



## АННОТАЦИЯ

Проектирование технологического процесса изготовления скоростного ротора специального холодильного компрессора

Бакалаврская выпускная квалификационная работа.

Кафедра: Оборудование и технологии машиностроительного производства.

ТГУ: Тольятти, 2017г., 73 с., л. формата А1.

Целью бакалаврской работы является повышение производительности процессов механической обработки, используемых при изготовлении сложноконтурных роторных компрессоров, применяемых в различных видах технически сложных устройств, том числе в холодильном оборудовании.

Проведен анализ уровня вида техники сложноконтурных винтовых компрессоров, в том числе работающих в «сухом» режиме. Определены основные параметры, характеризующие возможность реализации технологических процессов изготовления рассматриваемых сложноконтурных деталей в условиях единичного и мелкосерийного производств. Предложена оригинальная технология изготовления роторного компрессора, предусматривающая использования станков токарной и фрезерно - токарной групп.

Определена стратегия технологического процесса. Предложен актуальный технологический процесс лезвийной обработки.

Просчитана экономическая эффективность предлагаемых в работе решений. Предложены мероприятия по обеспечению экологичности и безопасности при использовании объектов техники, станков, оснастки. Обеспечены мероприятия по охране труда персонала, реализующего технологический процесс.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	7
1 Обзор литературных источников по вопросу развития уровня вида техники винтовых компрессоров	8
2 Анализ конструктива ротора компрессора	19
3 Проработка возможности изготовления ротора компрессора в производственных условиях ООО «Остеотех»	23
4 Проектирование элементов технологического процесса механической обработки ротора компрессора с использованием производственного оборудования ООО «Остеотех»	34
5 Безопасность и экологичность объекта	44
6 Оценка показателей экономической эффективности	51
Заключение	66
Библиографический список	67
Приложения	71

## ВВЕДЕНИЕ

Целью работы является проработка возможности выпуска пробной партии компонентов роторного компрессора, используемого в широкой номенклатуре холодильного оборудования. Для достижения цели необходимо решить задачи:

1. Изучить состояние вопроса по развитию уровня вида техники роторных компрессоров, в том числе работающих в «сухом» режиме. Также необходимо изучить основные моменты и технологические трудности, в связи с которыми изготовление данных деталей выполняется на ограниченном числе российских и иностранных предприятий.

2. Выполнить анализ технологичности конструкции детали для производственных условий ООО «ОстеоТех» (выбранного базовым предприятием для изготовления изделия);

3. Предложить технологию механической обработки, а также технологию с использованием методов электрохимической и физико-технической обработки (для доводки шероховатости рабочих поверхностей роторов).

4. Обеспечить инженерную защиту окружающей среды и рабочего персонала при реализации технологии.

5. Провести экономическое обоснование предлагаемых решений.

Разработка ведется с учетом того, что процессы механического воздействия реализуются на современных станках с числовым программным управлением, а разработка управляющих программ производится с использованием актуальных САМ-пакетов моделирования.

# 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ ПО ВОПРОСУ РАЗВИТИЯ УРОВНЯ ВИДА ТЕХНИКИ ВИНТОВЫХ КОМПРЕССОРОВ

## Ротационные и винтовые компрессоры

Особенностью ротационных компрессоров по сравнению с поршневыми является отсутствие кривошипно-шатунного механизма и возвратно-поступательно движущегося поршня. Поэтому ротационные компрессоры имеют хорошую уравновешенность, сравнительно малую массу на единицу производительности, меньшее количество движущихся частей, подвергающихся износу, отсутствие всасывающих, а в некоторых конструкциях и нагнетательных клапанов. Они проще в обслуживании и более надежны в работе. К недостаткам ротационных компрессоров можно отнести сложность их изготовления и ремонта, большой износ движущихся частей.

Все многообразие конструкций ротационных компрессоров можно свести к двум основным типам - компрессоры с вращающимся ротором, ось которого фиксируется относительно оси цилиндра (пластинчатые ротационные компрессоры), и компрессоры с катящимся ротором, ось которого вращается вокруг оси цилиндра, и ротор при этом обкатывает цилиндр.

Ниже описаны ротационные компрессоры фирмы «Rotasco» (Япония). Удачное решение схемы смазки компрессора и подбор пары трения позволили получить ротационный компрессор одноступенчатого сжатия, который успешно эксплуатируют при сравнительно большом (до 25) отношении давлений конденсации и испарения.

На рис. 1.1 показана принципиальная схема работы компрессора «Rotasco». В цилиндрическом корпусе 1 на валу 3 эксцентрично насажен поршень 4. Диаметр и эксцентриситет поршня подобраны так, что он

касается поверхности цилиндра по линии, разделяющей рабочий объем цилиндра от полости всасывания и нагнетания.

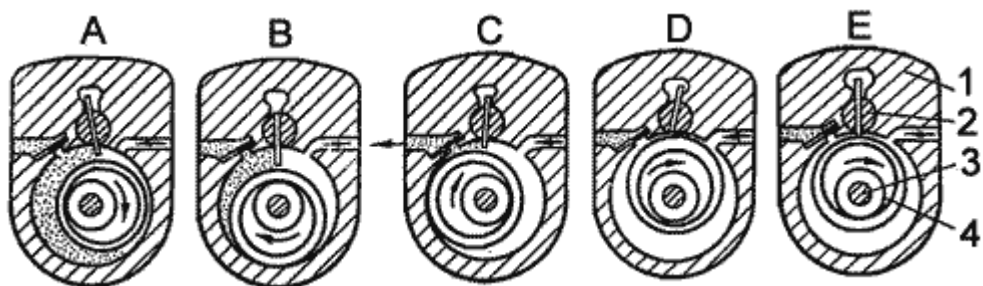


Рисунок 1.1 – Принципиальная схема работы роторного компрессора

Шибер (пластина) 2, прижимающийся к поршню в верхней части цилиндра, делит рабочий объем его на две рабочие полости. Шибер может совершать колебательное движение. В целях лучшего уплотнения шибера с ротирующим поршнем и уменьшения трения в рабочую поверхность шибера вложена специальная уплотняющая полоска, прижимающаяся к поверхности поршня с помощью пружины. Для лучшего соприкосновения катящегося поршня со стенками цилиндра поршень обтянут тонкостенной эластичной втулкой из высококачественной специальной стали.

На наружной поверхности поршня вдоль оси имеется канавка овальной формы, напротив которой на поршневой втулке рассверлено несколько отверстий, через них в полость поршня попадают сжатые пары, образующие эластичную подушку. Эластичное соприкосновение рабочих поверхностей цилиндра и поршня при наличии хорошей циркуляции масла обеспечивает постоянный масляный слой между линией соприкосновения трущихся поверхностей.

В образующуюся при каждом обороте поршня рабочую полость цилиндра, лежащую по одну сторону линии касания поршня с поверхностью цилиндра, засасывается сухой насыщенный или перегретый пар. По другую сторону этой линии касания происходит процесс сжатия и нагнетания паров через нагнетательные клапаны.

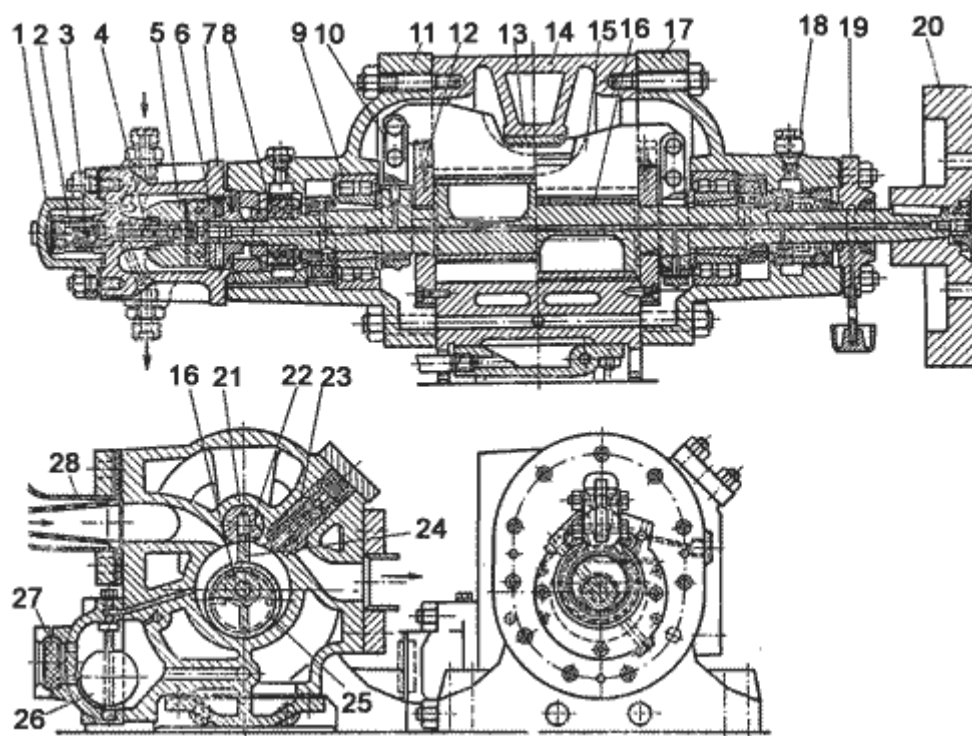


Рисунок 1.2- Схема общего устройства компрессора:

1 - крышка клапана; 2 - направляющая клапана; 3 - клапан масляный; 4 - толкатель; 5 - планки расходящиеся; 6- диск; 7 - крышка центробежного клапана; 8 - шарикоподшипник; 9 - роликподшипник; 10 - бугель эксцентрика; 11 - крышка торцевая; 12 - винт уплотнительный; 13 - направляющая золотниковой крылатки; 14 - корпус; 15 - золотниковая крылатка; 16 - ротор; 17 - крышка; 18- штуцер для масла; 19 - крышка сальника; 20 - муфта; 21 - золотниковая крылатка; 22 - направляющая золотниковой крылатки; 23 - нагнетательный клапан; 24 - уплотняющий нож; 25 - втулка ротора; 26 - поплавок; 27 - смотровое стекло; 28 - всасывающий патрубок.

Положение А - полость всасывания соединена со всасывающей стороной машины. В этот момент начинается всасывание паров из испарителя, так как увеличивается объем серповидной полости, образованной цилиндром и поршнем. В другой полости с этого момента начинается сжатие паров (положение В). При дальнейшем вращении ротора давление сжатия возрастает и, когда в цилиндре давление превысит давление

паров в нагнетательной полости, открывается клапан (положение С) и пары нагнетаются в конденсатор. Положение D характеризует конец процесса нагнетания. Всасывающая полость наполнена парами, и ротор начинает вновь совершать процесс сжатия (положение E).

Величина вредного пространства ротационного компрессора мала, и поэтому объемные потери значительно меньше, чем в поршневом компрессоре.

Цилиндр компрессора закрыт с обеих сторон чугунными крышками, несущими подшипники ротора. Осевой шарикоподшипник 8 фиксирует положение поршня и вала по отношению к цилиндру. За этим подшипником на торце вала находится центробежный клапан 3, включенный в систему маслопровода. При остановке машины этот клапан закрывается, предохраняя цилиндр от заполнения маслом. При достижении необходимой частоты вращения вала клапан открывается.

Циркуляция масла, поступающего из маслоотделителя 1 (рис. 1.3), осуществляется под действием разности давлений аммиака в нагнетательной и всасывающей полостях. Поэтому специально циркуляционного масляного насоса не требуется. Масло из компрессора поступает вместе с парами аммиака в маслоотделитель, из него при открытом центробежном клапане проходит в масляный холодильник 5, затем в фильтр 4 и после центробежного клапана 6 через смотровое стекло 7 подается для смазки цилиндра и сальника.



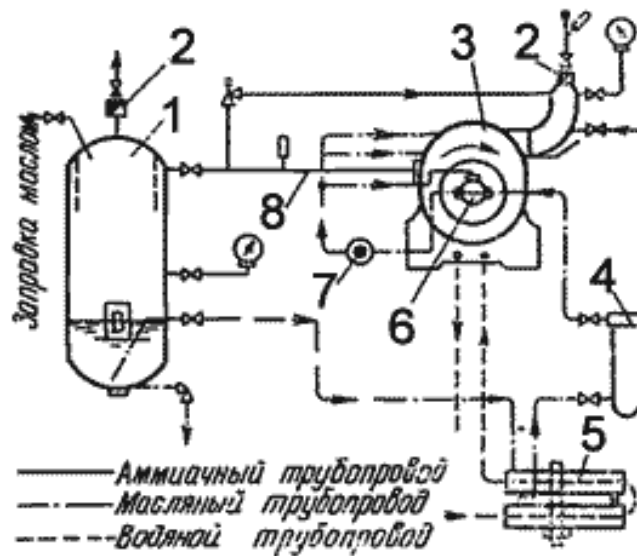


Рисунок 1.3 – Схема подачи масла в компрессор

Масло, пройдя через сальниковое уплотнение по сверлению в валу поршня, поступает на смазку опорных подшипников качения и подшипников эксцентриковых бугелей, создающих колебательное движение шибера. Масло с подшипников попадает в поплавковую камеру, из нее периодически подается в полость всасывания. Далее все масло через нагнетательные клапаны вместе со сжатыми парами аммиака подается в маслоотделитель.

Заправка маслом осуществляется централизованно от расходной цистерны. При заправке оно подается в маслоотделитель 1 до заданного уровня. Циркулирующее масло охлаждается в холодильнике забортной водой.

Уплотнение вала ротора достигается при помощи сальника и притертых поверхностей втулки и подвижного кольца, уплотнение по шейке вала - с помощью двух резиновых колец. Нагнетательный клапан компрессора - пластинчатый прямоточный. Компрессор не имеет всасывающих клапанов. На всасывающем патрубке установлен лишь невозвратный клапан, на нагнетательной стороне, после маслоотделителя, тоже установлен невозвратный клапан.

Возможность эффективной работы компрессора при больших значениях отношения давления конденсации к давлению испарения при работе по одноступенчатому циклу объясняется тем, что по сравнению с обычными поршневыми компрессорами у машин фирмы «Rotasco» температура паров в конце сжатия значительно ниже. Сравнительно небольшой перегрев можно объяснить хорошим водяным охлаждением цилиндра (корпуса) компрессора, а также главным образом отводом тепла в холодильнике циркулирующим маслом.

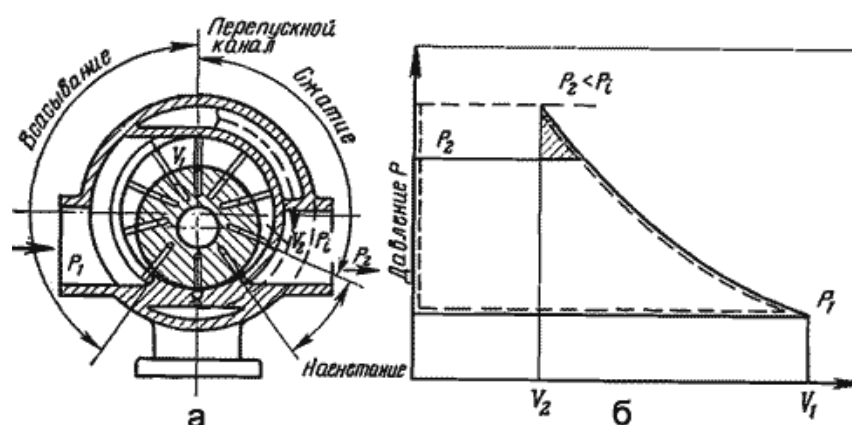


Рисунок 1.4 – Схематика работы компрессора

Ротационные компрессоры с вращающимся поршнем обычно выполняются многопластинчатыми. Ротор вращается вокруг неподвижной оси, а пластины выталкиваются из него центробежной силой и скользят по внутренней поверхности цилиндра. Между торцевыми поверхностями цилиндра, поверхностью ротора и цилиндра образуется замкнутая полость, имеющая переменный объем - наибольший после окончания всасывания и наименьший в конце сжатия. На рис. 1.4, а показана схема работы многопластинчатого ротационного компрессора с вращающимся поршнем.

Пары холодильного агента, поступающие из всасывающего трубопровода, захватываются и отсекаются пластинами в верхней части, сжимаются при вращении поршня и, наконец, когда ячейка достигнет положения, при котором она соединяется с нагнетательным трубопроводом, пары холодильного агента выталкиваются.

Отношение давлений  $p_2/p_1$  изменяется в зависимости от эксплуатационных давлений во всасывающем и нагнетательном патрубках компрессора. В многопластинчатом ротационном компрессоре с вращающимся поршнем степень сжатия для каждой ячейки постоянная, в связи с чем давление конца сжатия  $p_i$  в ячейке может быть больше или меньше давления  $p_2$  в нагнетательном патрубке.

В ротационных компрессорах в отличие от поршневых вредное пространство мало. Кроме того, в пластинчатых ротационных компрессорах осуществляется перепуск пара, поэтому влиянием вредного пространства на производительность компрессора пренебрегают. На рис. 1.4, а перепускная линия показана пунктиром.

Смазка компрессора производится от многоплунжерного масляного насоса (лубликатора), который приводится в действие от полумуфты электродвигателя через клиноременную передачу. На лубликаторе установлен масляный бачок с указателем уровня. Суммарная емкость бачка и насоса рассчитана на 24 ч работы машины. Ротор представляет собой чугунный барабан, напрессованный на стальной вал. По всей длине барабана профрезерованы пазы под пластины. Для удобства сборки и разборки в компрессоре применены радиальные роликоподшипники. Выходной конец вала уплотняется с помощью двойного торцевого сальника трения (пара трения графит - закаленная сталь). Камера сальника постоянно залита маслом. Для контроля уровня масла и наполнения камеры сальника служит бачок с указательным стеклом.

Всасывание и нагнетание паров аммиака происходит через окна цилиндра. Клапаны в компрессоре отсутствуют. На линии всасывания устанавливают сетчатый фильтр, на линии нагнетания - обратный клапан, предотвращающий возникновение обратного потока из нагнетательного трубопровода при остановке компрессора.

Аммиачные ротационные компрессоры, например РАБ-100, используют в качестве бустер-компрессоров (поджимающих)

двухступенчатых холодильных машин. Использовать ротационные компрессоры типа РАБ как одноступенчатые запрещено, так как прочность их деталей и узлов не рассчитана на большую разность давлений.

В конструкции ротационного бустер-компрессора РАБ-100А/1 лубрикаторная смазка трущихся частей заменена циркуляционной системой смазки, при которой уменьшаются перетечки аммиака из рабочих полостей, снижается износ деталей, уменьшается перегрев паров аммиака и снижается уровень шума компрессора. Циркуляционная смазка компрессора происходит по схеме маслоотделитель - насос - компрессор - маслоотделитель.

Масло из нижней части маслоотделителя через сетчатый фильтр всасывается шестеренчатым насосом и, пройдя щелевой фильтр, подается в полость сальника. Далее через регулятор давления масло направляется в камеры опорных роликоподшипников. Из подшипников масло через торцевые зазоры поступает в цилиндр, смазывая его рабочую поверхность и пластины. Маслоотделитель представляет собой вертикальный сварной сосуд. Отделение масла от паров аммиака происходит благодаря тангенциальному вводу паров.

Масло из маслоотделителя с помощью шестеренчатого насоса подается в ячейку между пластинами в момент начала сжатия. Подача масла во всасывающую полость вызывает подогрев всасываемого пара, увеличивается удельный объем рабочего тела, а это приводит к снижению объемных и энергетических коэффициентов компрессора.

Винтовые компрессоры. В настоящее время в холодильной технике применяют маслозаполненные винтовые компрессоры. Подача масла уменьшает перетечки пара между каналами и снижает шум. Кроме того, циркулирующее масло снижает температуру сжимаемого пара, что позволяет работать по одноступенчатой схеме, когда отношение давлений  $p_k/p_0$  достигает значений 18-20.

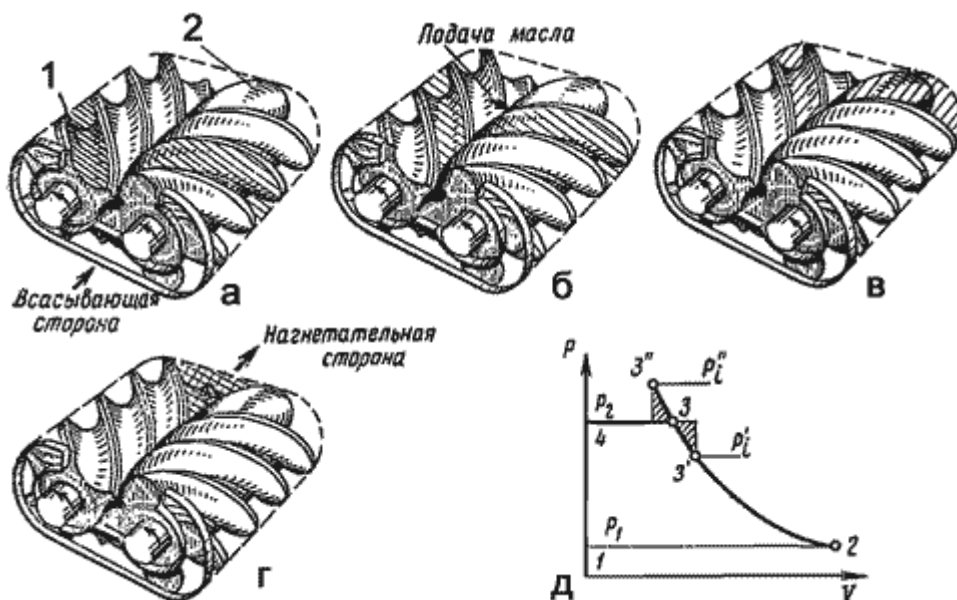


Рисунок 1.5 –Схема винтового компрессора

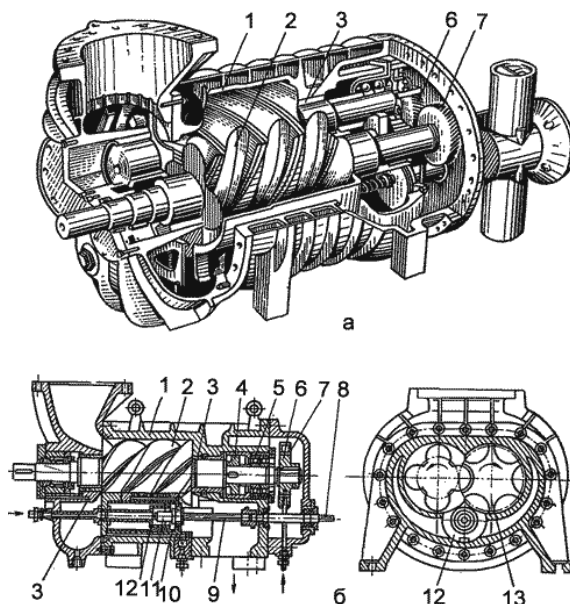


Рисунок 1.6 – Общий вид и схема винтового компрессора

а - общий вид; б - схема; 1 - корпус; 2 - ротор ведущий; 3 - опорный подшипник скольжения; 4 - разгрузочный поршень; 5 - упорный подшипник качения; 6 и 7 - шестерни связи; 8 - валик; 9 – винт; 10 - шпонка; 11 - гайка, 12 - золотник (шибер); 13 - ротор ведомый.

Винтовые компрессоры с циркуляционной смазкой. Винтовой компрессор, работающий с циркуляционной системой смазки, показан на рис. 1.6. Корпус компрессора 1 имеет один вертикальный разъем. В

цилиндрических расточках корпуса находятся роторы (винты) ведущий 2 и ведомый 13. В качестве опорных подшипников 3 применены подшипники скольжения. Осевое усилие ротора воспринимает упорный подшипник 5. Для уменьшения этого усилия на ведущем роторе имеется разгрузочный поршень 4. Шестерни 6 и 7, закрепленные на валах ведущего и ведомого винтов, синхронизируют их вращение. Шестерни связи у маслозаполненных винтовых компрессоров могут и отсутствовать.

Роторы компрессоров стальные цельнокованные, зазор между роторами меньше 1 мм, торцевой зазор со стороны нагнетания составляет 0,1 мм, со стороны всасывания - 0,5 мм; зазор между ротором и цилиндрической частью корпуса - 0,25 мм.

Установочный зазор в подшипниках скольжения составляет 0,07 - 0,095 мм. Большую опасность для радиальных подшипников представляет работа компрессора в режиме так называемого влажного хода. Если объем засасываемого жидкого холодильного агента приближается к конечному объему рабочей полости, то резкое увеличение радиальной нагрузки приведет к задирам подшипников.

Винтовые компрессоры комплектуются с маслоотделителем и выпускаются в виде агрегата.

Производительность винтового компрессора. Винтовые компрессоры имеют постоянную величину внутреннего сжатия ( $\pi\Gamma$ ). Внутренняя степень сжатия равна отношению конечного давления в изолированной рабочей полости к давлению в той же полости в момент отсечения ее от всасывающей магистрали, взятая в степени  $1/n$ . Отношение давления нагнетания к давлению всасывания называется внешней степенью сжатия ( $\pi B$ ).

В отличие от поршневых компрессоров с самодействующими клапанами величина внутреннего сжатия пара в винтовом компрессоре зависит от расположения и величины окна нагнетания. Давление внутреннего сжатия (см. рис. 5, д) может не совпадать с давлением нагнетания, т. е. с давлением на нагнетательной стороне компрессора, которое устанавливают

для данной машины в зависимости от температуры охлаждающей конденсатор воды. Если давление внутреннего сжатия  $p_1$  ниже давления в нагнетательной стороне компрессора  $p_2$ , то происходит так называемое вне геометрическое дожатие пара до давления нагнетания; если оно выше  $p_2$ , происходит расширение сжатого в полостях роторов пара и падение давления. При работе компрессора на данных режимах наблюдается повышенный расход энергии. Величина этих потерь определяется площадью одного из заштрихованных треугольников.

## 2 АНАЛИЗ КОНСТРУКТИВА РОТОРА КОМПРЕССОРА

На Рисунке 2.1 Представлен общий вид рассматриваемого ротора компрессора. Особенностью конструктива является наличие винтовой сопрягаемой поверхности, за счет которой происходит работа узла компрессора.

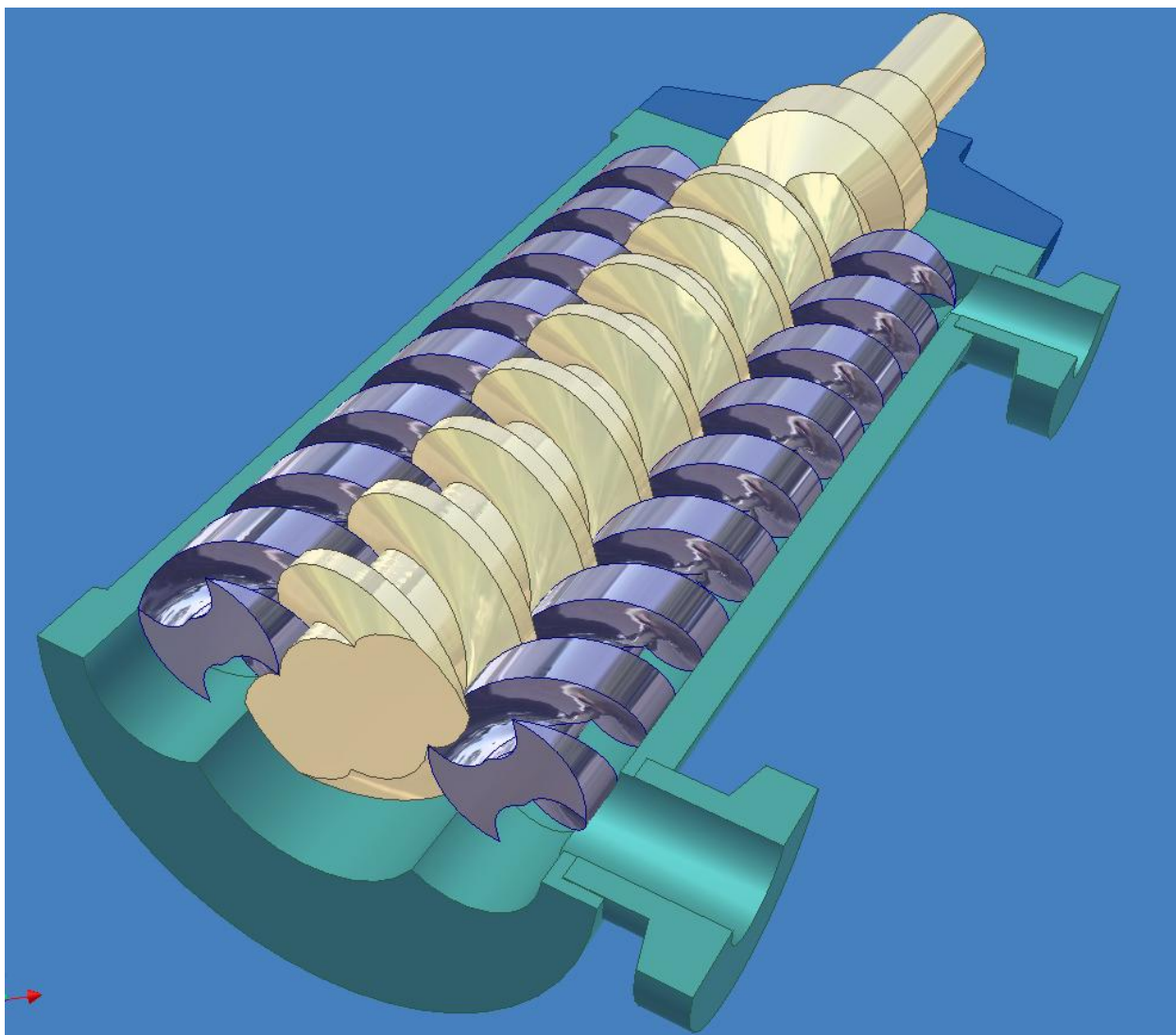


Рисунок 2.1 – Эскиз ротора компрессора



Для изготовления ротора согласно предполагаемой технологии задана конструкционная сталь 45. Такой материал вполне подходит для получения опытных конструктивов изделий. Он характеризуется относительно невысокой стоимостью, хорошей обрабатываемостью. Данный материал может быть хорошо обработан как лезвийной обработкой, так и обработкой с применением специальных физико – химических методов обработки.

Таблица 2.1- Механические свойства

Марка стали	Механические свойства, не менее			
	Предел текучести $\sigma_T$ Н/мм <sup>2</sup> (кгс/мм <sup>2</sup> )	Временное сопротивление разрыву $\sigma_B$ Н/мм <sup>2</sup> (кгс/мм <sup>2</sup> )	Относительное удлинение $\delta$	Относительное сужение $\psi$
			%	
45	355(36)	600(61)	16	40

Систематизация поверхностей деталей.

На Рисунке 2.1 и Рисунке 2.2 представлены эскизы ротора компрессора.

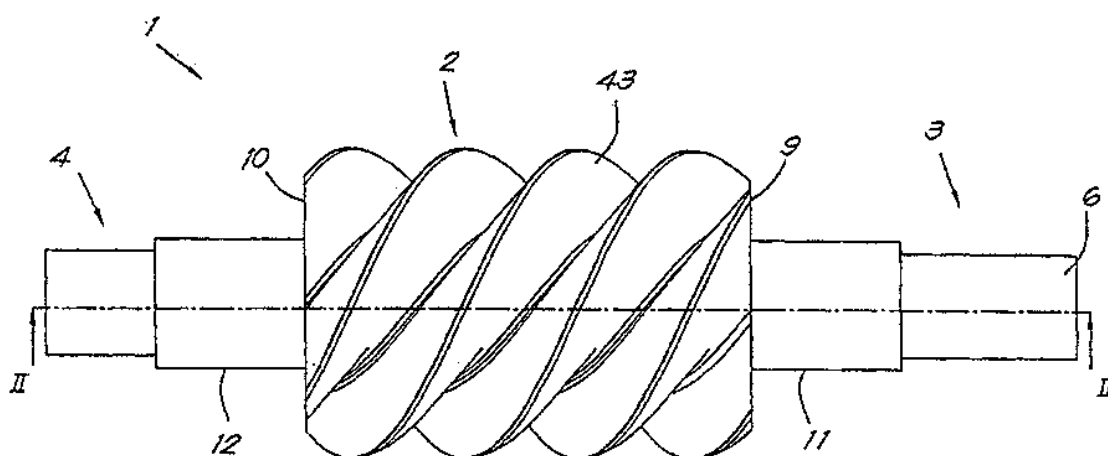


Рисунок 2.1 – Эскиз ротора компрессора

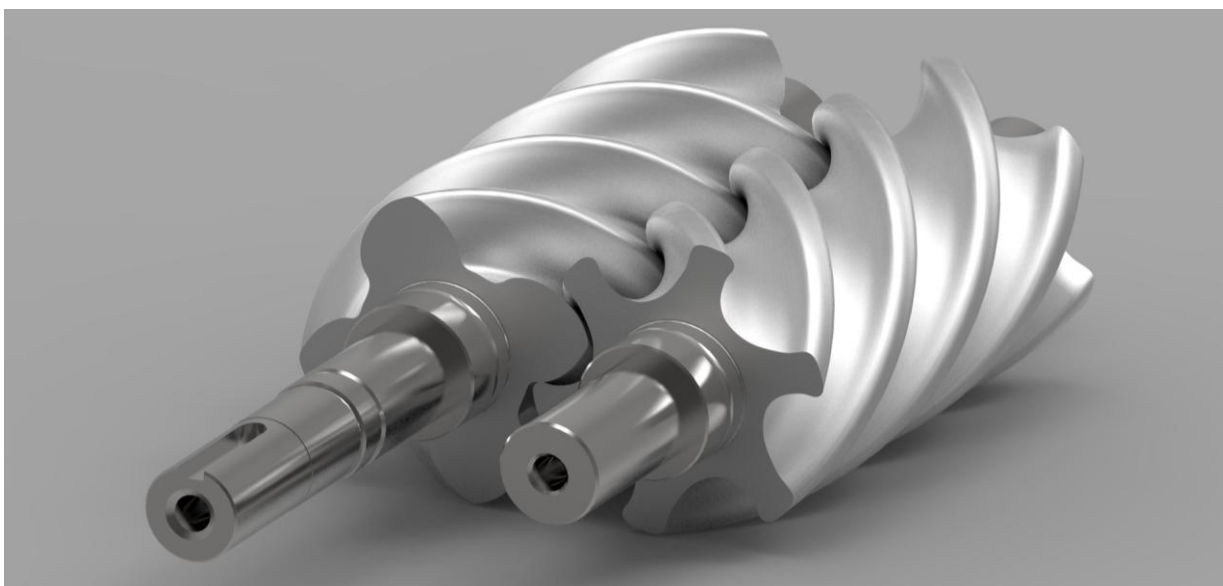


Рисунок 2.2 – Эскиз ротора компрессора

Таблица 2.2 - Классификация поверхностей

Вид поверхности	Номер поверхности
Основные конструкторские базы	4,6
Вспомогательные конструкторские базы	10,11,12
Исполнительные поверхности	2, 43,9
Свободные поверхности	Все остальные

Следует отметить, что основные поверхности детали получаются при использовании технологических процессов механической лезвийной и электрохимической обработок. В связи с этим необходимо предусмотреть

возможность подхода лезвийного инструмента (фрез, резцов) к поверхностям заготовки, а также возможность оптимального вымывания электролита при реализации технологий физико – химической обработки. Учитывая заданную конфигурацию, характеризуемую наличием винтовых наружных поверхностей, цилиндрических и торцевых баз заготовки, эта возможность обеспечивается в полной мере.

### 3 ПРОРАБОТКА ВОЗМОЖНОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ РОТОРА КОМПРЕССОРА В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ ООО «ОСТЕОТЕХ»

Предприятие ООО «ОстеоТех», на базе которого была выполнена производственная и преддипломная практика, а также силами которого производится изготовление опытных образцов роторов компрессора. Предприятие создано в г.о. Тольятти в 2010-м году, и с момента своего основания занимается выполнением научно – исследовательских, опытно – конструкторских работ, а также серийным изготовлением различного вида изделий и металлоконструкций. Специфика предприятия такова, что используется достаточно широкий парк разнохарактерного механического оборудования, реализующего процессы лезвийной механической обработки, абразивные механические процессы, процессы электроэрозионной проволочной обработки, а также физико – химические процессы воздействия на обрабатываемые заготовки.

Рассмотрим основные технологические особенности используемого предприятием оборудования.

- Станки фрезерной группы.

Данное оборудование используется для получения плоских и фасонных поверхностей на деталях с различными внутренними и наружными конфигурациями. Классический фрезерный станок представлен на Рисунке 3.1. Современный фрезерный станок называют иначе «обрабатывающим центром»



Рисунок 3.1 – Общий вид фрезерного обрабатывающего центра

Работа классического фрезерного станка (обрабатывающего центра) происходит при жесткой установке заготовки на рабочем столе. Рабочий стол перемещается в трех координатах относительно установленной заготовки (по осям  $x$ ,  $y$  и  $z$  соответственно). Движение резания происходит при вращении и подаче вращающегося инструмента – фрезы (которые могут быть различного вида, в том числе монолитные, сборные, специальные комбинированные). На Рисунке 3.2 представлено фото изготовленной технологической оснастки для термопласт – автомата – пресс формы. Данная пресс форма была изготовлена с использованием фрезерного оборудования предприятия (изготавливались базовые детали, обрабатывались формообразующие поверхности). На Рисунке 3.3 представлены изготовленные с помощью фрезерного обрабатывающего центра маломерные корпусные детали. Данные заготовки изготавливаются из листового материала. Производится последовательно сначала черновая обработка наружных габаритов (подготовка технологических баз), а затем при установке заготовки в тиски либо

универсально – сборные приспособления выполняется фрезерование внутренних и наружных сложных поверхностей заготовки. На Рисунке 3.4 показаны изготовленные при помощи фрезерного обрабатывающего центра ложементы технологической оснастки для термопласт – автомата.

Рисунок 3.5 показывает фото обработанных специальных кронштейнов. Данные кронштейны были изготовлены предприятием для нужд предприятия «Валео Россия» и используются в составе сборочного конвейера на линии сборки отопителя автомобиля «Лада-Веста».



Рисунок 3.2 – Изготовленная с использованием фрезерного обрабатывающего центра пресс - форма

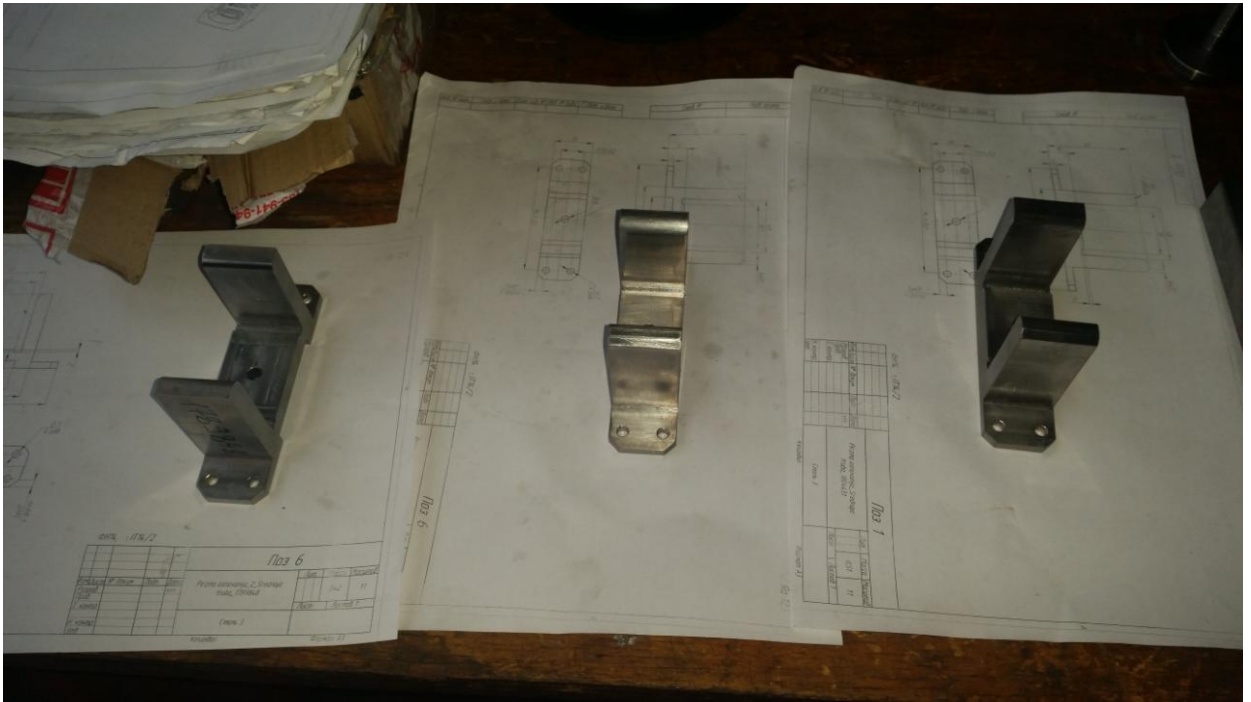


Рисунок 3.3- Изготовленные с помощью фрезерного обрабатывающего центра малоразмерные корпусные детали

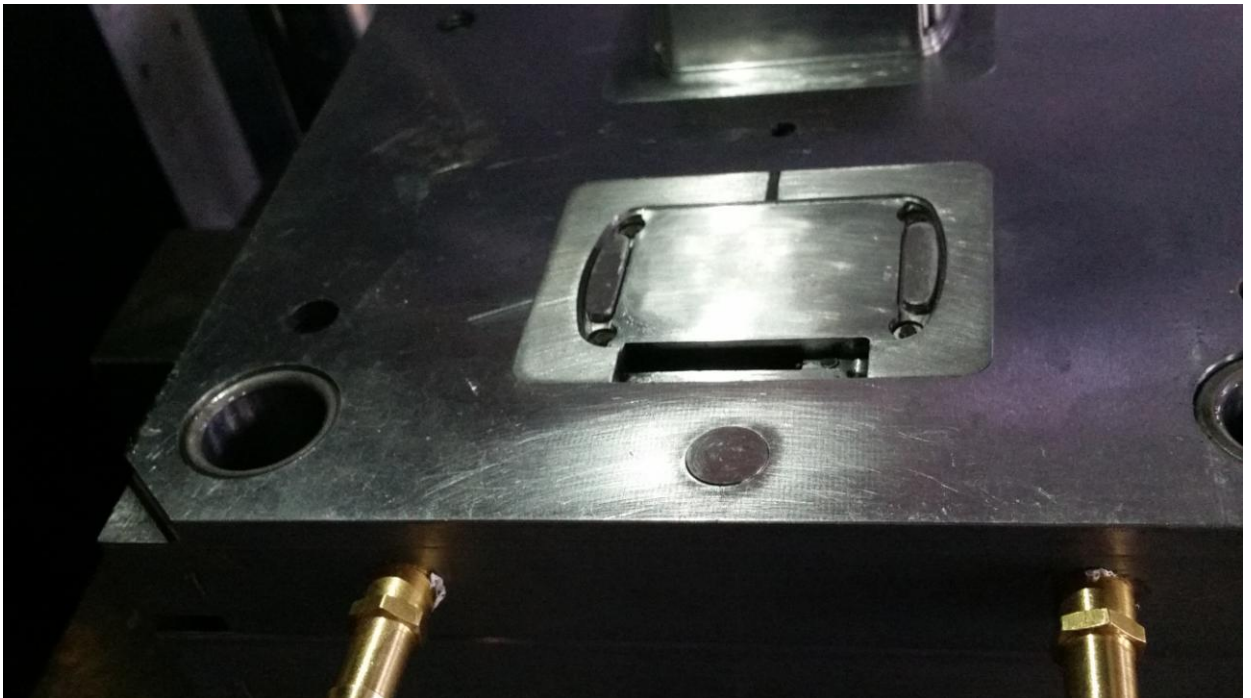


Рисунок 3.4 – Изготовленные ложементы пресс – формы с использованием фрезерного обрабатывающего центра



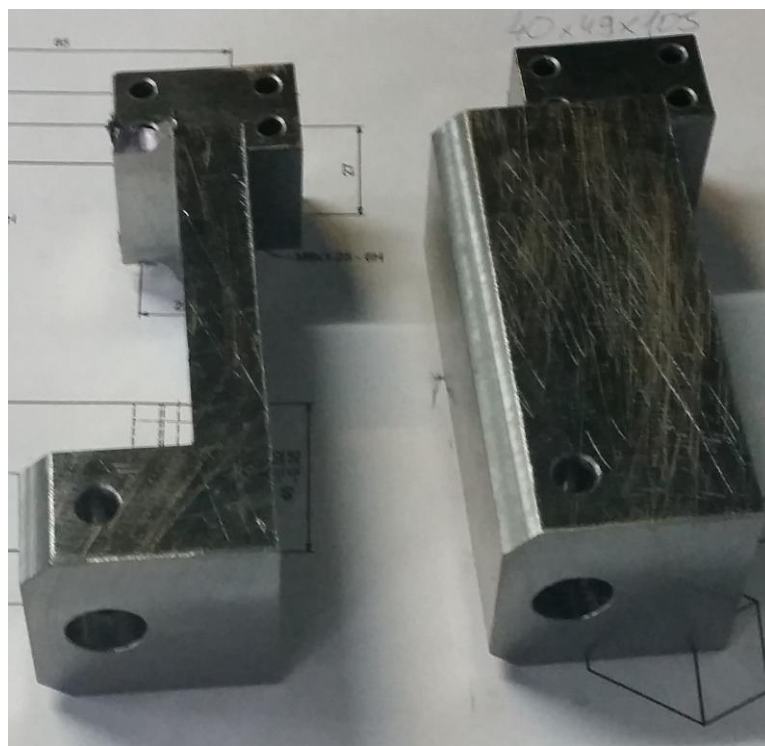


Рисунок 3.5 – Изготовленные кронштейны специальные с использованием фрезерного обрабатывающего центра

К числу особенностей, которые необходимо учитывать при реализации технологического процесса изготовления роторного компрессора, следует отнести невозможность полноценной обработки данной детали при использовании трехосевой обработки на «классическом» фрезерном обрабатывающем центре. Так как конфигурация ротора компрессора по наружной части представляет собой сложноконтурную витую поверхность, очевидно, что требуется механизм доворота установленной горизонтально (по оси) заготовки. Такие технические решение называют «расширением технологических возможностей фрезерного станка». Непосредственно вращение заготовке передается с помощью четвертой оси, устанавливаемой как на периферийных частях рабочего стола, так и по его центру. Фото четвертой оси, являющейся частью фрезерного оборудования, приведено на Рисунке 3.6



Рисунок 3.6 – фото установленной четвертой оси на рабочем столе  
фрезерного станка

Поворотная ось представляет собой привод вращения заготовки, механизм крепления заготовки (в виде цанги, либо в виде самоцентрирующего трехкулачкового или четырехкулачкового патрона).

Для обеспечения требуемой жесткости системы «станок-заготовка-приспособление-инструмент» предусмотрена возможность установки дополнительного центра, поддерживающего деталь по технологической базе (реализуемой конусными фасками в центровых отверстиях). Также возможно при необходимости использование обратного центра. В таком случае центрирующие фаски выполняются между цилиндрической и крайней торцевой поверхностью обрабатываемой заготовки, а реализация скрытой базы – оси центров – происходит при установке заготовки в обратный центр.



На Рисунке 3.7 показано схематичное изображение приводных и зажимных элементов механизма реализации вращения четвертой оси, установленной на вертикально – фрезерный обрабатывающий центр.

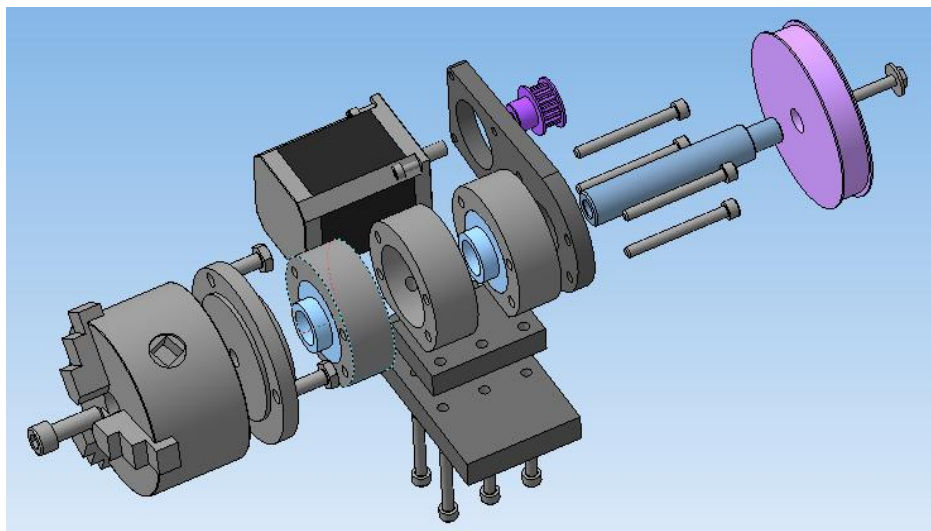
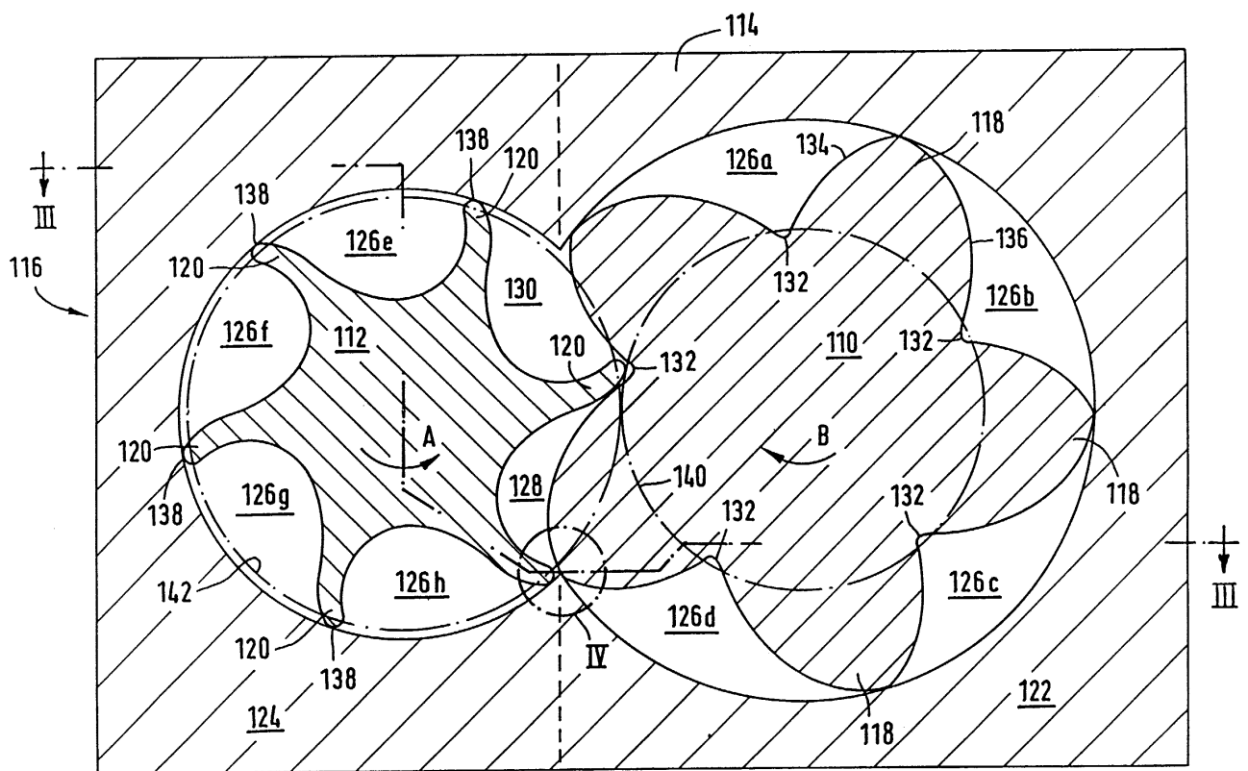


Рисунок 3.7 – Схема реализации механизма закрепления и вращения четвертой оси вертикально – фрезерного обрабатывающего центра.

Таким образом, при установке на рабочий стол фрезерного станка четвертой оси фрезерный обрабатывающий центр может быть отнесен к группе фрезерно – токарного оборудования. С применением данной оснастки возможно получение различных витых фасонных поверхностей, а оборудование может быть использовано для изготовления таких изделий, как шнеки термопласт автоматов, роторные турбины, арочные шестерни и зубчатые колеса (получаемые методом копирования).



ФИГ. 2

Рисунок 3.8 – Схема обхода базовых точек сопрягаемых роторов при использовании четвертой оси в составе вертикально – фрезерного обрабатывающего центра

Для работы со станком, оснащенным четвертой управляемой осью (поворотная ось «А» в терминологии САМ-индустрии) требуется широкая номенклатура обрабатывающего инструмента, к которым относятся в первую очередь специальные высокостойкие фрезы. Используются как концевые (торцевые) фрезы, так и радиусные фасонные фрезерные головки и фрезы.

На Рисунке 3.9 показано фото торцевой монолитной фрезы. На Рисунке 3.10 представлено фото торцевой монолитной фрезы с износостойким покрытием, повышающим стойкость инструмента. Особенностью применения монолитных фрез является высокая жесткость системы, позволяющая интенсифицировать режимы резания. К недостаткам таких фрез можно отнести сложность переточки рабочих частей. Также затруднено высокоуровневое нанесение износостойких покрытий на рабочие части такого инструмента (восстановительные и ремонтные технологии

значительно уступают заводским технологиям нанесения покрытия, применяемые на заводах – изготовителях).



Рисунок 3.9 – Концевые фрезы, используемы при работе фрезерного многоосевого станка

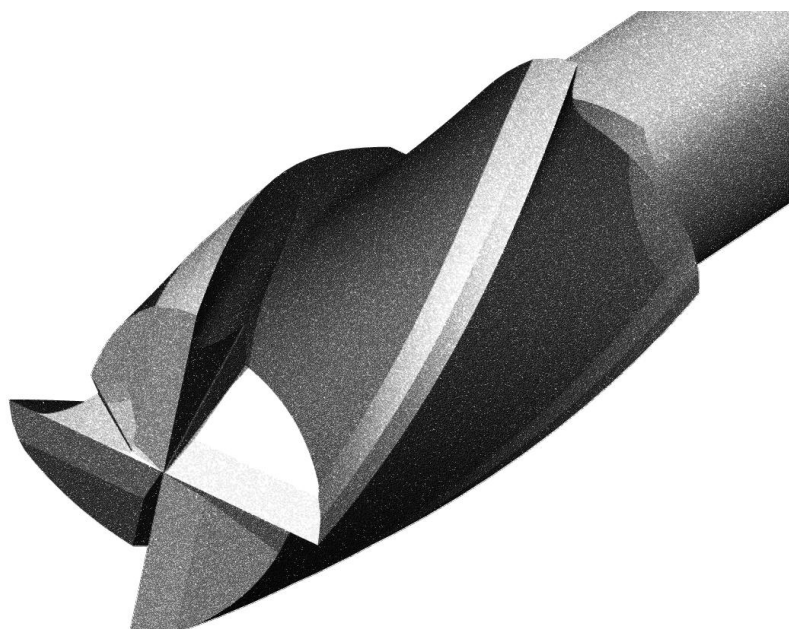


Рисунок 3.10 – Концевая фреза со специальным износостойким покрытием

На Рисунке 3.11 представлена сборная концевая и сферическая фрезы, используемые для получения сложноконтурных поверхностей (в том числе для получения рабочих поверхностей роторов компрессора). Особенностью такой фрезы является использование сменных режущих пластин (количество их может быть различным в зависимости от исполнения и типа фрезы).



Рисунок 3.11 – Концевая и сферическая сборные фрезы, используемые в современных вертикально – фрезерных обрабатывающих центрах

Характерной особенностью таких фрез является наличие дорогих державок – корпусов, а также относительно недорогих сменных пластин разного вида (в зависимости от фирмы-изготовителя инструмента).

Далее рассмотрим специальные технологические процессы, реализация которых возможна при изготовлении роторов компрессоров. К таким процессам относятся процессы электроэрозионной обработки, а также процессы физико – химической обработки.



Продолжение таблицы 4.1

1	2	3	4	5
0090	Фрезерование	7,12,14	Квал 8	6,25
0100	Фрезерование	23	Квал 10	25
0110	Фрезерование	23	Квал 8	6,25
0120	Фрезерование	7,12,21	Квал 8	25
0130	Фрезерование получистовое	14,17, 18	Квал 8	12,5
0140	Фрезерование	15,16,17,18	Квал 7	3,2
0150	Сверление	7,13,18	Квал 7	0,8
0160	Мойка		-	-
0170	Контроль		-	-

Последовательность переходов, определенную согласно заданных условий сводим в таблицу

Таблица 4.2 - Переходы и их последовательность

Номер и название операции	Номер установки	Требования к элементу
1	2	3
0000 Операция заготовительная		Заготовка, прокат, сталь 45, ф70х320 мм
0005 Операция установочная	01	Устанавливают и крепят заготовку в приспособлении фрезерного станка
0010 Операция фрезерная		Предварительная фрезеровка поверхностей 1, 4 и 7 ротора с припуском 0,5 – 0,7 мм

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3
0015 Операция фрезерная		Получистовая фрезеровка плоскостей 1,4 и 7
0020 Установочная	2	Заготовку устанавливают в тисках
0025 Фрезерование		Производят черновую фрезеровку поверхностей 14,17 и 21
0030 Фрезерование		Производят чистовую фрезеровку поверхностей 7,11,18
0035 Фрезерование		Получистовое фрезерование плоскостей 12,20 припуск 0,3 мм.
0040 Фрезерование		Выполняют черновое фрезерование поверхностей 8,17,32
0045 Фрезерная		Выполняют чистовое фрезерование поверхностей 8,14
0050 Контрольная		Контролируют основные размеры
0055 Установочная	3	Устанавливают заготовку на рабочем столе
0060 Фрезерная		Производят черновое фрезерование поверхностей 13,14 с припуском 0,7 мм
0065 Фрезерная		Производят чистовое фрезерование поверхностей 13,14 с припуском 0,4 мм
0070 Фрезерная		Производят черновое фрезерование рабочего витка ротора 15

Продолжение таблицы 4.2

0075 Фрезерная		Производят чистовое фрезерование рабочего витка ротора 15
0080 Фрезерная		Производят черновое фрезерование поверхностей 15,18,21
00085 Фрезерование		Получистовое фрезерование 15,16,17,18
0090 Фрезерование		Чистовое фрезерование 15,16,17,18
0095 Сверление		Доводка центровых фасок
0100 Сверление		Сверление отверстия 29
0105 Сверление		Сверление технологических отверстий 27
0010 Сверление		Сверление технологических отверстий 28
0115 Мойка		
0120 Контроль		Контролировать параметры витка ротора по шаблону

### Выбор режущего инструмента

При обработке ротора компрессора следует оптимальным образом проводить выбор металлорежущего инструмента, чтобы обеспечить параметры качества и заложенных показателей себестоимости механической обработки.



В Таблице 4.3 представлен выбор металлорежущего инструмента для механической обработки ротора компрессора. При выборе инструмента мы руководствовались производственным опытом предприятия, на котором проводилась производственная и преддипломная практика, а также наличие дилерских центров и оптимальная логистика по существующим маркам (брендам) металлорежущего инструмента.

Таблица 4.3 – Данные с выбором металлорежущего инструмента

Номер и наименование операции	Выбранные инструменты
0000 Операция заготовительная	
0005 Операция установочная	
0010 Операция фрезерная	Фреза специальная черновая фирмы Sandvik Coromant с обозначением sx87188
0015 Операция фрезерная	
0020 Операция установочная	
0025 Операция фрезерная	Фреза специальная черновая фирмы Sandvik Coromant с обозначением sx87188
0030 Операция фрезерная	Специальная монолитная фреза фирмы Секо Тулс 2378
0035 Операция фрезерная	Специальная монолитная фреза фирмы Секо Тулс 2378

0040 Операция фрезерная	
0045 Операция фрезерная	
0050 Операция контрольная	
0055 Операция установочная	
0060 Фрезерная	
0065 Фрезерная	Специальная монолитная фреза фирмы Секо Тулс 2378
0070 Фрезерная	Специальная монолитная фреза фирмы Секо Тулс 2378
0075 Фрезерная	Специальная монолитная фреза фирмы Секо Тулс 2378
0080 Фрезерная	Специальная монолитная фреза фирмы Секо Тулс 2378
0085 Фрезерная	Специальная монолитная фреза фирмы Секо Тулс 2378
0090 Фрезерная	Специальная монолитная фреза фирмы Секо Тулс 2378
0095 Сверлильная	Специальная монолитная фреза фирмы Секо Тулс 2378
0100 Сверлильная	Сверло ф15 мм, фирма Гарлин, твердосплавное, ф15-150

0105 Сверлильная	Сверло, ф10,2 мм, фирма Гарлин, твердосплавное 10.2-144
0110 Операция сверлильная	Сверло диаметр ф16 мм, фирма Секо Тулс
0115 Операция моечная	
0120 Операция контрольная	

### Расчет режимов резания

Оптимально выбранные и аналитически подсчитанные режимы резания позволяют реализовать все заложенные на стадии проектирования параметры технологического процесса, обеспечить качество и точность процесса механической обработки.

Подбор информации по режимам резания будем производить по каталогам фирм – производителей, а также по справочной литературе. Данные с режимами резания приведены на листах графической части работы, а также в таблицах программного пакета.

### Нормирование операций

Нормирование является важной частью работ при подготовке и отладке технологического процесса изготовления изделия.

Нормирование труда должно быть выполнено оптимальным для данного типа производства. Назначаем нормы времени согласно таблиц программного пакета фирмы Delcam (пакет Power Mill). Результаты технического нормирования сводим в таблицу:

Таблица 4.5 – Результаты технического нормирования

Номер операции	Частота вращения шпинделя	Основное время на операцию
0005	122	2.4
0010	1270	2.3
0015	1270	2.3
0020	1540	1.9
0025	1540	1.9
0030	867	3.8
0035	2120	1.7
0040	312	6.7
0045	1220	2.6
0060	1220	3.4
0065	1220	4.2
0070	1220	4.2
0075	1220	4.2
0080	1202	4.2
0085	1220	4.1
0090	1200	4.1
0095	25	4,8
0100	15	1.6
0105	30	0.9
0110	15	1.9

Суммарное время 69,4 мин.

Таким образом, в работе определены (аналитически и табличным методом) основные параметры технологического процесса изготовления ротора винтового компрессора.

## 5 ЭКОЛОГИЧНОСТЬ И БЕЗОПАСНОСТЬ ОБЪЕКТОВ ТЕХНИКИ

Механическая обработка и сварка форсунок выполняется в производственных условиях ООО «ОстеоТех», с применением парка универсальных и специализированных станков, а также с использованием лазерной установки. К таким станкам относятся:

- 1) мойки;
- 2) токарные станки;
- 3) фрезерные станки;
- 4) вспомогательные станки для механической обработки ;
- 5) лазерная установка
- 9) устройства для механической доработки
- 10) установки и приспособления для контроля качества.

Выполнение работ может сопровождаться несчастными случаями и возникновением у персонала профессиональных заболеваний.

За соблюдением правил техники безопасности на предприятиях следит инспекция Госгортехнадзора РФ, инспектор ЦК профсоюзов, Государственная санитарная инспекция и Государственная инспекция пожарной охраны.

Таблица 5.1 – Технологический паспорт объекта

Операция, вид объекта	Наименование должности рабочего объекта	Механизмы, устройства и средства автоматизации, применяемые на объекте	Вспомогательные материалы и вещества объекта
1. Контроль исходной заготовки,	Слесарь-сборщик	Моечная машина специальное приспособление	Ветошь, абразивные круги, набор ключей

мойка			
-------	--	--	--

Продолжение таблицы 5.1

1	2	3	4
2. Механическая обработка на станках с ЧПУ токарной, фрезерно – токарной и фрезерной групп	Оператор станков с числовым программным управлением	Установка для наплавки	Средства очистки рабочей зоны, ветошь, смазывающе – охлаждающие жидкости
3. Контроль качества	Дефектоскопист	Твердомер, параметрическая машина для замера параметров ротора компрессора	Ветошь

### Идентификация рисков на производстве

Таблица 5.2 – Данные по основным профессиональным рискам

Операция технологического процесса, выполняемые работы	Опасные и вредные производственные факторы	Источники опасных и вредных производственных факторов
1	2	3
1. Мойка, установка в приспособления	Движущиеся части механизмов, машин, установочных элементов, оборудования. Острые кромки зажимных и базировочных приспособлений. Смыкающиеся и потенциально опасные для	Машинка угловая шлифовальная, моечная установка ММА-1, приспособление зажимное

	травмирования элементы	специальное
--	------------------------	-------------

Продолжение таблицы 5.2

1	2	3
2. Механическая обработка с использованием фрезерных, фрезерно – токарных, токарных и электроискровых станков	Повышение температуры рядом с зоной обработки, подвижные части и элементы фрезерного и токарного оборудования, вероятность схода сливной стружки при выполнении операций точения и фрезерования наружных и внутренних поверхностей ротора компрессора, возникновение испарения и растворение в воздухе продуктов эрозии при реализации технологического процесса электроэрозионной обработки с использованием проволочного координатно – вырезного станка	Токарный, фрезерно – токарный станок, электроискровое (электроэрозионное оборудование).
3. Проверка и контроль качества готового изделия	Острые кромки и заусенцы на контрольных и зажимных элементах приспособлений для замера твердости, на координатно – измерительной машине	Твердомер, параметрическая установка для контроля соответствия полученных поверхностей требованиям моделей



		и чертежей
--	--	------------

Предлагаемые методы и решения для снижения профессиональных рисков

Таблица 5.3 - Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов

Факторы, являющиеся вредными и опасными на производстве	Мероприятия для защиты труда персонала и минимизации действия опасных и вредных производственных факторов	Предлагаемые технические решения, средства защиты
1	2	3
1. Острые кромки, заусенцы и шероховатости на элементах станков, инструмента и оснастки	Инструктаж персонала по технике безопасности	Специальная одежда, защитные перчатки
2. Движущиеся части машин и механизмов, производственного оборудования	Выполнение соответствующей привлекающей внимание окраски элементов, нанесение надписей с предупреждениями об опасности	-
3. Высокое значение температуры поверхностей у оборудования и материалов	Периодический инструктаж по технике безопасности	Средства защиты в виде перчаток, спецодежда
4. Скачки напряжения и повышенное напряжение в электрической сети, питающей станки и установки	Выполнение защитного заземления энергетических установок, периодический контроль состояния электрических цепей оборудования	-
5. Загазованность и запыленность рабочей	Проектирование и установка местной вентиляции	Респираторы

зоны в связи с выбросами в воздух продуктов эрозии (при работе эрозионных станков)		
--	--	--

### Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Таблица 5.4 –Предлагаемые средства для обеспечения пожарной безопасности

Средства первичные пожаротушения	Средства мобильные для тушения	Установки стационарные для тушения пожара	Пожарная автоматика	Применение пожарного оборудования	Средства для индивидуальной защиты	Инструмент для пожаротушения	Использование пожарной сигнализации
Ящики с песком, кошма, огнетушитель ОУ-1	Пожарные автомобили (вызываются)	-	-	Краны пожарные напорные пожарные рукава	Наличие плана эвакуации	Наличие лопаты, багра, топора	Телефон в помещении и начальника участка, кнопка извещения о пожаре

Таблица 5.5 - Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
------------------------	--------------	--------------	------------------------	--

Участок лазерной сварки	Выпрямитель сварочный ВД-252, полуавтомат ПДГ-525, машинка шлифовальная	пожары, связанные с воспламенением и горением веществ и материалов электроустановок, находящихся под электрическим напряжением (Е)	пожары, которые протекают при воспламенении и горении веществ и материалов на электроустановках, имеющих электрическое напряжение (Е)	Наличие пламени и искр; теплового потока; повышенной температуры окружающей среды; повышенной концентрации токсичных продуктов горения и термического разложения; пониженная концентрация кислорода; снижение видимости в дыму
-------------------------	---	--	---	--

Таблица 5.6 – Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Технологический процесс	Вид реализуемого организационного или технического мероприятия	Требования для обеспечения пожарной безопасности, достигаемый эффект
Ремонтная наплавка	Ознакомление рабочего персонала и служащих с правилами пожарной безопасности, использование средств наглядной агитации по пожарной безопасности, проведение с производственным персоналом учений по обеспечению пожарной безопасности	Необходимо в достаточном количестве наличие на участке первичных средств пожаротушения, применять защитные экраны для ограничения разлёта искр.

#### Обеспечение экологической безопасности технологического объекта

Таблица 5.7 – Идентификация экологических факторов технического объекта

Реализуемый технологический процесс	Составляющие операции технологического	Отрицательное влияние технического	Отрицательное влияние технического	Отрицательное влияние технического

	кого процесса	объекта на атмосферу	объекта на гидросферу	объекта на литосферу
Механическая обработка	Установка, базирование, обработка	Пары смазывающе – охлаждающей жидкости (на станках с открытой рабочей зоной)	Проявитель и закрепитель рентгеновских снимков	упаковка от порошка бумажная и полиэтиленовая; металлолом, преимущественно стальной; бытовой мусор.

Таблица 5.8 – Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду

Наименование технического объекта	Ремонтная сварка
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Необходимо произвести установку контейнеров, для селективного сбора бытового мусора и производственных отходов. Предусмотреть отдельный контейнер для металлолома. Нанести на контейнеры соответствующие надписи. Проводить инструктаж среди производственного персонала по правильному складыванию в контейнеры мусора и отходов.

#### Заключение по разделу

При выполнении данного раздела выявлены опасные и вредные производственные факторы, сопровождающие проектную технологию.

Произведён анализ возможности устранения и уменьшения этих факторов, показавший, что при использовании стандартных средств обеспечения безопасности и санитарии производства можно добиться безопасности работников при промышленном внедрении результатов проекта. В разработке специальных и дополнительных средств защиты нет необходимости. Наблюдается угроза экологической безопасности. При осуществлении проектной технологии требуется соблюдать технологический регламент и производственную санитариию.

## 6 ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Исходные данные для экономических расчётов

Экономическое обоснование данной научно-исследовательской работы состоит из следующих этапов:

- 1) определить трудоемкость и длительность выполнения работ;
- 2) составить линейный план-график выполнения работ в течение всего исследования.
- 3) рассчитать текущие, капитальные и полные затраты, необходимые для проведения данной научно-исследовательской работы.

Работы, которые выполняются в ходе научного данного исследования, разбиваем на отдельные стадии и этапы и сводим в таблицу 6.1.

Таблица 6.1 - Наименование стадий и содержание этапов НИР

Наименование этапа НИР	Содержание этапа НИР
1	2
1. Знакомство с существующими в настоящее время рекомендациями и технологическими приёмами по назначению параметров режима контактной сварки и изучению температурных полей	1.1 Анализ литературы по теме исследования тепловых процессов при лазерной сварке 1.2 Изучение влияния режимов сварки на тепловые процессы при лазерной сварке 1.3 Инженерные расчёты по определению тепловыделения при лазерной сварке 1.4 Изучение влияния тепловыделения на формирование соединений при лазерной сварке
2. Экспериментальная изучение влияния краевых условий на формирование соединения при лазерной сварке	2.1 Математическое моделирование 2.2 Вычислительные эксперименты. 2.3 Обработка результатов вычислительного эксперимента

Продолжение таблицы 6.1

1	2
3. Изучение влияния шунтирования на формирование соединения при лазерной сварке	3.1 Математическое моделирование 3.2 Обоснование требований к погрешностям. 3.3 Вычислительный эксперимент 3.4 Обработка результатов вычислительного эксперимента
4. Оформление результатов и формулирование выводов по научно - исследовательской работе	4.1 Оформить отчет, отражающий этапы проведённых работы 4.2 Сформулировать выводы по результатам проведенных работ 4.3 Разработать рекомендации по использованию результатов работы в производстве и сформулировать направления проведения дальнейших исследований. 4.4 Составить фактический график выполнения работ и провести анализ причин отклонения от принятого плана. 4.5 Рассчитать фактически произведённые материальные затраты

Трудоемкость и длительность выполнения этапов работ

Назначаем длительность выполнения этапов научно-исследовательской работы: оптимистическая (наименьшая) трудоемкость  $T_{min}$  и пессимистическая (наибольшая) трудоемкость  $T_{max}$ .

Таблица 6.2 – Величина трудоёмкости проведения этапов научно-исследовательской работы

Труд-ть, чел/дни	№ этапа научно-исследовательской работы															
	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	3.3	3.4	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5
Тмин	2	1	2	3	4	7	2	12	4	2	1	3	10	2	1	4
Тмакс	4	3	3	6	5	9	5	17	7	5	5	6	13	4	3	5

1) Расчёт ожидаемой трудоёмкости выполнения каждого этапа работы (в человеко/днях) производим с применением формулы:

$$T_{ож} = \frac{3T_{min} + 2T_{max}}{5} \text{ (чел/дн.)}, \quad (6.1)$$

где  $T_{мин}$  – величина оптимистической (наименьшей) трудоёмкости;

$T_{макс}$  – величина пессимистической (наибольшей) трудоёмкости.

Результаты расчета величины ожидаемой трудоёмкости представим таблично (табл.4.3).

Таблица 6.3 – Величина ожидаемой трудоёмкости этапов научно-исследовательской работы

Тожид., чел/дн.	№ этапа научно-исследовательской работы															
	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	3.3	3.4	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5
	3	2	2,5	4	4,5	8	3	14	5	3	2,5	4	11	3	2	4,5

2) Расчёт длительности каждого этапа научно-исследовательских работ (в человеко/ днях) произведём с применением формулы:

$$T_{эт} = \frac{T_{ож}}{Ч} \text{ (чел/дн.)}, \quad (6.2)$$

где  $Ч$  – количество исполнителей (человек) на данном этапе научно-исследовательской работы.

После вычисления длительности всех этапов проведения научно-исследовательской работы, назначим количество участников (человек) на каждом её этапе.

Результаты расчета величины  $T_{эт}$  для каждого этапа научно-



исследовательской работы сводим в таблицу 6.4.

Таблица 6.4 – Расчётная численность участников на этапах научно-исследовательской работы

№ этапа НИР	Число исполнителей			
	Инженер	Рабочий	Техник	Всего
1.1.	1	–	1	2
1.2.	1	–	1	2
1.3.	1	–	1	2
1.4.	1	–	1	2
2.1.	–	–	1	1
2.2.	1	–	–	1
2.3.	–	–	1	1
3.1.	1	1	1	3
3.2.	1	1	1	3
3.3.	1	–	1	2
3.4.	1	–	1	2
4.1.	1	–	1	2
4.2.	1	–	1	2
4.3.	1	–	1	2
4.4.	1	–	1	2
4.5.	1	–	1	2

Производим расчёт суммарной длительности научно-исследовательской работы:  $T_{\text{нир}} = \sum T_{\text{эт}}$ ,  $T_{\text{нир}} = 44$  дня.

3) Расчёт удельного значения каждого этапа производим по формуле:

$$U_{\text{д.эт}} = \frac{T_{\text{эт}}}{T_{\text{нир}}} \cdot 100\% \quad (6.3)$$

Таблица 6.5 – Количество участников проекта по этапам НИР

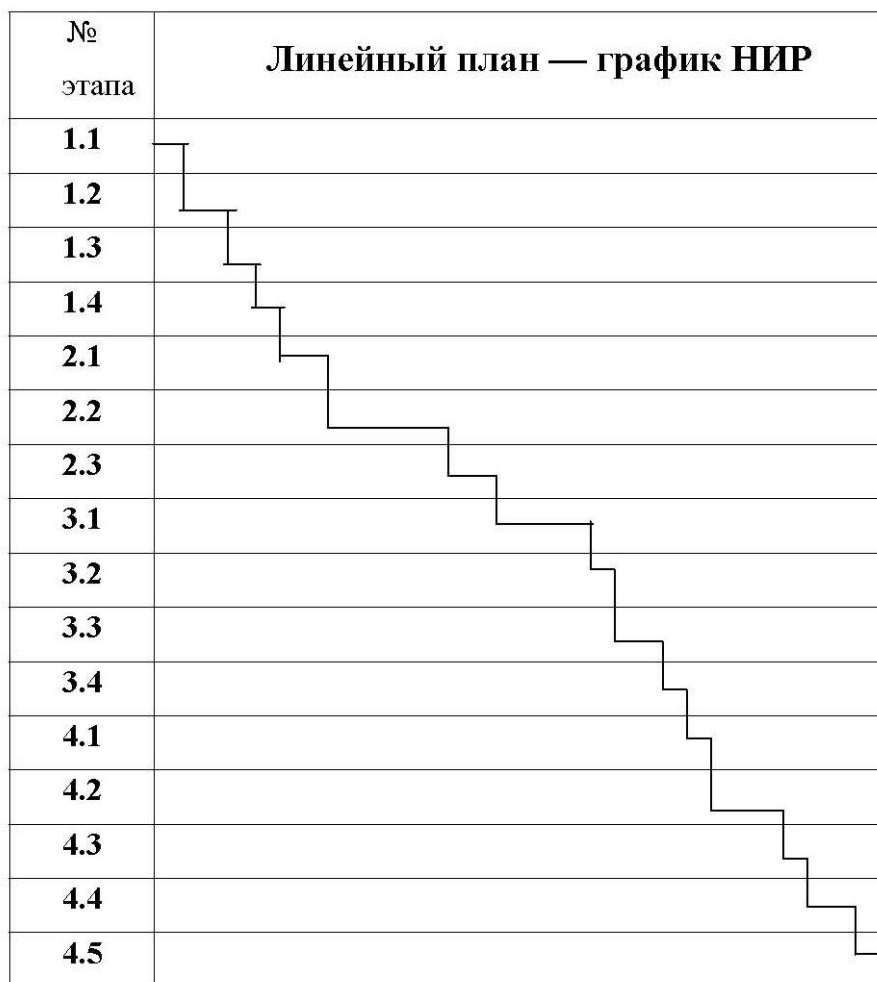
Тэт, чел/дн.	№ этапа научно-исследовательской работы															
	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	3.3	3.4	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5
	1,5	1	1,5	2	4,5	8	3	5	2	1,5	1,5	2	5,5	1,5	1	2,5

Результаты расчета величины  $U_{\text{д.эт}}$  сводим в таблицу 6.6.

Таблица 6.6 – Значение удельной трудоёмкости по этапам

Уд. этапа, %	№ этапа научно-исследовательской работы										
	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	3.3	
	3,03	4,54	3,03	1,52	6,06	21,19	15,15	4,55	4,55	7,58	
Уд. этапа, %	№ этапа научно-исследовательской работы										
	3.4		4.1		4.2		4.3		4.4		4.5
	4,55		4,55		12,12		1,52		3,03		3,03

4) Производим построение линейного плана — графика выполнения научно-исследовательской работы. Построение графика осуществляем путем последовательного откладывания отрезков, длина которых пропорциональна длительности каждого этапа (рис. 6.1).



$$T_{\text{нир}} = 44 \text{ дня.}$$

Рисунок 6.1 – Линейный план-график выполнения научно-исследовательской работы

### 6.3 Текущие, капитальные и общие затраты на проведение НИР

Затраты на проведение исследований рассматриваем как полную себестоимость выполнения работы.

Расчёт текущих затрат производим как:

$$K_{тек} = \PhiЗП + Ос.с. + ЗМ + Зтех.эн. + \\ + Аоб. + Зплощ. + Зинстр. + Нр + РП пр \quad (6.4)$$

где  $\PhiЗП$  – величина фонда оплаты труда;

$Ос.с.$  – величина отчислений на социальное страхование;

$ЗМ$  – объём средств, затрачиваемых на материалы;

$Зтех.эн.$  – стоимость электрической энергии;

$Аоб$  – объём затрат на амортизацию оборудования;

$Зплощ.$  – затраты на производственные площади;

$Зинстр.$  – объём средств, затраченных на приобретение инструмента, необходимо для проведения научно-исследовательской работы.

$Нр$  – величина общих накладных расходов;

$РП пр$  – величина расходов прочих прямых, которые связаны со спецификой научно-исследовательской работы.

#### **1) Рассчитываем заработную плату персонала на проведение исследований с учётом отчислений на социальное страхование**

$$\PhiЗП = ЗПЛ_{осн} + ЗПЛ_{доп} \quad (6.5)$$

Расчёт затрат на основную заработную плату производим по формуле:

$$ЗПЛ_{осн} = \sum Тр_{аб} \cdot Сд \cdot К пр \cdot И \quad (6.6)$$

где  $Тр_{аб}$  – время работы каждого участника исследования на всех его этапах;

$Сд$  – дневная ставка каждого участника научно-исследовательской работы;

$К пр$  – значение коэффициента, учитывающего премиальные доплаты (= 1,4);

И – число участников на каждом этапе научно-исследовательской работы.

Таблица 6.7 – Фонд заработной платы

№ п/п	Должность	Месячный оклад	Дневная ставка
1	Инженер	8380 рублей	349,2 рублей
2	Техник	5250 рублей	218,8 рублей
3	Рабочий	4720 рублей	196,7 рублей

$ЗПЛ\text{ осн} = (44 \cdot 349,2 \cdot 1,4 \cdot 1) + (44 \cdot 218,8 \cdot 1,4 \cdot 1) + (7 \cdot 196,7 \cdot 1,4 \cdot 1) = 36916,46\text{рублей.}$

Расчёт дополнительной заработной платы производим по формуле:

$$ЗПЛ\text{ доп} = 10\% \text{ от } ЗПЛ\text{ осн} \quad (6.7)$$

$ЗПЛ\text{ доп} = 36916,46 \cdot 0,1 = 3691,65\text{ рублей.}$

Размер фонда оплаты труда на проведение НИР составляет:

$ФЗП = 36916,46 + 3691,65 = 40608,11\text{ рублей.}$

Расчёт отчислений на социальное страхование производим как:

$$\text{Ос.с.} = 40\% \text{ от } ФЗП \quad (6.8)$$

$\text{Ос.с.} = 0,4 \cdot 40608,11 = 16243,24\text{ рублей.}$

## **2) Расчёт затрат на материалы для проведения научно-исследовательских работ.**

Затраты на материалы включают в себя затраты средств на приобретение канцелярских товаров, расходуемых в процессе эксперимента и на изготовление опытных образцов для проведения натуральных экспериментов

$$ЗМ = ЗМ\text{ расх.} + ЗМ\text{ образц.} + ЗМ\text{ вспом.} \quad (6.9)$$

где  $ЗМ\text{ расх.}$  – объём затрат на приобретение расходных материалов, используемых в экспериментах;

$ЗМ\text{ образц.}$  – объём затрат на материал для изготовления образцов,

используемых в экспериментах;

ЗМ вспом. – объём затрат на приобретение вспомогательных материалов: электродов для контактной машины и технологическую воду для охлаждения.

Составляем таблицу расходных материалов, которые используются в процессе проведения исследований.

Расчёт затрат на образцы и электроды производим по формуле:

$$\text{ЗМ образц.} = \text{Нр} \cdot \text{Цм} \cdot \text{U} \quad (6.10)$$

где Нр – расход металла на изготовление одного образца;

Цм – цена 1 кг металла изготовления образцов;

U - количество образцов, используемых при проведении эксперимента.

U = 26 штук.

Таблица 6.8 – Расчёт стоимости материалов

№ п/п	Расходный материал	Единица измерения	Количество	Стоимость
1.	Офисная бумага	пачка	1/2	70
2.	Заправка чернил принтера	штук	1	120
3.	Ручка шариковая	штук	2	17
4.	Карандаш простой	штук	2	12
5.	Ластик	штук	1	4
6.	Линейка пластмассовая	штук	1	3
7.	Степлер малый	штук	1	20
ИТОГО				246

Таблица 6.9 – Расчёт затрат на образцы

Расход металла на один образец	Цена металла
0,02 кг	19,7руб./кг

ЗМ образц. =  $0,02 \cdot 19,7 \cdot 26 = 10,24$  рублей.

Примем объём затрат на приобретение вспомогательных материалов (электродов для контактной сварки технологическую и воду) 10% от объёма затрат на образцы.

$$\text{ЗМ вспом.} = 10\% \text{ ЗМ образц.} \quad (6.11)$$

ЗМ вспом. =  $10,24 \cdot 0,1 = 1,02$  рублей.

ЗМ =  $246 + 10,24 + 1,02 = 257,26$  рублей.

**3) Расчёт затрат на амортизацию оборудования (Аоб) производим следующим образом.**

- расчёт амортизации компьютерной техники производим по формуле:

$$A_{об}^1 = \sum \text{Ц}_{об} \cdot \frac{N_a \cdot T_{раб.}}{\Phi_{об} \cdot 100} \quad (6.12)$$

где  $N_a$  – норма амортизации для персональных компьютеров,  $N_a = 54\%$ ;

$\sum \text{Ц}_{об}$  – цена оборудования, применяемого для выполнения НИР;

$\Phi_{об}$  – фонд работы оборудования;

$T_{раб.}$  – время работы оборудования, принимается приблизительно 70 часов.

- расчёт амортизации сварочного оборудования производим по формуле:

$$A_{об}^2 = \sum \text{Ц}_{об} \cdot \frac{N_a \cdot T_{исп.}}{\Phi_{об} \cdot 100} \quad (6.13)$$

где  $N_a$  – норма амортизации сварочного оборудования,  $N_a = 18\%$ ;

$\sum \text{Ц}_{об}$  – цена оборудования, применяемого для проведения НИР;

$\Phi_{об}$  – фонд работы оборудования;

Тисп. время работы оборудования, принимается приблизительно 12 часов.

Таблица 6.10 – Стоимость оборудования, применяемого для выполнения научно-исследовательской работы

№ п/п	Оборудование	Количество	Стоимость
1	Монитор	1	12000
2	Системный блок	1	15000
3	Принтер	1	10092
4	Сканер	1	3172
5	Компьютерная мышь	1	200
6	Компьютерная клавиатура	1	300
7	Универсальная контактная сварочная машина МТПУ-300	1	277000

Расчёт фонда времени работы оборудования (Фоб) производим следующим образом:

$$\Phi_{об} = (D_{К} - D_{вых.} - D_{пр.}) \cdot T_{см} \cdot S \cdot (1 - k_{р.п.}) \quad (6.14)$$

где  $D_{К}$  – число календарных дней (365);

$D_{вых.}$  – число выходных дней (106);

$D_{пр.}$  – число праздничных дней (8);

$T_{см.}$  – продолжительность смены (8час);

$S$  – количество смен – 1;

$k_{р.п.}$  – значение коэффициента, учитывающего потери времени на техническое обслуживание и переналадку оборудования ( $k_{р.п.}=0,09$ ).

$$\Phi_{р} = (365 - 106 - 8) \cdot 8 \cdot 1 \cdot (1 - 0,09) = 1827 \text{ часов}$$

$$A_{об}^1 = \frac{(12000 + 15000 + 10092 + 3172 + 200 + 300) \cdot 54 \cdot 70}{100 \cdot 1827} = 843,4 \text{ руб.}$$

$$A_{об}^2 = \frac{(250000 + 27000 \cdot 2) \cdot 18 \cdot 12}{100 \cdot 1827} = 359,41 \text{ руб.}$$

$$A_{об} = A_{об}^1 + A_{об}^2 = 843,4 + 359,41 = 1202,81 \text{ руб.}$$

#### 4) Расчёт затрат на электрическую энергию.

Расчёт производим исходя из мощности оборудования и времени его работы.

$$Z_{тех.эн.} = \frac{M_{об} \cdot T_{раб.} \cdot Ц_{эл.эн.}}{КПД} \quad (6.15)$$

где  $M_{об}$  – мощность оборудования;

$Ц_{эл-эн}$  – стоимость 1 кВт · часа электроэнергии;

КПД – коэффициент полезного действия оборудования;

$T_{раб}$  – время работы оборудования, (час).

Составляем сводную таблицу, содержащую необходимые для данной формулы параметры работы оборудования:

Таблица 6.11 – Расчёт затрат на электрическую энергию

№ п/п	Наименование оборудования	Мощность оборудования, кВт	Коэффициент полезного действия	Время работы, час.
1	Монитор	0,1	0,8	70
5	Системный блок	0,3	0,8	70
2	Принтер	0,15	0,8	70
3	Сканер	0,1	0,85	70
4	Универсальная контактная сварочная машина МТПУ-300	20	0,85	12

$$Z_{тех.эн.} = P_{тех.эн.}^{монитор.} + P_{тех.эн.}^{сист.блок} + P_{тех.эн.}^{принт.} + P_{тех.эн.}^{скан.} \quad (6.16)$$

$$P_{тех.эн.}^{монитор.} = \frac{0,1 \cdot 70 \cdot 1,1}{0,8} = 9,63 \text{ руб.}$$



$$P_{\text{тех.эн.}}^{\text{сист.блок.}} = \frac{0,3 \cdot 70 \cdot 1,1}{0,8} = 15,27 \text{руб.}$$

$$P_{\text{тех.эн.}}^{\text{принт.}} = \frac{0,15 \cdot 70 \cdot 1,1}{0,8} = 14,44 \text{руб.}$$

$$P_{\text{тех.эн.}}^{\text{скан.}} = \frac{0,1 \cdot 70 \cdot 1,1}{0,85} = 9,06 \text{руб.}$$

$$Z_{\text{тех.эн.}} = 9,63 + 15,27 + 14,44 + 9,06 = 48,4 \text{руб.}$$

В процессе проведения эксперимента:

$$Z_{\text{тех.эн.}} = \frac{M_{\text{маш.}} \cdot T_{\text{исп.}} \cdot C_{\text{эл.эн.}}}{\text{КПД}} \quad (6.17)$$

где  $M_{\text{маш.}}$  – мощность применяемой сварочной машины по справочнику = 20 КВА;

$C_{\text{эл.эн.}}$  – стоимость 1 кВт · часа электроэнергии;

КПД – коэффициент полезного действия сварочной машины.

$$Z_{\text{тех.эн.}} = \frac{20 \cdot 12 \cdot 1,1}{0,85} = 310,59 \text{руб.}$$

Расчёт полных затрат на электрическую энергию:

$$Z_{\text{тех.эн.}} = 48,4 + 310,59 = 358,99 \text{руб.}$$

**5) Расчёт затрат на содержание и эксплуатацию производственных площадей** производим по формуле:

$$Z_{\text{пл.}} = \frac{\sum C_{\text{пл.}} \cdot \sum S_{\text{пл.}} \cdot N_{\text{пл.}} \cdot \sum t_{\text{шт}}}{100 \cdot \Phi_p} \quad (6.18)$$

где  $C_{\text{пл.}}$  - цена 1м<sup>2</sup> производственной площади, руб;

$N_{\text{а пл.}}$  - норма амортизационных отчислений на здания, %;

$\sum S_{\text{пл.}}$  – суммарная площадь, занимаемая оборудованием, необходимым для проведения работ, м<sup>2</sup>;

$\sum t_{\text{шт}}$  – суммарное время выполнения работ на производственных площадях, (час).

$$Z_{\text{пл.}} = \frac{3000 \cdot (7,5 + 10) \cdot 2 \cdot (70 + 12)}{100 \cdot 1827} = 47,13 \text{руб.}$$

**б) Расчёт затрат на инструмент приобретаемый для проведения исследований.**

Перечень инструмента, который приобретается для проведения экспериментов, представлен в табл. 4.14

Таблица 6.12 – Затраты на инструменты

№ п/п	Наименование инструмента	Количество, шт	Стоимость, руб.
1	Ножницы	1	700
2	Маркер	1	15
3	Линейка металлическая	1	35
4	Молоток	1	70
5	Дрель	1	600
	<b>Итого:</b>		<b>1420</b>

$$Z_{\text{инстр.}} = \frac{\Sigma C_{\text{инстр.}} \cdot N_{\text{а инстр.}} \cdot t_{\text{шт}}}{T_{\text{инстр.}} \cdot 100 \cdot \Phi_p} \quad (6.19)$$

где  $\Sigma C_{\text{инстр.}}$  - суммарная цена инструмента, руб.;

$N_{\text{а инстр.}}$  - норма амортизационных отчислений на инструмент.

$T_{\text{инстр.}}$  - срок службы инструмента, лет.

$t_{\text{шт}}$  – время использования рабочего инструмента = 5 час.

$$Z_{\text{инстр.}} = \frac{14200 \cdot 12 \cdot 5}{2 \cdot 100 \cdot 1827} = 0,23 \text{ руб.}$$

**7) Расчёт общих накладных расходов:  $H_p = 55\%$  ФЗП**

$$H_p = 0,55 \cdot 40608,11 = 22334,46 \text{ руб.}$$

**8) Расчёт прочих прямых расходов: РП пр = 5% ФЗП**

$$\text{РП пр} = 0,05 \cdot 40608,11 = 2030,41 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{тек}} = \text{ФЗП} + \text{Ос.с.} + 3M + \text{Аоб.} +$$

$$+ Z_{\text{тех.эн.}} + Z_{\text{плоч.}} + Z_{\text{инстр.}} + Нр + РП пр \quad (6.20)$$

$$K_{\text{тек}} = 36916,46 + 3691,65 + 16243,24 + 1202,81 + 358,99 + 257,26 + 47,13 + 0,23 + 22334,46 + 2030,41 = 83082,64 \text{ руб.}$$

## 9) Калькуляция себестоимости проведения НИР

Таблица 6.13 – Себестоимость проведения НИР

№	СТАТЬИ ЗАТРАТ	Условные обозначения	Величина затрат (руб.)
1	Основная заработная плата персонала	Зосн	36916,46
2	Дополнительная заработная плата персонала	Здоп	3691,65
3	Отчисления на социальные нужды	Осс	16243,24
4	Амортизация оборудования	Аоб	1202,81
5	Затраты на технологическую энергию	З тех. эн.	358,99
6	Затраты на материалы	ЗМ	257,26
7	Затраты на производственные Площади	Зплоч.	47,13
8	Затраты на инструмент	Зинстр.	0,23
9	Общие накладные расходы	Нр	22334,46
10	Прочие прямые расходы	РП пр	2030,41
	Себестоимость проведения НИР (текущие расходы)	$C_{\text{НИР}} = K_{\text{ТЕК}}$	83082,64

Капитальные затраты

Расчёт капитальных затрат производим следующим образом:

$$K_{\text{кап.}} = \sum Ц_{\text{пр. об.}} + Ц_{\text{изг. об.}} + P_{\text{т}} + P_{\text{м}} \quad (6.21)$$

где  $Ц_{\text{пр. об.}}$  – цена приобретаемого оборудования;

$Ц_{\text{изг. об.}}$  – цена изготавливаемого оборудования;

$P_t, P_m$  –затраты на проведение транспортировки и монтажа оборудования.

Капитальные вложения в оборудование, которое необходимо для осуществления НИР, заключаются в затратах на измеритель сварочных процессов МИКС-2М.

$$K_{\text{кап.}} = 27000 \cdot 2 = 54000 \text{ руб.}$$

#### 4.5 Общие затраты на проведение работ

$$K_{\text{общ.}} = K_{\text{тек.}} + K_{\text{кап.}} \quad (4.22)$$

$$K_{\text{общ.}} = 83082,64 + 54000 = 143465,92 \text{ руб.}$$

#### **Вывод.**

Затраты на проведение научно-исследовательских работ составят 143465,92 рублей. Для их компенсации необходимо заключение договора на проведение научно-исследовательских работ с предприятием.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе была поставлена цель проработки возможности выпуска на существующем оборудовании винтовых роторов компрессоров.

На основании выполненного анализа исходных данных рассмотрены основные актуальные конструктивные исполнения компрессоров и роторов. Определены требования к конструктивам. Выявлены недостатки (технологической направленности) у импортных аналогов роторов, производимых мировыми производителями. Определены актуальные пути создания импортозамещающего конструктива ротора и компрессора.

В технологической части работы проведено проектирование основных операций процессов лезвийной обработки роторов компрессора. С применением предложенных технических решений выполнен первый опытный образец ротора (являющаяся импортозамещающей продукцией).

Экономические расчёты позволили установить объём средств, затраченных на проведение полноценной исследовательской работы, который составил порядка 142 тысяч рублей. Для компенсации понесённых затрат необходимо заключение договора на проведение научно-исследовательских работ.

Результаты работы получили практическое применение при изготовлении первой промышленной партии форсунок.

Таким образом, цель бакалаврской работы достигнута.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Звонцов, И.Ф. Проектирование и изготовление заготовок деталей общего и специального машиностроения: учебное пособие. [Электронный ресурс] / И.Ф. Звонцов, К.М. Иванов, П.П. Серебrenицкий. — Электрон.дан. — СПб. : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2015. — 179 с.
2. Афонькин, М.Г. Производство заготовок в машиностроении. / М.Г. Афонькин, В.Б. Звягин – 2-е изд., доп. и пер.ера. СПб: Политехника, 2007 – 380с.
3. Боровков, В.М. Заготовки в машиностроении : учеб.пособие для вузов по спец. 1201 "Технология машиностроения" / В. М. Боровков [и др.] ; ТГУ. - Гриф УМО; ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2007. - 67 с. : ил. - 34-00.
4. Клименков, С.С. Проектирование заготовок в машиностроении. Практикум. [Электронный ресурс] — Электрон.дан. — Минск : Новое знание, 2013. — 269 с.
5. Богодухов, С.И. Основы проектирования заготовок в автоматизированном машиностроении: учебник. [Электронный ресурс] / С.И. Богодухов, А.Г. Схиртладзе, Р.М. Сулейманов, Е.С. Козик. — Электрон.дан. — М. : Машиностроение, 2009. — 432 с.
6. Климов, А. С. Контактная сварка. Вопросы управления и повышения стабильности качества / А. С. Климов. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011. – 216 с.
7. Подола, Н. В. Оценка влияния параметров режима на размеры ядра при точечной сварке / Н. В. Подола, В. Г. Квачев, А. А. Урсатьев // Автоматическая сварка. – 1979. – № 11. – С. 24–27.
8. Лобасов, И. М. Расчёт сварочного тока на ЭВМ при точечной сварке с учётом типа контактной машины / И. М. Лобасов // Сварочное производство. – 1986. – № 4.
9. Оборудование для контактной сварки: Справочное пособие / Под ред. В.В. Смирнова. – СПб.: Энергоатомиздат, 2000. – 848 с.

10. Zhou, M. Relationships between Quality and Attributes of Spot Welds / M. Zhou, H. Zhang and S.J. Hu // *Welding Journal*. – 2003. – № 4. – P. 179s–183s.
11. Сорокин, В.Г. Марочник сталей и сплавов / В.Г. Сорокин [и др.] // М.: Машиностроение. – 1989. – 630 с.
12. Сварка в машиностроении: Справочник. В 4-х т. / Ред. кол.: Г. А. Николаев (пред.) [и др.] – М.: Машиностроение, 1978 – т.2. / Под ред. А. И. Акулова, 1978. – 462 с.
13. Кочергин, К. А. Контактная сварка / К. А. Кочергин // Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние. 1987. – 240 с.
14. Козловский, С. Н. Разработка теоретических основ технологии программированных режимов контактной точечной сварки узлов летательных аппаратов: дис. ... докт. тех. Наук : 05.03.06 / Сергей Никифорович Козловский : Рос.гос. технол. ун-т им. К.Э. Циолковского (МАТИ). – Москва. – 2007. – 237 с.
15. Куликов, В. П. Магнитно–тепловой метод контроля сварочных соединений, полученных контактной точечной сваркой / В. П. Куликов // *Сварочное производство*. – 2003. – № 9. – С. 16–20.
16. Способ автоматического управления термическим циклом контактной сварки и устройство для его осуществления : а.с. 1412908 СССР : МПК В 23 К 11/10 / Ю. А. Мишунин, С. Н. Смеляков. - опубл. 30.07.88, Бюл. № 28.
17. Control of spot weld quality by infrared thermal sensing : пат. 2073443 Великобритания : МПК В 23 К 11/24. / Alan C. Traub, Riccardo Vanzetti; заявл. 02.04.80; Опубл. 14.10.81.
18. Быковский, А. Г. Математическое моделирование теплового состояния металла при контактной точечной сварке / А. Г. Быковский, А. Л. Горбунов // *Сварочное производство*. – 1990. – № 6. – С. 36–37.
19. Гонтаровский, П. П. Моделирование методом конечных элементов электротермических процессов при КТС / П. П. Гонтаровский, М. Г. Пантелют // *Проблемы машиностроения*. – 1990. – № 34. – С. 42–47.

20. Гельман, А. С. Контактная электросварка / А. С. Гельман. – М.: Машгиз. – 1949. – 496 с.
21. ГОСТ 297–80. Машины контактные. Общие технические условия. – Введ. 1983–01–01. – М.: Изд-во стандартов, 1981. – 27 с.
22. Духанин, Ю. А. Техника безопасности и противопожарная техника / Ю. А. Духанин. – М.: Машиностроение, 1973 – 320 с.
23. Белов, С. В. Охрана окружающей среды / С. В. Белов. – М.: Машиностроение, 1990. – 372с.
24. Горина, Л. Н., Фесина, М.И. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Уч.-методическое пособие. / Л. Н. Горина, М.И. Фесина - Тольятти: изд-во ТГУ, 2016. – 51с.
25. Брауде, М. З. Охрана труда при сварке в машиностроении / М. З. Брауде, Е. И. Воронцова, С. Я. Ландо. – М.: Машиностроение, 1978. – 144 с.
26. Манойлов, В. Е. Основы электробезопасности / В. Е. Манойлов. – Л.: Энергоатомиздат, Ленинградское отделение, 1991. – 480 с.
27. Краснопевцева, И. В. Экономическая часть дипломного проекта: метод. указания / И. В. Краснопевцева – Тольятти: ТГУ, 2008. – 38 с.
30. Кудинова, Г. Э. Организация производства и менеджмент: метод. указания к выполнению курсовой работы. / Г. Э. Кудинова. – Тольятти: ТГУ, 2005. – 35 с.
31. Егоров, А. Г. Правила оформления выпускных квалификационных работ по программам подготовки бакалавра и специалиста: учебно-методическое пособие / А. Г. Егоров, В. Г. Виткалов, Г. Н. Уполовникова, И. А. Живоглядова– Тольятти, 2012. – 135 с.



## ПРИЛОЖЕНИЯ



Дубл.	Взам.	Подп.											Тшт.		
			Обозначение документа*												
А	цех Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз.	Тшт.
Б				Код, наименование оборудования											
33Т	391810XXX			шлифовальный круг ЗП 600х20х305 24А16СМ28К; 393120XXX- калибр-скоба ГОСТ 2216-84											
34Т	393120XXX			шаблон ГОСТ 9038-83;											
35															
36А	XXXXXX	030	4260	Фрезерная ИОТ И 37.101.7026-89	2	18632	411	1Р	1	1	1	236	1	32	1,507
37Б	3816XXX			ЕС-300НЕ											
380	Сверлить отв., выдерж. разм. 1-3														
390	Фрезеровать пов., выдерж. разм. 4-6														
400	Фрезеровать паз, выдерж. разм. 7-11														
410	Контроль исполнителем														
42Т	391267XXX			сверло спиральное комбинированное Ø10 ГОСТ 10903-77 Р6М5;											
43Т	391810XXX			фреза шпоночная Ø 3 Р6М5 ГОСТ 15162-82; 393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83											
44Т	391810XXX			фреза концевая Ø 15 ГОСТ 17025-71 Р6М5; 393120XXX- калибр-пробка ГОСТ 14807-69											
45															
46А	XXXXXX	035	0100	Слесарная ИОТ И 37.101.7419-85											
47Б	391758XXX			4407											
48															
49А	XXXXXX	040	0130	Моечная ИОТ И 37.101.XXXX-XX											
50Б	375698XXX			КММ											
МК															

Дубл. Взам. Подп.	цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа							Тшт.			
						СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН		ОП	Кшт	Тпз.
А	Б	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование оборудования	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз.	Тшт.
51А	XXXXXX	045	0200	Контрольная	ИОТ И 37.101.XXXX-XX											
52Б	XXXXXXXXXX				Стол контрольный											
53																
54А	XXXXXX	050	0511	Термическая	ИОТ И 37.101.XXXX-XX											
55Б	XXXXXXXXXX				Печь											
56																
57А	XXXXXX	055	4131	Шлифовальная	ИОТ И 37.101.7419-85											
58Б	38132XXX			3Б153Т		2	18873	411	1Р	1	1	1	236	1	7	0,524
590	Шлифовать пов, выдерж. разм. 1-2															
600	Контроль исполнителем															
61Т	391810XXX				шлифовальный круг ЗП 600х20х305 91А25НС17К11; 393120XXX- калибр-скоба ГОСТ 2216-84											
62Т	393120XXX				шаблон ГОСТ 9038-83; 393125XXX- приспособление мерительное с индикатором											
63																
64А	XXXXXX	060	0130	Моечная												
65Б	375698XXX				КММ											
66																
67А	XXXXXX	065	0200	Контрольная	ИОТ И 37.101.XXXX-XX											
68Б	XXXXXXXXXX				Стол контрольный											
МК																