

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

Институт Кибернетики  
Направление подготовки 150305  
Кафедра Автоматизации и роботизации в машиностроении

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
<b>Проектирование установки подготовки гранатового песка к вторичному использованию</b>

УДК 621.924.9.048.3.001.6

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Н21	Трофимчук Сергей Николаевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Козарь Д.М.			

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. Менеджмент	Николаенко В.С.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедр ЭБЖ	Пустовойтова М.И.	К.Х.Н.		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Зав. кафедрой	Буханченко С.Е.	К.Т.Н.		

Томск – 2016 г.

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

Институт Кибернетики

Направление подготовки (специальность) 150305 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»

Кафедра Автоматизации и роботизации в машиностроении

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_ Буханченко С.Е.

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**

**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
8Н21	Трофимчук Сергей Николаевич

Тема работы:

Проектирование установки подготовки гранатового песка к вторичному использованию

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

5 июня 2016

## ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

<p><b>Исходные данные к работе</b></p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Установка предназначена для очистки использованного гранатового песка и подготовки его к повторному применению.</li> <li>• Установка должна содержать магнитный сепаратор для удаления мелкодисперсной металлической пыли из песка, а также вибросито для удаления крупных инородных частиц и песочной пыли неподходящего размера.</li> <li>• Производительность установки не менее 5 кг очищенного песка в час.</li> <li>• Требуемые размеры ячеек сита определить экспериментально.</li> </ul>
<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Литературный обзор.</li> <li>• Разработка полного технического задания, с целью улучшения понимания технических аспектов разрабатываемой конструкции и требований, предъявляемых к ней.</li> <li>• Разработка принципиальной кинематической схемы комплекса.</li> <li>• Конструкторские расчеты в соответствии с кинематической схемой.</li> <li>• Проектирование установки.</li> <li>• Подготовка графического материала и пояснительной записки.</li> </ul>
<p><b>Перечень графического материала</b></p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Сборочный чертеж установки подготовки гранатового песка к вторичному использованию: 3-4 формата А0 (А1).</p>
<p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b></p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p><b>Раздел</b></p>	<p><b>Консультант</b></p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	
<p>Социальная ответственность</p>	
<p><b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b></p>	

**Дата выдачи задания на выполнение выпускной  
квалификационной работы по линейному графику**

20.11.2015

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент	Козарь Д.М.	нет		20.11.2015

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Н21	Трофимчук Сергей Николаевич		20.11.2015

## РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

по основной образовательной программе подготовки бакалавров  
15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение  
машиностроительных производств»,

Код	Результат обучения
<i>Универсальные</i>	
P1	Демонстрировать уважительное и бережное отношение к историческому наследию, накопленным гуманистическим ценностям и культурным традициям Российской Федерации, а также понимать современные тенденции отечественной и зарубежной культуры
P2	Понимать и следовать законам демократического развития страны, осознавая свои права и обязанности, при этом умело используя правовые документы в своей деятельности, а также демонстрировать готовность и стремление к совершенствованию и развитию общества на принципах гуманизма, свободы и демократии
P3	Осознавать социальную значимость своей будущей профессии и стремиться к саморазвитию, повышению квалификации и мастерства, владея при этом средствами самостоятельного использования методов физического воспитания и укрепления здоровья для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
P4	Обобщать, анализировать и систематизировать информацию, знать основные методы, способы и средства ее получения, хранения и переработки, демонстрируя при этом навыки работы с компьютером, традиционными носителями информации, распределенными базами знаний, в том числе размещенных в глобальных компьютерных сетях
P5	Владеть деловой, публичной и научной речью, как на русском, так и иностранном языках, демонстрируя при этом навыки создания и редактирования профессиональных текстов с учетом логики рассуждений и высказываний
P6	Находить организационно-управленческие решения в нестандартных ситуациях и быть готовым нести за них ответственность при работе в коллективе, взаимодействуя с его членами на основе принятых в обществе моральных и правовых норм, проявляя уважение к людям, толерантность к другой культуре
P7	Обладать необходимым комплексом знаний в области естественных, социальных, экономических, гуманитарных наук, использовать законы и методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
<i>Профессиональные</i>	
P8	Разрабатывать, осваивать на практике и совершенствовать средства технологического оснащения, технологии, системы и средства автоматизации машиностроительных производств при организации серийного и массового выпуска изделий различного назначения

P9	Уметь осуществлять выбор необходимых материалов, оборудования, технологической оснастки, инструмента, средств автоматизации, программного обеспечения, технологии для проектирования, изготовления и испытания машиностроительной продукции
P10	Владеть методами моделирования и проектирования производственных процессов, объектов и продукции машиностроительного производства с использованием современных информационных технологий и программного обеспечения мирового уровня
P11	Уметь разрабатывать и внедрять технологические процессы изготовления машиностроительной продукции, основываясь на основных закономерностях, действующих в процессе ее изготовления с использованием современных информационных технологий
P12	Умение проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда при изготовлении машиностроительной продукции
P13	Умение применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий, умение применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов
P14	Проводить испытания и диагностику состояния и динамики объектов машиностроительных производств, определять физико-механические свойства и технологические показатели материалов и готовых изделий с использованием методов, методик и средств программного анализа
P15	Уметь разрабатывать проектную и техническую документацию по установленным формам, являющейся неотъемлемой частью всех этапах жизненного цикла изделий, а также выполнять составление отчетов по результатам производственных испытаний и научных исследований
P16	Уметь осуществлять мероприятия по организации эффективного контроля качества материалов, технологических процессов, средств измерения и готовой машиностроительной продукции в соответствии с требованиями регламентирующей документации

## Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит пояснительную записку, содержащую 81 страницы. Включает в себя 21 рисунок и 23 таблицы, а также демонстрационный лист.

Ключевые слова: проектирование, вибросито, грохот, песок, просев.

Объектом проектирования являются технология и устройства вибропросева сыпучих материалов. Предметом проектирования является аппарат по вибропросеву сыпучего материала.

Целью выпускной квалификационной работы является конструкторско-технологическая разработка вибросита для установки подготовки гранатового песка к вторичному использованию.

В результате процесса разработки создана электронная модель.

Внешние габариты вибросита составляют: 1340 x 572 x 610 мм. Аппарат состоит из 4 сборочных единиц: Рама, вибростол, рама для крюков, лапы.

Разработана конструкторская документация и оформлена технологическая карта на изготовление одной из детали аппарата. Проект удовлетворяет всем установленным требованиям производственной безопасности.

В будущем планируется проектирование и создание всех узлов установки подготовки гранатового песка к вторичному использованию для нужд кафедры.

## Содержание

Введение.....	10
1. Обзор существующих решений и особенностей конструкций.....	11
2. Конструкторская часть.....	18
2.1. Установка сепарации песка.....	18
2.2. Разработка общей схемы устройства.....	19
2.3. Определение количества сит и их размер ячеек.....	20
2.4. Расчет площади сит.....	26
2.5. Выбор вибратора.....	27
2.6. Расчет пружин.....	29
2.7. Материалы, используемые в конструкции.....	29
3. Технологическая часть.....	30
3.1. Проектирование технологического процесса изготовления детали.....	31
3.1.1. Определение типа производства и величины партии детали.....	31
3.1.2. Анализ технологичности конструкции детали.....	33
3.1.3. Выбор вида и способа получения заготовки.....	34
3.1.4. Выбор методов и последовательностей обработки поверхностей детали и составление технологического процесса.....	35
3.1.5. Уточнение технологичности баз и схем установки.....	35
3.1.6. Формирование технологических операций и уточнение содержаний технологических.....	36
3.1.7. Расчет припусков на обработку для размера $12\pm 0,009$ мм и размерный анализ.....	40
3.1.9. Выбор оборудования.....	44
3.1.10. Расчет режимов обработки. Выбор режущего инструмента.....	54
3.1.11. Выбор методов и средств технического контроля параметров детали.....	58
3.1.12. Нормирование технологических переходов, операций.....	58
3.1.13. Выбор средств технологической оснастки.....	63

3.2. Разработка УП для ЧПУ .....	64
3.3. Расчет усилия зажима приспособления .....	65
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение..	68
4.1.Определение потенциальных потребителей .....	68
4.2. Анализ конкурентоспособности .....	68
4.3. SWOT – анализ .....	69
5. Социальная ответственность .....	75
5.1. Анализ выявленных вредных факторов производственной среды .....	75
5.2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды .....	78
5.3. Защита в чрезвычайных ситуациях .....	80
5.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	81
Заключение .....	82
Список использованной литературы.....	83
Приложение А – Сборочный чертеж вибростита	
Приложение Б – Чертеж полуоси	
Приложение В – Карта эскизов	
Приложение Г – Карта наладки	
Приложение Д – Расчетно-технологическая карта	
Приложение Е – Операционная карта	

## Введение

Вибрационные машины приобретают широкое применение в различных отраслях промышленности. Происходит расширение области применения уже зарекомендовавших себя машин. Это обуславливается их конструктивной простотой и технологической эффективностью. В некоторых случаях использование вибрационных машин в промышленности позволяет радикально улучшить технологические процессы. [1, с.330]

В таких машинах источником вибрации является инерционный дисбалансный вибровозбудитель. [2, с.1] Одним из таких устройств является грохот.

Грохот – это устройство, машина для механической сортировки сыпучих материалов по крупности частиц. Применяется также для обезвоживания материалов. [3, с.]

Грохочение – это процесс, который разделяет исходную массу вещества по фракциям на плоских или криволинейных просеивающих поверхностях, машинами, в которых сортируемый материал проходит через сита с отверстиями заданного размера и формы. Количество фракций материала определяется числом сит в вибромашине, а крупность фракций – размерами отверстий в решетках. Материал, который прошел не прошел через сито, называют верхним и нижним классом. Эффективность грохочения – это отношение массы всех зерен, просеянных через сито, к количеству материала такой же крупности, которые содержатся в исходном материале. [1, с.331]

Термины «грохот» и «вибрационное сито», означают в большинстве случаев одно и то же, «грохот» чаще применяется в отношении горной промышленности, а термин «вибрационное сито» в отношении нефтяной промышленности.

Сам процесс грохочения происходит при существенно различных условиях: в «тонком» и «толстом» слое материала, т. е. свободные или стесненные условиях. По теории, слой, у которого толщина превышает двойной размер отверстия, можно считать «толстым», потому что частицы в нем активно взаимодействуют друг с другом.

Зависимость извлечения материала в подрешетный продукт от производительности носит немонотонный характер. Точку, где извлечение максимально, принято считать условной границей разделения и связывать эту границу не с размером отверстия, а со средневзвешенным размером частиц. Опыты, которые проводились в институте «Механобр» показали, что максимальное извлечение материала в подрешетный продукт достигается при начальной толщине слоя, в 2,5 раза превышающей средневзвешенный размер частиц. Это значение и можно считать условной границей толстого слоя. Модели грохочения материала тонким слоем практически сводятся к

рассмотрению вероятности прохождения изолированной частицы в отверстие в процессе транспортирования от загрузки к разгрузке. [4, с.]

В работе описан эксперимент по оценке пригодности песка к вторичному использованию на гидроабразивном станке. Выполнен расчет и конструирование вибросита для удаления крупных инородных частиц и песочной пыли неподходящего размера.

**Проблема:**

После гидроабразивной резки на станке «Idroline 1740», остается использованный гранатовый песок. Цена на данный песок выше, чем у его аналогов (в среднем по России цена песка находится в диапазоне от 22000 руб/тонна до 32000 руб/тонна, в то время как кварцевый песок от 2500 руб/тонна до 5000 руб/тонна). Для того, чтобы уменьшить стоимость затрат на закупку гранатового песка можно вторично использовать этот песок на станке гидроабразивной резки.

Вследствие этого необходимо разработать аппарат для подготовки гранатового песка к вторичному использованию. В работе спроектирован один из узлов аппарата – вибросито.

**Объект исследования:**

Технология и устройства вибропросева сыпучих материалов.

**Предмет исследования:**

Современные аппараты по вибропросеву сыпучего материала.

**Научная новизна:**

Необходимо разработать способ реализации вибрационного сита.

**Практическая значимость:**

1. Проектирование аппарата для кафедры АРМ.
2. Получение навыков проектирования.

**1. Обзор существующих решений и особенностей конструкций**

Т.к. ВКР направлена на проектирование вибросита, необходимо изучить уже существующие патенты.

Конструкция многоситного вибрационного грохота [5] представлена на рисунке 1.

Конструкция: Состоит из вибропривода 1; короба 2; загрузочного устройства 3; емкости для сбора 4; пружинных амортизаторов 5 и закрепленных съемных

сит друг под другом 6. Каждое сито в свою очередь включает раму и просеивающую поверхность.

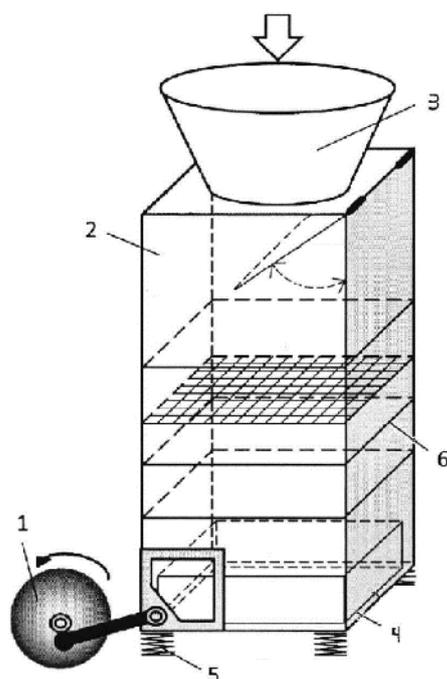


Рис.1. Конструктивная схема многоситного вибрационного грохота

Принцип работы:

Сыпучий материал подается через загрузочное устройство 3, крупногабаритные компоненты, которые не проходят через загрузочное устройство, удаляются вручную. После, материал попадает на первое (верхнее) сито по которому движется под действием вибраций. Далее, фракция меньше, чем размеры ячеек попадает на сито, расположенное ниже, на котором происходит разделение на еще более мелкие фракции. На последнем этапе, конечные пробы собираются в контейнер 4. Данная установка дает возможность просеивать материал на 4 фракции.

Достоинства:

- Возможность замены сит, что дает возможность сортировать материал по фракционному составу и заменять сита в зависимости от поставленной задачи.
- Загрузочное устройство для дозирования материала.
- Возможность регулировать угол наклона, что дает возможность регулировать скорость потока.
- Нет выступающих элементов в конструкции сита, которое могло бы затруднять просев.

Недостатки:

- Удаление крупногабаритных компонентов из загрузочного устройства вручную.
- Ручная отчистка сит от фракций, не проходящих в ячейки.
- Забиваемость сит при просеивании влажного и глинистого материала.

Круглое вибросито модели ГР-30, 50, 100 [6].

Конструкция:

Вибропривод; просеивающая часть, которая включает поддон и сита.

Принцип работы:

Вибропривод передает возвратно-поступательные колебания. Подача материала происходит в загрузочное отверстие. Фракции материала, перемещаются по спирали – от центра к краю деки. Фракции, которые крупнее ячеек сита доходят до края сита и направляются отражателем к отверстию. Остальные фракции попадают на следующее ниже лежащее сито, через воронку. Фракции прошедшие через все сита подаются в поддон, установленный на опоре.

Достоинства:

- Возможность замены сит, что дает возможность сортировать материал по фракционному составу и заменять сита в зависимости от поставленной задачи;
- Герметичность корпуса исключает выбросы пылевых фракций;
- Возможно использовать до 6 сит одновременно;
- Вывод непросеянного материала на каждом этапе отсева фракций, что дает возможность получать разнообразное кол-во фракций;
- Установка вибросита на любую ровную поверхность без дополнительного крепления из-за наличия амортизаторов, которые гасят вибрационные колебания.

Недостатки:

- Необходимость устройства для равномерной подачи материала.

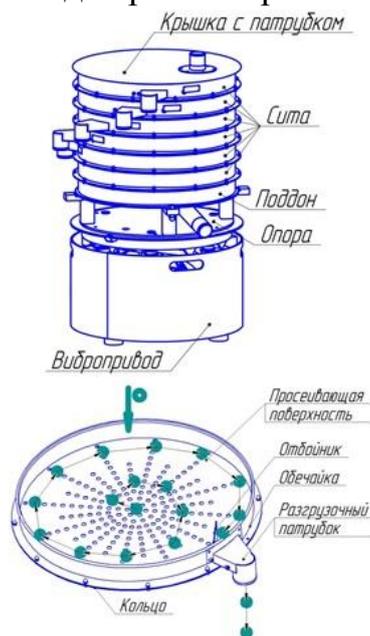


Рис.2 Конструктивная схема круглого вибросита модели ГР-30, 50, 100

Вибрационный классификатор [7].

Конструкция:

Короб 1; регулируемый вибратор 2, который позволяет менять амплитуду, частоту и угол вибрации; рабочая поверхность в виде пластин 3, которые располагаются ступенями друг к другу, между ступенями имеется зазор; пружины 4; загрузочное устройство 5; емкости 6 расположены под зазорами соседних ступенчатых пластин; емкость 7.

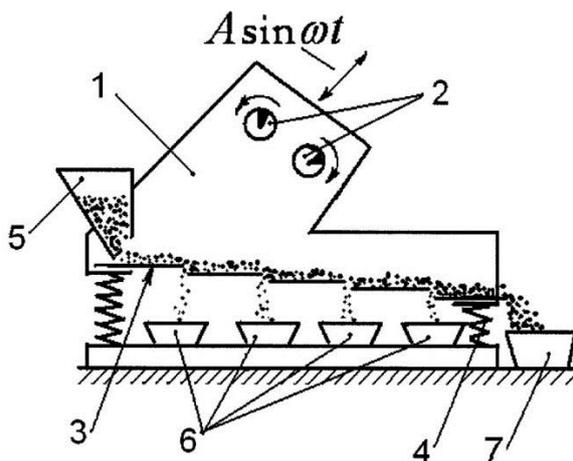


Рис.3 Конструктивная схема вибрационного классификатора

Принцип работы:

Материал подается в питатель 5, после поступает на рабочую поверхность 3 и перемещается по ней под действием вибрации, постепенно разгружаясь в емкости для сбора просеянного материала 6 и 7. В данном аппарате необходимо обеспечить следующее условие: во время передвижения слоя сыпучего материала по пластинам, должна происходить сегрегация, т.е. мелкая фракция материала под действием вибрации должна проникать между крупной фракцией и концентрироваться в максимальной близости от рабочей поверхности в виде некоего слоя с толщиной  $b$ . Это условие можно достичь выбором амплитуды ускорения вибрации в указанном интервале, который был получен экспериментальным образом.

$$g < A_h \omega^2 < 2g, \quad (1)$$

где  $g$ -ускорение свободного падения,  $m/c^2$ ;  $\omega$ -угловая частота;  $A_h = A \sin \beta$ ;  $\beta$  – угол между рабочей поверхностью и углом вибрации, рад;  $A$  – амплитуда.

Т.о., при приближении слоя материала к зазору, происходит расслоение частиц по крупности и высоте слоя. Такое движение сохраняется при движении с одной пластины на другую. Когда материал сходит с пластины, происходит свободное падение мелких частиц. Скорость задается по формуле:

$$V = 0.7A_v \omega, \quad (2)$$

где  $A_v = A \cos \beta$  - амплитуда продольной вибрации.

Достоинства:

- Аппарат не имеет сит, что исключает их забиваемость.

Недостатки:

- Результативная сегрегация может быть в узком и определенном диапазоне параметра вибрации;
- Зависимость процессов от свойств материала.
- Малая площадь контакта просеиваемого материала с «ситом», более низкая производительность в сравнении с вибрационным классификатором по патенту РФ № 2407600.

Двухмассный виброударный грохот [8].

Конструкция:

Станина 1; рама 2; пружины 3 и 5; вибратор 4; короб сита 6; сито 7; ударники 8 из жесткой резины или полиуретана; прокладки регулировочные 9, которые регулируют зазор «Е» (от этого параметра зависит время удара масс и ударная нагрузка). Размещение вибратора возможно, как на раму 2, так и на короб 6.

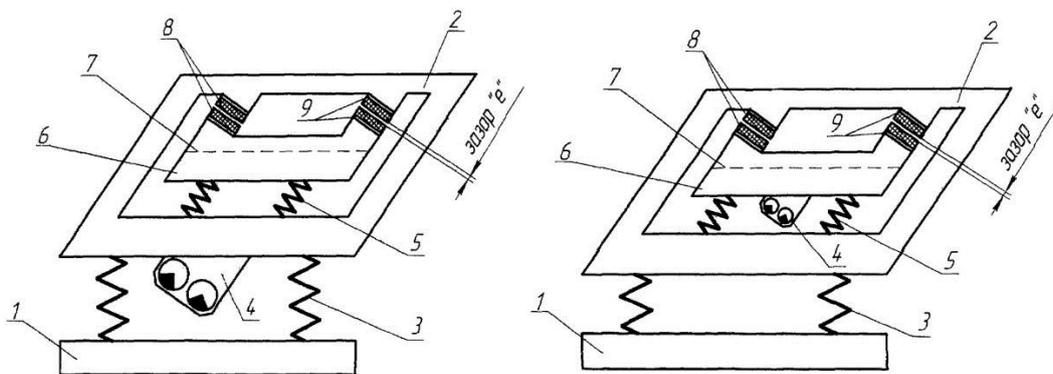


Рис.4 Конструктивные схемы двухмассного виброударного грохота

Принцип работы:

Вибратор 4 вынуждает раму 2 и короб 6 двигаться на встречу друг другу, конструкцией предусмотрено, что ударное воздействие происходит в момент, когда рама 2 движется вниз, а короб 6 вверх. Удар начинается, когда соприкасаются ударники 8 и продолжается до момента их разъединения.

Масса рамы 2, короба 6 и пружин 3,6 подбираются так, чтобы во время работы аппарата, короб 6 и рама 2 двигались в противофазе и синхронно постоянно.

При таком движении, материал находящийся на поверхности сита, отрывается от него и за счет сил инерции пролетает над плоскостью в сторону транспортировки.

Достоинства:

- Происходит постоянная очистка сита во время работы;

Недостатки:

- Высокая вибронагруженность полотна сита от резонансных колебаний;
- Высокий шум аппарата;

- Использование только одного просеивающего полотна.

Многоситный вибрационный грохот [9].

Конструкция:

Короб 1; Рама 2; Сито 3; Загрузочное и разгрузочное устройство 4,5; Желоба 6; Участок 8, высота у которого  $h$  (не меньше размера ячейки); Балки 9, на которых подвешены гибкие ленты 10; Сортируемый материал 12; Вибратор 13.

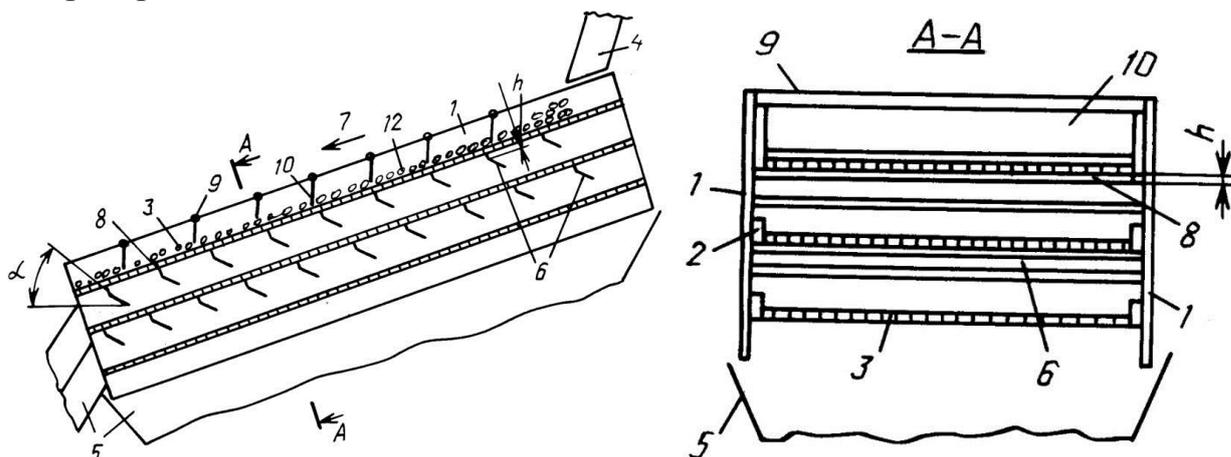


Рис.5 Конструктивные схемы многоситного вибрационного грохота

Принцип работы:

Материал подается на первое сито, через загрузочное устройство 4, по которому движется в направлении 7 из-за вибраций короба. Ленты 10 препятствуют прохождению материала, это способствует уменьшению скорости движения материала. Меньшие фракции материала попадают на сито, которое находится ниже, на котором выделяются более мелкие фракции. Благодаря желобам 6, материал возвращается назад в сторону загрузочного устройства, это увеличивает время просева материала.

Достоинства:

- Из-за желобов, материал возвращается в сторону загрузочного устройства, что способствует улучшению просева.

Недостатки:

- Длительное время просева материала;

Грохот [10].

Конструкция:

Опора 1; Пружины 2; Короб 3; Подшипники 4; Приводной вал 5, которой соединен муфтой 6; Двигатель 7; Расточка вала 8, в которой встроен ведомый вал 10 с помощью подшипников 9; Кон. шестерня 11; Груз 12, установленный

эксцентрично оси; Шестерня 13, неподвижная; Короб 3; Сито 15; Кривые перемещений 14 и 15.

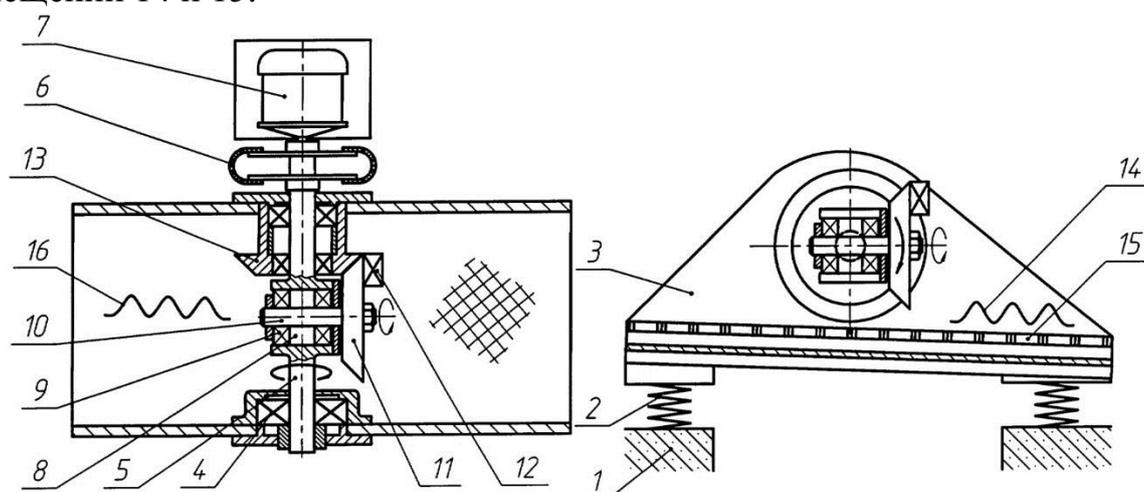


Рис.6 Конструктивные схемы грохота.

Принцип работы:

Двигатель 7 вращает приводной вал 5, тот в свою очередь вращает шестерню 11, которая вследствие обкатывается вокруг неподвижной шестерни 13. Зубчатая шестерня 11 является дебалансом, она развивает центробежную силу, которая передает аппарату круговые колебания и заставляет перемещаться материал по синусоиде 14. Шестерня так же вращается вокруг своей оси, поэтому эксцентриковый груз так же развивает центробежную силу, но в другом направлении, материал перемещается по другой синусоиде.

Достоинства:

- Движения по синусоидам в 2х плоскостях снижают забиваемость сита.

Недостатки:

- Сложная конструкция в сравнение с другими рассмотренными виброситами.

Вибрационный сепаратор [11].

Конструкция:

Вибродека 1; Активная рама 2; Рессорно-упругая система 3; Реактивная рама 4; Резиновые виброизоляторы 5; Поворотная рама 6; Станина 7; Винтовые механизмы 8,9, необходимы для регулирования углов наклона деки; Вибратор 10; Бак 11; Труба 12; Питатель 13; Штатив 14; Стойка 15; Приемники 16; Емкости 17; Шланги 18.

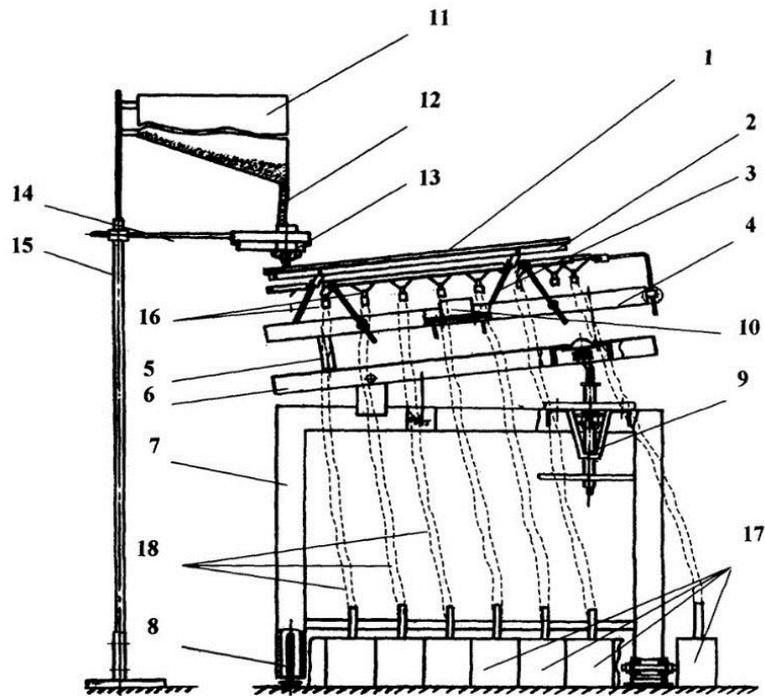


Рис.7 Конструктивная схема вибрационного сепаратора

Принцип работы:

Материал поступает на деку 1, в свою очередь дека совершает прямолинейные гармонические колебания, благодаря вибратору 10. Фракции шарообразной формы скатываются к бортам деки, а пластинчатые и игольчатые фракции перемещаются вверх. Потом просеянный материал скатывается по шлангам в контейнеры.

Достоинства:

- Возможность регулирования углов наклона сита.

Недостатки:

- Засоряемость шлангов для просеянного материала;
- Наличие винтовых механизмов, которые имеют повышенный износ из-за трения.

## 2. Конструкторская часть

### 2.1. Установка сепарации песка

#### Подробное техническое задание

##### 1. Наименование и область применения

Настоящее техническое задание распространяется на вибросито, представляющее собой установку для разделения песка на 3 фракции. Применяется установка на операциях по просеву сыпучего материала.

##### 2. Обоснование для разработки

Разработка вибросита производится в соответствии с выполнением выпускной квалификационной работы.

### 3. Цель и назначение разработки

Целью разработки является проектирование одного из устройств установки подготовки гранатового песка к вторичному использованию - вибросита. Функциональное назначение состоит в осуществлении просева материала на несколько фракций.

### 4. Источники разработки

Разработка ведется на основе исходных требований на проектирование и патентно-информационных исследований.

### 5. Технические требования

Требования к конструктивному исполнению:

- Требуемый размер ячеек сита необходимо определить экспериментально;
- Производительность вибросита 50 - 100кг очищенного песка за рабочий день;
- Габаритные размеры вибросита не должны превышать 1500 мм в высоту и 700 мм в длину и ширину;
- Необходимо использование вибратора с габаритными размерами не более 150x150 мм;
- Доступ к вибростолу должен осуществляться со всех сторон;
- Установка должна иметь товарный вид: все внутренние узлы необходимо закрыть;
- Необходимо разделять материал на три фракции;
- Установка должна стоять на виброопорах;
- Облицовка и патрубки, через которые выводится материал должны быть легко заменяемы;
- Весь крепеж закрепить фиксатором резьбы.

## 2.2. Разработка общей схемы устройства

На рисунке 8 представлена принципиальная схема всей установки для подготовки песка к вторичному использованию.

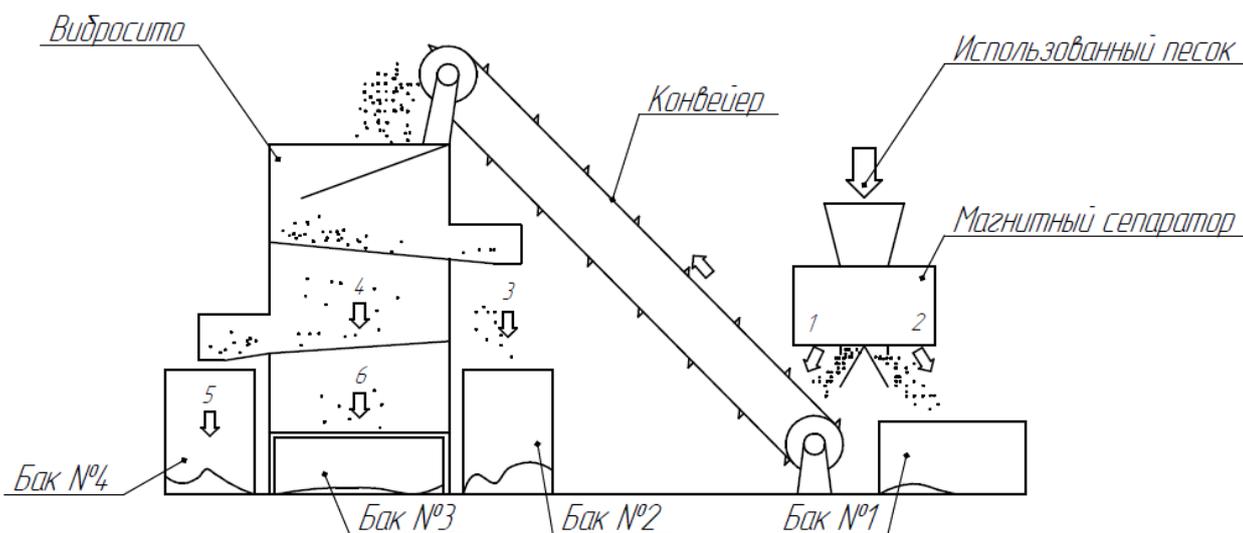


Рис. 8 Принципиальная схема установки

Использованный песок загружается в магнитный сепаратор с дозирующей воронкой. Сепаратор с помощью магнитного барабана отделяет песок от мелкодисперсной металлической пыли. Металлическая пыль (2) уходит в бак №1, а песок (1) в свою очередь выводится на конвейер, который выгружает отчищенный от мелкодисперсной металлической пыли песок в вибросито. В вибросите песок попадает на первое сито, по которому движется под действием вибраций, сито разделяет песок на крупные (3) и средние фракции (4), крупные фракции уходят через патрубок в бак №2. Средние фракции попадают на второе сито, которое отделяет от средних фракций (5), необходимых для вторичного использования на станке, более мелкие фракции (6). Средние, необходимые, фракции выводятся через патрубок в бак №4. Мелкие фракции попадают в бак №3. Данная установка дает возможность просеивать песок на 3 фракции.

Следовательно, необходимо спроектировать вибросито способное разделять песок на 3 фракции.

### 2.3. Определение количества сит и их размер ячеек

Для подбора сит необходимо определиться с размерами ячеек. Для этого проведем эксперимент оценки пригодности очищенного песка к вторичному использованию на гидроабразивном станке путём визуального сравнения очищенного песка с исходным.

Задачи эксперимента:

1. Определить диапазон размеров гранул чистого и использованного песка (наибольшая ширина гранулы выбирается в качестве её размера).
2. Визуально сравнить очищенный песок с исходным.
3. Определить и осуществить мероприятия очистки использованного песка в песок, готовый к повторному использованию.

Гранатовый песок – крайне жесткий и тяжелый абразив, в состав которого входит ряд химических соединений (табл. 1). В основе песка минерал алмадин – изометрический кристалл красного, фиолетово-красного, а иногда черного цвета. В химическом составе преобладает диоксид кремния – главный компонент почти всех земных горных пород. Песок имеет кристаллическое строение, которое обладает высокой твердостью и прочностью, обеспечивая ему высокую сопротивляемость к разрушению [12].

Твердость и прочность взаимосвязаны. В минералогии твердость минералов принято определять в соответствии со шкалой Мооса. По этой шкале твердость чистых кристаллов алмадина оценивается около 7,5. Однако, как правило, кристаллы представляют собой агрегаты с микротрещинами и включениями других минералов, поэтому естественная твердость несколько ниже, чем идеальная.

Природные размеры гранатового песка имеют компактное распределение от 1,68 до 0,043 мм. Размеры зерен граната для конечного использования в зависимости от области применения приведены в таблице 2 [13].

Табл. 1. Состав гранатового песка

Химический состав:		Минеральный состав:		Физические характеристики:	
SiO <sub>2</sub>	36%	Гранат	97-98 %	Насыпная плотность	2,38 Т/м <sup>3</sup>
AL <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	20%	Ильменит	1-2 %	Удельная масса	4.10
FeO	30%	Цирконий	< 0.2 %	Твердость (Mohs)	07.05.2008
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2%	Кварц	< 0.5 %	Точка плавления	1250° С
TiO <sub>2</sub>	1%	Другие	< 0.25 %		
MnO	1%				
CaO	2%				
MgO	6%				

Табл. 2. Размеры зерен граната для конечного использования

Область конечного использования	Размер зерен, мм
Пескоструйное обдувание	1.1, 0.5, 0.6 - 0.4, 0.4 - 0.2, 0.3 - 0.15
Фильтрация воды	2.5-1.7, 1.1, 1.4-0.6, 0.5, 0.6-0.4, 0.4-0.2
Водоструйная резка	1-0.3, 0.25-0.18, 0.15, 0.18-0.85, 0.12-0.06
Шкурки абразивные	0.34-0.1, 0.08-0.036

Для эксперимента взят песок «120 Mesh» (Индия). Исследования проводились с помощью микроскопа Levenhuk Rainbow D2L.

Первый эксперимент заключается в определении диапазона размеров частиц чистого и использованного песка при помощи микроскопа с увеличением в 64 раза (рис. 9, 10). Частицы песка сравнивались с тонкой проволокой диаметром 0,1 мм.

Гранулы имеют острые грани. Примерное соотношение мелких (до 0,19 мм) частиц к крупным (от 0,19 мм) – 32 %. Размеры частиц – от 0,1...0,28 мм (рис. 9), что соответствует приведенным табличным размерам (табл. 2).

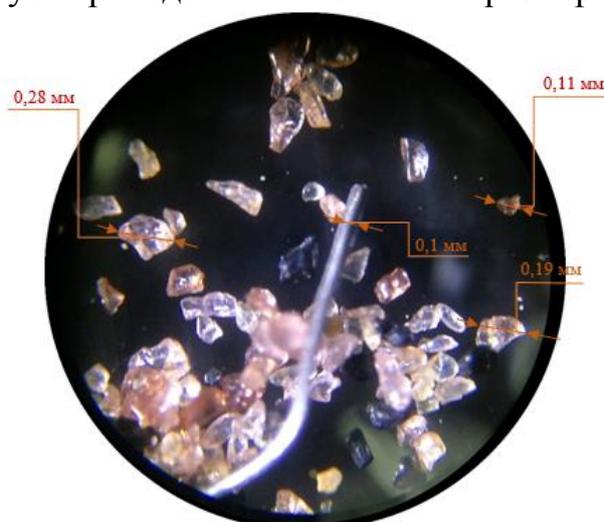


Рис. 9. Песок до использования

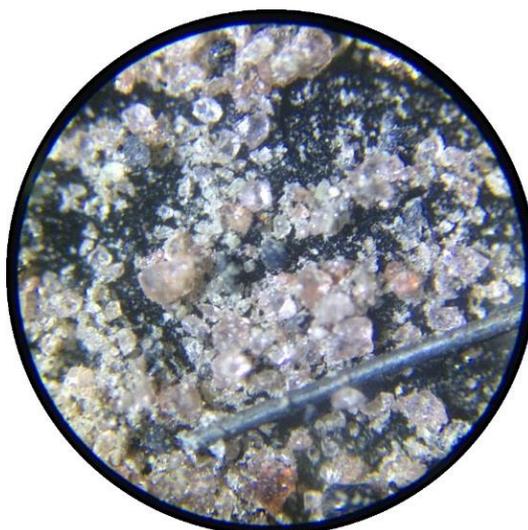


Рис. 10. Песок после использования.

Песок после использования (рис. 10) на гидроабразивном станке имеет вид гранул обычного речного песка – не ромбическую, а сферическую форму. Большинство гранул раздробилось в мелкую пыль. Некоторые гранулы

сцепились, слиплись друг с другом, что привело к увеличению их размера. После гидроабразивной резки металла в использованном песке наблюдается металлическая стружка.

Второй эксперимент заключается в проведении мероприятий по требуемой очистке песка и сравнении его с исходным. Металлическая стружка удаляется вручную с помощью магнита и производится просев песка в двух ситах для удаления ненужных фракций. Удаленный из песка металл представлен на рисунке 11.

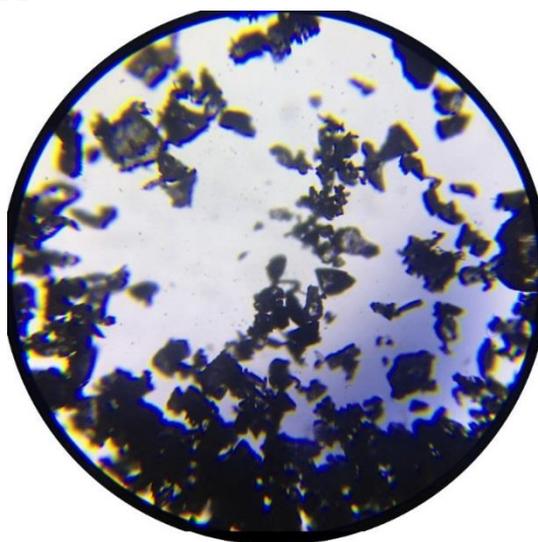


Рис. 11. Металлическая стружка после удаления из песка

Просеивание песка с целью получения гранул размером от 0,1 до 0,28 мм производилось через два сита с размерами ячейки менее 0,1 и 0,28 мм (рис. 12). Использование второго сита обусловлено сцеплением и скомкиванием песка в гранулы с размером больше 0,28 мм. Большинство гранул имеют сферическую форму, т. к. при использовании песка сточились острые грани. Примерное соотношение мелких частиц к крупным составляет 46 %.

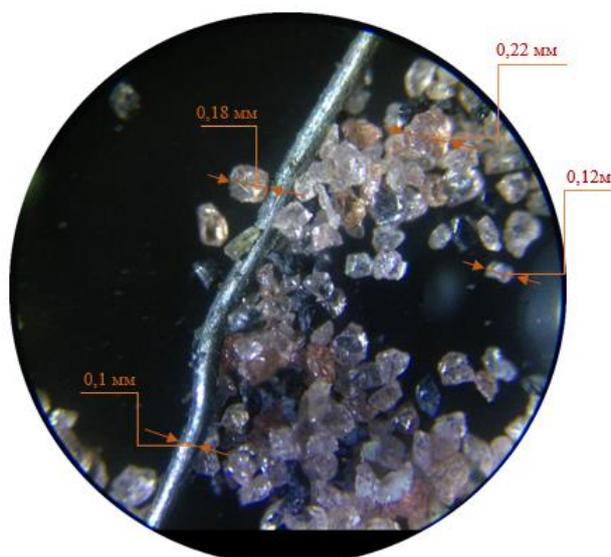


Рис. 12. Песок после отчистки.

Визуально сравнивая чистый песок и очищенный, видим, что песок после использования немного уменьшается, форма становится как у речного песка.

С помощью проведенного эксперимента можно определить размер ячеек для сита и количество сит.

В ходе эксперимента было выявлено, что для гидроабразивной обработки нужны частицы размерами от 0,12-0,28 мм. Песок придется разделять на три фракции: мелкий, средний, который нам нужен, и крупный. Следовательно, необходимы 2 сита с разными размерами ячеек. Первое сито будет отсеивать крупные частицы песка, размеры которых более 0,28 мм. На втором сите будет происходить отсев мелких частиц песка менее 0,12 мм, средняя фракция песка 0,12-0,26 мм будет использоваться вторично на гидроабразивном станке.

Размерные полотна подбираются в зависимости от диаметра самого сита. Подберем прямоугольные сита от компании ООО «ТПС», которая занимается производством аппаратов для сепарации сыпучих материалов. Обратимся к таблице 3 и подберем необходимые размеры ячеек. Габаритные размеры сита подбираются индивидуально.

Табл. 3. Спецификация сит.

№ Сита	Размер проходной ячейки сита, мкм	Размер проходной ячейки сита, мм	Диаметр проволоки, мкм	Проходная площадь, %
50	290	0,29	220	32,3
150	100	0,1	65	36,7

Первое сито для отсева крупной фракции: MG 50.

Второе сито для отсева мелкой фракции: MG 150.

Также был поставлен эксперимент, где гранатовый песок сравнивался с обычным песком из карьера для оценки пригодности обычного песка на гидроабразивном станке. В таблице 4 приведен состав карьерного песка.

Табл. 4. Состав карьерного песка

Химический состав:		Минеральный состав:		Физические характеристики:	
SiO <sub>2</sub>	75,0 – 94,0 %	кварцит	75,0 – 95,0 %	Насыпная плотность	1,2 – 1,7 Т/м <sup>3</sup>
R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (FeO <sub>2</sub> +Ai <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	2,6 - 4,2 %	кальцит	3,0-4,0 %	Твердость	?
CaO	0,5 - 2,0 %	полевые шпаты	1,0-7,5 %		

MgO	0,0 - 0,4 %	гипс	0,4-1,0 %		
SO <sub>2</sub>	0,10 - 0,80 %	слюда	0,05-0,09 %		

Обычный песок очень сильно отличается от гранатового, в нем не присутствует железа и алюминия, которые придают красный оттенок.

Для эксперимента был взят песок с разными размерами и формой зерен. Первый песок имеет более квадратную заостренную форму (рис. 13, а), второй более гладкую и круглую (рис. 13, б).

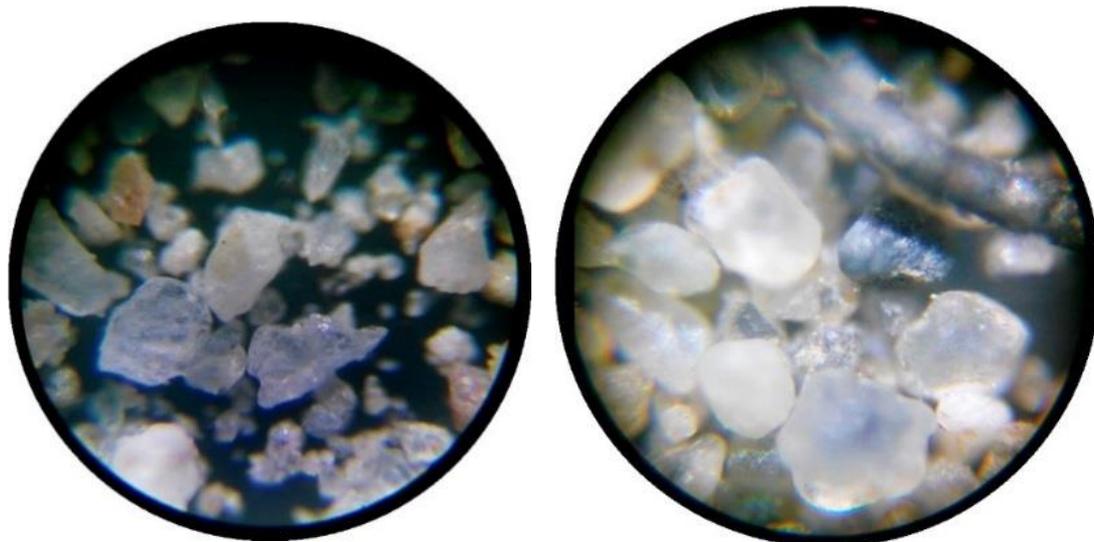


Рис. 13. а) песок №1; б) песок №2 (увеличение в 160 раз)

В карьерном песке содержится около 10-20 % зерна, необходимого для гидроабразивной резки.

На рисунке 13 изображен песок под №1 его размеры приблизительно составляют от 0,04-0,33 мм. Песок №2 имеет размеры приблизительно от 0,07-0,28 мм (рис. 14).

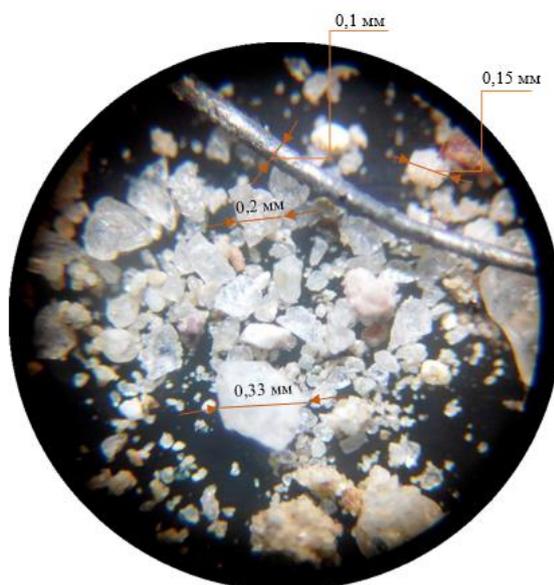


Рис. 14. Песок №1

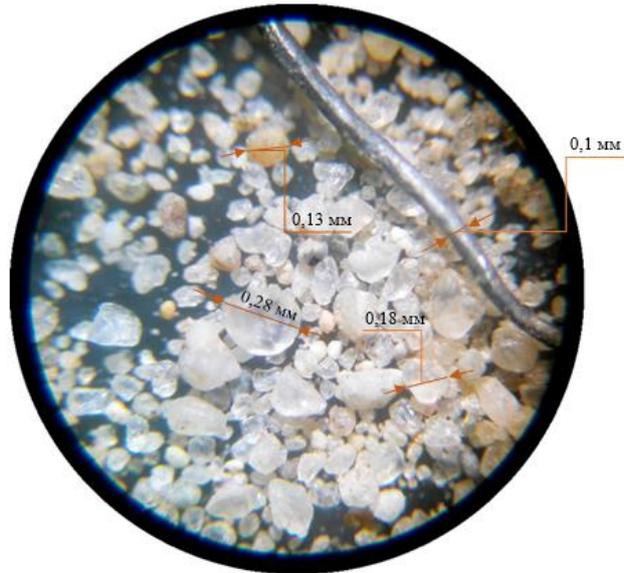


Рис. 15. Песок №2

Сравнивая между собой два песка видим, что первый песок больше подходит по форме зерна, но нужного размера очень мало, второй более гладкий и для резанья на рекомендованных скоростях не подходит.

#### 2.4. Расчет площади сит

Теперь необходимо оценить площадь сит. Для этого из формулы по определению производительности, выразим площадь сита.

Массовая производительность грохота по исходному материалу определяется по следующей эмпирической формуле:

$$Q = Fq\delta klmnop, \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}; \quad (3)$$

, где  $F$  – рабочая площадь сита,  $\text{м}^2$ ;  $q$  – средняя производительность на  $1 \text{ м}^2$  поверхности сита,  $\text{м}^3/\text{ч}$  (табл. 9.1.8.1);  $\delta$  – насыпная плотность грохотимого материала,  $\text{т}/\text{м}^3$ ;  $k, l, m, n, o, p$  – поправочные коэффициенты (табл. 9.1.8.2). [14]

Выражая  $F$ , получим:

$$F = \frac{Q}{q\delta klmnop}, \text{м}^2; \quad (4)$$

По техническому заданию, необходимо просеивать  $100 \text{ кг}$  в течении дня. Допустим, что сито будет работать  $4$  часа, тогда в час оно должно просеивать  $25 \text{ кг}$ . Следовательно,  $Q = 0,0375 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$ , остальные коэффициенты возьмем из таблиц [14].

$$q = 1 \text{ м}^3/\text{ч}; \delta = 2,3 \frac{\text{т}}{\text{м}^3}; k = 0,5; l = 0,9; m = 0,9; n, p = 1; o = 0,6;$$

$$F = \frac{0,0375}{2,3*0,6*0,5*0,95*0,9} = 0,065 \text{ м}^2; \quad (5)$$

Сделаем небольшой запас для производительности, повысив  $F$  до 0,07-0,08 м<sup>2</sup>. Сито будет квадратное с прямолинейными колебаниями. Примем размер сита 270x270 мм,  $F=0,0729$  м<sup>2</sup>.

## 2.5. Выбор вибратора

По рекомендациям, оптимальная частота вибрации для мелкого размера частиц (0,1-1 мм) и машины, работающий с песком должна быть в диапазоне 1500-3000 об/мин. [15]

По условию габариты вибратора должны быть не более 150x150 мм и весом не более 1 кг. К такому требованию подходят пневматические вибраторы, используемые для лотков и сит до 120 кг от российского производителя «ФАМ-Групп». Для выбора необходимо определить массу перемещаемого материала. [16]

Масса перемещаемого материала за полный час составит около 25 кг. а масса вибрационного стола около 10кг. По рекомендациям данного производителя при таких малых значениях подходит пневмовибратор серии FP, под номером 25. Эта модель вибратора подходит для просева материала в диапазоне масс от 5 до 40 кг за час. [16]

Вибратор имеет размеры  $A=116$ ;  $B=48$ ;  $D=M-12$ ;  $E=1/8''=3,17$ ;  $F=1/4''=12,7$ ; мм показанные на рисунке 16. Вес 0,650 кг.

Минимальное рабочее давление 2 атм, максимально 6 атм.

Табл. 5. Зависимость потребления воздуха от давления

2 атм	4 атм	6 атм
23	50	87
л/мин	л/мин	л/мин

Табл.6 Зависимость давления от частоты вибратора

2 атм	4 атм	6 атм
3000	3800	4200
об/мин	об/мин	об/мин

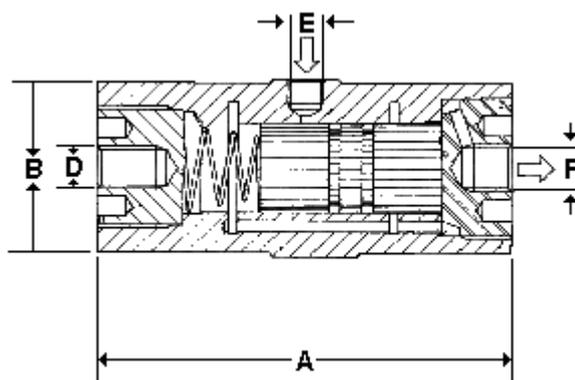


Рис. 16 Пневмовибратор FP-25

Для пневмовибратора должно использоваться гидравлическое масло ISO VG5=5cSt/40°C, например, масло Tellus Oil C5 фирмы Shell.

Для работы двух пневмовибраторов необходима подача сжатого воздуха с минимальным рабочим давлением 2 атм. Для этого можно использовать компрессор WESTER W 006-075 OLC. Он сможет обеспечить работу двух вибраторов при заданных параметрах.

Проверим, подходят ли подобранные параметры для:

1. Оптимальной скорости колебания сит  $v$ , при которой происходит самоочищение отверстий сит;
2. Условия  $W = \omega^2 * X_a \leq 80 \text{ м/с}$   $W$ , где  $W$  – ускорение грохота;  $\omega$  – частота колебаний, рад/с;  $X_a$  – амплитуда колебаний, м. Т.к. Установлено, что ускорение грохота  $W$ , превышающее 80 м/с приводит к быстрому выходу из строя узлов грохота и возникновению трещин в коробе. [17]

Для грохотов с просеивающей поверхностью, расположенной под углом 15-30° к горизонтальной плоскости и с направленными колебаниями:

$$v = 7,72 * \sqrt{h}, \frac{\text{м}}{\text{с}}; \quad (6)$$

, где  $h$  – высота подбрасывания зерен над поверхностью сита, м. Экспериментально установлено, что самоочищение сит происходит, если  $h >= 0,4 B$ , где  $B$  – размер отверстий, м. Тогда:

$$h_1 = 0,4 * 0,29 = 0,116;$$

$$h_2 = 0,4 * 0,1 = 0,04;$$

Тогда:

$$v_1 = 7,72 * \sqrt{0,116} = 2,6 \frac{\text{м}}{\text{с}};$$

$$v_2 = 7,72 * \sqrt{0,04} = 1,55 \frac{\text{м}}{\text{с}};$$

Амплитуда колебаний определяется следующим образом

$$X_a = \frac{4 * 9,8 * \cos \alpha}{\omega^2 * \sin \beta}, \text{ м}; \quad (7)$$

Тогда:

$$X_a = \frac{34}{49348} = 0,0007 \text{ м};$$

Теперь проверим условие:

$$W = \omega^2 * 2 * X_a \leq 80 \text{ м/с}. \quad (8)$$

$$W = 314,16^2 * 0,0007 = 69,1 \leq 80 \text{ м/с};$$

Оба условия выполняются, значит подобраны верные параметры.

## 2.6. Расчет пружин

Общая жесткость стальных пружин:

$$C_{\Sigma} = \frac{W*(m+0.15*m)}{25}, \frac{H}{M}; \quad (9)$$
$$C_{\Sigma} = \frac{69.1 * (10 + 0.15 * 10)}{25} = 31,8 \frac{H}{M};$$

Жесткость одной пружины:

$$C = \frac{C_{\Sigma}}{n}, \frac{H}{M}; \quad (10)$$

, где n – количество пружин

$$C = \frac{31,8}{4} = 7,95 \approx 8 \frac{H}{M}$$

Задаваясь геометрическими размерами пружины, находится число ее рабочих витков Z, соответствующих данной жесткости:

$$Z = \frac{G_{ст}*d^4}{8*D^3*C}; \quad (11)$$

, где  $G_{ст} = 85000$  МПа – модуль сдвига стали; d – диаметр проволоки пружины, м; D– диаметр пружины ( $D/d > 4$ ), м. [17]

$$Z = 11$$

## 2.7. Материалы, используемые в конструкции

Для сварной рамы используются трубы 40x40x2 и трубы 110x40x5 ГОСТ 8645 – 68 из материала Ст3 ГОСТ 380-88.

Для вибростола используется уголок 30x30x3 ГОСТ 8510 – 86, листы 2мм и листы 1мм ГОСТ 19903 – 74 из материала Ст3 ГОСТ 380-88. Восемь пружин диаметра 65 мм с номинальным диаметром проволоки 6 мм ГОСТ 9389-75.

Для захвата мешков/баков, предназначенных для сбора переработанного материала, используются крюки ГОСТ 6627-74.

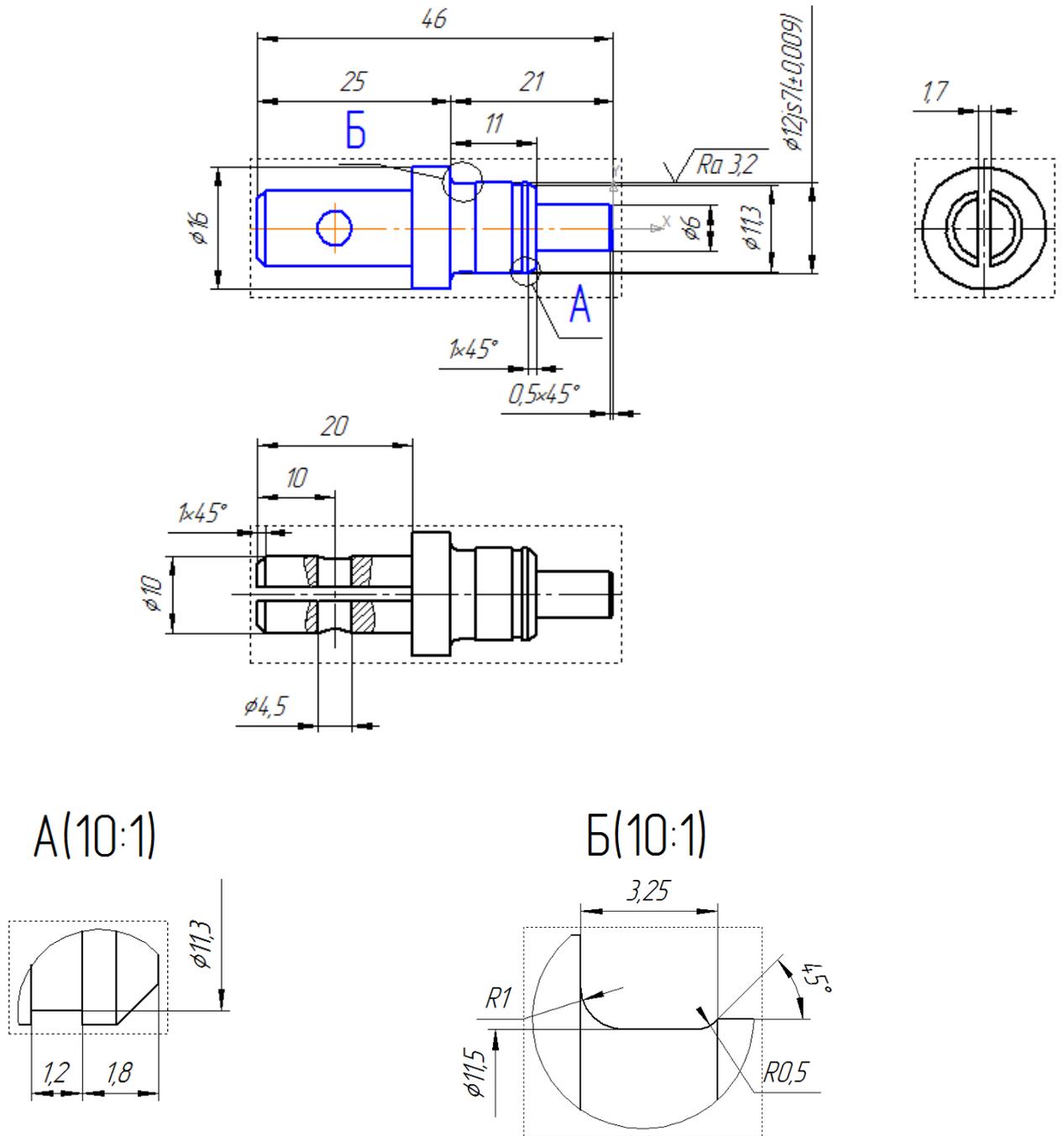
Установка весом около 100 кг должна стоять на виброопорах. Для данной цели подойдут виброопоры ОВ-70, максимальный допустимый вес на одну опору 500 кг. Установка будет стоять на 4 опорах.

### 3. Технологическая часть

## ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

Разработать технологический процесс изготовления полуоси.

Чертёж полуоси представлен на рис.17.



### **3.1. Проектирование технологического процесса изготовления детали**

Основным исходным параметром при проектировании технологического процесса являлся тип производства. Проектирование технологического процесса изготовления детали связано с определенными трудностями: в каждом случае необходимо решать сложные многокритериальные задачи со многими параметрами.. Вид технологического процесса определяется количеством изделий, охватываемых процессом. В данном проекте технологический процесс является мелкосерийным - технологический процесс изготовления изделия одного наименования, типоразмера и исполнения независимо от типа производства.

#### **3.1.1 Определение типа производства и величины партии детали.**

В зависимости от типа производства определим общие подходы к выбору организации технологического процесса, виду заготовки, назначению припусков.

Так как различные типы производства характеризуются различной величиной коэффициента закрепления операций, который рассчитывается в зависимости от трудоёмкости изготовления детали, последовательности обработки и количества станков.

Тип производства определяем упрощенно в зависимости от массы детали и программы выпуска. При массе детали 0,028 кг и годовой программе выпуска  $N_{Г}=20$  шт производство – мелкосерийное [19, с. 21]. В таблице 7 приведены основные характеристики данного типа производства.

Табл. 7. – Основные характеристики среднесерийного производства

Критерий выбора техпроцесса	Характеристика
Форма организации техпроцесса	Переменно-поточная, групповая
Объемы выпуска изделий	Средние
Длительность выпуска	Средняя
Заготовка	Профильный прокат
Оборудование	Универсальное и специализированное, с ЧПУ
Оснастка	Универсальная и специализированная
Степень автоматизации и механизации	Средняя
Квалификация рабочих	Средняя
Расстановка оборудования	По группам станков, предметно-замкнутые участки
Виды технологических процессов: - по универсальности - по подробности описания	Типовые, групповые, единичные Операционные
Коэффициент закрепления операций	Св. 21 до 40
Метод определения операционных размеров	Расчетно-аналитический, решением операционных размерных цепей
Метод обеспечения точности	Настроенное по эталонам оборудование, активный контроль
Метод нормирования	Аналитический - исследовательский

Определим объем партии запуска, шт., по формуле

$$n=N \cdot a / D, \quad (12)$$

где  $N$  - годовая программа выпуска, шт/год;

$a$  - периодичность запуска в днях (3,6,12,24 дня);

Д - количество рабочих дней.

Принимаем  $a = 12$ ,  $D=248$ .

Тогда  $n = 20 \cdot 12 / 248 = 0,96$  деталей, принимаем 1 деталь.

### **3.1.2. Анализ технологичности конструкции детали**

В процессе проектирования, так же как и в производственных условиях, любая конструкция (машина, узел, деталь) должна быть самым тщательным образом проанализирована. Цель такого анализа – выявление недостатков конструкции по сведениям, содержащимся в чертежах и технических требованиях, а также возможное улучшение технологичности рассматриваемой конструкции.

Технологический контроль чертежей сводится к тщательному их изучению. Рабочие чертежи обрабатываемых деталей должны содержать все необходимые сведения, дающие полное представление о детали, то есть все проекции, разрезы и сечения, совершенно четко и однозначно объясняющие ее конфигурацию и возможные способы получения заготовки. На чертеже должны быть указаны все размеры с необходимыми допусками, классы чистоты обрабатываемых поверхностей, допускаемые отклонения от правильных геометрических форм, а также взаимного положения поверхностей. Чертеж должен содержать все необходимые сведения о материале детали, термической обработке, применяемых защитных и декоративных покрытиях, весе детали и т. п. Таким образом, технологический контроль – важная стадия проектирования технологических процессов и во многих случаях способствует выяснению и уточнению приведенных выше факторов.

Технологический анализ конструкции обеспечивает улучшение технико-экономических показателей разрабатываемого технологического процесса. Поэтому технологический анализ – один из важнейших этапов технологической разработки, в том числе и проектирования.

Конструкция полуоси характеризуется следующими признаками:

- Простой конфигурацией наружной поверхности;

- Постепенными перепадами диаметров шеек полуоси;
- Правильной формой и размером канавки для выхода инструментов;
- Возможностью многорезцовой обработки в зависимости от соотношения диаметров шеек и расстояний между ними.

Анализируя данную деталь - полуось по этим критериям можно прийти к выводу, что оно является технологичным.

### **3.1.3. Выбор вида и способа получения заготовки**

Главным при выборе заготовки является обеспечение заданного качества готовой детали при ее минимальной себестоимости. Себестоимость детали определяется суммированием себестоимости заготовки по калькуляции заготовительного цеха и себестоимости ее последующей обработки до достижения заданных требований качества по чертежу. Выбор заготовки зависит от формы детали и ее размеров, исходного материала, типа и вида производства, наличия необходимого оборудования.

Существуют различные способы получения заготовок. Мелкосерийное производство характеризуется тем, что большая часть металла уходит в стружку, из чего следует, что заготовка не совсем соответствует форме готового изделия.

Анализируя чертеж, приходим к выводу, что наиболее выгодный способ получения заготовки для данной детали – прокат.

В качестве заготовки принимаем сортовой горячекатаный прокат круглой формы из стали 45 диаметром 20 мм обычной точности по ГОСТ 2590-71.

В данном случае при использовании сортового проката в качестве заготовки ее форма и размеры будут достаточно близки к форме и размерам готовой детали. Точность горячекатаного проката соответствует 12-14 качеству. Также горячекатаный сортовой прокат имеет мелкозернистую, однородную структуру с определенно направленным расположением зерен, благодаря чему, в нем обеспечено постоянство механических свойств по глубине.

### **3.1.4. Выбор методов и последовательностей обработки поверхностей детали и составление технологического процесса.**

Исходными данными для составления технологического маршрута будет являться конструкторский чертеж с конкретными требованиями на деталь, а так же вид производства, и ряд других малосущественных факторов.

Принимаем следующую последовательность технологического процесса обработки полуоси:

005 Заготовительная

010 Токарная черновая

015 Сверлильная

020 Фрезерная

025 Токарная чистовая

030 Слесарная

035 Контрольная

040 Шлифовальная

045 Моечная

050 Контрольная

### **3.1.5. Уточнение технологичности баз и схем установки.**

Проведем обоснование выбора технологических баз на всех операциях технологического процесса.

При определении технологических баз стремимся к выполнению следующих принципов технологического базирования:

- правило шести точек;
- правило единства (совмещения) баз;
- принцип постоянства баз.

В качестве черновой технологической базы принимаем ось детали. Черновые технологические базы в процессе обработки детали применяются однократно. Выбранные черновые технологические базы наиболее

протяженные, удобные для закрепления в стандартной технологической оснастке и позволяют равномерно распределить припуск на все поверхности детали.

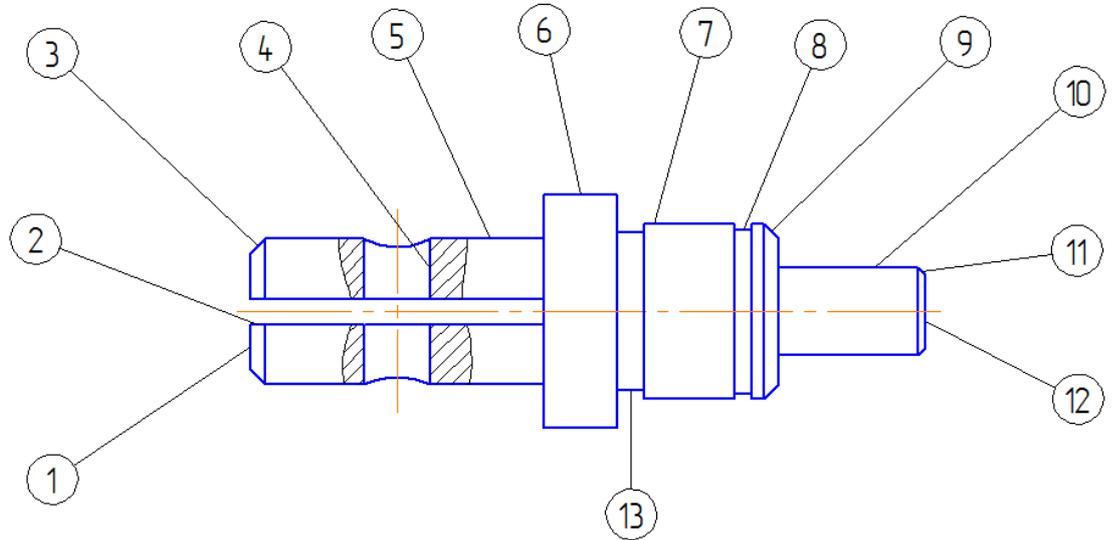


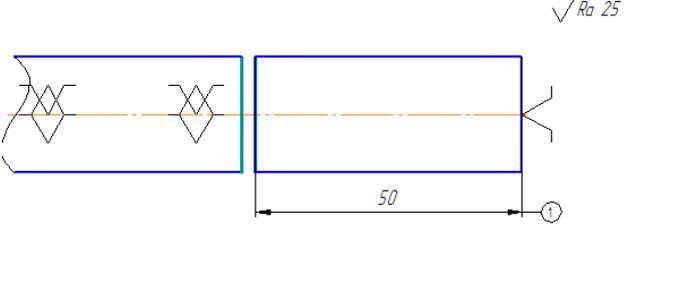
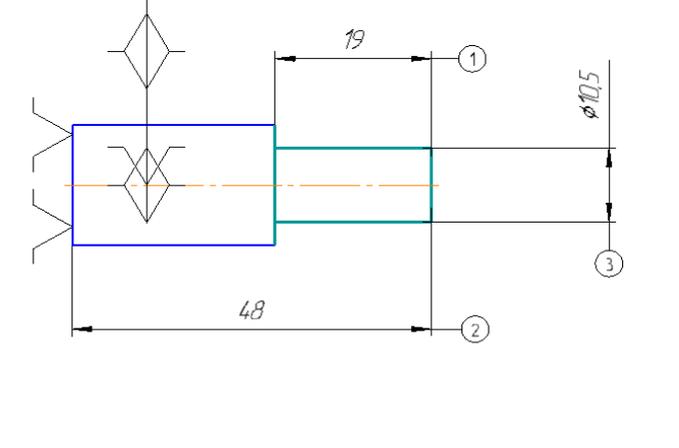
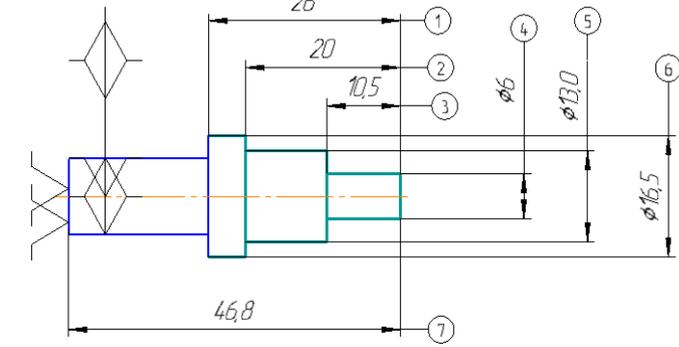
Рис. 17 - Нумерация поверхностей

При обработке некоторых поверхностей не выполняется правило единства баз, но в связи с тем, что в чертеже детали данные размеры имеют в основном 14 квалитет точности, это не критично. К тому же на некоторых черновых операциях не выдерживается правило единства баз для обеспечения возможности использования стандартной оснастки. Оставляем выбранные базы, так как они наиболее удобные. Условное обозначение технологических баз на каждой операции представлено в плане изготовления детали.

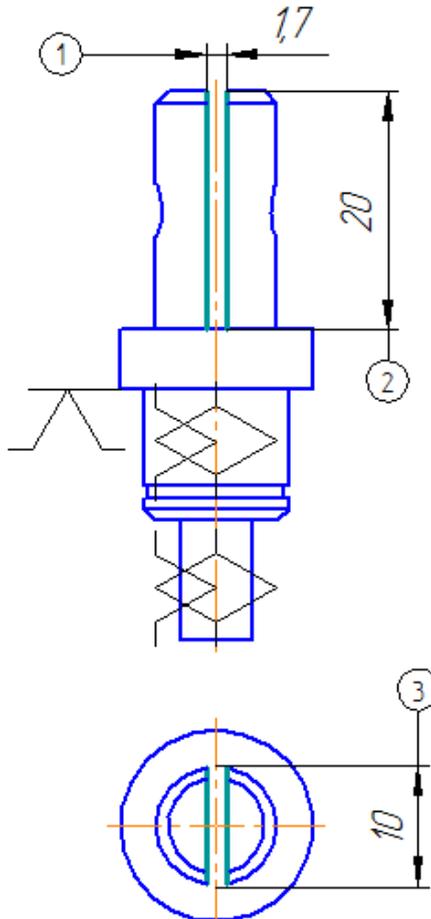
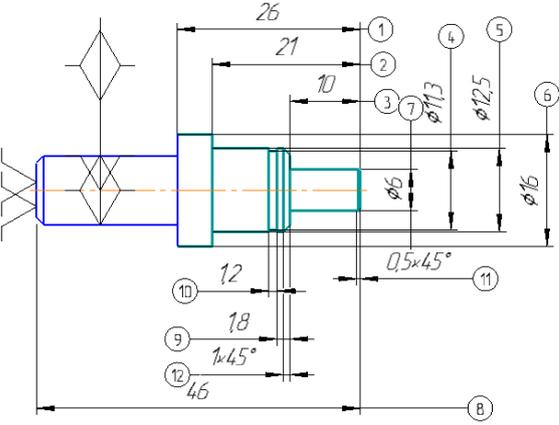
### **3.1.6. Формирование технологических операций и уточнение содержаний технологических.**

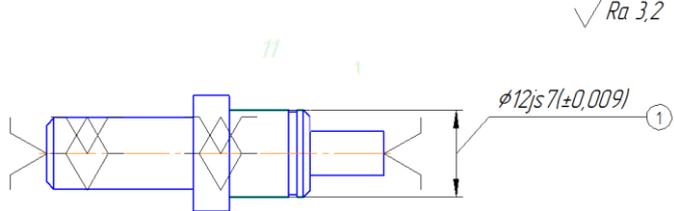
Технологический маршрут обработки сведем в табл. 1.3 согласно ГОСТ 3.1107-81 [18, с.49]. Идеальные опорные точки обозначаются в соответствии с ГОСТ 21495-76.

Табл. 8 - Карта технологического процесса

Наименование операций и переходы	Операционный эскиз
<p><u>005 Заготовительная</u></p> <p>А. Установить заготовку в трехкулачковом патроне</p> <p>1. Отрезать заготовку, выдерживая размер 1</p>	
<p><u>010 Токарная</u></p> <p>А. Установить и закрепить заготовку в трехкулачковом патроне</p> <p>1. Подрезать торец выдерживая размер 2 начерно</p> <p>2. Точить поверхность выдерживая размер 3 начерно на длину 1</p>	
<p>Б. Переустановить заготовку в трехкулачковом патроне</p> <p>1. Подрезать торец выдерживая размер 7 начерно</p> <p>2. Точить поверхность выдерживая размер 6 начерно на длину 1</p> <p>3. Точить поверхность выдерживая размер 5 начерно на длину 2</p> <p>4. Точить поверхность выдерживая размер 4 начерно на длину 3.</p>	

Наименование операций и переходы	Операционный эскиз
<p align="center"><u>015 Токарная</u></p> <p>А. Установить и закрепить заготовку в трехкулачковом патроне</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Подрезать торец выдерживая размер 3 начисто</li> <li>2. Точить поверхность выдерживая размер 2 начисто на длину 1</li> <li>3. Снять фаску 4.</li> </ol>	
<p align="center"><u>020 Вертикально-сверлильная</u></p> <p>А. Установить и закрепить заготовку и закрепить</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Центровать отверстие по размеру 3.</li> <li>2. Сверлить отверстие диаметром 2 на длину 1 однократно.</li> </ol>	

Наименование операций и переходы	Операционный эскиз
<p><u>025 Горизонтально-фрезерная</u></p> <p>А. Установить деталь в призмы и закрепить</p> <p>1. Фрезеровать паз шириной 1 на глубину 2 и длину 3 однократно</p>	
<p><u>030 Токарная</u></p> <p>А. Переустановить и закрепить заготовку в трехкулачковом патроне</p> <p>1. Подрезать торец выдерживая размер 8 начисто</p> <p>2. Точить поверхность выдерживая размер 6 начисто на длину 1</p> <p>3. Точить поверхность выдерживая размер 5 начисто на длину 2</p>	

Наименование операций и переходы	Операционный эскиз
<p>4. Точить поверхность выдерживая размер 7 начисто на длину 3.</p> <p>5. Точить канавку в размер 4, выдерживая размеры 9, 10 начисто.</p> <p>6. Точить канавку шириной 13 на диаметр 14.</p> <p>7. Снять фаску 12</p> <p>8. Снять фаску 11</p>	
<p><u>035 Слесарная</u></p> <p>1. Снять заусенцы</p>	
<p><u>040 Круглошлифовальная</u></p> <p>А. Установить и закрепить деталь</p> <p>1. Шлифовать поверхность выдерживая размер 1</p>	
<p><u>045 Моечная</u></p> <p>1. Промывка</p>	
<p><u>050 Контрольная</u></p> <p>1. Окончательный контроль параметров</p>	

### 3.1.7. Расчет припусков на обработку для размера $12 \pm 0,009$ мм и размерный анализ

В соответствии с заданием, необходимо рассчитать припуски на обработку и промежуточные предельные размеры для диаметрального размера  $12js7(\pm 0,009)$ .

Обработка ведется за три перехода:

1. Точение черновое
2. Точение чистовое
3. Шлифование однократное

В таблицу 9 записываем соответствующие заготовке и каждому технологическому переходу значения элементов припуска.

Определим элементы припуска  $\rho_{ЗАГ}$  и  $\varepsilon_{уст}$ .

Суммарное отклонение расположения заготовки  $\rho_{ЗАГ}$ , мм, определяем по формуле:

$$\rho_{ЗАГ} = \rho_{кр} \cdot l, \quad (13)$$

где  $\rho_{кр}$  – кривизна профиля проката, мкм;

$$\rho_{кр} = 0,5 \text{ мм [18, с. 180];}$$

$$\rho_{ЗАГ} = 0,5 \cdot 50 = 25 \text{ мм} = 250 \text{ мкм}$$

Остаточное суммарное расположение заготовки, мм, определяется по формуле:

$$\rho_{ост} = K_y \cdot \rho_{ЗАГ}, \quad (14)$$

где  $K_y$  – коэффициент уточнения [20, с. 338]

$$\text{для перехода 2 } K_y = 0,06$$

$$\text{для перехода 3 } K_y = 0,04$$

тогда

$$\rho_2 = 250 \cdot 0,06 = 15 \text{ мкм}$$

$$\rho_3 = 15 \cdot 0,04 = 1 \text{ мкм}$$

Для шлифования суммарное значение пространственных отклонений уже будет равно 0.

Расчет минимальных значений припусков  $2Z_{min}$ , мм, производим, пользуясь основной формулой:

$$2Z_{\min} = 2 \cdot (Rz_{i-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}), \quad (15)$$

где  $\varepsilon_y$  – погрешность установки [24, с.75-82].

Данные исходных значений допусков, элементов припуска и расчетов припуска приведены в таблице 9. Элементы припуска - величину микронеровностей Rz и глубину дефектного слоя T назначаем по таблицам [20, с. 185-189]. Глубину дефектного слоя после термической обработки не учитываем [20, с. 323].

Табл.9. – Расчет операционных припусков и размеров

Номер перехода	Технологический переход	Элементы припуска, мкм				2Z min мкм	Операц. допуск $\frac{Td}{IT}$	d, min мм	Предельные округленные размеры, мм		Предельные припуски, мм	
		Rz	T	$\rho$	$\varepsilon_{уст}$				d min	d max	2Zmax	2Zmin
		1	Прокат	63	50				250	0	0	$\frac{1100}{16}$
2	Точить начерно	63	50	15	600	1526	$\frac{180}{12}$	12,530	12,530	12,710	1,526	2,446
3	Точить начисто	26	30	1	100	428	$\frac{70}{10}$	12,102	12,102	12,172	0,428	0,538
4	Шлифовать однократно	3,2	20	0	0	111	$\frac{18}{7}$	11,991	11,991	12,009	0,111	0,163

Минимальные припуски по переходам:

$$2Z_{\min 2} = 2 \cdot (63 + 50 + \sqrt{250^2 + 600^2}) = 1526 \text{ мкм,}$$

$$2Z_{\min 3} = 2 \cdot (63 + 50 + \sqrt{15^2 + 100^2}) = 428 \text{ мкм,}$$

$$2Z_{\min 4} = 2 \cdot (25 + 30 + \sqrt{1^2 + 0^2}) = 111 \text{ мкм},$$

Минимальные размеры поверхности по переходам  $d_{\min}$ , мм, определим по формуле:

$$d_{\min} = d_{\min i+1} + 2Z_{\min i+1}, \quad (16)$$

$$d_{\min 3} = 11,991 + 0,111 = 12,102 \text{ мм},$$

$$d_{\min 2} = 12,102 + 0,428 = 12,530 \text{ мм},$$

$$d_{\min 1} = 12,530 + 1,526 = 14,056 \text{ мм}.$$

Максимальные операционные размеры  $d_{\max}$ , мм, определим по формуле:

$$d_{\max} = d_{\min} + T_d, \quad (171)$$

$$d_{\max 1} = 14,056 + 1,110 = 15,156 \text{ мм},$$

$$d_{\max 2} = 12,530 + 0,180 = 12,710 \text{ мм},$$

$$d_{\max 3} = 12,102 + 0,070 = 12,172 \text{ мм},$$

$$d_{\max 4} = 11,991 + 0,018 = 12,009 \text{ мм}.$$

Максимальные припуски  $2Z_{\max}$ , мм, определим по формуле:

$$2Z_{\max i} = d_{\max i-1} - d_{\max i}, \quad (18)$$

$$2Z_{\max 2} = 15,156 - 12,710 = 2,446 \text{ мм},$$

$$2Z_{\max 3} = 12,710 - 12,172 = 0,538 \text{ мм},$$

$$2Z_{\max 4} = 12,172 - 12,009 = 0,163 \text{ мм},$$

Минимальные припуски  $2Z_{\min}$ , мм, определим по формуле:

$$2Z_{\min i} = d_{\min i-1} - d_{\min i}, \quad (192)$$

$$2Z_{\min 2} = 14,056 - 12,530 = 1,526 \text{ мм},$$

$$2Z_{\min 3} = 12,530 - 12,102 = 0,428 \text{ мм,}$$

$$2Z_{\min 4} = 12,102 - 11,991 = 0,111 \text{ мм,}$$

Проверка результатов расчёта выполняется по формуле (**Ошибка! сточник ссылки не найден.**)

$$2Z_{\max i} - 2Z_{\min i} = T_{d_{i-1}} - T_{d_i}, \quad (20)$$

$$2Z_{\max 4} - 2Z_{\min 4} = 0,163 - 0,111 = 0,052$$

$$T_{d_3} - T_{d_4} = 0,070 - 0,018 = 0,052$$

$2Z_{\max 4} - 2Z_{\min 4} = T_{d_3} - T_{d_4} = 0,052 \text{ мм}$  – условие проверки выполнено, значит расчёт припусков выполнен верно.

На основании расчета припусков строим размерную схему техпроцесса обработки

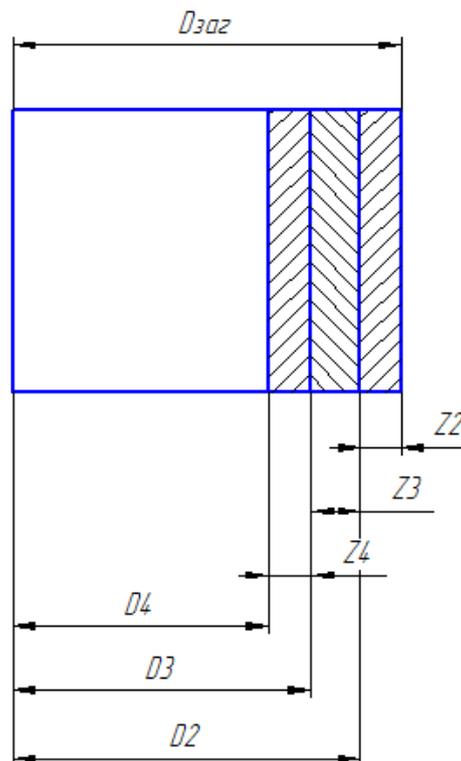


Рис. 18. Размерная цепь

### 3.1.9. Выбор оборудования.

Учитывая диаметр обрабатываемой заготовки и требуемую мощность для токарной обработки по табл. 9 [19.стр.16] выбираем станок с ЧПУ модели 16K20Ф3.

Табл.10. Технические характеристики станка 16К20ФЗ.

Наименование	Параметр
Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки над станиной	400
Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки над суппортом	220
Наибольшая длина обрабатываемой заготовки	1000
Шаг нарезаемой резьбы: метрической	До 20
Частота вращения шпинделя, об/мин	12,5 – 2000
Число скоростей шпинделя	22
Наибольшее перемещение суппорта продольное	900
Наибольшее перемещение суппорта поперечное	250
Подача суппорта продольная, мм/мин	3-1200
Подача суппорта поперечная, мм/мин	1,5-600
Число ступеней подач	Б/с
Скорость быстрого перемещения суппорта продольного, мм/мин	4800
Скорость быстрого перемещения суппорта поперечного, мм/мин	2400
Мощность электродвигателя главного привода, кВт	10
Габаритные размеры (без ЧПУ):	
длина	3360
ширина	1710
высота	1750
Масса, кг	4000

Для вертикально-сверлильной принимаем станок универсальный вертикально-сверлильный 2Н135, с условным диаметром сверления до 35 мм, используются на предприятиях с единичным и мелкосерийным выпуском продукции и предназначены для выполнения следующих операций: сверления» рассверливания» зенкования, зенкерования, развертывания и подрезки торцев ножами.

Пределы чисел оборотов и подач шпинделя позволяют обрабатывать различные виды отверстий на рациональных режимах резания.

Наличие на станках механической подачи шпинделя, при ручном управлении циклами работы.

Допускает обработку деталей в широком диапазоне размеров из различных материалов с использованием инструмента из высокоуглеродистых и быстрорежущих сталей и твердых сплавов.

Станки снабжены устройством реверсирования электродвигателя главного движения, что позволяет производить на них нарезание резьбы машинными метчиками при ручной подаче шпинделя»

Категория размещения 4 по ГОСТ 15150-69.

Табл.11. Технические характеристики станка 2Н135

Наименование параметра	2Н135
<b>Основные параметры станка</b>	
Наибольший диаметр сверления в стали 45, мм	35
Наименьшее и наибольшее расстояние от торца шпинделя до стола, мм	30...750
Наименьшее и наибольшее расстояние от торца шпинделя до плиты, мм	700...1120
Расстояние от оси вертикального шпинделя до направляющих стойки (вылет), мм	300
<b>Рабочий стол</b>	
Максимальная нагрузка на стол (по центру), кг	
Размеры рабочей поверхности стола, мм	450 x 500
Число Т-образных пазов Размеры Т-образных пазов	3
Наибольшее вертикальное перемещение стола (ось Z), мм	300
Перемещение стола на один оборот рукоятки, мм	
<b>Шпиндель</b>	

Наименование параметра	2Н135
Наибольшее перемещение (установочное) шпиндельной головки, мм	170
Наибольшее перемещение (ход) шпинделя, мм	250
Перемещение шпинделя на одно деление лимба, мм	1,0
Перемещение шпинделя на один оборот маховичка-рукоятки, мм	122,46
Частота вращения шпинделя, об/мин	31,5...1400
Количество скоростей шпинделя	12
Наибольший допустимый крутящий момент, Нм	400
Конус шпинделя	Морзе 4
<b>Механика станка</b>	
Число ступеней рабочих подач	9
Пределы вертикальных рабочих подач на один оборот шпинделя, мм	0,1...1,6
Управление циклами работы	Ручное
Наибольшая допустимая сила подачи, кН	15
Динамическое торможение шпинделя	Есть
<b>Привод</b>	
Электродвигатель привода главного движения, кВт	4,0
Электронасос охлаждающей жидкости Тип	X14-22М
<b>Габарит станка</b>	
Габариты станка, мм	2535 x 825 x 1030
Масса станка, кг	1200

Для горизонтально-фрезерной подходит универсальный консольно-фрезерный станок 6Н82, который предназначен для обработки различных изделий сравнительно небольших размеров из стали, чугуна, цветных металлов и пластмасс в основном цилиндрическими, торцовыми, дисковыми,

угловыми, фасонными и модульными фрезами специальными фрезами в условиях индивидуального и серийного производства. Наличие поворотного стола позволяет нарезать винтовые канавки при изготовлении косозубых колес, фрез, зенкеров, разверток и тому подобных деталей.

Универсальным фрезерный станок называется потому, что рабочий стол может быть повернут относительно вертикальной оси.

Широкий диапазон скоростей шпинделя и подач стола обеспечивает возможность обработки изделий на оптимальных режимах резания, в том числе и фрезерования винтовых канавок с использованием универсальной делительной головки.

Для вращения шпинделя и механических подач стола предусмотрены приводы от отдельных электродвигателей. Стол станка может совершать быстрые перемещения в трех направлениях.

Ручной и механический приводы заблокированы. Выключение механических перемещений стола может осуществляться упорами и вручную. Для торможения шпинделя применяется электромагнитная муфта.

Повышенная мощность электродвигателей и жесткость станка обеспечивают обработку изделий на скоростных режимах резания твердосплавным инструментом.

Станок может применяться в единичном мелкосерийном и серийном производстве.

Табл.12. Технические характеристики станка 6Н82

Наименование параметра	6Н82
<b>Основные параметры станка</b>	
Класс точности по ГОСТ 8-71 и ГОСТ 8-82	Н
Размеры рабочей поверхности стола (длина x ширина), мм	320 x 1250
Наименьшее и наибольшее расстояние от оси шпинделя до стола, мм	30..400*

Наименование параметра	6Н82
* При ручном перемещении и снятом нижнем ограничительном кулачке	
Расстояние от оси шпинделя до хобота, мм	155
Максимальная нагрузка на стол (по центру), кг	
<b>Рабочий стол</b>	
Число Т-образных пазов Размеры Т-образных пазов	3
Наибольшее перемещение стола продольное от руки/ от двигателя (ось X), мм	800/ 800
Наибольшее перемещение стола поперечное от руки/ от двигателя (ось Y), мм	240/ 250
Наибольшее перемещение стола вертикальное от руки/ от двигателя (ось Z), мм	360/ 370
Наибольший угол поворота стола, град	±45
Цена одного деления шкалы поворота стола, град	1
Перемещение стола на одно деление лимба (продольное - ось X, поперечное - ось Y), мм	0,05
Перемещение стола на одно деление лимба (вертикальное - ось Z), мм	0,05
Перемещение стола на один оборот лимба продольное и поперечное, мм	6
Перемещение стола на один оборот лимба вертикальное, мм	2
<b>Шпиндель</b>	
Частота вращения шпинделя, об/мин	31,5..1600
Количество скоростей шпинделя	18
Эскиз конца шпинделя	ГОСТ 836-72
Конус шпинделя	
Наибольший допустимый крутящий момент на шпинделе Нм	1070
<b>Механика станка</b>	

Наименование параметра	<b>6Н82</b>
Быстрый ход стола продольный (ось X), м/мин	3
Быстрый ход стола поперечный (ось Y), м/мин	3
Быстрый ход стола вертикальный (ось Z), м/мин	1
Число ступеней рабочих подач стола	18
Пределы рабочих подач. Продольных (ось X), мм/мин	25..1250
Пределы рабочих подач. Поперечных (ось Y), мм/мин	25..1250
Пределы рабочих подач. Вертикальных (ось Z), мм/мин	8,3..416,6
Наибольшее усилие резания при продольной/ поперечной/ вертикальной подаче, кН	
Выключающие упоры подачи продольной	есть
Выключающие упоры подачи поперечной, вертикальной	нет
Блокировка ручной и механической подачи (продольной)	есть
Блокировка ручной и механической подачи (поперечной, вертикальной)	есть
Автоматическая прерывистая подача Продольная	есть
Автоматическая прерывистая подача Поперечная и вертикальная	нет
Торможение шпинделя (муфта)	есть
Предохранение от перегрузки (муфта)	есть
<b>Привод</b>	
Электродвигатель привода главного движения, кВт	7,5
Электродвигатель привода подач, кВт	2,2
Электродвигатель зажима инструмента, кВт/ об/мин	нет
Электронасос охлаждающей жидкости Тип	
Электродвигатель насоса охлаждающей жидкости, кВт	0,12
Производительность насоса СОЖ, л/мин	22
<b>Габарит и масса станка</b>	
Габариты станка (длина ширина высота), мм	2305 x 1950 x 1670

Наименование параметра	<b>6Н82</b>
Масса станка, кг	2900

Для круглошлифовальной операции принимаем станок 3Б151, который предназначен для наружного шлифования цилиндрических изделий и пологих конусов.

На станках этой модели, имеющих гидравлический механизм врезания, можно выполнять следующие виды обработки:

- продольное и врезное шлифование при ручном управлении;
- продольное шлифование с автоматической поперечной подачей, осуществляющейся при реверсе стола;
- врезное шлифование до упора при полуавтоматическом цикле работы.

На станках этих моделей предусмотрена возможность установки приборов активного контроля, которые поставляются с ними по особому заказу и за отдельную плату.

Станки модели 3Б151 рассчитаны главным образом на работу в условиях серийного и массового производств, но могут также использоваться в единичном производстве.

Станки моделей 3Б151 не имеют гидравлического механизма врезания. Они предназначены в основном для выполнения продольного шлифования и снабжены механизмом автоматической поперечной подачи, осуществляющейся при реверсе стола. На них можно выполнять также врезное и продольное шлифование при ручной поперечной подаче.

Табл.13. Технические характеристики станков 3Б151

Наименование параметра	<b>3Б151</b>
<b>Основные параметры станка</b>	
Класс точности по ГОСТ 8-82	П
Наибольший диаметр обрабатываемого изделия, мм	200
Наибольшая длина обрабатываемого изделия, мм	700

Наименование параметра	ЗБ151
Наибольший диаметр шлифования в люнете, мм	60
Наибольший диаметр шлифования без люнета, мм	180
Наименьший диаметр шлифования, мм	
Наибольшая длина шлифования, мм	630
Расстояние от оси шпинделя передней бабки до зеркала стола (высота центров), мм	110
Наибольшая масса обрабатываемого изделия, кг	30
<b>Рабочий стол станка</b>	
Наибольшая длина перемещения стола, мм	650
Ручное ускоренное перемещения стола за один оборот маховика, мм	22,6
Ручное замедленное перемещения стола за один оборот маховика, мм	5,3
Наименьший ход стола от гидросистемы при переключении упорами, мм	8
Скорость перемещения стола от гидросистемы (бесступенчатое регулирование), м/мин	100..6000
Наибольший угол поворота верхнего стола по часовой стрелке, град	3°
Наибольший угол поворота верхнего стола против часовой стрелки, град	10°
Цена деления шкалы поворота верхнего стола, град	0°20'
Конусность, мм/м	10
<b>Шлифовальная бабка</b>	
Наибольший/ наименьший диаметр шлифовального круга, мм	600/ 450
Наибольшая ширина (высота) шлифовального круга, мм	63
Частота вращения шпинделя шлифовальной бабки, об/мин	1112, 1272
Скорость резания шлифовального круга, м/с	
Наибольшее перемещение шлифовальной бабки по винту, мм	200

Наименование параметра	ЗБ151
Величина быстрого подвода шлифовальной бабки от гидравлики, мм	50
Время быстрого подвода шлифовальной бабки, с	2
Периодическая подача шлифовальной бабки (бесступенчатое регулирование), мм	0,005..0,06
Цена деления лимба поперечной подачи на диаметр изделия, мм	0,005
Величина поперечного перемещения шлифовальной бабки за один оборот маховика, мм	1
<b>Передняя бабка</b>	
Частота вращения изделия (бесступенчатое регулирование), об/мин	63..400
<b>Задняя бабка</b>	
Величина отвода пиноли задней бабки от руки, мм	35±2
Величина отвода пиноли задней бабки от гидросистемы, мм	35±2
<b>Привод и электрооборудование станка</b>	
Количество электродвигателей на станке	7
Электродвигатель шпинделя шлифовальной бабки (Ш), кВт	7,5
Электродвигатель привода изделия (И), кВт	0,76
Электродвигатель насоса гидросистемы (Г), кВт	1,5
Электродвигатель насоса системы смазки подшипников шпинделя (С), кВт	0,08
Электродвигатель насоса системы смазки направляющих стола (1С), кВт	0,08
Электродвигатель насоса системы охлаждения (Н), кВт	0,12
Электродвигатель магнитного сепаратора (М), кВт	0,08
<b>Габаритные размеры и масса станка</b>	
Габаритные размеры станка (длина x ширина x высота), мм	3100 x 2100 x 1500

Наименование параметра	ЗБ151
Масса станка с электрооборудованием и охлаждением, кг	4200

### 3.1.10. Расчет режимов обработки. Выбор режущего инструмента.

Режимы резания необходимо рассчитать для операции 010 перехода А.

1. Подрезать торец, выдерживая размер 2 начерно
2. Точить поверхность выдерживая размер 3 начерно на длину 1.

1) Подрезать торец, выдерживая размер 2 начерно.

Инструмент: токарный подрезной отогнутый резец с пластиной из твердого сплава Т15К6 (по ГОСТ 18880-73).

Параметры резца:  $H = 20$  мм,  $B = 12$  мм,  $L = 120$  мм,  $m = 7$  мм,  $a = 12$  мм,  $r = 1$  мм.

На данном переходе мы подрезаем торец заготовки 50 в размер 48 мм. Поэтому примем глубину резания для расчетов  $t = 50 - 48 = 2$  мм.

Назначаем подачу, принимаем  $S = 0,4$  мм/зуб. Назначаем период стойкости резца:  $T = 60$  мин.

Скорость резания определим по эмпирической формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v, \quad (21)$$

где  $K_v = K_{mv} \cdot K_{lv} \cdot K_{lv}$  – общий поправочный коэффициент;

$K_{mv}$  – коэффициент учитывающий влияние материала заготовки, берется из табл. 1-4 [18, С.261-263].

$K_{lv}$  – коэффициент учитывающий состояние поверхности, берется из табл. 5 [1, С.263].

$K_{lv}$  – коэффициент учитывающий состояние поверхности инструмента, берется из табл. 6 [18, С.263].

Значения коэффициента  $C_v$ , показателей степени  $x$ ,  $y$ , и  $m$  приведены в табл. 17 [18, С.269].  $C_v = 290$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,35$ ;  $m = 0,2$ .

Тогда:  $K_v = 1,1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,99$ .

Теперь рассчитаем скорость резания:

$$V = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 2,0^{0,15} \cdot 0,4^{0,35}} \cdot 0,99 = 157,2 \text{ м/мин.}$$

Рассчитаем частоту вращения шпинделя по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}; \quad (22)$$

Получаем:

$$n = \frac{1000 \cdot 157,2}{3,14 \cdot 50} = 1001,4 \text{ об/мин.}$$

Принимаем частоту вращения 1000 об/мин.

Силу резания  $P_z$  определим по формуле:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p, \quad (23)$$

где  $K_p = K_{Mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\eta p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}$  - коэффициент учитывающий фактические условия резания. Численные значения коэффициентов входящих в произведение возьмем из табл. 9, 10 [18, С.268-269] и 23 [18, С.275].

Постоянную  $C_p$  и показатели степени  $x$ ,  $y$  и  $n$  для конкретных условий обработки возьмем из табл. 22 [18, С.372].

$$C_p = 300; \quad x = 1,0; \quad y = 0,75; \quad n = -0,15.$$

$$\text{Тогда: } K_p = 0,92 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 0,76.$$

$$\text{Получаем: } P_z = 10 \cdot 300 \cdot 3,5^{1,0} \cdot 0,4^{0,75} \cdot 157,2^{-0,15} \cdot 0,76 = 1074,3 \text{ Н.}$$

Мощность резания определим по формуле:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}; \quad (24)$$

Подставив рассчитанные значения силы и скорости резания, получим:

$$N = \frac{1074,3 \cdot 157}{1020 \cdot 60} = 2,75 \text{ кВт.}$$

2) Точить поверхность выдерживая размер 3 начерно на длину 1.

Инструмент: токарный проходной упорный резец с углом в плане  $\varphi = 90^\circ$  с пластиной из твердого сплава Т15К6 (по ГОСТ 18879-73).

Параметры резца:  $h = 20$  мм,  $b = 16$  мм,  $L = 120$  мм,  $n = 6$  мм,  $l = 16$  мм,  $R = 1$  мм.

На данном технологическом переходе необходимо точить поверхность  $\varnothing 20$  мм начерно до  $\varnothing 10,5$  мм на длину 19 мм. Примем глубину резания для расчетов  $t = 2,5$  мм, с той целью,. Тогда можно получить требуемый размер детали за 2 прохода.

Назначаем подачу, принимаем  $S = 0,3$  мм/зуб. Назначаем период стойкости резца:  $T = 60$  мин.

Значения коэффициента  $C_v$ , показателей степени  $x$ ,  $y$ , и  $m$  приведены в табл. 17 [1, С.269].  $C_v = 350$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,2$ ;  $m = 0,2$ .

$$K_v = 1,1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,99.$$

$$\text{Скорость резания: } V = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 2,5^{0,15} \cdot 0,3^{0,2}} \cdot 0,99 = 168,2 \text{ м/мин.}$$

$$\text{Частота вращения шпинделя: } n = \frac{1000 \cdot 168,2}{3,14 \cdot 10,5} = 1598 \text{ об/мин.}$$

Полученную частоту вращения округляем до ближайшей стандартной  $n = 1600$  об/мин.

Определяем силу резания  $P_z$

Постоянную  $C_p$  и показатели степени  $x$ ,  $y$  и  $n$  для конкретных условий обработки возьмем из табл. 22 [19, С.273].  $C_p = 300$ ;  $x = 1, 0$ ;  $y = 0,75$ ;  $n = -0,15$ .

$$K_p = 0,92 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 0,76.$$

$$\text{Получаем: } P_z = 10 \cdot 300 \cdot 2,5^{1,0} \cdot 0,3^{0,75} \cdot 168,2^{-0,15} \cdot 0,76 = 1274,6 \text{ Н.}$$

Подставив рассчитанные значения силы и скорости резания, получим:

$$N = \frac{1274,6 \cdot 168,2}{1020 \cdot 60} = 1,09 \text{ кВт.}$$

На остальные операции режимы резания выбираем табличным способом и сводим в общую таблицу 14.

Табл.14. Результаты выбора режимов резания

Номер и наим. операции	D или B, мм	t, мм	T, мин	S, мм/об	n, об/мин	V, м/мин
010 Токарная	10	2,0	60	0,4	1000	157,2
	∅10,5	2,5	60	0,3	1600	168,2
	∅16,5	2,5	60	0,25	750	137,8
	∅13,0	2,5	60	0,25	800	90,8
	∅6,5	2,5	60	0,25	800	101,9
015 Вертикально-сверлильная	∅4,5	2,25	30	0,15	700	41,8
020 Горизонтально-фрезерная	1,7	1,7	60	0,1	750	37,7
025 Токарная	10	0,4	60	0,2	500	97,2
	∅10,0	0,25	60	0,15	1200	111,7
	1	1	60	0,3	1000	128,3
	10	0,4	60	0,25	1000	183,7
	∅16,0	0,25	60	0,25	750	137,8
	∅12,5	0,25	60	0,25	800	90,8
	∅6	0,25	60	0,25	800	101,9
	1,2	0,6	60	0,15	800	37,7
	1,0	1,0	60	0,15	900	56,5
	0,5	0,5	60	0,15	1100	45,6
040 Круглошлифовальная	∅16	0,12	15	0,005м/с	225	35

Выбираем режущий инструмент для каждой операции. При выборе руководствуемся методом обработки, конфигурацией и расположением поверхности, состоянием обрабатываемой поверхности, видом обработки (черновая, чистовая и т.д.). Предпочтение отдаем стандартным и нормализованным конструкциям. Результаты выбора режущего инструмента представлены в таблице 1.11.

### **3.1.11. Выбор методов и средств технического контроля параметров детали.**

Производим выбор контрольно-измерительных средств для каждой операции. В соответствие с типом производства предпочтения отдаем калибрам и шаблонам, а также другим стандартным и нормализованным средствам контроля. Результаты выбора контрольно-измерительных средств представлены в таблице 16.

### **3.1.12. Нормирование технологических переходов, операций**

Техническое нормирование устанавливает технически обоснованную норму расхода производственных ресурсов – рабочего времени, энергии, сырья, материалов, инструментов и т.п. Основы технологического нормирования устанавливает ГОСТ 3.1109-82. Главными целями нормирования являются:

- грамотно разработанный технологический процесс;
- минимальная себестоимость изготовления детали;
- минимальная трудоемкость изготовления детали.

Норма времени – регламентированное время выполнения некоторого объема работ в определенных производственных условиях одним или несколькими исполнителями соответствующей квалификации.

Норма времени, которое дается на обработку детали или каких-то поверхностей детали на данной технологической операции называется нормой штучного времени и складывается из:

- основного (машинного) или технологического времени;
- вспомогательного времени;
- времени обслуживания рабочего места;
- времени перерывов на отдых и физиологические потребности.

Нормирование будем вести для операции 010. Нормирование будет заключаться в определении штучного времени. Расчет норм времени осуществляется на основании РТК.

Основное время считается по формуле:

$$T_o = \sum_{i=1}^n \frac{L_i}{n_i S_i} i; \quad (25)$$

где  $T_o$  – машинное время для всех переходов, мин;

$L_i$  – путь пройденный  $i$ -м инструментом на рабочей подаче, мм;

$S_i$  – рабочая подача для  $i$ -го инструмента, мм/об;

$n_i$  – рабочая частота вращения шпинделя, об/мин;

$i$  – число проходов  $i$ -го инструмента.

Расчет основного времени.

1. Подрезать торец выдерживая размер 2 начерно.

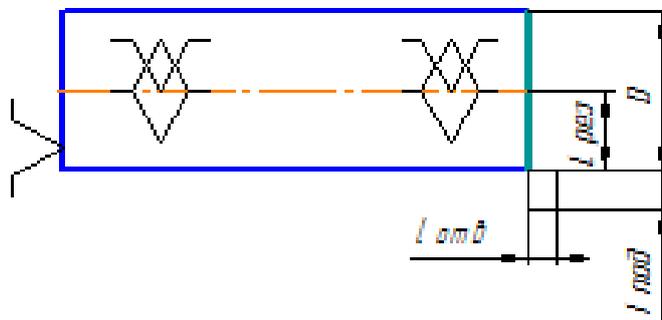


Рис.19. Операция №1

$$T_o = \frac{l}{s \cdot n} \cdot i, \text{ мин}; \quad (26)$$

где  $l$  – длина обработки;

$i$  – число проходов;

$s$  – подача, мм/об;

$n$  – число оборотов, об/мин.

$$l = l_{\text{под}} + l_{\text{рез}} + l_{\text{отв}} = 3 + 10 + 3 = 16 \text{ мм.}$$

Получаем:

$$T_o = \frac{16}{0,4 \cdot 1000} \cdot 1 = 0,04 \text{ мин.}$$

2. Точить поверхность выдерживая размер 3 начерно на длину 1.

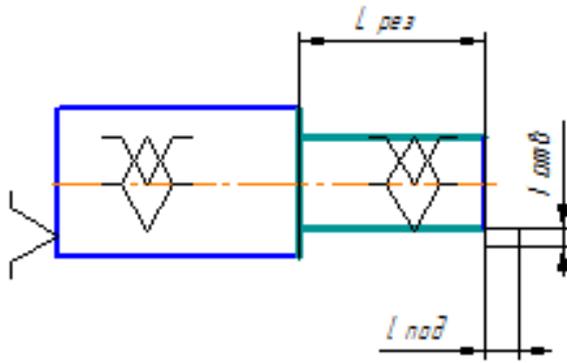


Рис.20. Операция №2

$$T_o = \frac{l}{s \cdot n} \cdot i, \text{ мин};$$

$$l = l_{\text{под}} + l_{\text{рез}} + l_{\text{отв}} = 3 + 19 + 3 = 25 \text{ мм.}$$

Тогда:  $T_o = \frac{25}{0,3 \cdot 1600} \cdot 2 = 0,11 \text{ мин.}$

Расчёт вспомогательного времени.

Величина партии деталей 1 шт.

Вспомогательное время на установку и снятие детали –  $t_y = 0,5 \text{ мин.}$

Определение времени, требующегося на холостые ходы и смену инструмента:

$$T_{xx} = \frac{\sum L_{xxi}}{S_{xx}} i + T_{\text{см.ин.}}; \quad (27)$$

где  $T_{xx}$  – время на холостые перемещения, мин;

$L_{xxi}$  – путь пройденный  $i$ -м инструментом на холостом ходу, мм;

$S_{xxi}$  – скорость холостых ходов, мм/об;

$i$  - число холостых ходов  $i$ -го инструмента;

$T_{\text{см.ин.}}$  – время смены инструмента, мин;  $T_{\text{см.ин.}} = 0,05 \text{ мин.}$

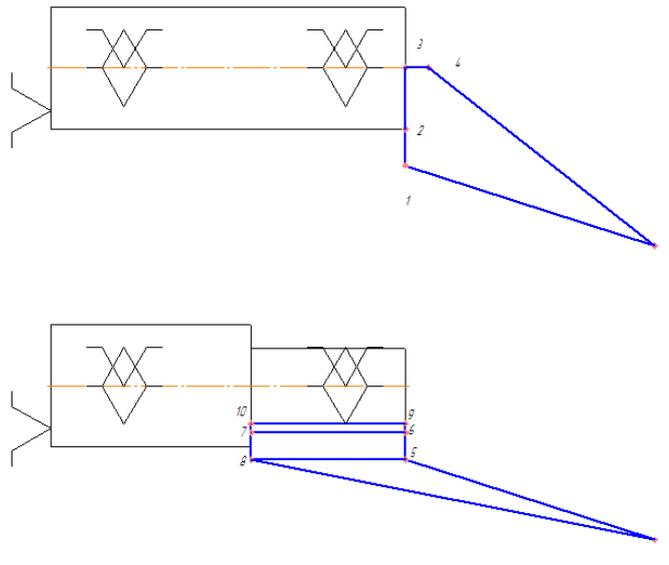


Рис.21. Траектория движения инструмента

$$0-1, 0-5 \text{ Быстрый подвод } t_{\text{всп}} = \frac{142}{4800} = 0,03 \text{ мин};$$

$$4-0, 8-0 \text{ Быстрый отвод } t_{\text{всп}} = \frac{38}{2400} = 0,02 \text{ мин};$$

$$1-2, 3-4, 5-6, 5-9, 7-8, 10-8 \text{ Ускоренный ход } t_{\text{всп}} = \frac{142}{4800} = 0,03 \text{ мин};$$

$$\sum T_{\text{xx}} = 0,03 \cdot 2 + 0,02 \cdot 2 + 0,03 \cdot 6 + 0,05 = 0,33 \text{ мин.}$$

Время на поворот резцедержателя  $T_{\text{пр}} = 0,04$  мин.

Тогда:

$$T_{\text{а}} = \sum T_{\text{o}} + \sum T_{\text{xx}} + T_{\text{пр}} = 0,15 + 0,33 + 0,04 = 0,52 \text{ мин.}$$

Время на контрольные измерения  $t_{\text{изм}} = 0,19 \cdot 2 = 0,38$  мин. Время на установку заготовки  $t_{\text{уст}} = 0,5$  мин.

$$T_{\text{в}} = t_{\text{уст}} + t_{\text{изм}} = 0,5 + 0,38 = 0,88 \text{ мин.}$$

$$k_{\text{иБ}} = 1; k = 5\% .$$

$$T_{\text{всп}} = T_{\text{в}} \cdot k_{\text{иБ}} = 0,88 \cdot 1 = 0,88 \text{ мин.}$$

Штучное время рассчитаем по формуле:

$$T_{\text{шт}} = (T_{\text{а}} + T_{\text{всп}}) \left(1 + \frac{k}{100}\right) = (0,52 + 0,88) \cdot 1,05 = 1,47 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{шк}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{пз}}}{N}; \quad (27)$$

где  $T_{\text{пз}}$  - норма подготовительно заключительного времени, которая определяется как сумма слагаемых:

а) Времени на наладку станка, зависящего от способа установки детали и количества инструментов, участвующих в выполнении операции;

б) Времени, затрачиваемого в случаях работы с каким-либо дополнительным, нерегулярно встречающимся в работе приспособлением или устройством, предусмотренным технологическим устройством на данную операцию.

Определим  $T_{\text{пз}}$  по карте 49 [16, С.135]. Получаем:

$$T_{\text{пз}} = 20,5 \text{ мин.}$$

Тогда:

$$T_{\text{шк}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{пз}}}{N} = 1,47 + \frac{20,5}{100} = 1,675 \text{ мин.}$$

Остальные операции нормируем подобным образом. Результаты расчетов занесем в таблицу 15.

Табл. 15. Нормы времени

Наименование операции	$T_0$ мин	$T_a$ , мин	$T_b$ мин	$T_{п-з}$ мин	$T_{шт}$ мин	$n$	$T_{шт-к}$ мин
010 Токарная	0,15	0,52	0,88	20,5	1,470	100	1,675
015 Вертикально-сверлильная	0,1	0,47	0,67	20,5	1,197	100	1,402
020 Горизонтально-фрезерная	0,9	1,32	0,65	20,5	2,069	100	2,274
025 Токарная	0,32	0,56	0,88	20,5	1,512	100	1,717
040 Круглошлифовальная	0,16	0,38	0,54	20,5	0,966	100	1,171

### 3.1.13. Выбор средств технологической оснастки.

Для каждой операции с учетом схемы базирования выбираем станочное приспособление. Так как производство среднесерийное – предпочтение отдаем механизированным специализированным групповым переналаживаемым приспособлениям для обработки однотипных заготовок, отличающихся размерами и некоторыми конструктивными элементами. Результаты выбора приспособлений представлены в таблице 16.

Табл.16. Результаты выбора контрольно-измерительных средств

Номер и наименование операции	Технологическая оснастка		
	Станочное приспособление	Режущий инструмент	Контрольно-измерительные средства
010 Токарная	Токарный трехкулачковый самоцентрирующий патрон ГОСТ 16886-71	Резец токарный проходной сборный с механическим креплением твердосплавных пластин Т15К6 $\varphi=92^\circ$ тип 4 ГОСТ 21151-75. Резец токарный подрезной Т15К6 $\varphi=80^\circ$ тип 1 ГОСТ 18880-73.	Штангенциркуль ШЦ-1-125-0,02 ГОСТ 166-80
015 Вертикально-сверлильная	Приспособление специальное с призматическим зажимом	Сверло $\Phi 4,5$ ГОСТ 10902-77	Штангенциркуль ШЦ-1-125-0,02 ГОСТ 166-80
020 Горизонтально-фрезерная	Тиски с призматическими губками	Фреза дисковая пазовая ГОСТ 3964-69	Штангенциркуль ШЦ-1-125-0,02 ГОСТ 166-80
025 Токарная	Токарный трехкулачковый самоцентрирующий патрон ГОСТ 16886-71	Резец токарный проходной сборный с механическим креплением твердосплавных пластин	Штангенциркуль ШЦ-1-125-0,02 ГОСТ 166-80

Номер и наименование операции	Технологическая оснастка		
	Станочное приспособление	Режущий инструмент	Контрольно-измерительные средства
		Т15К6 φ=92° тип 4 ГОСТ 21151-75. Резец токарный подрезной Т15К6 φ=80° тип 1 ГОСТ 18880-73. Резец канавочный 32x20 x170 левый Т15К6 ГОСТ 2209-82	
040 Круглошлифовальная	Патрон поводковый ГОСТ 16157-70	Круг шлифовальный 1 100x63x205 24А F36 О 6 V 35 м/с 2кл. ГОСТ Р 52781-2007	Штангенциркуль ШЦ-1-125-0,02 ГОСТ 166-80

### 3.2. Разработка УП для ЧПУ.

%

*N0 M40- третий диапазон частот вращения*

*N1 M3*

*N2 S1000 – включение шпинделя с частотой вращения 1000 об/мин*

*N3 Z4800~\* - ускоренное перемещение по двум координатам*

*N4 X1000~ - ускоренное перемещение по двум координатам*

*N5 Z4800~\* - ускоренное перемещение по двум координатам*

*N6 X1500~ - ускоренное перемещение по двум координатам*

*N7 F40 – подача 0.4 мм/об*

*N8 Z4800 – подрезка торца начерно*

*N9 X0 – подрезка торца начерно*

*N10 Z5500~\* - ускоренное перемещение по двум координатам*

*N11 X0~ - ускоренное перемещение по двум координатам*

*N12 Z8000~\* - ускоренное перемещение по двум координатам*

*N13 X7000~ - ускоренное перемещение по двум координатам*

*N14 T2 – смена инструмента*

*N15 S1600 – включение шпинделя с частотой вращения 1600 об/мин*

*N16 Z5500~\* - ускоренное перемещение по двум координатам*

*N17 X1500~ - ускоренное перемещение по двум координатам*

*N18 Z5500~\* - ускоренное перемещение по двум координатам*

N19 X7500~ - ускоренное перемещение по двум координатам  
 N20 F30 – подача 0.3 мм/об  
 N21 Z3600~\* - черновое точение  
 N22 X7500~ - черновое точение  
 N23 Z3600~\* - ускоренное перемещение по двум координатам  
 N24 X1500~ - ускоренное перемещение по двум координатам  
 N25 Z5500~\* - ускоренное перемещение по двум координатам  
 N26 X1500~ - ускоренное перемещение по двум координатам  
 N27 Z5500~\* - ускоренное перемещение по двум координатам  
 N28 X5250~ - ускоренное перемещение по двум координатам  
 N29 F30 – подача 0.3 мм/об  
 N30 Z3600~\* - черновое точение  
 N31 X5250~ - черновое точение  
 N32 Z3600~\* - ускоренное перемещение по двум координатам  
 N33 X1500~ - ускоренное перемещение по двум координатам  
 N34 Z8000~\* - ускоренное перемещение по двум координатам  
 N35 X7000~ - ускоренное перемещение по двум координатам  
 N36 M5 – отключение шпинделя  
 N37 M30 – конец программы  
 %

### 3.3. Расчет усилия зажима приспособления

Выбранное приспособление для обработки заготовки – трехкулачковый самоцентрирующийся патрон. Заготовка базируется с упором в торец, соответственно необходимо рассчитать силу, которую приложить для предотвращения проворота заготовки в приспособлении на один кулачок.

$$Q = \frac{KM}{3fR}, \quad (28)$$

где К – коэффициент запаса; М – крутящий момент; R – радиус заготовки; f – коэффициент трения заготовки о поверхности кулачков.

$$M = \frac{N \cdot 10^3 \cdot 60}{2\pi \cdot n} = \frac{2.75 \cdot 10^3 \cdot 60}{2\pi \cdot 1000} = 39.4 \text{ Н} \cdot \text{м}, \text{ где}$$

$N_{\text{рез}}$  – мощность резания для черновой операции

(кВт);  $n$  – частота вращения шпинделя (об/мин).

$$Q = \frac{KM}{3fR} = \frac{1.95 \cdot 39.4}{3 \cdot 0.025 \cdot 0.02} = 5122 \text{ Н}$$

Коэффициент запаса рассчитывается под конкретные условия:

$K = K_0 K_1 K_2 K_3 K_4 K_5 = 1,5 * 1 * 1 * 1 * 1,3 * 1 = 1,95$  [4, с 164], где:

$K_0 = 1,5$  – гарантированный коэффициент для всех случаев;

$K_1 = 1$  – коэффициент, учитывающий состояние поверхности;

$K_2 = 1$  – коэффициент, учитывающий затупление инструмента в

процессе работы на черновой операции;

$K_3 = 1$  – коэффициент, учитывающий увеличение силы при

прерывистом резании;

$K_4 = 1,3$  – коэффициент, учитывающий постоянство силы зажима при

ручном зажиме и удобном расположении рукояток;

$K_5 = 1$  – коэффициент, учитывающийся при наличии крутящих

моментов, с ограниченной поверхностью контакта заготовки;

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И  
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
8Н21	Трофимчук Сергей Николаевич

<b>Институт</b>	<b>ИК</b>	<b>Кафедра</b>	<b>АРМ</b>
<b>Уровень образования</b>	Бакалавр	<b>Направление/специальность</b>	150305 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»

**Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:**

1. *Задание и тема выпускной квалификационной работы.*

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

1. *Определение структуры работ в рамках научного исследования*
2. *Определение трудоемкости выполнения работ*
3. *Разработку графика проведения научного исследования*

**Дата выдачи задания для раздела по линейному графику**

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Ассистент каф. менеджмент	Николаенко В.С.			

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
8Н21	Трофимчук Сергей Николаевич		

## **4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

Цель написания данного раздела состоит в оценки конкурентоспособности и перспективности выведения изделия на рынок.

Объектом экономической части ВКР является установка для подготовки гранатового песка к вторичному использованию.

Задачи:

1. Определение потенциальных потребителей;
2. Анализ конкурентоспособности;
3. SWOT – анализ.

### **4.1.Определение потенциальных потребителей**

К потенциальным потребителям можно отнести следующие категории:

- Сельскохозяйственные предприятия;
- Горнодобывающие предприятия;
- Компании, использующие песок для резки материала;
- Учебные центры;
- Высшие учебные заведения.

### **4.2. Анализ конкурентоспособности**

Конкурентоспособность означает способность данного предмета выдержать конкуренцию. Определение уровня конкурентоспособности продукции является решающим фактором при выводе товара на рынок. В условиях современного рынка, продукция может испытывать конкуренцию, как со стороны мирового рынка, так и со стороны фирм внутри страны.

Количество изделий с такими же параметрами, как у проектируемой установки мало. В параметры входят:

- Малые габариты установки (1350x560x610, мм);
- Использование нескольких сит;
- Возможность замены сит;
- Простота сборки;
- Использование пневмовибраторов;
- Разделение материала на 3 фракции;

Учитывая, что на рынке не представлено большое количество решений от разных производителей есть возможность конкурировать.

Наиболее перспективными и конкурентоспособными изделиями на рынке являются вибросита «Sweko MX». В их ситах продукт для просева может быть влажным или сухим. В нашем же случае только сухим.

Проектируемая в данной работе установка сможет занять свою нишу, благодаря сочетанию в себе приведенных выше параметров.

### 4.3. SWOT – анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта [27].

SWOT – анализ проводится в 3 этапа:

1. Описание сильных и слабых сторон проекта и выявлении возможностей и угроз;
2. Описание соответствия сильных и слабых с возможностями и угрозами;
3. Составление итоговой матрицы.

SWOT – анализ представлен в таблице 17.

Табл.17. SWOT-анализ

<b>С – Сильные стороны</b>	<b>Сл – Слабые стороны</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Малые габариты изделия;</li> <li>2. Уникальность продукции;</li> <li>3. Использование отечественных материалов;</li> <li>4. Технологичность изделия.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Единичное производство;</li> <li>2. Большое количество свариваемых частей изделия;</li> <li>3. Использование только с сухим материалом;</li> <li>4. Значительное количество деталей из листового материала, которые подвергаются многократной гибке, в следствие чего понижается точность изготовления.</li> </ol>
<b>В – Возможности</b>	<b>У – Угрозы</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Возможна адаптация к массовому и серийному производству;</li> <li>2. Появление дополнительного спроса на продукт;</li> <li>3. Использование оборудования ТПУ;</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Нестабильная экономическая ситуация;</li> <li>2. Высокая конкуренция;</li> <li>3. Сбои в поставках материала;</li> <li>4. Отсутствие спроса.</li> </ol>

Составим интерактивные матрицы проекта (таблица 18-19).

Табл.18. Интерактивная матрица сильных сторон и возможностей.

Сильные стороны	Возможности			
		B1	B2	B3
	C1	+	+	0
	C2	+	+	+
	C3	+	+	-
	C4	+	-	-

Табл.19. Интерактивная матрица слабых сторон и угроз.

Сильные стороны	Возможности				
		У1	У2	У3	У4
	Сл1	-	-	+	+
	Сл2	-	+	-	-
	Сл3	-	+	-	-
	Сл4	-	0	-	-

Составим матрицу сильных сторон и возможностей (таблица 20).

Табл.20. Таблица сильных сторон и возможностей

	B1	B2	B3
C1	Простота конструкции позволяет без радикальных изменений производить массовый выпуск изделия.	Малые размеры изделия могут повысить спрос у компаний с малой площадью.	0
C2	Простота конструкции позволяет без радикальных изменений производить массовый выпуск изделия.	Уникальность продукции может способствовать росту спроса.	Использование оборудования ТПУ позволит сократить время на поиск услуг по резке, сварке и гибке.

С3	Использование отечественных компонентов позволяет удешевить конечный продукт.	Использование отечественных компонентов позволяет удешевить конечный продукт и из-за этого повысить спрос.	-
С4	Простота конструкции позволяет без радикальных изменений производить массовый выпуск изделия.	-	-

Составим таблицу слабых сторон и угроз (таблица 21).

Табл.21. Таблица слабых сторон и угроз

	У1	У2	У3	У4
Сл1	-	-	При единичном производстве поставка материала не постоянная и это отталкивает возможных поставщиков.	При единичном производстве дороже изготовление, если не будет спроса, изделие не сможет окупить себя.

Сл2	-	Установки конкурентов имеют больше разборных частей. Это может уменьшить спрос на проектируемую установку	-	-
Сл3	-	Установки конкурентов могут просеивать, как сухой, так и влажный материал.	-	-
Сл4	-	0	-	-

### **Заключение**

В ходе написания раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» были определены потенциальные потребители и составлен SWOT-анализ научного исследования.

Изделие может занять свою нишу и быть конкурентоспособным

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
8Н21	Трофимчук Сергей Николаевич

<b>Институт</b>	<b>ИК</b>	<b>Кафедра</b>	<b>АРМ</b>
<b>Уровень образования</b>	Бакалавр	<b>Направление/специальность</b>	150305 «конструкторское технологическое обеспечение машиностроительных производств»

### Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>2. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– вредных проявлений факторов производственной среды (освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения)</li> <li>– опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы)</li> <li>– негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу)</li> <li>– чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)</li> </ul>	<p>Помещение закрытого типа с естественной вентиляцией воздуха. Помещение имеет как искусственный, так и естественный источник освещения. Основное рабочее оборудование – ПЭВМ.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Вредные факторы производственной среды: недостаточное освещение, повышения уровня шума, микроклимат, превышение электромагнитных и ионизирующих излучений; монотонный режим работы.</li> <li>– Опасные факторы среды: электрический ток, влияние на зрение.</li> <li>– Негативное влияние на окружающую среду: бытовые отходы.</li> <li>– Чрезвычайные ситуации: пожар.</li> </ul>
<p>3. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– ГОСТ 12.0.003-74 (с измен. 1999 г.)</li> <li>– ГОСТ 12.1.004 «Пожарная безопасность»</li> <li>– ГОСТ 12.1.010–76 «Взрывобезопасность»</li> <li>– Правила устройства электроустановок.</li> <li>– ПОТ РМ-016-2001 РД 153-34.0-03.150-00</li> <li>– СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 (с измен. 2010 г.)</li> <li>– СН 2.2.4/2.1.8.562–96.</li> <li>– СН 2.2.4/2.1.8.556–96.</li> </ul>

### Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Анализ выявленных вредных факторов производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</li> <li>– действие фактора на организм человека;</li> <li>– приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</li> <li>– предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Вредные факторы возникают из-за ПЭВМ.</li> <li>– Негативные электромагнитное и ионизирующее излучения отрицательно влияют на иммунную, нервную, эндокринную и дыхательную системы. Шум негативно влияет на психофизиологическое состояние.</li> <li>– СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Напряженность электрического поля в диапазоне частот 5 Гц– 2 кГц не должна превышать 25 В/м, а в диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц не больше 2,5 В/м.</li> <li>– СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. При нахождении на рабочем месте в процессе трудовой деятельности на ПЭВМ уровень звукового давления не должен превышать 50 дБА.</li> </ul>
--	---

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Уменьшение мощности блока питания компьютера, сокращение времени пребывания за компьютером, перерывы.</li> </ul>
<p>2. Анализ выявленных опасных факторов произведённой среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– механические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– термические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты);</li> <li>– пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Механические опасности отсутствуют.</li> <li>– Термические опасности отсутствуют.</li> <li>– Установлены удлинители в розетках (эл. сеть перегружена)</li> <li>– Возможные причины пожара: возникновение КЗ в проводке.</li> </ul>
<p>3. Охрана окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– защита селитебной зоны</li> <li>– анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);</li> <li>– разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Бытовые отходы. Отходы, образующиеся при поломке ПЭВМ.</li> </ul>
<p>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– перечень возможных ЧС на объекте;</li> <li>– выбор наиболее типичной ЧС;</li> <li>– разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>– разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС;</li> <li>– разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Возможные ЧС: пожар.</li> <li>– Пожар.</li> <li>– Устройства оповещения при пожаре, датчики дыма.</li> <li>– Соблюдения техники безопасности.</li> <li>– Следование плану эвакуации, вызов пожарных.</li> </ul>
<p>5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Право на условия труда, отвечающие требованиям безопасности и гигиены.</li> <li>– Использование оборудования и мебели согласно антропометрическим факторам.</li> </ul>

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент кафедр ЭБЖ	Пустовойтова М.И.	К.Х.Н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8н21	Трофимчук С.Н.		

## **5. Социальная ответственность**

В данной работе был спроектирован аппарат для просеивания, были проведены все необходимые технические расчеты с помощью различных программных комплексов, текстовых и графических редакторов. На основе этого рабочим местом будет принято место работы оператора ПК (персонального компьютера).

Длительная работа на ПЭВМ отрицательно воздействует на здоровье человека. Во-первых, это большая нагрузка на зрение. Так как в основном вся работа происходит у монитора ПК, является основным источником различных вредных факторов, таких как: пульсация яркости изображения, ультрафиолетовое и т.д.

Во-вторых, это длительное сидячее положение. Это приводит к появлению болей в спине, шеи, руках, плечевых суставах. При длительной работе на клавиатуре появляются болевые ощущения в запястьях, кистях и пальцах рук. [28]

Данный раздел ВКР посвящен анализу воздействующих в процессе работы опасных и вредных факторов и выработке методов защиты от негативного действия этих факторов. Произведен анализ вредных факторов таких как: отклонение показателей микроклимата в помещении, повышения уровня шума, превышение электромагнитных излучений. Рассмотрены вопросы охраны окружающей среды, защиты в случае чрезвычайной ситуации, а так же правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

### **5.1. Анализ выявленных вредных факторов производственной среды**

Проектирование рабочей (производственной) среды нацелено на то, чтобы создать оптимальные условия труда.

Оптимальные условия труда — такие условия, при которых сохраняется здоровье работников, и создаются предпосылки для поддержания высокого уровня работоспособности.

Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [29] сравним соответствие требований: фактических значений с допустимыми.

#### **Требования к ПЭВМ:**

Допустимые уровни звукового давления, создаваемого ПЭВМ, не должны превышать значений, представленных в СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03[29] (50). Значение уровня звукового давления на рабочем месте, создаваемое ПЭВМ, составляет 33 дБ. Измерения проводились при помощи микрофона и специального программного продукта. При превышении уровня звукового давления появляется головная боль, быстрая утомляемость и т.д.

Конструкция ПЭВМ обеспечивает возможность поворота корпуса в горизонтальной и вертикальной плоскости с фиксацией в заданном положении для обеспечения фронтального наблюдения экрана. Корпус ПЭВМ окрашен в спокойные мягкие тона с диффузным рассеиванием света. Корпус ПЭВМ, клавиатура и другие блоки и устройства ПЭВМ имеют матовую поверхность с и не имеют блестящих деталей, способных создавать блики.

В конструкции монитора предусмотрено регулирование яркости и контрастности.

Допустимые визуальные параметры устройств отображения информации представлены в таблице 22.

Табл. 22. Допустимые визуальные параметры устройств

№	Параметры	Допустимые значения	Фактические значения
1	Яркость белого поля	Не менее 35 кд/кв.м	300 кд/кв.м
2	Контрастность	Не менее 3:1	2000:1

Напряженность электромагнитного поля по электрической составляющей на расстоянии 50см вокруг монитора не должна превышать 25 В/м в диапазоне от 5 Гц до 2 кГц и 2,5 В/м - в диапазоне от 2 до 400 кГц [2]. Плотность магнитного потока не должна превышать в диапазоне от 5 Гц до 2 кГц 250 нТл и 25 нТл - в диапазоне от 2 до 400 кГц. Поверхностный электростатический потенциал не должен превышать 500 В [2]. Рабочие места оборудованы ПЭВМ типа LG FLATRON 11953TR, имеющими характеристики: напряженность электромагнитного поля 2,5 В/м; поверхностный потенциал составляет 400 В.

#### **Требования к помещениям для работы с ПЭВМ:**

Помещение, где расположено рабочее место, имеет как естественное, так и искусственное освещение. Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [29] окна преимущественно должны быть ориентированы на север и северо-восток, но окна на нашем рабочем месте ориентированы на юг. В таком случае окна оборудованы плотными шторами.

Рабочее место находится в офисном помещении. Площадь помещения составляет 20м<sup>2</sup> (длина А=5 м, ширина В=4м), объем составляет 60 м<sup>3</sup> (высота С=3м). Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [29] площадь на одно рабочее место пользователей ПЭВМ составляет 6,5 м<sup>2</sup> и 20 м<sup>3</sup> объема на одного человека [29].

#### **Требования к микроклимату, содержанию аэроионов и вредных химических веществ в воздухе на рабочих местах, оборудованных ПЭВМ:**

Существенное влияние на работоспособность человека оказывает микроклимат, который зависит от теплофизических особенностей технологического оборудования, сезона года, условий отопления и вентиляции. Микроклимат определяют действующими на организм человека

сочетаниями температуры, влажностью воздуха и скоростью движения воздуха. При определенных значениях микроклимата, человек испытывает состояние комфорта, что способствует повышению производительности труда. И, наоборот, неблагоприятные значения микроклиматических показателей могут стать причиной снижения производственных показателей в работе, привести к таким заболеваниям как различные формы простуды, хронический бронхит и т.д.

Так как работа в помещении, связанна с длительным использованием ПЭВМ, возможны нервно-эмоциональные напряжения. В таких помещениях должны обеспечиваться оптимальные параметры микроклимата для категории работ 1а и 1б. Перепады температуры воздуха в течение смены при обеспечении оптимальных величин микроклимата на рабочих местах не должны превышать 2°С и выходить за пределы величин, указанных в табл.23. [29].

Табл. 23. Перепады температуры воздуха

Период года	Категория работ по уровням	Температура, С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, не более м/с
Холодный	Iа	22–24	60–40	0.1
	Iб	21–23		
Теплый	Iа	23–25		
	Iб	22–24		

Так как помещения оборудованы ПЭВМ, то еженедельно проводится влажная уборка и систематическое проветривание после каждого часа работы на ПЭВМ.

В помещении осуществляется естественная вентиляция. Основным недостатком естественной вентиляции является то, что воздух поступает в помещение без предварительной очистки и нагрева. Согласно нормам, СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [29] объем воздуха необходимый на одного человека в помещении без дополнительной вентиляции должен быть более 40м<sup>3</sup> [29]. В нашем случае объем воздуха на одного человека составляет 60 м<sup>3</sup>, что соответствует нормам.

#### **Требования к освещению на рабочих местах, оборудованных ПЭВМ:**

Освещение рабочего места - важнейший фактор создания оптимальных условий труда. Несоблюдение требований к освещению чревато понижением общей работоспособности. Кроме того, зрение утомляется, возникает прямая угроза здоровью, возможно даже развитие близорукости.

Неудовлетворительное освещение утомляет не только зрение, но и вызывает утомление всего организма в целом.

Освещенность рабочего места за столом, согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-0 [29], должна быть не менее 300-500 лк.

Табл. 24. Освещение рабочего места

Характеристика зрительной работы	Наименьший объем различения, мм	Искусственное освещение, лк	
		Комбинированное	Общее
Высокая точность	0,3–0,5	750	300

Освещение не создает бликов на экране. За счет правильного выбора и расположения светильников, яркость бликов на экране не должна превышать 40 кд/м<sup>2</sup>. Светильники местного освещения должны иметь не просвечивающий отражатель.

Оптимальная освещённость достигается в дневное время за счёт попадания естественного света через окна, в утренние и вечерние часы за счёт искусственного освещения лампами.

В качестве источников искусственного света используется люминесцентная лампа, так как по спектральному составу она близка к дневному свету; обладает более высоким КПД и повышенной светоотдачей.

Меры защиты от опасных и вредных факторов производства делятся на технические и организационные. К ним относится защита от вредного воздействия облучения. При защите от внешнего облучения, возникающего при работе с монитором, проводятся следующие мероприятия:

- для обеспечения оптимальной работоспособности и сохранении 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.

## **5.2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды**

Большое количество аппаратуры, которая используется в помещении и находится под напряжением 220В относится к опасным факторам проектируемой среде.

Во время нормального режима работы оборудования, опасность электропоражения мала, однако, возможны аварийные режимы работы, когда

происходит случайное электрическое соединение частей оборудования, находящегося под напряжением с заземленными конструкциями.

Поражение человека электрическим током может произойти в следующих случаях:

- При возможном коротком замыкании в высоковольтных блоках: блоке питания, блоке развертки монитора. при соприкосновении с полом и стенами, оказавшимися под напряжением;
- При прикосновении к токоведущим частям во время ремонта ПЭВМ;
- При однофазном (однополюсном) прикосновении неизолированного от земли человека к неизолированным токоведущим частям электроустановок, находящихся под напряжением;
- При прикосновении к нетоковедущим частям, находящимся под напряжением, то есть в случае нарушения изоляции.

Для обеспечения электробезопасности необходимо [31]:

- Произвести изолирование (ограждение) токоведущих частей, исключающее возможность случайного прикосновения к ним;
- Произвести установку защитного заземления;
- Наличие общего рубильника;
- Производить своевременный осмотр технического оборудования, изоляции.

Электрический ток, проходя через тело человека, оказывает на него сложное воздействие, являющееся совокупностью термического, электролитического, биологического и механического воздействий, что приводит к различным нарушениям в организме, вызывая как местные повреждения тканей и органов, так и общее его поражение.

Любое из указанных воздействий может привести к электрической травме, т.е. к повреждению организма, вызванному воздействием электрического тока или электрической дуги.

В компьютерах огромное количество компонентов, которые содержат токсичные вещества и представляют угрозу, как для человека, так и для окружающей среды. К таким веществам относятся:

- Свинец (накапливается в организме, поражая почки, нервную систему);
- Ртуть (поражает мозг и нервную систему);
- Никель и цинк (могут вызывать дерматит);
- Щелочи (прожигают слизистые оболочки и кожу) [32];

Поэтому компьютер требует специальных комплексных методов утилизации. В этот комплекс мероприятий входят:

- Отделение металлических частей от неметаллических;
- Металлические части переплавляются для последующего производства;

- Неметаллические части компьютера подвергаются специальной переработке;

### **5.3. Защита в чрезвычайных ситуациях**

В помещении имеется электропроводка напряжением 220 В, предназначенная для питания вычислительной техники и освещения. При неправильной эксплуатации оборудования и коротком замыкании электрической цепи может произойти возгорание, которое грозит уничтожением техники, документов и другого имеющегося оборудования.

Данное помещение относится к категории Д (наличие твердых сгораемых вещей). Необходимо проводить следующие пожарно-профилактические мероприятия:

- Организационные мероприятия, касающиеся технического процесса с учетом пожарной безопасности объекта;
- Эксплуатационные мероприятия, рассматривающие эксплуатацию имеющегося оборудования;
- Технические и конструктивные, связанные с правильным размещением и монтажом электрооборудования и отопительных приборов.
- 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;
  - Содержание в исправном состоянии изоляции токоведущих проводников.

К техническим мероприятиям относится соблюдение противопожарных требований при устройстве электропроводок, оборудования, систем отопления, вентиляции и освещения. В коридоре имеется порошковый огнетушитель типа ОП-5, рубильник, на двери приведен план эвакуации в случае пожара, и, на достигаемом расстоянии, находится пожарный щит.

Для осуществления эффективного тушения огня используют пожарные рукава и стволы, находящиеся в специальных шкафах, расположенных в коридоре. В пунктах первичных средств огнетушения должны располагаться ящик с песком, пожарные ведра и топор.

#### **5.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

Для осуществления практической деятельности в области обеспечения безопасности жизнедеятельности необходимо соблюдение нормативов и правил ведения соответствующих работ, позволяющие их обеспечить. Соблюдение рабочего режима, правил ведения работ и т.д.

Согласно СанПиН [29] размещение рабочего места с ПЭВМ, расстояние между столами с мониторами должно быть не менее 2,0 м, а расстояние между боковыми поверхностями мониторов - не менее 1,2 м.

Рабочие места с ПЭВМ при выполнении творческой работы, требующей значительного умственного напряжения или высокой концентрации внимания, рекомендуется изолировать друг от друга перегородками высотой 1,5 - 2,0 м.

Экран видеомонитора должен находиться от глаз пользователя на расстоянии 600 - 700 мм, но не ближе 500 мм с учетом размеров алфавитно-цифровых знаков и символов.

Конструкция рабочего стола должна обеспечивать оптимальное размещение на рабочей поверхности используемого оборудования с учетом его количества и конструктивных особенностей, характера выполняемой работы. При этом допускается использование рабочих столов различных

конструкций, отвечающих современным требованиям эргономики. Поверхность рабочего стола должна иметь коэффициент отражения 0,5 - 0,7.

Конструкция рабочего стула (кресла) должна обеспечивать поддержание рациональной рабочей позы при работе на ПЭВМ, позволять изменять позу с целью снижения статического напряжения мышц шейно-плечевой области и спины для предупреждения развития утомления. Тип рабочего стула (кресла) следует выбирать с учетом роста пользователя, характера и продолжительности работы с ПЭВМ.

Рабочий стул (кресло) должен быть подъемно-поворотным, регулируемым по высоте и углам наклона сиденья и спинки, а также расстоянию спинки от переднего края сиденья, при этом регулировка каждого параметра должна быть независимой, легко осуществляемой и иметь надежную фиксацию.

Поверхность сиденья, спинки и других элементов стула (кресла) должна быть полумягкой, с нескользящим, слабо электризующимся и воздухопроницаемым покрытием, обеспечивающим легкую очистку от загрязнений.

## **Заключение**

В процессе выполнения выпускной квалификационной работы было спроектировано одно из устройств установки подготовки гранатового песка к вторичному использованию – вибросито, с учетом предъявленных требований. На этапе обзора аналогов были представлены конструктивные схемы существующих аппаратов и проведен их анализ, на основе которого была выбрана подходящая конструкция. Разработана конструктивная схема всей установки.

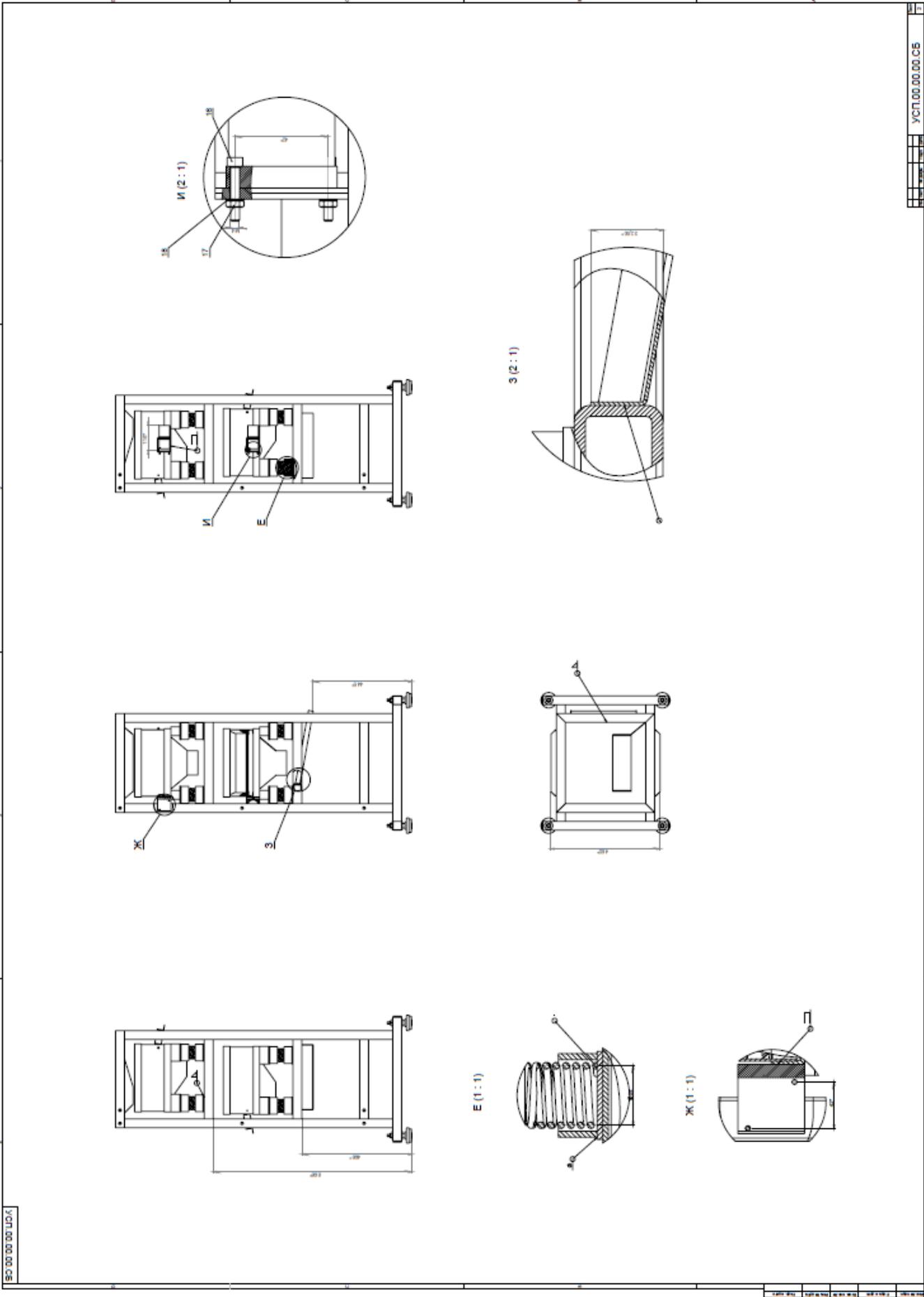
В процессе конструирования был произведен эксперимент для определения необходимого количества сит и размера их ячеек. Помимо этого произведены необходимые расчеты для правильной работы аппарата. Разработан технологический процесс на изготовление полуоси, но в процессе конструирования вибросита, необходимость в данной детали отпала. Так же оценены возможности и угрозы со стороны конкурентов.

## Список использованной литературы

1. Гафуров М.А. Вибрационный грохот // Инновационные технологии: теория, инструменты, практика – 2014 - №1 – с. 330-332.
2. Рудакова Е.В., Шевякин В.Н., Яцун С.Ф. Моделирование динамических процессов вибрационного грохота с учетом ограниченной мощности электропривода: 2011, 7 с.
3. Большая советская энциклопедия: [в 30 т.] / гл. ред. А. М. Прохоров. — 3-е изд. — М.: Советская энциклопедия, 1969—1978.
4. Чумак В.Ф. Опыт работы в области грохочения // Уголь – 2010 - №7- с. 38-41.
5. Полыгалов С.В., Вайсман Я.И. Многоситный вибрационный грохот // Патент РФ №2406576, 20.12.2010.
6. Евролаб // [Электронный ресурс], URL: [http://www.eurolab.ru/vibrosito\\_gr\\_100](http://www.eurolab.ru/vibrosito_gr_100) (Дата обращения 12.05.2016)
7. Арсентьев В.А., Блехман И.И. Вибрационный классификатор // Патент РФ № 2407600, 27.12.2010.
8. Сизиков С.А., Сизиков В.С. Двухмассный виброударный грохот // Патент РФ № 2424067, 20.07.2011.
9. Тарасов Ю.Д. Вибрационный грохот // Патент РФ № 2405633, 10.12.2010.
10. Вайсберг Л.А., Зарогатский Л.П., Трофимов В.А. Грохот // Патент РФ № 2344002, 20.01.2009.
11. Коротков А.Н., Дубов Г.М., Баштанов В.Г. Вибрационный сепаратор // Патент РФ № 2248851, 27.03.2005.
12. Гранатовый песок // [Электронный ресурс], URL: <http://www.ruscastings.ru/work/168/441/1702/8102> (Дата обращения 12.05.2016)
13. В. В. Щипцов, Л. С. Скамницкая Гранатовые руды, технологические подходы к их освоению и возможные области использования // Геология и полезные ископаемые Карелии – 2002 – №5– с. 82-92.
14. Доманский И.В., Новый справочник химика и технолога: Справочник, Т.1. – Изд-во: Професионал, 2004.
15. Промышленные вибромоторы // [Электронный ресурс], URL: <http://www.vibromotor.ru/selection.html> (Дата обращения 12.05.2016)
16. Комплекующие для промышленности // [Электронный ресурс], URL: <http://fam-drive.ru/Findeva> (Дата обращения 12.05.2016)
17. Дамдинова Д.Р. Расчет параметров грохотов с плоскими ситами: учебное пособие, Изд-во: ВСГТУ Улан-Удэ, 2001
18. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т./ под ред. А.Г.Косиловой и Р.К.Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985.

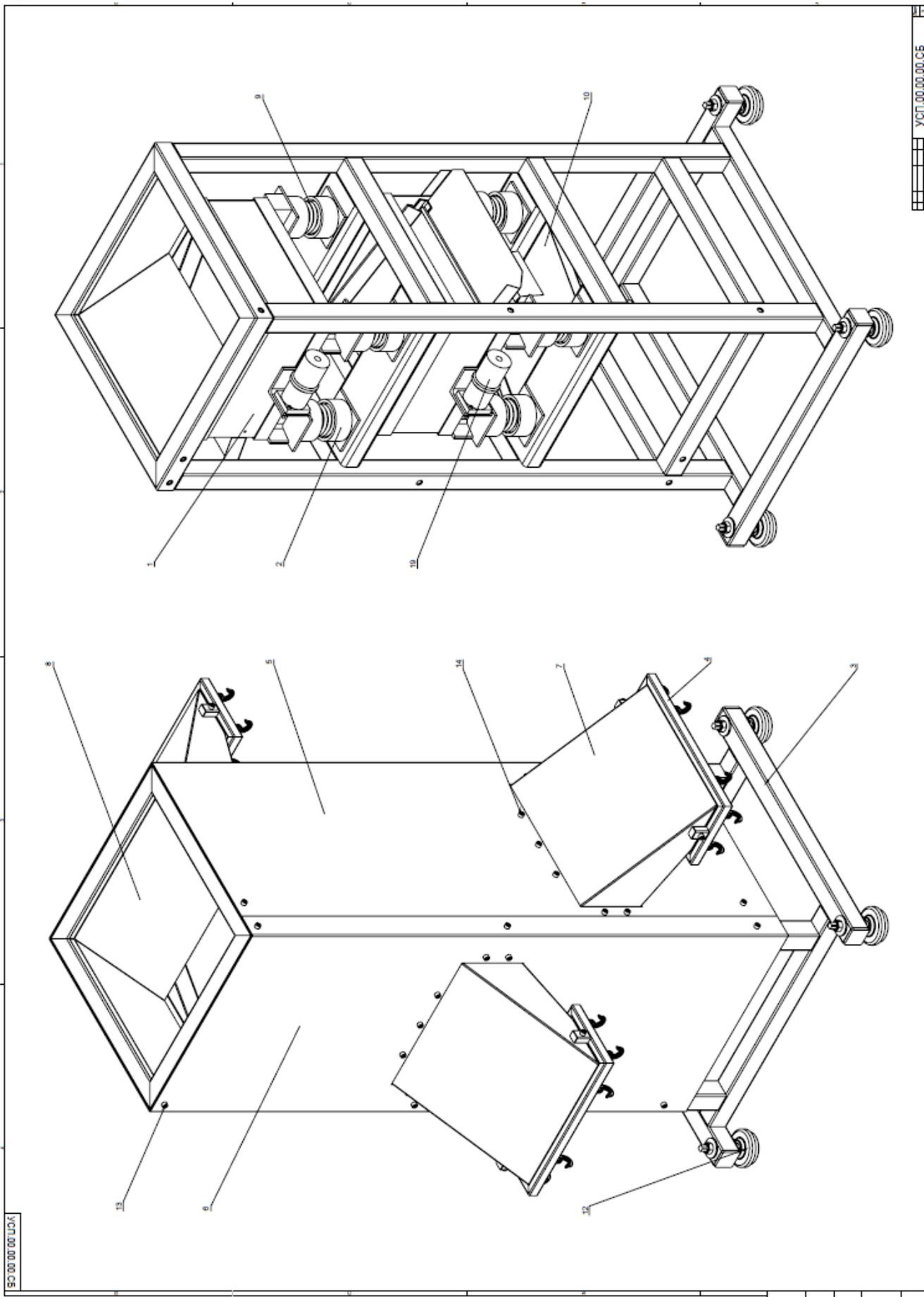
19. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков, Ленинград, «Машиностроение», 1975.
20. Новиков. А. Г. Схиртладзе: под ред. Ю. М. Соломениева - 3-е изд., стер. - М.: Высш. шк. 2001.
21. Дачева, А. В. Технологическая оснастка: учеб. пособие / А, В. Даченл, М. М. Зорина. Б. П. Медведев: Чуваш, гос. ун-т им. И. Н. Ульянова. - Чебоксары: Изд-во Чувашского университета. 2007.
22. Станочные приспособления: справочник / под ред. Б. Н. Вардашкина, Т. 1. - М.: Машиностроение. 1984.
23. Ванин В.А., Преображенский А.Н., Фидаров В.Х. – Приспособления для металлорежущих станков, Тамбов, 2007.
24. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов, Справочник /Под общей ред. В.И. Баранчикова. М.: Машиностроение, 1990 г.
25. Беспалов Б.Л. и др. Технология машиностроения. М.: Машиностроение, 1973.
26. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие для машиностроительных специальностей ВУЗов. - Мн: Выш. школа, 1983.
27. Видяев И.Г., Серикова Г.Н., Гаврикова Н.А. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие - – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 36 с.
28. Романенко С.В Социальная ответственность – С.В. Романенко, Ю.В. Анищенко – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2016. – 11 с.
29. Гигиенические требования к электронно-вычислительным машинам и организации работы. Санитарные правила и нормы 2.2.2 2.4.1340 – 03. – М., 2003
30. Основы противопожарной защиты предприятий ГОСТ 12.1.004 и ГОСТ 12.1.010 – 76.
31. Правила устройства электроустановок. Минэнерго СССР, 6-е издание – Энергоатомиздат, 1996. – 640с.
32. ПОТ РМ-016-2001 РД 153-34.0-03.150-00. Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок.





УСЛ.00.00.00.05

УСЛ.00.00.00.05









Приложение Д

