром локальной системы координат. Координаты второй и третьей точек пересчитываются относительно первой.

$$X_{21} = X_2 - X_1,$$

$$Y_{21} = Y_2 - Y_1,$$

$$X_{31} = X_3 - X_1,$$

$$Y_{31} = Y_3 - Y_1,$$

где (X_1, Y_1) , (X_2, Y_2) , (X_3, Y_3) - координаты первой, второй и третьей точек соответственно.

После пересчёта координат определяются координаты центра заменяющей окружности относительно первой точки.

Вычисляются вспомогательные переменные

$$F_1 = x_{21}^2 + y_{21}^2,$$

$$F_2 = x_{31}^2 + y_{31}^2,$$

$$F_3 = 2 \cdot (x_{21} \cdot y_{31} - x_{31} \cdot y_{21}).$$

Координаты центра заменяющей окружности

$$x_0 = \frac{F_1 \cdot y_{31} - F_2 \cdot y_{21}}{F_3},$$

$$y_0 = \frac{F_2 \cdot y_{21} - F_1 \cdot y_{31}}{F_3}.$$

Радиус заменяющей окружности

$$R = \sqrt{x_0^2 + y_0^2}.$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Теперь необходимо оценить погрешность аппроксимации. Значение погрешности аппроксимации определяется вдоль радиуса заменяющей окружности. Для этого необходимо центр заменяющей окружности совместить с центром второй локальной системы координат, относительно которой надо пересчитать координаты каждой точки теоретического профиля инструмента. Затем определяется разность между радиус-вектором точки теоретического профиля и радиусом заменяющей окружности

$$\Delta_i = \bar{r}_i - R,$$

где \bar{r}_i - радиус-вектор i -ой точки, причём

$$\bar{r}_i = \sqrt{X_i^2 + Y_i^2},$$

где X_i, Y_i - координаты i -ой точки.

Абсолютное значение разности максимального положительного и максимального отрицательного отклонений и даст погрешность аппроксимации.

$$\Delta_{\max} = |\Delta_{i\max} - \Delta_{i\min}|.$$

В случае изготовления фрезы на станке с числовым программным управлением к погрешности аппроксимации теоретического профиля технологическим добавляется погрешность, связанная с дискретностью перемещений станка при использовании круговой интерполяции, которая составляет 0,001 мм. Поэтому, в случае изготовления дисковой фрезы на станке с числовым программным управлением, аппроксимацию целесообразно выполнять для каждых трёх соседних точек по методике описанной выше. В результате расчетов получена фреза для обработки винтовой канавки ходового винта (рисунок 3.12)

3.3 Проектирование приспособления для контроля радиального биения специальной резьбы

3.3.1 Выбор вида и метода измерения

Под измерением понимается опыт, в результате которого получают количественную характеристику свойств объекта, явления или процесса с погрешностью, не превышающей допустимую. Поэтому выбор видов, методов, средств измерения, условий их выполнения и методики обработки результатов наблюдений всегда ограничен требованием обеспечения установленной точности.

					15.03.05.2017.173 ПЗ	Лист
						57
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

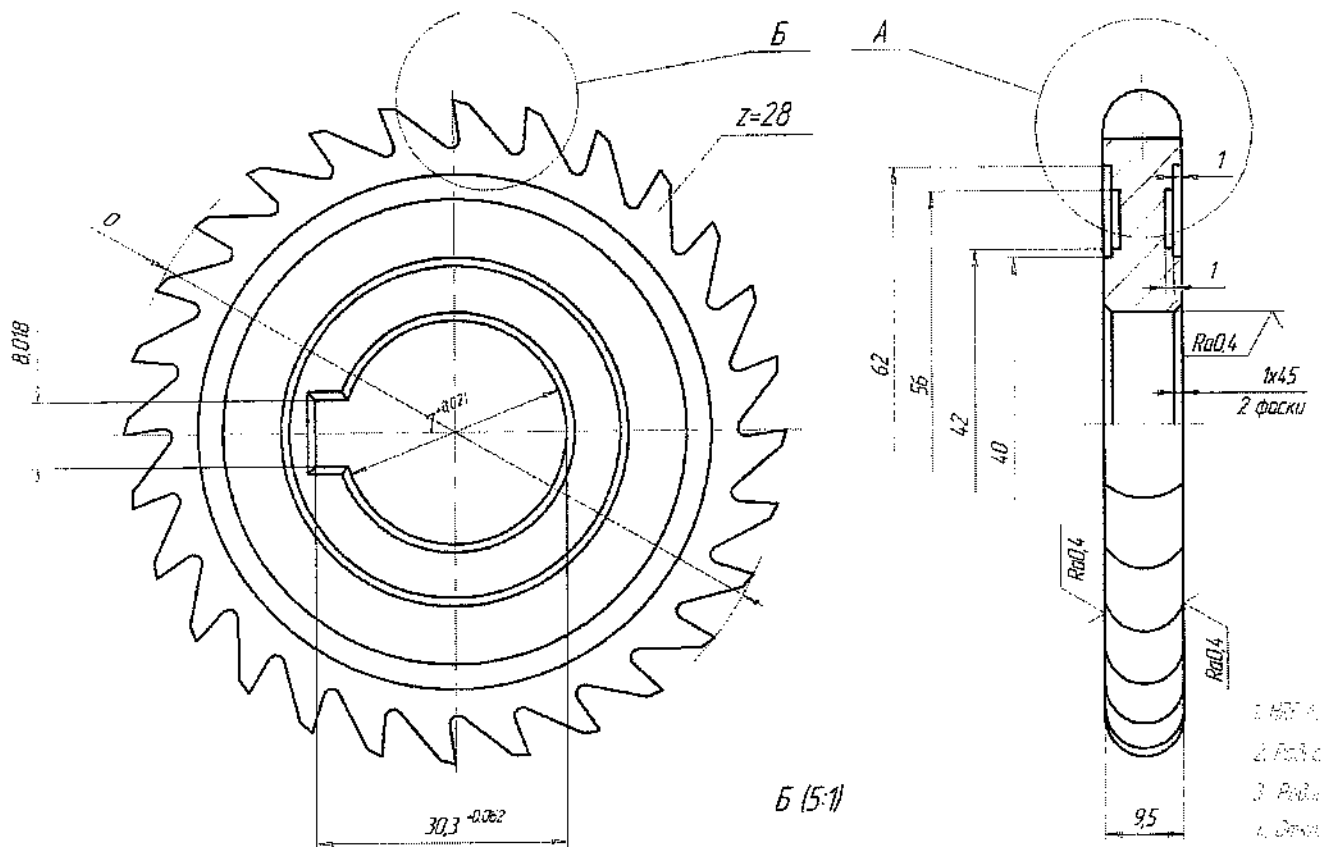


Рисунок 3.13 – Спроектированная фреза

Измерения, при которых искомую величину находят непосредственно из опытных данных, называют прямыми. Если искомую величину находят на основании известной зависимости между этой величиной и величинами, полученными прямыми измерениями, то измерения называют косвенными. Точность косвенных измерений зависит от точности прямых измерений и точности используемой зависимости.

Метод измерений называют методом непосредственной оценки, если величину определяют непосредственно по отсчетному устройству измерительного прибора, и методом сравнения, если измеряемую величину сравнивают с величиной, воспроизводимой мерой. При этом мера выступает не в виде неотъемлемой части конструкции измерительного прибора, а как самостоятельное средство измерения, предназначенное для воспроизведения физической величины заданного размера. Возможность использования средства измерения для измерения методом сравнения определяется тем, что диапазон измерения данного средства больше его диапазона показаний. Метод сравнений используют при контроле деталей в массовом и серийном производстве, т.е. когда нет частых переналадок измерительного прибора на новое значение измеряемой величины и когда достаточной является информация об отклонении измеряемой величины от установленного значения.

				15.03.05.2017.173 ПЗ		Лист 58
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Использование метода сравнения позволяет применять при конструировании приспособлений малогабаритные типовые преобразователи.

В соответствии с выше изложенным, принимаем решение о конструировании контрольного приспособления основанного на прямом виде измерений методом сравнения, вследствие, своей простоты, надежности и обеспечения требуемой точности измерений.

3.3.2 Разработка теоретических схем базирования и закрепления

Необходимо спроектировать контрольное приспособление для контроля размера $56,30_{-0,048}$ мм.

Требуемая точность контроля обеспечивается определенным положением детали относительно средств измерения.

В данном случае нет необходимости полного исключения подвижности твердого тела в пространстве, так как в процессе контроля винтовой канавки деталь необходимо вращать, а, следовательно, деталь нужно лишить пяти степеней свободы. Это достигается наложением связей. Под связями подразумеваются ограничения позиционного характера, накладываемые на движения точек рассматриваемого тела. В приспособлениях каждая из связей реализуется в виде точки контакта базовой поверхности с опорным элементом. Расположение точек контакта на базовых поверхностях заготовки представляет собой схему базирования.

Для длинных цилиндрических заготовок можно применять следующую схему базирования. Главной базой в данном случае является внутренняя цилиндрическая поверхность заготовки, на которой располагаются четыре опорные точки.

Забазировать заготовку с главной базой в форме внутренней цилиндрической поверхности в приспособлении, это значит - совместить её ось с воображаемой осью приспособления. Опорные точки, расположенные на внутренней цилиндрической поверхности лишают заготовку 4-ех степеней свободы (2-ух перемещений перпендикулярно оси и вращение относительно этих осей). Связь, расположенные на торцевой поверхности заготовки лишают её одной степени свободы (перемещение вдоль оси). Как уже было сказано выше шестой степени свободы, а именно, вращение детали относительно оси, лишать не будем.

В процессе выполнения контрольной операции не должно нарушаться положение заготовки, достигнутое при базировании. Для этой цели к заготовке необходимо приложить силу (силы).

3.3.3 Расчет приспособления на точность

Погрешность измерений – отклонение результата измерения от действительного значения. При этом за действительное значение принимают значение измеряемой величины, определенное с погрешностью на порядок меньшей, чем определяемая погрешность измерения.

					15.03.05.2017.173 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		59

Результаты измерения признаются достоверными, если погрешность измерения не превышает установленной величины допустимой погрешности измерения. При приемке изделий пределы допускаемых погрешностей δ измерения линейных размеров (до 500 мм) устанавливаются ГОСТ 8.051-81 в зависимости от допусков на изготовление. В соответствии с ГОСТ 8.051-81 для размера $156,30_{-0,048}$ мм $\delta = 0,05$ мм. Данное условие выполняется, следовательно, контрольное приспособление пригодно для проведения измерений.

Допускаемая погрешность измерения включает случайные и неучтенные систематические погрешности измерения. Случайная погрешность измерения не должна превышать 0,6 допускаемой погрешности измерения. При этом исходя из предложения, что случайная погрешность измерения распределяется по нормальному закону и достаточным является доверительная вероятность 0,954, т.е. диапазон рассеяния погрешности измерения $\pm 2\sigma$ (σ - среднее квадратичное отклонение погрешности измерения).

Погрешность измерения является результатом несовершенства метода измерения (погрешность метода), средств измерения (погрешность средства измерения) и неточностей отсчета показаний (погрешность отсчета). В то же время погрешность метода включает погрешность базирования, погрешность, обусловленную измерительным усилием, изменением размеров контролируемого изделия из-за отклонений от нормальной температуры и др. Погрешность средства измерения, используемого в нормальных условиях, называют основной, а погрешность средства измерения, вызванную использованием его в условиях, отличающихся от нормальных, называют дополнительной погрешностью средства измерения.

ГОСТ 8.050-73 определяет нормальную область значений влияющих величин при линейных и угловых измерениях, при обеспечении которой погрешность средства измерений может превышать допускаемую основную погрешность средства измерения примерно на 0,1 допуска на изготовление.

3.3.4 Описание конструкции и принципа действия приспособления

Контрольное приспособление применяется для контроля специальной резьбы $56,30_{-0,048}$ мм. (рисунок 3.14)

Рассмотрим укрупнено конструкцию приспособления. Приспособление состоит из следующих основных частей: плита 23, центр подвижный 7, центр неподвижный 6, каретки 1,2 с измерительными наконечниками 1,2 индикаторной головки 60.

Принцип действия приспособления. Перед измерением устанавливаем индикатор 60 на нуль. Контролируемая деталь устанавливается между центрами 6 и 7 и зажимается с помощью рукоятки 69. В винтовую канавку вводятся измерительные наконечник. По индикатору отмечаем показания.

					15.03.05.2017.173 ПЗ	Лист 60
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

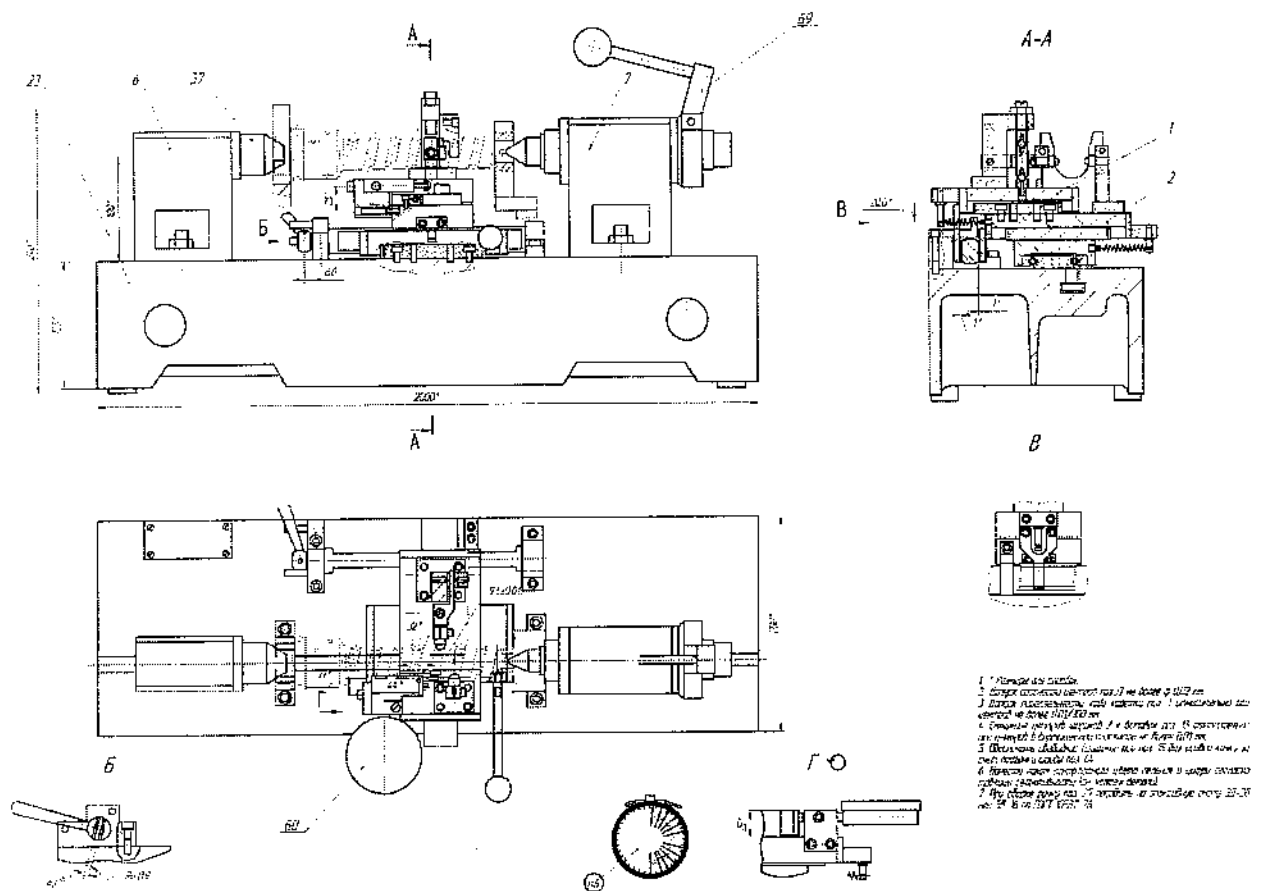


Рисунок 3.14 – Приспособление для контроля специальной резьбы

Выводы по разделу три

В данном разделе спроектировано: станочное приспособление для фрезерования шпоночного паза; фреза дисковая; приспособление для контроля радиального биения специальной резьбы.

					15.03.05.2017.173 ПЗ	Лист 61
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

4 СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

4.1 Определение количества оборудования и работающих.

Выполнение строительного раздела осуществляется на основе разработанного технологического процесса обработки детали «Винт ходовой».

Для лучшего обзора и анализа, а также для удобства выполнения расчетов в данном разделе составлена таблица 4.1 исходных данных.

Деталь представитель – Винт ходовой

Масса детали – 27 кг.

Материал – 8ХФ ГОСТ 4784-74

Чертеж детали (см. рисунок 2.2).

Тип пролета – крайний.

Таблица 4.1 – Исходные данные

№ опер.	Наименование операции	Модель станка	Нормы времени, мин		
			T _о	T _в	T _{шт}
005	Фрезерно-центровальный	FXLDZ160	5,4	2,5	8,6
010	Токарная с ЧПУ	16A20Ф3	8,05	1,9	9,20
015	Токарная с ЧПУ	16A20Ф3	10,92	1,3	12,4
020	Фрезерная с ЧПУ	Hermle C800U	4,25	0,62	5,48
025	Резьбофрезерная	Hermle C800U	3,4	0,2	3,8
030	Шлифовальная	US450	3,1	0,2	5
035	Шлифовальная	US450	3,1	0,14	5,15
040	Резьбошлифовальная	Hermle C800U	3,4	0,2	3,8

Штат работающих для механосборочных цехов определяют согласно рекомендациям. При укрупненных расчетах число станочников определяют по станкоемкости годового объема работ или по принятому числу станков участка (цеха).

$$R_{ст} = \frac{T\Sigma}{\Phi_p \cdot K_m}, \quad (4.1)$$

где TΣ – суммарная станкоемкость изготовления деталей на станках данного типа, на участке в станко-часах;

Φ_р – эффективный годовой фонд рабочего времени (принимается 3900);

K_м – коэффициент многостаночного обслуживания.

4.1.1 Определение количества оборудования по каждой операции и коэффициента их загрузки.

Расчётное количество станков C_p . На каждой операции определяется по формуле:

$$C_p = \frac{t_{шт}}{\tau}, \quad (4.2)$$

где τ – такт выпуска деталей

$$\tau = \frac{\Phi_o \cdot 60}{N}, \quad (4.3)$$

где Φ_o – эффективный годовой фонд времени работы оборудования, $\Phi_o=3900$ ч.

$$\tau = \frac{3900 \cdot 60}{38000} = 6,16$$

$$C_{p1} = \frac{8,6}{6,16} = 1,4$$

$$C_{p2} = \frac{9,20}{6,16} = 1,5$$

$$C_{p3} = \frac{12,4}{6,16} = 2,01$$

$$C_{p4} = \frac{6,53}{6,16} = 1,06$$

$$C_{p5} = \frac{5,48}{6,16} = 0,89$$

$$C_{p6} = \frac{3,8}{6,16} = 0,62$$

$$C_{p7} = \frac{5,15}{6,16} = 0,82$$

$$C_{p8} = \frac{3,8}{6,16} = 0,62$$

$$C_{p9} = \frac{4,2}{6,16} = 0,68$$

					15.03.05.2017.173 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		63

$$C_{p10} = \frac{4,5}{6,16} = 0,73$$

$$C_{p11} = \frac{2,8}{6,16} = 0,45$$

Коэффициент загрузки оборудования K_z на данной операции определяется по формуле:

$$K_{zi} = \frac{S_{pi}}{S_{np}}, \quad (4.4)$$

$$K_{z1} = \frac{1,4}{2} = 0,7.$$

Таблица 3 - Расчет количества потребного оборудования

№ опер	Модель оборудования	Нпр шт.	Фд, ч	Тшк, мин	C_p , шт.	$C_{п}$, шт.	Кз.о.
005	FXLDZ160	38000	3900	8,6	1,4	2	0,7
010	16A20Ф3			9,20	1,5	2	0,75
015	16A20Ф3			12,4	2,01	3	0,67
020	US450			6,53	1,06	2	0,53
025	Hermle C800U			5,48	0,89	1	0,89
030	Hermle C800U			3,8	0,62	1	0,62
035	US450			5,15	0,82	1	0,82
040	Hermle C800U			3,8	0,62	1	0,62
045	US450			4,2	0,68	1	0,68
050	US450			4,5	0,73	1	0,73
055	Верстак			2,8	0,45	1	0,45

Итого:

$$\sum C_p = 9,72 \quad \sum C_{п} = 16$$

Средний коэффициент K_{zcp} загрузки станков проектируемого участка определяется по формуле:

$$K_{zcp} = \frac{\sum C_{pi}}{\sum C_{ni}} = \frac{9,72}{16} = 0,6, \quad (4.5)$$

На рисунке 4.2 построен график загрузки оборудования

$K, \%$

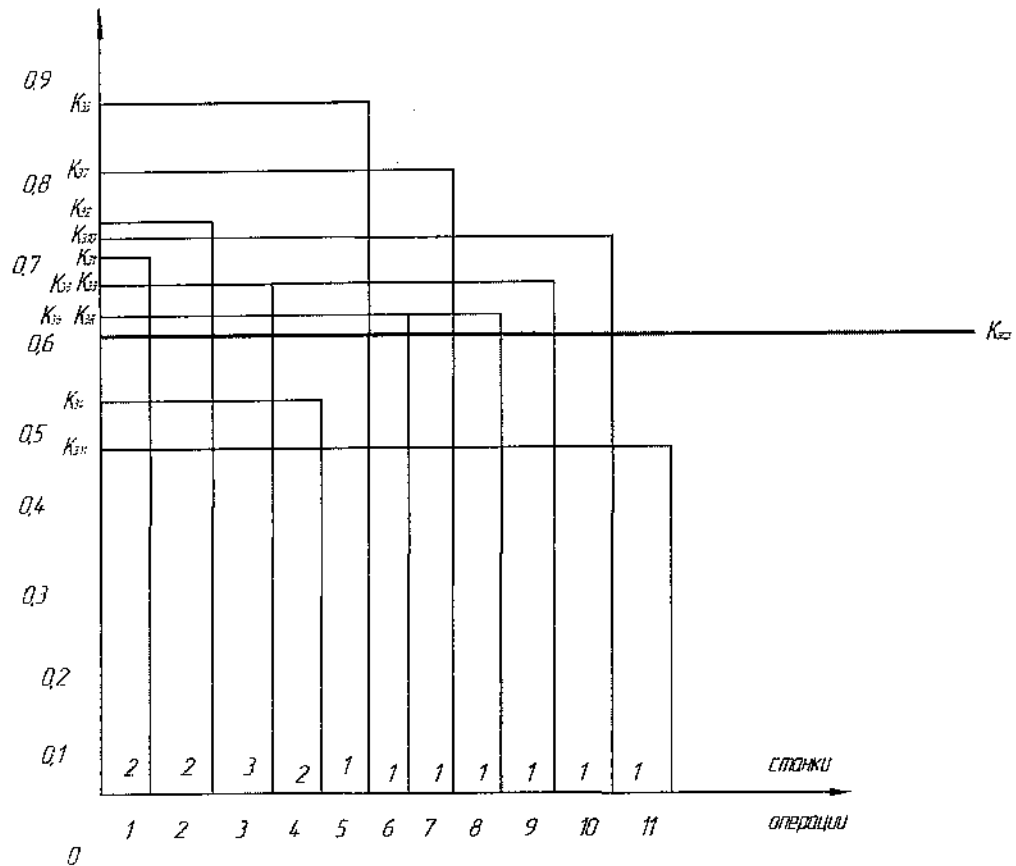


Рисунок 4.2 – График загрузки оборудования

Коэффициент K_m зависит от вида оборудования. Для универсальных станков с ручным управлением, как правило, $K_m=1$. Для прутковых токарных и токарно-револьверных полуавтоматов $K_m=3-8$; для многошпиндельных полуавтоматов $K_m=1-4$; для зубообрабатывающих полуавтоматов $K_m=2-4$; для агрегатно-сверлильных, агрегатно-расточных станков $K_m=1-3$; для станком с программным управлением $K_m=2-3$.

Расчетное значение коэффициента многостаночного обслуживания определяется по формуле:

$$K_{мо} = \frac{T_{ма} + T_{вн}}{T_{вн} + T_{вп} + T_{п}}, \quad (4.6)$$

где $T_{ма}$ – машинное автоматическое время $T_o = T_{ма} + T_{вн} = 3,4 + 0,9$;

$T_{вн}$ – вспомогательное время, не перекрываемое машинным временем;

$T_{п}$ – время на переход от одного станка к другому.

Величина многостаночности в нашем случае рассчитывается для 005 операции.

$$K_{\text{мо}} = \frac{3,4 + 0,9}{0,9 + 0,6 + 0,6} = 2$$

Величину коэффициента многостаночного обслуживания можно определить путем построения циклограммы многостаночной работы.

На циклограмме в соответствии с рисунком 4.3 изображается время работы станков и рабочего, что дает представление о том, каким образом один рабочий может обслужит несколько станков, а также о полноте использования рабочего времени в пределах расчетного цикла.

Под циклом многостаночной работы понимается период времени, в течении которого регулярно выполняются одни и те же повторяющиеся работы на всех обслуживаемых рабочим станках. Длительность цикла складывается из машинно-автоматического времени и вспомогательного неперекрываемого времени.

$$T_{\text{зан}} = 3,0, T_{\text{св}} = 0,4 \text{ мин}$$

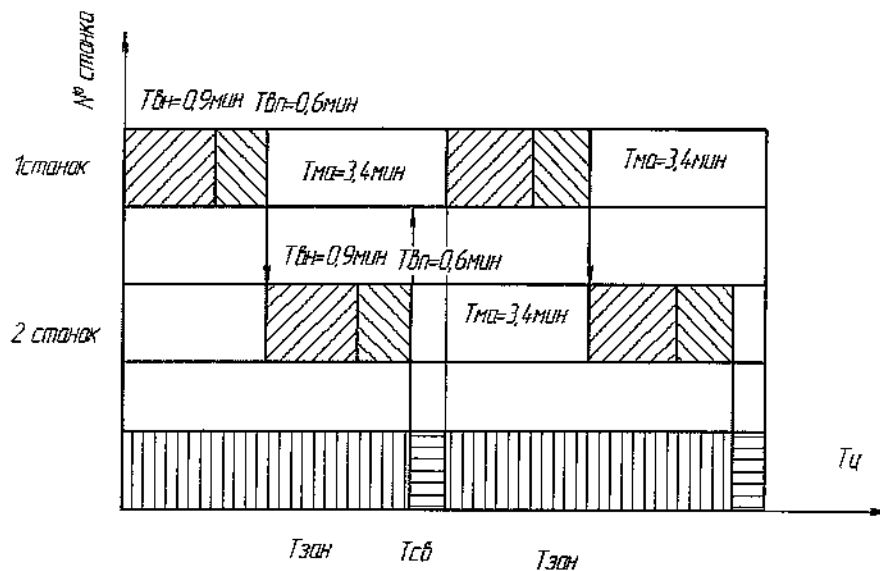


Рисунок 4.3 – Циклограмма многостаночного обслуживания станков-дублеров

В итоге количество станко-часов определится по формуле:

$$T\Sigma = \frac{66,46 \cdot 38000}{60 \cdot 2} = 21045 \text{ станко-часов}$$

При определении числа производственных рабочих пользуются усредненными значениями K_m : для мелкосерийного и единичного производства $K_m=1,1-1,35$; для среднесерийного $K_m=1,3-1,5$; для крупносерийного и массового $K_m=1,9-2,2$.

$$R_{ст} = \frac{55383}{3900 \cdot 2} = 7 \text{ Чел}$$

Число станочников можно определить также по числу станков C_n цеха или участка:

$$R_{ст} = \frac{C_n \Phi_{эф} K_z K_n}{\Phi_{эф} K_m}, \quad (4.7)$$

где $\Phi_{эф}$ – эффективный годовой фонд времени работы оборудования (3900ч);

K_z и K_n – коэффициенты соответственно загрузки и использования оборудования ($K_z=0,96$ и $K_n=0,9$).

$$R_{ст} = \frac{16 \cdot 3900 \cdot 0,96 \cdot 0,9}{3900 \cdot 2} = 7 \text{ чел}$$

Численность вспомогательных рабочих при укрупненном проектировании определяют общим числом в зависимости от числа производственных рабочих. При детальном проектировании вспомогательных служб число вспомогательных рабочих определяют либо по нормам обслуживания, либо в зависимости от трудоемкости выполняемого объема работ.

$$R_{вс} = R_{ст} \cdot 24\%, \quad (4.8)$$

$$R_{вс} = 7 \cdot 0,24 = 1,68 = 2 \text{ чел}$$

При распределении общей численности вспомогательных рабочих по сменам можно принимать, что в первую смену работают в цехах единичного и мелкосерийного производства 65%, среднесерийного 60%, крупносерийного и массового 55% вспомогательных рабочих.

При укрупненном проектировании численность инженерно-технических работников (ИТР) механических цехов определяют по нормам в зависимости от числа основных станков цеха, а ИТР сборочных цехов в зависимости от числа производственных рабочих.

$$R_{итр} = R_{ст} \cdot 20\%, \quad (4.9)$$

$$R_{итр} = 7 \cdot 0,2 = 1,4 = 2 \text{ чел}$$

					15.03.05.2017.173 ПЗ	Лист 67
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

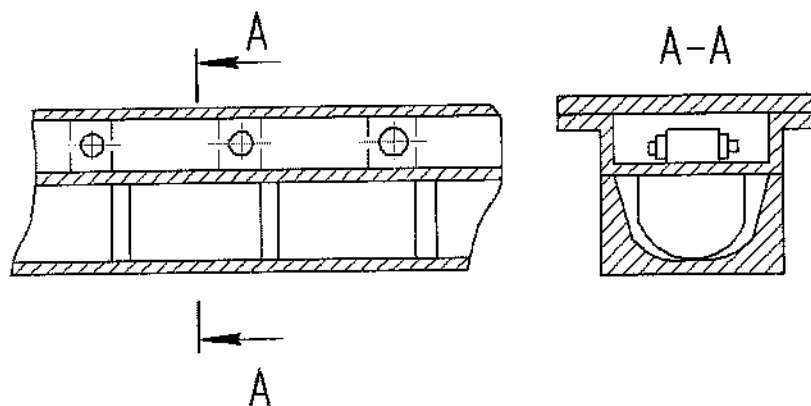


Рисунок 4.4 – Секция скребково-штангового конвейера

4.3 Планировка оборудования

Рабочее место – это первичное звено производства, от качества работы которого, зависят результаты деятельности всего завода.

Задачей организации рабочего места является создание такой конструкции оснастки и такого расположения оборудования, заготовок, готовых деталей, при которых отсутствуют лишние и нерациональные движения и приемы (повороты, нагибания, приседания и т.д.), максимально сокращаются расстояния перемещения рабочего.

Рациональная организация рабочего места токаря предусматривает обеспечение полной безопасности работы, установление и поддержание чистоты, порядка и нормальных условий труда на рабочем месте.

На рабочем месте должны находиться только те инструменты, приспособления и заготовки, которые необходимы для выполнения данной работы. Все остальные предметы необходимо хранить на стеллажах или в инструментальном шкафчике с полочками и отдельными ячейками.

Инструмент, хранящийся в инструментальных шкафчиках, должен быть разложен по типоразмерам. Мелкий режущий инструмент следует помещать в верхних ячейках, более крупный и редко применяемый — в нижних. Измерительный инструмент нужно хранить отдельно от режущего, выделив для него специальное место в инструментальном шкафчике. Обтирочный материал, щетки, скребки рекомендуется хранить в отдельном ящике.

Инструменты и приспособления, которыми рабочий пользуется чаще, следует класть ближе, которыми пользуется реже — дальше.

Чертежи, операционные карты, рабочие наряды должны лежать так, чтобы ими было удобно пользоваться.

Мелкие заготовки, обрабатываемые в больших количествах, следует хранить в ящиках, расположенных у станка на уровне рук рабочего.

Готовые детали складываются в отдельный ящик, стоящий также вблизи рабочего места.

В инструментальном шкафике надо поддерживать строгий порядок.

Следует предусмотреть такие мероприятия, которые обеспечили бы гигиенические и культурные условия труда: рациональное освещение, нормальную температуру, влажность, чистоту воздуха и др.

Планировку оборудования выполняют 1:100 для малых и средних цехов. При планировке оборудования учитывают все факторы, которые оказывают влияние на работающих. Основные из них следующие: доступ к рабочим местам, близость комнат курения и туалетов, хорошее освещение, достаточный обмен воздуха.

После расстановки оборудования (рисунок 2) получили фактическую площадь: длина участка $L=24$ м, ширина $l=42$ м,

Фактическая площадь определяется по формуле:

$$F=L \cdot l, \quad (4.11)$$

$$F = 15 \cdot 42 = 630 \text{ м}^2$$

Расчетная площадь равна $F_{\text{расч}}=540 \text{ м}^2$,

Расхождение расчетной площади от фактической в процентном отношении определяется по формуле

$$\delta = (F - F_{\text{расч}}) / F \cdot 100\%, \quad (4.12)$$

$$\delta = (630 - 540) / 540 \cdot 100\% = 0,16\%$$

Механосборочное производство обычно размещают в зданиях, имеющих один или несколько параллельных пролетов. Основными строительными параметрами такого здания являются:

- 1) ширина пролета L – расстояние между продольными осями колонн;
- 2) шаг колонн t – расстояние между их поперечными осями;
- 3) высота пролета H – расстояние от уровня пола до нижней части, несущей конструкций.

Выбор основных параметров здания определяются технологическим процессом и рациональным размещением производства.

Сетку колонн ($L \times t$) и высоту H выбирают из унифицированного ряда величин.

Исходя из максимальной высоты $h_1=4,65$ м оборудования, минимального расстояния $h_2=1$ м между оборудованием и перемещаемым грузом, а также высоты транспортируемых грузов $h_3=1$ м, крана $h_4=1$ м, определяют высоту до головки подкранового рельса H_k :

$$H_k = h_1 + h_2 + h_3 + h_4, \quad (4.13)$$

$$H_k = 4,65 + 1 + 1 + 1 = 7,65 \text{ м.}$$

					15.03.05.2017.173 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		70

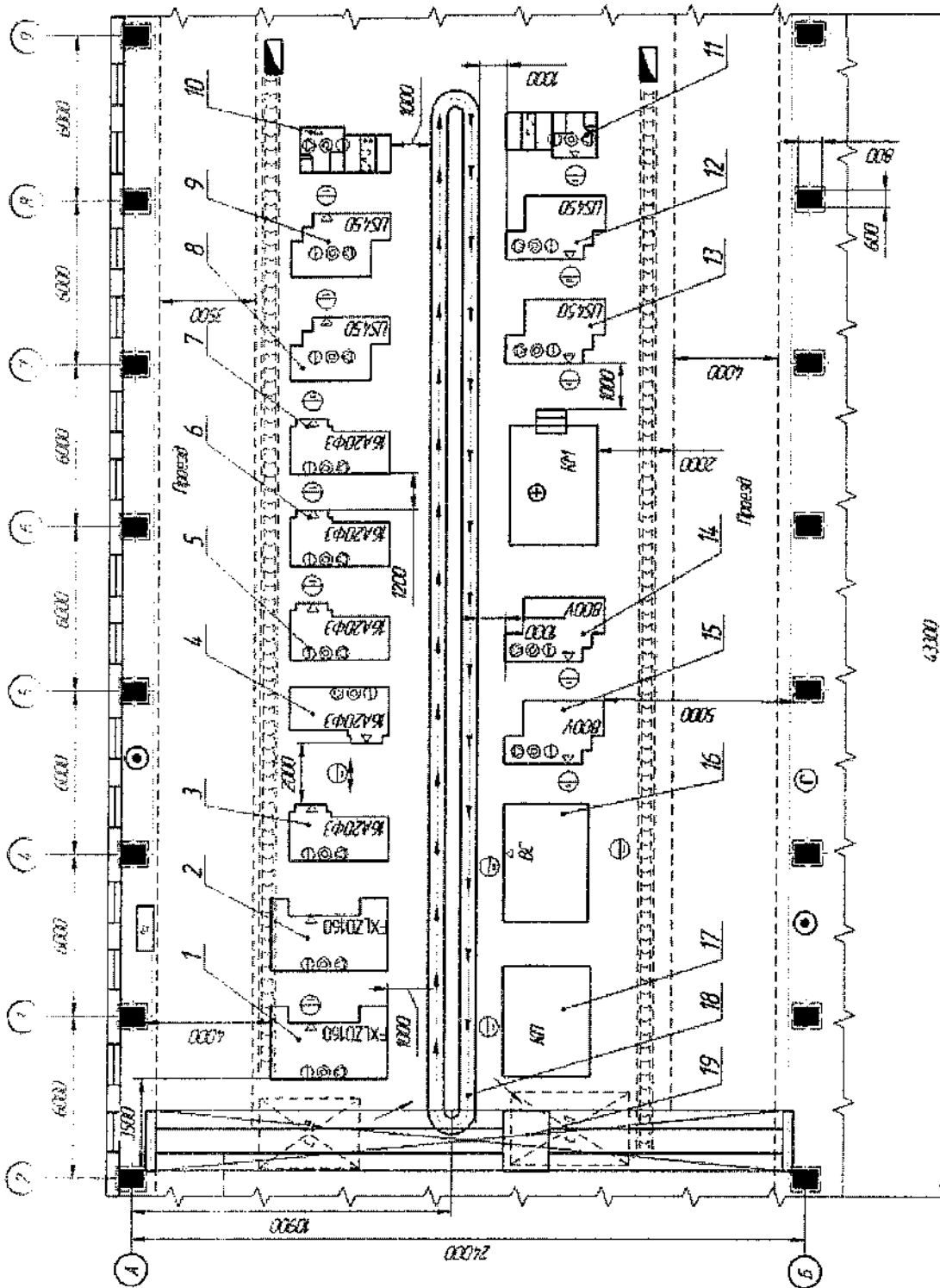


Рисунок 4.5 – Планировка механического участка

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

15.03.05.2017.173 ПЗ

Принимаем $H_k=8,16$ м. Тогда высота цеха $H=10,8$ м.

Колонны одноэтажных промышленных зданий преимущественно делают железобетонными прямоугольного сечения. При высоте пролетов $8,4 \dots 10,8$ м, оборудованных мостовыми кранами с грузоподъемностью 10 и 20 т, ставят колонны прямоугольного сечения (600x800 мм) серии КЭ-01-49. Средние колонны – КП-1, средние – КП-3.

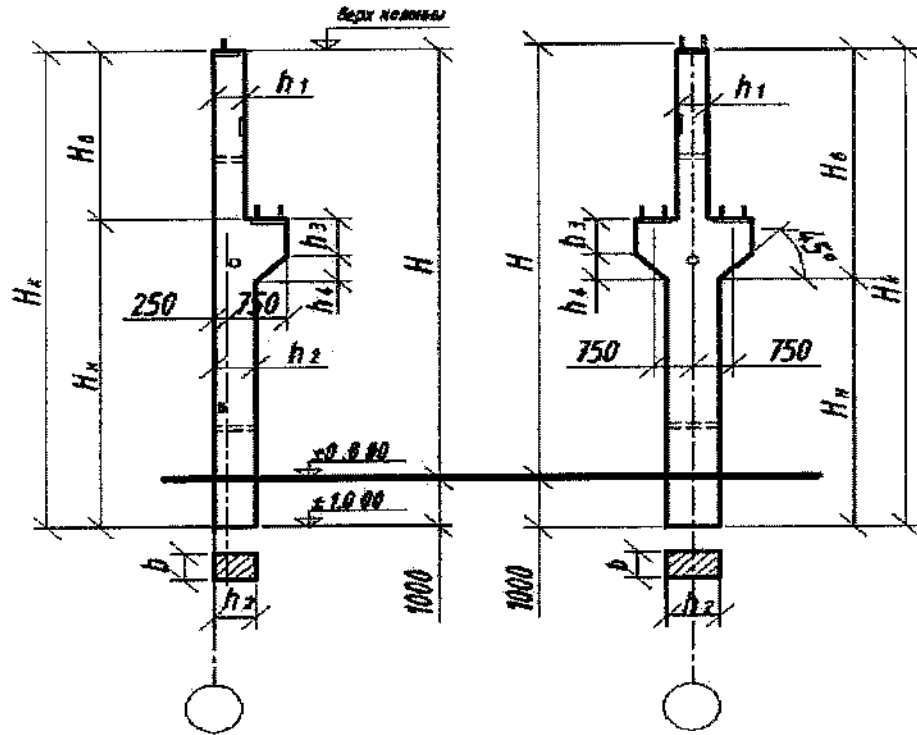


Рисунок 4.6 – общий вид колонн серии КЭ-01-49

К несущей конструкции одноэтажных промышленных зданий относятся фермы, которые изготавливаются сборными железобетонными или стальными.

Габаритные размеры железобетонных ферм ПК-01-129/68 приведены в соответствии с рисунком 4.7.

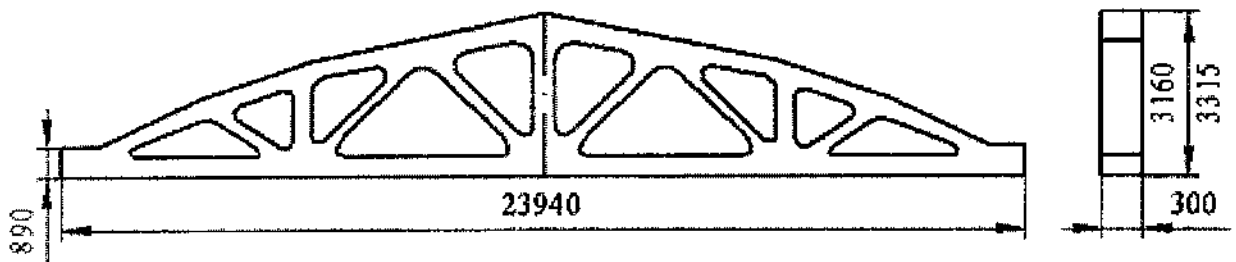


Рисунок 4.7 - Габаритные размеры железобетонных ферм

Фундаменты под колонны зданий представляют собой отдельно стоящие железобетонные конструкции, на которые устанавливают также железобетонные фундаментные блоки под стены. Верхняя плоскость фундамента располагается на 150 мм ниже уровня пола, отметка подошвы фундамента – 1,95 м.

					15.03.05.2017.173 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		72

При оформлении поперечного разреза необходимо выбрать конструкцию пола и кровли. Оборудование участка в основном устанавливается непосредственно на полу. Поэтому полы представляют собой многослойную конструкцию, включающий утрамбованный грунт, надежную бетонную подготовку толщиной 20...30 мм, песчано-цементную стяжку для выравнивания, слой гидроизоляции, а также покрытие пола. В качестве верхнего покрытия пола выбираем мраморную плитку.

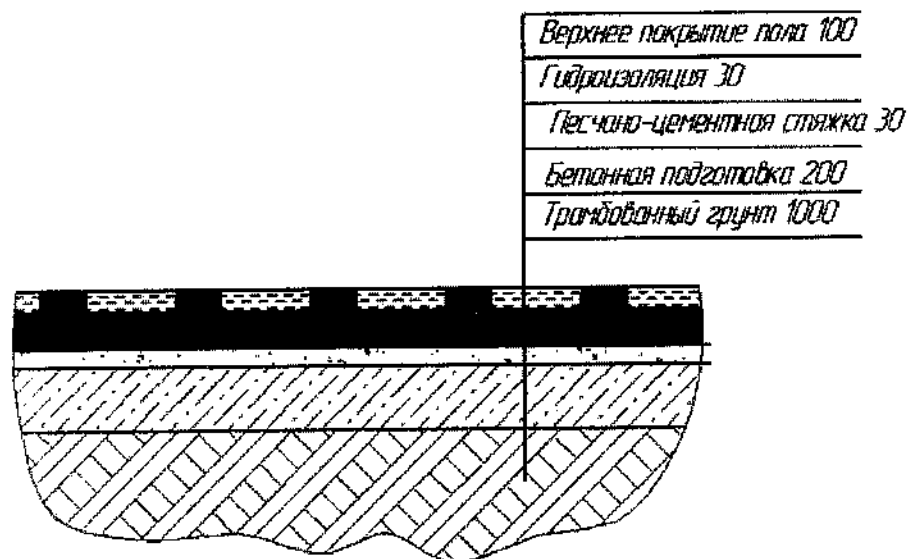


Рисунок 4.8 – Конструкция полов:

- 1 – верхнее покрытие пола; 2 – гидроизоляция; 3 – стяжка;
4 – бетонная подготовка; 5 – трамбованный грунт.

На главных магистральных проездах применяют чугунные или бетонные плитки, причём чугунные более прочны. Покрытие выбирают в зависимости от конкретных условий эксплуатации, учитывая его химическую стойкость, т.е. влияние на него рабочих жидкостей – воды, минерального масла и эмульсии, щелочных растворов, бензина, керосина и др., а также водонепроницаемость и водостойкость, истираемость, бесшумность.

Кровля является ограждающим покрытием строений и для машиностроительных цехов является утеплённой и многослойной.

Кровля производственных зданий состоит из сборных настилов, укладываемым по балкам или фермам. Наибольшее распространение получили железобетонные плиты, применяемые как в неотапливаемых, так и в отапливаемых помещениях. Несущий настил, при шаге стропильных конструкций в 6 м, выполняется из унифицированных железобетонных плит с размерами 1,5х6 м и 3х6 м и высотой рёбер 0,3 м с напряжённым или ненапряжённым армированием, а также из легкобетонных плит шириной 1,5 м. При шаге строительных конструкций 12 м несущий настил выполняется из железобетонных ребристых плит с размерами 1,5х12 м и 3х12м при высоте рёбер 0,45 м с напряжённым армированием.

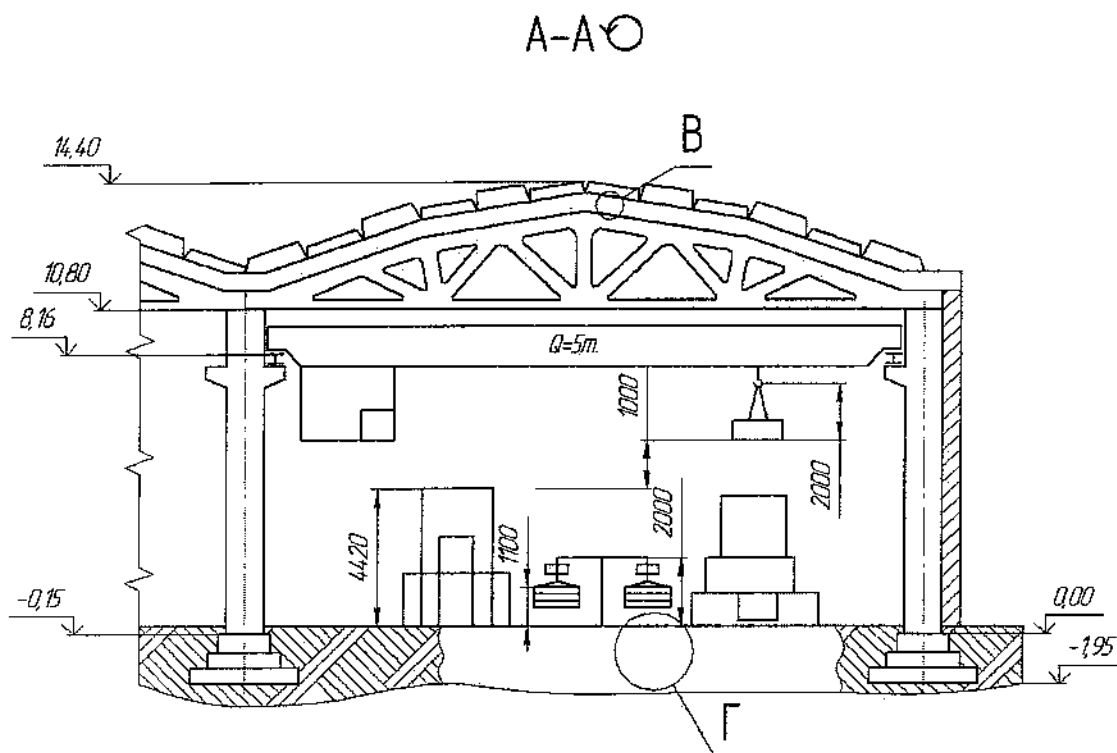


Рисунок 4.10 – Поперечный разрез здания

Фонари устраивают на кровлях зданий на средних пролетах с целью дополнительного освещения естественным светом и естественной вентиляции. Фонари состоят из несущей части каркаса и ограждений. В последнее годы применяют светопрозрачные пролеты в кровле в виде зенитных фонарей – плафонов из стеклопакетов, из органического стекла, стеклопластика и в виде стекложелезобетонных панелей.

Вывод по разделу четыре: в строительном разделе спроектирован производственный участок механической обработки. В качестве транспортных средств применяются подвесные конвейеры. Для монтажа оборудования предусмотрен мостовой кран.

4.4 Выбор типа, формы и определение количества транспортных средств

4.4.1 Расчет подвешного конвейера

В качестве межоперационных транспортных средств применяются подвесные конвейеры.

Основным параметром конвейера является его скорость V (м/мин).

Скорость конвейера определяется по формуле:

$$V = \frac{l}{\tau \cdot n}, \quad (4.14)$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

где τ – такт работы поточной линии, 6,16 мин.;

l – шаг подвесок, $l=1000$ мм=1м;

n – количество изделий на одной подвеске, $n=1$ шт.

$$V = \frac{1}{6,16 \cdot 1} = 0,16 \text{ м/мин.}$$

Принимаем скорость движения конвейера $V=1$ м/мин.

Производительность определяется по формуле:

$$Q = \frac{V \cdot 60 \cdot n}{l}, \quad (4.15)$$

$$Q = \frac{1 \cdot 60 \cdot 1}{1} = 60 \text{ шт/час.}$$

4.4.2 Выбор и определение необходимого количества мостовых кранов

Потребное количество кранов определяют по формуле:

$$K = \frac{D \cdot i}{\Phi \cdot m} \cdot \frac{\left(\frac{l_{cp}}{V_{cp}} + t_3 + t_p \right)}{\Phi_n \cdot K_i}, \quad (4.16)$$

где D – количество перевезенных грузов (контейнеров с деталями) на годовую программу выпуска N деталей.

$$D = \frac{N \cdot G_i}{G_k}, \quad (4.17)$$

где: $G_i=27$ кг – вес одной детали;

$G_k=1100$ кг – вес контейнера с деталями (38 шт + 50кг контейнер);

$m=2$ – количество рабочих смен в сутки;

$\Phi=240$ – количество рабочих дней в году;

i – количество крановых операций на один перевезенный груз;

$l_{cp}=200$ м – средняя длина пути на одну крановую операцию в обе стороны

$V_{cp}=8,33$ м/мин – средняя скорость движения крана;

$t_3, t_p=2$ мин – время на одну загрузку и одну разгрузку;

					15.03.05.2017.173 ПЗ	Лист
						76
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

5 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

5.1 Ориентировочные расчеты себестоимости изготовления детали

В затраты, которые включены в себестоимость входят затраты на заработную плату основных $P_{зн.i}$ и вспомогательных рабочих, отчисление страховых взносов $H_{с.в.}$, затраты на сырье P_M , стоимость оборудования, затраты на электроэнергию Z_3 , затраты на производство. Основная формула $C = P_{зн.i} + H_{с.в.} + P_M + \text{стоимость оборудования} + Z_3 + \text{затраты на производство}$.

5.1.1 Расчет заработной платы основных и вспомогательных производственных рабочих

Расчет заработной платы производственных рабочих на i -той операции производится по формуле:

$$P_{зн.i} = \frac{t_{шт.i} \cdot C_{тi}}{60} \cdot K_{ур} \cdot Q_3, \quad (5.1)$$

где $K_{ур}$ – районный коэффициент (для условий Урала составляет 15 %);

$C_{тi}$ – часовая тарифная ставка, руб;

$t_{шт.i}$ – штучное время на данной операции, мин;

Q_3 – годовая производственная программа запуска изделий, шт.

Тарифная ставка находится по формуле:

$$C_{тi} = \frac{12 \cdot MPOТ}{F_{нi}} \cdot K_{тар}, \quad (5.2)$$

где $MPOТ=5965$ – минимальный размер оплаты труда, руб. по состоянию на 1.01.2015;

$F_{нi}$ – номинальный фонд рабочего времени, час.;

$K_{тар}$ – тарифный коэффициент.

Таблица 5.1 – Значение тарифных коэффициентов

Разряд	$K_{тар}$	$C_{тi}$
2	1,11	35,41
3	1,20	38,28
4	1,35	43,06
5	1,53	48,8

Расчет основной заработной платы основных производственных рабочих для базового и проектного вариантов сведем в таблицу 5.2.

Таблица 5.2 – Основная заработная плата основных производственных рабочих (на партию деталей)

Базовый вариант			Проектный вариант		
№ оп.	Разряд рабочего	Рзп	№ оп.	Разряд рабочего	Рзп
005	3	33896,94	005	2	24399,1
010	3	17674,83	010		54200,32
015		7408,9	015		56260,83
020	3	9878,54	020	2	70773,97
025		36560,27	025		15677,78
030		22275,13	030	22979,14	
035		57140,56	035	2	39552,79
040	3	36705,54	040	2	17872,67
045		42129,05	045		22710,38
050	4	101969,52	050		29795,58

Основную заработную плату основных производственных рабочих на изготовление единицы продукции определяют по формуле:

$$P_{з.о.} = \sum_{i=1}^n P_{зпi} \cdot K_{прем} \cdot 2, \quad (5.3)$$

где $K_{прем}$ – премиальный коэффициент ($K_{прем} = 1,1$)

$P_{зп}$ – размер заработной платы основных производственных рабочих, руб.

Для базового варианта:

$$P_{з.о.} = 769133,93 \cdot 1,1 \cdot 2 = 1692094,65 \text{руб.}$$

Для проектного варианта:

$$P_{з.о.} = 553554,3 \cdot 1,1 \cdot 2 = 1217819,46 \text{руб.}$$

Затраты по статье «Дополнительная заработная плата основных производственных рабочих» ($P_{з.д.}$) принята в размере 12 % от основной заработной платы ($K_{д.з.} = 0,12$). К дополнительной заработной плате относятся выплаты за непроработанное время, оплата очередных отпусков, выполнение государственных обязанностей оплата простоев по вине администрации.

Для базового варианта: $P_{з.д.} = 203051,36$ руб;

Для проектного варианта: $P_{з.д.} = 146138,34$ руб

Принимаем для проектного варианта 2 наладчиков, по 1 в смену, разряд 4.

Основную и дополнительную заработную плату вспомогательных рабочих, ремонтных рабочих и рабочих по межремонтному обслуживанию рассчитывают исходя из списочной численности рабочих и тарифных ставок повременной оплаты труда – по формуле:

$$P_{з.вр.} = K_{д.з.} \cdot K_{ур.} \cdot \sum_{i=1}^n Ч_{в.р.i} \cdot C_{т.i} \cdot F_э, \quad (5.4)$$

где $K_{д.з.}$ – коэффициент, учитывающий размер дополнительной заработной платы ($K_{д.з.} = 1,1$);

$K_{ур.}$ – районный коэффициент (для условий Урала составляет 15 %);

$Ч_{в.р.i}$ – численность вспомогательных рабочих i -го разряда;

$F_э$ – эффективный фонд времени одного рабочего за плановый период (равен номинальному F_n), час;

$C_{т.i}$ – часовая тарифная ставка рабочего i -го разряда при повременной оплате труда, руб.

Для базового варианта: $P_{з.вр.} = 271263,46$ руб

Для проектного варианта: $P_{з.вр.} = 80317,99$ руб

Зарботную плату управленческого состава найдем учитывая персонал, непосредственно прикрепленный к производственному участку: ежемесячно 1 мастер (месячный оклад – 9000 руб.) и 1 технолог (месячный оклад – 8500 руб.); служащие (месячный оклад – 7000 руб.).

$$P_{з.уп.баз} = P_{з.уп.проект} = 35785 \text{руб.}$$

5.1.2 Расчет затрат по статье «Отчисление страховых взносов»

Затраты по статье «Отчисление страховых взносов» рассчитываются исходя из установленных ставок и фонда оплаты труда всех работников (ФОТ).

$$H_{с.в.} = H_{п.ф.} + H_{ф.с.с.} + H_{Ф.фомс} + H_{Т.фомс} (\%), \quad (5.5)$$

где $H_{с.в.}$ – суммарная ставка страховых взносов в федеральные и территориальные органы, %;

$H_{п.ф.}$ – ставка отчислений в пенсионный фонд РФ, %;

$H_{ф.с.с.}$ – ставка отчислений в фонд социального страхования РФ, % ;

$H_{Ф.фомс}$ – ставка отчислений в федеральный фонд обязательно медицинского страхования, % ;

					15.03.05.2017.173 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		80

НТ.фомс – ставка отчислений в территориальные фонды обязательного медицинского страхования, %.

$$H_{c.v.} = 30 \%$$

Величина страховых взносов определяется по формуле:

$$P_{o.z.} = \frac{P_{z.o.} + P_{z.d.} + P_{z.p.}}{100} \cdot H_{c.v.}, \quad (5.6)$$

где $P_{z.o.}$ – основная заработная плата основных производственных рабочих на изготовление единицы продукции, руб;

$P_{z.d.}$ – дополнительная заработная плата основных производственных рабочих, руб;

$P_{z.p.}$ – основная и дополнительная заработная плата специалистов, управленческого персонала, вспомогательных рабочих и служащих, руб.;

$H_{c.v.}$ – суммарная ставка страховых взносов в федеральные и территориальные органы, %.

$$P_{c.z. \text{ баз}} = \frac{1692094,65 + 203051,36 + 307048,46}{100} \cdot 30 = 660658,34 \text{руб.}$$

$$P_{c.z. \text{ проект}} = \frac{1217819,46 + 146138,34 + 116102,99}{100} \cdot 30 = 444018,24 \text{руб.}$$

5.1.3 Расчет затрат по статье «Сырье, материалы и другие материальные ценности за вычетом возвратных отходов»

Расчет ведут по формуле:

$$P_M = \sum_{j=1}^M H_{m,j} \cdot C_{m,j} \cdot K_{t.z} - \sum_{j=1}^M O_{m,j} \cdot C_{o,j} \cdot K_{t.z.o}, \quad (5.7)$$

где M – число наименований материалов, используемых при производстве изделия;

$H_{m,j}$ – норма расхода материала изделия j -го наименования в принятых единицах измерения (черный вес), кг.;

$C_{m,j}$ – цена единицы материала j -го вида и, руб.;

$K_{t.z}$ – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы (можно принять равным 1,03 – 1,05 от цены приобретения);

$O_{m,j}$ – количество реализуемого отхода материала j -го наименования (черный вес за вычетом чистого веса), кг.;

					15.03.05.2017.173 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		81

$C_{o,j}$ – цена реализации единицы отходов материала j-того вида (можно принять равной 25 % от оптовой цены), руб.;

$K_{т.з.о}$ – коэффициент, учитывающий транспортные и прочие расходы, связанные с утилизацией отходов материалов (можно принять равным 0,95 – 0,9).

$$P_m = 28,9 \text{ руб.}$$

На всю партию $P_m = 28,9 \cdot 6600 = 190740$ рублей.

5.1.4 Расчет балансовой стоимости оборудования, оснастки, производственного инвентаря, определение норм амортизации

Таблица 5.3 – Данные по оборудованию проектируемого техпроцесса

№ операции	Модель оборудования	Кол-во оборудования	Суммарная мощность, кВт	Суммарная стоимость оборудования, тыс.руб.	Амортизация (А)	
					%	тыс. руб.
005	FXLZD 160	2	36	750	14,3	107,25
010	16A20Ф3	2	11	2700	14,3	386,1
015	16K20Ф3	3	11	2000	14,3	286
020	US450	2	11	2000	14,3	286
025	Hermle C800U	1	8	544	14,3	77,79
030	Hermle C800U	1	8	650	11,2	72,8
035	US450	1	8	650	11,2	72,8
040	Hermle C800U	1	10	350	14,3	50,05
045	US450	1	7,5	2200	14,3	314,6
050	US450	1	7	450	11,2	50,4
	Итого	13	140,2	15544		2140,64

Стоимость оснастки и инструмента примем в размере 40% от стоимости оборудования.

В проектном варианте: 6217600

Амортизация оснастки и инструмента составила:

В проектном варианте $6217600 \cdot 0,045 = 279792$ рублей

Суммарная стоимость всего оборудования, оснастки, инструментов составила:

Для проектного варианта: 21761600 руб.

амортизация: 2420432 тыс. руб.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

5.1.5 Затраты на силовую энергию и содержание площади участка

1) Затраты на силовую электроэнергию, потребляемую на приведение в действие машин, определяется следующим образом:

$$Z_3 = \frac{N \cdot K_N \cdot K_\omega \cdot \Pi_\varepsilon \cdot K_{cp} \cdot F_{го}}{K_{ПД}}, \quad (5.8)$$

где N – суммарная мощность оборудования, кВт;

K_{cp} – средняя загрузка оборудования по времени (коэффициент)

K_N – средняя загрузка оборудования по мощности ($K_N = 0,4$)

K_ω – коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в сетях ($K_\omega = 1,05$)

Π_ε – цена 1кВтч электроэнергии, руб/кВтч $\Pi_\varepsilon = 2,41$ руб/кВтч; ;

$F_{го}$ – действительный годовой фонд времени работы оборудования, ч.;

$K_{ПД}$ – средний КПД электродвигателей ($K_{ПД} = 0,8-0,95$).

$$Z_{\text{эпроектн.}} = \frac{140,2 \cdot 0,4 \cdot 1,05 \cdot 2,41 \cdot 0,5 \cdot 3896}{0,9} = 307157,26 \text{руб.}$$

$$Z_{\text{эбаз}} = 337040,47 \text{руб.}$$

2) Затраты на содержание площади P_S рассчитываются по формуле:

$$P_s = S \cdot P_{s_1}, \quad (5.9)$$

где S – площадь участка, м²;

P_{s_1} – расходы на содержание 1 м², руб/м²;

$P_{s_1} = 1400$ руб/м².

Площадь базового участка определяется укрупненно, используя следующие нормативы: на один малый станок 12 м² площади с включением проходов; на один средний станок – 25 м²; на один крупный станок – 50 м². Исходя из этого площадь базового участка равна 425 м².

Площадь проектируемого участка определяется по планировке и равна 225 м².

$$P_{S \text{ баз}} = 425 \cdot 1400 = 595 \text{ тыс. руб.}$$

$$P_{S \text{ проект}} = 225 \cdot 1400 = 315$$

					15.03.05.2017.173 ПЗ	Лист 88
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

5.1.6 Расчет затрат на производство и реализацию продукции

Калькуляция на деталь, изготавливаемую по действующему техпроцессу, представлена планово-экономическим бюро цеха. Так как эта калькуляция рассчитана с учетом того, что на участке действует старое (изношенное) оборудование, то значение амортизационных отчислений, а следовательно общепроизводственных расходов, пересчитаны для варианта с новым оборудованием, тем самым получив соответствующее значение для базового варианта техпроцесса. Для определения общепроизводственных расходов проектируемого варианта соответствующее значение базового варианта корректируется с учетом изменения амортизационных отчислений, затрат на силовую электроэнергию и расходов на содержание площади:

$$\begin{aligned} \text{Общепроизводственные расходы}_{\text{проект}} = & \text{Общепроизводственные расходы}_{\text{баз}} - \frac{A_{\text{баз}}}{Q_3} + \\ & + \frac{A_{\text{проект}}}{Q_3} - \frac{Z_{\text{Э баз}}}{Q_3} + \frac{Z_{\text{Э проект}}}{Q_3} - \frac{P_{\text{С баз}}}{Q_3} + \frac{P_{\text{С проект}}}{Q_3}, \end{aligned} \quad (5.10)$$

где Q_3 – программа запуска изделий, шт;
 A – амортизационные отчисления, руб;
 $Z_{\text{Э}}$ – затраты на энергию, руб;
 $P_{\text{С}}$ – затраты на содержание площади участка, руб.

$$\begin{aligned} \text{Общепроизводственные расходы}_{\text{проект}} = & 262,34 - \frac{779158}{6600} + \frac{2420432}{6600} - \frac{337040,47}{6600} + \\ & + \frac{307157,26}{6600} - \frac{595000}{6600} + \frac{315000}{6600} = 464,07 \end{aligned}$$

Возмещение износа инструмента и приспособлений:

$$\text{Возмещение износа инструмента}_{\text{проект}} = \text{Возмещение износа инструмента}_{\text{баз}} \cdot \frac{\sum t_{\text{шт проект}}}{\sum t_{\text{шт баз}}}, \quad (5.11)$$

где $t_{\text{шт проект}}$ – штучное время в проектном варианте, мин;

$t_{\text{шт баз}}$ – штучное время в базовом варианте, мин.

Возмещение износа инструмента_{проект} = 76,9·0,59 = 45,37

В таблице 5.4 приведено сравнение калькуляций себестоимости деталей, изготавливаемых по базовому и по проектируемому вариантам технологического процесса.

						15.03.05.2017.173 ПЗ	Лист
							84
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			

Таблица 5.4 – Калькуляция

Статьи затрат	Проектный, руб
1.основные материалы	17,5
2.вспомогательные материалы	25,5
3.Отходы	-72,86
4.Заготовка	1360
5. основная з/п ОПР	184,52
6. дополнительная з/п ОПР	22,14
7. Основная и дополнительная з/п ВПР	12,17
8. Износ инструмента	45,37
9. ОПР	464,07
10. Общехозяйственные расходы	206,79
Полная себестоимость	2265,2
Прибыль	1584,8
Цена детали	3850

Принимаем себестоимость детали базового варианта 3850 рублей, тогда снижение себестоимости составит 1584,8 рублей.

Выводы по разделу пять

В данном разделе, на основе статей затрат получено ориентировочное значение себестоимости ходового винта – 1584,8. Рассчитаны статьи затрат на основные и вспомогательные материалы, основную и дополнительную зарплату и другие статьи затрат.

6 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

6.1 Организация производственного освещения на производственном участке

Производственное освещение бывает: естественное, искусственное и совмещённое.

Естественное освещение предполагает проникновение внутрь зданий солнечного света через окна и различного типа световые проёмы (верхние световые фонари). Оно часто меняется и зависит от времени года и суток, а также от атмосферных явлений. На освещение влияют местонахождение и устройство зданий, величина застеклённой поверхности, форма и расположение окон, расстояние между зданиями и др. Естественная освещённость нормируется согласно СНиП 23-05-95.

Наиболее распространённым видом искусственного освещения является электрическое освещение. Рациональное искусственное освещение предусматривает равномерную освещённость, без резких изменений и пульсаций, благоприятный спектральный состав света и достаточную яркость. Поэтому для рационального освещения помещений необходимо создавать общее и местное освещение. Общее искусственное освещение подразделяется на рабочее, аварийное, охранное, дежурное, локализованное, освещение безопасности и эвакуационное освещение. При местном освещении световой поток концентрируется непосредственно на рабочих местах. Сочетание общего и местного освещения образует комбинированное освещение. Для искусственного электрического освещения применяются лампы накаливания и люминесцентные. Люминесцентные лампы обеспечивают высокое качество, и они экономичны по расходу электроэнергии, световой отдаче и сроку службы.

Для освещения помещений электрические лампы помещают в специальную арматуру различных типов. Арматура направляет световой поток, получаемый от электрических ламп, с наименьшими потерями, а также защищает глаза работников от ослепляющей яркости, а в некоторых случаях – изменяет спектральный состав источника света. Арматуру вместе с лампой принято называть светильником.

В проектируемом цехе предполагается отсутствие достаточного освещения в светлое время суток, поэтому будет использован искусственный свет – совмещённое освещение. Оно предусмотрено существующими нормами.

Согласно действующим Строительным нормам и правилам (СНиП23-05-95) для искусственного освещения регламентирована наименьшая допустимая освещённость рабочих мест (300 Лк), а для естественного и совмещённого – коэффициент естественной освещённости (КЕО). Нормы освещённости приводятся в зависимости от точности выполнения работы и величины объекта.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

15.03.05.2017.173 ПЗ

Лист

86

6.1.1 Проектирование искусственного освещения на участке

Разрабатываемый участок механической обработки детали «Крышка» имеет размеры:

- ширина – 24 м;
- длина – 42 м;
- высота рабочей поверхности от пола – 1,2 м.

Стены и потолок побелены.

При механической обработке, в нашем случае - точение, сверление, фрезерование стали 8ХФ и применении охлаждающей жидкости №24 5% эмульсия из эмульсола Э-2 ТУ38-1-229-69, в атмосферу производственного помещения выделяются различные вредные вещества – пыль, дым, влага. Исходя из чего и согласно строительным нормам и правилам естественного и искусственного освещения СНиП 23.05.95 производственное помещение охарактеризуем по следующим параметрам:

- воздушная среда содержит в рабочей зоне менее 1 мг/м³ пыли, дыма, копоти;
- разряд зрительной работы III;
- подразряд зрительной работы а;
- контраст объекта с фоном малый;
- характеристика с фоном темный;
- наименьший объект различения 0,3-0,5 мм;
- коэффициент запаса при искусственном освещении $K_z=1,4$;
- коэффициент запаса при естественном освещении $K_z=1,3$;
- норма освещенности общего искусственного освещения 500лк;
- показатель ослепленности $P=40$;
- коэффициент пульсации $K_{\Gamma}=15\%$;
- коэффициент естественного освещения $e_H = 1,2\%$.

Совмещенное освещение помещений производственных зданий следует предусматривать для разряда зрительной работы III. Принимаем естественное освещение – боковое.

Нормированное значение КЕО

$$e_1 = e_H \cdot m_1, \quad (6.1)$$

где e_H – нормированное значение КЕО;

m_1 – коэффициент светового климата.

Устанавливаем ориентацию световых проемов с, тогда коэффициент светового климата $m=1$ для номера группы административного района 1.

$$e_1 = 1.2 \cdot 1 = 1.2.$$

					15.03.05.2017.173 ПЗ	Лист
						87
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Площадь световых проемов

$$S_0 = \frac{e_N \cdot S_n \cdot K_3 \cdot \eta_0 \cdot K_{зд}}{100 \cdot \tau_0 \cdot r_1}, \quad (6.2)$$

где S_n — площадь пола цеха, м²;

η_0 — световая характеристика окон, $\eta_0 = 7,5$;

$K_{зд}$ — коэффициент, учитывающий затенение окон от расположенных рядом зданий $K_{зд} = 1$;

τ_0 — общий коэффициент светопропускания

$$\tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4, \quad (6.3)$$

где τ_1 — коэффициент светопропускания материала, принимаем стеклопакет $\tau_1 = 0,8$;

τ_2 — коэффициент, учитывающий потери света в переплетах светопроема, принимаем двойной открывающийся переплет $\tau_2 = 0,6$;

τ_3 — коэффициент, учитывающий потери света в несущих конструкциях, $\tau_3 = 1$;

τ_4 — коэффициент, учитывающий потери в солнцезащитных устройствах, $\tau_4 = 1$

$$\tau_0 = 0,8 \cdot 0,6 \cdot 1 \cdot 1 = 0,48.$$

r_1 — коэффициент, учитывающий повышение КЕО от отраженного света стен, потолка и пола, зависит от средневзвешенного коэффициента отражения поверхностей помещения $P_{ср}$, %,

$$P_{ср} = \frac{P_{пт} \cdot S_{пт} + P_{ст} \cdot S_{ст} + P_{пл} \cdot S_{пл}}{S_{пт} + S_{ст} + S_{пл}}, \quad (6.4)$$

где $P_{пт}$, $P_{ст}$, $P_{пл}$ — коэффициенты отражения стен, потолка, % $P_{пт} = 0,8$, $P_{ст} = 0,8$, $P_{пл} = 0,32$; $S_{пт}$, $S_{ст}$, $S_{пл}$ — площади потолка, стен, пола, м²,

					15.03.05.2017.173 ПЗ	Лист
						88
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

$$S_{\text{пл}} = L \cdot B, \text{ м}^2, \quad (6.5)$$

$$S_{\text{ст}} = 2 \cdot L \cdot H + 2 \cdot B \cdot H, \text{ м}^2,$$

$$S_{\text{пл}} = L \cdot B, \text{ м}^2,$$

где L, B, H – соответственно длина, ширина и высота помещения цеха, $L = 42 \text{ м}$,
 $B = 24 \text{ м}$, $H = 8,4 \text{ м}$.

$$S_{\text{пл}} = 42 \cdot 24 = 1008, \text{ м}^2,$$

$$S_{\text{ст}} = 2 \cdot 42 \cdot 8,4 + 2 \cdot 24 \cdot 8,4 = 1108, \text{ м}^2,$$

$$S_{\text{пл}} = 42 \cdot 24 = 1008, \text{ м}^2.$$

$$P_{\text{ср}} = \frac{0,8 \cdot 1008 + 0,8 \cdot 1108 + 0,32 \cdot 1008}{1008 + 1108 + 1008} = \frac{806 + 886 + 322}{3124} = 0,645,$$

$$r_1 = 1,3.$$

$$S_0 = \frac{1,2 \cdot 756 \cdot 1,3 \cdot 7,5 \cdot 1}{100 \cdot 0,48 \cdot 1,3} = \frac{8845}{62,4} = 141,75 \text{ м}^2.$$

Принимаем площадь стеклопакета $2 \times 2,5 = 5 \text{ м}^2$, и располагаем по 8 окон на продольных стенах в соответствии с рисунком 6.5.

					15.03.05.2017.173 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		89

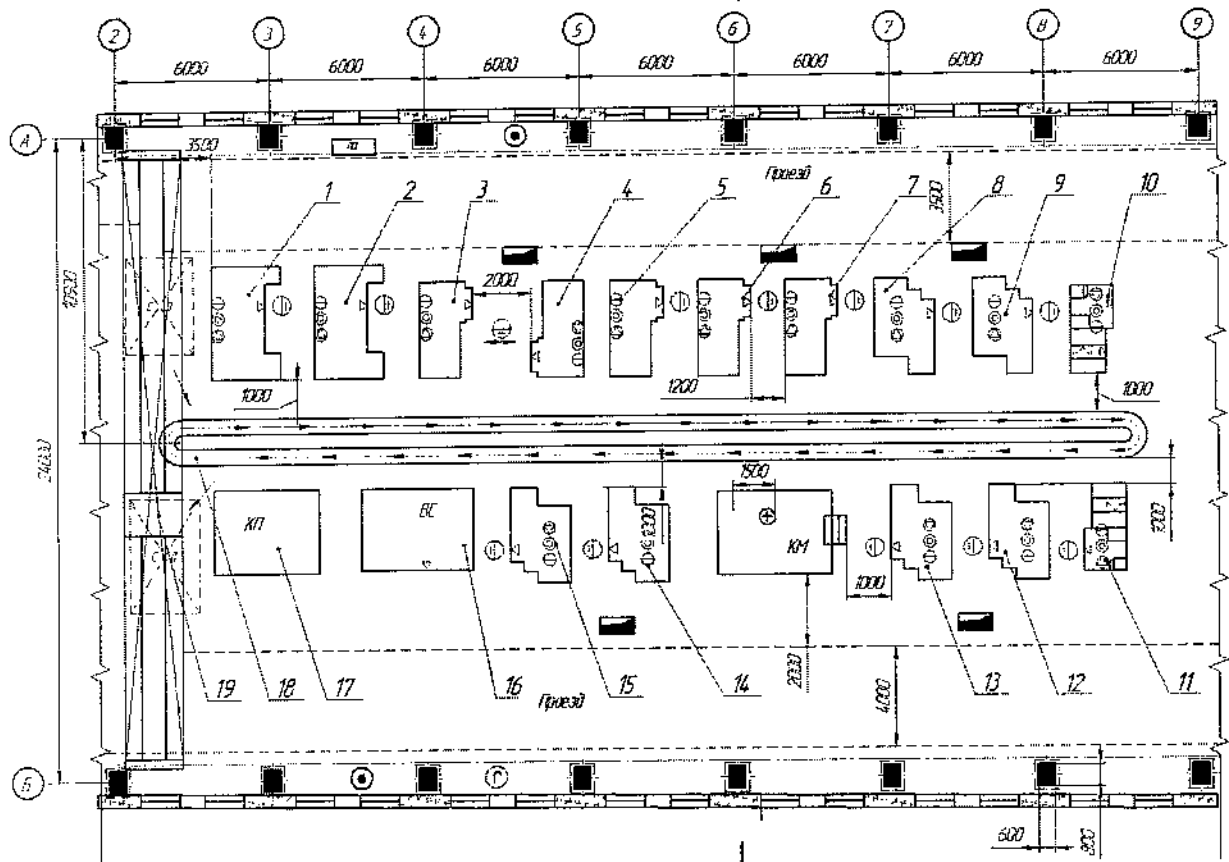


Рисунок 6.5 – Схема расположения световых проемов

Устанавливаем рекомендуемый источник света для цеха механической обработки металлов – газоразрядные люминесцентные лампы белого цвета ЛБ (ЛХБ).

Принимаем установку в одном открытом светильнике прямого света 4 лампы.

При расчете освещения легче задаться типом, мощностью и световым потоком ламп и определить их количество, необходимое для обеспечения освещения объекта.

$$N = \frac{E_N \cdot K_3 \cdot S \cdot Z}{\Phi \cdot n \cdot \gamma \cdot \eta}, \quad (6.6)$$

где E_N – нормированная освещенность, лк, устанавливаем по [1] $E_N = 400$ лк;

S – площадь помещения цеха, m^2 ;

Z – поправочный коэффициент, учитывающий неравномерность освещения, $Z=1,1$;

Φ – световой поток лампы, принимаем по [2] лампу ЛБ-80, $\Phi=5220$ лк;

n – число ламп в светильнике, принимаем $n=4$;

γ – коэффициент затенения рабочего места работающим, $\gamma = 0,9$;

η – коэффициент использования светового потока, определяем по [1] в зависимости от индекса помещения i , $\eta = 0,6$;

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

15.03.05.2017.173 ПЗ

Лист
90

$$N = \frac{400 \cdot 1,4 \cdot 1008 \cdot 1,1}{5220 \cdot 4 \cdot 0,9 \cdot 0,6} \approx 56 .$$

Располагаем светильники в четыре ряда по 14 в каждом. На рисунке 6.6 изображена схема расположения светильников на проектируемом участке механической обработки.

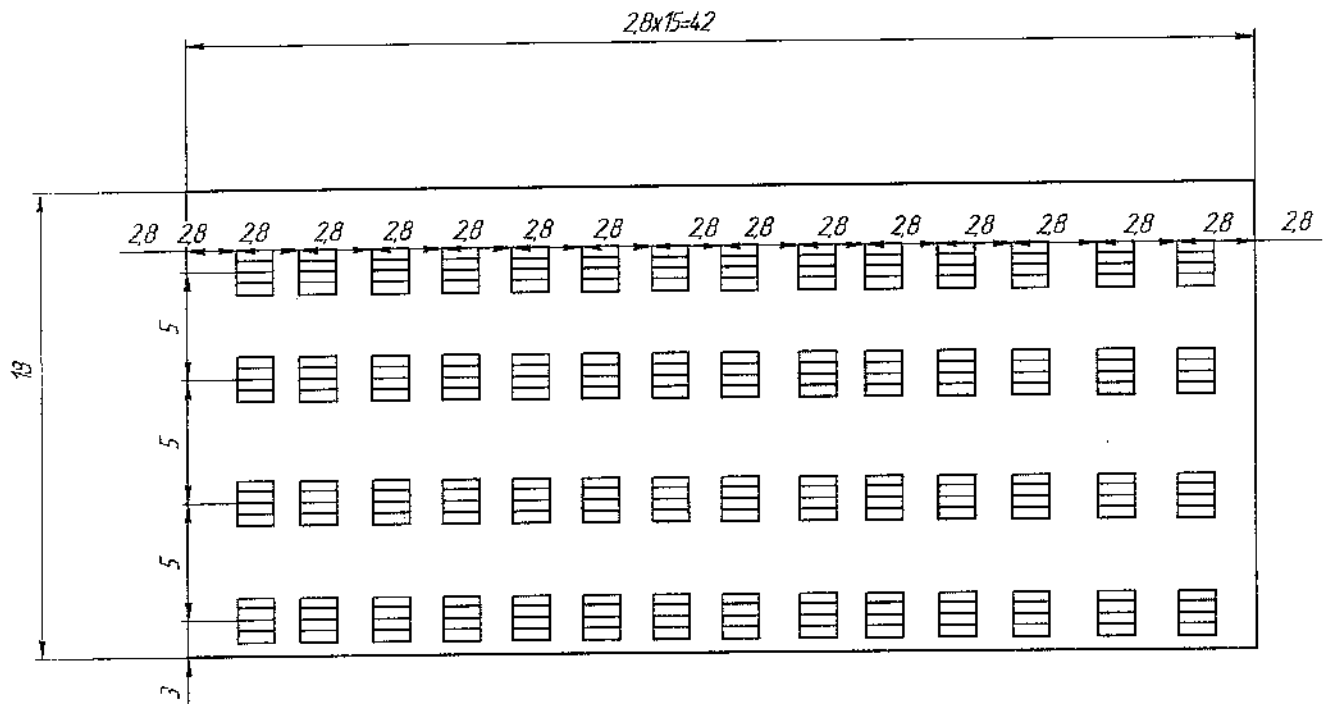


Рисунок 6.6 – Схема расположения светильников

В качестве источников света применяют люминесцентные лампы и лампы накаливания. Общее искусственное освещение помещений предусмотрено для постоянного пребывания людей - освещение, при котором светильники размещаются в верхней зоне помещения равномерно.

Расчет высоты подвеса по формуле (6.2):

$$h_{\Pi} = H - h_p - h_c, \quad (6.7)$$

где H - полная высота помещения

h_{Π} - высота подвеса;

h_p - высота рабочей поверхности над полом;

h_c - расстояние светового центра.

Светильники от потолка (свес.)

$$h_{\Pi} = 10 - 1 - 2 = 3 \text{ м}$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	15.03.05.2017.173 ПЗ	Лист
						9.1.

Для расчета общего равномерного освещения горизонтальной рабочей поверхности используется метод коэффициента светового потока по формуле (5.7).

$$\Phi = E_n \cdot S \cdot z, \quad (6.8)$$

где E_n - нормированная минимальная освещенность, $E_n = 300$ лк;
 z - коэффициент минимального освещения ($z = E_{cp}/E_{min}$), $z = 1,15$;
 S - площадь, освещаемой поверхности.
Примем ЛБ-20-4, имеющие световой поток $F_{л} = 1180$ лм

$$\Phi_n = 300 \cdot 2325 \cdot 1,15 = 1035000$$

2) Определим индекс помещения:

$$i = S / h * (A + B) = 2325 / 7 * (60 + 50) = 3,8$$

где h - высота подвеса светильников над рабочей поверхностью, м;
 A - длина помещения, м;
 B - ширина помещения, м.
Число ламп рассчитывается по формуле (5.8):

$$N_{cb} = \frac{E_n \cdot S \cdot z}{F_n \cdot \eta}, \quad (6.9)$$

Коэффициент использования $\eta = 42\%$

$$N_{cb} = 347760 / (1180 * 0,42) = 703$$

Принимаем 702 шт

6.2 Расчет условий эвакуации людей при пожаре

Производственное здание цеха относится ко II степени огнестойкости, предел огнестойкости $t_{огн.} = 2$ часа. Фундаменты под колонны здания представляют собой отдельно стоящие железобетонные конструкции, на которые устанавливаются железобетонные колонны. Кровля является ограждающим покрытием, состоящим из сборных настилов, укладываемых по балкам и фермам. Несущий настил выполнен из унифицированных железобетонных плит.

					15.03.05.2017.173 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		92

На участке имеются такие горючие и легковоспламеняющиеся вещества как дерево, масло, грязная промасленная ветошь. Также пожароопасными считаются электроустановки. Поэтому участок относится к категории В противопожарной безопасности – ВЗ с удельной пожарной нагрузкой 181-1400 МДж²·м⁻².

Расчет времени эвакуации

Определим время эвакуации станочников на участке площадью 1152 м².

Длина участка L = 42 м, ширина B = 24 м, высота H = 9,65 м.

Объем V=11116,8 м³, число станочников на участке N = 7.

Допустимые расстояния от наиболее удаленного рабочего места до эвакуационного выхода нормируют в зависимости от категории производства, степени огнестойкости здания, объема помещения и числа работающих. Эти расстояния находятся в пределах от 40 до 100 м, принимаем 60 м [19].

Для определения времени движения станочников по участку, приведенному в соответствии с рисунком 6.7, вычислим плотность движения людского потока по формуле

$$D = \frac{N \cdot f}{L \cdot B}, \quad (6.10)$$

где f – средняя площадь горизонтальной проекции станочника, м², f = 0,125.

$$D = \frac{7 \cdot 0,125}{42 \cdot 24} = 0,001.$$

Пропускная способность потока эвакуируемых людей Q, м²/мин, вычисляется по формуле

$$Q = D \cdot v \cdot B, \quad (6.11)$$

где v – скорость людского потока, м/мин, v = 75.

$$Q = 0,001 \cdot 75 \cdot 24 = 108$$

Необходимое время эвакуации t_{изб.}, мин, вычисляется по формуле

$$t_{изб.} = 0,115 \cdot \sqrt[3]{V} = 0,115 \cdot \sqrt[3]{11116,8} = 2,56$$

					15.03.05.2017.173 ПЗ	Лист
						93
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Существует несколько видов классификации радиационного характера. Наиболее распространена классификация по МАГАТЭ (в зависимости от общей активности выбросов).

Возможны аварии АЭС без разрушения активной зоны. При этом радиоактивное загрязнение происходит за счет выброса парогазовой фазы с коротко живущими радионуклидами. Высота выброса – 100 - 200 м, время – до 30 мин. Авария с разрушением активной зоны характеризуется мгновенным выбросом в результате теплового взрыва части содержимого реактора на высоту до 1 км. Далее происходит истечение струи газа при горении графита с периодическими взрывами. Высота истечения – до 200 м, время – до момента окончательной герметизации реактора.

Характер радиоактивного загрязнения зависит от типа реактора, продолжительности его работы, объема выброса (т) и метеоусловий. Поэтому зоны радиоактивного загрязнения имеют свои особенности: длительность загрязнения, сложность конфигурации границ, «очаговый» характер зон и высокие уровни радиации.

Например, при аварии на Чернобыльской АЭС уровни радиации на реакторе составляли 20-34 тыс. Р/ч, у реактора – 100-400 Р/ч и т.д.

Расчет уровней радиации и доз внешнего облучения производится на любое время работы в зоне: рабочая смена, сутки, 10 суток, 1 год. Суммарная зона облучения складывается из доз внешнего и внутреннего облучения.

Федеральный закон «О радиационной безопасности населения» от 5 декабря 1995 г. установил дозовые нагрузки (пределы

облучения) для персонала и населения в условиях радиоактивного загрязнения (введены с 1 января 2000 г.).

Например, для производственного персонала годовая эффективная доза равна 20 мЗв (2 бэра) и за период трудовой деятельности (50 лет) – 1000 мЗв (100 бэр); для населения годовая доза равна 1 мЗв (0,1 бэра), а пожизненная доза (70 лет) – 70 мЗв (7 бэр).

Приведенные значения дозовых пределов не включают дозы ионизирующих излучений, создаваемые естественными и медицинскими источниками. При дозах облучения, превышающих указанные значения, рекомендуется отселение жителей.

Через 2 – 3 года после крупной аварии происходит самораспад большинства радионуклидов, и доза облучения будет определяться долгоживущими нуклидами (цезий, стронций, плутоний).

Под оценкой радиационной обстановки понимают комплексные действия по определению складывающейся в определенных условиях ситуации с целью ее последующей нормализации либо полного устранения.

Оценка степени опасности и возможного влияния последствий радиационного заражения осуществляется путем определения реально сложившихся и расчета ожидаемых доз облучения, которые составляют основу для определения наиболее целесообразных способов защиты и действий личного состава формирований гражданской обороны и населения.

					15.03.05.2017.173 ПЗ	Лист 95
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Перечень основных задач, решаемых штабом гражданской обороны объекта, может быть определен после тщательного анализа общей радиационной обстановки, которая возникла на территории объекта. После прогнозирования влияния радиоактивного заражения на ведение на объекте спасательных и неотложных аварийно-восстановительных работ определяют целесообразное время ввода формирований гражданской обороны, продолжительность работы смены, а также необходимое их количество в соответствии с объемом предстоящих работ. При высоком уровне радиации определяют также наиболее целесообразное время начала эвакуации населения и материальных ценностей в безопасные районы.

Для объектов, располагающихся в загородной зоне, наиболее характерна такая ситуация, когда объект оказывается вне зон воздействия ударной волны и светового излучения ядерного взрыва, но подвергается опасному радиоактивному заражению. При подобной ситуации штаб гражданской обороны объекта производит прогнозную оценку влияния радиоактивного заражения на производственную деятельность объекта.

Задачи по оценке радиационной обстановки решаются личным составом службы противорадиационной и противохимической защиты с привлечением всех заинтересованных специалистов, а также командиров формирований гражданской обороны.

Для своевременной оценки радиационной обстановки штаб гражданской обороны объекта должен располагать следующими исходными данными:

- время радиационной или ядерной аварии и ядерного взрыва, нанесенного противником;
- уровни радиации на объекте (маршрутах движения, в районах размещения формирований) и время их измерения после ядерной аварии или взрыва;
- значения коэффициента ослабления радиации зданиями, сооружениями, убежищами, противорадиационными укрытиями, транспортными средствами;
- степень вертикальной устойчивости атмосферы, облачности, инверсии и т.д.;
- установленные для выполнения задания допустимые дозы облучения.

При радиоактивном заражении местности трудно создать такие условия, при которых бы люди не облучались.

Поэтому при действии на местности, зараженной радиоактивными веществами, устанавливаются допустимые дозы облучения, которые не должны вызывать у людей радиационных поражений. При установлении допустимых доз учитывают, что облучение может быть однократным и многократным. Однократным считается облучение, полученное за первые четверо суток. Облучение, полученное за время, превышающее четверо суток, является многократным. При определении суточных допустимых доз необходимо учитывать, что в первые сутки идет более быстрое их накопление (при условии, что в последующие дни не будет повторного заражения). С учетом этого дозу, установленную на первые четверо суток, делят в соответствующей пропорции.

					15.03.05.2017.173 ПЗ	Лист 96
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Такое распределение установленной однократной нагрузки облучения применяется при разработке режимов поведения населения или при длительных действиях формирований гражданской обороны на зараженной местности.

По сигналу оповещения «Внимание всем! Радиационная опасность!» и речевой информации население и персонал объекта должны:

- использовать средства индивидуальной защиты;
- укрыться в здании, лучше в собственной квартире, загерметизировать окна, двери, укрыть запасы продуктов и питьевой воды;
- провести йодизацию семьи;
- покидать помещение только по команде властей при эвакуации. Зоной (очагом) ЧС химического характера называют территорию, в пределах которой в результате выброса опасных химических веществ или применения химического оружия происходит
- массовое поражение людей, животных и растительности.

Выводы по разделу шесть

В данном разделе рассмотрены: опасные производственные факторы, которые влияют на здоровье человека; выполнен расчет освещенности производственного участка; рассмотрены мероприятия по стабилизации работы участка в случае возникновения чрезвычайной ситуации.

					15.03.05.2017.173 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		97

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенной работы рассмотрены вопросы профилирования инструмента дискового типа для обработки винтовых канавок винтов шариковинтовых пар качения, в качестве детали представителя послужил ходовой винт.

Предложен технологический процесс изготовления винта, произведен расчет припусков на механическую обработку и технологическое нормирование.

В ходе работы выполнено:

- разработано математическое описание профилирования дискового инструмента;
- спроектирован режущий инструмент для изготовления винтовой канавки ходового винта;
- спроектировано зажимное приспособление для операции фрезерование;
- спроектировано контрольное приспособление;
- спроектирован участок для механической обработки;
- предложены мероприятия по безопасности жизнедеятельности;
- получено ориентировочное значение себестоимости детали.

Таким образом цель работы выполнена, задачи решены

Выполненная работа имеет практическую ценность и рекомендована для апробации на факультете техники и технологий и может рекомендована к внедрения на станкостроительный завод.

					15.03.05.2017.173 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		92

15 Гусев, А.А. Технология машиностроения (специальная часть): Учебник для машиностроительных специальностей вузов / А.А. Гусев, Е.Р. Ковальчук, И.М. Колесов и др. — М.: Машиностроение, 1986. — 480 с.

16 Маталин, А.А. Технология машиностроения: учебник для машиностроительных вузов по специальности «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты» / А.А. Маталин — Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние. 1985. — 496 с.

17 Кочергин, А.И. Конструирование и расчет металлорежущих станков и станочных комплексов. Курсовое проектирование: учебное пособие для вузов / А.И. Кочергин. — М.: Минск, издательство Высшая школа, 1991. — 356 с.

18 Ведерников, Ю.А. Проектирование и расчет приводов подачи станков с ЧПУ. Методические указания при выполнении курсового проекта и практических работ по курсу «Металлорежущие станки и промышленные роботы» / Ю.А. Ведерников, Р.М. Хусаинов. — М.: Набережные Челны, КамПИ, 2004. — 500 с.

19 Ведерников, Ю.А. Проектирование и расчет направляющих металлорежущих станков: Учебное пособие / Ю.А. Ведерников, Р.М. Хусаинов. — М.: Набережные Челны, КамПИ, 2002. — 268 с.

20 Пуша, В.Э. Металлорежущие станки: учебник для машиностроительных вузов / под ред. В.Э. Пуша. — М.: Москва, 1985.

21 Навроцкий, К. Л. Теория проектирование гидро- и пневмоприводов: учебник для вузов по специальности «Гидравлические машины, гидроприводы и гидропневмоавтоматика»: / К.Л. Навроцкий. — М.: Машиностроение. 1991. —384 с.

22 Свешников, В.К. Станочные гидроприводы: Справочник. / В.К. Свешников. — М.: Машиностроение. 2004. — 512 с.

23 Аверьянов, И.Н. Проектирование и расчет станочных и контрольно-измерительных приспособлений в курсовых и дипломных проектах: учебное пособие / И.Н.Аверьянов, А.Н. Болотеин, М.А.Прокофьев: Рыбинск: РГАТА, 2010. — 246 с.)

24 Чемборисов, Н.А. Резание материалов. Режущий инструмент. в 2 ч. Часть 2: учебник для академического бакалавриата/ под общ. редакцией Н.А.Чемборисова. — М.: Издательство Юрайт, 2017 — 246 с.

					15.03.05.2017.173 ПЗ	Лист 100
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		