

Содержание

Реферат	3
1. Литературный обзор	4
2. Разработка конструкции корпуса сборной торцевой фрезы.....	7
2.1 Выбор типа сменной многогранной пластины	7
2.2 Этапы проектирования трехмерной модели корпуса	10
3. Разработка технологии изготовления сборной торцевой фрезы.....	17
3.1 Выбор оборудования и основных технологических баз.....	17
3.2 Предварительный анализ возможного биения режущих кромок	17
3.3 Разработка маршрутной технологии и технологических карт изготовления корпуса фрезы	19
4. Испытания работоспособности разработанной фрезы.....	26
4.1 Стойкостные испытания.....	26
4.1.1 Методика проведения эксперимента	29
4.1.2 Анализ полученных результатов.....	36
4.2 Исследование сил резания при фрезеровании	40
3.2.1 Методика проведения эксперимента	41
3.2.2 Анализ полученных результатов.....	50
5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	59
5.1 Предпроектный анализ	61
5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	61
5.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	61
5.1.3 FAST - анализ	62
5.1.4. Оценка готовности проекта к коммерциализации	58
5.2 Инициация проекта	70
5.3 План проекта	72
5.4 Определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	74

5.4.1 Расчет технологической себестоимости.....	74
5.4.2 Расчет производственной себестоимости	84
5.4.3 Оценка сравнительной эффективности исследования.....	85
6. Социальная ответственность	86
6.1 Производственная безопасность	87
6.1.1.Анализ опасных и вредных производственных факторов.....	87
6.1.2.Обоснование и разработка мероприятий по снижению уровней опасного и вредного воздействия и устранению их влияния на работающих	92
6.2. Экологическая безопасность.....	95
6.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	97
6.3.1.Пожарная и взрывная безопасность.....	97
6.3.2.Безопасность в чрезвычайных ситуациях природного и социального характера	100
Выводы	103
Литература	105

Реферат

Тема магистерской диссертации «Разработка конструкции и исследование технологических возможностей сборной торцевой фрезы».

Объём магистерской диссертации составляет 106 страниц, на которых размещены 55 рисунков и 25 таблиц. При написании работы было использовано 20 источников.

В выпускную квалификационную работу входит литературный обзор, три главы, выводы по написанным главам, а также итоговое заключение.

В литературном обзоре обозначено содержание основных источников, использованных при написании работы.

Во второй главе рассмотрены вопросы конструирования и особенностей конструкции разработанной фрезы. Представлена методика построения трехмерной модели при разработке корпусов фрез.

В третьей главе отображена маршрутная технология изготовления, а также маршрутные карты для обработки корпуса фрезы. Рассмотрены вопросы базирования заготовки на отделочных операциях.

В четвертой главе описывается проведение испытаний по определению работоспособности разработанных фрез, а именно стойкостных испытаний и испытаний по определению усилий резания.

Пятая глава посвящена определению экономической эффективности исследования, оценке потенциальных рисков и анализу потребителя.

Шестая глава содержит информацию, касающуюся опасных и вредных факторов, возникающих на производстве, а также способов минимизации их влияния. Помимо этого рассмотрены вопросы, касающиеся безопасности при ЧС.

Заключение посвящено основным выводам и заключениям касательно проведенных испытаний.

1. Литературный обзор

В настоящее время инструментальная промышленность России представлена такими предприятиями как Свердловский инструментальный завод, Белгородский завод фрез, Томский инструментальный завод и другие. В целом развитие отечественной инструментальной промышленности находится на достаточно низком уровне. Особенно это касается производства сборного инструмента.

На Томском инструментальном заводе изготавливаются корпуса сборных торцевых фрез, спроектированных еще в 90-е годы. В связи с этим руководством завода была поставлена задача проектирования и изготовления корпуса торцевой фрезы под современные режущие пластины. В результате представители предприятия обратились в Томский политехнический университет и предложили магистрантам кафедры технологии машиностроения решить эту проблему в рамках выполнения выпускной квалификационной работы.

После определения темы ВКР началась работа по изучению материалов как отечественных, так и иностранных изданий. В первую очередь хотелось бы отметить «Металлорежущий инструмент: каталог-справочник. Часть 1. Резцы и фрезы» под редакцией А.В. Акимова []. В каталоге-справочнике «Металлорежущий инструмент» помещено описание тестируемого и предусмотренного нормами машиностроения инструмента, а также инструмента, изготавливаемого централизованно инструментальными заводами по своим чертежам. В описании инструмента даны конструктивные характеристики, рекомендации по эксплуатации инструмента и другие вспомогательные справочные сведения, в том числе неполадки при эксплуатации и меры по их устранению. Также в справочнике представлены основные формы заточки в целях улучшения геометрии режущей части; справочные материалы по выбору шлифовальных кругов и режимов заточки и

доводки инструмента; режимы резания; смазочно-охлаждающие жидкости и способы их подвода.

В учебном пособии «Технология производства металлорежущих инструментов» Палей М.М. [] описал этапы проектирования и изготовления типового металлорежущего инструмента.

В учебнике «Металлорежущие станки и инструменты» Сахарова О.Б. [] приведены примеры конструкций сборных торцевых фрез, а также основные сферы их применения. Большое внимание уделяется способам крепления режущей пластины к корпусу фрезы.

Для ознакомления с современным сборным режущим инструментом были изучены каталоги известных мировых производителей, а именно каталоги «Фрезы СКИФ-М» (Россия), «Фрезерование» Sandvik Coromant (Швеция), «Достижения 2015» от фирмы Widia (Германия). В данных каталогах представлены все передовые разработки в области резания металлов сборным инструментом, указаны геометрические размеры пластин, а также режимы обработки в зависимости от групп обрабатываемости.

Большое количество общей информации по материалам, режимам резания, металлорежущих станках, приспособлениях и инструменту предложено в Справочнике технолога-машиностроителя в двух томах под редакцией Косиловой А.Г. и Мещерякова Р.К. Однако следует отметить, что информация, представленная в изданиях 1985 и 2010 года полностью идентична, что свидетельствует о ее фактическом устаревании по современным меркам.

На основании вышесказанного были поставлены цели и задачи работы. Целью работы является создание корпуса высокопроизводительной фрезы, спроектированного под современные конструкции режущих пластин.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Получить трехмерные модели и разработать рабочие чертежи сборной торцевой фрезы диаметром 63 мм

2.Разработать технологию изготовления корпуса сборной торцевой фрезы диаметром 63 мм

3.Выполнить производственные испытания фрезы разработанной конструкции.

4. Дать рекомендации по выбору режимов обработки разработанных фрез.

2. Разработка конструкции корпуса сборной торцевой фрезы диаметром 63 мм

2.1 Выбор типа сменной многогранной пластины

Разработка конструкции корпуса началась с определения типа сменной многогранной пластины. Для достижения высокой суммарной стойкости было решено использовать режущую пластину, обладающую как минимум шестью режущими гранями. Аналогичные пластины, сходные по конструктивным параметрам, предлагают зарубежные производители фирм Widia (Германия) и Sandvik Coromant (Швеция). Однако фирма Widia предоставляет трехмерные модели своих пластин в свободном доступе. В связи с этим было решено проектировать корпус под пластины HNGJ производства фирмы Widia (Германия).

Помимо количества режущих вершин, современные импортные пластины отличаются от пластин старой конструкции геометрией режущей кромки. Ее задний угол равен 0 градусов, что позволяет устанавливать ее в корпус любой стороной и получая 12 рабочих граней.

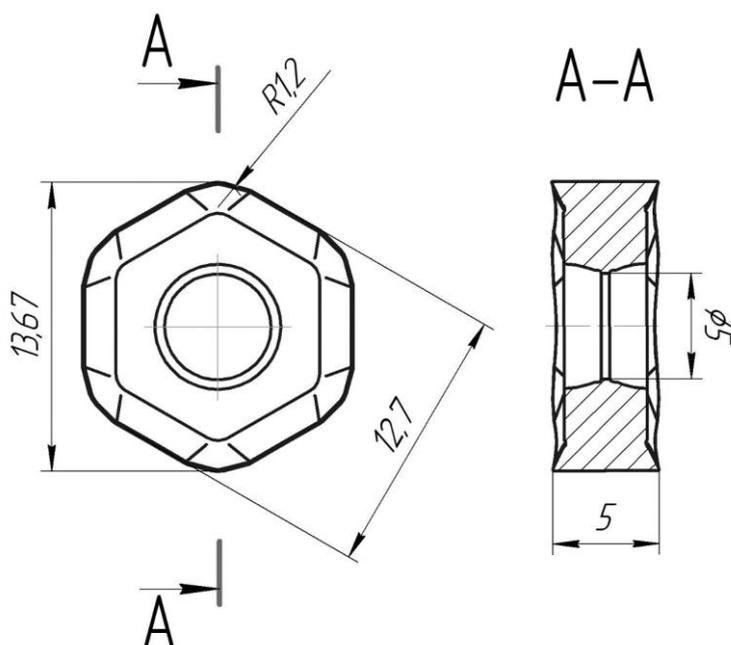


Рис.2. Сменная многогранная пластина HNGJ.

Ниже представлена структура поверхностного слоя данной пластины. За основу для данной СМП применяют однокарбидный твердый сплав M05 ISO 513 (аналог сплава ВК6), а для повышения износостойкости наносят многослойные покрытия (Рис.2).

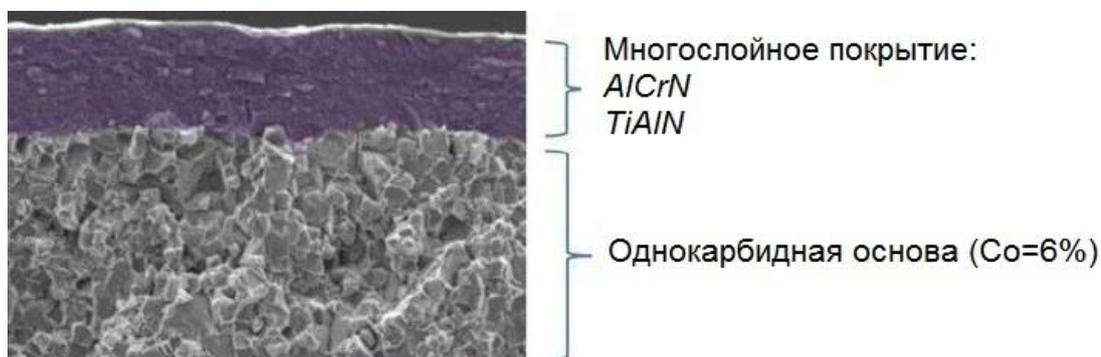


Рис.3. Покрытие WP40PM

После определения типа режущей пластины была построена ее трёхмерная модель с учетом всех геометрических параметров. Все пространственные построения проводились в программном модуле SolidWorks 2015. Качество сопряжений всех посадочных поверхностей корпуса и пластины напрямую будет зависеть от правильности построения модели.

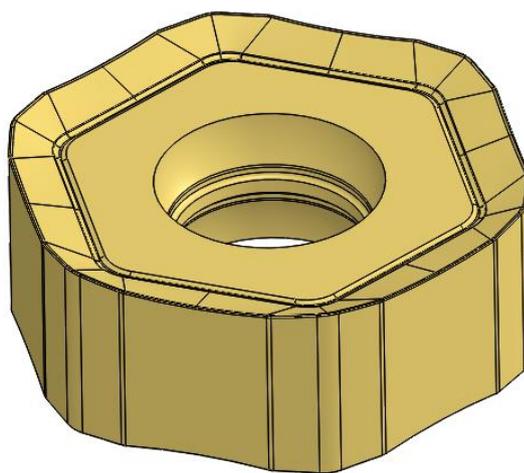


Рис. 4. Трёхмерная модель пластины.

На оригинальных фрезех данной конструкции режущие пластины крепятся к корпусу при помощи винтов M5 Torx с потайной головкой. Ниже представлена информация по данным винтам.

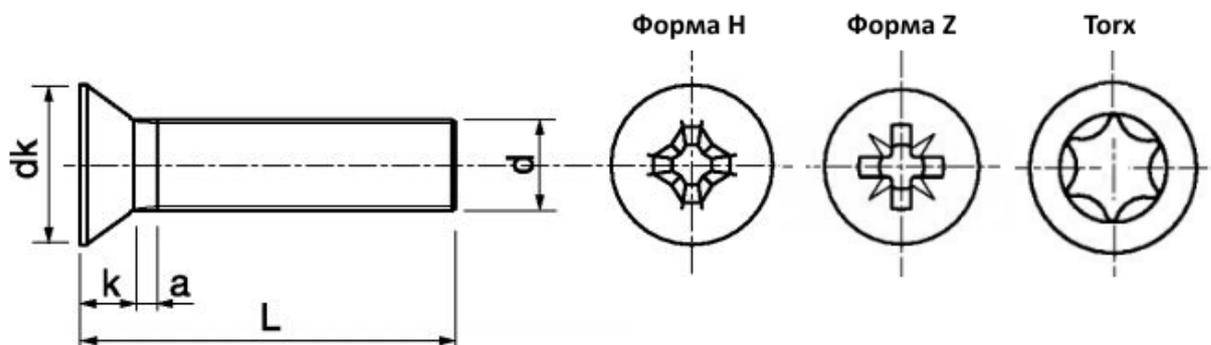


Рис.5

Материал винтов - сталь нержавеющая классов прочности 4.8, 8.8 - А4 (AISI 316) - аналог сталь 10X17H13M2.

Виды покрытий:

- без покрытия;
- белый цинк;
- желтый цинк.

Табл. 1. Размеры винтов.

Номинальный диаметр резьбы, d	M1,6	M2	M2,5	M3	M4	M5	M6	M8	M10
Шаг резьбы, p	0,35	0,4	0,45	0,5	0,7	0,8	1	1,25	1,5
Высота головки (DIN 965), k	0,96	1,2	1,5	1,65	2,2	2,5	3	4	5
Высота головки (ISO 7046), k	1	1,2	1,5	1,65	2,7	2,7	3,3	4,65	5
Диаметр головки (DIN 965), d_k	3	3,8	4,7	5,6	7,5	9,2	11	14,5	18
Диаметр головки (ISO 7046), d_k	3	3,8	4,7	5,5	8,4	9,3	11,3	15,8	18,3
Размер шлица, H	1,6	1,9	2,9	3,2	4,6	5,2	6,8	8,9	10
Размер шлица, Z	1,6	1,9	2,8	3	4,4	4,9	6,6	8,8	9,8
Размер биты, H, Z	0	1	1	1	2	2	3	4	4
Размер биты, T	T5	T6	T8	T10	T20	T25	T30	T45	T50

Длина, минимальная, l	3	3	3	4	5	6	8	10	12
Длина, максимальная, l	16	30	30	100	100	100	120	130	100

2.2 Этапы проектирования трехмерной модели корпуса

Предварительно изучив конструкции оригинальных корпусов модели M1200 фирмы Widia были получены основные геометрические параметры корпуса. По полученным размерам получили модель корпуса без стружечных канав и гнёзд под пластину. Располагаем режущую пластину внутри модели корпуса, ориентируя ее по главному и вспомогательному углам в плане, углу наклона главной режущей кромки, а также учитываем необходимую величину выступа пластины за пределы опорной поверхности корпуса. Все величины углов были получены на официальном сайте фирмы Widia (<http://www.widia.com/en/home.html>).

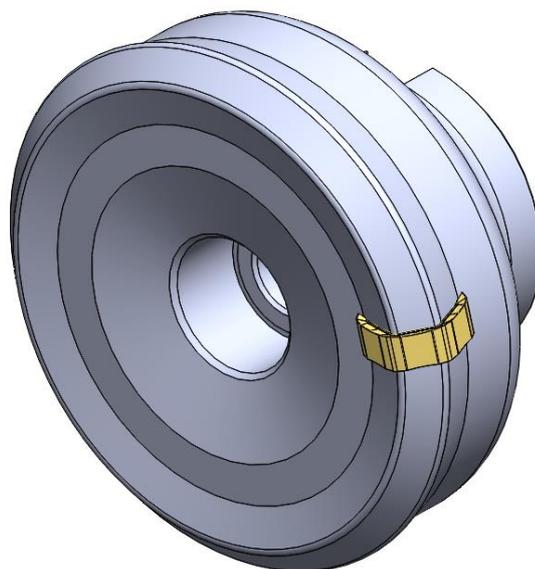


Рис. 6. Предварительная модель корпуса.

По предварительным замерам, а также визуальным оценкам получили требуемую форму стружечной канавы. К посадочной площадке под пластину предъявляются следующие требования:

1. Режущие кромки пластины не должны соприкасаться с материалом корпуса, т.к. это может привести к появлению на них сколов, а также ухудшению собираемости пластины с корпусом.

2. Грани режущей пластины не должны выпирать за линию корпуса более чем на 0.1 мм. При несоблюдении возможно скалывание режущей пластинки в процессе работы.

На основании этих правил, а также руководствуясь данными из каталогов зарубежных фирм, проектируем посадочное гнездо.

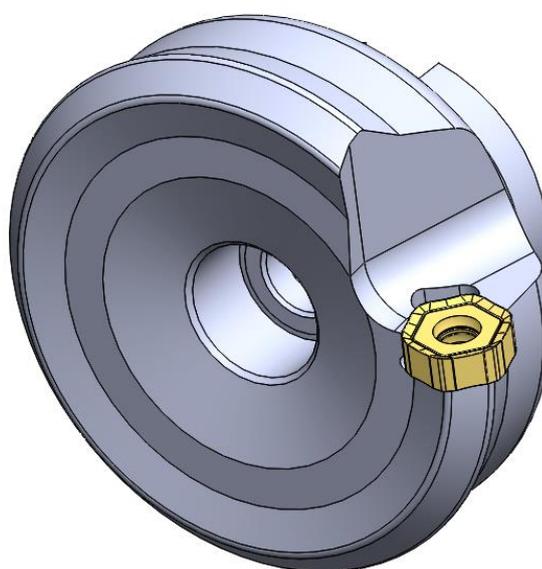


Рис.7. Построение стружечной канавы и площадки под гнездо.

Теперь необходимо сформировать отверстие под винт. Для этого строим эскиз в плоскости гнезда, заведомо проецируя на нем отверстие от пластины, установленной в корпус. Далее на основании рекомендаций, установленных на Томском Инструментальном заводе, определяем, что для винтов М5 применимо смещение оси отверстия под винт относительно оси симметрии посадочного гнезда на 0.1-0.015 мм. Направление натяга определяется таким образом, чтобы две опорные поверхности пластины равномерно притягивались к опорным поверхностям гнезда.

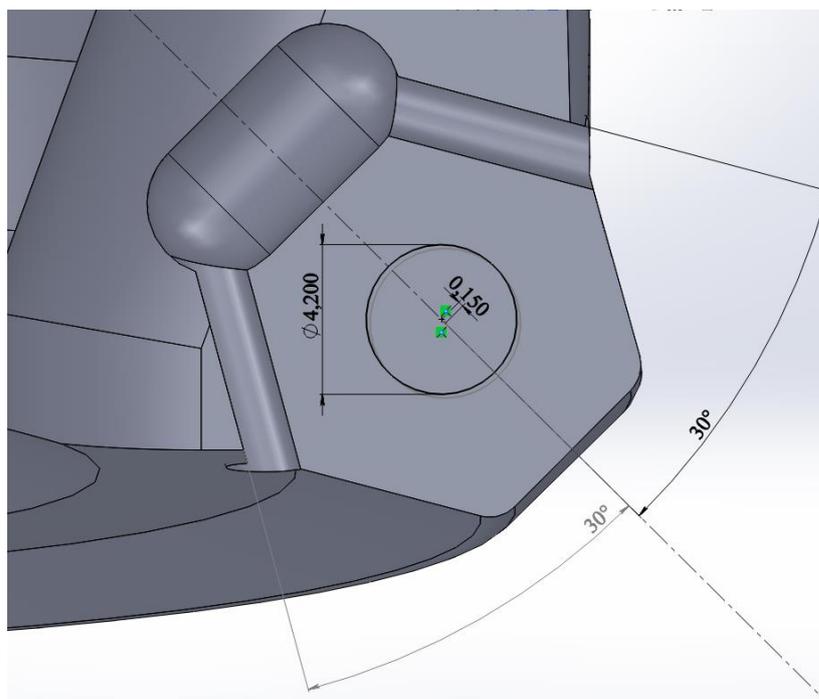


Рис.7. Определение натяга по резьбе (увеличить цифры).

Неотъемлемой частью современного режущего инструмента является возможность внутреннего подвода СОЖ, который обеспечивает наилучшую подачу смазочно-охлаждающей жидкости в зону резания. Для определения направления отверстий под СОЖ строим эскиз таким образом, чтобы его плоскость проходила через вершину режущей кромки и внутренний посадочного отверстия, после чего получаем требуемое отверстие.

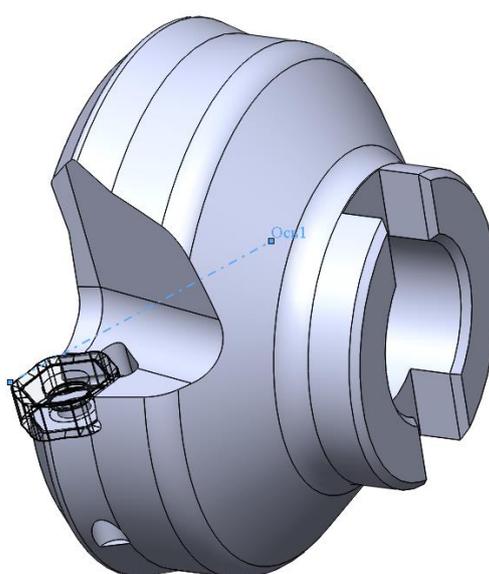


Рис. 8. Формирование отверстия под СОЖ.

На последнем этапе проверяются все зазоры, наложения моделей корпуса и пластины, вылеты пластины относительно корпуса. Остается создать массив на необходимое количество зубьев.

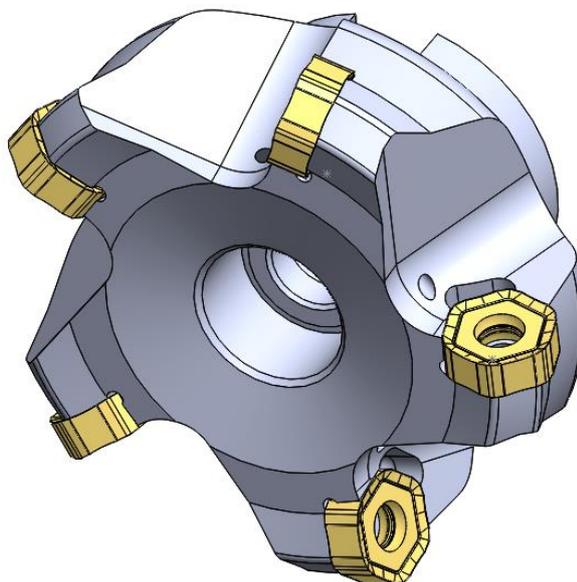


Рис. 9. Готовая сборка.

После получения готовой трехмерной модели корпуса разрабатываемой фрезы необходимо построить ее чертеж. Для этого будем использовать современную CAD – систему отечественного производства Компас 3D V15.1. Основным ее преимуществом является наличие огромной базы актуальных ГОСТов на различные конструктивные элементы, материалы, стандартные изделия. Импортирование файлов из одной CAD системы в другую производим с помощью формата Step 214. Затем выполняем проекционные виды, наносим размеры и устанавливаем технические требования. Готовый чертеж корпуса фрезы представлен на рис.10.

Основное сравнение данного корпуса будет производиться с корпусом старой конструкции, ранее изготавливаемом на Томском инструментальном заводе. Данное сравнение можно считать корректным ввиду идентичных значений углов в плане, диаметров и чисел зубьев. Рабочий чертеж корпуса фрезы представлен на рисунке 11.

3. Разработка технологии изготовления сборной торцевой фрезы диаметром 63 мм

3.1 Выбор оборудования и основных технологических баз

Для обеспечения требуемой точности к биению режущих кромок относительно посадочных поверхностей (отверстие и торец) обработка гнезд под пластины производится с установкой на данные базы.

Обработка стружечных канав и гнезд под пластины, а также отверстий под СОЖ проводилась на пятикоординатном фрезерном станке YCM-NDV102A. На основном столе данного станка установлен поворотный стол, имеющий отверстие под инструментальный конус, в который устанавливается оправка. За счет этого достигается наивысшая точность, поскольку имитируется установка инструмента в шпиндель станка.

Данный станок оснащен системой управления iTNC 530 производства немецкой компании Heidenhain. В качестве САМ системы для написания управляющих программ была использована система Powermill 2014.

Для назначения корректных значений допусков на финишной операции обработки поверхностей под пластины был проведен размерный анализ конструкции корпуса. Биение режущих пластин будет складываться из погрешности посадки корпуса на оправку, погрешности изготовления гнезд под пластину, а также неточности изготовления самих режущих пластин (Рис. 12).

3.2 Предварительный анализ возможного биения режущих кромок

После составления схемы провели измерения режущих пластин из одного комплекта по трем направлениям А, В и С (рис.12). Результаты измерений представлены в таблице 1.

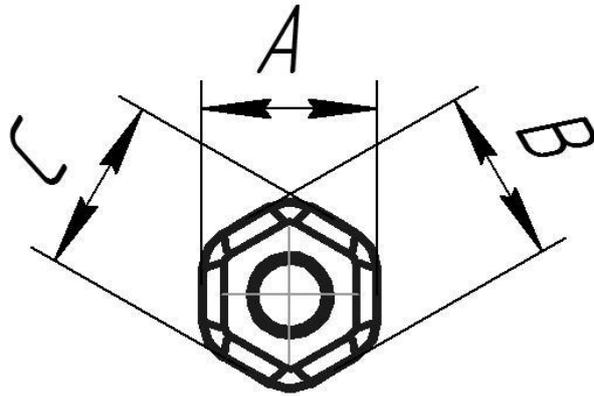


Рис.12. Измерение граней режущих пластин.

Таблица 1. Действительные габаритные размеры пластинок.

№ измерения	A	B	C
1	12,73	12,75	12,74
2	12,75	12,74	12,72
3	12,74	12,75	12,76
4	12,73	12,71	12,71
5	12,71	12,73	12,74
6	12,73	12,72	12,74
7	12,75	12,74	12,73
8	12,74	12,76	12,75
9	12,74	12,76	12,75
10	12,75	12,74	12,73

На основании измерений можно сделать вывод, что разброс размеров пластин составляет до 0.05 мм. Соответственно даже при отсутствии биения посадочных поверхностей под пластины относительно посадочных поверхностей корпуса будет суммарное возможное радиальное биение режущей кромки может достигать 0.05 мм. Отсюда можно сделать следующие рекомендации:

1. Сборные фрезы данной конструкции могут быть применены для черновой обработки (т.к. отсутствуют острые кромки) и нет высоких требований к точности.
2. Для получистовой и чистовой обработки необходимо применять селективную сборку, т.е. сортировать пластины с разбросом в 0.01-0.02 мм и поставлять фасованные комплекты пластин потребителю.

В таком случае назначив биение на корпус, равное 0.01 мм, при условии селективной сборки получаем суммарное биение фрезы равное 0.03 мм.

3.3 Разработка маршрутной технологии и технологических карт изготовления корпуса фрезы.

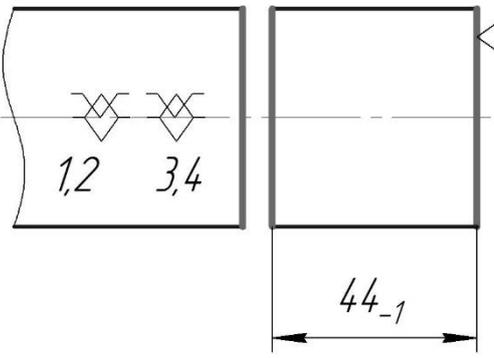
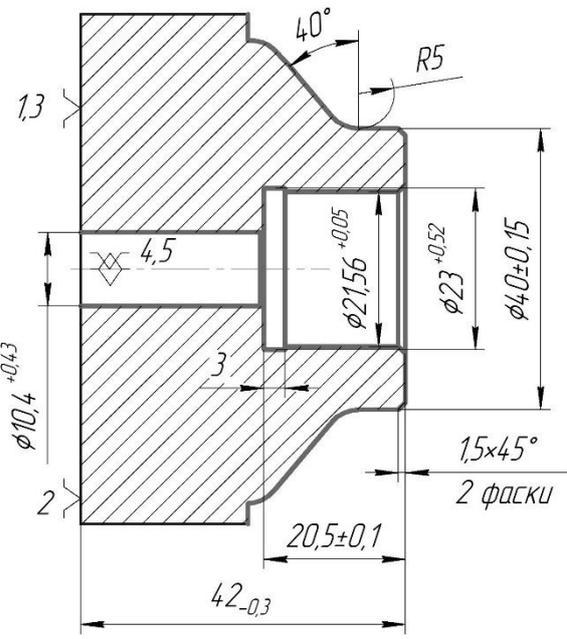
Процесс разработки технологии изготовления корпуса начался с изучения технологий аналогичных фрез, ранее разрабатываемых на Томском Инструментальном заводе. В качестве прототипа была выбрана торцевая фреза ТУ 3918-010. В ходе разработки техпроцесса были изучены вопросы базирования заготовки при отделочной обработке посадочных поверхностей, а также посадочных поверхностей под сменные многогранные пластины.

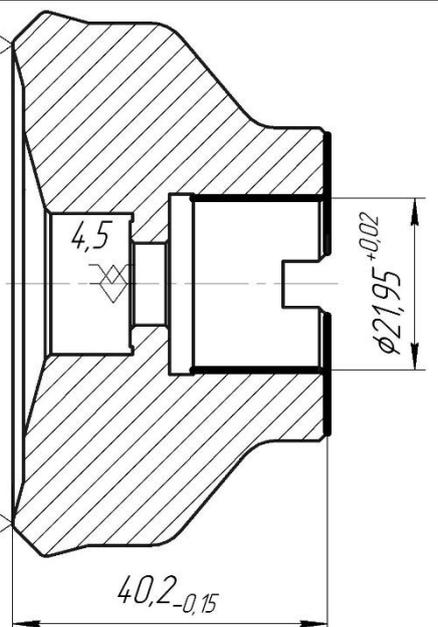
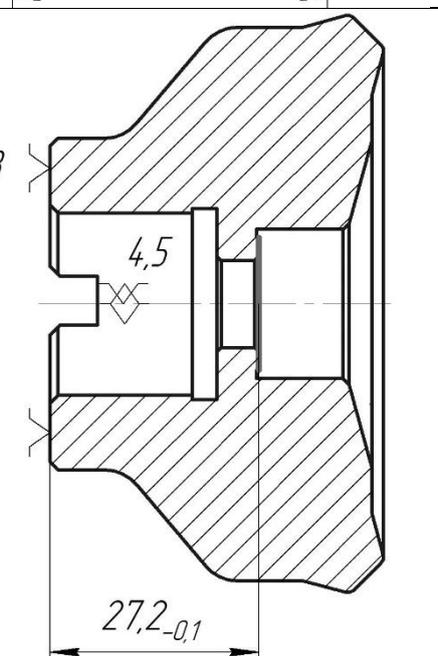
Маршрутная технология (табл.2) и технологические карты (табл.3) представлены ниже.

Табл.2. Маршрутная технология

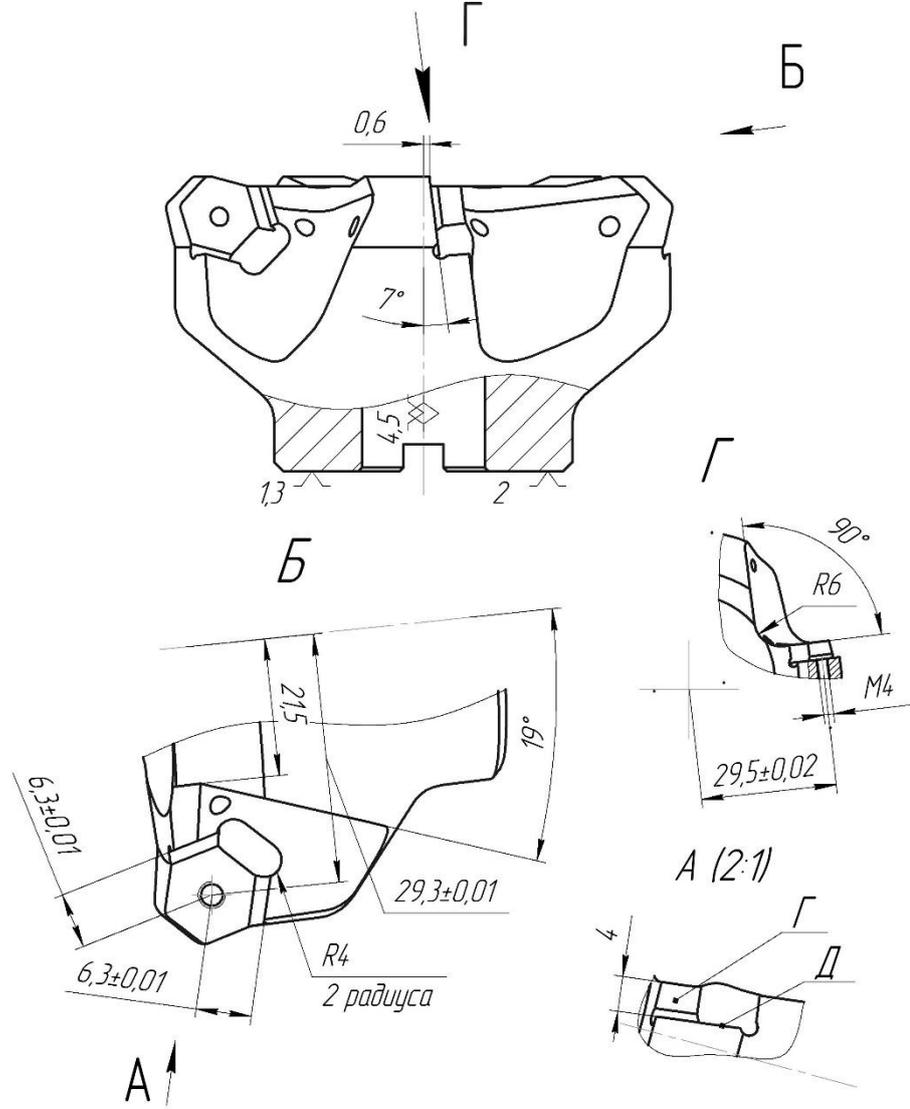
Номер операции	Наименование операции	Станок
0	Отрезная	8A66
1	Токарная с ЧПУ	DMG CTX 510
2	Токарная с ЧПУ	DMG CTX 510
3	Фрезерная	EXEN VMMS - L
4	Слесарная	Верстак
5	Термообработка 26..30 HRCэ	
6	Пескоструйная обработка	
7	Внутришлифовальная	3A227
8	Плоскошлифовальная	3E711
9	Плоскошлифовальная	3E711
10	Круглошлифовальная	3B642
11	Фрезерная с ЧПУ	YCM-NDV102A
12	Слесарная	Верстак
13	Обезжиривание	
14	Нитроцементация	
15	Промывка	Ванны
16	Контроль	
17	Маркировка	
18	Сборка	

Табл.3. Технологические карты

№ опер.	Наименование операции	Эскиз обработки	Станок	Приспособления
0	<p>Отрезная.</p> <p>1. Отрезать заготовку, выдерживая размер $44_{-1.0}$ мм.</p> <p>Контролировать размер $44_{-1.0}$ мм, перпендикулярность торцев – 100%.</p>		8А66	<p>Тиски, упор Пила В=6 $\varnothing 510$мм ГОСТ 4047-82 ШЦ-П-250-0.05 ГОСТ 166-89 Угольник ГОСТ 3749-77, Комплект щупов.</p>
1	<p>Токарная с ЧПУ.</p> <p>1. Подрезать торец, в размер $42_{-0,3}$ мм.</p> <p>2. Центровать торец.</p> <p>3. Сверлить отверстие диаметром $10.4^{+0,43}$ мм на проход.</p> <p>4. Расточить отверстие до диаметра $21.56^{+0,05}$ мм на глубину $20.5 \pm 0,1$ мм.</p> <p>5. Проточить наружный контур по программе.</p> <p>Контроль размеров согласно эскиза – 100%</p>		DMG CTX 510	<p>Патрон 3-кулачковый $\varnothing 250$мм. ШЦ-П-250 – 0.05 ГОСТ 166-89 Угломер ГОСТ 5378-66 Резец 2102-2191 ГОСТ 24996-81 Пластина Т15К6 4гранная ГОСТ 19052-80 Сверло $\varnothing 10,4$ мм ГОСТ 14952-75</p>

<p>7</p>	<p>Внутришлифовальная.</p> <p>1. Шлифовать отверстие и торец, выдерживая размеры $21,95^{+0,02}$ мм и $40,2_{-0,15}$.</p> <p>Контролировать размеры d, l, биение 100%.</p>		<p>3A227</p>	<p>Шлиф. круг ПП 20*20*6 24А 40 НСМ2 6К5 ГОСТ 2424-83. Шлиф. круг 12А2 125*32*32 *10 ЛОСП 100/80 КБ ГОСТ 17123-79. Калибр-пробка 4227. Прибор МИЗ-339. Оправка 5305. ШЦ-11-250-0,05 ГОСТ 166-89</p>
<p>8</p>	<p>Внутришлифовальная.</p> <p>1. Шлифовать торец отверстия в размер $27,2_{-0,1}$ мм.</p> <p>Контролировать размер l, биение 100%.</p>		<p>3B642</p>	<p>Оправка 5464. Шлиф. круг ПП 20*20*6 24А 40 НСМ2 6К5 ГОСТ 2424-83. ШЦ-1-125-0.1 ГОСТ 166-89. Прибор МИЗ – 339.</p>

<p>9</p>	<p>Фрезерная с ЧПУ.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Фрезеровать стружечные канавы и гнезда по программе. 2. Сверлить шесть отверстий диаметром 4,2мм напроход. 3. Нарезать резьбу М5 в шести отверстиях напроход. 4. Сверлить отверстия диаметром 2 мм под СОЖ. 	<p>УСМ-NDV102А</p>	<p>Фреза концевая Ø16, 10, 4 мм ГОСТ 17025-71, сверло спиральное Ø3.3 мм ГОСТ 10902-77, метчик М4 ГОСТ 3266-81, Оправка 5428. Оправка для крепления концевых фрез 5192. Оправка 5267. Цанга 5267А. Патрон резьбонарезной 91.221. Прибор 5137. Эталонная пластина 0180. Калибр резьбовой ГОСТ 17758-72. Метчик М5 4355. Сверло Ø4.2мм ГОСТ 10902-77, Комплект щупов</p>
<p>10</p>	<p>Слесарная.</p> <p>Отпилить заусенцы и притупить режущие кромки.</p>	<p>Верстак</p>	<p>Напильник ГОСТ 1465-60.</p>
<p>11</p>	<p>Обезжиривание.</p> <p>Проверить качество поверхности корпусов – визуально.</p>		



Отклонение от плоскостности посадочных поверхностей под пластину не более 0.01мм.

12	Нитроцементация по ТИ684. Проверить отсутствие шелушения и трещин – 100%.		
13	Промывка. 1. Промыть корпуса в растворе.	Ванны для промывки	
14	Маркировка.		
15	Сборка. 1.Протереть режущие пластины 2.Смазать винт, уложить пластину в гнездо корпуса, привернуть пластину к корпусу.		Салфетки х/б ГОСТ 11680-76. Отвертка TORX 15. Смазка ВНИИНП -232 ГОСТ 14068-79
16	Контроль. 1.Допуск радиального биения вершин режущих кромок – 0.01мм. 2.Допуск Торцевого биения вершин режущих кромок – 0.01мм. 3.Зазоры между опорными поверхностями пластин и корпусом под режущими кромками не допускаются. 4.Контролировать диаметр по вершинам зубьев.		Прибор Zoller Genius 3. Оправка 5137.00.015Б. Щуп №1 кл.2 ГОСТ 882-75. ШГ-160 ГОСТ 152-80.

4. Испытания работоспособности разработанной фрезы

После проведения конструкторских и технологических работ была поставлена задача проверки работоспособности изготовленных фрез. Для определения режущих свойств опытной фрезы были проведены стойкостные испытания, а также испытания по определению сил резания с использованием пластин формой NHGJ с покрытием WP40PM.

4.1 Стойкостные испытания

Стойкостью режущего инструмента называют время его работы до достижения инструментом критерия износа. Этим критерием может быть:

1. *Критерий оптимального износа* (инструмент снимают перед началом катастрофического износа) – позволяет достигать наибольшего суммарного времени работы инструмента с учетом переточек. Применяется только для перетачиваемого инструмента (токарные резцы, сверла).

2. *Технологический критерий* – позволяет не допускать изменений значений силы резания, шероховатости, вибраций, наростообразования в процессе обработки.

3. *Критерий линейного износа* – позволяет не допускать выхода изготавливаемого изделия за поля допуска из-за размерного износа инструмента. В основном используется для автоматических линий, когда инструмент проще заменить, чем поднастроить его на величину износа.

Износ инструмента протекает неравномерно и делится по времени на три периода: начального, нормального и катастрофического износа.

В начальный период износ происходит интенсивно, но проходит быстро. В период нормального износа истирание инструмента значительно медленнее; этот период занимает 90 - 95% от всего времени работы инструмента. В период катастрофического износа величина его резко увеличивается, и если вовремя не прекратить работу, то в течение 2 - 3 минут

износ возрастет в несколько раз и инструмент вскоре окончательно выйдет из строя.

Явление катастрофического износа объясняется тем, что при затупленной режущей кромке увеличиваются трение и сопротивление резанию, больше тепла поступает в инструмент и температура его режущей части повышается. А все это приводит к еще более интенсивному износу.

Механизм износа инструмента при резании металлов включает в себя абразивный, адгезионный и диффузионный износ. Удельное влияние каждого из них зависит от свойств материала, инструмента и детали и условий обработки (прежде всего скорости резания).

Абразивный износ инструмента заключается в следующем: стружка внедряется в переднюю поверхность инструмента и путем микроцарапаний удаляет металл с этой поверхности. Интенсивность абразивного износа повышается при снижении скорости резания.

Адгезионный износ инструмента происходит в результате схватывания или прилипания трущихся поверхностей и последующего отрыва мельчайших частиц материала инструмента. Результатом этого износа, происходящего при температуре ниже 900 градусов С, являются кратерообразные впадины на рабочих поверхностях инструмента, образующие при слиянии лунки. Адгезионный износ тем меньше, чем выше повышение твердости инструмента.

Диффузионный износ инструмента, происходящий при температуре 900-1200 градусов С, является результатом взаимного растворения металла детали и материала инструмента. Активность процесса растворения повышается при повышении температуры контактного слоя, т. е. при возрастании скорости резания. Поэтому диффузионный износ можно рассматривать как один из видов химического износа, приводящего к изменению химического состава и физико-химических свойств поверхностных слоев инструмента и снижающего его износостойкость.

Как правило, инструмент изнашивается по задней и передней поверхностям. За критерий износа обычно принимают допустимый износ по задней поверхности инструмента, так называемую фаску износа (Рис.11, а). По результатам стойкостных испытаний получают зависимости величины фаски износа от времени работы инструмента, и на основании этих данных строят кривые износа (Рис.11, б).

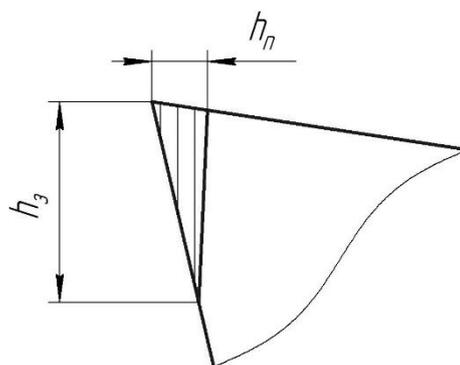


Рис.11, а.

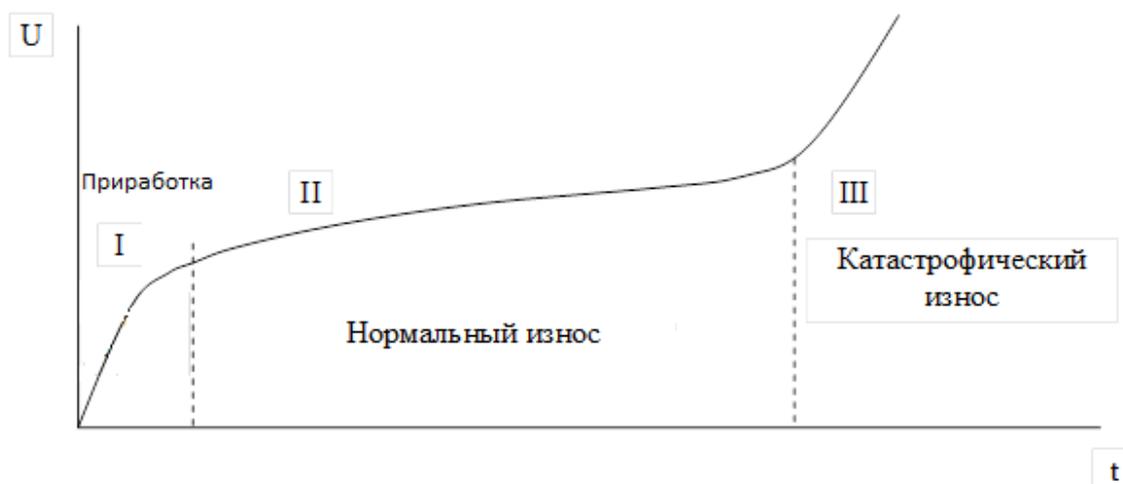


Рис.11, б.

4.1.1 Методика проведения эксперимента

Стойкостные испытания проводились на заготовках из конструкционной углеродистой стали марки 40Х. Форма заготовки - прокат круглый горячекатаный $\varnothing 170 \times 70$ мм по ГОСТ 1050-88.

Табл.4. Химический состав стали:

Массовая доля элементов, %			
углерода	кремния	марганца	хрома
0,36-0,44	0,17-0,37	0,50-0,80	0,8-1,1

Табл.5. Механические свойства:

Предел текучести σ_1 , Н/мм ² (кгс/мм ²)	Временное сопротивление разрыву σ_B , Н/мм ² (кгс/мм ²)	Относительное удлинение δ , %	Относительное сужение ψ , %
355(36)	600(61)	16	40

Процесс съема материала осуществлялся по схеме попутного фрезерования(Рис.12) без применения смазочно-охлаждающей жидкости. В процессе испытаний подача на зуб, глубина и ширина фрезерования оставались неизменными, скорость резания была переменной. Испытания проводились на следующих режимах:

-скорости резания $V = 120; 140; 160$ м/мин;

-подача на зуб – $S_z = 0,15$ мм/об;

-глубина фрезерования – $t = 1,5$ мм;

-ширина фрезерования – $B = 20$ мм.

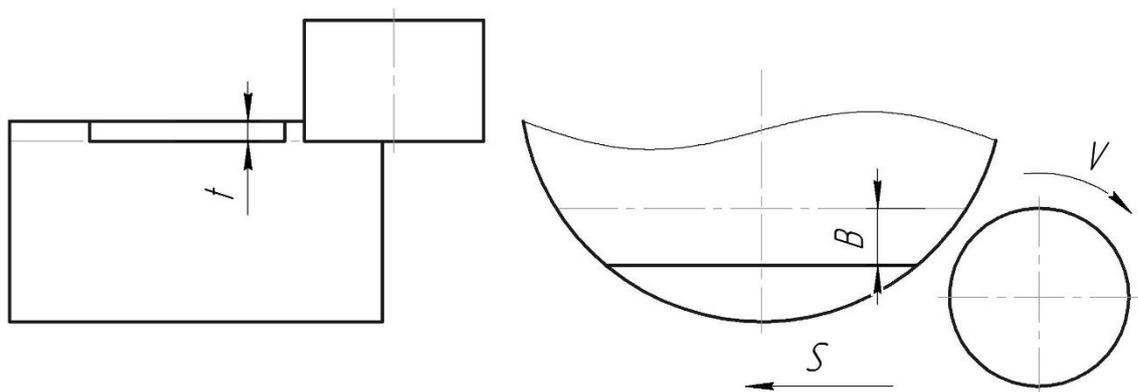


Рис. 12

Испытания проводились на станке обрабатывающем центре модели МС-032 (Рис.13) фирмы ZMM(Болгария). Его технические характеристики представлены в табл.3.



Рис.13

Табл.6.

Технические характеристики:	
Размеры рабочей поверхности стола (диаметр), мм	320
Технологические возможности:	
Сверление отверстий в стали (диаметр) не более, мм	32
Нарезание резьбы метчиком, не более	M24
Рабочие хода, мм:	

По оси «X»	550
По оси «Y»	500
По оси «Z»	500
Поворот, град.	
По оси «A»	220
По оси «C»	360
Рабочая подача	
по осям «X»; «Y»; «Z», мм/мин	1 - 4000
по осям «A»; «C», град/ мин	1 - 360
Быстрый ход по осям	
«X»; «Y»; «Z», м/мин	10
по осям «A»; «C», об / мин	
ось «A»	5
ось «C»	10
Количество гнезд в инструментальном магазине, шт	32
Частота оборотов шпинделя, об/мин	12 - 4800
Точность позиционирования:	
по осям «X»; «Y»; «Z», мм	0,03
по осям «A»; «C»угл. сек.	30
Мощность главного двигателя, кВт	15
Вес станка, кг	7500

В качестве критерия износа был выбран размер фаски износа по задней поверхности. Контроль состояния режущей кромки инструмента производился на координатно-измерительной машине модели Genius 3 (Рис.14) фирмы Zoller (Германия). Данная КИМ позволяет делать высококачественные снимки режущей кромки в отраженном свете с увеличением до 50 крат (Рис. 15,16,17). На данной машине производился замер фаски износа.



Рис.14

Табл. 7.

Диапазон измерения по оси Z	600
Диапазон измерения по оси X	175
Диапазон измерения по оси Y	100
Наибольший диаметр детали	340
Диаметр калибра-скобы	100

Также стойкостным испытаниям была подвергнута сборная фреза старой конструкции. Это позволит провести сравнительный анализ и численно выявить преимущества разработанной фрезы.

Примеры фотографий задней поверхности в зависимости от времени работы:

Скорость резания 120 м/ мин

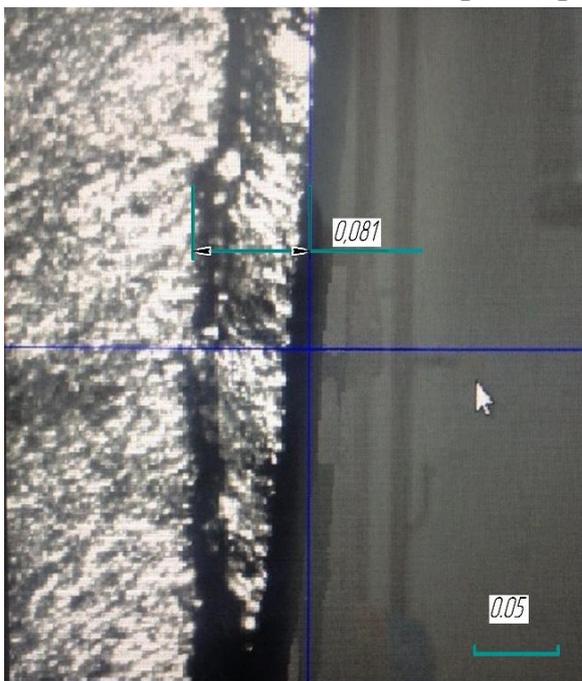


Рис.15. Время работы 30 минут.

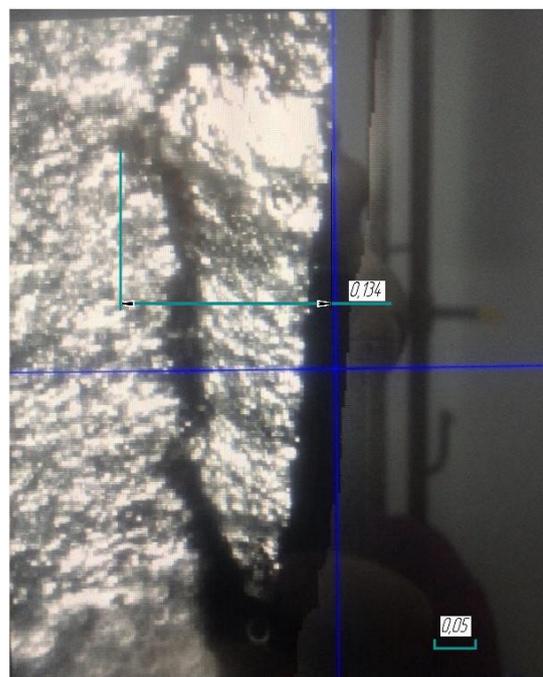


Рис.16. Время работы 120 минут.

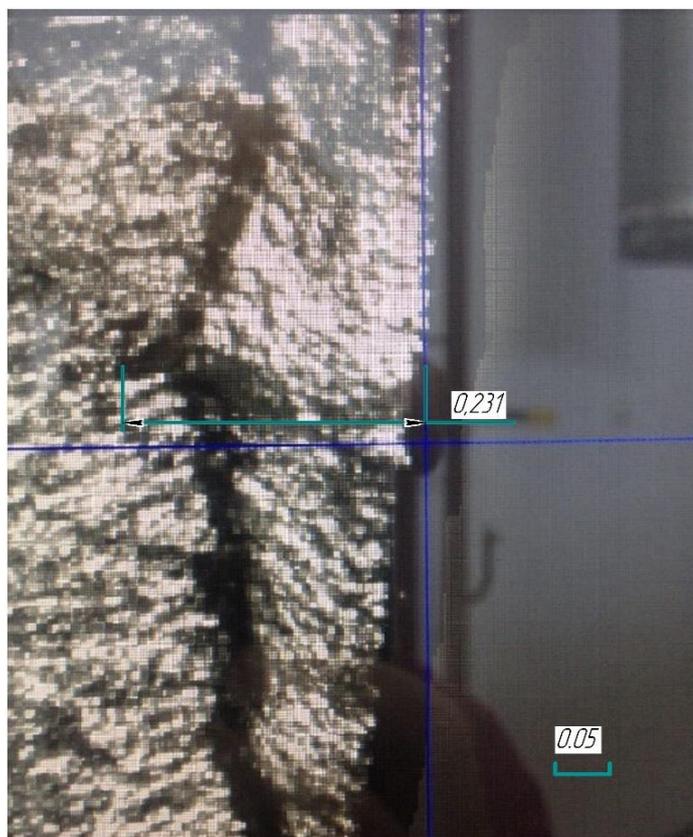


Рис. 17. Время работы 180 минут.

Скорость резания 160 м/ мин

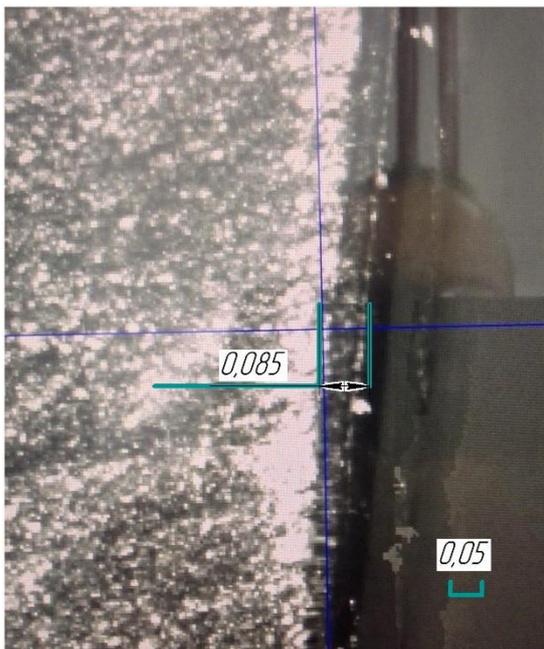


Рис.18. Время работы 10 минут.

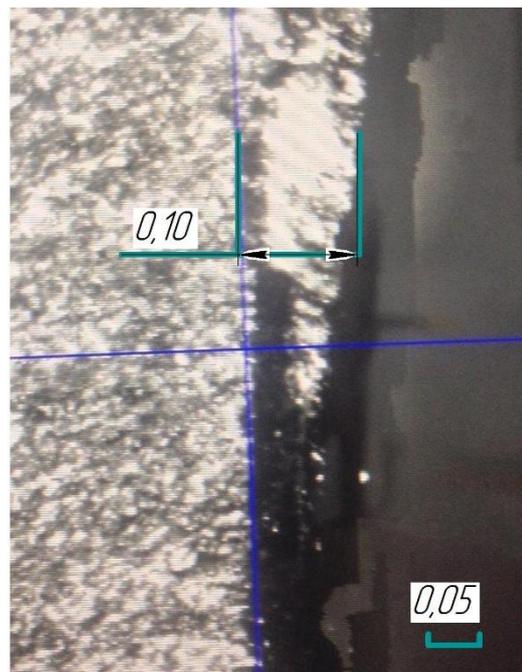


Рис. 19. Время работы 50 минут.

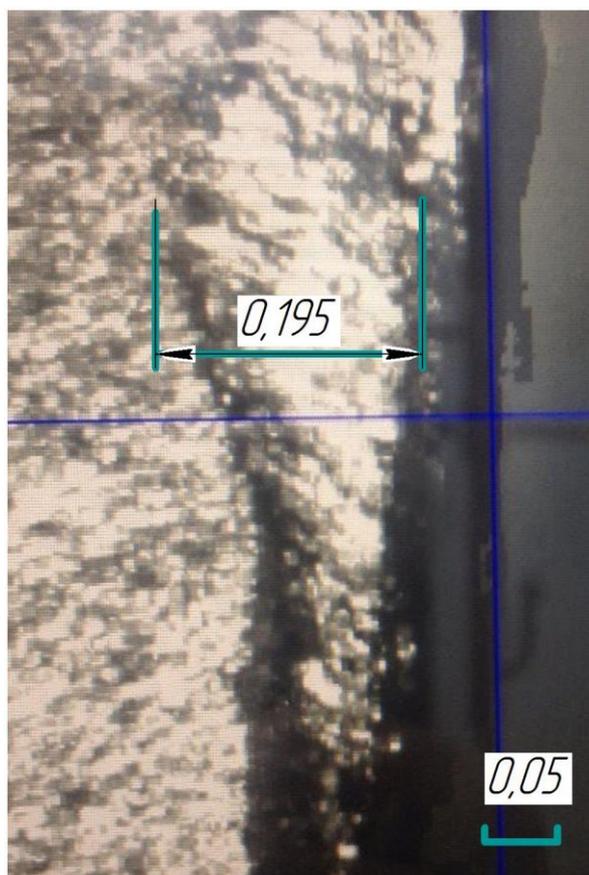


Рис.18. Время работы 150 минут.

Примеры фотографий задней поверхности в зависимости от времени работы:

Скорость резания 120 м/мин (ТУ 3918-010)



Рис.21. Время работы 30 минут.



Рис.22. Время работы 60 минут.



Рис.23. Время работы 100 минут.

4.1.2 Анализ полученных результатов

Все полученные данные значений фаски износа были сведены в соответствующие таблицы 8-11.

Табл.8. Скорость резания 120 м/мин.

Величина фаски износа, мм	Время, мин
0.05	1
0.072	3
0.079	7
0.084	12
0.091	20
0.97	40
0.102	60
0.108	100
0.110	120
0,147	160
0,188	190

Табл.9. Скорость резания 140 м/мин.

Величина фаски износа, мм	Время, мин
0.042	1
0.065	3
0.071	7
0.076	20
0.108	50
0.110	72
0.121	94
0.129	120
0.192	140
0.197	160
0.234	182
0.279	195

Табл.10. Скорость резания 160 м/мин.

Величина фаски износа, мм	Время, мин
0.052	1
0.075	3
0.085	7
0.085	12
0.086	18
0.096	25
0.098	36
0.100	52
0.107	70
0.111	90
0.115	110
0.165	130
0.195	150

Табл.11. Скорость резания 120 м/мин(фреза старой конструкции).

Величина фаски износа, мм	Время, мин
0.029	1
0.053	4
0.066	10
0.101	20
0.123	30
0.150	45
0.180	60
0.196	74
0.231	100

По табличным данным были построены кривые износа при различных скоростях резания. Результаты представлены на рис.24,25,26.

Фаска износа, мм

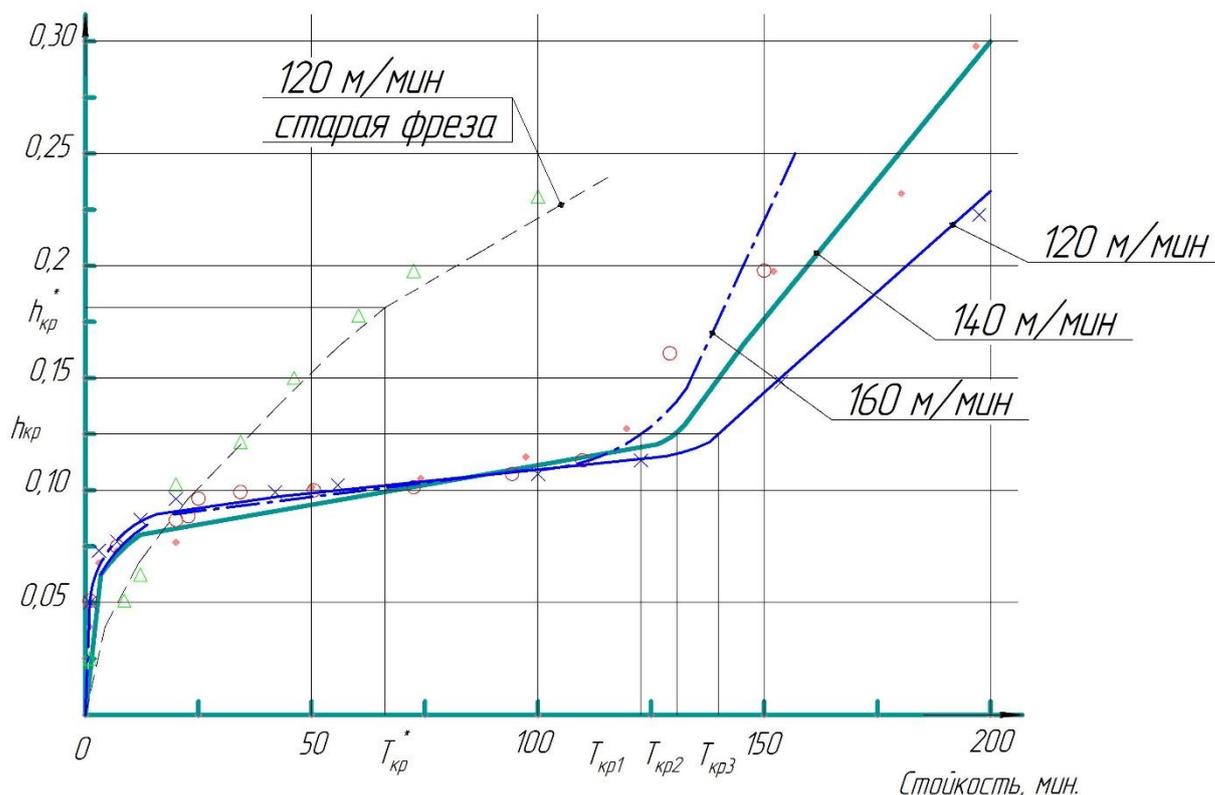


Рис. 24. Кривые износа.

При анализе кривых отчетливо видно, что полученные значения фаски износа для фрез новой конструкции имеют все признаки, присущие классической кривой износа. В качестве критического значения стойкости инструмента принимаем значение стойкости в начале участка критического износа, а именно $h_{кр} = 0.125$ мм. Также следует отметить, что в данном случае достижение значения критического износа не повлияло на работоспособность фрез, а именно на ухудшение качества поверхности и режущих свойств. По достижении времени работы инструмента, вдвое превысившего критическое (для скорости 140 м/мин), было решено остановить, чтобы не допустить поломки пластин и корпуса.

Для фрезы старой конструкции кривая износа имеет не классическую форму. Здесь нет ярко выраженной зоны нормального и катастрофического износа. В качестве стойкости инструмента было принято значение, соответствующее значительному ухудшению режущих свойств фрезы, а именно появлению вибраций, свиста, ухудшению качества поверхности. По

фотографиям режущей кромки видно, что на ней происходит процесс выкрашивания зуба.

Стойкость фрез старой и новой конструкции при аналогичных режимах резания значительно отличаются: для старой фрезы стойкость составила 70 минут, а для новой 140 минут, т.е. ровно на 100% больше. Стойкость при 140 и 160 метрах в минуту составила 120 и 130 минут соответственно.

На рис.28 представлен график зависимости стойкости инструмента от скорости резания.

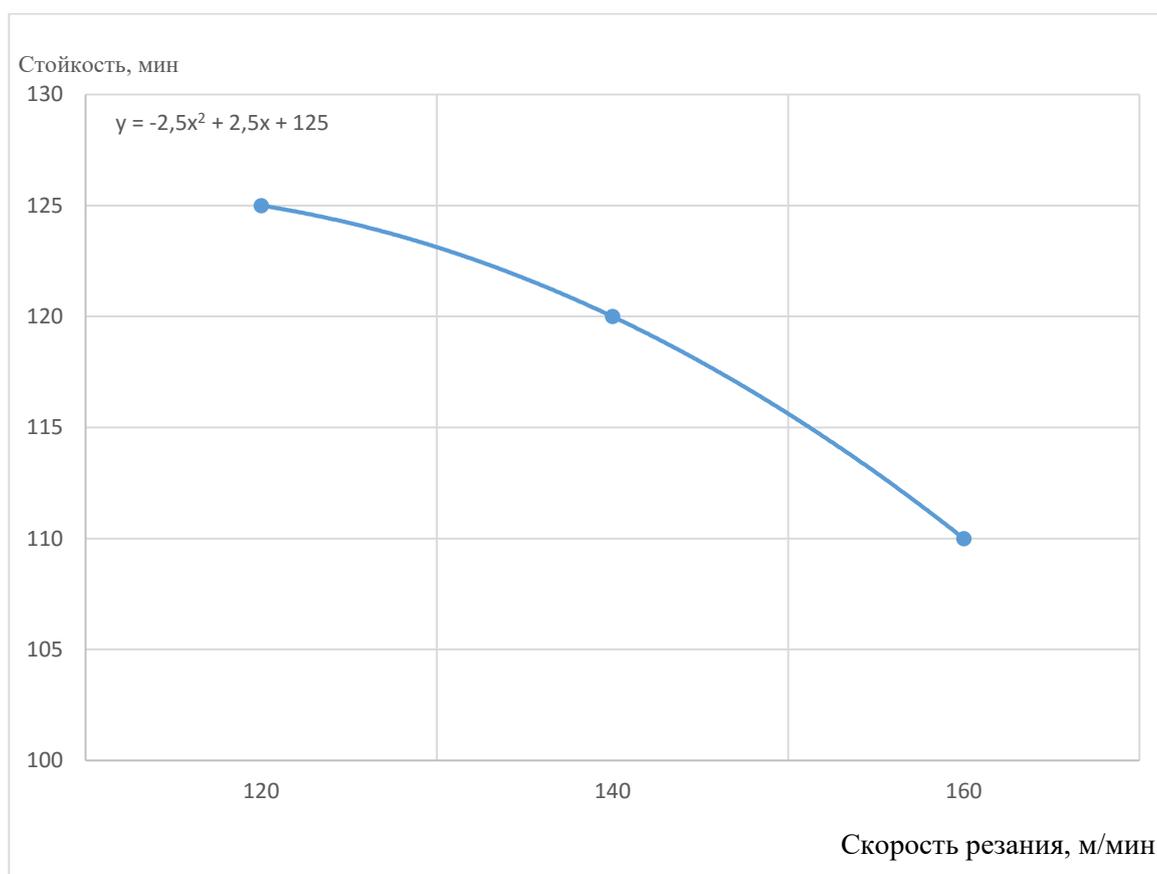


Рис.28

Из графика видно, что при увеличении скорости резания стойкость инструмента снижается. Связано это с тем, что при больших скоростях резания суммарный путь, пройденный режущей кромкой больше, а следовательно больше объём снимаемого материала и нагрузка на инструмент. При скорости резания 120 м/мин (606 об/мин) и подаче 0,15 мм/зуб (454 мм/мин) суммарный путь до начала критического износа составил 63.5 метра. Для скорости резания 160 м/мин (808 об/мин) и минутной подачи 606 мм/мин

тот же путь составил уже 72.7 метра. Отсюда следует вывод, что разработанная фреза лучше проявляет себя при работе на высоких скоростях (относительная стойкость выше на 14.5%).

Также отметим, что в таком случае следует поднять вопрос негативного влияния скорости резания на стойкость инструмента. Ведь если считать, что фактически при более высокой скорости резания суммарный объем обработанного материала выше, нежели при меньшей, соответственно наиболее экономически-целесообразным является работа на высоких скоростях (для конкретных режущих пластин, не превышая рекомендуемых значений, определённых по результатам испытаний)

4.2 Исследование сил резания при фрезеровании

При фрезеровании каждый зуб фрезы преодолевает сопротивление резанию со стороны материала заготовки и силы трения, действующих со стороны зубьев фрезы. Обычно в контакте с заготовкой находится не один зуб, и поэтому фреза преодолевает некоторую суммарную силу резания, складывающуюся из сил, действующих на эти зубья (Рис.29).

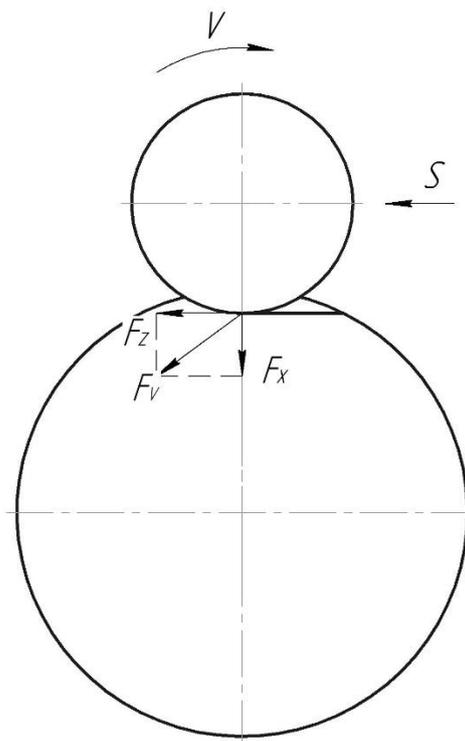


Рис.29.

Окружная, или тангенциальная, сила F_z является наиболее важной, так как она производит основную работу резания. По величине силы F_z определяют мощность электродвигателя привода станка и рассчитывают на прочность валы, зубчатые колеса и другие звенья привода станка.

Радиальная сила F_x представляет то усилие (противодавление), с которым обрабатываемая заготовка стремится оттолкнуть от себя фрезу; эта сила изгибает фрезерную оправку и давит на опоры шпинделя.

Горизонтальная составляющая силы резания F_v представляет усилие, которое необходимо приложить для удержания заготовки в приспособлении для осуществления рабочей подачи.

Вертикальная составляющая силы резания F_y направлена нормально к плоскости фрезерования.

4.1.1 Методика проведения испытаний

В рамках проверки работоспособности и исследования технологических возможностей разработанной фрезы были проведены их сравнительные силовые испытания. Сравнению подвергли фрезы новой конструкции и фрезы аналогичной конструкции, ранее производимые на ООО «ТИЗ». Испытания проводились на базе оборудования кафедры ТАМП.

В ходе испытаний обрабатывались заготовки из конструкционной углеродистой стали марки 40Х. Заготовкой являлся цилиндр, с фрезерованными пазами под выход инструмента. Также пазы позволяли отдельно зафиксировать радиальную составляющую силы резания P_x . Размеры заготовки представлены на рис.30.

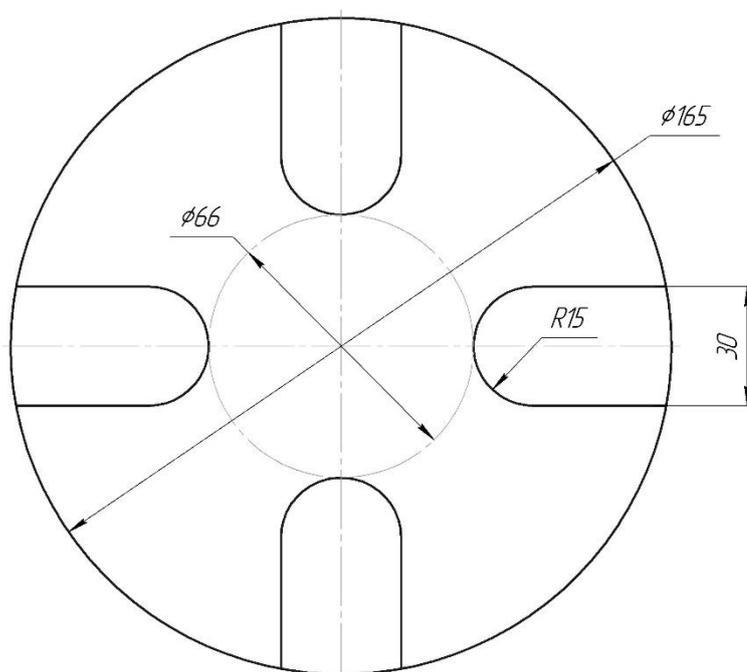
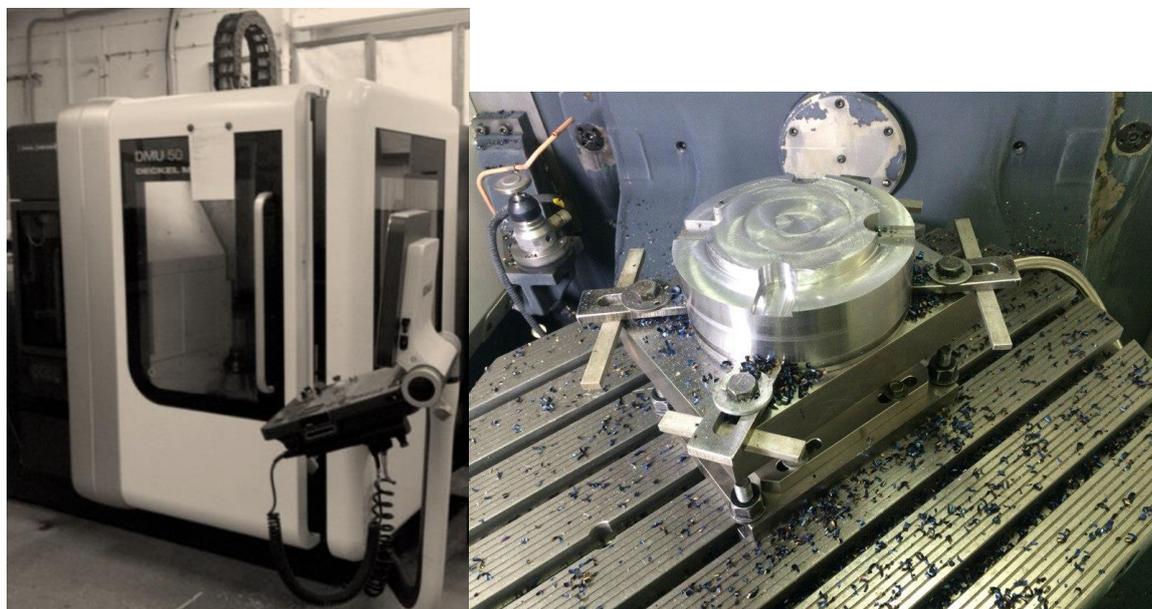


Рис.30. Размеры заготовки

Испытания проводили на пяти координатном станке с ЧПУ «DMU 50» (рис. а). В эксперименте использовали динамометр фирмы «Kistler – 9257BA»

(рис. б). Для поведения эксперимента, была применена оснастка (рис.). Оснастка состоит из двух плит, одна плита является переходной для закрепления динамометра на стол станка (рис. 2.4), а вторая плита для закрепления заготовки на динамометр.



а)

б)



Рис.31. Внешний вид динамометра «Kistler – 9257BA».

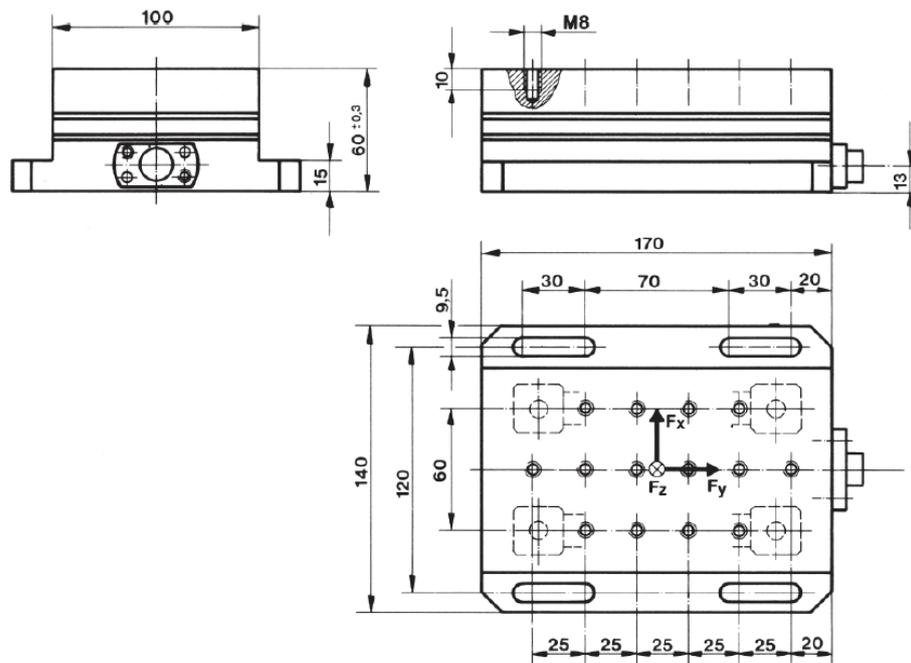


Рис.32 Габаритные и присоединительные размеры динамометра.

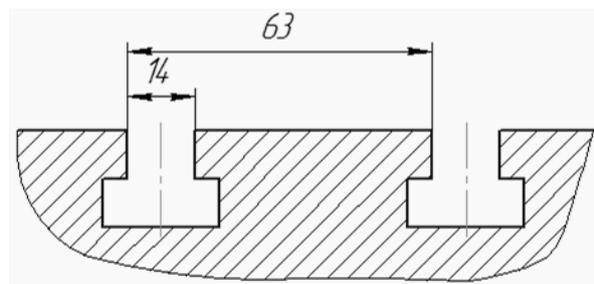


Рис.33 Размеры пазов стола, станка «DMU 50».

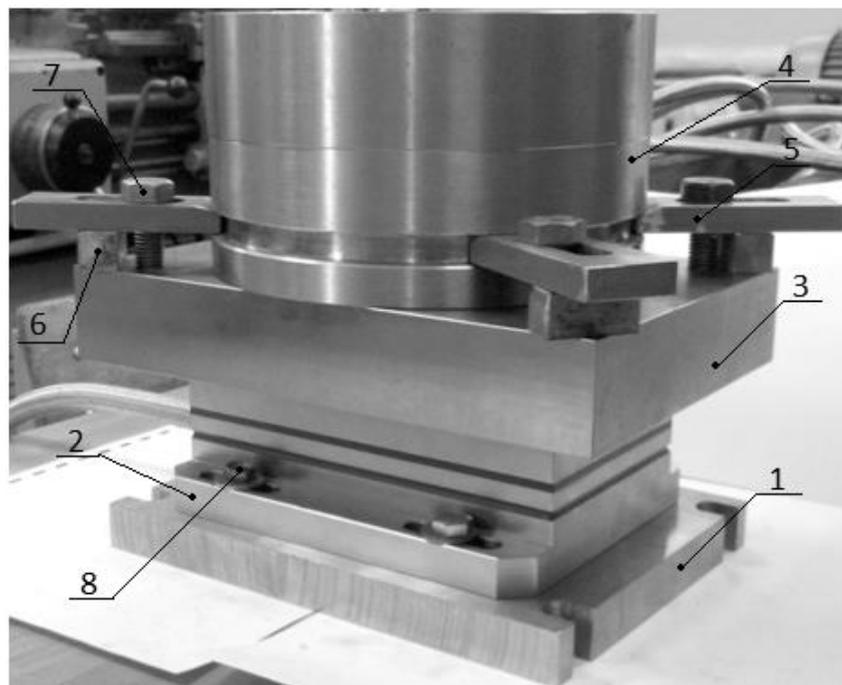


Рис.34 Оснастка в сборе.

- 1 - Плита для закрепления динамометра на стол станка «DMU 50»;
- 2 - Динамометр «Kistler – 9257BA»;
- 3 - Переходная плита для закрепления заготовки на динамометр «Kistler – 9257BA»;
- 4 - Заготовка из конструкционной стали 40Х;
- 5 - Прижим;
- 6 - Упор;
- 7- Болт М12;
- 8- Болт М8.

Как и при проведении стойкостных испытаниях, процесс съема материала осуществлялся по схеме попутного фрезерования(рис.35) без применения смазочно-охлаждающей жидкости, однако в данном случае съем материала осуществлялся по дуге, описывающей окружность заготовки.

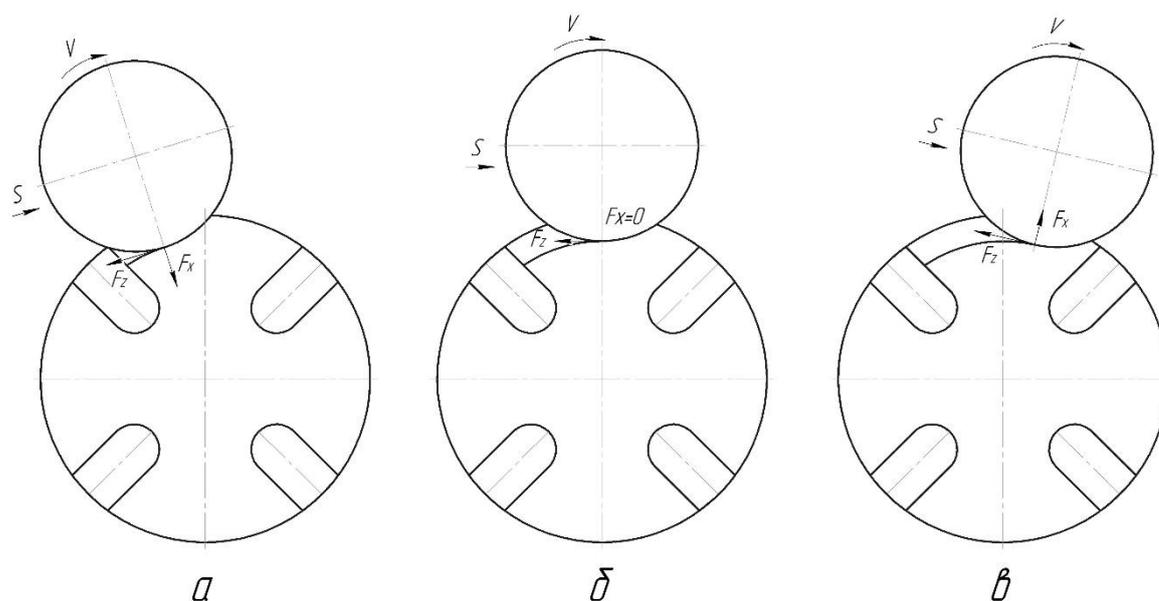


Рис.35. Схема снятия припуска.

Данная схема была принята для того, чтобы иметь возможность фиксировать отдельно тангенциальную составляющую силы резания. Такая возможность достигается за счет того, что при резании слева от вертикальной оси осевая составляющая сил резания пытается сдвинуть заготовку вниз (рис.35, а), а после прохождения оси и резании справа, осевая составляющая силы резания пытается сдвинуть заготовку вверх (рис.35, в). Соответственно при прохождении вертикальной оси сила R_x меняет свое направление

относительно осей динамометра и проходит через 0, что фиксируется динамометром. Следовательно мы можем зафиксировать значение радиальной составляющей силы резания P_z без учета влияния осевой составляющей.

В ходе испытаний процесс резания проводился на следующих режимах режания:

- скорости резания $V = 100; 120; 140; 160$ м/мин;

- подача на зуб – $S_z = 0,1; 0,2; 0,3$ мм/об;

- глубина фрезерования – $t = 1; 2; 3$ мм;

- ширина фрезерования – $B = 20$ мм.

В ходе испытаний фиксировали радиальную составляющую силы резания P_x при изменении одного из параметров режимов резания. Примеры графиков, полученный с применением динамометра представлены на рисунках ниже:

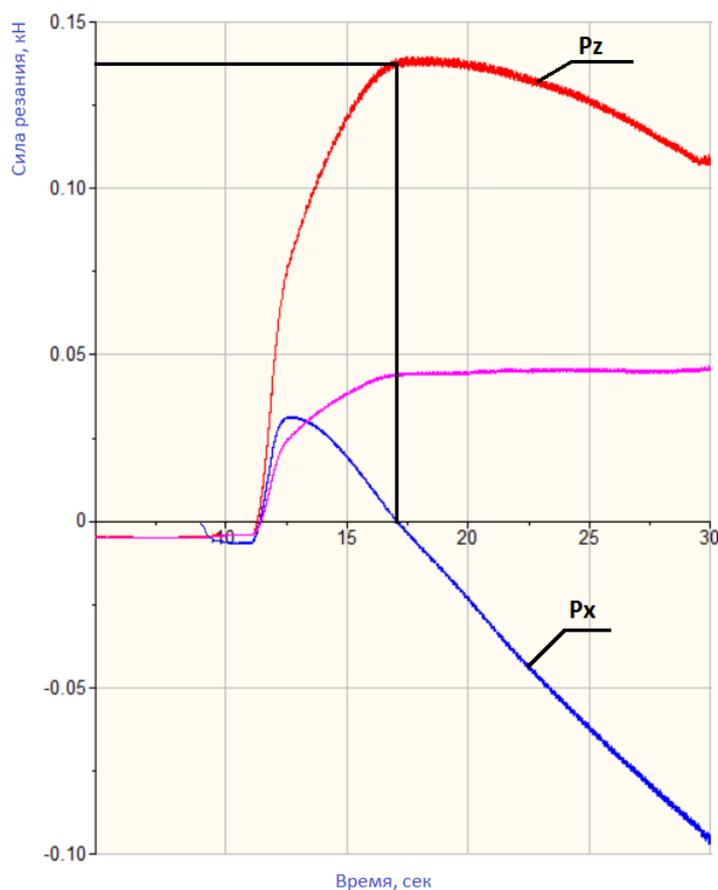


Рис. 36. $V = 120$ м/мин, $t = 1$ мм, $f = 0,1$ мм/зуб.

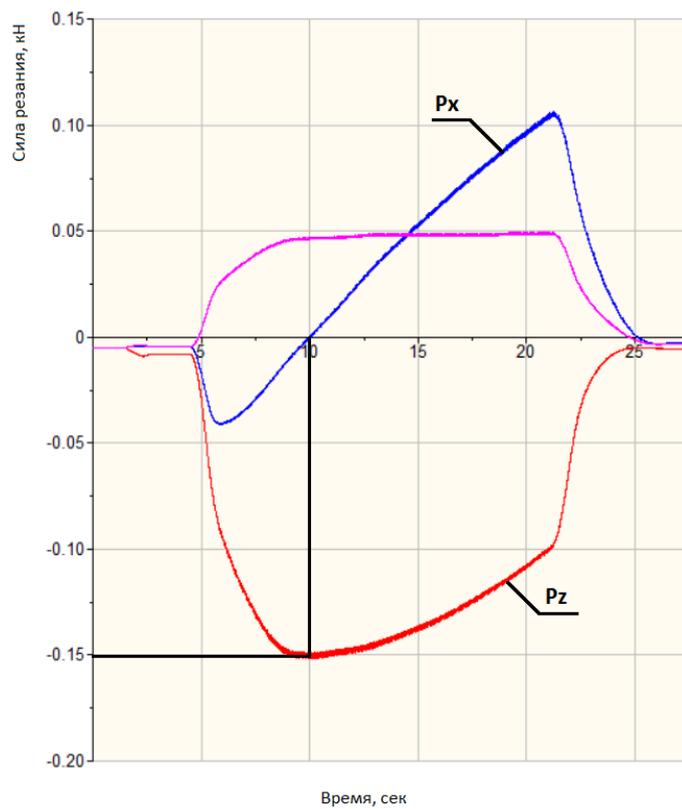


Рис.37. $V = 160$ м/мин, $t = 1$ мм, $f = 0,1$ мм/зуб.

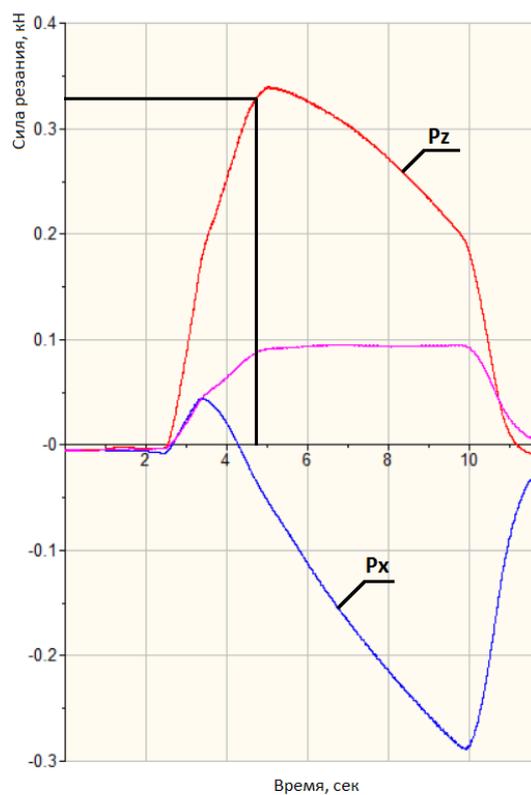


Рис.38. $V = 120$ м/мин, $t = 1$ мм, $f = 0,3$ мм/зуб.

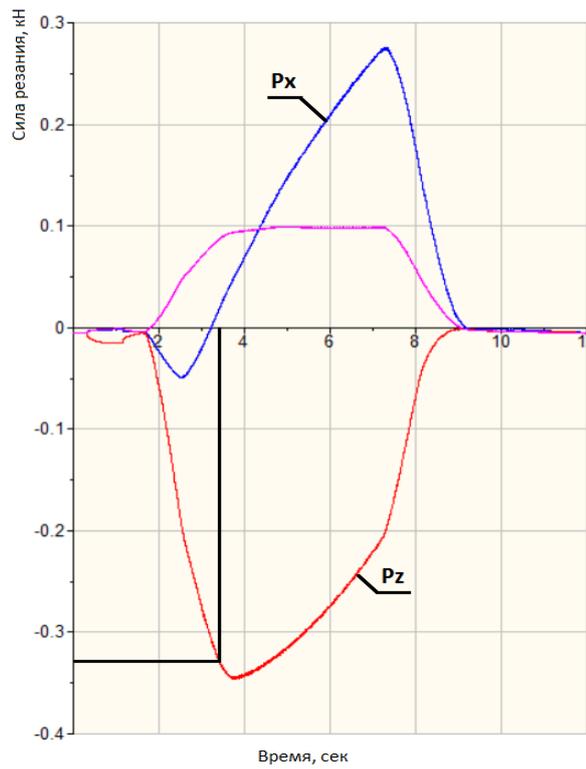


Рис.39. $V = 160$ м/мин, $t = 1$ мм, $f = 0,3$ мм/зуб.

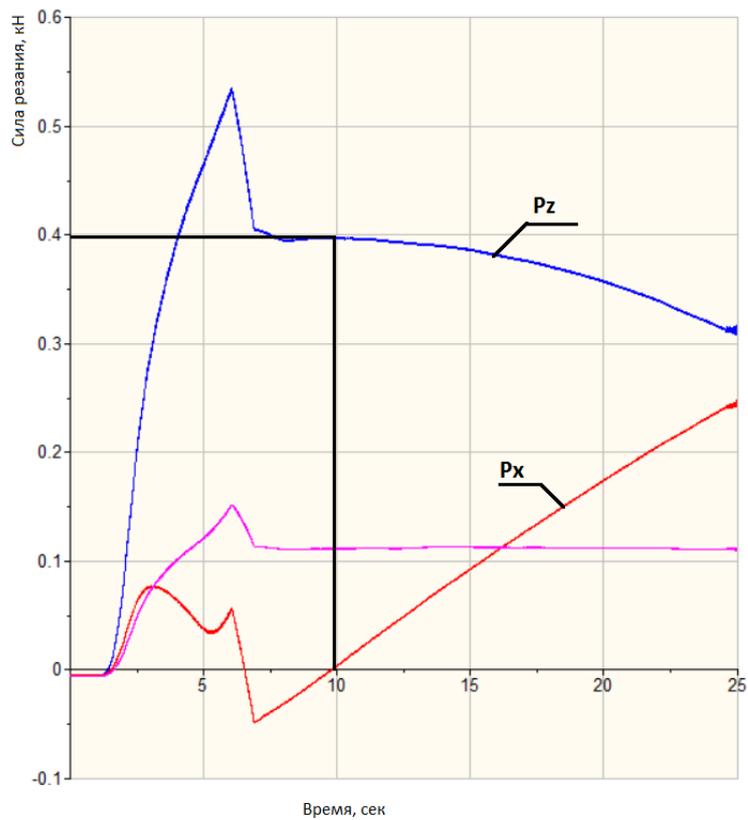


Рис.40. $V = 120$ м/мин, $t = 3$ мм, $f = 0,1$ мм/зуб.

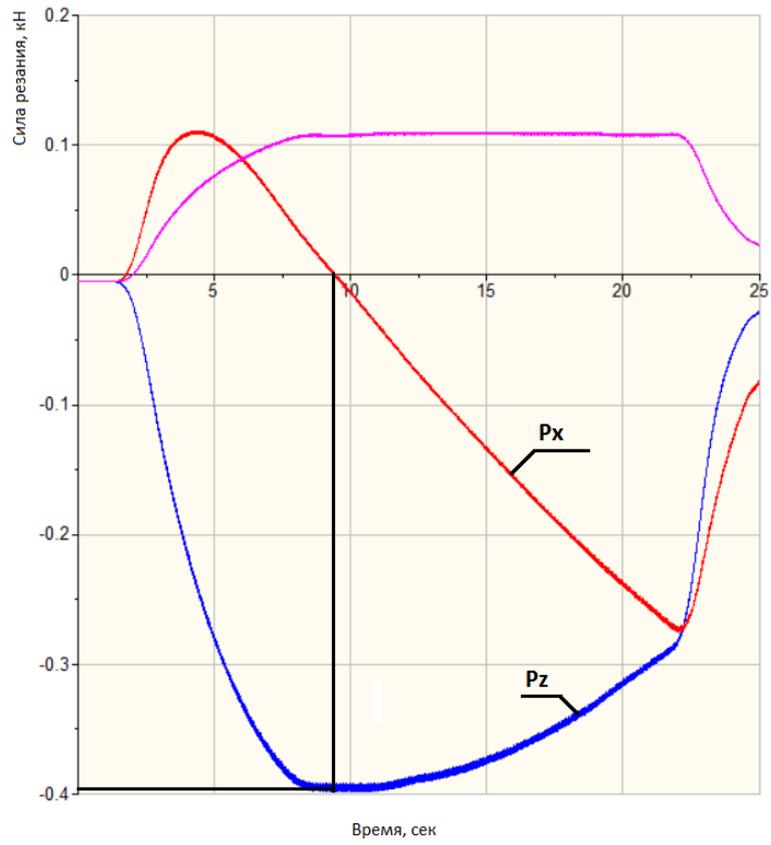


Рис.41. $V = 160$ м/мин, $t = 3$ мм, $f = 0,1$ мм/зуб.

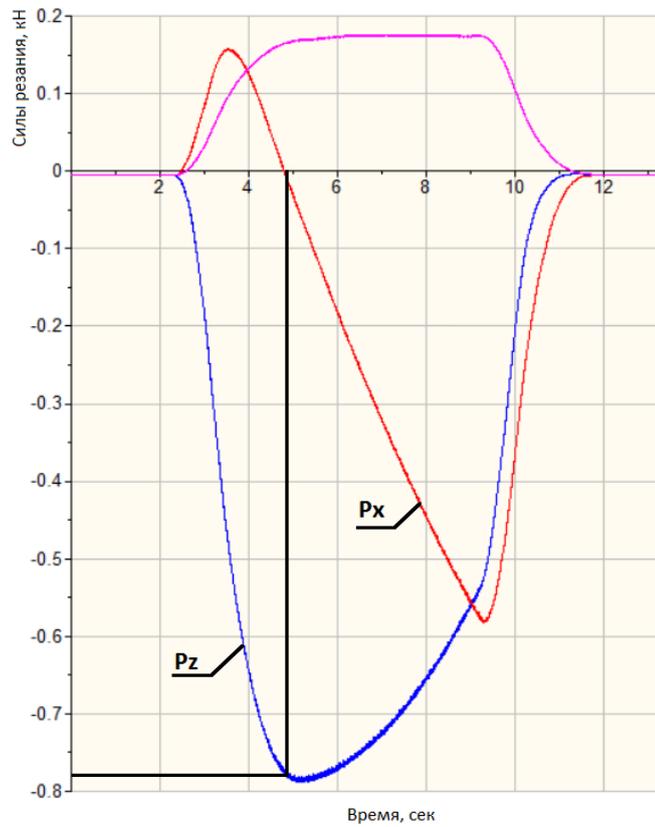


Рис.42. $V = 120$ м/мин, $t = 3$ мм, $f = 0,3$ мм/зуб.

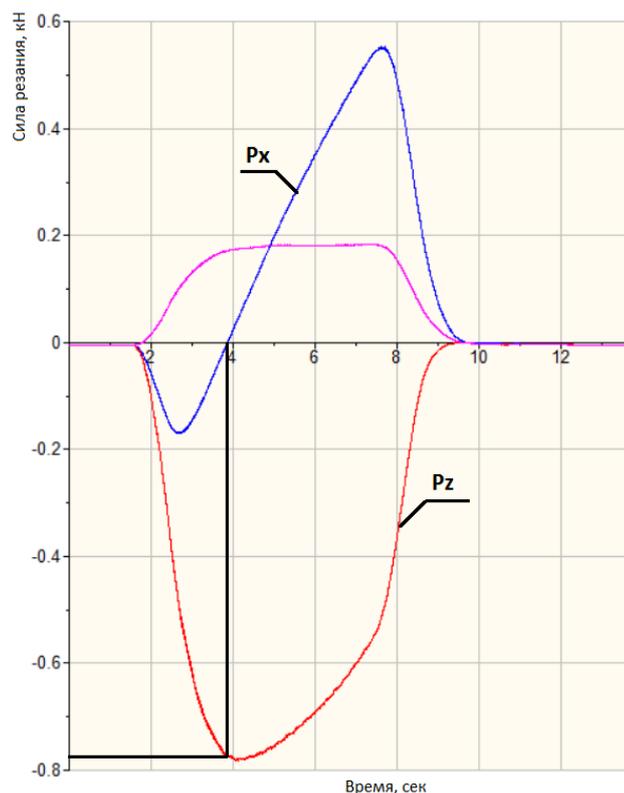


Рис.43. $V = 160$ м/мин, $t = 3$ мм, $f = 0,3$ мм/зуб.

4.1.2 Анализ полученных данных

Полученные в ходе испытаний результаты замеров силы резания приведены ниже.

Табл.12. Глубина резания 1 мм.

	Сила резания, кН			
	При скорости резания, м/мин			
Подача, мм/зуб	100	120	140	160
0,1	0,13	0,13	0,13	0,15
0,2	0,2	0,22	0,25	0,26
0,3	0,32	0,35	0,36	0,36

Табл.13. Глубина резания 2 мм.

	Сила резания, кН			
	При скорости резания, м/мин			
Подача, мм/зуб	100	120	140	160
0,1	0,27	0,28	0,28	0,28
0,2	0,44	0,45	0,46	0,46
0,3	0,52	0,53	0,53	0,54

Табл.14. Глубина резания 3 мм.

Подача, мм/зуб	Сила резания, кН			
	При скорости резания, м/мин			
	100	120	140	160
0,1	0,4	0,39	0,38	0,38
0,2	0,61	0,58	0,58	0,58
0,3	0,76	0,76	0,77	0,76

По табличным данным были построены графики зависимости радиальной составляющей силы резания от скорости резания при различных подачах. Результаты представлены на рисунках 44-46.

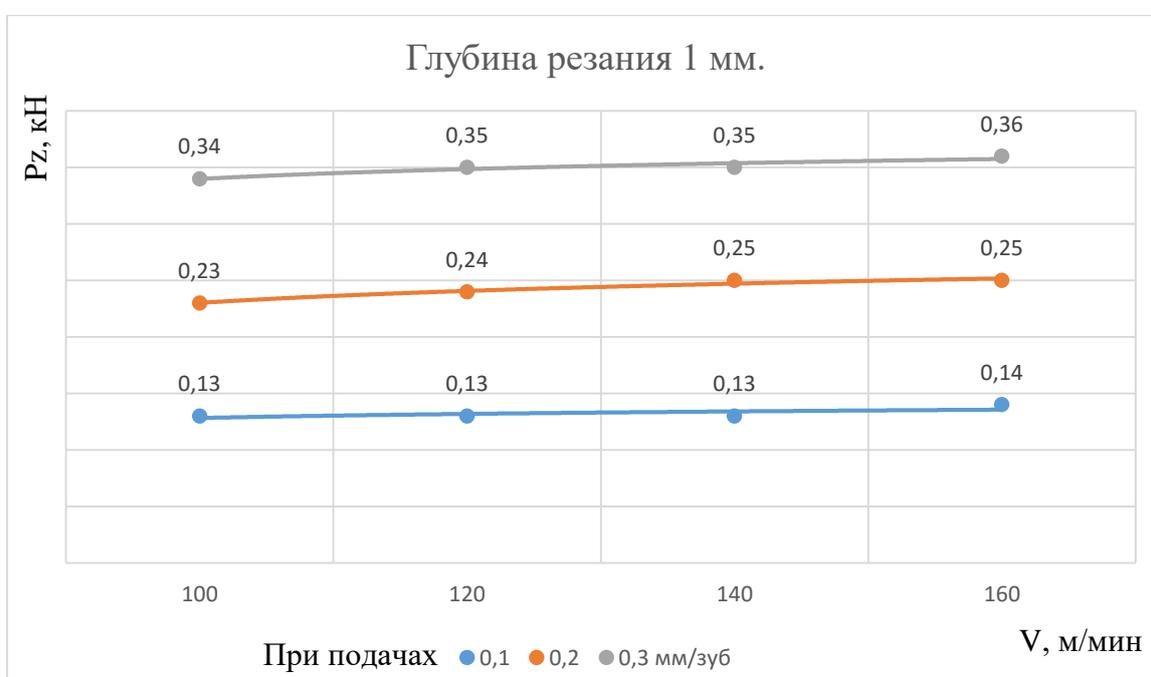


Рис. 44.

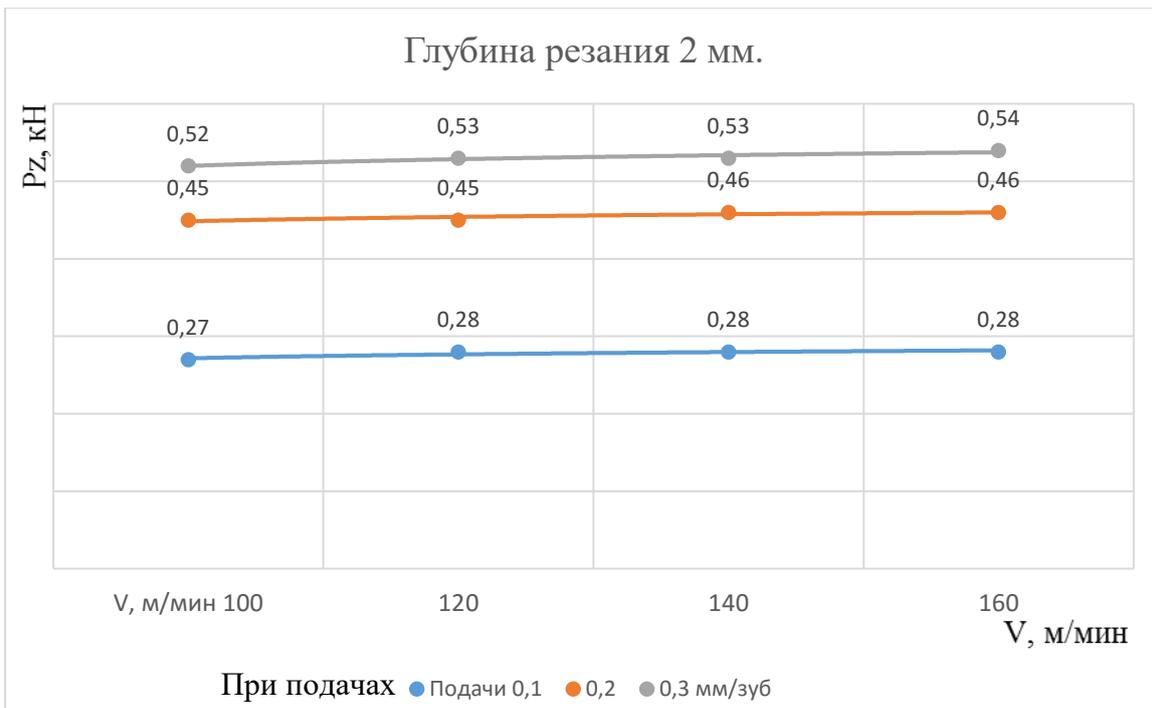


Рис. 45.

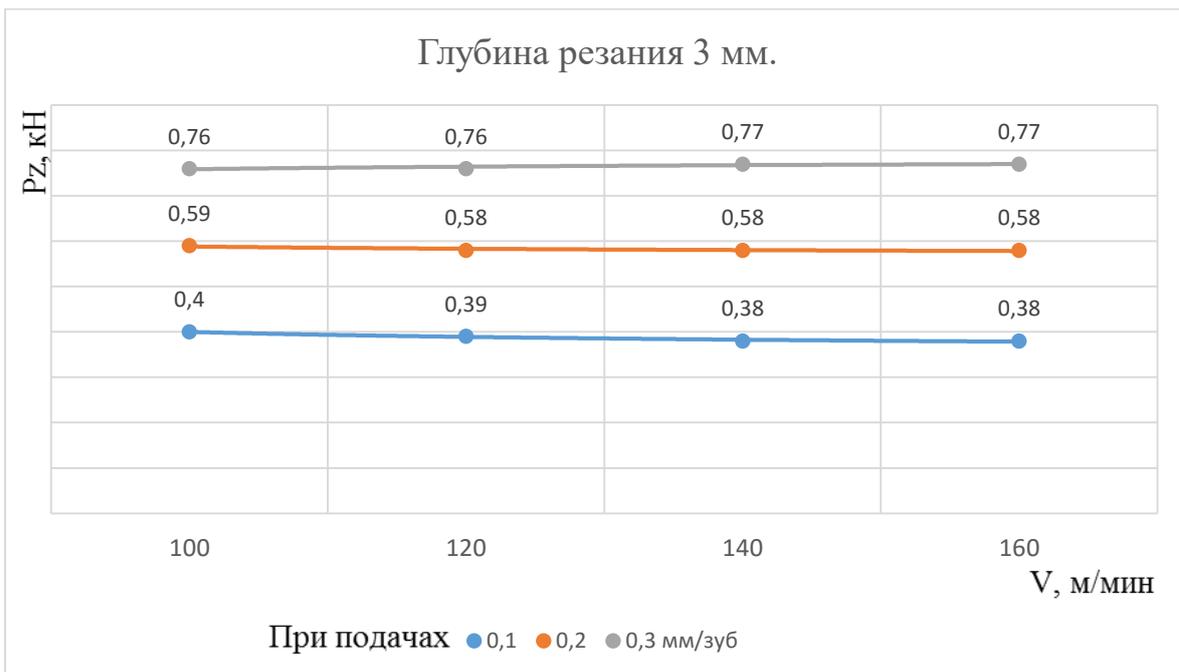


Рис. 46.

Определим коэффициент влияния скорости резания на силу резания:

На основании графиков видно, что при изменении скорости резания и прочих равных сила резания остается неизменной (с учетом погрешности измерений), что подтверждают показатели степени при коэффициенте X. В рассмотренном случае показатель степени имеет значения, не превышающие

0,06, следовательно можно считать, что скорость резания не влияет на величину силы резания.

Аналогично построим графики зависимости силы резания от подачи и глубины обработки. Результаты представлены ниже.

Зависимость силы резания от подачи.

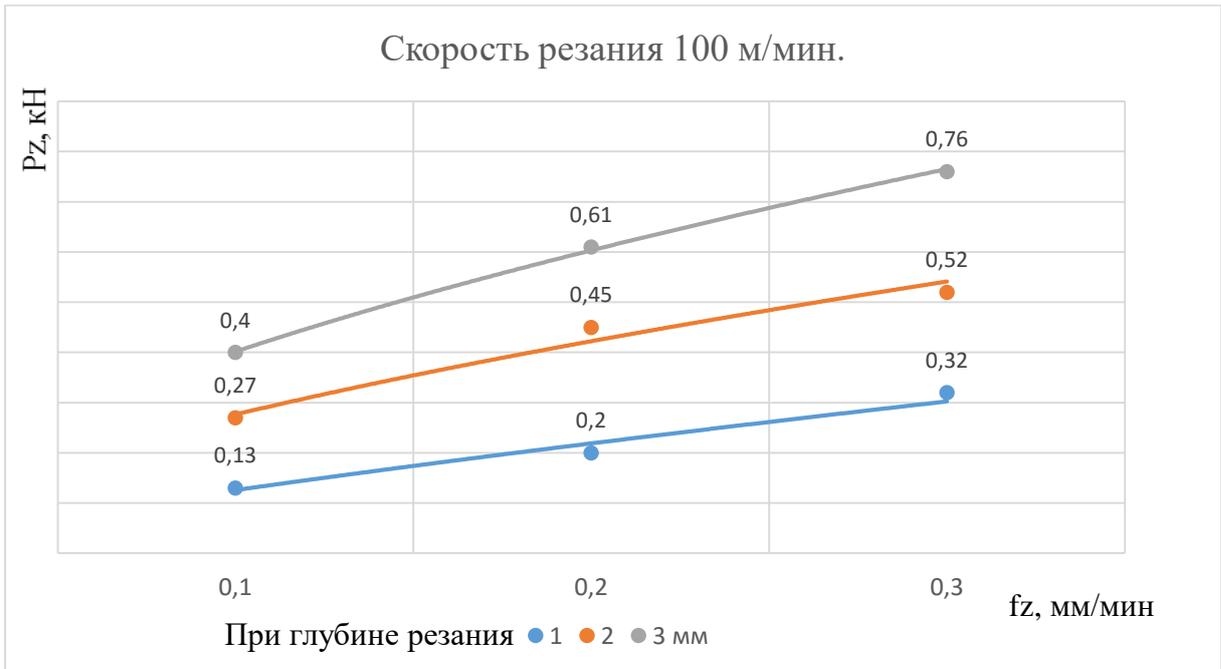


Рис. 47.

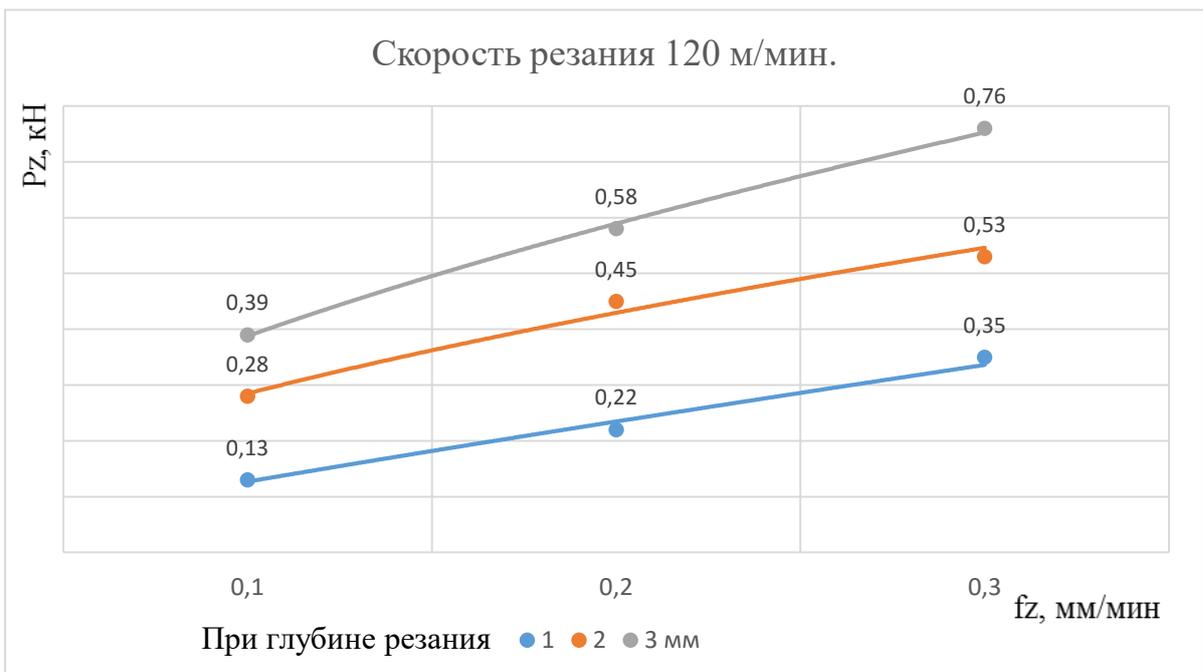


Рис. 48.

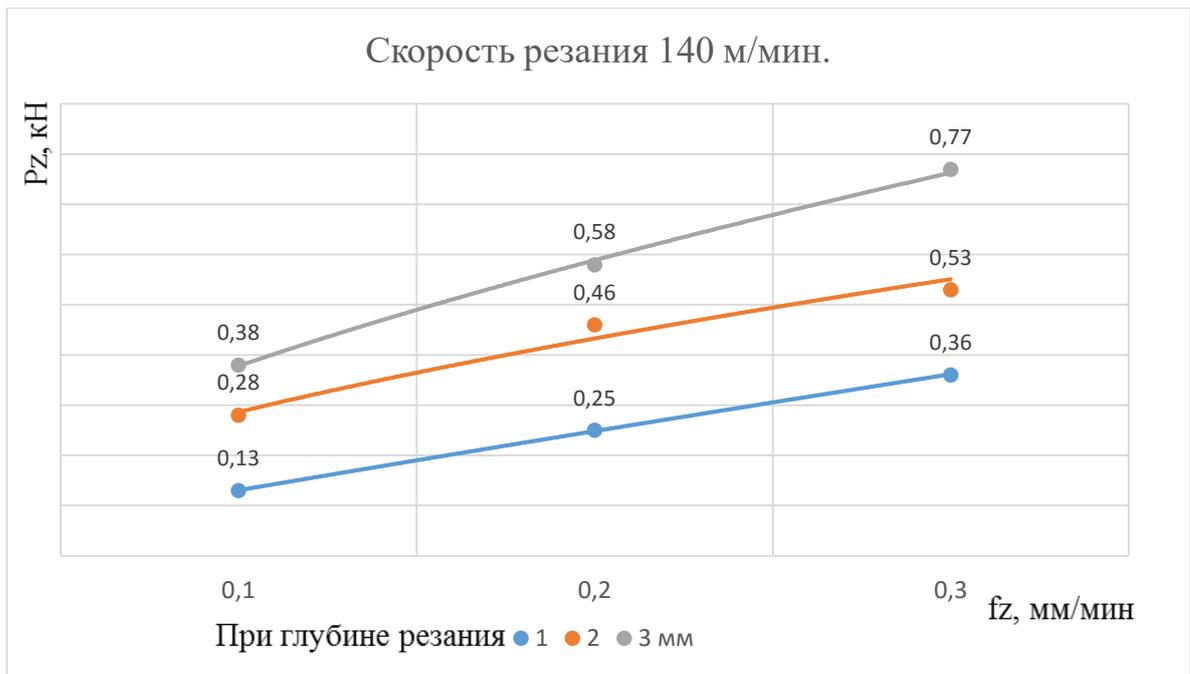


Рис. 49.

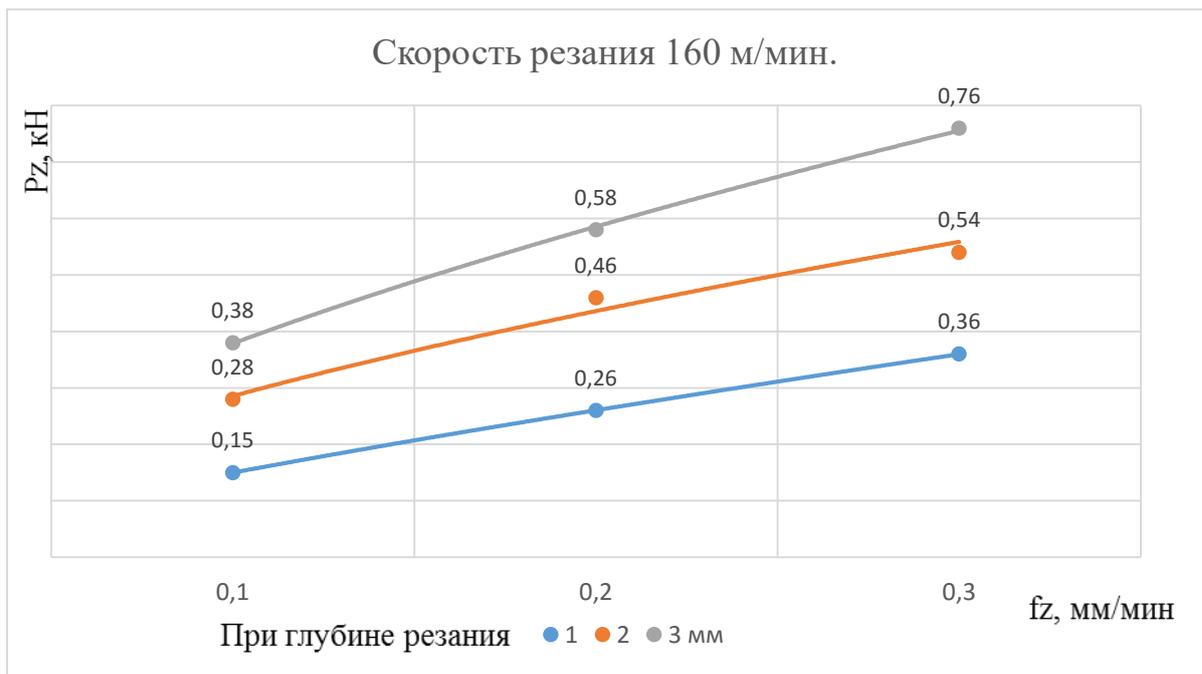


Рис. 50.

Определим коэффициент влияния подачи на силу резания. Для этого необходимо рассчитать среднее значение показателя степени функции.

$$\text{Для скорости резания 100 м/мин: } K_f = \frac{0.587+0.612+0.798}{3} = 0.665.$$

$$\text{Для скорости резания 120 м/мин: } K_f = \frac{0.603+0.592+0.886}{3} = 0.693.$$

Для скорости резания 140 м/мин: $K_f = \frac{0.639+0.595+0.929}{3} = 0.721$.

Для скорости резания 160 м/мин: $K_f = \frac{0.629+0.611+0.796}{3} = 0.678$.

Итоговый коэффициент влияния подачи на силу резания рассчитаем как среднее арифметическое от коэффициентов для различных скоростей:

$$K_{f\Sigma} = y = \frac{0.665 + 0.693 + 0.721 + 0.678}{4} = 0.689.$$

Зависимость силы резания от глубины резания.

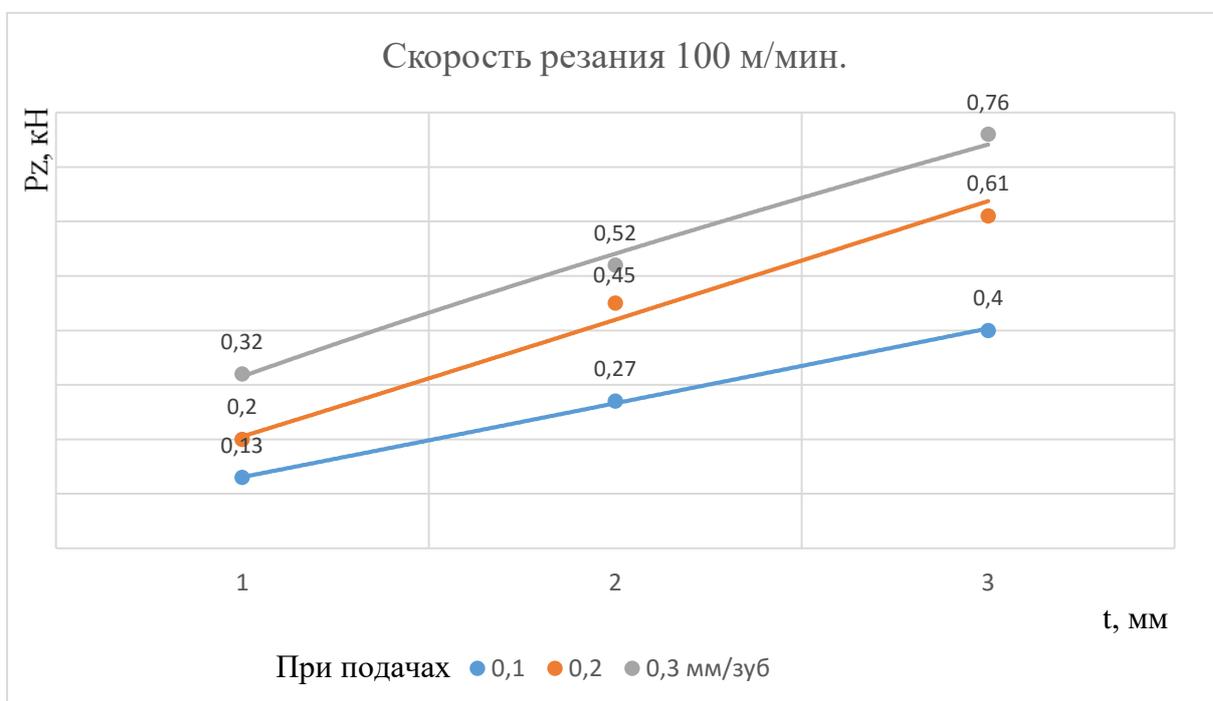


Рис. 51.

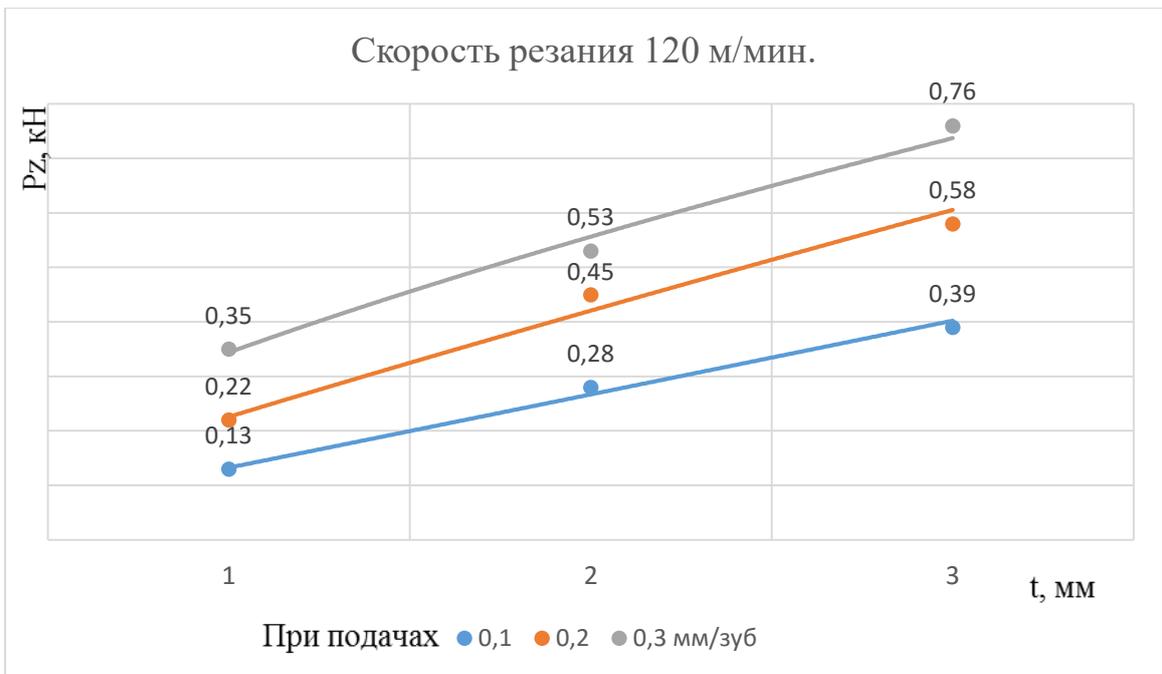


Рис. 52.

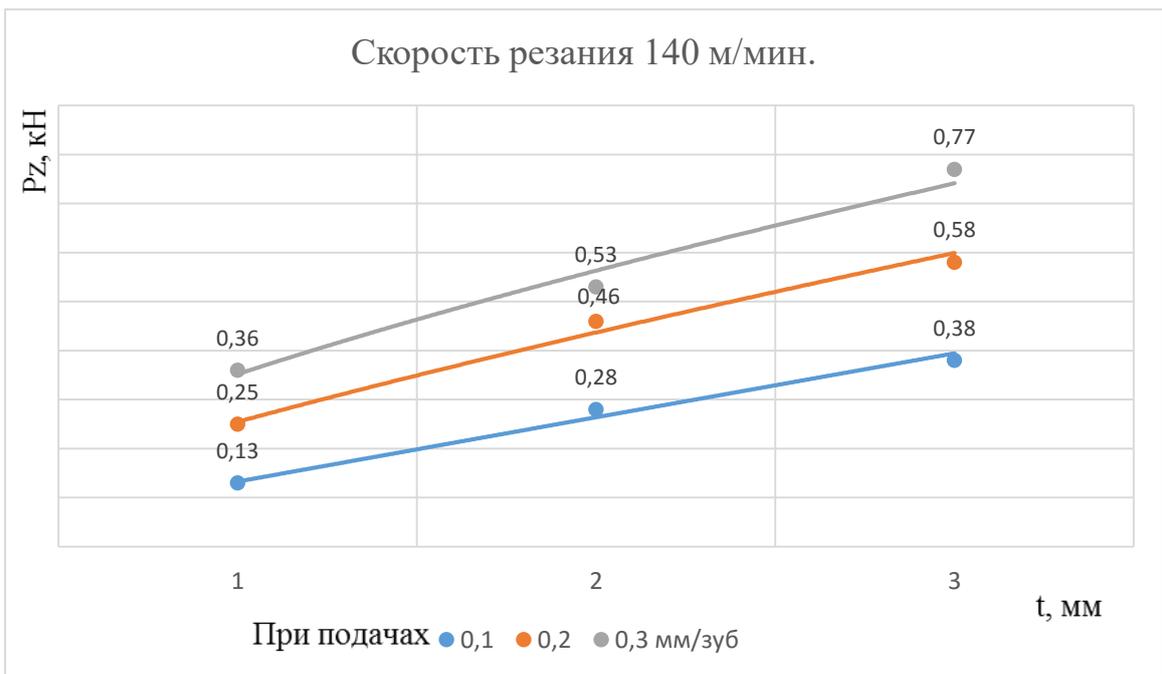


Рис. 53.

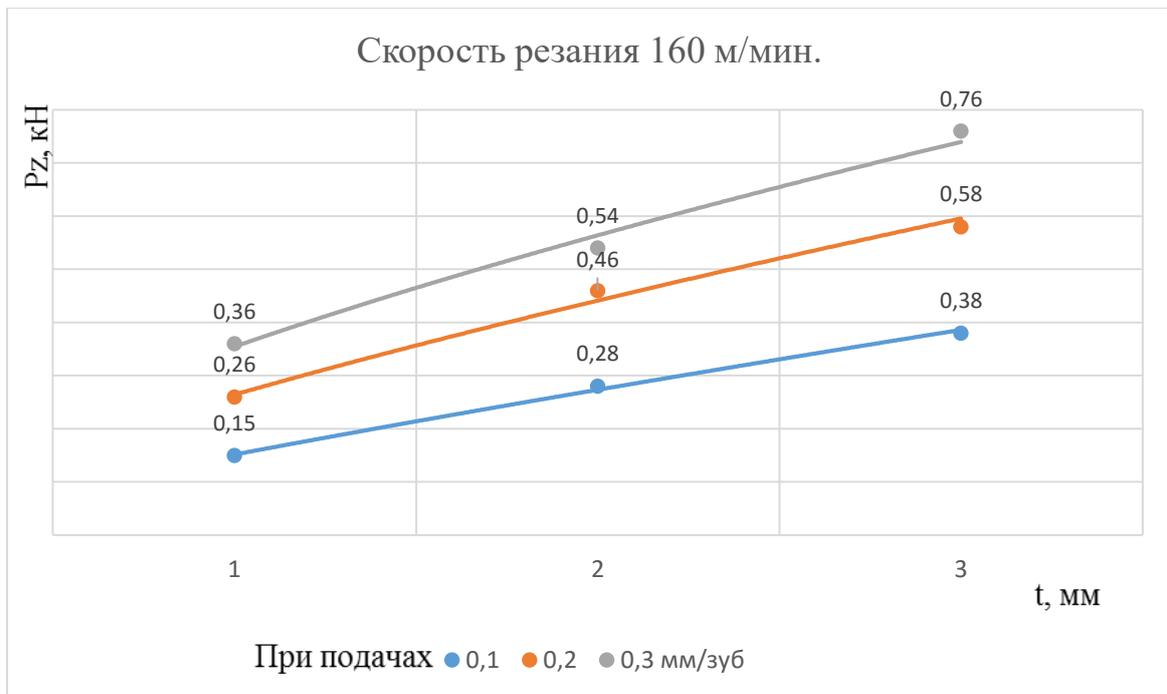


Рис. 54.

Определим коэффициент влияния глубины резания на силу резания. Для этого необходимо рассчитать среднее значение показателя степени функции.

$$\text{Для скорости резания 100 м/мин: } K_t = \frac{0.778+1.031+1.026}{3} = 0.955.$$

$$\text{Для скорости резания 120 м/мин: } K_t = \frac{0.694+0.898+1.01}{3} = 0.887.$$

$$\text{Для скорости резания 140 м/мин: } K_t = \frac{0.667+0.778+0.992}{3} = 0.832.$$

$$\text{Для скорости резания 160 м/мин: } K_t = \frac{0.669+0.740+0.852}{3} = 0.773.$$

Итоговый коэффициент влияния подачи на силу резания рассчитаем как среднее арифметическое от коэффициентов для различных скоростей:

$$K_{f\Sigma} = x = \frac{0.955 + 0.887 + 0.832 + 0.773}{4} = 0.894.$$

Определим коэффициент C_p , необходимый для расчета силы резания при известных значениях глубины и подачи по формуле:

$$C_p = \frac{P}{t^x s^y};$$

здесь P – результирующая сила резания, Н;

t – глубина резания, мм;

s – подача, мм/зуб.

Тогда:

$$C_p = \frac{P}{t^x s^y} = \frac{450}{2^{0,894} 0,2^{0,689}} = 732,9$$

Теперь получим сравнительные графики сил резания разработанной фрезы и фрезы старой конструкции при скорости резания 100 м/мин. Данные по результатам испытаний представлены в таблице 14.

Табл.14.

Глубина резания, мм		Сила резания, кН	
		1	2
Подача, мм/зуб	0,1	0,10	0,23
	0,2	0,15	0,31
	0,3	0,21	0,45

Для корректной оценки работоспособности разработанной фрезы построим графики зависимости радиальной составляющей силы резания от подачи для обеих фрез аналогичных режимах резания (скорость резания 120 м/мин) (Рис. 55 и 56).

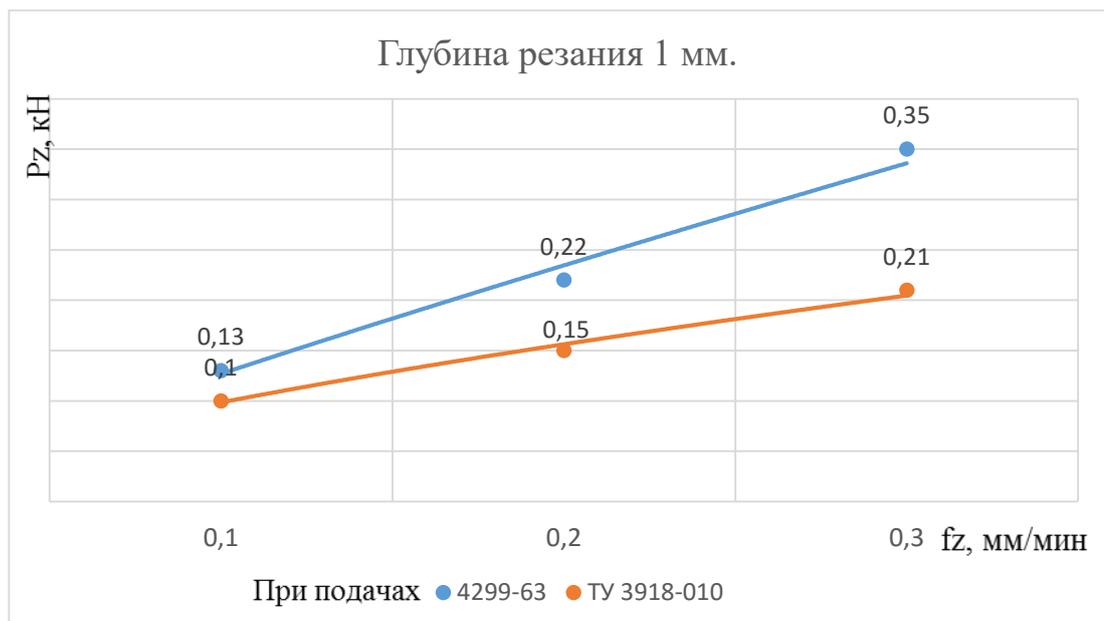


Рис.55.

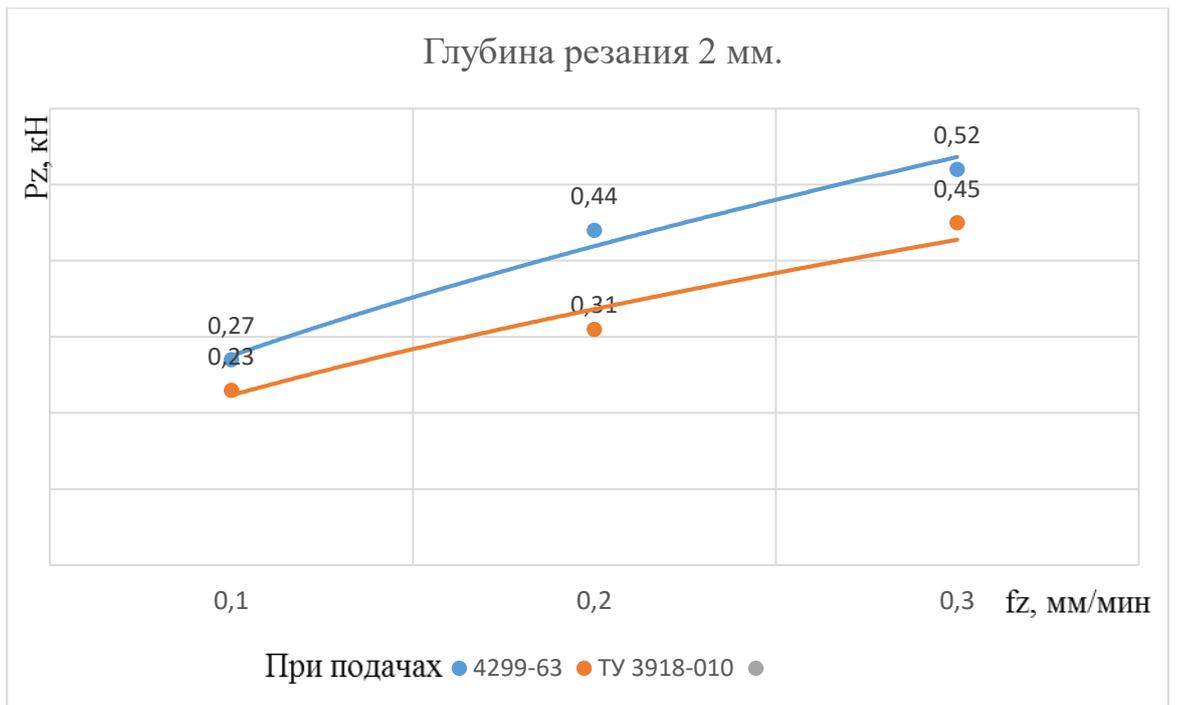


Рис.56.

Анализируя графики, можно заметить, что сила резания разработанных фрез выше, чем у фрез ТУ 3918-010 в среднем на 15%. Учитывая, что величина передних углов, главных углов в плане, режимы резания являются идентичными, можно предположить, что в данном случае влияние на силу резания оказывает радиус скругления режущей кромки.

5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

В настоящее время перспективность научного исследования определяется не столько масштабом открытия, оценить которое на первых этапах жизненного цикла высокотехнологического и ресурсоэффективного продукта бывает достаточно трудно, сколько коммерческой ценностью разработки. Оценка коммерческой ценности разработки является необходимым условием при поиске источников финансирования для проведения научного исследования и коммерциализации его результатов. Через такую оценку ученый может найти партнера для дальнейшего проведения научного исследования, коммерциализации результатов такого исследования и открытия бизнеса.

Таким образом, целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является определение перспективности и успешности научно-исследовательского проекта, разработка механизма управления и сопровождения конкретных проектных решений на этапе реализации.

Для данного научного проекта необходимо определить его коммерческую ценность и оценить конкурентоспособность данной разработки по сравнению с аналогами.

5.1. Предпроектный анализ

5.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок.

Инструмент, разрабатываемый в данной работе нацелен на конкретного потребителя – средне- и мелкосерийные предприятия машиностроительной направленности.

5.1.2. Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения.

Целесообразно проводить данный анализ с помощью оценочной карты, представленной в табл. 1. Для этого отберем два конкурентных товара.

Табл. 1. Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности труда	0.2	4	2	5	0.8	0.4	1
2. Стойкость инструмента	0.25	5	3	5	1.25	0.75	1.25
3. Понижение уровня шума	0.05	4	1	5	0.2	0.05	0.25
4. Простота эксплуатации	0.05	3	4	3	0.15	0.2	0.15
5. Технологичность инструмента	0.1	5	2	4	0.5	0.2	0.4
Экономические критерии оценки эффективности							

1. Конкурентоспособность продукта	0.1	4	3	5	0.4	0.3	0.5
2. Цена	0.25	3	5	1	0.75	1.25	0.25
Итого	1	28	20	28	3.25	2.75	2.8

Критерии для сравнения и оценки ресурсоэффективности и ресурсосбережения, приведенные в табл. 1, подбираются, исходя из выбранных объектов сравнения с учетом их технических и экономических особенностей разработки, создания и эксплуатации.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i,$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

В данном анализе за B_{ϕ} принята фреза разработанной конструкции, за $B_{к1}$ аналогичная фреза, ранее изготавливаемая на Томском инструментальном заводе, а за $B_{к2}$ фреза известного мирового производителя, нацеленная на выполнение аналогичных задач.

Анализ технологических решений показал, что разработанная фреза выигрывает по суммарному баллу конкурентоспособности.

5.1.3. FAST-АНАЛИЗ

Стадия 1. Выбор объекта FAST-анализа.

В рамках магистерской диссертации в качестве объекта FAST-анализа выступает объект исследования.

Стадия 2. Описание главной, основных и вспомогательных функций, выполняемых объектом.

В рамках данной стадии FAST-анализа объект анализируется с позиции функционального устройства. Вся полученная информация из данного раздела представлена в табл. 15.

Таблица 15 - Классификация функций, выполняемых объектом исследования

Наименование детали (узла, процесса)	Количество деталей на узел	Выполняемая функция	Ранг функции		
			Главная	Основная	Вспомогательная
Сборная концевая фреза	5	Обработка материалов резанием	X		
Корпус концевой фрезы	1	1. Обеспечивает крепление в патроне станка 2. Обеспечивает крепление СМП 3. Базовая деталь сборной концевой фрезы		X	
СМП	2	1. Служит режущей частью фрезы 2. Базовая деталь сборной концевой фрезы		X	
Винт	2	1. Служит для крепления СМП в корпусе			X

		2. Базовая деталь сборной концевой фрезы			
--	--	---	--	--	--

Стадия 3. Определение значимости выполняемых функций объектом.

Для оценки значимости функций будем использовать метод расстановки приоритетов, предложенный Блумбергом В.А. и Глущенко В.Ф. В основу данного метода положено расчетно-экспертное определение значимости каждой функции. На первом этапе необходимо построить матрицу смежности функции (табл. 16).

Таблица 16 - Матрица смежности

	Функция 1	Функция 2	Функция 3	Функция 4
Функция 1	=	>	=	>
Функция 2	<	=	<	>
Функция 3	=	>	=	>
Функция 4	<	<	<	=

Примечание: «<» – менее значимая; «=» – одинаковые функции по значимости; «>» – более значимая

Второй этап связан с преобразованием матрицы смежности в матрицу количественных соотношений функций (табл. 17).

Таблица 17 - Матрица количественных соотношений функций

	Функция 1	Функция 2	Функция 3	Функция 4	ИТОГО
Функция 1	1	1,5	1	1,5	5
Функция 2	0,5	1	0,5	1,5	3,5
Функция 3	1	1,5	1	1,5	5
Функция 4	0,5	0,5	0,5	1	2,5

Примечание: 0,5 при «<»; 1,5 при «>»; 1 при «=»

$\Sigma=16$

В рамках третьего этапа происходит определение значимости функций путем деления балла, полученного по каждой функции, на общую сумму баллов по всем функциям.

Определение значимости функций

Для функции 1 относительная значимость равна $5/25 = 0,31$; для функции 2 – 0,22; для функции 3 – 0,31; для функции 4 – 0,16.

Стадия 4. Анализ стоимости функций, выполняемых объектом исследования.

Задача данной стадии заключается в том, что с помощью специальных методов оценить уровень затрат на выполнение каждой функции. Сделать это возможно с помощью применения нормативного метода. Расчет стоимости функций приведен в табл. 18.

Таблица 18 - Определение стоимости функций, выполняемых объектом исследования

Наименование детали (узла, процесса)	Количество детали на узел	Выполняемая функция	Норма расхода а, г	Трудоемкость детали, нормо-ч	Стоимость материала, руб.	Заработная плата, руб.	Себестоимость, руб.
Сборная концевая фреза	5	Обработка материалов резанием	—	—	—	—	4000
Корпус концевой фрезы	1	1. Обеспечивает крепление в патроне станка 2. Обеспечивает крепление СМП	200	6	15	2200	2215

		3. Базовая деталь сборной концевой фрезы					
СМП	2	1. Служит режущей частью фрезы 2. Базовая деталь сборной концевой фрезы	25	1	160	1500	1660
Винт	2	1. Служит для крепления СМП в корпусе 2. Базовая деталь сборной концевой фрезы	5	0,5	5	120	125

Стадия 5. Построение функционально-стоимостной диаграммы объекта и ее анализ.

Информация об объекте исследования, собранная в рамках предыдущих стадий, на данном этапе обобщается в виде функционально-стоимостной диаграммы (ФСД) (рис. 17):

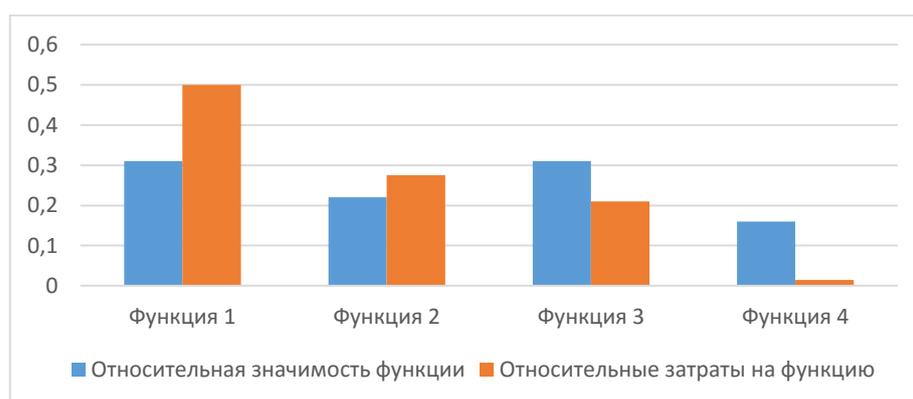


Рисунок 17 - Функционально-стоимостная диаграмма

Построенная функционально-стоимостная диаграмма позволяет выявить диспропорции между важностью (полезностью) функций и затратами на них. Анализ приведенной выше ФСД показывает явное наличие рассогласования по функциям 1 и 4.

Стадия 6. Оптимизация функций, выполняемых объектом.

В качестве конкретных шагов, которые необходимо предложить на данном этапе, выступают предложения, связанные с экономией за счет:

- применения принципиально новых конструкторских решений;
- оптимизации технических параметров;
- применения новых техпроцессов, заготовок и материалов.

5.1.4. ОЦЕНКА ГОТОВНОСТИ ПРОЕКТА К КОММЕРЦИАЛИЗАЦИИ

Для оценки степени готовности научной разработки к коммерциализации необходимо заполнить специальную форму (табл. 19), содержащую показатели о степени проработанности проекта с позиции коммерциализации и компетенциям разработчика научного проекта.

Таблица 19 - Бланк оценки степени готовности научного проекта к коммерциализации

№ п/п	Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
1.	Определен имеющийся научно-технический задел	5	5
2.	Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела	5	5
3.	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	5	4
4.	Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	4	4
5.	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	3	3
6.	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	2	4
7.	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	3	2

8.	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	2	3
9.	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	3	4
10.	Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	2	4
11.	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	2	3
12.	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	2	2
13.	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	3	5
14.	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	3	2
15.	Проработан механизм реализации научного проекта	4	4
	Итого баллов	48	54

Оценка готовности научного проекта к коммерциализации (или уровень имеющихся знаний у разработчика) определяется по формуле:

$$B_{\text{сум}} = \sum_{i=1}^{15} B_i,$$

где $B_{\text{сум}}$ – суммарное количество баллов по каждому направлению;

B_i – балл по i -му показателю.

Полученные баллы соответствуют перспективности данной работы выше среднего, т.е. научная работа и разработчики готовы к коммерциализации.

5.2. ИНИЦИАЦИЯ ПРОЕКТА

В рамках процессов инициации определяются изначальные цели и содержание и фиксируются изначальные финансовые ресурсы. Определяются внутренние и внешние заинтересованные стороны проекта, которые будут взаимодействовать и влиять на общий результат научного проекта.

1. Цели и результат проекта.

Таблица 20 - Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
Руководитель научного проекта	Выполнение магистерской диссертации
ОАО “ТИЗ-инжиниринг”	Создание конкурентоспособного инструмента

Таблица 21 - Цели и результат проекта

Цели проекта:	1. Разработать рабочие чертежи сборной концевой фрезы диаметром 20 мм. 2. Разработать технологию изготовления сборной концевой фрезы диаметром 20 мм. 3. Выполнить стойкостные и силовые испытания фрезы разработанной конструкции.
Ожидаемые результаты проекта:	Выполнение всех поставленных целей в установленные сроки
Критерии приемки результата проекта:	Защита магистерской диссертации
Требования к результату проекта:	Требование:
	Оформление в соответствии с приказом ректора НИ ТПУ №6 от 10.02.2014.

2. Организационная структура проекта.

Таблица 22 - Рабочая группа проекта

№ п/п	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции	Трудовые затраты, час.
1	Казагачев Т.В., магистрант каф. ТАМП	Исполнитель	1. Проведение производственных испытаний. 2. Анализ результатов. 3. Составление отчета.	1200
2	Кирсанов С.В., НИ ТПУ, профессор каф. ТАМП	Руководитель, эксперт	1. Консультация по теоретической части проекта. 2. Помощь в проведении анализа и оформлении отчета.	600
3	Иванов Л.И., ОАО “ТИЗ-инжиниринг”, инженер-технолог	Заказчик, субподрядчик	1. Консультация по технической части проекта. 2. Выполнение мех. обработки образца для проведения испытаний.	600
ИТОГО:				2400

3. Ограничения и допущения проекта.

Ограничения проекта – это все факторы, которые могут послужить ограничением степени свободы участников команды проекта.

Таблица 23 - Ограничения проекта

Фактор	Ограничения/ допущения
3.1. Бюджет проекта	150000 руб.
3.1.1. Источник финансирования	ОАО “ТИЗ-инжиниринг”
3.2. Сроки проекта:	1,5 года
3.2.1. Дата утверждения плана управления проектом	Февраль 2015
3.2.2. Дата завершения проекта	Май 2016

5.3. ПЛАН ПРОЕКТА

В рамках планирования научного проекта необходимо построить календарный и сетевой графики проекта.

Линейный график представляется в виде табл. 24.

Таблица 24 - Календарный план проекта

Код работы (из ИСР)	Название	Длительность, дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Состав участников (ФИО ответственных исполнителей)
1	Составление технического задания	4	12.01	16.01	Кирсанов С.В.
2	Изучение литературы	28	17.01	15.02	Казагачев Т.В.
3	Патентный поиск	6	16.03	22.03	Казагачев Т.В.
4	Выбор направления исследования	4	23.03	27.03	Казагачев Т.В. Кирсанов С.В.
5	Разработка конструкции инструмента	15	1.04	16.04	Казагачев Т.В. Иванов Л.И.
6	Разработка технологии изготовления	16	1.05	17.05	Казагачев Т.В. Иванов Л.И.
7	Проведение испытаний	22	18.05	10.06	Казагачев Т.В. Кирсанов С.В.
8	Анализ результатов испытаний	20	11.06	31.06	Казагачев Т.В. Кирсанов С.В.
И т о г о:		177			

Диаграмма Ганта – это тип столбчатых диаграмм (гистограмм), который используется для иллюстрации календарного плана проекта, на котором работы

по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

График строится в виде табл. 25 с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени выполнения научного проекта. При этом работы на графике следует выделить различной штриховкой в зависимости от исполнителей, ответственных за ту или иную работу.

Таблица 25 - Календарный план-график проведения НИОКР по теме

Код работ (из ИСР)	Вид работ	Исполнители	Т _к , кал, дн.	Продолжительность выполнения работ												
				февр.		март			апрель			май			июнь	
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
1	Составление технического задания	Руководитель	4	▨												
2	Изучение литературы	Магистрант	28		■	■	■									
3	Патентный поиск	Магистрант	6				■	■								
4	Выбор направления исследования	Руководитель, магистрант	4						▨	■						
5	Разработка конструкции инструмента	Магистрант, субподрядчик	20							■	■	■				
6	Разработка технологии изготовления	Магистрант, субподрядчик	34								■	■	■			
7	Проведение испытаний	Руководитель, магистрант	46											■	■	■
8	Анализ результатов испытаний	Руководитель, магистрант	35												■	▨

▨ – руководитель ■ – магистрант

Сетевой график – графическое отображение комплекса работ по теме с установленными между ними взаимосвязями.

5.4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕСУРСНОЙ (РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЙ), ФИНАНСОВОЙ, БЮДЖЕТНОЙ, СОЦИАЛЬНОЙ И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ

5.4.1. РАСЧЕТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СЕБЕСТОИМОСТИ

Технологическая себестоимость детали — это сумма затрат на осуществление технологических операций ее изготовления. Она включает все прямые расходы, связанные с содержанием и эксплуатацией технологического оборудования, при помощи которого изготавливается продукция. Технологическая себестоимость – один из основных показателей технологичности изделия.

Технологическая себестоимость всей механической обработки годового выпуска деталей одного наименования определяется по формуле:

$$C_{\text{год}} = N (Z_{\text{м}} + \sum C_i), \text{ руб.}$$

где N – годовая программа выпуска, шт.;

$Z_{\text{м}}$ – затраты на основные материалы, приходящиеся на деталь, руб.;

C_i – технологическая себестоимость i -й операции одной детали, руб.;

$i = 1 \dots n$ – операции механической обработки согласно технологическому процессу изготовления детали.

Таблица 26 - Расчет технологической себестоимости

Статьи расходов	Обоснование расхода	Расход на единицу, руб.
1) Затраты на основной материал	$Z_{\text{м}} = H_{\text{м}} \cdot Ц_{1\text{кг}}$	5,04
2) Основная зарплата основных рабочих	$Z_{\text{o}} = \frac{C_j \cdot t_{\text{ум}}}{60}$	29,54
3) Дополнительная зарплата основных рабочих	$Z_{\text{дон}} = 0,1 \cdot Z_{\text{o}}$	2,95

4) Затраты на амортизацию оборудования	$A = \frac{S_{cm} \cdot H_a \cdot t_{um}}{\Phi_o \cdot 60}$	95,58
5) Затраты на текущий ремонт оборудования	$P = \frac{k_p \cdot S_{cm} \cdot t_{um}}{\Phi_o \cdot 60}$	32,15
6) Затраты на силовую электроэнергию	$\mathcal{E} = \frac{W_{cm} \cdot k_m \cdot k_v \cdot \Pi_{1квт} \cdot t_{um}}{60}$	8,78
7) Затраты на содержание производственных площадей	$F = \frac{F_{cm} \cdot k_{дон} \cdot \Pi_{1м} \cdot t_{um}}{\Phi_o \cdot 60}$	31,82
8) Затраты на износ инструмента	$И = \frac{0,05 \cdot S_{cm} \cdot t_o}{\Phi_o \cdot 60}$	0,46
9) Затраты на износ приспособления	$\Pi = \frac{S_{np} \cdot (a + e)}{N}$	0,6

1. Затраты основного материала на деталь определяются по формуле:

$$Z_m = H_m \cdot \Pi_{1кг}, \text{ руб.},$$

где H_m – норма расхода материала без вычета отходов, кг;

$\Pi_{1кг}$ – цена материала, руб/кг .

Таблица 27 - Стоимость материалов

Наименование материала	Цена материала за 1 кг, руб.
Сталь 40Х	24

$$Z_m = H_m \cdot \Pi_{1кг} = 0,21 \cdot 24 = 5,04 \text{ руб.}$$

2. Основная зарплата основных рабочих определяется по формуле:

$$Z_o = \frac{C_j \cdot t_{шт}}{60},$$

где Z_o – основная заработная плата основных рабочих, руб.;

C_j - часовая тарифная ставка станочника j-го разряда*, руб/ч;

$t_{шт}$ - норма штучного времени на операцию, мин.

Таблица 28 - Квалификационные разряды основных рабочих

Разряд станочника	2	3	4
Межтарифный коэффициент K_i	1,09	1,3	1,83

Примечание: Часовую тарифную ставку станочника 1-го разряда на текущий момент времени рассчитывается по формуле: $C_1 = \frac{MPOТ}{22 \cdot 8} = \frac{6372}{22 \cdot 8} = 36,2$ руб/ч.,

где МРОТ – минимальный размер оплаты труда на текущий момент времени, руб.; 22 – число рабочих дней за месяц; 8 – длительность рабочего дня, ч.

Для заготовительной операции:

$$Z_{00} = \frac{C_2 * t_{шт}}{60} = \frac{C_1 * K_2 * t_{шт}}{60} = \frac{36,2 * 1,09 * 1,95}{60} = 1,28 \text{ руб};$$

Для первой операции:

$$Z_{01} = \frac{C_2 * t_{шт}}{60} = \frac{C_1 * K_2 * t_{шт}}{60} = \frac{36,2 * 1,09 * 2,27}{60} = 1,49 \text{ руб};$$

Для второй операции:

$$Z_{02} = \frac{C_4 * t_{шт}}{60} = \frac{C_1 * K_4 * t_{шт}}{60} = \frac{36,2 * 1,83 * 3,45}{60} = 3,81 \text{ руб};$$

Для третьей операции:

$$Z_{03} = \frac{C_3 * t_{шт}}{60} = \frac{C_1 * K_3 * t_{шт}}{60} = \frac{36,2 * 1,3 * 2,56}{60} = 2,01 \text{ руб};$$

Для четвертой операции:

$$Z_{04} = \frac{C_3 * t_{шт}}{60} = \frac{C_1 * K_3 * t_{шт}}{60} = \frac{36,2 * 1,3 * 2,56}{60} = 2,01 \text{ руб};$$

Для пятой операции:

$$Z_{05} = \frac{C_3 * t_{шт}}{60} = \frac{C_1 * K_3 * t_{шт}}{60} = \frac{36,2 * 1,3 * 3,34}{60} = 2,62 \text{ руб};$$

Для шестой операции:

$$Z_{06} = \frac{C_4 * t_{шт}}{60} = \frac{C_1 * K_4 * t_{шт}}{60} = \frac{36,2 * 1,83 * 4,87}{60} = 5,38 \text{ руб};$$

Для седьмой операции:

$$Z_{07} = \frac{C_4 * t_{шт}}{60} = \frac{C_1 * K_4 * t_{шт}}{60} = \frac{36,2 * 1,83 * 4,87}{60} = 5,38 \text{ руб};$$

Для восьмой операции:

$$Z_{08} = \frac{C_4 * t_{шт}}{60} = \frac{C_1 * K_4 * t_{шт}}{60} = \frac{36,2 * 1,83 * 5,04}{60} = 5,56 \text{ руб}.$$

$$\sum Z_0 = 29,54 \text{ руб}.$$

3. Дополнительная зарплата основных рабочих (на социальное страхование) назначается из расчета 10% от основной заработной платы:

$$Z_{доп} = 0,1 \cdot Z_o \text{ руб,}$$

$$\sum Z_{доп} = 2,95 \text{ руб.}$$

4. Затраты на амортизацию оборудования определяются по формуле:

$$A = \frac{S_{см} \cdot H_a \cdot t_{шт}}{\Phi_d \cdot 60},$$

где $S_{см} = 1,1 \cdot S_{пер}$ – балансовая стоимость оборудования (станка), складывающаяся из первоначальной стоимости оборудования и затрат на доставку (транспортные расходы) и монтаж - в размере 10% от $S_{пер}$;

Φ_d – действительный годовой фонд времени работы оборудования ($\Phi_d = 2030$ при односменной работе), определяющий срок окупаемости оборудования - нормативный срок службы $T_n = \frac{1}{H_a} = 5$ лет. Принимаем норму амортизационных отчислений равную 20%.

Ленточнопильный станок BS 350/60 AFI-E:

$$A = \frac{S_{ст} \cdot H_a \cdot t_{шт}}{\Phi_d \cdot 60} = \frac{600000 \cdot 0,2 \cdot 1,95}{2030 \cdot 60} = 1,92 \text{ руб.}$$

Шлифовальный станок 3E710B-1:

$$A = \frac{S_{ст} \cdot H_a \cdot t_{шт}}{\Phi_d \cdot 60} = \frac{1800000 \cdot 0,2 \cdot (2,56 + 2,56)}{2030 \cdot 60} = 15,13 \text{ руб.}$$

Фрезерный станок с ЧПУ DMG DMU 40:

$$A = \frac{S_{ст} \cdot H_a \cdot t_{шт}}{\Phi_d \cdot 60} = \frac{2500000 \cdot 0,2 \cdot (3,34 + 4,87 + 4,87)}{4060 \cdot 60} = 53,7 \text{ руб.}$$

Круглошлифовальный станок с ЧПУ GU-3250CNC:

$$A = \frac{S_{ст} \cdot H_a \cdot t_{шт}}{\Phi_d \cdot 60} = \frac{3000000 \cdot 0,2 \cdot 5,04}{2030 \cdot 60} = 24,83 \text{ руб.}$$

$$A_{общ} = \sum A = 95,58 \text{ руб.}$$

5. Затраты на текущий ремонт оборудования:

$$P = \frac{k_p \cdot S_{cm} \cdot t_{um}}{\Phi_d \cdot 60},$$

где $k_p = 0,06$ – коэффициент затрат на текущий ремонт оборудования.

Таблица 29 - Техничко-экономическая характеристика оборудования

Модель оборудования	Стоимость станка, тыс. руб.	Мощность, кВт	Габариты, мм (длина х ширина)
Ленточнопильный станок модели Jet MBS-1014W	600	1,5	1850x1900
Токарно-фрезерный станок мод. DMG CTX 510	2000	10	2800x3200
Обрабатывающий центр ZMM MC-032	1500	15	2560x1980
Обрабатывающий центр YCM NSV 102A	5000	15	1970x2730
Круглошлифовальный станок модели 3М 151В	1000	3,7	3200x2000

Ленточнопильный станок модели Jet MBS-1014W:

$$P = \frac{k_p \cdot S_{ст} \cdot t_{шт}}{\Phi_d \cdot 60} = \frac{0,06 \cdot 1,1 \cdot 600000 \cdot 1,95}{2030 \cdot 60} = 0,63 \text{ руб.}$$

Токарно-фрезерный станок мод. DMG CTX 510:

$$P = \frac{k_p \cdot S_{ст} \cdot t_{шт}}{\Phi_d \cdot 60} = \frac{0,06 \cdot 1,1 \cdot 200000 \cdot (2,52 + 3,45)}{2030 \cdot 60} = 0,62 \text{ руб.}$$

Шлифовальный станок 3E710B-1:

$$P = \frac{k_p * S_{ст} * t_{шт}}{\Phi_d * 60} = \frac{0,06 * 1,1 * 1800000 * (2,56 + 2,56)}{2030 * 60} = 4,99 \text{ руб.}$$

Обрабатывающий центр YCM NSV 102A:

$$P = \frac{k_p * S_{ст} * t_{шт}}{\Phi_d * 60} = \frac{0,06 * 1,1 * 2500000 * (3,34 + 4,87 + 4,87)}{2030 * 60} = 17,72 \text{ руб.}$$

Обрабатывающий центр ZMM MC-032:

$$P = \frac{k_p * S_{ст} * t_{шт}}{\Phi_d * 60} = \frac{0,06 * 1,1 * 3000000 * 5,04}{2030 * 60} = 8,19 \text{ руб.}$$

$$P_{общ} = \sum P = 32,15 \text{ руб.}$$

6. Затраты на силовую электроэнергию, потребляемую оборудованием:

$$\mathcal{E} = \frac{W_{ст} \cdot k_m \cdot k_v \cdot C_{1кВт} \cdot t_{шт}}{60}, \text{ руб.}$$

где $W_{ст}$ – мощность электродвигателя станка, кВт;

k_m, k_v – коэффициенты загрузки электродвигателя по мощности и по времени;

$C_{1кВт}$ – цена электроэнергии на промышленном предприятии на текущий момент времени, руб/кВт.

Таблица 30 - Коэффициент загрузки электродвигателей по мощности

Металлорежущие станки	Коэффициент загрузки электродвигателей по мощности k_m		
	Тип производства		
	Единичное и мелкосерийное	Среднесерийное	Крупносерийное и массовое
Расточные	0,4	0,5	0,6
Сверлильные	0,5	0,6	0,7
Токарные, лоботокарные, карусельные, долбежные	0,5	0,6	0,7
Револьверные, токарно-револьверные, протяжные	0,6	0,7	0,8

Шлифовальные	0,4	0,5	0,6
Отделочные	0,4	0,5	0,6
Отрезные, зубообрабатывающие, резьбообрабатывающие	0,6	0,7	0,8
Фрезерные	0,6	0,7	0,8
Полуавтоматы, автоматы, агрегатные	0,7	0,8	0,9

Таблица 31 - Коэффициент загрузки электродвигателей по времени

Металлорежущие станки	Коэффициент загрузки электродвигателей по времени k_v		
	Тип производства		
	Единичное и мелкосерийное	Среднесерийн ое	Крупносерийное и массовое
Расточные	0,35	0,4	0,5
Сверлильные	0,35	0,4	0,5
Токарные, лоботокарные, карусельные, долбежные	0,4	0,5	0,6
Револьверные, токарно-револьверные, протяжные	0,35	0,4	0,5
Шлифовальные	0,5	0,6	0,7
Отделочные	0,6	0,7	0,8
Отрезные, зубообрабатывающие, резьбообрабатывающие	0,6	0,7	0,8
Фрезерные	0,4	0,5	0,6
Полуавтоматы, автоматы, агрегатные	0,6	0,7	0,8

Ленточнопильный станок модели Jet MBS-1014W:

$$\mathcal{E} = \frac{W_{ст} \cdot k_m \cdot k_v \cdot C_{1кет} \cdot t_{ум}}{60} = \frac{1,5кВт \cdot 0,7 \cdot 0,7 \cdot 4,3кВт/ч \cdot 1,95}{60} = 0,1 \text{ руб.}$$

Токарно-фрезерный станок мод. DMG CTX 510:

$$\Theta = \frac{W_{cm} \cdot k_m \cdot k_v \cdot C_{1квт} \cdot t_{ум}}{60} = \frac{10кВт \cdot 0,6 \cdot 0,5 \cdot 4,3кВт/ч \cdot (2,52+3,45)}{60} = 1,28 \text{ руб.}$$

Круглошлифовальный станок модели 3М 151В:

$$\Theta = \frac{W_{cm} \cdot k_m \cdot k_v \cdot C_{1квт} \cdot t_{ум}}{60} = \frac{4кВт \cdot 0,5 \cdot 0,6 \cdot 4,3кВт/ч \cdot (2,56+2,56)}{60} = 0,44 \text{ руб.}$$

Обрабатывающий центр YCM NSV 102A:

$$\Theta = \frac{W_{cm} \cdot k_m \cdot k_v \cdot C_{1квт} \cdot t_{ум}}{60} = \frac{15кВт \cdot 0,7 \cdot 0,5 \cdot 4,3кВт/ч \cdot (3,34+4,87+4,87)}{60} = 6,56 \text{ руб.}$$

Обрабатывающий центр ZMM MC-032:

$$\Theta = \frac{W_{cm} \cdot k_m \cdot k_v \cdot C_{1квт} \cdot t_{ум}}{60} = \frac{3,7кВт \cdot 0,5 \cdot 0,6 \cdot 4,3кВт/ч \cdot 5,04}{60} = 0,4 \text{ руб.}$$

$$\Theta_{\text{общ}} = \sum \Theta = 8,78 \text{ руб.}$$

7. Затраты на содержание производственных площадей, занимаемых оборудованием:

$$F = \frac{F_{cm} \cdot k_{доп} \cdot C_{1м} \cdot t_{ум}}{\Phi_o \cdot 60}, \text{ руб.}$$

где F_{cm} – площадь, занимаемая оборудованием (станком), m^2 ;

$k_{доп}$ – коэффициент, учитывающий дополнительную площадь на проходы, проезды ($k_{доп} = 2,5$ для станков с ЧПУ, $k_{доп} = 3$ – для остальных);

$C_{1м}$ – стоимость аренды $1m^2$ производственной площади в год на текущий момент, руб.

$$C_{1м} = 7527 \text{ руб.}$$

Ленточнопильный станок модели Jet MBS-1014W:

$$F = \frac{F_{cm} \cdot k_{доп} \cdot C_{1м} \cdot t_{ум}}{\Phi_o \cdot 60} = \frac{3,52 \cdot 3 \cdot 7527 \cdot 1,95}{2030 \cdot 60} = 1,27 \text{ руб.}$$

Токарно-фрезерный станок мод. DMG CTX 510:

$$F = \frac{F_{cm} \cdot k_{дон} \cdot U_{1,м} \cdot t_{ум}}{\Phi_{\partial} \cdot 60} = \frac{8,96 \cdot 3 \cdot 7527 \cdot (2,52 + 3,45)}{2030 \cdot 60} = 9,92 \text{ руб.}$$

Круглошлифовальный станок модели 3М 151В:

$$F = \frac{F_{cm} \cdot k_{дон} \cdot U_{1,м} \cdot t_{ум}}{\Phi_{\partial} \cdot 60} = \frac{5,07 \cdot 3 \cdot 7527 \cdot (2,56 + 2,56)}{2030 \cdot 60} = 4,81 \text{ руб.}$$

Обработывающий центр YCM NSV 102А:

$$F = \frac{F_{cm} \cdot k_{дон} \cdot U_{1,м} \cdot t_{ум}}{\Phi_{\partial} \cdot 60} = \frac{5,38 \cdot 2,5 \cdot 7527 \cdot (3,34 + 4,87 + 4,87)}{2030 \cdot 60} = 10,84 \text{ руб.}$$

Обработывающий центр ZMM MC-032:

$$F = \frac{F_{cm} \cdot k_{дон} \cdot U_{1,м} \cdot t_{ум}}{\Phi_{\partial} \cdot 60} = \frac{6,4 \cdot 2,5 \cdot 7527 \cdot 5,04}{2030 \cdot 60} = 4,98 \text{ руб.}$$

$$F_{\text{общ}} = \sum F = 31,82 \text{ руб.}$$

8. Затраты на износ режущего инструмента:

$$И = \frac{0,05 \cdot S_{cm} \cdot t_o}{\Phi_{\partial} \cdot 60}, \text{ руб.}$$

где t_o – норма основного времени на операцию, мин.

Ленточное полотно:

$$И = \frac{1,05 \cdot S_{cm} \cdot t_o}{\Phi_{\partial} \cdot 60} = \frac{1,05 \cdot 850 \cdot 2}{4060 \cdot 60} = 0,008 \text{ руб.}$$

Резец подрезной:

$$И = \frac{1,05 \cdot S_{cm} \cdot t_o}{\Phi_{\partial} \cdot 60} = \frac{1,05 \cdot 500 \cdot 0,48}{4060 \cdot 60} = 0,001 \text{ руб.}$$

Резец проходной:

$$И = \frac{1,05 \cdot S_{cm} \cdot t_o}{\Phi_{\partial} \cdot 60} = \frac{1,05 \cdot 1500 \cdot 0,75}{4060 \cdot 60} = 0,001 \text{ руб.}$$

Сверло:

$$И = \frac{1,05 \cdot S_{cm} \cdot t_o}{\Phi_o \cdot 60} = \frac{1,05 \cdot 800 \cdot (1,96 + 1,26)}{4060 \cdot 60} = 0,011 \text{ руб.}$$

Шлифовальный круг:

$$И = \frac{1,05 \cdot S_{cm} \cdot t_o}{\Phi_o \cdot 60} = \frac{1,05 \cdot 2000 \cdot (5,6 + 1,24 + 1,28 + 0,82)}{4060 \cdot 60} = 0,077 \text{ руб.}$$

Сверло центровочное:

$$И = \frac{1,05 \cdot S_{cm} \cdot t_o}{\Phi_o \cdot 60} = \frac{1,05 \cdot 60000 \cdot 0,4}{4060 \cdot 60} = 0,104 \text{ руб.}$$

Фреза концевая:

$$И = \frac{1,05 \cdot S_{cm} \cdot t_o}{\Phi_o \cdot 60} = \frac{1,05 \cdot 900 \cdot 21,6}{4060 \cdot 60} = 0,084 \text{ руб.}$$

Фреза концевая:

$$И = \frac{0,05 \cdot S_{cm} \cdot t_o}{\Phi_o \cdot 60} = \frac{1,05 \cdot 1500 \cdot 26,4}{4060 \cdot 60} = 0,171 \text{ руб.}$$

$$И_{\text{общ}} = \sum И = 0,46 \text{ руб.}$$

9. Затраты на приспособление:

$$П = \frac{S_{np} \cdot (a + v)}{N} = \frac{850 \cdot (0,5 + 0,2)}{1000} = 0,6 \text{ руб.}$$

где S_{np} - стоимость специального приспособления, руб.;

$a = 0,3-0,5$ – коэффициент амортизации;

$v = 0,1-0,2$ – коэффициент затрат на текущий ремонт;

N – годовая программа выпуска деталей, для изготовления которых разработано данное приспособление, шт.

Таблица 32 - Стоимость специального приспособления

Группа приспособлений	Количество наименований деталей, шт.	Стоимость приспособления, руб.
Мелкие приспособления (габариты до 200×200×200) с простым корпусом, только для закрепления деталей (различные подставки, простые оправки, кулачки и т.п.)	до 5	до 850

Технологическая себестоимость:

$$\begin{aligned}
 C_{\text{техн}} &= Z_{\text{м}} + Z_0 + Z_{\text{доп}} + A + P + Э + F + И + П = \\
 &= 806,4 + 99,18 + 9,92 + 192,74 + 54,71 + 38 + 111,4 + 0,46 + 0,6 = \\
 &= 1313,41 \text{ руб.}
 \end{aligned}$$

5.4.2. РАСЧЕТ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СЕБЕСТОИМОСТИ

Производственная себестоимость:

$$C_{\text{произв}} = C_{\text{цех}} + P_{\text{общез}},$$

где $C_{\text{цех}}$ – цеховая себестоимость,

$P_{\text{общез}}$ – общезаводские расходы.

$$C_{\text{цех}} = 1,5 * C_{\text{техн}} = 1,5 * 1313,41 = 1970,12 \text{ руб.};$$

$$P_{\text{общез}} = 1,8 * C_{\text{техн}} = 1,8 * 1313,41 = 2364,14 \text{ руб.};$$

$$C_{\text{произв}} = C_{\text{цех}} + P_{\text{общез}} = 1970,12 + 2364,14 = 4334,26 \text{ руб.}$$

5.4.3. ОЦЕНКА СРАВНИТЕЛЬНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Основными техническими показателями, влияющими на экономическую эффективность представленного исследования, являются технологичность, стойкость и производительность разработанного инструмента. Как показал анализ конкурентных технических решений, разработанная фреза обладает наилучшим сочетанием факторов, по сравнению с конкурентами.

Технологичность и стойкость разработанного инструмента оказалась значительно выше отечественных аналогов, а политика ценообразования оказалась более лояльной к потребителю, по сравнению с не бюджетными вариантами импортных производителей.

6. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Раздел “Социальная ответственность” является необходимой частью выпускной квалификационной работы магистранта. Целью данного раздела является выполнение и анализ вредных и опасных факторов труда инженера-технолога и разработка мер защиты от них. В разделе также рассматриваются вопросы техники безопасности, пожарной профилактики и охраны окружающей среды, даются рекомендации по созданию оптимальных условий труда.

Работа инженера - технолога относится к категории умственного труда и по степени физической тяжести относится к категории легких работ (работа производится в положении сидя и не требует физического напряжения, при которых расход энергии составляет до 120 ккал/час.

Во время своей трудовой деятельности работник подвергается воздействию вредных производственных факторов, специфика и количество которых зависит от характера труда. Для предупреждения ухудшения здоровья работника на каждом предприятии или учреждении предусмотрен ряд мер по обеспечению безопасности и экологичности трудовой деятельности.

В данном случае рабочим местом является технологическое бюро ОАО “ТИЗ-инжиниринг”, в котором установлено оборудование для создания технологических процессов - персональные компьютеры (ПК). Длительная работа на ПК может отрицательно воздействовать на здоровье человека. Ведь монитор ПК является:

- источником электростатического поля;
- слабых электромагнитных излучений в низкочастотном и высокочастотном диапазонах (2 Гц...400 кГц);
- рентгеновского излучения;
- ультрафиолетового излучения;
- инфракрасного излучения;
- излучения видимого диапазона.

6.1 ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

6.1.1. АНАЛИЗ ОПАСНЫХ И ВРЕДНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФАКТОРОВ

Опасным называется фактор, воздействие которого на работающего человека в определенных условиях приводит к травме или другому внезапному резкому ухудшению здоровья. Если же производственный фактор приводит к заболеванию или снижению трудоспособности, то его считают вредным. В зависимости от уровня и продолжительности воздействия вредный производственный фактор может стать опасным.

Элементы условий труда, выступающих в роли опасных и вредных производственных факторов, можно разделить на четыре группы [3]:

- физические;
- химические;
- биологические;
- психофизиологические.

Поскольку на состояние здоровья сотрудников биологические и химические факторы существенного влияния не оказывают, то рассмотрим лишь две группы факторов.

К группе физических опасных факторов относятся:

- температура и влажность воздуха;
- механические;
- шум;
- статическое электричество;
- электромагнитное поле (ЭМП) низкой частоты;
- освещенность;
- ионизирующее излучение.

К вредным психофизическим и опасным факторам относятся:

- физические (статические, динамические);

- нервно – психические перегрузки (умственное перенапряжение, утомление, монотонность труда, эмоциональные перегрузки).

Основными опасным фактором являются:

- опасность поражения электрическим током. Исходя из анализа состояния помещения, данное помещение по степени опасности поражения электрическим током можно отнести к классу помещений без повышенной опасности;
- подверженность влиянию шума, вибраций, связи с наличием обрабатывающего оборудования (станков), которые создают повышенный уровень вибраций и шума;
- механический фактор, возникающий в результате движения машин и оборудования, а также подъемно-транспортных устройств.

Таблица 33 - Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы

Наименование видов работ и параметров производственного процесса	Ф а к т о р ы (ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Составление технологического процесса.	Психофизиологические (эмоциональные перегрузки, умственное перенапряжение) Физические (повышенный уровень шума и вибрации)	Физические (повышенный уровень статического электричества, повышенный уровень электромагнитных излучений)	ГОСТ 12.1.030-81, ГОСТ 12.1.038-82
Составление технологического процесса.	Физические (превышение уровней электромагнитных и ионизирующих излучений, недостаточная освещенность рабочей зоны).	Физические (повышенный уровень статического электричества, повышенный уровень электромагнитных излучений)	СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03, СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03
Контроль выполнения работ по ТП	Физические (превышение уровня шума и вибраций).	Физические (повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны, движущиеся	ГОСТ 12.1.003–83, ГОСТ 12.1.012–90

		машины и механизмы производственного оборудования (в т.ч. грузоподъемные)	
--	--	--	--

Оценка освещенности рабочей зоны необходима для обеспечения нормативных условий работы в помещениях и проводится в соответствии с СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Реальная освещенность на рабочем месте может быть взята из паспорта производственного помещения, материалов аттестации рабочих мест по условиям труда, измерена при помощи люксметра, или определена путем расчета, изложенного в методических указаниях. Фактические и требуемые параметры систем естественного и искусственного освещения вносятся в таблицу.

В кабинете используется совместное освещение – искусственное и естественное (через окна). Система освещения общая. Используются люминесцентные лампы, всего 30 ламп на кабинет (общая мощность 1200 Вт). Выбор типа светильника производится с учетом следующих основных факторов:

- требуемое количество освещения;
- безопасность эксплуатации;
- удобство;
- экономичность.

Для определения необходимого количества ламп и выбора их типа ниже произведен расчет общего искусственного освещения люминесцентного освещения.

Дано помещение с размерами: длина $A = 13\text{м}$, ширина $B = 10\text{м}$, высота $H = 3,5\text{м}$. Высота рабочей поверхности $h_p = 0,6\text{м}$.

Коэффициент отражения стен $R_{ст} = 50\%$ и потолка $R_{п} = 70\%$ для данного помещения имеют следующие значения. Коэффициент запаса $k = 1,5$, коэффициент неравномерности $Z=1,0$ [4, стр. 4].

Рассчитываем систему общего люминесцентного освещения.

Приняв величину свеса светильника $h_c=0,6$ м и $\lambda=1,4$, определим высоту подвеса светильника над рабочей поверхностью [4, табл. 7].:

$$h = H - h_p - h_c = 3,5 - 0,6 - 0,6 = 2,3 \text{ м. [4, стр. 4]}$$

Тогда расстояние между светильниками определим как [4, стр. 5-6]:

$$L = h * \lambda = 2,3 * 1,4 = 3,22 \text{ м.}$$

$$L/3=1,07 \text{ м.}$$

Таким образом, размещаем светильники в 3 ряда. В каждом ряду необходимо установить 5 светильников типа ОД мощностью 40Вт (с длиной 1582 мм), при этом разрывы между светильниками в ряду составят $b=737,5$ мм. План размещения светильников показан на рис.18.

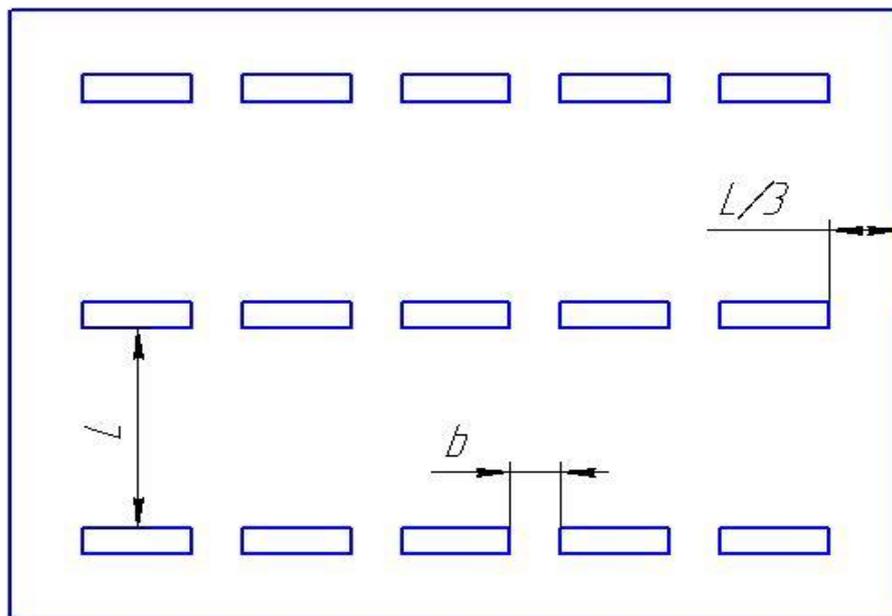


Рисунок 18 - План размещения светильников

Учитывая, что в каждом светильнике установлено две лампы, общее число ламп $N=30$.

Находим индекс помещения:

$$i = \frac{s}{h * (A + B)} = \frac{130}{2,3 * (13 + 10)} = 2,46;$$

В таком случае коэффициент использования светового потока будет $\eta=0,52$. Величину нормированной освещенности принимаем $E_t=200\text{лк}$ [4, табл. 8].

Определим потребный световой поток ламп в каждом из рядов:

$$F = \frac{E_t * k * S * z}{n} = \frac{200 * 1,5 * 130 * 1}{30 * 0,55} = 2364 \text{ лм.}$$

Выбираем ближайшую стандартную лампу – ЛД 40Вт с потоком 2340 лм.

Делаем проверку по формуле:

$$-10\% \leq (\text{Фл.станд} - \text{Фл.расч}) / \text{Фл.станд} \leq +20\%$$

Получаем:

$$-10\% \leq -1,02\% \leq +20\% \text{ (подходит)}$$

Электрическая мощность осветительной установки равна:

$$P=30*40=1200 \text{ Вт}$$

6.1.2 ОБОСНОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО СНИЖЕНИЮ УРОВНЕЙ ОПАСНОГО И ВРЕДНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ И УСТРАНЕНИЮ ИХ ВЛИЯНИЯ НА РАБОТАЮЩИХ

Меры защиты от опасных и вредных факторов производства делятся на технические и организационные.

1. При защите от внешнего облучения, возникающего при работе с дисплеем, проводятся следующие мероприятия:

- согласно СанПиН 2.2.2.542-96 для обеспечения оптимальной работоспособности и сохранения здоровья на протяжении рабочей смены должны устанавливаться регламентированные перерывы – при 8-часовом рабочем дне продолжительностью 15 минут через каждый час работы;

- дисплей устанавливается таким образом, чтобы от экрана до оператора было не менее 60-70 см;

- должны использоваться дисплеи со встроенными защитными экранами.

В кабинете мониторы расположены по периметру задней поверхностью к стенам, все мониторы расположены на отдельных столах. Поэтому можно считать, что расположение компьютеров удовлетворяет требованиям СанПиН.

Для мониторов рекомендуется следующее дооснащение:

- Защитный фильтр для экрана, ослабляющий переменное электрическое и электростатическое поля;

- Для одиночных ПЭВМ или их однорядном расположении – специальное защитное покрытие на переднюю панель и боковые стенки;

- При многорядном расположении ПЭВМ, если соседние рабочие места располагаются близко друг к другу (на расстоянии 1,2...2,5 м) – защитное покрытие задней и боковых стенок, монтирование специальных

экранирующих панелей с задней и боковых сторон монитора, установка перегородок между различными пользователями.

Разработана технология защиты от электростатических, переменных электрической и магнитной составляющих ЭМИ путем нанесения электропроводных покрытий на внутреннюю поверхность корпуса монитора и его заземления, встраивания в дисплей оптического защитного фильтра, защищающего от излучений со стороны экрана.

2. Мероприятия по снижению шума:

- использование материалов, имеющих хорошие звукогасящие свойства;
- применение звукоизоляции;
- осуществление терморегуляции в помещении;
- ежедневное проветривание помещения;

3. Мероприятия по обеспечению электробезопасности:

- зануление корпусов всех установок через нулевой провод;
- покрытие металлических поверхностей инструментов надежной изоляцией;
- организация безопасной эксплуатации оборудования;
- недоступность токоведущих частей.

4. Мероприятия по организации рабочих мест:

• Вместо канцелярских столов необходим специальный стол с опорой для левой руки, с местом для размещения текстов программ, с регулируемой по высоте клавиатурой и дисплеем;

• При проектировании письменного стола должны быть учтены следующие требования: высота рабочей поверхности стола рекомендуется в пределах 680-800 мм. Высота рабочей поверхности, на которую устанавливается клавиатура, должна быть 650 мм. Рабочий стол должен быть шириной не менее 700 мм и длиной не менее 1400 мм. Должно иметься пространство для ног высотой не менее 600 мм, шириной - не менее 500мм,

глубиной на уровне колен - не менее 450мм и на уровне вытянутых ног - не менее 650мм;

- Вместо бытового стула – мягкое кресло с удобной опорой для поясницы, мягким сиденьем и спинкой, с регулировкой сиденья по высоте;

5. Мероприятия по снижению нервно – психологического напряжения и уменьшению его вредного влияния:

- установление рационального режима труда и отдыха;
- организация отдыха в процессе работы;
- профессиональный набор.

6. Мероприятия по предотвращению производственного травматизма:

- вводный инструктаж, который проводится перед началом работы по теме;

- обеспечение спецодеждой (халатом);

- медосмотр, проводимый перед поступлением на работу и каждый последующий год.

Весь персонал обязан знать и строго соблюдать правила техники безопасности. Обучение персонала технике безопасности и производственной санитарии состоит из вводного инструктажа и инструктажа на рабочем месте ответственным лицом.

6.2. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Охрана окружающей среды — комплекс мер, предназначенных для ограничения отрицательного влияния человеческой деятельности на природу.

Охрана окружающей среды на предприятии характеризуется комплексом принятых мер, которые направлены на предупреждение отрицательного воздействия человеческой деятельности предприятия на окружающую природу, что обеспечивает благоприятные и безопасные условия человеческой жизнедеятельности. Учитывая стремительное развитие научно-технического прогресса, перед человечеством встала сложная задача — охрана важнейших составляющих окружающей среды (земля, вода, воздух), подверженных сильнейшему загрязнению техногенными отходами и выбросами, что приводит к окислению почвы и воды, разрушению озонового слоя земли и климатическим изменениям. Промышленная политика всего мира привела к таким необратимым и существенным изменениям в окружающей среде, что этот вопрос (охрана окружающей среды на предприятии) стал общемировой проблемой и принудил государственные аппараты разработать долгосрочную экологическую политику по созданию внутригосударственного контроля за ПДВ.

Как правило, в качестве промышленных отходов выступают: бумага, строительные отходы, коробки и т.п. Этот мусор с другими отходами вывозится на территории, выделенные под складирование бытовых отходов. Сжигание этих отходов уменьшает их объём на 90%, но в результате сжигания происходит выделение вредных газов и дымов, что загрязняет атмосферу.

Защита от вредных выбросов

Для защиты окружающей среды от вредного воздействия выбросов промышленных предприятий можно применять следующие меры:

1. полный переход к безотходным и малоотходным технологиям и производствам;

2. совершенствование технологических процессов и разработка нового оборудования с меньшим уровнем выбросов примесей и отходов в окружающую среду;

3. экологическая экспертиза всех видов производств и промышленной продукции;

4. замена токсичных отходов на нетоксичные;

5. замена не утилизируемых отходов на утилизируемые;

6. последствия промышленного загрязнения окружающей среды.

Защита от шума

Шум в окружающей среде создается одиночными или комплексными источниками, находящимися снаружи или внутри здания.

Под воздействием шума, превышающего 85-90 дБА, снижается слуховая чувствительность. Сильный шум вредно отражается на здоровье и работоспособности людей. Человек, работая при шуме, привыкает к нему, но продолжительное действие сильного шума вызывает общее утомление, может привести к ухудшению слуха [5].

Для снижения шума можно использовать следующие методы:

1. уменьшение шума в источнике;

2. изменение направленности излучения;

3. рациональная планировка предприятий и цехов;

4. акустическая обработка помещений;

5. уменьшение шума на пути его распространения.

Защита от электромагнитных полей

Электромагнитные поля оказывают специфическое воздействие на ткани человека, при воздействии полей, имеющих напряженность выше предельно допустимого уровня, развиваются нарушения со стороны нервной, сердечно-сосудистой систем, органов дыхания, органов пищеварения и некоторых биохимических показателей крови.

6.3 БЕЗОПАСНОСТЬ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

6.3.1 ПОЖАРНАЯ И ВЗРЫВНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Одними из наиболее вероятных и разрушительных видов ЧС являются пожар или взрыв на рабочем месте. Пожарная безопасность представляет собой единый комплекс организационных, технических, режимных и эксплуатационных мероприятий по предупреждению пожаров и взрывов.

На основании рекомендаций [6] определяем категорию помещения по пожароопасности по ППБ – 03. В данном случае помещение относится к категории Д - производства, связанного с обработкой несгораемых веществ и материалов в холодном состоянии.

Причиной возгорания в тех. бюро могут быть следующие факторы:

- возникновение короткого замыкания в электропроводке вследствие неисправности самой проводки или электросоединений и электрораспределительных щитов;
- возгорание устройств вычислительной аппаратуры вследствие нарушения изоляции или неисправности самой аппаратуры;
- возгорание мебели или пола по причине нарушения правил пожарной безопасности, а также неправильного использования дополнительных бытовых электроприборов и электроустановок;
- возгорание устройств искусственного освещения.

Пожарная профилактика основывается на исключении условий, необходимых для горения, и использования принципов обеспечения безопасности. При обеспечении пожарной безопасности решаются следующие задачи:

- предотвращение пожаров;
- возгорание;
- локализация возникших пожаров;

- защита людей и материальных ценностей;
- тушение пожара.

Пожаром называют неконтролируемое горение во времени и пространстве, наносящее материальный ущерб и создающее угрозу жизни и здоровью людей.

Предотвращение пожара достигается исключением образования горючей среды и источников зажигания, а также поддержанием параметров среды в пределах, исключающих горение.

Для профилактики возникновения пожаров необходимо проводить следующие пожарно-профилактические мероприятия:

Организационные мероприятия:

- противопожарный инструктаж обслуживающего персонала;
- обучение персонала правилам техники безопасности;
- издание инструкций, плакатов, планов эвакуации.

Эксплуатационные мероприятия:

- соблюдение эксплуатационных норм оборудования;
- обеспечение свободного подхода к оборудованию. В рассматриваемом тех. бюро места размещены так, что расстояние между рабочими местами с видеотерминалами составляет более 4,07 м, расстояния между боковыми поверхностями порядка 1 м, что соответствует нормам, а поэтому дополнительных мер защиты не требуется;

- содержание в исправности изоляции токоведущих проводников.

Технические мероприятия:

- соблюдение противопожарных мероприятий при устройстве электропроводок, оборудования, систем отопления, вентиляции и освещения. В кабинете имеется порошковый огнетушитель типа ОП–5 и находится

пожарный щит, установлен рубильник, обесточивающий всю аудиторию, на двери аудитории приведен план эвакуации в случае пожара;

- профилактический осмотр, ремонт и испытание оборудования [6].

Так же необходимо предусмотреть наличие эвакуационных выходов для персонала. Число эвакуационных выходов из здания с каждого этажа должно быть не менее двух. Ширину эвакуационного выхода (двери) устанавливают в зависимости от общего количества людей, эвакуирующихся через этот выход, но не менее 0.8 м. Высота прохода на эвакуационных путях должна быть не менее 2 м. План эвакуации приведен на рисунке 19.



Рисунок 19 – План эвакуации из технологического бюро

6.3.2. БЕЗОПАСНОСТЬ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ ПРИРОДНОГО И СОЦИАЛЬНОГО ХАРАКТЕРА

В последние годы человечество испытывает большие неудобства и беды от многочисленных природных катастроф - наводнений и паводков, ураганных ветров и обильных ливней, устрашающих оползней и схода снежных лавин и ледников. Чрезвычайные природные ситуации периодически возникают и на территории Томской области. Засухи, шквалистые ветры, интенсивные ливни, сильные морозы, продолжительные снегопады, поздние весенние и ранние осенние заморозки - вот неполный перечень особо опасных природных явлений, которые почти ежегодно встречаются в разных районах нашей области.

Чрезвычайная ситуация - это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, катастрофы, опасного природного процесса, стихийного бедствия, которая приводит к человеческим жертвам, наносит ущерб здоровью населения и природной среде, а также вызывает значительные материальные потери и нарушение условий жизни людей.

Ряд опасных природных явлений происходит в определенные сезоны года. Например, наводнения - весной. Однако в пределах сезона они наступают в случайный момент времени, предсказать который не всегда возможно.

Для наглядного представления возможных ЧС представленного региона составим таблицу 34.

Таблица 34 – Возможные ЧС

ЧС природного характера	ЧС биолого-социального характера	ЧС экологического характера
Землетрясения	Групповые случаи опасных инфекционных заболеваний	Превышение ПДК вредных выбросов в атмосфере
Торфяные и лесные пожары	Прогрессирующая эпифитотия	Разрушение озонового слоя атмосферы

Крупный град	Падение воспроизводства населения	Исчезновение видов, чувствительных к изменению среды обитания.
Сильный мороз Заморозки		

В качестве организационных мероприятий, проводимых с целью защиты населения от чрезвычайных ситуаций, производятся:

1. Планирование защиты населения и территорий от ЧС на уровне предприятия;
2. Планы эвакуации рабочих;
3. Подготовка и поддержание в постоянной готовности сил и средств для ликвидации ЧС;
4. Создание запасов средств индивидуальной защиты и поддержание их в готовности;
5. Подготовка работающих к действиям в условиях ЧС;
6. Наличие и поддержание в постоянной готовности системы общего оперативного и локального оповещения и информации о ЧС.

К инженерно-техническим мерам защиты от ЧС относят:

1. Проектирование, размещение, строительство и эксплуатация объектов инфраструктуры, в том числе и потенциально опасных;
2. Инженерное обеспечение защиты населения – строительство защитных сооружений (средств коллективной защиты);
3. Инженерное оборудование территории региона с учёта характера воздействия прогнозируемых ЧС;
4. Создание санитарно-защитных зон вокруг потенциально опасных объектов.

В качестве мер, предусматривающих защиту от названных ЧС, следует отметить:

- повышение прочности конструкции зданий;
- создание развитой системы вентиляции;
- проведение мед. осмотров;
- утепление помещений;
- проведение инструктажей ТБ.

Выводы

В ходе работы над выпускной квалификационной работой был сконструирован корпус сборной торцевой фрезы под современные высокопроизводительные режущие пластины. После этого была изготовлена технология изготовления, дан анализ точности изготовления корпуса, а также были даны рекомендации, относительно сборки корпусов.

В рамках выполнения стойкостных испытаний были испытаны фрезы разработанной конструкции, а также аналогичные фрезы, выполненные по ТУ 3918-010. В ходе испытаний установили, что скорость резания фактически позволяет повысить суммарную стойкость инструмента (при прочих равных режимах резания) за счет увеличения минутной подачи. При этом минутная стойкость для более высокой скорости оказалась ниже на 13%, а фактический объем удаленного материала больше на 15%.

Также были представлены результаты сравнительных испытаний, где можно отметить значительно более высокую стойкость разработанных фрез, по сравнению с фрезами по ТУ 3918-010 (в 2 раза). При этом следует сказать, что при достижении критического износа, разработанные фрезы позволяли производить дальнейшую обработку, в отличие от их аналогов.

Испытания по определению сил резания позволили оценить корректность выбора углов резания при проектировании корпуса фрезы. Силы резания при фрезеровании разработанной фрезой оказались несколько выше (на 15%), чем у фрезы ТУ 3918-010. Анализируя все факторы, влияющие на скорость резания, было принято решение, что влияние здесь, вероятнее всего, оказывает радиус скругления режущей кромки.

Помимо этого были проанализированы графики зависимости силы резания от скорости, подачи и глубины резания, вследствие чего определены коэффициенты степени в уравнениях, т.е. определено влияние каждого фактора на силу резания.

В разделе финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение была дана общая характеристика экономической

эффективности разработки корпуса фрезы, оценены риски и проведен анализ потенциальных потребителей продукта.

Раздел социальная ответственность содержит информацию по имеющимся опасным и вредным факторам, встречающимся на производстве, и способам минимизации их воздействия. Также в разделе содержится информация по безопасности при чрезвычайных ситуациях.

Список литературы

1. Безопасность жизнедеятельности. Под ред. С.В. Белова. – М.: Высшая школа, 2002. – 357с.
2. Акимова А.В. Металлорежущий инструмент: каталог-справочник. Часть 1. Резцы и фрезы. – НИИМАШ, 1976. – 448 с.
3. Винник Л.М., Гринберг Р.Я., Каминский Я.А. Справочник нормировщика-машиностроителя в 4 томах, том 2. – М: Машиностроение, 1981. – 894 с.
4. Гигиенические требования к ВДТ, ПЭВМ и организации работы. Санитарные правила и нормы 2.2.2.542 – 96. – М., 1996
5. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – Мн.: Выш. Школа, 1993. – 256 с.
6. Дальский А.М., Суслов А.Г., Косилова А.Г. Справочник технолога-машиностроителя, том 1. – М: Машиностроение, 2003. – 911 с.
7. Дальский А.М., Суслов А.Г., Косилова А.Г. Справочник технолога-машиностроителя, том 2. – М: Машиностроение, 2003. – 943 с.
8. Долин П.А. Справочник по технике безопасности. – М.: Высшая школа, 1991.
9. Локтев А.Д., Гущин И.Ф. Общемашиностроительные нормативы режимов резания, том 1. – М: Машиностроение, 1991. – 632 с.
10. Локтев А.Д., Гущин И.Ф. Общемашиностроительные нормативы режимов резания, том 2. – М: Машиностроение, 1991. – 304 с.
11. Мягков В.Д., Палей М.А. Допуски и посадки. Справочник в 2-х частях. – Л: Машиностроение, 1983. - Часть 1-543 стр. Часть 2-я - 448 стр.
12. Охрана окружающей среды. Под ред. С.В. Белова. – М.: Высшая школа, 1991.
13. Палей М.М. Технология производства металлорежущих инструментов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1982. - 256 с.

14. Правила устройства электроустановок. Минэнерго СССР, 6-е издание – Энергоатомиздат, 1996. – 640с.
15. Ревкин А.И. Инженерные вопросы радиогигиены при проектировании и эксплуатации источников излучения. – М.: МЭИ, 1987. – 58с.
16. Романова С.Ю. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с числовым программным управлением, часть 1. – М.: Экономика, 1990. – 210 с.
17. Сахаров О.Б. Металлорежущие станки и инструменты. – М.: Машиностроение, 1989. – 421 с.
18. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: учебное пособие. – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2006. – 99 с.
19. Скворцов В.Ф. Основы технологии машиностроение: учебное пособие. – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2012. – 352 с.
20. Федосова В.Д. Расчет искусственного освещения. Методические указания к выполнению индивидуальных задач по курсу «Безопасность жизнедеятельности» для студентов всех специальностей. – Томск, ТПУ, 1991. – 25с.